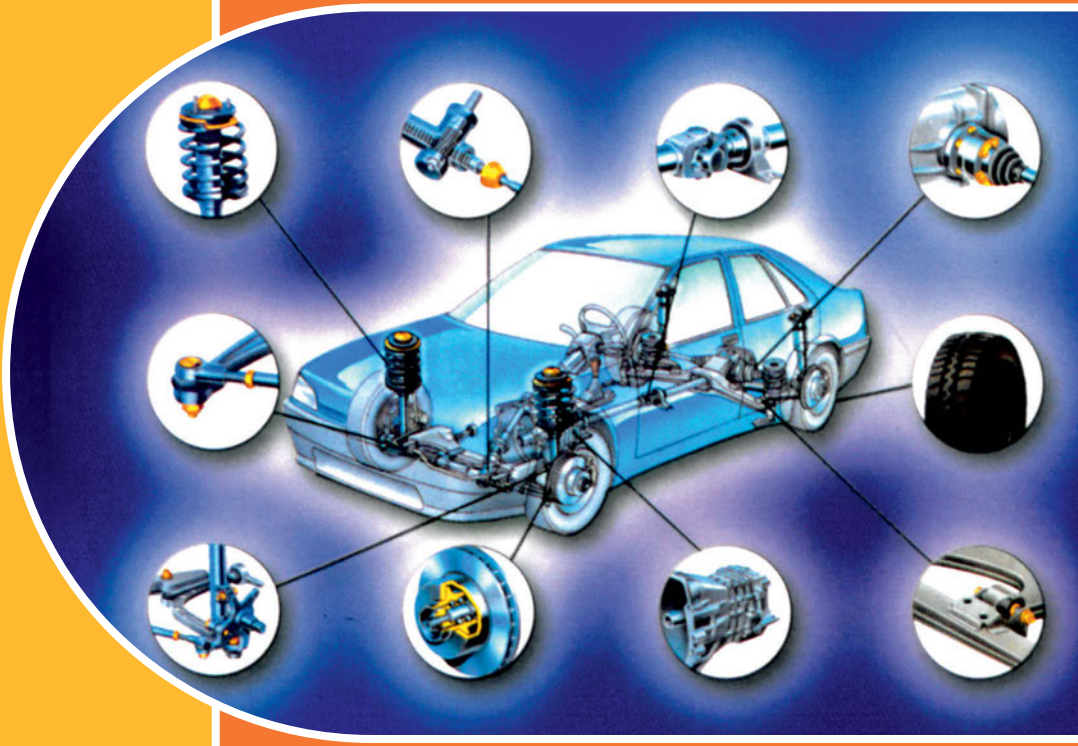
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Ανδρινός Νικόλαος
Παναγιωτίδης Παναγιώτης
Παπαδόπουλος Νικόλαος

Συστήματα Αυτοκινήτου Ι



Γ΄ ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.

ΕΙΔΙΚΟΤΗΤΑ: ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΕΚΔΟΣΗΣ

Συγγραφείς:

- **Ανδρινός Νικόλαος**
  Διπλ. Μηχανολόγος Ηλεκτρολόγος Ε.Μ.Π. Ταξίαρχος ε.α. Τ.Χ.
- **Παναγιωτίδης Παναγιώτης**
  Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- **Παπαδόπουλος Νικόλαος**
  Τεχνολόγος Οχημάτων, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

Συντονιστής:

- **Μανίκας Θωμάς**
  Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

Επιτροπή κρίσης:

- **Κρέπιας Ευστράτιος**
  Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- **Πανόπουλος Παναγιώτης**
  Τεχνολόγος Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης
- **Τσακανίκας Γεώργιος**
  Υπομηχανικός Μηχανολόγος, Καθηγητής Β/θμιας Εκπ/σης

Γλωσσική Επιμέλεια:

- **Ελευθερόπουλος Γεώργιος**
  Φιλόλογος

Ηλεκτρονική Επεξεργασία:

- **Βαρσαμίδης Γεώργιος**

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ:

Σταμάτης Αλαχιώτης: *Καθηγητής Γενετικής Πανεπιστημίου Πατρών*
Πρόεδρος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

- **Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου:**
  Γεώργιος Βούτσινος: *Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*
- **Υπεύθυνος του Μηχανολογικού Τομέα:**
  Δαφέρμος Ολύμπιος: *Σύμβουλος του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου*

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΑΝΕΚΔΟΣΗΣ

Η επανέκδοση του παρόντος βιβλίου πραγματοποιήθηκε από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών & Εκδόσεων «Διόφαντος» μέσω ψηφιακής μακέτας.

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

• **Ανδρινός Νικόλαος** • **Παναγιωτίδης Παναγιώτης**

• **Παπαδόπουλος Νικόλαος**

Η συγγραφή και η επιστημονική επιμέλεια του βιβλίου πραγματοποιήθηκε
υπό την αιγίδα του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου

Συστήματα Αυτοκινήτου Ι

Γ΄ ΤΑΞΗ ΕΠΑ.Λ.

Ειδικότητα:
Τεχνικός Οχημάτων

ΤΟΜΕΑΣ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

*Η παρούσα έκδοση του βιβλίου **«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ Ι»** προορίζεται για τους μαθητές της Β΄ Τάξης του 1ου κύκλου του Μηχανολογικού Τομέα, της ειδικότητας «ΜΗΧΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ», και έχει συγγραφεί σύμφωνα με το αντίστοιχο ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ του ΥΠΕΠΘ.*

Μέσα στο πλαίσιο αυτό, έγινε προσπάθεια να δοθούν, όσο το δυνατόν πιο πρακτικά, βασικές τεχνικές γνώσεις για τη δομή, λειτουργία και συντήρηση των λειτουργικών συστημάτων των αυτοκινήτων. Παράλληλα για να γίνουν αντιληπτές οι λειτουργίες των παραπάνω συστημάτων, χρησιμοποιείται ένας σημαντικός αριθμός σχεδίων και φωτογραφιών, ενώ τα διάφορα θέματα εξετάζονται σε όση έκταση επιτρέπει ένα σχολικό βιβλίο.

Επίσης, κρίνεται σκόπιμο, για τη σωστή εμπέδωση της θεωρίας, να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην ακριβή εκτέλεση και των αντιστοίχων ασκήσεων που περιέχονται στον ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟ ΟΔΗΓΟ που αποτελεί το Β΄ μέρος του παρόντος βιβλίου. Με τον τρόπο αυτό, ο μαθητής θα είναι σε θέση να συνδυάσει θεωρία και πράξη για να αντιμετωπίσει πιο αποτελεσματικά τις στοιχειώδεις ανάγκες του επαγγέλματος του πάνω σε βασικές δομές και λειτουργίες των συστημάτων που περιέχονται στο βιβλίο, πράγμα που είναι απαραίτητο και για την κατανόηση ποικίλων άλλων σχετικών κατασκευών που χρησιμοποιούνται σήμερα στα αυτοκίνητα.

Οι συγγραφείς

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΜΑΞΩΜΑ

- Γενικά για το αυτοκίνητο
- Κατηγορίες Οχημάτων
- Είδη Αμαξωμάτων
- Πλαίσιο (σασί)
- Έλεγχοι και Ευθυγράμμιση Αυτοφερόμενου Αμαξώματος
- Αριθμός Πλαισίου
- Τρόποι και σημεία στήριξης και ανύψωσης του αυτοκινήτου
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΑΜΑΞΩΜΑ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη του κεφαλαίου αυτού, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν τα είδη των αμαξωμάτων.
- Να αναγνωρίζουν τα μέρη από τα οποία αποτελείται το αμάξωμα.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους βασικούς τρόπους ελέγχου και ευθυγράμμισης ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους στήριξης και ανύψωσης του αυτοκινήτου.

1.1 Γενικά για το αυτοκίνητο

Αυτοκίνητο (Σχ 1.1) είναι ένα όχημα, που μπορεί να κινείται σε ένα δρόμο με τα δικά του κατάλληλα μέσα, χρησιμοποιώντας την ενέργεια ενός καυσίμου ή την ηλεκτρική ενέργεια ή και συνδυασμό καυσίμου και ηλεκτρικής ενέργειας, αν λάβουμε υπόψη και τα υβριδικά, αυτοκίνητα.

Τα οχήματα, γενικά, χρησιμοποιούνται για διάφορες μεταφορές, όπως για την ατομική ή ομαδική μεταφορά ανθρώπων, εμπορευμάτων, ζώων και άλλων υλικών, αλλά τα κύρια μέρη (συστήματα) από τα οποία αποτελούνται αυτά, παραμένουν, πάντοτε, τα ίδια.

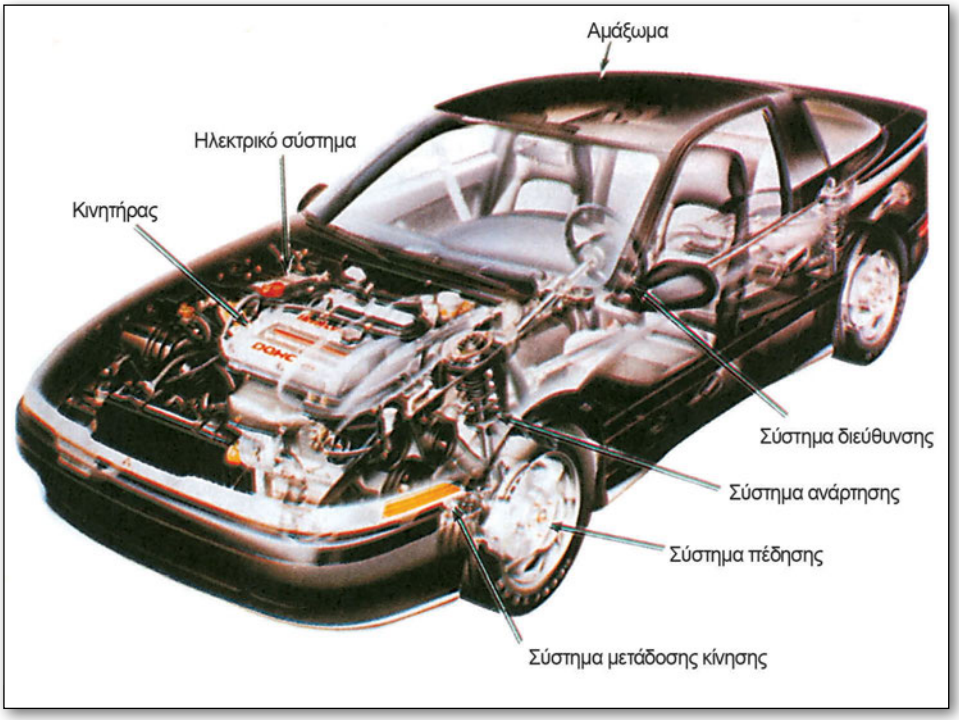
Ιστορική εξέλιξη του αυτοκινήτου:

Το πρώτο αυτοκίνητο κατασκευάσθηκε το 1769 από το Γάλλο μηχανικό Γκινιό (Cugnot), αφού από τα παλιά χρόνια αποτελούσε ένα όνειρο του ανθρώπου και πολλοί μεγάλοι σοφοί, μηχανικοί κλπ, όπως ο Ρογήρος Βάσκων (1215-1294) και ο Λεονάρντο Ντα Βίντσι (1452-1519) ασχολήθηκαν για να το πραγματοποιήσουν.

Το πρώτο, λοιπόν, αυτοκίνητο ήταν τρίτροχο, και για την κίνησή του ο Γκινιό χρησιμοποίησε τη δύναμη του ατμού, που παραγόταν σε ένα ατμολέβητα, η ταχύτητά του έφτανε στα 4 μέχρι 5Km/h, και φυλάσσεται σήμερα στην έκθεση αυτοκινήτου του Παρισιού.

Μετά τον Γκινιό, πολλοί άλλοι έκαναν προσπάθειες για να τελειοποιήσουν το αυτοκίνητο με ατμομηχανή, αλλά αυτό δεν μπόρεσε να αναπτύξει ταχύτητα μεγαλύτερη από 20Km/h, αφού είχε το μειονέκτημα του μεγάλου βάρους της ατμομηχανής που έφερε. Τελικά, η ατμομηχανή της εποχής εκείνης αποδείχθηκε ακατάλληλη για την κίνηση των αυτοκινήτων, ενώ αντίθετα, χρησιμοποιήθηκε αργότερα, με μεγάλη απόδοση στους σιδηροδρόμους.

Η μεγάλη εξέλιξη του αυτοκινήτου αρχίζει από την εποχή που εφαρμόσθηκε σ' αυτό η μηχανή εσωτερικής καύσης.



Σχ. 1.1 Όχημα με τα κυριότερα συστήματά του.

Η ελαφριά και ταχύστροφη μηχανή εσωτερικής καύσης, που η εφαρμογή της συνετέλεσε στην καταπληκτική πρόοδο του αυτοκινήτου, κατασκευάστηκε ύστερα από εργασίες και εφευρέσεις από το 1876 μέχρι το 1882, του Γερμανού μηχανικού Όττο (ΟΤΤΟ). Ο, επίσης, Γερμανός Ντέϊμπλερ (Daimler), το 1885, αφού τελειοποίησε τη μηχανή του Όττο, την εφάρμοσε σε μοτοσικλέτα.

Το 1900, οι αμερικάνικες αυτοκινητοβιομηχανίες αρχίζουν την κατασκευή αυτοκινήτων, βασιζόμενες σε δύο βασικές αρχές, στην τυποποίηση - εναλλαξιμότητα των εξαρτημάτων και στη μαζική παραγωγή τους.

Καταβλήθηκαν μεγάλες και συνεχείς προσπάθειες, από τότε που κατασκευάσθηκε το πρώτο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης μέχρι σήμερα, ώστε να έχουμε το σύγχρονο αυτοκίνητο, τέλειο από μηχανικής και αισθητικής πλευράς. Έτσι, το αυτοκίνητο έγινε το πιο ιδανικό και διαδεδομένο μέσο συγκοινωνίας, ψυχαγωγίας και αθλητισμού.

Η εξέλιξη του αυτοκινήτου, παρ' όλες τις τελειοποιήσεις του, δεν σταμάτησε. Σήμερα, με την παράλληλη εξέλιξη των ηλεκτρονικών και της ψηφιακής τεχνολογίας, βρισκόμαστε σε μια περίοδο δοκιμών και νέων επαναστατικών εφαρμογών στον τομέα της κατασκευής του.

Παρακάτω θα απαριθμήσουμε τα κύρια μέρη (συστήματα) ενός οχήματος και το σκοπό του καθενός από αυτά (Σχ. 1.1):

Αμάξωμα: Προορισμός του αμαξώματος είναι η άνετη και η ασφαλής μεταφορά επιβατών και εμπορευμάτων.

Σύστημα παραγωγής ισχύος: Περιλαμβάνει τον κινητήρα με τα υποσυστήματά του (τροφοδοσίας, έναυσης, ψύξης και λίπανσης), έχει σκοπό να παρέχει τη μηχανική ενέργεια για την κίνηση του οχήματος.

Σύστημα μετάδοσης της κίνησης: Αποτελείται από το συμπλέκτη, το κιβώτιο ταχυτήτων, το βοηθητικό κιβώτιο ταχυτήτων (εάν είναι αναγκαίο στο όχημα), τους άξονες μετάδοσης της κίνησης με τους αρθρωτούς συνδέσμους, το διαφορικό και τα ημιαξόνια ακραίας μετάδοσης της κίνησης στους τροχούς. Σκοπό έχει να μεταφέρει την κίνηση του κινητήρα στους κινητήριους τροχούς.

Σύστημα διεύθυνσης: Δίδει τη δυνατότητα στον οδηγό να στρέφει τους τροχούς του οχήματος και να το κατευθύνει σε κάθε δρόμο.

Σύστημα ανάρτησης: Έχει ως σκοπό να παραλαμβάνει και να αποσβένει τους κραδασμούς, που οφείλονται σε ανωμαλίες του εδάφους και που μεταδίδονται, μέσω των τροχών, στους επιβάτες ή στο φορτίο.

Σύστημα πέδησης (φρένα): Έχει ως σκοπό, αφενός να μειώσει γρήγορα την ταχύτητα του οχήματος, μέχρι την πλήρη ακινητοποίησή του - όταν παρουσιασθεί ανάγκη - και αφετέρου να διατηρεί αυτό εντελώς ακίνητο, όταν είναι σταθμευμένο.

Ηλεκτρικό σύστημα: Είναι απαραίτητο για την ομαλή λειτουργία του κινητήρα των βενζινοκίνητων οχημάτων, για το φωτισμό και τον έλεγχο των διαφόρων ηλεκτρικών εξαρτημάτων του οχήματος, που εξασφαλίζουν τις όποιες ανέσεις αλλά και συνθήκες ασφάλειας, όπως είναι π.χ. ο ανεμιστήρας του καλοριφέρ, το αντικλεπτικό σύστημα, η κόρνα κ.α.

Πλαίσιο (Σασί): Αποτελεί τη βάση του οχήματος, επάνω στην οποία στηρίζεται το αμάξωμα, ο κινητήρας και, γενικά, όλα τα συστήματα ενός οχήματος. Τα μικρά επιβατικά σύγχρονα οχήματα έχουν αυτοφερόμενο αμάξωμα, το οποίο παίζει και το ρόλο του πλαισίου, όπου στηρίζονται όλα τα άλλα επί μέρους συστήματα του αυτοκινήτου.

Βοηθητικά συστήματα: Πρόκειται για μικρά ανεξάρτητα συστήματα του οχήματος, που σκοπό έχουν να εξασφαλίζουν συνθήκες άνεσης και ασφάλειας, τόσο στους επιβάτες, όσο και στο ίδιο το όχημα, όπως είναι:

α) Το σύστημα αερισμού-θέρμανσης και κλιματισμού.
β) Το σύστημα παθητικής ασφάλειας.
γ) Τα αντικλεπτικά συστήματα κλπ.

1.2 Κατηγορίες Οχημάτων

Τα οχήματα, ανάλογα με το είδος του φορτίου, που αναλαμβάνουν να μεταφέρουν, ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, που και αυτές, με τη σειρά τους, χωρίζονται σε υποκατηγορίες, ως εξής:

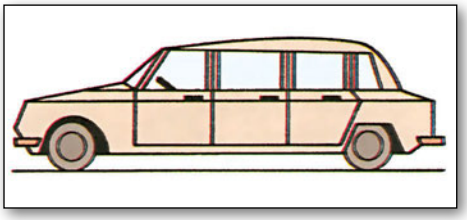
1) **Επιβατικά**, που διακρίνονται σε κυρίως επιβατικά, σε λεωφορεία και σε ειδικά επιβατικά.
2) **Φορτηγά**, που διακρίνονται σε: φορτηγά γενικής χρήσης και σε φορτηγά ειδικής χρήσης.

1.2.1 Κύρια Επιβατικά

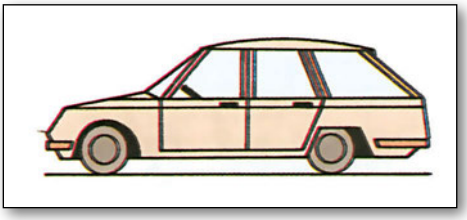
Τα κυρίως επιβατικά οχήματα είναι τα γνωστά οικογενειακά οχήματα, τα οποία σκοπό έχουν να μεταφέρουν ένα περιορισμένο αριθμό ατόμων, που σπάνια ξεπερνά τα έξι. Με τα οχήματα αυτά επιτυγχάνονται μεγάλες ταχύτητες κίνησης, που είναι το αποτέλεσμα σοβαρής μελέτης και έρευνας τόσο των συστημάτων από τα οποία συγκροτείται ένα όχημα, όσο και της εξωτερικής μορφής του. Αυτά τα επιβατικά αυτοκίνητα, ανάλογα με τη μορφή και το μέγεθος του αμαξώματός τους, ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

α) **Οικογενειακό - Μπερλίνα** *(Σχ.1.2)*
β) **Οικογενειακό - Λιμουζίνα** *(Σχ.1.3)*
γ) **Οικογενειακό - Στέϊσον βάγκον** *(Σχ.1.4)*
δ) **Σπορ αυτοκίνητο - Κουπέ** *(Σχ.1.5)*
ε) **Σπορ αυτοκίνητο - Καμπριολέ** *(Σχ.1.6)*
στ) **Αυτοκίνητο αγώνων** *(Σχ.1.7)*
ζ) **Αυτοκίνητο του χθες και αυτοκίνητο του σήμερα** *(Σχ.1.8)*

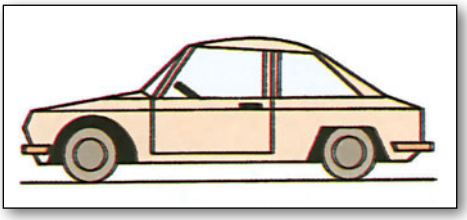
Επίσης, ανάλογα με τη θέση όπου τοποθετείται ο κινητήρας επάνω στα οχήματα και τη θέση των κινητήριων



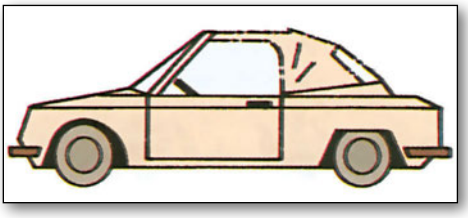
Σχ.1.3 Οικογενειακό - Λιμουζίνα.



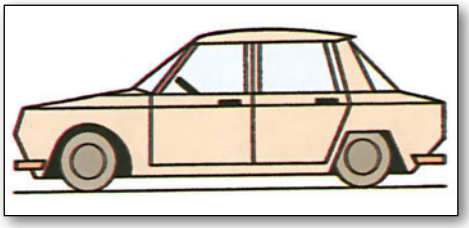
Σχ.1.4 Οικογενειακό – Στέϊσον βάγκον.



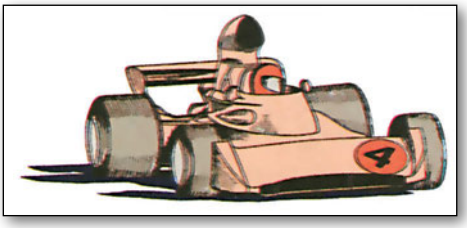
Σχ.1.5 Σπορ αυτοκίνητο - Κουπέ.



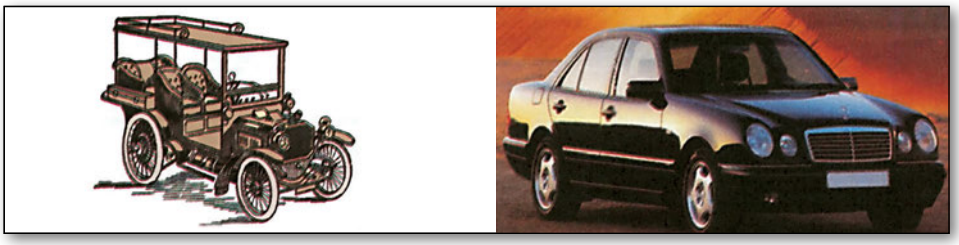
Σχ.1.6 Σπορ αυτοκίνητο Καμπριολέ.



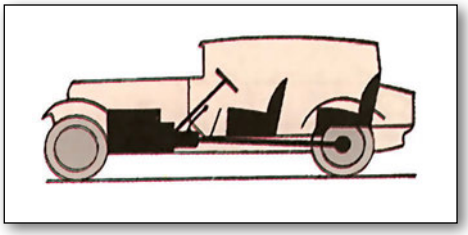
Σχ.1.2 Οικογενειακό - Μπερλίνα.



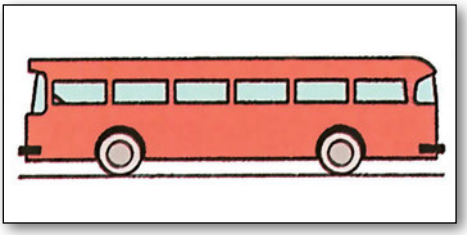
Σχ.1.7 Αυτοκίνητο αγώνων.



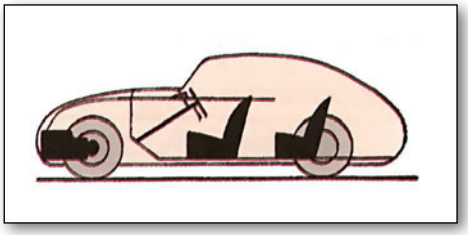
Σχ.1.8 Αυτοκίνητο του χθες και αυτοκίνητο του σήμερα.



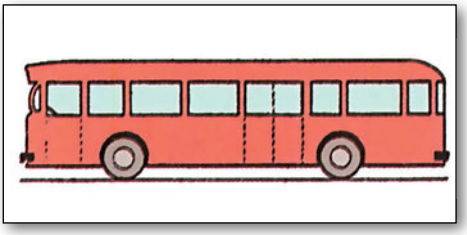
Σχ.1.9 Κλασσικό όχημα με κινητήρα εμπρός και κίνηση πίσω.



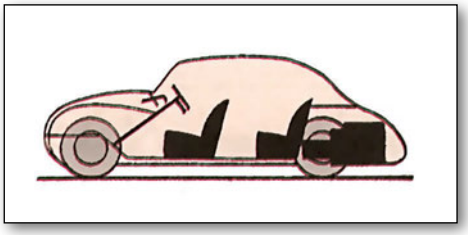
Σχ. 1.12 Μικρό λεωφορείο.



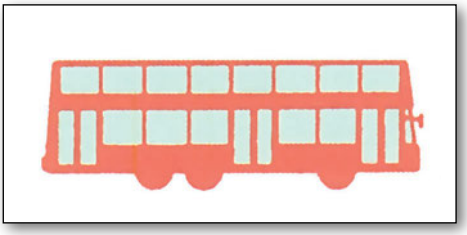
Σχ.1.10 Όχημα με κίνηση και κινητήρα εμπρός.



Σχ.1.13 Μεγάλο λεωφορείο.



Σχ.1.11 Όχημα με κίνηση και κινητήρα πίσω.



Σχ.1.14 Διώροφο λεωφορείο.

τροχών, αυτά ταξινομούνται στις παρακάτω κατηγορίες:

α) **Οχήματα κλασσικά** *(Σχ.1.9)*, που έχουν τον κινητήρα εμπρός και τους κινητήριους τροχούς πίσω.

β) **Οχήματα με κίνηση εμπρός** *(Σχ.1.10)*, που έχουν και τον κινητήρα και τους κινητήριους τροχούς εμπρός.

γ) Οχήματα με κινητήρα οπίσω ***(Σχ.1.11)*****,** που έχουν και τον κινητήρα και τους κινητήριους τροχούς πίσω.

1.2.2. Λεωφορεία

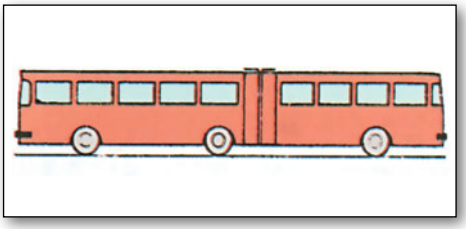
Είναι τα οχήματα εκείνα που χρησιμοποιούνται για την ομαδική μεταφορά ατόμων. Ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων που μεταφέρουν, διακρίνονται σε:

α) **Μικρά λεωφορεία** *(Σχ.1.12),* όταν έχουν αριθμό θέσεων από 12 μέχρι 30.

β) **Μεγάλα λεωφορεία** *(Σχ.1.13),* όταν έχουν αριθμό θέσεων από 50 μέχρι 60.

γ) **Διώροφα λεωφορεία** *(Σχ.1.14),* όταν έχουν αριθμό θέσεων μεγαλύτερο από 60.

δ) **Διπλά ή ρυμουλκούμενα λεωφορεία** (φυσαρμόνικες) *(Σχ.1.15),* τα οποία μπορούν να μεταφέρουν μεγάλο αριθμό επιβατών.



Σχ. 1.15 Ρυμουλκούμενο λεωφορείο.

Σχ.1.16 Μικρό φορτηγό.

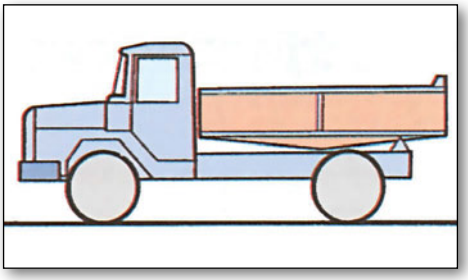
1.2.3 Ειδικά Επιβατικά

Είναι τα επιβατικά εκείνα οχήματα, που εξυπηρετούν κάποιο ειδικό σκοπό, προορίζονται, δηλαδή, για ειδικές χρήσεις, γι' αυτό η κατασκευή τους έχει διαμορφωθεί κατάλληλα. Έτσι, διακρίνονται σε:

α) **Νοσοκομειακά.**

β) **Στρατιωτικά.**

γ) **Αστυνομικά κ.α.**

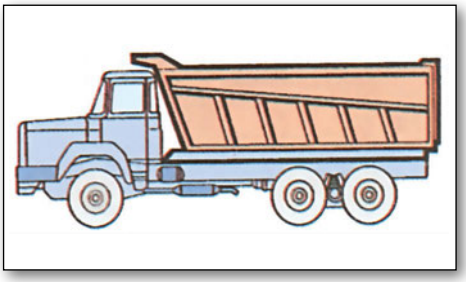


Σχ.1.17 Μεσαίο Φορτηγό.

1.2.4 Φορτηγά Γενικής Χρήσεως

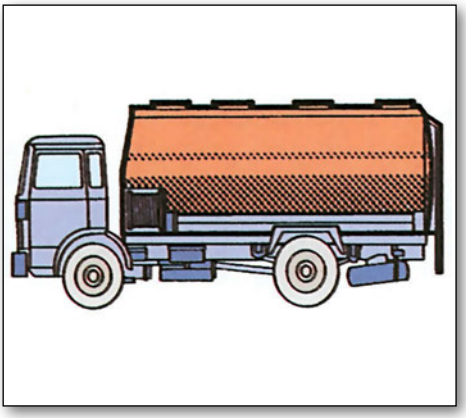
Είναι τα οχήματα που σκοπό έχουν τη μεταφορά φορτίων, εμπορευμάτων, τροφίμων, διαφόρων προϊόντων και άλλων υλικών, και ανάλογα με το μέγεθος του αμαξώματός τους, διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

α) Μικρά φορτηγά *(Σχ.1.16),* που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μικρών φορτίων σε μικρές, συνήθως, αποστάσεις, όπως είναι π.χ. τα αγροτικά οχήματα.

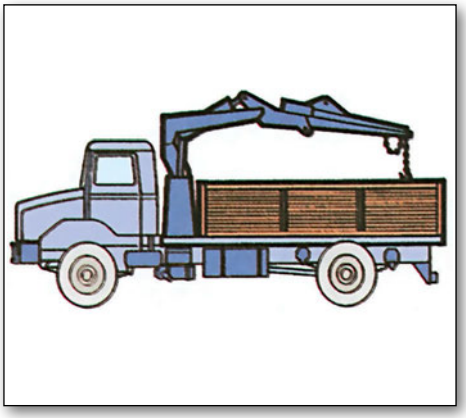


Σχ.1.18 Μεγάλο φορτηγό.

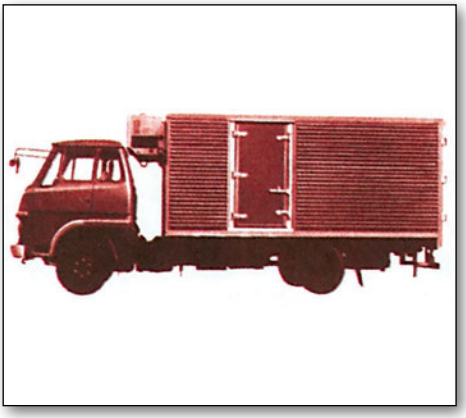
Σχ.1.19 Πυροσβεστικό.



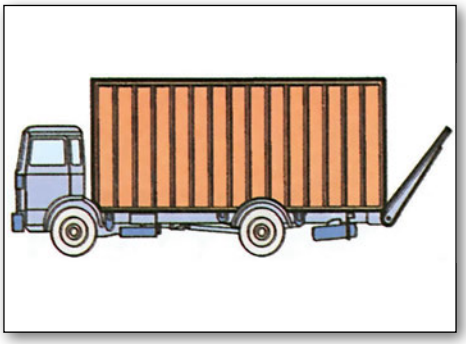
Σχ.1.22 Βυτιοφόρο.



Σχ.1.20 Γερανοφόρο.



Σχ.1.23 Ψυγείο.



Σχ.1.21 Απορριμματοφόρο.

β) Μεσαία φορτηγά *(Σχ.1.17),* που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά μεγαλύτερων φορτίων, όπως π.χ. για μετακομίσεις, μεταφορά συσκευασμένων προϊόντων και υλικών κ.λ.π.

γ) Μεγάλα φορτηγά *(Σχ.1.18),* που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά πολύ μεγάλων φορτίων και, συνήθως, σε μεγάλες αποστάσεις.

1.2.5 Φορτηγά Ειδικής Χρήσης

Είναι φορτηγά οχήματα που προορίζονται για κάποιο ειδικό σκοπό, γι' αυτό και έχουν μία ειδική διαμόρφωση στην όλη τους κατασκευή. Διακρίνονται σε:

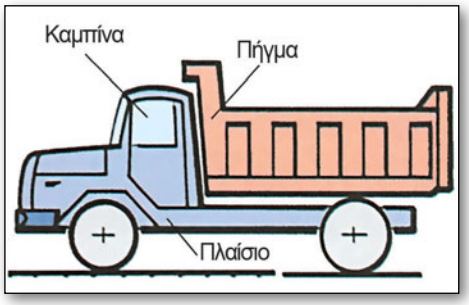
α) Πυροσβεστικά *(Σχ.1.19)*
β) Γερανοφόρα *(Σχ.1.20)*
γ) Απορριμματοφόρα *(Σχ.1.21)*
δ) Βυτιοφόρα *(Σχ.1.22)*
ε) Ψυγεία κ.λ.π. *(Σχ.1.23)*

1.3 Είδη Αμαξωμάτων

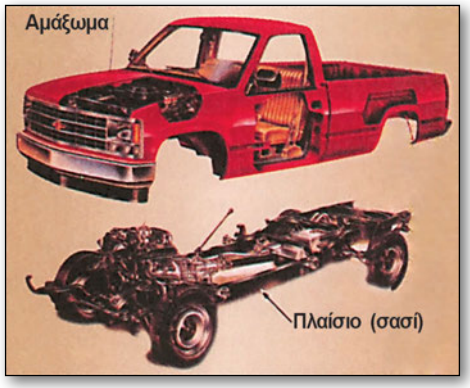
Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω, αμάξωμα ενός οχήματος καλείται το τμήμα εκείνο, που αποστολή έχει την άνετη και ασφαλή μεταφορά επιβατών και φορτίων. Το αμάξωμα πρέπει να είναι σταθερά συνδεδεμένο με τη βάση του οχήματος, δηλαδή το πλαίσιο, επάνω στο οποίο στηρίζονται και όλα τα επί μέρους συστήματα που φέρει το όχημα. Ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο προορίζεται ένα όχημα και σύμφωνα με την εξέλιξη της τεχνολογίας, το αμάξωμα είναι διαφορετικού τύπου για κάθε κατηγορία οχήματος. Έτσι, λοιπόν, διακρίνουμε τα παρακάτω είδη αμαξωμάτων:

1.3.1 Αμάξωμα ανεξάρτητο από το πλαίσιο (Μη αυτοφερόμενο) *(Σχ.1.24 και 1.25)*

Εδώ, το αμάξωμα αποτελεί μία αυτόνομη κατασκευή, η οποία στηρίζεται επάνω σ' ένα ισχυρό πλαίσιο, στο οποίο προσαρμόζονται και όλα τα άλλα συστήματα του οχήματος, και το οποίο μπορεί να παραλαμβάνει και να απορροφά όλα τα φορτία και τις δυνάμεις που ασκούνται επάνω του. Αυτό το είδος αμαξώματος χρησιμοποιείται, κυρίως, στα φορτηγά, στα μεγάλα λεωφορεία



Σχ.1.24 Αμάξωμα – πλαίσιο φορτηγού.



Σχ.1.25 Μικρό φορτηγό, που έχει ανεξάρτητο αμάξωμα και πλαίσιο. (Το αμάξωμα φαίνεται επάνω από το σασί - πλαίσιο κάτω).

και στα ρυμουλκούμενα οχήματα. Ας διευκρινιστεί, πάντως, ότι στα φορτηγά, ως αμάξωμα θεωρείται η καμπίνα οδήγησης αλλά και το πήγμα (καρότσα).

1.3.2 Αυτοφερόμενο Αμάξωμα *(Σχ.1.26) και (Σχ. 1.27)*

1.3.2.1 Γενικά

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, οι κατασκευαστές οχημάτων μελέτησαν, εκ νέου, το σύστημα «πλαίσιο - αμάξωμα» και κατέληξαν στη λύση που προβλέπει την κατάργηση του πλαισίου με τους διαμήκεις δοκούς και την ενσωμά-

τωση του στο αμάξωμα. Έτσι, σήμερα, στο σύνολο σχεδόν των επιβατικών οχημάτων, ο ρόλος του πλαισίου μεταβιβάσθηκε στο αμάξωμα, το οποίο παρουσιάζεται ως ένα πλήρες (ενιαίο) μεταλλικό περίβλημα και το οποίο καλείται «αυτοφερόμενο αμάξωμα».

Το περίβλημα αυτό αποτελείται από λεπτά ελάσματα μεγάλης επιφάνειας (φύλλα χάλυβα, πάχους από 0,6 μέχρι 0,85 mm) που συγκροτούν το δάπεδο, την οροφή, αλλά και τα οπίσθια και εμπρόσθια τμήματα του οχήματος.

Όλα αυτά πρεσάρονται κατάλληλα, ώστε να δημιουργηθούν νευρώσεις - ανάλογα με το κάθε τμήμα - και στη συνέχεια συγκολλούνται, μεταξύ τους, και έτσι αποτελούν τα «φέροντα» (ακίνητα ή σταθερά) τμήματα του αυτοφερόμενου αμαξώματος που δέχονται όλα τα φορτία, όπως είναι π.χ. το πάτωμα, οι κολώνες, τα ράμφη (γωνίες) κλπ. Επίσης, υπάρχουν και τα «μη φέροντα» τμήματα, που δεν καταπονούνται άμεσα και τα οποία καλύπτουν το αυτοφερόμενο αμάξωμα. Τέτοια τμήματα είναι οι πόρτες, τα φτερά, το καπό, το πορτ μπαγκάζ, οι προφυλακτήρες κ.λ.π. και τα οποία στερεώνονται στο αυτοφερόμενο αμάξωμα με βίδες ή με συγκόλληση, μέθοδος που αυξάνει ακόμη περισσότερο την αντοχή (ακαμψία) του οχήματος αλλά και τον περιορισμό του θορύβου στο εσωτερικό του.

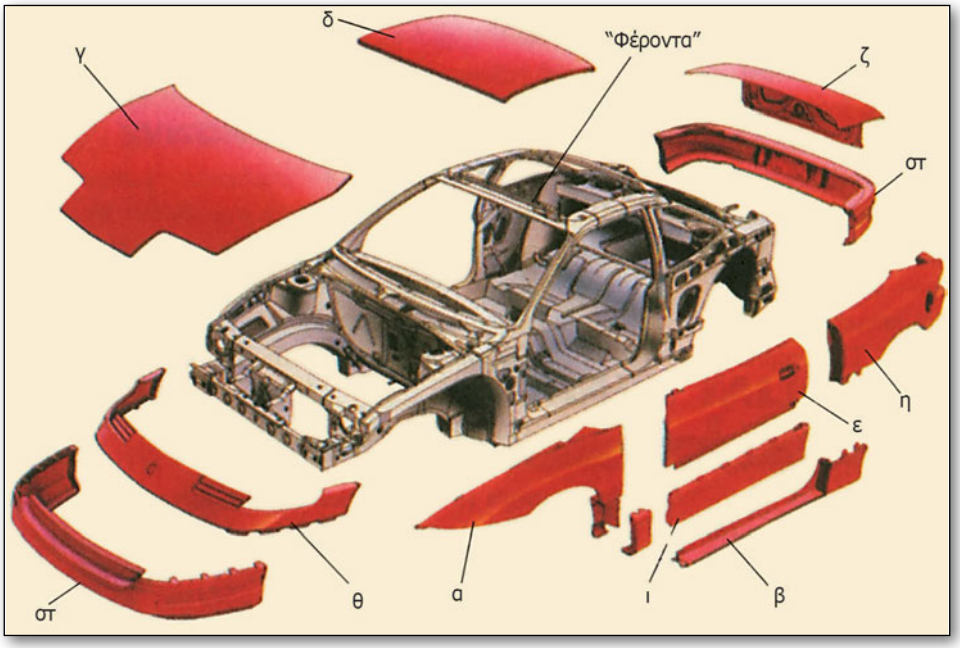
Στα σημεία εκείνα, όπου απαιτείται μεγαλύτερη ακαμψία, το περίβλημα ενισχύεται με εγκάρσιες ράβδους ή δοκούς, οι οποίες, επίσης, συγκολλούνται. Το αυτοφερόμενο αμάξωμα (πλαίσιο και αμάξωμα μαζί) έχει περίπου την ίδια ακαμψία (αντοχή) με το κοινό πλαίσιο, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει μία σοβαρή μείωση του «νεκρού βάρους», του οχήματος, όπως και του ύψους του. Επειδή, λοιπόν, μια τέτοια κατασκευή εμφανίζει πολύ καλή αντοχή σε δυνάμεις στρέψης και κάμψης, γι' αυτό και σήμερα, σχεδόν, όλα τα επιβατικά και ελαφρά φορτηγά έχουν αυτοφερόμενο αμάξωμα.

1.3.2.2 Δυνάμεις που καταπονούν το αυτοφερόμενο αμάξωμα.

Οι δυνάμεις που καταπονούν το αυτοφερόμενο αμάξωμα δεν διαφέρουν από εκείνες που καταπονούν ένα κοινό πλαίσιο. Στο αυτοφερόμενο αμάξωμα οι δυνάμεις που οφείλονται στο βάρος των επιβατών ή στα διάφορα φορτία, μεταφέρονται σε όλα τα τμήματά του, οπότε το κεντρικό και κάτω μέρος του (το πάτωμα) καταπονείται σε εφελκυσμό, ενώ η οροφή του σε θλίψη. Για το λόγο αυτό, τα οχήματα χωρίς οροφή (cabriole) έχουν πιο ενισχυμένο πάτωμα και νευρώσεις και κατασκευάζονται ενισχυτικά χωρίσματα μεταξύ του διαμερίσματος των επιβατών και των χώρων αποσκευών και κινητήρα, τα οποία ενισχύουν σημαντικά το οπίσθιο και εμπρόσθιο μέρος του οχήματος. Όπως το πλαίσιο που περιγράφεται παρακάτω *(Σχ. 1.33)*, έτσι και το αυτοφερόμενο αμάξωμα δέχεται και δυνάμεις στρέψης, κάθε φορά που διαταράσσεται ο παραλληλισμός των αξόνων του από τις ανωμαλίες του δρόμου. Αυτές οι δυνάμεις στρέψης αναπτύσσονται γύρω από τον διαμήκη άξονα του οχήματος και μεταδίδονται ακαριαία στο αμάξωμα, δια μέσου του συστήματος της ανάρτησης.

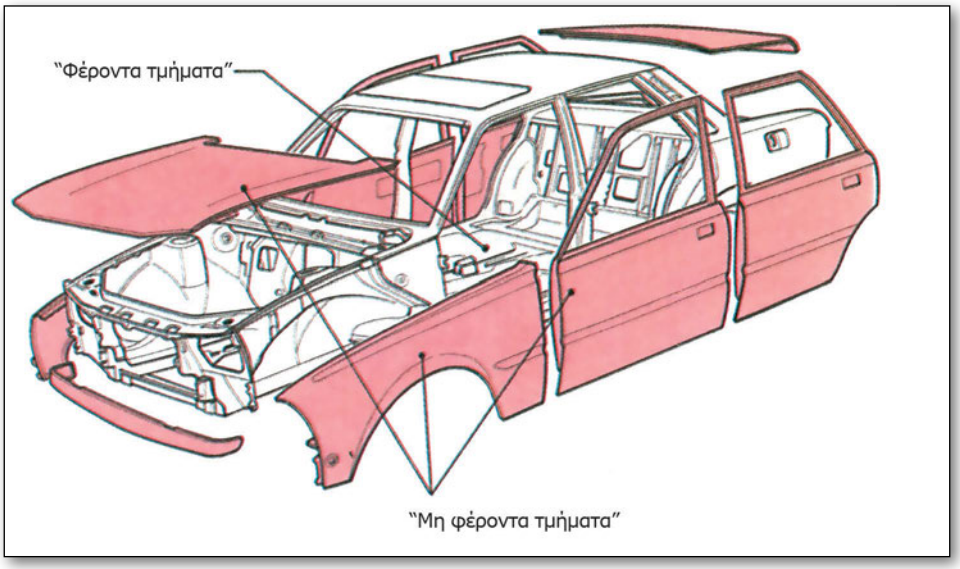
1.3.2.3 Συνδυασμός αυτοφερομένου αμαξώματος με πλαστικά υλικά

Σήμερα, πολλά αυτοφερόμενα αμα-



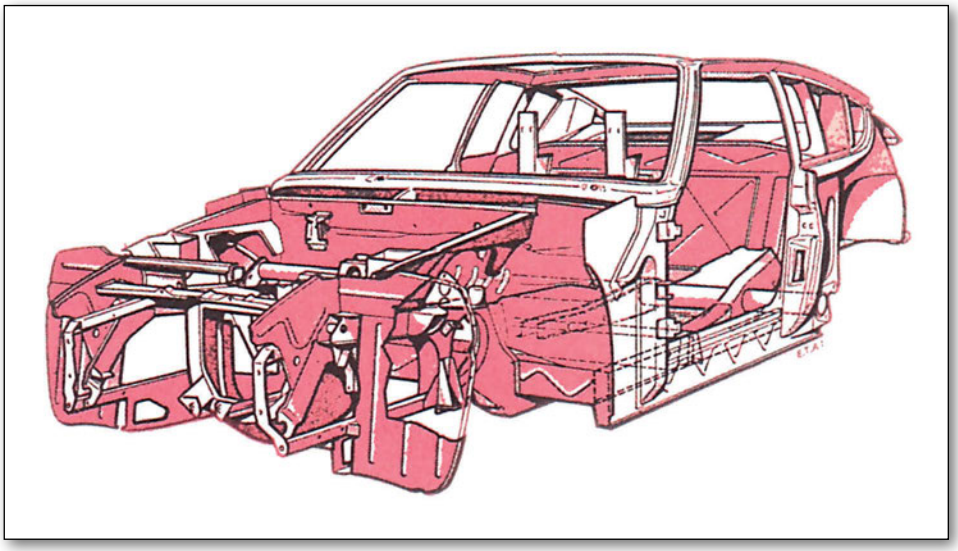
Σχ.1.26 Αυτοφερόμενο αμάξωμα με τα «φέροντα» και «μη φέροντα» (α-ι) τμήματά του. (α. Εμπρόσθιο φτερό, β. Μαρσπιές, γ. Καπό, δ. Ουρανός, ε. Πόρτα, στ. Προφυλακτήρες, ζ. Κάλυμμα πορτ μπαγκάζ, η. Οπίσθιο φτερό, θ. Μάσκα, ι. Εσωτερικός μαρσπιές)

Ανάλογο σχήμα είναι και το παρακάτω:

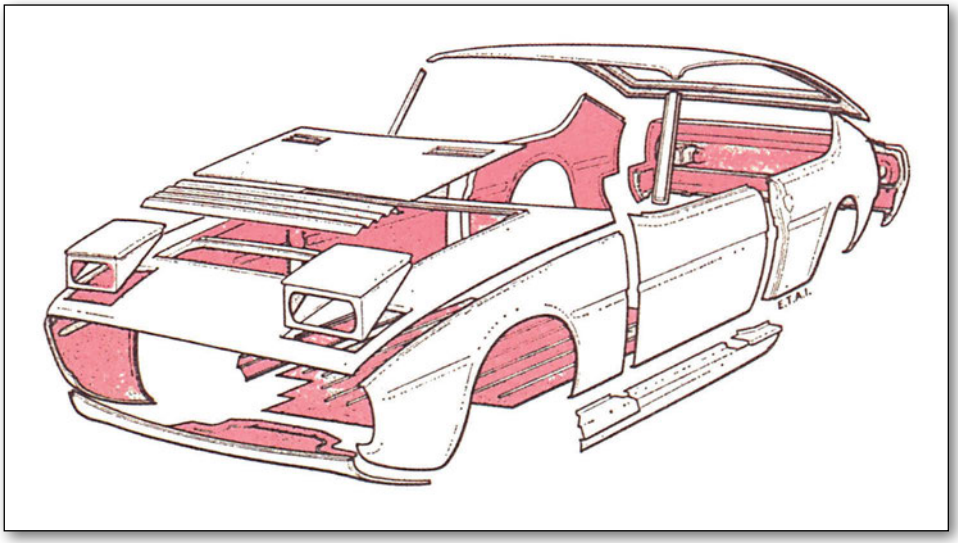


Σχ.1.27 «Φέροντα» και «μη φέροντα» τμήματα αυτοφερόμενου αμαξώματος.

ξώματα παράγονται από συνδυασμό χάλυβα και πλαστικού υλικού (Σχ.1.28). Σ' αυτά τα οχήματα, το αμάξωμα κατασκευάζεται από ελάσματα χάλυβα, των οποίων το πάχος κυμαίνεται από 0,8mm για το δάπεδο, 1,0mm για το σκελετό και 1,5mm για τις διαμήκεις δοκούς. Η βάση σχηματίζει ένα σύ-



Σχ.1.28 Αυτοφερόμενο αμάξωμα που πρόκειται να επενδυθεί με πλαστικά υλικά.



Σχ.1.29 Πλαστικά μέρη με τα οποία επενδύεται το παραπάνω αυτοφερόμενο αμάξωμα του σχ. 1.28.

νολο άκαμπτης διατομής, η οποία αποτελείται από μία εγκάρσια σωληνωτή δοκό, πολύ ανθεκτική, που τοποθετείται εμπρός από τον οπίσθιο άξονα και τις διαμήκεις δοκούς διπλής διατομής. Η επένδυση του αμαξώματος γίνεται με προδιαμορφωμένα πλαστικά τεμάχια, που σχηματίζονται με έκχυση πολυεστερικών υλικών και τα οποία κολλιούνται ή καρφώνονται σε σημεία που δεν διακρίνονται, λόγω αισθητικής *(Σχ.1.28).*

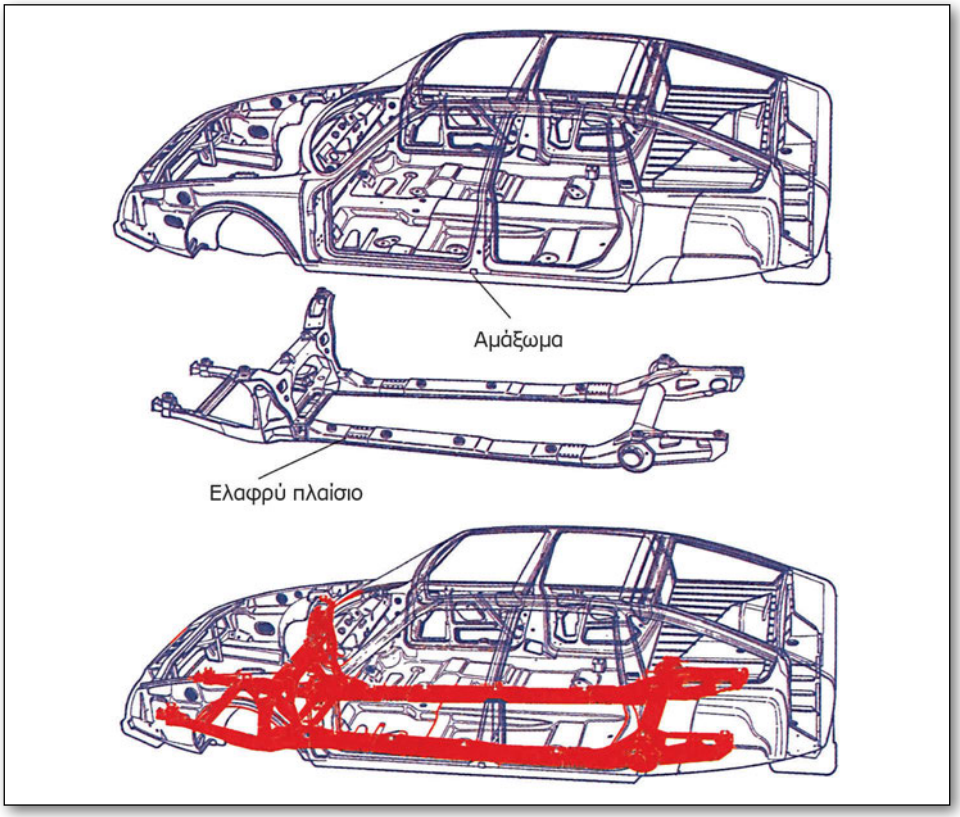
1.3.2.4 Μειονεκτήματα - Πλεονεκτήματα αυτοφερομένου αμαξώματος, σε σχέση με μη αυτοφερόμενο αμάξωμα.

Μειονεκτήματα

- Η επισκευή των στρεβλωμένων επιφανειών είναι δυσκολότερη, επειδή τα ελάσματά τους είναι μεγαλύτερου πάχους.
- Έχουν μεγαλύτερο κόστος παραγωγής, επειδή η διαμόρφωση παχύτερων ελασμάτων απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις (πρέσες) μεγάλου κόστους.

Πλεονεκτήματα

- Ελαφρύτερη κατασκευή, που μεταφράζεται σε οικονομία καυσίμων
- Χαμηλότερο κέντρο βάρους, που σημαίνει μεγαλύτερη ευστάθεια.

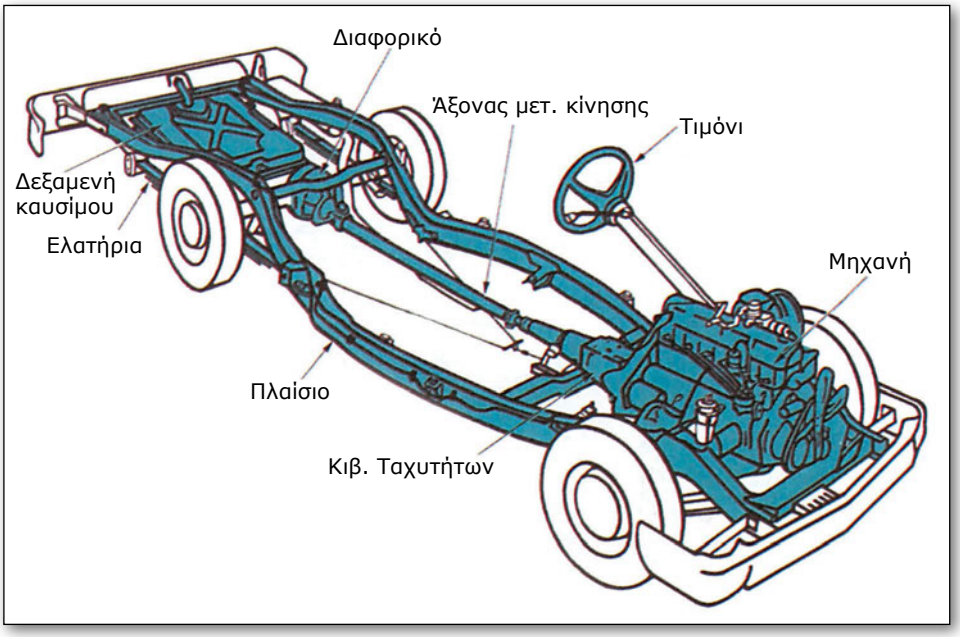


Σχ.1.30 Ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα επιβατικού αυτοκινήτου.

- Καλύτερη παθητική ασφάλεια.
- Περιορισμός θορύβου, διότι η παρουσία μικρότερου αριθμού κοχλιωτών συνδέσεων, σημαίνει και λιγότερες πιθανότητες χαλάρωσης τους, γεγονός που, ως γνωστόν, δημιουργεί θόρυβο.
- Μικρότερος αριθμός εργατοωρών κατασκευής, που συντελεί σε μικρότερο συνολικό κόστος κατασκευής.

1.3.3 Ημιαυτοφερόμενο Αμάξωμα *(Σχ.1.30)*

Το «ημιαυτοφερόμενο» αμάξωμα είναι ένας συνδυασμός του αυτοφερόμενου αμαξώματος και του πλαισίου. Έτσι, ένα ελαφρύ πλαίσιο μαζί με το αμάξωμα του σχηματίζουν τη φέρουσα κατασκευή του οχήματος, καθώς το πλαίσιο αυτό είναι κατά τέτοιο τρόπο σχεδιασμένο, ώστε το μεν εμπρόσθιο μέρος του να δέχεται τον κινητήρα και ένα μέρος των οργάνων του συστήματος μετάδοσης της κίνησης, το δε οπίσθιο την ανάρτηση και τα αντίστοιχα φορτία του οχήματος. Τα δύο, λοιπόν, αυτά τμήματα (μέρη) του πλαισίου, στα περισσότερα οχήματα είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους, ενώ μπορεί και να συνδέονται μεταξύ τους με ελαφρά επί μέρους διαμήκη πλαίσια, όπως δείχνει και το Σχ.1.30. Όλο το άλλο μέρος αποτελεί το αμάξωμα του οχήματος, που συνδέεται με το ελαφρύ πλαίσιο, μέσω ελαστικών συνδέσμων, οι οποίοι συμβάλλουν σε μία ικανοποιητική ηχομόνωση της καμπίνας των επιβατών. Πριν, όμως, γίνει αυτή η σύνδεση, το ελαφρύ πλαίσιο βυθίζεται σε λουτρό αντιοξειδωτικής βαφής για να προστατεύεται από την οξείδωση, ενώ η όλη κατασκευή είναι



Σχ.1.31 Σασί (πλαίσιο) οχήματος με τα κυριότερα μέρη του.

έτσι σχεδιασμένη, ώστε να ενισχύει την ασφάλεια των επιβατών, αφού σε ένα εμπρόσθιο ή οπίσθιο τρακάρισμα, ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας απορροφάται από το πλαίσιο. Πάντως, το ημιαυτοφερόμενο πλαίσιο χρησιμοποιείται σε λίγους τύπους επιβατικών και ελαφρών φορτηγών, ενώ αντίθετα η εφαρμογή του είναι σχεδόν καθολική στους διάφορους τύπους των λεωφορείων. Ένα άλλο χαρακτηριστικό του ημιαυτοφερόμενου πλαισίου είναι η σωστή ευθυγράμμιση και ζυγοστάθμιση των χαλυβδοελασμάτων από τα οποία αποτελείται, ώστε να αντέχουν στην κάμψη, από την οποία, κυρίως, καταπονείται.

1.4 Πλαίσιο (σασί).

1.4.1 Γενικά

Το πλαίσιο *(Σχ. 1.31)* είναι μία στιβαρή (ισχυρή) μεταλλική κατασκευή που αποτελεί τη βάση επάνω στην οποία στηρίζονται όλα τα άλλα συστήματα και υποσυστήματα του οχήματος. Η μορφή του έχει πολλές παραλλαγές, διότι οι προδιαγραφές που πρέπει να εκπληρώνει, πολλές φορές είναι αντικρουόμενες μεταξύ τους. Το πλαίσιο, στα παλαιότερα οχήματα, αποτελούσε το κύριο χαρακτηριστικό τους, ενώ σήμερα και ειδικά στα ΙΧ επιβατικά οχήματα, με την εξέλιξη της τεχνολογίας, αυτό έχει αντικατασταθεί από το αυτοφερόμενο αμάξωμα, όπου το πλαίσιο και το αμάξωμα έχουν ενσωματωθεί και συνθέτουν ένα αδιάσπαστο ενιαίο σύνολο.

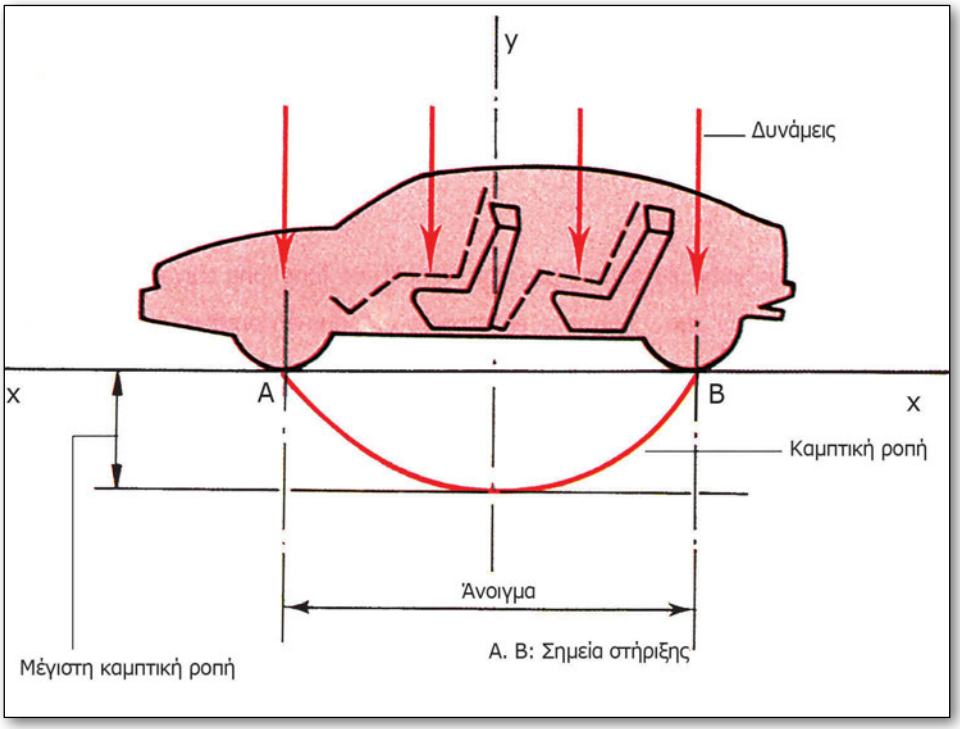
1.4.2 Ιδιότητες του πλαισίου

Ένα αξιόπιστο πλαίσιο πρέπει:

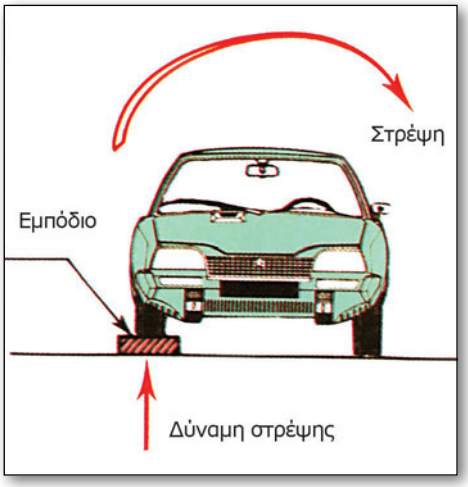
- Να είναι άκαμπτο, ώστε τα συστήματα και υποσυστήματα του οχήματος που τοποθετούνται επάνω σ' αυτό, να διατηρούν τις θέσεις τους, παρά τις μεγάλες καταπονήσεις που ασκούνται σ' αυτά, κατά την οδήγηση.
- Να έχει μικρό βάρος, χαρακτηριστικό που αποτελεί επιτακτική ανάγκη, ειδικά για τα ΙΧ οχήματα, προκειμένου να επιτυγχάνεται η συστηματική μείωση του «νεκρού» βάρους τους.
- Να συντελεί στην καλή πρόσφυση των τροχών του οχήματος στο έδαφος, δηλαδή στην ικανότητα που πρέπει να έχει το όχημα, κατά την κίνηση του, ώστε να ακολουθεί την πορεία (τροχιά) που του επιβάλλει ο οδηγός. Έτσι, το πλαίσιο είναι διευθετημένο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το κέντρο βάρους του συνόλου των συστημάτων και υποσυστημάτων που στηρίζονται επάνω σ' αυτό, να βρίσκεται, όσο το δυνατόν, χαμηλότερα και ακριβώς επάνω στο διαμήκη άξονά του.
- Να εξασφαλίζει, με το σχήμα του, ένα μικρό συντελεστή αεροδυναμικής αντίστασης, κατά την κίνηση του μέσα στον αέρα.
- Να εξασφαλίζει την ασφάλεια και την άνεση, τόσο των επιβατών όσο και του μεταφερόμενου φορτίου.

1.4.3 Δυνάμεις που καταπονούν το πλαίσιο *(Σχ.1.32 και 1.33)*

Η γνώση των δυνάμεων που εξασκούνται επάνω στο πλαίσιο και τις οποίες αυτό πρέπει να παραλαμβάνει, έχει μεγάλη σπουδαιότητα για τον καθορισμό της μορφής και της αντοχής (ακαμψίας) του.

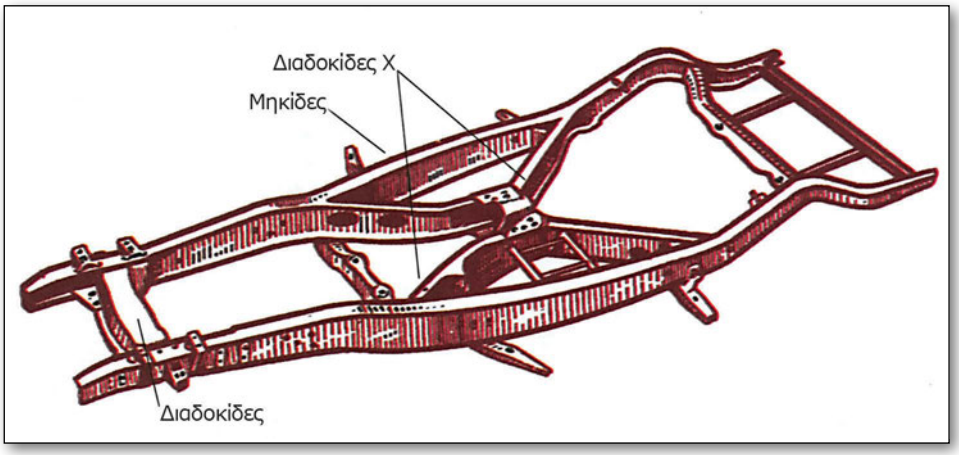


Σχ.1.32 Καμπτικές δυνάμεις και κάμψη οχήματος.



Σχ.1.33 Στρεπτικές δυνάμεις και στρέψη οχήματος.

Έτσι, το πλαίσιο καταπονείται σε κάμψη, την οποία προκαλούν οι δυνάμεις των φορτίων που στηρίζονται επάνω σ' αυτό, δηλαδή οι δυνάμεις του αμαξώματος, του κινητήρα, των επιβατών και του φορτίου. Αυτές, λοιπόν, οι δυνάμεις εξασκούνται κατακόρυφα και, κυρίως, στο κεντρικό τμήμα του πλαισίου. Επίσης, το πλαίσιο δέχεται και δυνάμεις στρέψης, κάθε φορά που διαταράσσεται ο παραλληλισμός των αξόνων του από τις ανωμαλίες της οδού, οι οποίες αναπτύσσονται γύρω από τον διαμήκη άξονα του οχήματος και μεταδίδονται στο πλαίσιο, δια μέσου του συστήματος της ανάρτησης.

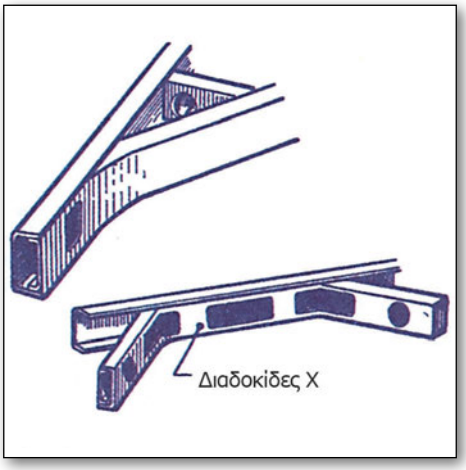


Σχ.1.34 Κλασικό πλαίσιο οχήματος.

1.4.4 Είδη Πλαισίου

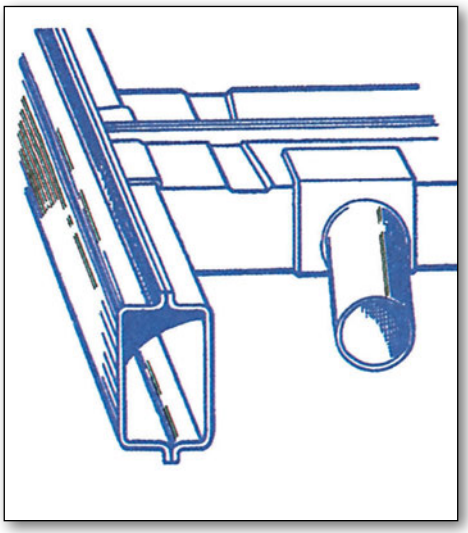
1.4.4.1 Κλασσικό πλαίσιο *(Σχ.1.34)*

Το κλασσικό πλαίσιο αποτελείται από δύο κύριες διαμήκεις πλευρικές δοκούς - παράλληλες μεταξύ τους - που καλούνται «μηκίδες», και οι οποίες συνδέονται, συνήθως, με τρεις άλλες εγκάρσιες μικρότερες δοκούς που καλούνται «διαδοκίδες» (μία στο μέσον και ανά μία στα δύο άκρα). Αυτές οι δοκοί είναι κατασκευασμένες από σφυρήλατο χάλυβα και καρφώνονται ή, καλύτερα, συγκολλούνται μεταξύ τους, οπότε σχηματίζεται ένα άκαμπτο σύνολο μεγάλης αντοχής, ικανό να δέχεται τις διάφορες καταπονήσεις και να μην παρουσιάζει κάμψη, αφού μεταξύ των κομματιών που το συνθέτουν, δεν υπάρχει ολίσθηση («παίξιμο»-τζόγος). Για να αντέχει το πλαίσιο στις δυνάμεις που αναφέρθηκαν παραπάνω, οι δοκοί (μηκίδες), που το αποτελούν, έχουν τομή U ή I ακριβώς για να ανθίστανται ικανοποιητικά στις δυνάμεις κάμψης.

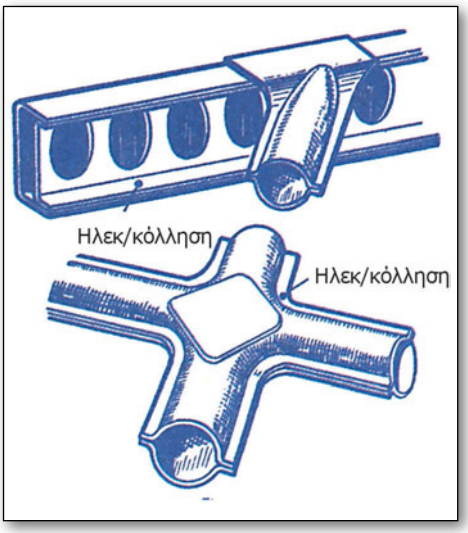


Σχ.1.35 Ενισχυτικοί δοκοί πλαισίου.

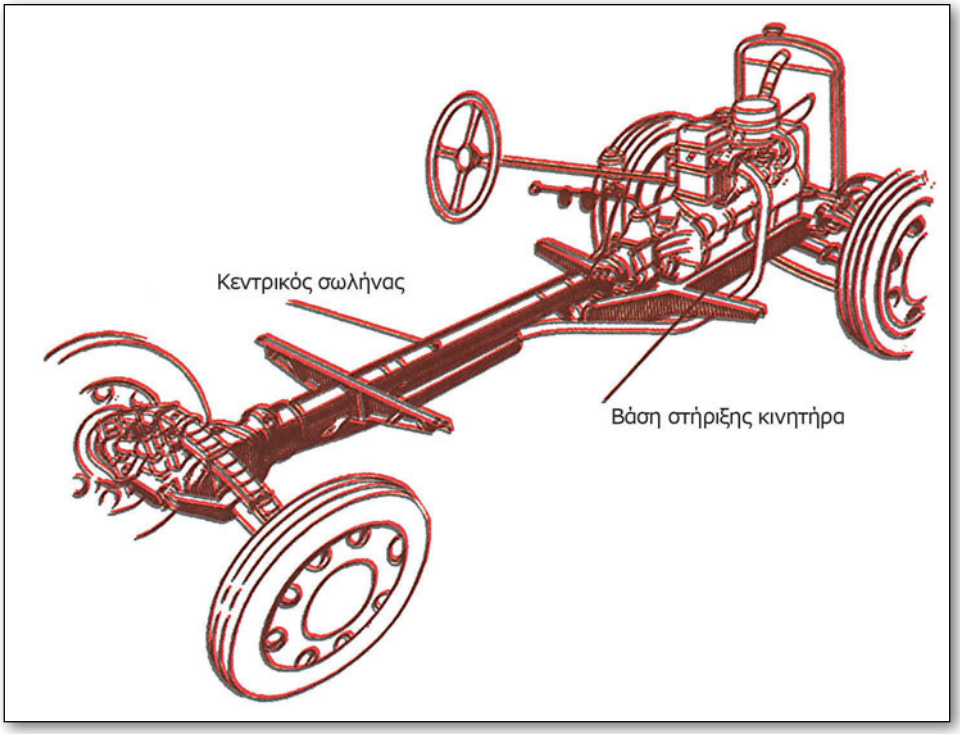
Απέναντι, όμως, στις δυνάμεις στρέψης, οι συγκεκριμένες αυτές δοκοί δεν αντιστέκονται ικανοποιητικά, και για το λόγο αυτό, το πλαίσιο ενισχύεται στο μέσον του με ράβδους σχήματος Χ *(Σχ.1.35)*. Όμως, αυτός ο τύπος του πλαισίου, παρά την ενίσχυση που έχει δεχθεί, παρουσιάζει ακόμη μικρή αντοχή στις στρεπτικές δυνάμεις που



Σχ.1.36 Σωληνωτό πλαίσιο ορθογωνικής διατομής.



Σχ.1.37 Σωληνωτό πλαίσιο κυκλικής διατομής.



Σχ.1.38 Πλαίσιο τύπου κεντρικού σωλήνα.

αναφέρθηκαν, ενώ επί πλέον, έχει και μεγάλο βάρος, πράγμα που θεωρείται σοβαρό μειονέκτημα.

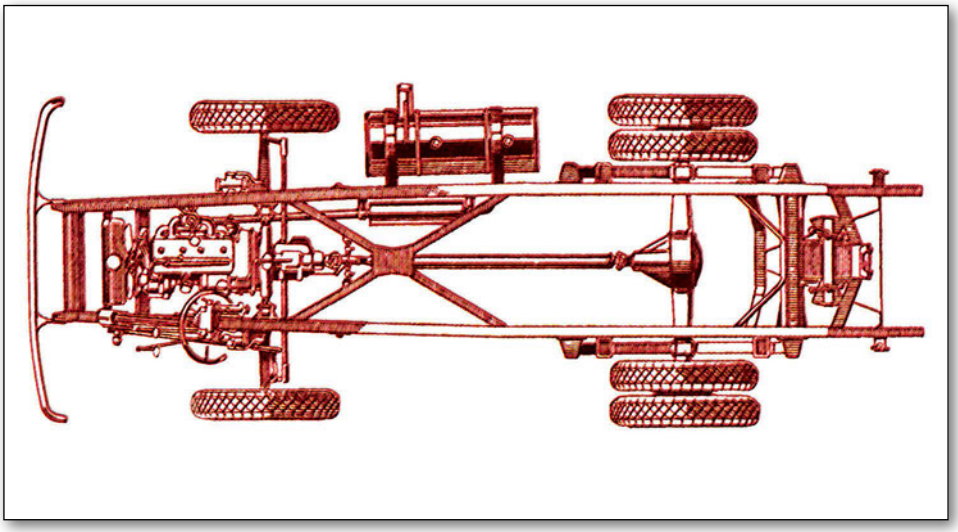
1.4.4.2 Σωληνωτό Πλαίσιο

Το πλαίσιο αυτό κατασκευάζεται, όπως και το προηγούμενο, με τη διαφορά ότι για διαμήκεις δοκούς χρησιμοποιούνται χαλύβδινες «κοιλοδοκοί» ορθογωνικής *(Σχ.1.36),* κυκλικής *(Σχ.1.37)* ή ελλειπτικής διατομής. Οι σωλήνες αυτοί κατασκευάζονται από δύο τεμάχια μικρού πάχους, τα οποία και ηλεκτροσυγκολλούνται. Ο τύπος αυτός του πλαισίου, ενώ έχει το ίδιο περίπου βάρος με τον προηγούμενο τύπο (του κλασσικού πλαισίου), παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στις δυνάμεις στρέψης, διότι οι διατομές των σωλήνων είναι κλειστές.

Πάντως, είναι δυνατόν να μειωθεί το βάρος του σωληνωτού αυτού πλαισίου, αν κατασκευασθεί ένα είδος σωληνωτού κεντρικού σκελετού, που να καταλήγει στο εμπρόσθιο μέρος του σε δίχαλο, το οποίο να χρησιμεύει ως βάση στήριξης του κινητήρα. Στα πλαίσια αυτής της μορφής, τα οποία - ας σημειωθεί - σπάνια χρησιμοποιούνται σήμερα, ο κεντρικός σωλήνας στηρίζει το αμάξωμα, ενώ, μέσω αυτού, διέρχεται και ο άξονας μετάδοσης της κίνησης *(Σχ.1.38)*.

Το πλαίσιο αυτής της μορφής, σίγουρα αποτελεί μία αξιοσημείωτη πρόοδο, αλλά δεν πρέπει κανείς να ξεχνά ότι η ιδέα του πλαισίου είναι στενά συνδεδεμένη με τις μεθόδους κατασκευής, οι οποίες πρέπει να εξασφαλίζουν την απαιτούμενη αντοχή του.

Αρχικά, το κυρίως πρόβλημα των πλαισίων ήταν μηχανικής φύσεως, γι' αυτό και οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων προσπάθησαν να κατασκευάσουν ένα όχημα που ονομαζόταν «γυμνό πλαίσιο», και το οποίο έφερε μεν όλα τα συστήματα κατά τη σειρά μετάδοσης της κίνησης, όμως δεν διέθετε αμάξωμα.



Σχ.1.39 Γυμνό πλαίσιο.

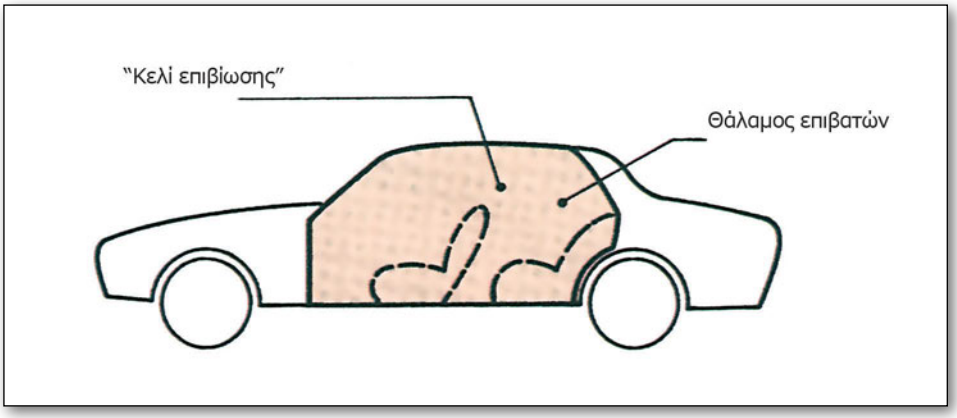
Στη συνέχεια, το αμάξωμα κατασκευαζόταν ανεξάρτητα από το πλαίσιο, επάνω στο οποίο και προσαρμοζόταν από τον ειδικό μηχανικό αμαξωμάτων. Κατά συνέπεια, ήταν τελείως αυτόνομο και άρα δεν μετείχε στη σύνδεση των διαφόρων μηχανικών συστημάτων, οπότε αυτά δεν υπόκειντο σε καμία αντίσταση. Η μέθοδος αυτή της κατασκευής του πλαισίου χρησιμοποιείται ακόμη και σήμερα, κυρίως, στα φορτηγά οχήματα, αφού πρώτα, αυτό δοκιμαστεί στην πίστα δοκιμών ή στο δρόμο και ρυθμισθούν τα κυριότερα συστήματα, που βρίσκονται σ' αυτό, οπότε ο μηχανικός αμαξωμάτων μπορεί, στη συνέχεια, να συναρμολογήσει οποιοδήποτε αμάξωμα επάνω του. *(Σχ.1.39).*

1.5 Έλεγχοι και Ευθυγράμμιση Αυτοφερόμενου Αμαξώματος.

1.5.1 Γενικά

Προκειμένου να γίνει η ευθυγράμμιση ενός στρεβλωμένου - μετά από σύγκρουση - αυτοφερόμενου αμαξώματος, πρέπει πρώτα να μετρήσουμε και να καταγράψουμε, μέσα από σχετικούς ελέγχους τις ζημιές, και τις όποιες βλάβες έχει αυτό υποστεί.

Όταν ένα όχημα, λοιπόν, συγκρουστεί με μεγάλη ταχύτητα, τότε οι δυνάμεις που αναπτύσσονται είναι μεγάλες και μπορεί να παραμορφώσουν το αυτοφερόμενο αμάξωμα, το οποίο, όμως, είναι έτσι σχεδιασμένο, ώστε να απορροφά ένα μέρος της ενέργειας της σύγκρουσης, για να προστατεύονται οι επιβάτες. Πάντως, οι δυνάμεις που αναπτύσσονται σε μία σύγκρουση, καθώς και η έκταση των ζημιών, εξαρτώνται από την κατεύθυνση του τρακαρίσματος (σύγκρουσης) και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αυτό έλαβε χώρα. Η επισταμένη μελέτη των δυνάμεων αυτών, οδήγησε τους κατασκευαστές να κατασκευάζουν τα αμαξώματα με αποκλειστική μέριμνα την ασφάλεια των επιβατών. Έτσι, τα στοιχεία (κομμάτια) από τα οποία αποτελείται ένα αμάξωμα, είναι γνωστά σαν στοιχεία



Σχ.1.40 Όχημα με καμπίνα ασφαλείας («κελί επιβίωσης»).

βαθμιαίας παραμόρφωσης, σε περίπτωση τρακαρίσματος για να απορροφούν την ενέργεια, οπότε πρακτικά, η καμπίνα των επιβατών δεν μπορεί να παραμορφωθεί και μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί ένα «κλωβό» (κλουβί) ασφαλείας ή ένα «κελί επιβίωσης» όσων βρίσκονται σ' αυτό *(Σχ.1.40)*

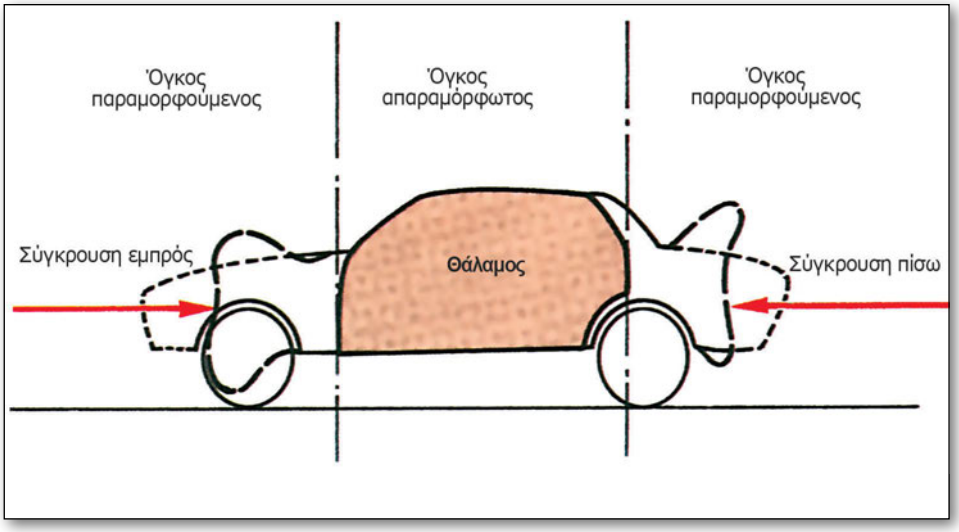
Έτσι, τα σύγχρονα επιβατικά οχήματα, διαθέτοντας μια - πρακτικά - απαραμόρφωτη καμπίνα (θάλαμο) επιβατών επί του αυτοφερόμενου αμαξώματός τους, συμπεριφέρονται κατά διαφορετικό τρόπο ανάλογα με το είδος του τρακαρίσματος (σύγκρουσης). Ας δούμε, λοιπόν, αναλυτικά, μία προς μία τις διάφορες πιθανές μορφές συγκρούσεων, με τις ανάλογες συμπεριφορές της καμπίνας των επιβατών και του αμαξώματος:

1.5.1.1 Σύγκρουση (τρακάρισμα) εμπρός και πίσω.

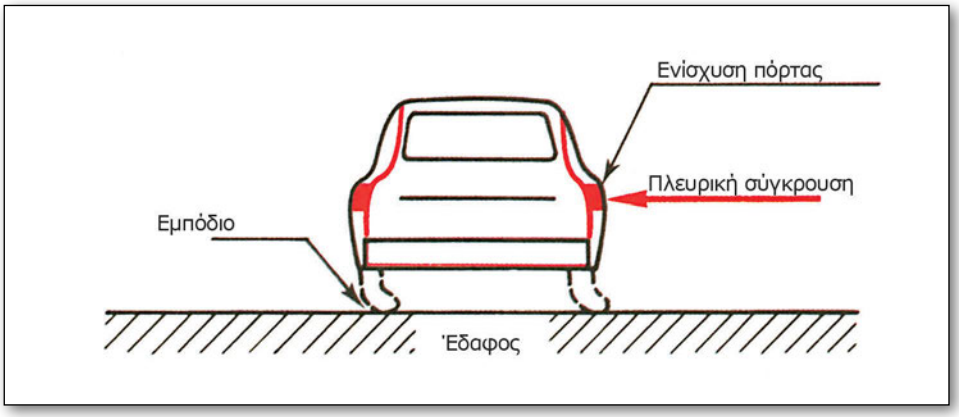
Τα τμήματα του αμαξώματος που βρίσκονται εμπρός και πίσω από τον θάλαμο των επιβατών, έχουν διαμορφωθεί κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να παραμορφώνονται προοδευτικά κατά τις συγκρούσεις αυτής της μορφής και να απορροφούν ένα σημαντικό μέρος της κινητικής ενέργειας του οχήματος. Αυτά τα αμαξώματα είναι γνωστά ως αμαξώματα «τριών όγκων», και αντιπροσωπευτικό τους δείγμα φαίνεται στο παρακάτω *Σχήμα 1.41.*

1.5.1.2 Σύγκρουση (τρακάρισμα) πλευρικό.

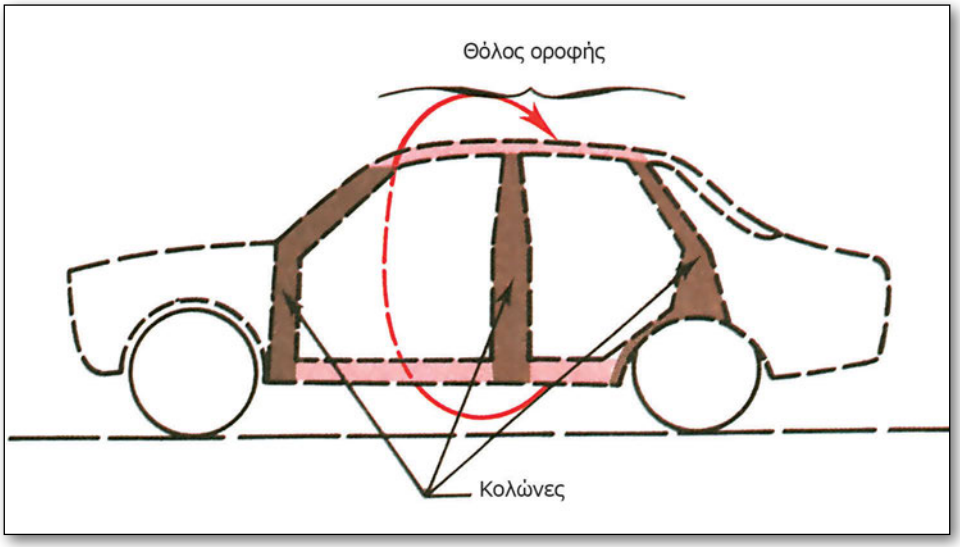
Σ' αυτή την περίπτωση, οι αντιστάσεις του θαλάμου και των εμποδίων δεν επιτρέπουν την πλευρική παραμόρφωση, και εδώ, τα τμήματα του αμαξώματος εμπρός και πίσω από την καμπίνα ασφαλείας (θάλαμο) των επιβατών παραμορφώνονται προοδευτικά. Η απορρόφηση της κινητικής ενεργείας επιτυγχάνεται, αφενός με την πλευρική ολίσθηση (γλίστρημα) του συγκρου-



Σχ.1.41 Παραμόρφωση αμαξώματος τριών όγκων.



Σχ.1.42 Απορρόφηση της ενέργειας με ολίσθηση επάνω στο έδαφος.



Σχ.1.43 Οι τρεις προστατευτικές κολώνες του θαλάμου.

όμενου οχήματος επάνω στο έδαφος και αφετέρου με την παραμόρφωση των ελαστικών, που λειτουργούν σαν εμπόδια αποσβεστήρες των δυνάμεων της σύγκρουσης *(Σχ.1.42)*.

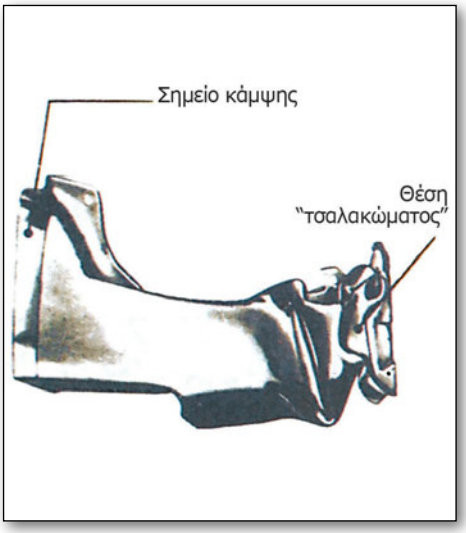
Πρέπει να τονιστεί, πάντως, πως η παραμόρφωση του αμαξώματος περιορίζεται σημαντικά και από τις ενισχύσεις («μπάρες») που τοποθετούνται στις πλευρικές πόρτες του οχήματος.

1.5.1.3 Περιστροφή (ντελαπάρισμα) του οχήματος.

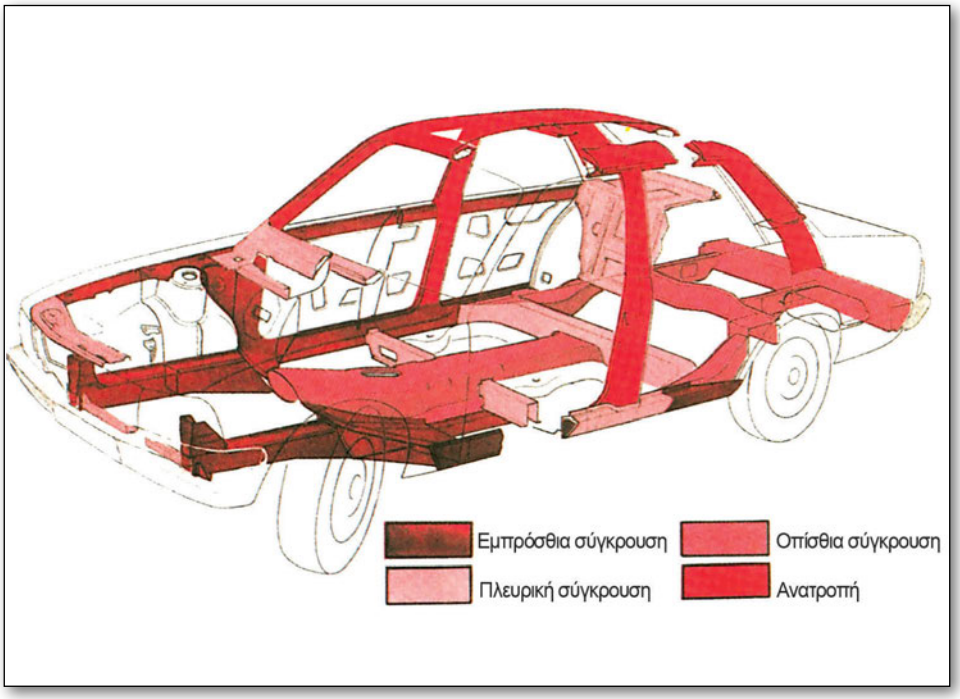
Για να αντισταθεί το αμάξωμα στις αντιδράσεις που αναπτύσσονται κατά το ντελαπάρισμα του οχήματος, ο θάλαμος των επιβατών φέρει, περιμετρικά, κολώνες και τόξα, τα οποία ενισχύουν σημαντικά την αντοχή της οροφής του *(Σχ.1.43)* και, συνεπώς, προστατεύουν σε ικανοποιητικό βαθμό τους επιβαίνοντες.

1.5.1.4 Ζώνες Απορρόφησης της ενέργειας κατά τη σύγκρουση.

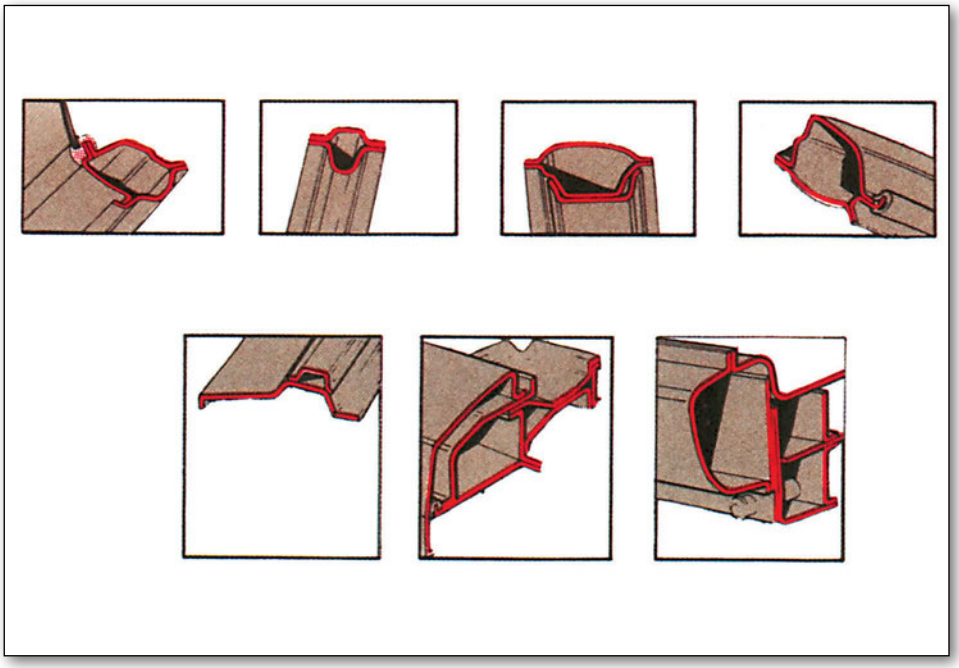
Σε περίπτωση σύγκρουσης, είναι πολύ σημαντικό, η παραμόρφωση των επί



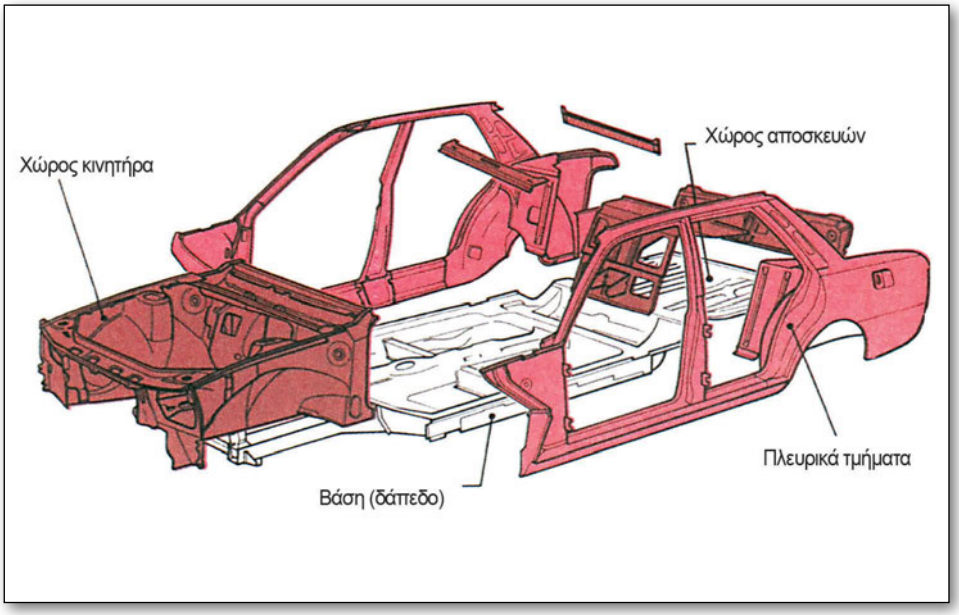
Σχ.1.44 Ζώνη απορρόφησης ενέργειας (τμήμα επιμήκους δοκού αμαξώματος).



Σχ.1.45 Παραμορφώσεις οχήματος, ανάλογα με το είδος της σύγκρουσης.



Σχ.1.46 Τύποι-Διατομές «στραντζαριστών» στοιχείων.



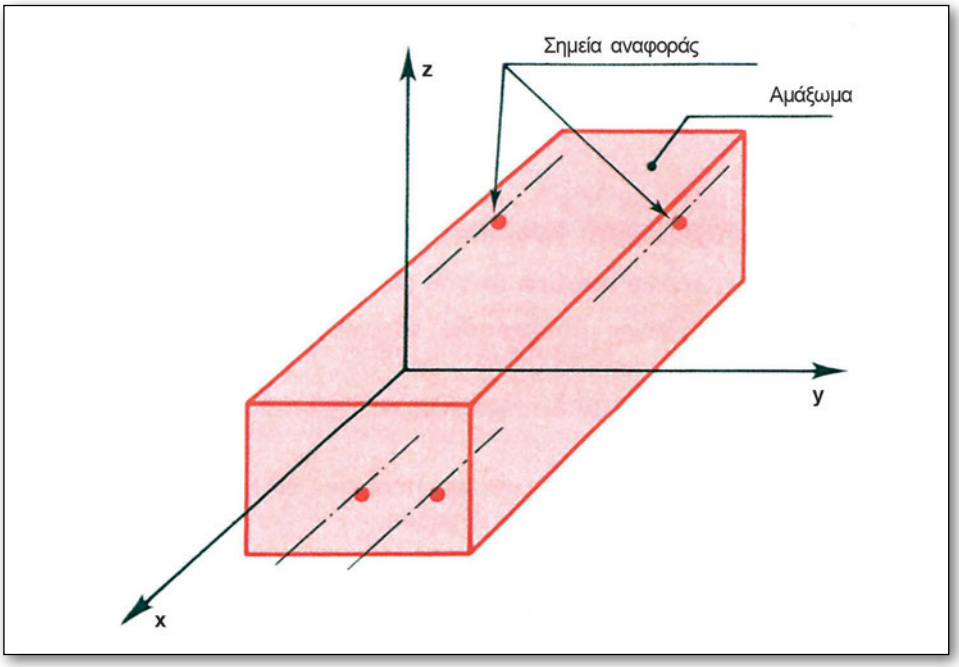
Σχ.1.47 Τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα αυτοφερόμενο αμάξωμα.

μέρους τμημάτων του αμαξώματος να γίνεται σε εκείνα τα σημεία τους, που έχουν προκαθορισθεί από τον κατασκευαστή. Έτσι, διακρίνουμε στοιχεία, που απλώς κάμπτονται και άλλα που διπλώνονται σαν φυσαρμόνικα («τσαλακώνονται»), με αποκλειστικό σκοπό να διοχετεύεται το κύμα (οι δυνάμεις) της κρούσης προς αυτές τις ζώνες απορρόφησης της ενέργειας. *(Σχ.1.44 και 1.45)*.

1.5.2 Η κατασκευή ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος.

Όπως αναφέρθηκε και στις προηγούμενες ενότητες, η κατασκευή του αυτοφερόμενου αμαξώματος γίνεται από κατατομές χαλύβδινων ελασμάτων, οι οποίες έχουν διαμορφωθεί σε πρέσες και συγκολλούνται μεταξύ τους, για να σχηματίσουν αυλακωτά και σωληνωτά στοιχεία, τα οποία έχουν αυξημένη αντοχή. Αυτά τα διαμήκη σωληνωτά στοιχεία, γνωστά ως «στραντζαριστά», χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του σκελετού του αυτοφερόμενου αμαξώματος *(Σχ.1.46) και* συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζοντας τα επί μέρους υποσυγκροτήματα (τμήματα), από τα οποία αποτελείται ένα αυτοφερόμενο αμάξωμα, *(Σχ.1.47)*. Τέτοια τμήματα είναι:

- Τα πλευρικά
- Η βάση (πάτωμα)
- Ο χώρος του κινητήρα
- Ο χώρος των αποσκευών



Σχ.1.48 Σημεία αναφοράς αμαξώματος.

1.5.3 Έλεγχοι Αυτοφερόμενου Αμαξώματος.

1.5.3.1 Γενικά

- Πριν αρχίσουμε τον έλεγχο ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος, πρέπει να εντοπίσουμε τα «σημεία αναφοράς» του οχήματος που βρίσκονται επάνω στο αμάξωμα και τα οποία έχει ορίσει ο κατασκευαστής.
- Οι έλεγχοι που μπορεί να γίνουν σε ένα αυτοφερόμενο αμάξωμα είναι οι εξής:
  α) Έλεγχος με «προσεγγιστική σύγκριση» ή μέθοδος Χ.
  β) Έλεγχος με απόλυτη σύγκριση.
  γ) Διαστασιακός έλεγχος.

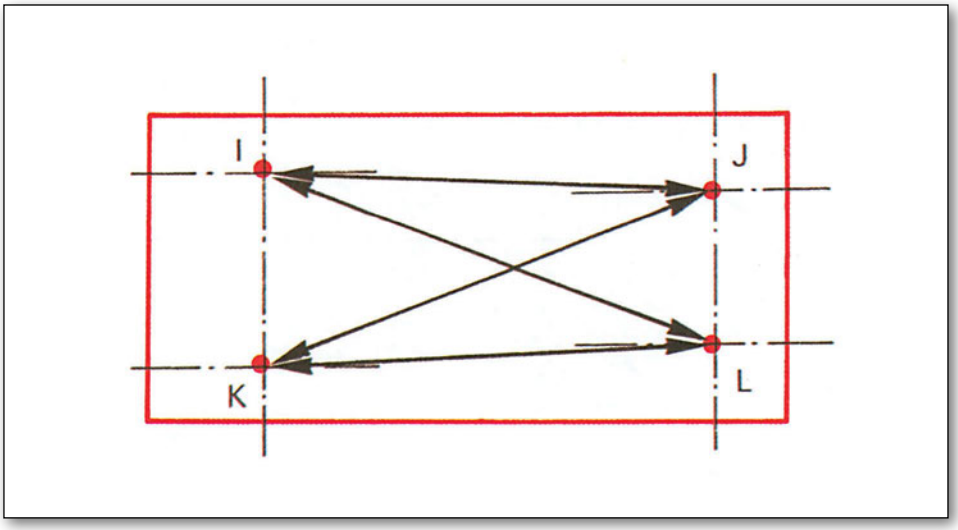
1.5.3.2 Σημεία Αναφοράς

Η κατασκευή του αμαξώματος χαρακτηρίζεται από τα σημεία αναφοράς, τα οποία έχει καθορίσει ο κατασκευαστής αυτού.
Αυτά τα σημεία χρησιμεύουν σαν σύνδεσμος μεταξύ των μηχανικών συγκροτημάτων του οχήματος, είναι πολλά ή λίγα σε αριθμό και βρίσκονται μέσα στο χώρο που καθορίζεται από το παραλληλεπίπεδο του αμαξώματος *(Σχ. 1.48)*.
Όλες οι μεταβολές της ευθυγράμμισης ή οι αποκλίσεις μεταξύ αυτών των σημείων, αποδεικνύουν μια παραμόρφωση του αυτοφερόμενου αμαξώματος και προσδίδουν μια ελαττωματική δυναμική συμπεριφορά στο όχημα, κατά την οδήγηση.

Πιο αναλυτικά:

1.5.3.3 α) Έλεγχος με «προσεγγιστική σύγκριση» ή μέθοδος Χ.

Η μέθοδος αυτή συνίσταται στη σύγκρι-



Σχ.1.49 Έλεγχος με «προσεγγιστική σύγκριση».

ση των πιθανών αποκλίσεων μεταξύ των αποστάσεων των σημείων αναφοράς. Τα σημεία λαμβάνονται ισομετρικά και ανά δύο επί του οχήματος (αμαξώματος). Αυτός ο έλεγχος πραγματοποιείται με ειδικές μετρητικές ράβδους και οι πραγματοποιούμενες μετρήσεις συγκρίνονται, αντίστοιχα, με αυτές που δίδει ο κατασκευαστής του οχήματος.

Αυτός ο τρόπος ελέγχου επιτρέπει να εκτιμήσουμε τη σπουδαιότητα των παραμορφώσεων σε σχέση με τους άξονες Χ και Ψ *(Σχ.1.49)*. Μάλιστα, με τη βοήθεια τριών μετρητικών ράβδων, μπορούμε να εκτιμήσουμε τις παραμορφώσεις και κατά τον άξονα Z του ίδιου σχήματος, οπότε ελέγχουμε την IJ σε σχέση με την KL και την IL σε σχέση με την KJ.

1.5.3.4 β) Έλεγχος με απόλυτη σύγκριση.

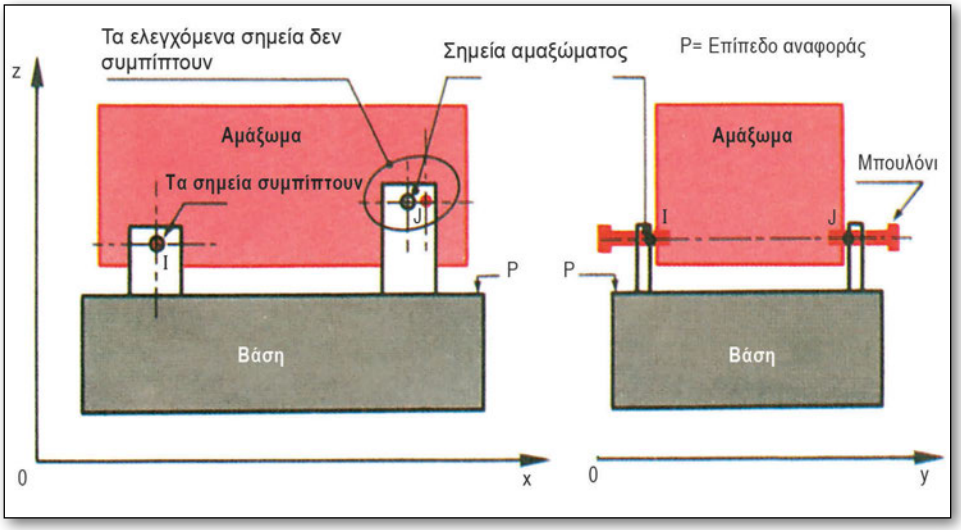
Μία στέρεη και άκαμπτη βάση, αποτελεί, πάντοτε, το επίπεδο αναφοράς. Τα όργανα που εκτελούν τη μέτρηση, συναρμολογούνται και ρυθμίζονται, ανάλογα με το αμάξωμα που πρόκειται να ελεγχθεί επάνω σ' αυτή τη βάση, ενώ η θέση τους παραμένει σταθερή, καθ' όλη τη διάρκεια του ελέγχου.

Ο έλεγχος συνίσταται στην επαλήθευση της συμφωνίας (ταύτισης) των παραπάνω σημείων αναφοράς του κατασκευαστή με τα αντίστοιχα του αμαξώματος, το οποίο είναι τοποθετημένο επάνω στη βάση. *(Σχ 1.50)*.

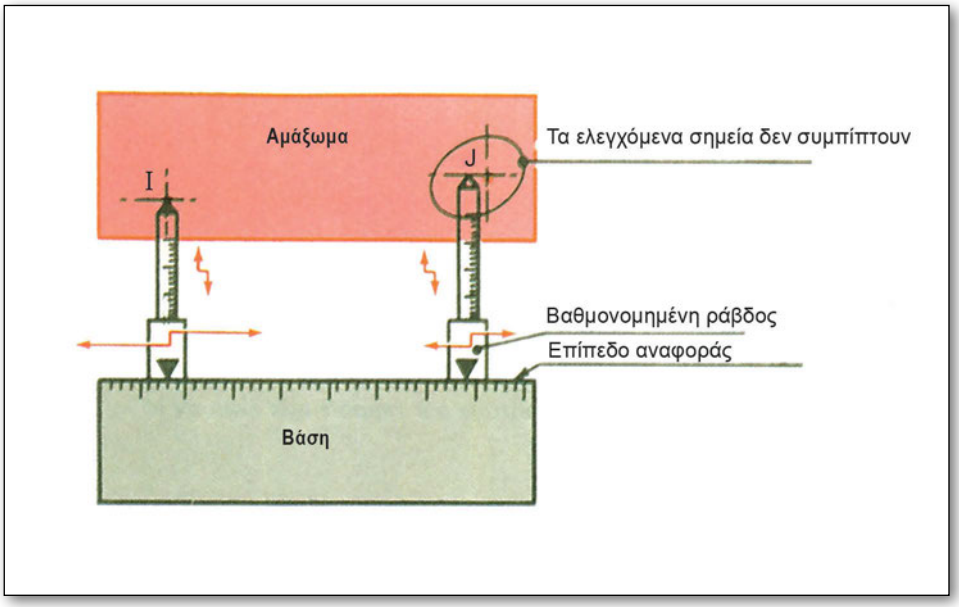
1.5.3.5 γ) Διαστασιακός έλεγχος.

Ο έλεγχος αυτός του αμαξώματος γίνεται σύμφωνα με τους δύο παρακάτω τρόπους:

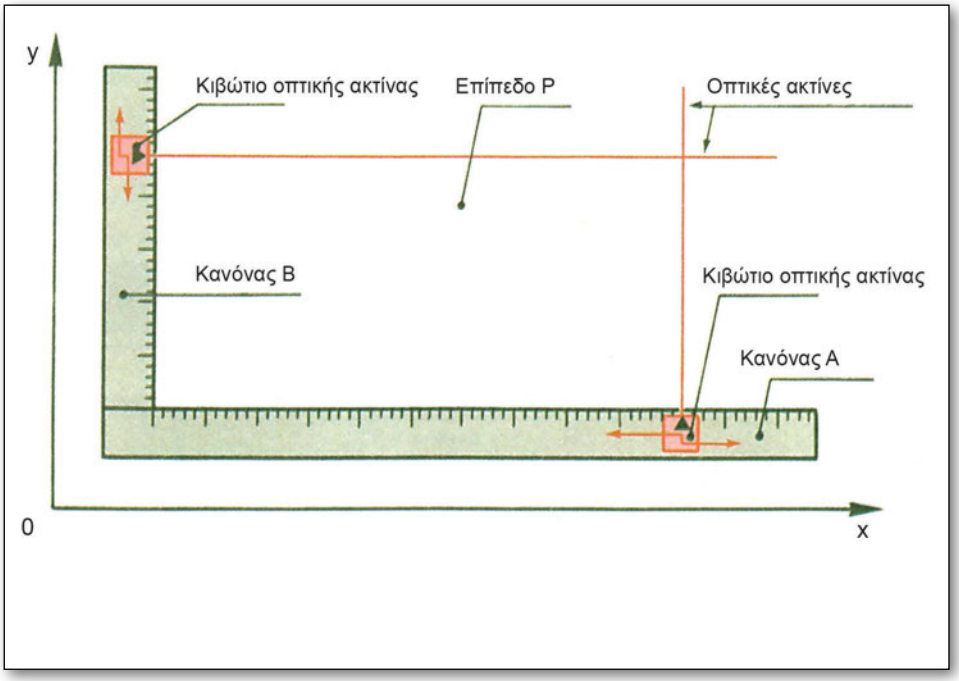
1.5.3.5.1 Με χρήση ειδικών βαθμονομημένων και ρυθμιζόμενων ράβδων μέτρησης.



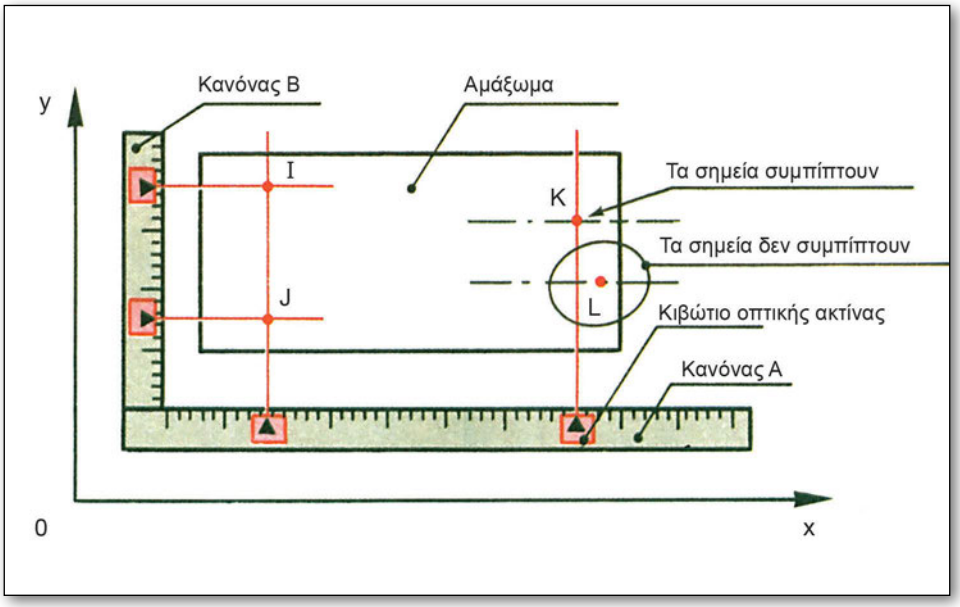
Σχ.1.50 Έλεγχος με απόλυτη σύγκριση.



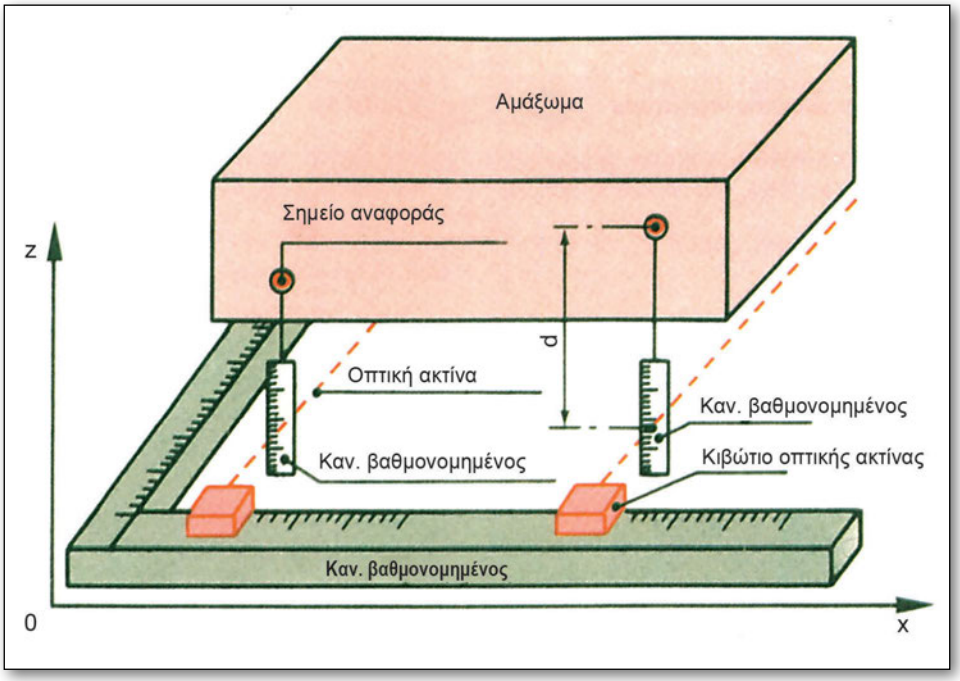
Σχ.1.51 Έλεγχος με βαθμονομημένες ράβδους.



Σχ.1.52 Έλεγχος με οπτικές ακτίνες.



Σχ.1.53 Έλεγχος σε σχέση με τους άξονες ΟΧ και ΟΨ.



Σχ.1.54 Έλεγχος σε σχέση με τους άξονες ΟΧ και ΟΖ.

Οι ρυθμιζόμενες αυτές ράβδοι μπορούν να μετακινούνται επάνω στο επίπεδο αναφοράς, κατά τους άξονες ΟΧ, ΟΨ, ΟΖ, ενώ το μήκος τους ρυθμίζεται σε σχέση με τον κατακόρυφο άξονα ΟΖ. Έτσι, οι αποστάσεις μετρούνται σε σχέση με το επίπεδο αναφοράς, και οι τιμές που προκύπτουν, συγκρίνονται με αυτές που αναγράφονται στις τεχνικές προδιαγραφές του βιβλίου του κατασκευαστή, οπότε και εξάγεται το συμπέρασμα για το βαθμό παραμόρφωσης του αμαξώματος *(Σχ.1.51).*

1.5.3.5.2 Με οπτικό - ηλεκτρονικές ακτίνες και ειδικούς βαθμονομημένους κανόνες μέτρησης.

Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, δύο οπτικοηλεκτρικές ακτίνες (laser) μπορούν να μετατοπίζονται κάθετα σε δύο αντίστοιχους βαθμονομημένους κανόνες, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τους άξονες ΟΧ και ΟΨ. Έτσι, οι ακτίνες αυτές καθορίζουν ένα εικονικό επίπεδο αναφοράς (Ρ) *(Σχ.1.52),* ενώ οι σχετικές μετρήσεις πραγματοποιούνται με μετατόπιση των κιβωτίων εκπομπής των ακτινών επάνω στους βαθμονομημένους κανόνες Α και Β αντίστοιχα. *(Σχ.1.53).*

Επίσης, για τον έλεγχο ως προς τους άξονες ΟΖ και ΟΧ *(Σχ.1.54),* οι βαθμονομημένοι κανόνες σταθεροποιούνται επάνω στα σημεία αναφοράς του αμαξώματος και έτσι μπορούμε να μετρήσουμε τις αποκλίσεις αυτών των σημείων, σε σχέση με το εικονικό επίπεδο αναφοράς που καθορίζουν οι ακτίνες φωτός (Ρ).

1.5.4 Ευθυγράμμιση Αυτοφερόμενου Αμαξώματος.

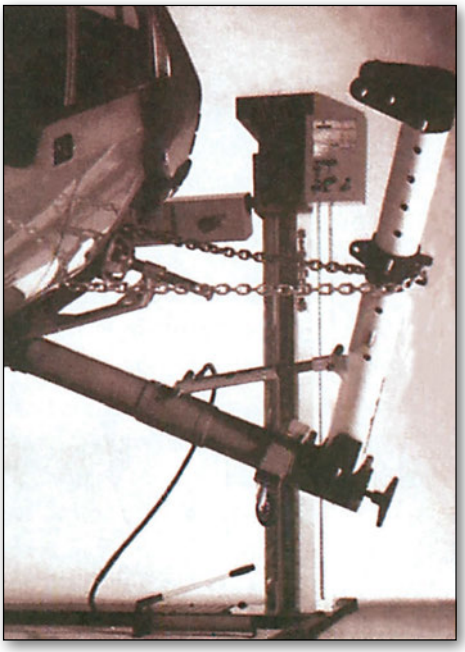
1.5.4.1 Γενικά

Μετά τον έλεγχο του αυτοφερόμενου αμαξώματος και την εκτίμηση των ζημιών του, πρέπει να αρχίσει η διαδικασία της ευθυγράμμισης, δηλαδή της εξάλειψης των παραμορφώσεων και της επαναφοράς του αμαξώματος στην αρχική του κατάσταση, μια διαδικασία πάρα πολύ σημαντική για τη σωστή πρόσφυση του οχήματος στο δρόμο και κατ' επέκταση γι' αυτήν την ίδια την ασφάλεια των επιβατών. Η διαδικασία αυτή της ευθυγράμμισης περιλαμβάνει τη χρήση υδραυλικού εξοπλισμού μεγάλης ικανότητας, για να μπορέσει να επανέλθει το αμάξωμα και πάλι στο αρχικό του σχήμα. Πολλές φορές, μάλιστα, κατά τη συγκεκριμένη διαδικασία γίνεται αντικατάσταση ορισμένων τμημάτων του αμαξώματος, που έχουν υποστεί ανεπανόρθωτη ζημιά.

Γενικά, η ευθυγράμμιση του αμαξώματος γίνεται με την έλξη (τράβηγμα) του, εργασία η οποία θεωρείται επίπονη και δύσκολη και απαιτεί μεγάλη εμπειρία και προσοχή, ενώ πρωτεύοντα ρόλο παίζει η ακρίβεια των όποιων παρεμβάσεων από πλευράς του ειδικού.

Πάντως, για την επισκευή ενός παραμορφωμένου αμαξώματος από τρακάρισμα, δεν υπάρχει συγκεκριμένος τρόπος εργασίας και γενικά, ισχύει η αρχή της Φυσικής, σύμφωνα με την οποία «Αν ασκηθούν δυνάμεις σ' ένα αντικείμενο αντίθετες και ίσες μ' αυτές που προκάλεσαν την παραμόρφωση του, τότε αυτή εξαφανίζεται και το αντικείμενο επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση».

Έτσι, η επαναφορά μικρών παραμορφώσεων του αμαξώματος μπορεί να γίνει με τη χρήση των κοινών εργαλείων φανοποιίας, όπως είναι τα σφυριά, οι λίμες, οι «κόντρες», οι τάκοι κλπ. καθώς και με διάφορες μεθόδους, όπως είναι η τοπική σφυρηλάτηση με σφυρί και «κόντρα», η χρήση υδραυλικής πρέσας ή τοπικής θέρμανσης σε συνδυασμό με σφυρηλάτηση, καθώς και με συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων. Στην περίπτωση, όμως, αμαξώματος, που έχει υποστεί βαριά κτυπήματα και άρα μεγάλες παραμορφώσεις, η αποκατάσταση τους γίνεται με τη χρήση υδραυλικών πρεσών, μεγάλης δύναμης. Η χρήση των πρεσών αυτών πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε η εφαρμογή των δυνάμεων να γίνεται κατ' ευθείαν στην περιοχή όπου υπάρχει η παραμόρφωση, αφού οι συγκεκριμένες πρέσες έχουν τη δυνατότητα να συμπιέζουν και να ανοίγουν παραμορφωμένες επιφάνειες. Έτσι, οι παραμορφωμένες (στρεβλωμένες) επιφάνειες επανέρχονται καλύτερα, αν δηλαδή ελκύονται, παρά όταν συμπιέζονται. Μεγάλη προσοχή, όμως, πρέπει να δίδεται στη στερέωση των πρεσών σε σημεία με αυξημένη αντοχή, ώστε να μην υποστεί επιπρόσθετη ζημιά το αμάξωμα, κατά την επισκευή του. Στο παρακάτω Σχήμα 1.55, βλέπουμε μία τέτοια ολοκληρωμένη μηχανή έλξης αμαξώματος.



Σχ.1.55 Μηχανή έλξης (τραβήγματος) αμαξώματος.

1.5.4.2 Εξοπλισμός ευθυγράμμισης

Ο εξοπλισμός της ευθυγράμμισης χρησιμοποιείται για την άσκηση μεγάλων δυνάμεων, με σκοπό την επαναφορά του αμαξώματος στην προηγούμενη του τρακαρίσματος, κατάσταση. Ο εξοπλισμός αυτός περιλαμβάνει τον μηχανισμό αγκύρωσης του αμαξώματος, τον αντίστοιχο του τραβήγματος (έλξης) και της ώθησης (συμπίεσης), καθώς και άλλα βοηθητικά εξαρτήματα. Στο εμπόριο υπάρχουν διάφορα συστήματα ευθυγράμμισης, που διακρίνονται σε:

- Επιδαπέδια (καλίμπρες εδάφους).
- Σταθερά (καλίμπρες σταθερές).
- Φορητά (καλίμπρες φορητές).

1.5.4.3 Διαδικασία ευθυγράμμισης

Ο τεχνίτης αμαξωμάτων, για την ευθυγράμμιση ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος, πρέπει να εκπονήσει ένα πρόγραμμα εργασίας όπου θα καθορίζει τα παρακάτω σημεία:

α. Τον αριθμό των έλξεων που απαιτούνται.

β. Την κατεύθυνση της κάθε έλξης.

γ. Τον τρόπο εργασίας για την αποκατάσταση της ζημιάς, ακολουθώντας την αρχή της αντίστροφης πορείας από αυτή που προκάλεσε τη ζημιά (παραμόρφωση).

δ. Την επιλογή των κατάλληλων, για έλξη, σημείων του αμαξώματος και την αντίστοιχη τοποθέτηση των σφιγκτήρων.

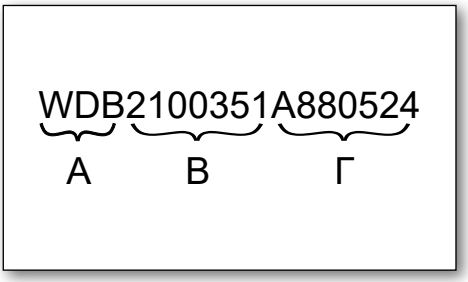
ε. Τα τμήματα του αμαξώματος που πρέπει να αφαιρέσει, για να μπορέσει να πραγματοποιήσει τα απαραίτητα «τραβήγματα» του αμαξώματος.

Όταν, λοιπόν, ολοκληρωθούν οι εργασίες του «τραβήγματος» και οι επισκευές του αμαξώματος, πρέπει να γίνουν και πάλι οι τελικοί έλεγχοι της ευθυγράμμισης και τα αποτελέσματα όλων των μετρήσεων πρέπει να συγκριθούν με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

1.6 Αριθμός Πλαισίου

Ο αριθμός πλαισίου (Α.Π) αποτελεί την ταυτότητα όλων των οχημάτων και των ρυμουλκούμενων και είναι ο αριθμός εκείνος που επιτρέπει την αποκλειστική αναγνώριση τόσο του κάθε οχήματος, όσο και του κατασκευαστή του, χωρίς την ανάγκη προσφυγής σε άλλα στοιχεία.

Ο Α.Π. είναι χαραγμένος είτε με σφυρηλάτηση είτε με διάτρηση του πλαισίου ή του αμαξώματος ή άλλου κατάλληλου σημείου του οχήματος (που, συνήθως, βρίσκεται στη δεξιά πλευρά του), με σκοπό να παραμένει αναλλοίωτος και προφυλαγμένος, ακόμη και μετά από μια σφοδρή σύγκρουση του. Έτσι απαγορεύεται με βάση το άρθρο 85 του Ν. 2094/92, κάθε τροποποίηση ή αλλοίωση του Α.Π., εκτός ειδικών περιπτώσεων στις όποιες υπάρχει η σύμφωνη γνώμη και έγκριση του Υπουργείου Μεταφορών και Επικοινωνιών. Οι ειδικές αυτές περιπτώσεις αφορούν την ολική ή μερική αλλοίωση (καταστροφή) του αριθμού αυτού μετά από αποδεδειγμένη σύγκρουση του οχήματος στη θέση όπου ο Α.Π. είναι χαραγμένος, ή εάν διαπιστωθεί διάβρωσή του, οπότε γίνεται ενημέρωση των αρμοδίων υπηρεσιών, ακολουθεί αυτοψία - έλεγχος του οχήματος, ολοσχερής καταστροφή του παλαιού Α.Π. και χάραξη νέου σε άλλο ασφαλές μέρος του οχήματος.



Σχ. 1.56 Α.Π. οχήματος.

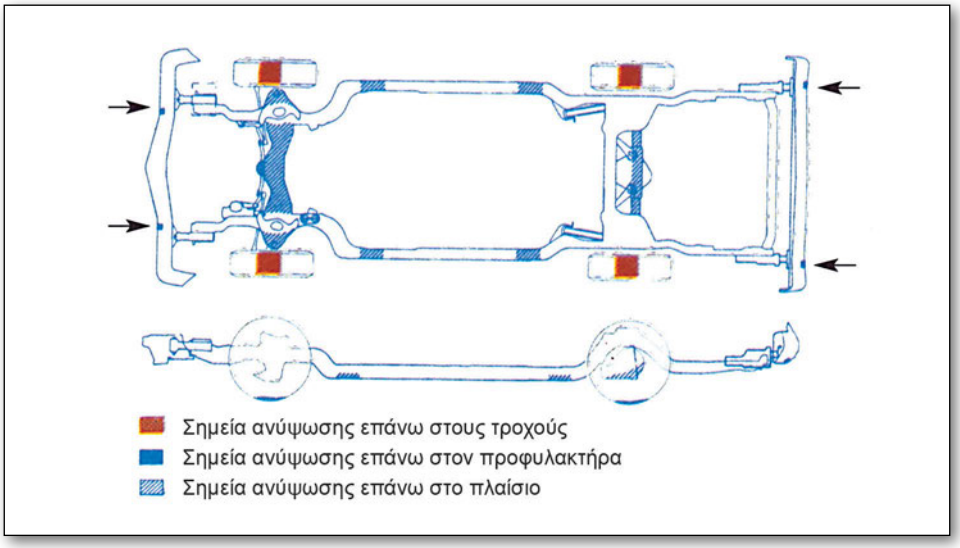
Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία (από το 1981) για τα οχήματα, ο Α.Π. αποτελείται πλέον από δέκα επτά (17) χαρακτήρες που καθορίζουν συγκεκριμένα στοιχεία του οχήματος και του κατασκευαστή *(Σχ.1.56).* Αυτή η ομάδα των δέκα επτά στοιχείων είναι χαραγμένη σε μία γραμμή και χωρίζεται σε τρεις υποομάδες στοιχείων, ως εξής: Η πρώτη υποομάδα (Α), συγκροτεί τον κωδικό, με τον οποίο γίνεται η αναγνώ-

ριση του κατασκευαστή. Αποτελείται από τρεις χαρακτήρες (γράμματα ή αριθμούς) και χορηγείται από τη χώρα όπου έχει έδρα ο κατασκευαστής, σε συνεργασία με το Γραφείο του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO). Ο πρώτος χαρακτήρας δηλώνει μία γεωγραφική ζώνη (π.χ. 1 για την Αμερική, 2 για τον Καναδά, W για τη Δυτική Ευρώπη κ.λ.π.), ο δεύτερος το αρχικό γράμμα του ονόματος του κατασκευαστή (π.χ. D: Daimler Chrysler) και ο τρίτος το αρχικό γράμμα μιας περιοχής, στο εσωτερικό της ζώνης, όπου εδρεύει ο κατασκευαστής (π.χ. Boblingen: περιοχή της Γερμανίας).

Η δεύτερη υποομάδα (Β), συγκροτεί τον κωδικό με τον οποίο δηλώνονται τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά του οχήματος και, ειδικά, του κινητήρα και του αμαξώματος, όπως καθορίζονται από τον κάθε κατασκευαστή. Αποτελείται από επτά χαρακτήρες (γράμματα ή αριθμούς) και εφόσον ο κατασκευαστής δεν χρησιμοποιεί για το σκοπό αυτό, όλους τους χαρακτήρες, επιλέγει κάποιους (αλφαβητικούς ή αριθμητικούς) για να συμπληρώσει το κενό που τυχόν θα δημιουργηθεί.

Η τρίτη υποομάδα (Γ), αποτελείται από επτά χαρακτήρες, από τους οποίους οι έξι τελευταίοι είναι, υποχρεωτικά, αριθμοί και σχηματίζουν ένα κωδικό, που δηλώνει τον αύξοντα αριθμό παραγωγής του οχήματος από το εργοστάσιο κατασκευής. Σε συνδυασμό, μάλιστα, και με τις δύο άλλες υποομάδες, προσδιορίζεται επακριβώς, αφενός το έτος κατασκευής του οχήματος και αφετέρου το συγκεκριμένο εργοστάσιο παραγωγής του. Όσοι χαρακτήρες δεν συμπληρώνονται, αντικαθίστανται από το μηδέν (0).

Παρατήρηση: Οι παραπάνω χαρακτηρισμοί δεν είναι απόλυτοι και μπορεί να υπάρχουν μικρές αποκλίσεις, ανάλογα με την κατασκευάστρια εταιρεία.



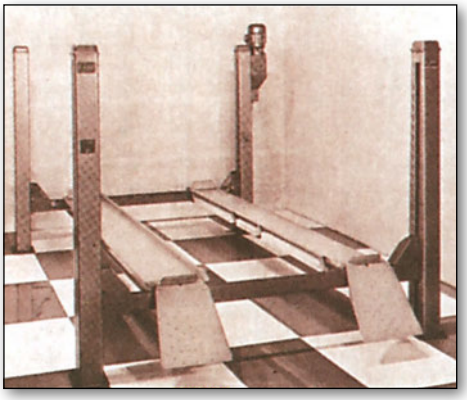
Σχ.1.57 Σημεία ανύψωσης ενός κλασσικού οχήματος.

1.7 Τρόποι και σημεία στήριξης και ανύψωσης του αυτοκινήτου.

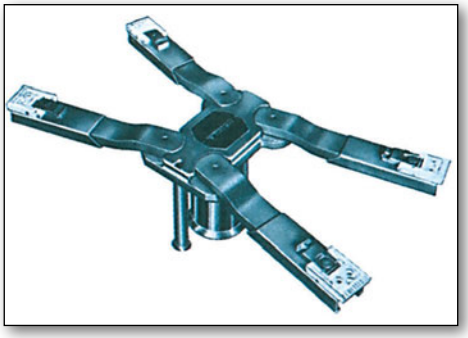
Τα οχήματα, για τη συντήρηση - επισκευή του πλαισίου, του αμαξώματος ή και των άλλων συστημάτων που φέρουν, πρέπει να ανυψώνονται και να στηρίζονται με ασφάλεια σε ορισμένο ύψος, προκειμένου ο τεχνίτης, ευρισκόμενος κάτω από το όχημα να μπορεί να εκτελεί με άνεση και ασφάλεια τις διάφορες εργασίες.

Προς το σκοπό αυτό, οι κατασκευαστές των οχημάτων έχουν προβλέψει, ώστε επάνω στο πλαίσιο ή στο αμάξωμα να υπάρχουν διάφορα σταθερά σημεία, από τα οποία το όχημα - με τη χρήση βέβαια καταλλήλων ανυψωτικών μηχανισμών - να μπορεί να ανυψωθεί και να στηριχθεί με ασφάλεια. Τα σημεία αυτά ποικίλλουν, φυσικά, από όχημα σε όχημα και από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, χωρίς όμως να έχουν μεγάλη διαφορά ως προς τη θέση τους. Στο σχήμα 1.57, φαίνονται παραστατικά τα σημεία αυτά, σε ένα κλασσικό όχημα.

Από τα παραπάνω, λοιπόν προκύπτουν, αναλυτικά, οι εξής τρόποι ανύψωσης ενός οχήματος:



Σχ.1.58 Ανυψωτήρας τεσσάρων κολώνων.



Σχ.1.59 Ανυψωτήρας τεσσάρων βραχιόνων.

α) Ανύψωση μετά από οδήγηση. Με τον τρόπο αυτό, το όχημα οδηγείται στον ανυψωτήρα, ο οποίος αποτελείται από δύο παράλληλες τροχιές (διαδρόμους), που επέχουν θέση δρόμου και που εφάπτονται στο δάπεδο και στη συνέχεια (το όχημα) ανυψώνεται ολόκληρο. Η ανύψωση, με αυτή τη μέθοδο, χρησιμεύει όταν θέλουμε να αλλάξουμε λάδια ή να εκτελέσουμε άλλες εργασίες στο κάτω μέρος του κινητήρα ή του οχήματος στον συμπλέκτη, στο διαφορικό ή σε άλλα μέρη του συστήματος μετάδοσης της κίνησης, επειδή δημιουργείται στον τεχνίτη αρκετός ελεύθερος χώρος για τις εργασίες αυτές. Αυτός ο τρόπος ανύψωσης γίνεται με ανυψωτήρα τεσσάρων κολώνων, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.58.

β) Ανύψωση από το πλαίσιο. Με τον τρόπο αυτό, οι βραχίονες του ανυψωτικού μηχανήματος τοποθετούνται στους «οδηγούς» των σημείων ανύψωσης που υπάρχουν στο πλαί-

σιο του οχήματος ή στο κάτω μέρος του αμαξώματος. Η ανύψωση αυτή προσφέρεται για όλες, σχεδόν, τις εργασίες, επειδή στον ανυψωτήρα μένει αναρτημένο, τόσο το σύστημα ανάρτησης *(Σχ.1.59)*, όσο και τα περισσότερα εξαρτήματα και μηχανισμοί λειτουργίας του οχήματος (κινητήρας - σύστημα μετάδοσης - σύστημα εξάτμισης κ.λ.π.).

Ο ανυψωτήρας αυτού του τύπου έχει τέσσερις βραχίονες, ρυθμιζόμενου μήκους, για να προσαρμόζονται σε διαφόρων μεγεθών οχήματα. Οι βραχίονες αυτοί τοποθετούνται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε οι υποδοχές των άκρων τους, με την ανάλογη αυξομείωση, να βρίσκονται κάτω από τα σημεία ανύψωσης του οχήματος, στο πλαίσιο ή στο αμάξωμα. Η ανύψωση των βραχιόνων αυτών και κατά συνέπεια, και του ίδιου του οχήματος, μπορεί να γίνει, είτε ηλεκτροκίνητα, είτε μηχανικά με υδραυλική πίεση.

Σχ.1.60 Ανυψωτήρας δύο βραχιόνων (κολώνων).

γ) **Ανύψωση από εμπρόσθιο και οπίσθιο άξονα.** *(Σχ.1.60).* Με τον τρόπο αυτό, το ανυψωτικό μηχάνημα έχει δύο βραχίονες (κολώνες) ανύψωσης, των οποίων οι ειδικές υποδοχές «αγκαλιάζουν» τα σημεία ανύψωσης του οχήματος, που βρίσκονται στον εμπρόσθιο και οπίσθιο άξονα, αντίστοιχα, όπως αυτά φαίνονται στο σχήμα 1.57. Η ανύψωση αυτή χρησιμεύει για εκτέλεση εργασιών, παρόμοιων εκείνων που πραγματοποιούνται με τη χρήση ανυψωτήρα πλαισίου.
Στον ανυψωτήρα αυτού του τύπου, η θέση ανύψωσης κάτω από τους εμπρόσθιους τροχούς, μπορεί να κινείται εμπρός και πίσω, όπως δεί-

Σχ.1.61 Υδραυλικός ανυψωτήρας εδάφους.

Σχ.1.62 Γρύλος χειροκίνητος.

Σχ.1.63 Τρίποδας στήριξης (ασφαλείας).

χνουν και τα βέλη στην εικόνα, για να μπορεί να δέχεται οχήματα διαφόρων μεγεθών.

δ) Ανύψωση από τα σημεία ανύψωσης που βρίσκονται στους προφυλακτήρες, *(Σχ.1.57).*
Η μέθοδος αυτή που σπάνια, πλέον, χρησιμοποιείται, επιτυγχάνεται μόνο με πρόσδεση του πλαισίου ή του αμαξώματος, προκειμένου να εκτελεσθούν οι διάφορες εργασίες, όπως βαφή κ.λ.π.

Συμπερασματικά, ο ειδικός εξοπλισμός που χρειάζεται για όλες τις παραπάνω εργασίες, που μνημονεύθηκαν, συμπεριλαμβάνει, τα εξής:

- Ανυψωτήρα τεσσάρων κολώνων *(Σχ.1.58).*
- Ανυψωτήρα τεσσάρων βραχιόνων *(Σχ.1.59).*
- Ανυψωτήρα δύο κολώνων *(Σχ.1.60).*
- Υδραυλικό ανυψωτήρα - εδάφους *(Σχ.1.61).*
- Γρύλο χειροκίνητο *(Σχ.1.62).*
- Τρίποδα στήριξης *(Σχ.1.63).*

Παράλληλα, τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνουμε, κατά τη διαδικασία ανύψωσης ενός οχήματος, συνοψίζονται στα εξής:

- Ποτέ δεν εργαζόμαστε κάτω από ένα όχημα, το οποίο υποστηρίζεται -όντας ανυψωμένο- από ένα γρύλο εδάφους. Απεναντίας, πρέπει να τοποθετούμε σταθερούς τρίποδες στήριξης (Σχ.1.63) κάτω από τα κατάλληλα σημεία ανύψωσης του πλαισίου, και μετά να χαμηλώνουμε το όχημα για να στηριχθεί σταθερά επάνω σ' αυτούς.
- Όταν χρησιμοποιούμε τα ανυψωτικά

μηχανήματα, πρέπει να βρισκόμαστε μακριά από το όχημα ή το όποιο αντικείμενο ανυψώνουμε, και αυτό, για να μην τραυματισθούμε, όταν είτε το όχημα είτε το αντικείμενο γλιστρήσει και πέσει, ή όταν το ανυψωτικό μηχάνημα πάθει κάποια βλάβη και υποχωρήσει. Επίσης, ποτέ δεν πρέπει να εργαζόμαστε κάτω από αιωρούμενα αντικείμενα, αλλά αντίθετα, πρέπει να τα στηρίζουμε στον πάγκο εργασίας ή επάνω σε ειδικές σταθερές βάσεις, όπως είναι οι τρίποδες στήριξης.

1.8 Ανακεφαλαίωση

- Αυτοκίνητο είναι ένα όχημα, που μπορεί να κινείται με τα δικά του κατάλληλα μέσα, χρησιμοποιώντας την ενέργεια ενός καυσίμου ή την ηλεκτρική ενέργεια, προκειμένου για ηλεκτρικά οχήματα και χρησιμοποιείται για τη μεταφορά προσωπικού και υλικών. Τα αυτοκίνητα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στα επιβατικά και στα φορτηγά.
- Αρχικά, η κατασκευή ενός οχήματος περιλάμβανε, αφενός το πλαίσιο, που αποτελούσε τη βάση επάνω στην οποία «κτιζόταν» το υπόλοιπο αυτοκίνητο, με την τοποθέτηση των διαφόρων συστημάτων του αυτοκινήτου, και αφετέρου το αμάξωμα, το οποίο σκοπό είχε την άνετη και ασφαλή μεταφορά επιβατών και φορτίων.
  Με την εξέλιξη, όμως, της τεχνολογίας, η παραπάνω κατασκευή (δηλαδή με ανεξάρτητο το πλαίσιο από το αμάξωμα), διατηρήθηκε μόνο στα φορτηγά οχήματα, ενώ σε όλα, σχεδόν, τα επιβατικά, το πλαίσιο ενσωματώθηκε πλήρως ή μερικώς στο αμάξωμα, οπότε προέκυψαν τα παρακάτω είδη αμαξωμάτων:
  α) Αμάξωμα - πλαίσιο χωριστά.
  β) Αυτοφερόμενο αμάξωμα.
  γ) Ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα.
- Κατά την κίνηση των οχημάτων συμβαίνουν συγκρούσεις (τρακαρίσματα), κατά τις οποίες το αμάξωμα παραμορφώνεται (στρεβλώνει). Σ' αυτές τις περιπτώσεις, πριν προβούμε στην αποκατάσταση των ζημιών, πρέπει να ελέγξουμε και να μετρήσουμε την έκταση αυτών των ζημιών του αμαξώματος, προκειμένου να ακολουθήσουμε ένα πρόγραμμα αποκατάστασής τους, που αποσκοπεί στην πολύ σοβαρή διαδικασία της ευθυγράμμισης του αμαξώματος.
- Οι σύγχρονοι έλεγχοι (μετρήσεις) ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος γίνονται με μηχανήματα που μετρούν τις παραμορφώσεις κατά τις τρεις διαστάσεις (ΧΨΖ). Στη συνέχεια, η ευθυγράμμιση του αμαξώματος γίνεται με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού, στα πλαίσια ενός συγκεκριμένου προγράμματος εργασίας.
- Ο αριθμός πλαισίου (Α.Π.) αποτελεί την ταυτότητα ενός συγκεκριμένου οχήματος.
- Σε κάθε όχημα υπάρχουν συγκεκριμένα σημεία για την ανύψωση και στήριξή του, που επιτυγχάνονται με τη χρήση ειδικού εξοπλισμού, ο οποίος προσαρμόζεται στα παραπάνω σημεία. Κατά την ανύψωση και κατά τις εργασίες με ανυψωμένο το όχημα, πρέπει να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας για τυχόν ατυχήματα.

1.9 Ερωτήσεις

1. Ποια είναι τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ένα όχημα;
2. Ποιες είναι οι κύριες και οι δευτερεύουσες κατηγορίες των οχημάτων;
3. Ποια τα είδη των αμαξωμάτων;
4. Σε τι διαφέρει το αυτοφερόμενο αμάξωμα από το αμάξωμα με χωριστό πλαίσιο;
5. Ποια οχήματα χρησιμοποιούν αυτοφερόμενο αμάξωμα και ποια πλαίσιο;
6. Ποιες ιδιότητες πρέπει να έχει ένα πλαίσιο;
7. Τι γνωρίζετε για το αυτοφερόμενο αμάξωμα και από ποια κύρια μέρη αυτό αποτελείται;
8. Ποια τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος;
9. Από ποιες δυνάμεις καταπονείται ένα απλό πλαίσιο και ένα αυτοφερόμενο αμάξωμα;
10. Τι είναι πλαίσιο και ποια η γενική του διαμόρφωση; Σχεδιάστε το σκαρίφημα ενός πλαισίου.
11. Σε τι διαφέρει το ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα από το αυτοφερόμενο;
12. Από ποια μέρη αποτελείται το αμάξωμα των φορτηγών;
13. Καθορίστε το αμάξωμα των επιβατικών οχημάτων, των λεωφορείων και των φορτηγών.

14. Τι ονομάζουμε καμπίνα ασφαλείας ή «κελί επιβίωσης» επιβατών σε ένα μικρό επιβατικό όχημα τριών όγκων και πώς αυτό συμπεριφέρεται στις διάφορες καταπονήσεις του οχήματος, σε περιπτώσεις συγκρούσεων;
15. Τι είναι «ζώνες απορρόφησης ενέργειας» σε ένα αμάξωμα, πώς λειτουργούν και ποιο σκοπό εξυπηρετούν;
16. Τι είναι τα «σημεία αναφοράς» ενός αμαξώματος και σε τι μας χρησιμεύουν;
17. Να αναφέρετε τους βασικούς τρόπους ευθυγράμμισης ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος και να τους περιγράψετε σε συντομία.
18. Τι γνωρίζετε για την ευθυγράμμιση ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος;
19. Τι περιλαμβάνει το πρόγραμμα εργασίας για την ευθυγράμμιση ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος;
20. Τι είναι ο αριθμός πλαισίου, από πόσα στοιχεία αποτελείται, και τι συμβολίζει η κάθε μία από τις τρεις υποομάδες που τον συγκροτούν;
21. Ποια τα κύρια σημεία ανύψωσης ενός κλασσικού οχήματος και πού βρίσκονται αυτά;
22. Ποιοι οι τρόποι ανύψωσης ενός οχήματος, με ποιο ειδικό εξοπλισμό γίνεται και ποιους λόγους εξυπηρετεί η κάθε μία μέθοδος ανύψωσης;
23. Ποια τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνουμε, κατά την ανύψωση ενός οχήματος;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Σύστημα Μετάδοσης Κίνησης (Σ.Μ.Κ.)

- Προορισμός (Σ.Μ.Κ.) και είδη (Σ.Μ.Κ.)
- Συμπλέκτης
- Κιβώτιο Ταχυτήτων
- Αυτόματα Κιβώτια Ταχυτήτων (απλά)
- Διαφορικό
- Κιβώτιο Ταχυτήτων και Διαφορικό («κίνηση εμπρός»)
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική εργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ (Σ.Μ.Κ.) ΚΑΙ ΕΙΔΗ (Σ.Μ.Κ.)

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν τον προορισμό και τα είδη των συστημάτων μετάδοσης της κίνησης ενός αυτοκινήτου.
- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα αυτό.
- Να περιγράφουν και να εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου συστήματος.

2.1.1 Προορισμός του συστήματος μετάδοσης κίνησης.

Σκοπός του συστήματος μετάδοσης της κίνησης (Σ.Μ.Κ) είναι η μεταφορά της ισχύος του κινητήρα ενός οχήματος στους τροχούς του, αλλά και προς τυχόν άλλους βοηθητικούς μηχανισμούς, όπως είναι π.χ. το βαρούλκο («εργάτης»), προκειμένου το όχημα αυτό να μπορέσει να εκπληρώσει την αποστολή του, δηλαδή να περιστρέψει τους τροχούς του και να κινηθεί.

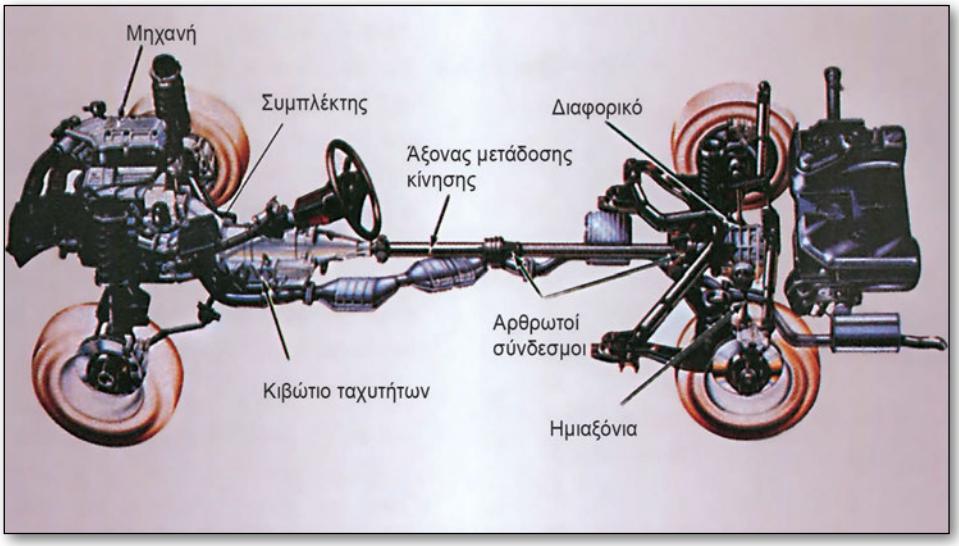
Στην πιο απλή περίπτωση, μία σειρά οδοντωτών τροχών ή μια αλυσίδα (καδένα) θα μπορούσε να εκπληρώσει την αποστολή αυτή. Αλλά, όμως, τα αυτοκίνητα δεν είναι κατασκευασμένα για να λειτουργούν με χαλαρούς ρυθμούς· αντίθετα, πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να παράγουν μεγάλη ισχύ έλξης, ώστε να μπορούν να κινούνται με μεγάλη ταχύτητα, να κινούνται προς τα όπισθεν με την ίδια ευχέρεια με την οποία κινούνται και προς τα εμπρός και, τέλος, να προχωρούν, τόσο επί ανωμάλου, όσο και επί ομαλού δρόμου.

Για να αντιμετωπισθούν, λοιπόν, όλες αυτές οι παραπάνω ποικίλες απαιτήσεις, γεννήθηκε η ανάγκη να προστεθούν στο όχημα οι παρακάτω μηχανισμοί, που συνθέτουν το Σ.Μ.Κ του.

Ο συμπλέκτης, το κιβώτιο ταχυτήτων, το κιβώτιο «βοηθητικής» (εάν υπάρχει), οι αρθρωτοί σύνδεσμοι με τον κεντρικό άξονα μετάδοσης της κίνησης και το διαφορικό με τα ημιαξόνια *(Σχ.2.1)*

2.1.2 Είδη διαφόρων συστημάτων μετάδοσης της κίνησης.

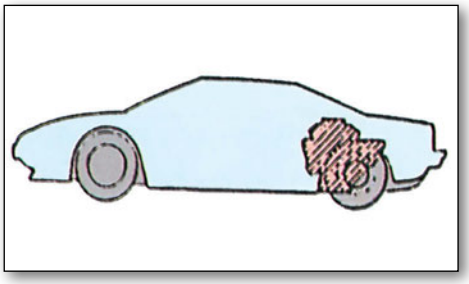
Όπως, αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 1, οι δυνατές θέσεις εγκατάστασης του κινητήρα σ' ένα όχημα, είναι είτε στο εμπρόσθιο *(Σχ.1.9 και 1.10),* είτε στο οπίσθιο μέρος του *(Σχ.1.11).* Υπάρχει, βέβαια, και άλλη μία δυνατότητα η τοποθέτηση, δηλαδή, του κινητήρα στο μέσον του οχήματος *(Σχ.2.2),* επιλογή, όμως, η οποία δεν εφαρμόζεται πολύ συχνά, γιατί προορίζεται μόνο για σπορ αυτοκίνητα ή αυτοκίνητα αγώνων.



Σχ.2.1 Κύρια μέρη - εξαρτήματα Σ.Μ.Κ.

Στην περίπτωση αυτή, ο κινητήρας βρίσκεται εμπρός από το σύστημα κίνησης του οπίσθιου άξονα, θέση που προσφέρει καλύτερη κατανομή της μάζας και στους δύο άξονες και, συνεπώς, ευνοϊκότερο, για το αμάξωμα, κέντρο βάρους. Μειονεκτεί, όμως, στο ότι γίνεται δύσκολη η πρόσβαση στον κινητήρα, για την επιθεώρηση και συντήρησή του.

Ανεξάρτητα από τη θέση του κινητήρα επάνω στο όχημα, τα Σ.Μ.Κ. των οχημάτων, διαφοροποιούνται ανάλογα με το ποιοι και πόσοι τροχοί είναι κινητήριοι, δηλαδή σε ποιους τροχούς μεταφέρεται ένα μέρος της ισχύος του κινητήρα. Έτσι, στους τροχούς εφαρμόζεται μία ροπή στρέψης, η οποία βοηθά το όχημα να αντιμετωπίζει τα διάφορα εμπόδια που συναντά κατά την κίνησή του. Κατά συνέπεια υπάρχουν διάφορα είδη κίνησης των τροχών:

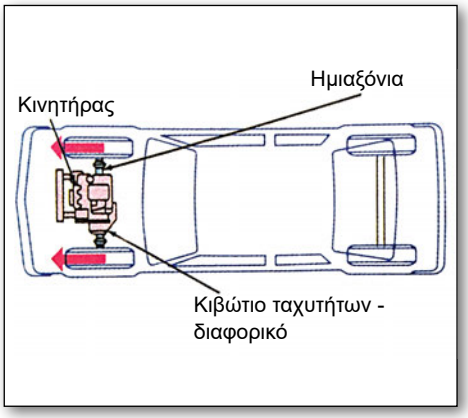


Σχ.2.2 Όχημα με κινητήρα στο μέσον του αμαξώματος.

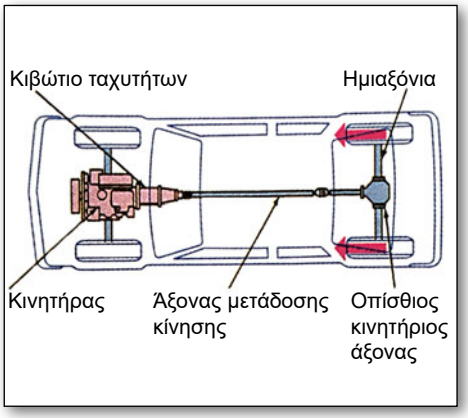
- Κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς.
- Κίνηση στους οπίσθιους τροχούς.
- Κίνηση σε τέσσερις τροχούς.
- Κίνηση σε έξι τροχούς.

2.1.2.1 Κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς *(Σχ.2.3)*

Τα οχήματα με κινητήρα εμπρός και κινητήριους τροχούς τους εμπρόσθιους,



Σχ.2.3 Κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς.



Σχ.2.4 Κίνηση στους οπίσθιους τροχούς.

μεταδίδουν την κινητήρια δύναμη του κινητήρα, μέσω συμπλέκτη-κιβωτίου ταχυτήτων και διαφορικού, μόνο στους εμπρόσθιους τροχούς, ενώ οι οπίσθιοι είναι σχεδιασμένοι να περιστρέφονται ελεύθερα. Το σύστημα της εμπρόσθιας μετάδοσης της κίνησης είναι περισσότερο αποδοτικό από τα άλλα συστήματα, για τους παρακάτω λόγους:

- Η ισχύς, γενικά, μεταφέρεται σε μία ευθεία - γραμμή. Τα περισσότερα οχήματα με κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς, έχουν τον κινητήρα τοποθετημένο εγκάρσια (κάθετα) στον άξονα του οχήματος. Αυτή η κατασκευή απαλλάσσει το σύστημα από την υποχρέωση να μεταδίδει την ισχύ διαμέσου διαφορετικών γωνιών, στους κινητήριους άξονες, γεγονός που απλοποιεί την κατασκευή και βελτιώνει την απόδοση του οχήματος.
- Έχει μικρότερο αριθμό κινούμενων μερών, με αποτέλεσμα να μειώνονται οι τριβές και να αυξάνει η διάρκεια ζωής του συγκροτήματος της μηχανής - και του Σ.Μ.Κ.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά βοήθησαν, ώστε η σχεδίαση οχημάτων με εμπρόσθια κίνηση να διαδοθεί ευρύτατα στα σύγχρονα επιβατικά αυτοκίνητα.

2.1.2.2 Κίνηση στους οπίσθιους τροχούς.

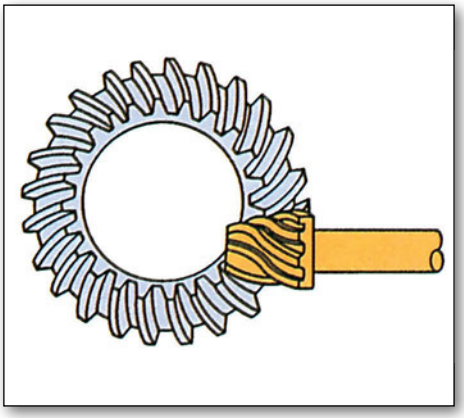
Στα οχήματα, που είναι σχεδιασμένα κατ' αυτόν τον τρόπο, η κινητήρια δύναμη της μηχανής τους εφαρμόζεται στους οπίσθιους τροχούς, ενώ οι εμπρόσθιοι σχεδιάζονται έτσι, ώστε να περιστρέφονται ελεύθερα και να χρησιμοποιούνται, απλά για την οδήγηση του οχήματος. Ο κινητήρας στα οχήματα αυτά μπορεί να τοποθετηθεί είτε εμπρός, είτε στο μέσον ή και πίσω. Πάντως, η τοποθέτηση του κινητήρα εμπρός, είναι η περισσότερο διαδιδόμενη σήμερα, συνήθως στα επιβατικά και μικρά φορτηγά οχήματα *(Σχ.2.4)*. Αυτή η σχεδίαση επιτρέπει την τοποθέτηση της μηχανής εμπρός και παράλληλα προς τον διαμήκη άξονα του οχήματος, έτσι ώστε, δια μέσου ενός

συμπλέκτη (ή μετατροπέα ροπής στρέψης) και του κιβωτίου ταχυτήτων - η τοποθέτηση των οποίων γίνεται αμέσως μετά τον κινητήρα - η ισχύς της μηχανής να μεταδίδεται, σχεδόν, σε ευθεία γραμμή στο διαφορικό, μέσω, φυσικά, του κινητήριου άξονα.

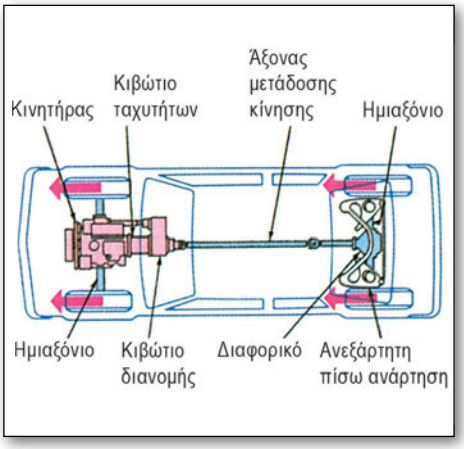
Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται, γενικά, «υποειδή» γρανάζια *(Σχ.2.5)* για να χαμηλώσουν τη γραμμή μετάδοσης της κίνησης, γεγονός που επιτρέπει στο αμάξωμα να πλησιάσει προς το έδαφος, χαμηλώνοντας έτσι και το κέντρο βάρος του οχήματος και επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη ευστάθεια κατά την οδήγηση. Τα πλεονεκτήματα της «υποειδούς» αυτής κίνησης είναι:

- Αθόρυβη λειτουργία, γιατί ο αριθμός των «δοντιών» των γραναζιών που βρίσκονται, την ίδια στιγμή, σε εμπλοκή, είναι μεγαλύτερος.
- Αντοχή σε μεγαλύτερες φορτίσεις (πιέσεις) στα «δόντια» των γραναζιών, διότι με τη μετατόπιση των αξόνων, η διάμετρος του «πινιόν» και το πλάτος των δοντιών αποκτούν μεγαλύτερες διαστάσεις.
- Μικρότερες φθορές των «δοντιών» τους, επειδή η κατανομή των δυνάμεων καλύπτει μεγαλύτερη επιφάνεια.
- Χρησιμοποίηση μικρότερου χώρου, διότι λόγω της εκκεντρότητας ο κεντρικός άξονας τοποθετείται χαμηλότερα, με αποτέλεσμα να ελευθερώνεται περισσότερος χώρος μέσα στο όχημα, οπότε και το κέντρο βάρος του αυτοκινήτου χαμηλώνει.

Λόγω της μετατόπισης των αξόνων, εμφανίζεται - κατά την κύλιση των οδοντοτροχών - μεγαλύτερη ολίσθηση και για το λόγο αυτό, απαιτείται ειδικό λιπαντικό υψηλής αντοχής, για τη λίπανσή τους.



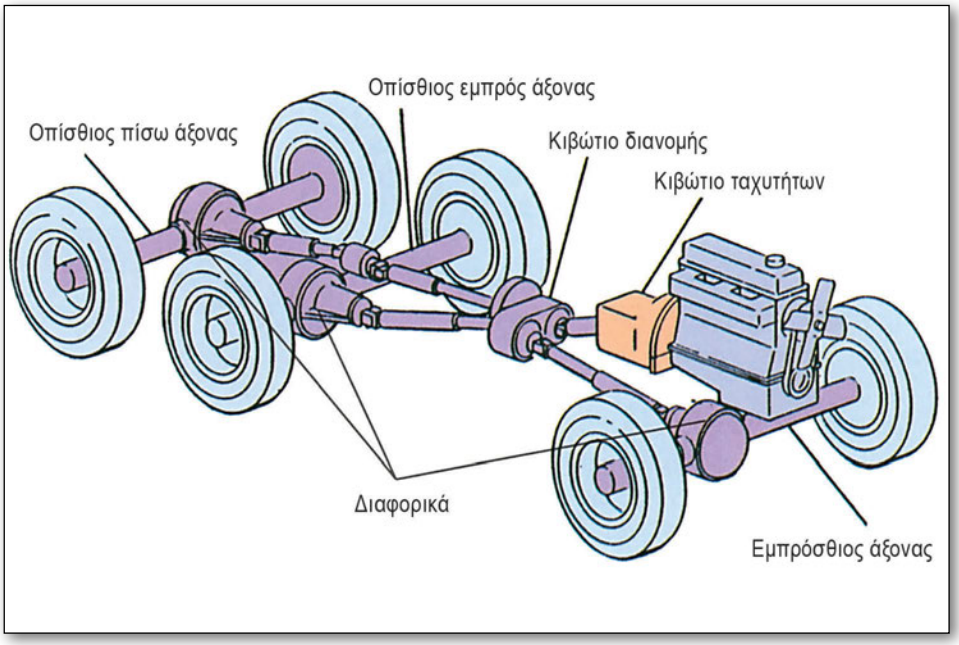
Σχ.2.5 «Υποειδής» κίνηση (γωνιακή μετάδοση).



Σχ.2.6 Κίνηση σε τέσσερις τροχούς.

2.1.2.3 Κίνηση σε τέσσερις τροχούς (4Χ4) *(Σχ.2.6)*.

Σ' ένα τυπικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης σε τέσσερις τροχούς, όπως σ' αυτό που φαίνεται στο παραπάνω



Σχ.2.7 Κίνηση σε έξι τροχούς.

σχήμα, μία μηχανή είναι τοποθετημένη στο εμπρόσθιο μέρος ενός οχήματος. Αμέσως μετά απ' αυτή, βρίσκεται ο συμπλέκτης και το κιβώτιο ταχυτήτων, από το οποίο η ισχύς μεταφέρεται στο αντίστοιχο κιβώτιο ταχυτήτων διανομής, απ' όπου και μεταδίδεται - δια μέσου των κινητήριων αξόνων - τόσο στον εμπρόσθιο, όσο και στον οπίσθιο άξονα, αν και συνήθως, μεταδίδεται μόνιμα στον οπίσθιο άξονα και κατ' επιλογή, μόνο, στον εμπρόσθιο. Αυτή η σχεδίαση είναι πολύ διαδεδομένη, κυρίως στα μικρά οχήματα ανωμάλων εδαφών, και γνωστή σαν κίνηση 4x4.

2.1.2.4 Κίνηση σε έξι τροχούς *(Σχ.2.7)*

Ένα τέτοιο τυπικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης σε έξι τροχούς, φαίνεται στο παραπάνω σχήμα. Η σχεδίαση αυτή είναι όμοια με την αντίστοιχη της μετάδοσης της κίνησης στους τέσσερις άξονες, με τη διαφορά ότι, μετά το κιβώτιο ταχυτήτων διανομής, η ισχύς του κινητήρα μεταβιβάζεται και στους τρεις άξονες του οχήματος. Αυτή η σχεδίαση εφαρμόζεται, κυρίως, σε μεγάλα φορτηγά και στρατιωτικά οχήματα.

2.1.2.5 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα εμπρόσθιας μετάδοσης της κίνησης.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα της εμπρόσθιας μετάδοσης της κίνησης, σε σχέση με την αντίστοιχη των οπίσθιων τροχών, είναι κατά κατηγορία:

Α) Πλεονεκτήματα

- Για την ίδια ισχύ, το όχημα έχει μικρότερο βάρος, διότι αφαιρούνται ορισμένα εξαρτήματα που δεν είναι αναγκαία, όπως π.χ. ο κεντρικός άξονας μετάδοσης της κίνησης.
- Ο «δρόμος» της ροπής στρέψης προς τους τροχούς είναι μικρός και η ισχύς μεταφέρεται σε ευθεία γραμμή.
- Δεν υπάρχει εξόγκωμα (τούνελ) κατά μήκος του δαπέδου, λόγω έλλειψης του άξονα μετάδοσης της κίνησης, οπότε αυξάνει και ο ωφέλιμος χώρος της καμπίνας των επιβατών.
- Αν ο κινητήρας τοποθετηθεί εγκάρσια, τότε το σύστημα κίνησης των αξόνων απλουστεύεται ακόμη περισσότερο, αφού μένουν μόνο οι μετωπικοί τροχοί. Επομένως, έχουμε απλούστερη κατασκευή και, γενικά, μειωμένο κόστος κατασκευής του οχήματος.
- Η διάταξη αυτή περιλαμβάνει μικρότερο αριθμό κινούμενων μερών, άρα και μειωμένες τριβές και απώλειες, γεγονός που αυξάνει την απόδοση και τη διάρκεια ζωής του συγκροτήματος της μηχανής και του Σ.Μ.Κ.
- Το όχημα με την εμπρόσθια κίνηση έλκεται και δεν ωθείται (όπως με την πίσω κίνηση), γεγονός που εξασφαλίζει μεγάλη σταθερότητα οδήγησης στις στροφές αλλά και σε ολισθηρό οδόστρωμα.

Β) Μειονεκτήματα

- Έλλειψη καλής κατανομής βάρους μεταξύ εμπρόσθιου και οπίσθιου άξονα.
- Το όχημα παρουσιάζει όταν κινείται με μεγάλη ταχύτητα υπόστροφη συμπεριφορά στις στροφές, αφού αυτές διανύονται με μεγαλύτερη ακτίνα απ' όση αντιστοιχεί στην εκτροπή του τιμονιού.
- Οι εμπρόσθιοι τροχοί παρουσιάζουν μεγαλύτερη φθορά.

Παρατήρηση: Το βασικότερο πλεονέκτημα των οχημάτων, που έχουν ως κινητήριους τους οπίσθιους τροχούς (rear - wheel drived), είναι η καλύτερη απόδοσή τους κατά την επιτάχυνση, διότι, όπως αποδεικνύεται με μαθηματικούς υπολογισμούς, στη Μηχανική, όσο αυξάνει η επιτάχυνση του οχήματος, τόσο η αντίδραση στους εμπρόσθιους τροχούς μειώνεται, ενώ, αντίστοιχα, αυξάνει η αντίδραση στους οπίσθιους τροχούς και, μάλιστα, κατά το ίδιο ποσό. Έτσι, μεγαλύτερη αντίδραση στους οπίσθιους τροχούς συνεπάγεται και μεγαλύτερη κινητική (ελκτική) δύναμη σ' αυτούς, πράγμα που μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι τα αυτοκίνητα με κινητήριους τους οπίσθιους τροχούς είναι περισσότερο αποδοτικά από τα άλλα, που έχουν σαν κινητήριους τροχούς τους εμπρόσθιους. Επίσης, εξάγεται το συμπέρασμα, σύμφωνα με το οποίο, η τροχοπέδηση των εμπρόσθιων τροχών είναι περισσότερο αποτελεσματική από την αντίστοιχη των οπίσθιων τροχών. Στους παραπάνω αυτούς λόγους οφείλεται και το γεγονός ότι, κατά κανόνα, τα αγωνιστικά αυτοκίνητα έχουν σαν κινητήριους τροχούς τους πίσω, ενώ το ίδιο ισχύει και για τα περισσότερα αυτοκίνητα πολυτελείας, παρά το μεγαλύτερο κόστος κατασκευής τους.

Τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα της μετάδοσης της κίνησης σε τέσσερις τροχούς, είναι κατά περίπτωση:

Α) Πλεονεκτήματα

- Ανάμεσα σε οχήματα με την ίδια κατανομή βάρους, αυτό που έχει τέσσερις κινητήριους τροχούς, μπορεί να μεταφέρει διπλάσια κινητήρια (ελκτική) δύναμη απ' όση ένα άλλο με δύο κινητήριους τροχούς, επειδή, ακριβώς, έχει διπλάσιο αριθμό κινητηρίων τροχών.
- Όταν το τετρακίνητο όχημα έχει και κιβώτιο ταχυτήτων διανομής, μπορεί να κατανεμηθεί περισσότερη ροπή στρέψης σε εκείνον τον άξονα που παρουσιάζει την καλύτερη πρόσφυση στο οδόστρωμα, οπότε και η κίνηση του οχήματος γίνεται πιο αποτελεσματική.
- Το τετρακίνητο όχημα έχει δυνατότητα μεγαλύτερης μείωσης των στροφών των κινητήριων αξόνων του, πράγμα που αυξάνει τη ροπή στρέψης (ελκτική δύναμη) τους.

Β) Μειονεκτήματα

Εάν το τετρακίνητο κινείται σε ομαλό έδαφος δεν συνιστάται η ενεργοποίηση του εμπρόσθιου διαφορικού, διότι τότε προκύπτουν τα εξής αρνητικά:

- Αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου.
- Το τιμόνι γίνεται βαρύ.
- Τα «τακούνια» των ελαστικών φθείρονται νωρίτερα του φυσιολογικού.

2.1.3 Περίληψη της ενότητας

- Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης (ΣΜΚ) έχει σκοπό να μεταφέρει την ισχύ του κινητήρα στους τροχούς και για να το επιτύχει αυτό, προστίθενται ή παρεμβάλλονται στον ίδιο τον κινητήρα διάφοροι μηχανισμοί, όπως είναι ο συμπλέκτης, το κιβώτιο ταχυτήτων, το κιβώτιο της βοηθητικής, οι άξονες μετάδοσης της κίνησης με τους αρθρωτούς συνδέσμους (σταυρούς), το διαφορικό και τα ημιαξόνια που συνδέουν τους τροχούς.
- Ο κινητήρας ενός οχήματος μπορεί να τοποθετηθεί στο εμπρός, στο πίσω ή στο κεντρικό τμήμα του.
- Ανάλογα με το ποιοι και πόσοι από τους τροχούς ενός οχήματος είναι κινητήριοι, γίνεται και η διάκριση των οχημάτων σχετικά με το είδος της κίνησης. Έτσι έχουμε:
  - Εμπροσθοκίνητα οχήματα, με κίνηση, δηλαδή, στους εμπρόσθιους τροχούς.
  - Οπισθοκίνητα οχήματα, με κίνηση, δηλαδή, στους πίσω τροχούς.
  - Οχήματα με κίνηση και στους τέσσερις τροχούς (εμπρός και πίσω) ή 4x4.
  - Οχήματα συνήθως τριαξονικά με κίνηση και στους έξι τροχούς.

Σε κάθε ένα από τα παραπάνω συστήματα μετάδοσης της κίνησης, η ισχύς του κινητήρα μεταφέρεται στους αντίστοιχους κινητήριους τροχούς, μέσα από διάφορους κατάλληλους μηχανισμούς και εξαρτήματα που παρουσιάζουν αντίστοιχα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

2.1.4 Ερωτήσεις

1. Ποιος ο σκοπός ενός συστήματος μετάδοσης της κίνησης και από ποια κύρια μέρη αυτό αποτελείται;
2. Ποιες οι δυνατές θέσεις εγκατάστασης του κινητήρα επάνω σ' ένα όχημα και - ανάλογα με το ποιοι είναι κινητήριοι τροχοί - πόσα είδη συστημάτων μετάδοσης της κίνησης διακρίνουμε;
3. Να αναφέρετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ενός οχήματος που έχει τον κινητήρα και τους κινητήριους τροχούς εμπρός, και ενός οχήματος που έχει τον κινητήρα εμπρός και τους κινητήριους τροχούς πίσω.
4. Ποια τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ενός οχήματος που έχει κίνηση και στους τέσσερις τροχούς (κίνηση εμπρός και πίσω ή 4x4);

2.2 ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν τα είδη του συμπλέκτη.
- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα, από τα οποία αποτελείται ένας συμπλέκτης.
- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου μηχανισμού, καθώς και των επιμέρους εξαρτημάτων του.
- Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους- εξαρτήματος στην όλη διάταξη.
- Να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των επί μέρους τμημάτων του συμπλέκτη.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος, αυτού, καθώς και των επί μέρους εξαρτημάτων του.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συγκεκριμένου συστήματος, όπως και των επί μέρους εξαρτημάτων του.

2.1.1 Γενικά - Σκοπός - Τύποι συμπλεκτών.

2.2.1.1 Γενικά

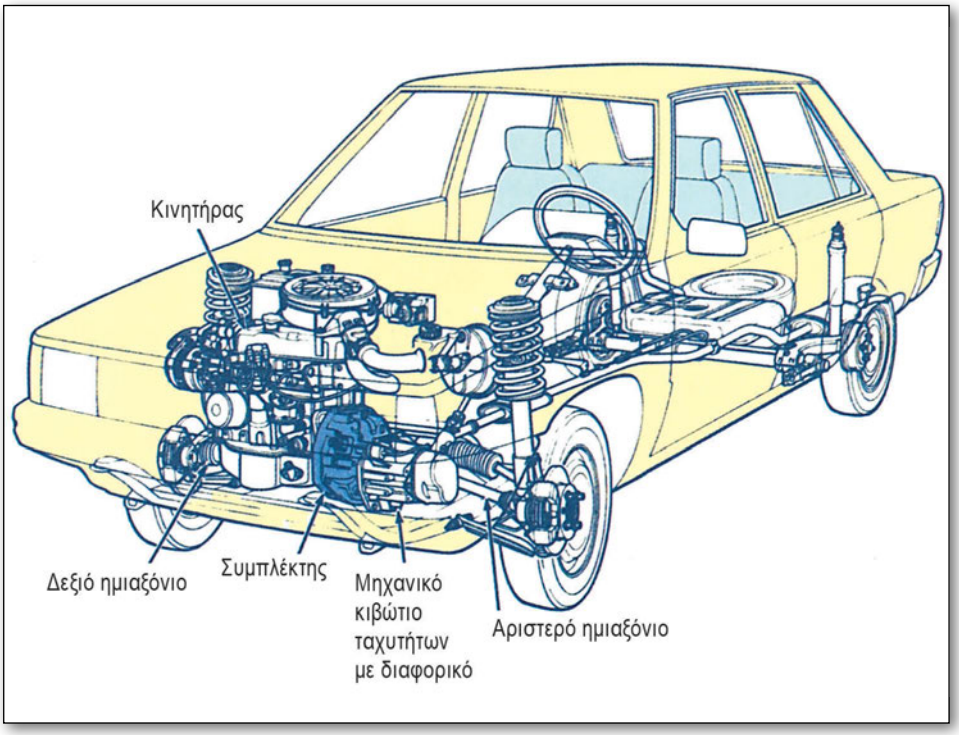
Η λειτουργία των συμπλεκτών, που χρησιμοποιούνται στα οχήματα, βασίζεται στην τριβή. Έτσι, των μεν μηχανικών συμπλεκτών η λειτουργία βασίζεται στην «ξηρή τριβή», των δε συμπλεκτών υγρής σύμπλεξης στην «υγρή τριβή» και στην αδράνεια. Ας σημειωθεί, πάντως, πως ο συμπλέκτης υγρής σύμπλεξης εξυπηρετεί τον ίδιο σκοπό, τον οποίο εξυπηρετεί και ο συνήθης συμπλέκτης, της ξηρής τριβής, με τη διαφορά ότι δεν στηρίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας, γι' αυτό και θα τους αναλύσουμε χωριστά.

2.2.1.2 Σκοπός (Προορισμός)

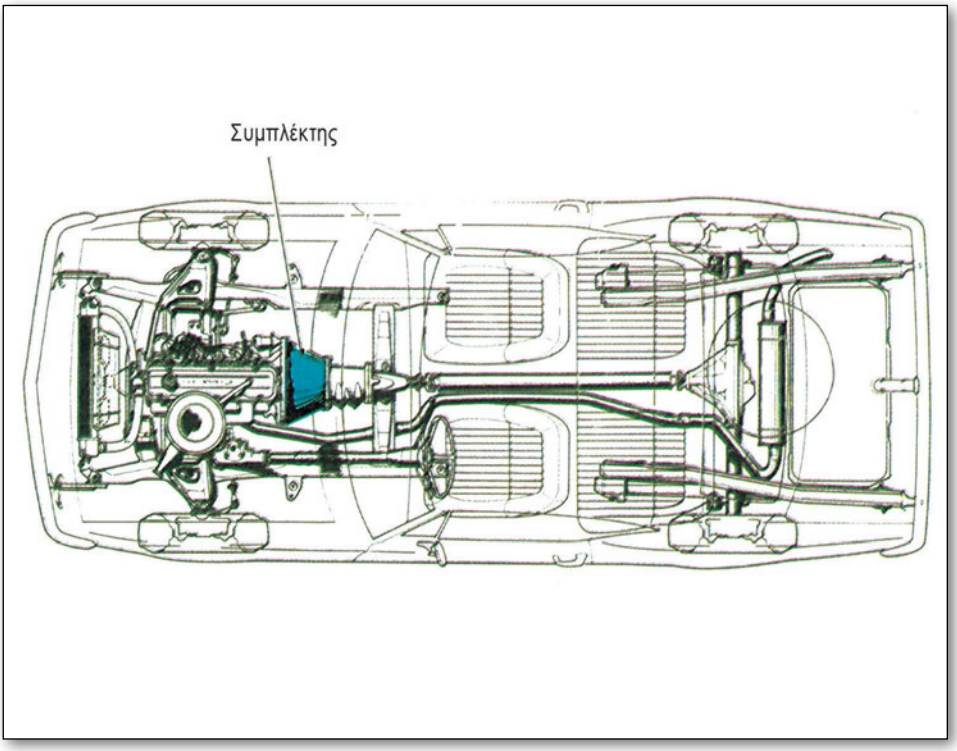
Ο συμπλέκτης, συνήθως, τοποθετείται στην πίσω πλευρά του σφονδύλου (βολάν) μεταξύ κινητήρα και κιβωτίου ταχυτήτων (Σχ.2.8 και 2.9) και αποτελεί τον μηχανισμό εκείνο, με τον οποίο αποσυμπλέκεται προσωρινά το σύστημα μετάδοσης της κίνησης από τον κινητήρα. Δεδομένου, μάλιστα, ότι ο κινητήρας εσωτερικής καύσης δεν αναπτύσσει μεγάλη ροπή στρέψης, ικανή να επιτύχει την αρχική εκκίνηση του οχήματος, πρέπει αυτός (ο κινητήρας) να αποσυνδέεται από το σύστημα μετάδοσης της κίνησης και να λειτουργεί ελεύθερος, χωρίς φορτίο, μέχρις ότου αναπτύξει ικανοποιητική

στρέψη για να υπερνικήσει την αδράνεια του οχήματος, κατά την αρχική του εκκίνηση. Η εφαρμογή (επέμβαση) της ισχύος του κινητήρα επί του φορτίου πρέπει να γίνεται βαθμιαία (προοδευτικά), για την επίτευξη ομαλής σύμπλεξης του συστήματος μετάδοσης και του κινητήρα, ώστε να μην υπάρξουν κραδασμοί («σκορτσαρίσματα») που ταλαιπωρούν σοβαρά τα εξαρτήματα μετάδοσης της κίνησης, ιδιαίτερα κατά την εκκίνηση. Μετά τη σύμπλεξη, ο συμπλέκτης πρέπει να μεταδίδει όλη την ισχύ του κινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων, χωρίς να ολισθαίνει («πατινάρει»), ενώ και ο κινητήρας, επίσης, πρέπει να αποσυμπλέκεται από το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, κατά τη διάρκεια μιας αλλαγής ταχύτητας.

Η μετάδοση της κίνησης, μέσω του συμπλέκτη, επιτυγχάνεται με τη βαθμιαία επαφή ενός ή περισσότερων κινητήριων μελών (στοιχείων) - στερεωμένων επί του στροφαλοφόρου άξονα - με άλλο ή άλλα αντίστοιχα κινούμενα μέλη, που είναι στερεωμένα στο εξάρτημα, που πρόκειται να κινηθεί. Τα μέλη αυτά βρίσκονται σε επαφή, είτε σε στάση, είτε σε περιστροφή, με διαφορετικές ταχύτητες. Η επαφή αυτή επιτυγχάνεται και διατηρείται με την πίεση ισχυρών ελατηρίων, η οποία ελέγχεται από τον οδηγό, μέσω του ποδόπληκτρου του συμπλέκτη



Σχ.2.8 Θέση συμπλέκτη σε όχημα με εμπρόσθια κίνηση.



Σχ.2.9 Θέση συμπλέκτη σε όχημα με τον κινητήρα εμπρός και τους κινητήριους τροχούς οπίσω.

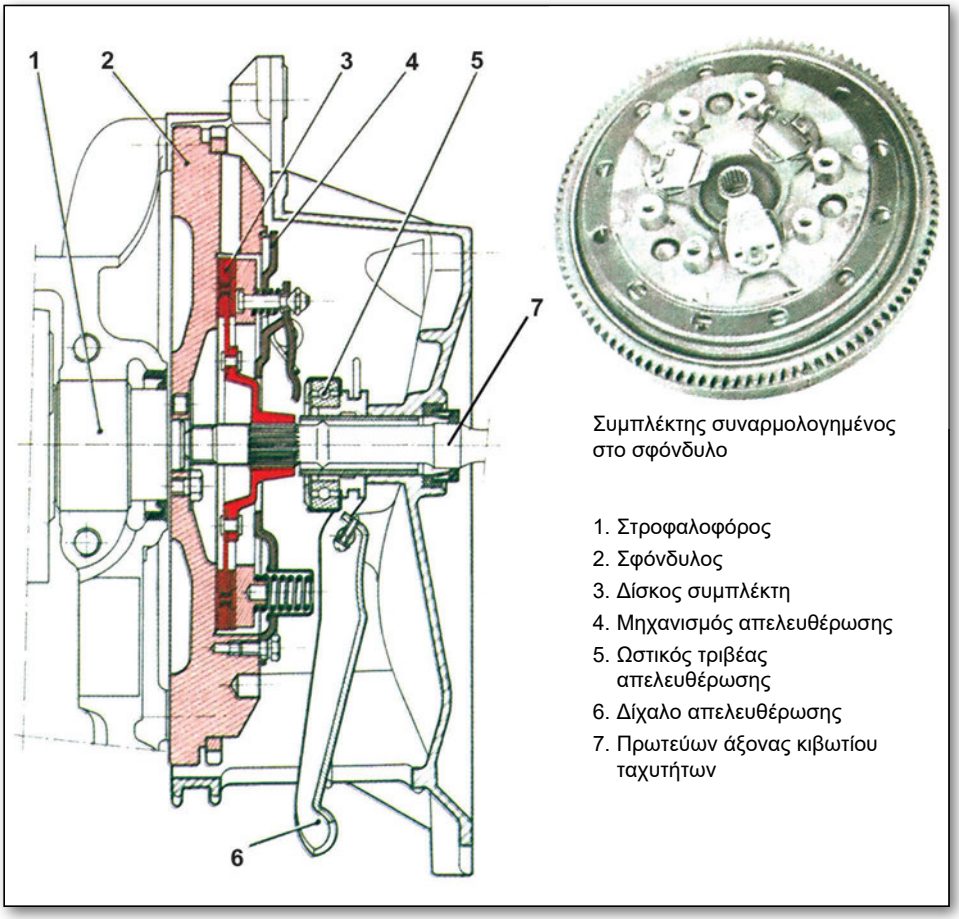
και καταλλήλων αρθρώσεων. Όταν, λοιπόν, αυξάνεται η πίεση των ελατηρίων, αυξάνει αντίστοιχα και η τριβή, ενώ όταν η πίεση είναι ελαφρά (μικρή), τότε μικρή θα είναι και η τριβή μεταξύ των μελών, γεγονός που επιτρέπει την ολίσθηση του συμπλέκτη σε μεγάλο βαθμό. Συνεπώς, ενόσω η πίεση από τα ελατήρια αυξάνει, η ολίσθηση ελαττώνεται, μέχρις ότου εφαρμοσθεί η πλήρης πίεση των ελατηρίων, οπότε η ταχύτητα περιστροφής των κινητήριων και κινουμένων μελών γίνεται ή ίδια, με τελικό αποτέλεσμα κάθε ολίσθηση να έχει σταματήσει εντελώς.

Έτσι στην πραγματικότητα θα έχει επιτευχθεί μία απ' ευθείας σύνδεση μεταξύ των κινητήριων και κινούμενων εξαρτημάτων, οπότε προκύπτει η πλήρης μετάδοση της κίνησης.

2.2.1.3 Τύποι συμπλεκτών

Υπάρχουν και χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τύποι συμπλεκτών:

- Συμπλέκτες ενός δίσκου με ελατήρια.
- Συμπλέκτες δύο δίσκων με ελατήρια.
- Συμπλέκτες με διάφραγμα («χτένι»)
- Συμπλέκτες πολλαπλών δίσκων.
- Συμπλέκτες υγρής τριβής πολλαπλών δίσκων.



Συμπλέκτης συναρμολογημένος στο σφόνδυλο

1. Στροφαλοφόρος
2. Σφόνδυλος
3. Δίσκος συμπλέκτη
4. Μηχανισμός απελευθέρωσης
5. Ωστικός τριβέας απελευθέρωσης
6. Δίχαλο απελευθέρωσης
7. Πρωτεύων άξονας κιβωτίου ταχυτήτων

Σχ.2.10 Συμπλέκτης τριβής με ελατήρια.

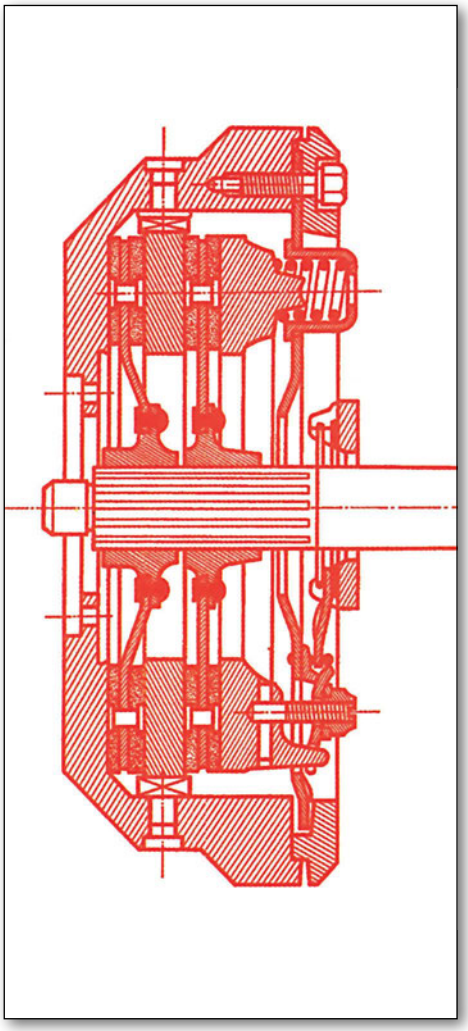
- Αυτόματοι συμπλέκτες, οι οποίοι, με τη σειρά τους, διακρίνονται σε:
  - α) Φυγοκεντρικούς.
  - β) Ηλεκτρομαγνητικούς.
  - γ) Υδραυλικούς.
  - δ) Υδραυλικούς μετατροπείς της ροπής στρέψης.

Πιο αναλυτικά:

2.2.2 Συμπλέκτης με ελατήρια. *(Σχ.2.10)*

2.2.2.1 Γενικά

Ο συμπλέκτης ενός οχήματος είναι δυνατόν να ταξινομηθεί ανάλογα με τον αριθμό των πλακών ή των δίσκων τους οποίους φέρει. Έτσι, ο συμπλέκτης τριβής μιας πλάκας (Σχ.2.10) φέρει ένα δίσκο, ο οποίος λειτουργεί μεταξύ του σφονδύλου και της πλάκας πίεσης.

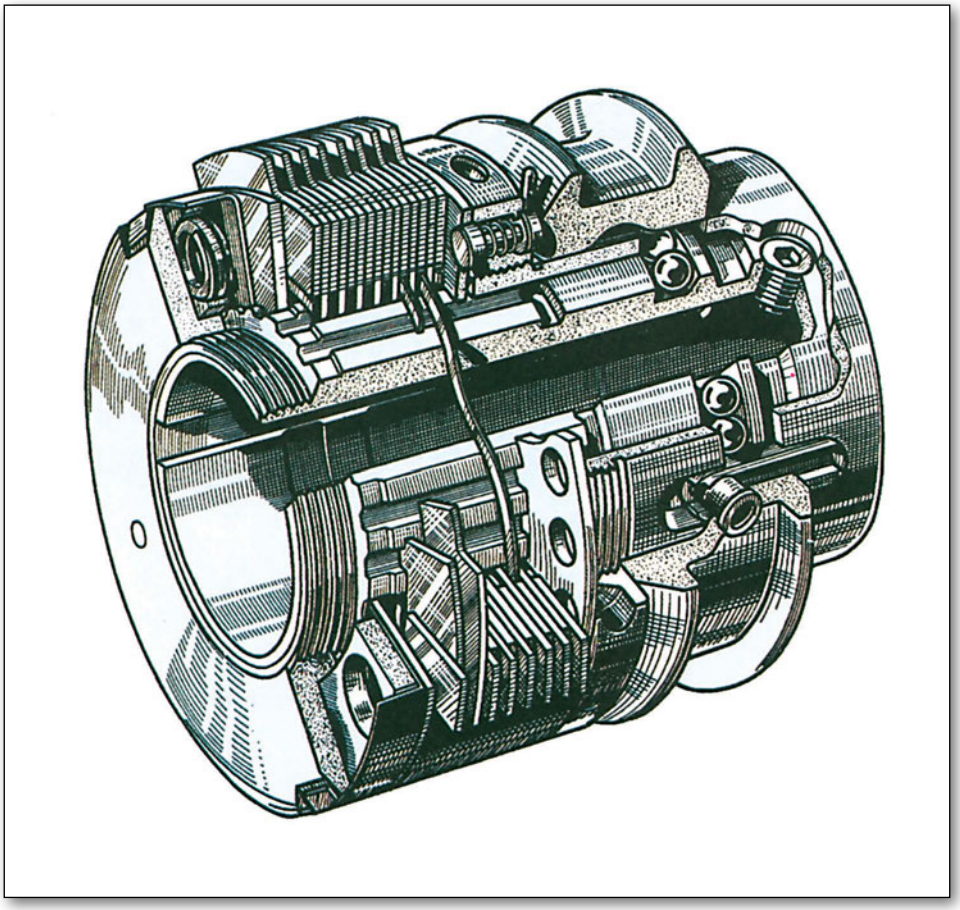


Σχ.2.11 Συμπλέκτης τριβής με δύο δίσκους.

Ο συμπλέκτης δύο πλακών (Σχ.2.11) αποτελεί ουσιαστικά τον ίδιο μηχανισμό, με τη διαφορά ότι φέρει έναν επί πλέον δίσκο και μία ενδιάμεση κινητήρια πλάκα, κ.ο.κ. Ο συμπλέκτης που φέρει περισσότερους των τριών δίσκων, καλείται συμπλέκτης πολλαπλών δίσκων (Σχ.2.12).

Μία άλλη ταξινόμηση των συμπλεκτών βασίζεται στη χρησιμοποίηση ή όχι, λαδιού στις προστριβόμενες επιφάνειες. Όταν, λοιπόν, χρησιμοποιείται λιπαντικό, ο συμπλέκτης είναι γνωστός σαν συμπλέκτης **υγρού** τύπου, ενώ σε αντίθετη περίπτωση, είναι **ξηρού** τύπου. Η διαφορά στην ενέργεια (δράση) των διαφόρων τύπων συμπλεκτών έγκειται, κυρίως, στη διαφορά του χρόνου λειτουργίας τους, δηλαδή του χρόνου, ο οποίος απαιτείται για τη σύμπλεξη τους με το σύστημα μετάδοσης (ταχυτήτων) και ο οποίος χρόνος εξαρτάται από τον αριθμό των πλακών τους και από την κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι τριβόμενες επιφάνειες. Έτσι, π.χ. ο συμπλέκτης με ένα δίσκο υπερνικά ευκολότερα την αδράνεια του φορτίου και τον θέτει σε κίνηση, ταχύτερα από τον συμπλέκτη πολλαπλών δίσκων. Επίσης, ο συμπλέκτης ξηρού τύπου επενεργεί ταχύτερα από τον αντίστοιχο του υγρού τύπου, και αυτό, διότι ο τελευταίος για να λειτουργήσει πρέπει να προηγηθεί σύνθλιψη λιπαντικού μεταξύ των κινούμενων και κινητήριων μερών, γεγονός που απαιτεί περισσότερο χρόνο.

Γενικά, οι συμπλέκτες ενός δίσκου χρησιμοποιούνται στα ελαφρά και μεσαία οχήματα, ενώ οι συμπλέκτες πολλαπλών δίσκων στα βαρύτερα οχήματα, επειδή σ' αυτά μια πιθανή απότομη εφαρμογή της ενέργειας αντίστοιχου συμπλέκτη ενός δίσκου, θα είχε σαν αποτέλεσμα την πρόκληση ισχυρών κραδασμών στον κινητήρα και στο σύστημα μετάδοσης της κίνησής τους, ιδιαίτερα κατά την εκκίνησή τους.

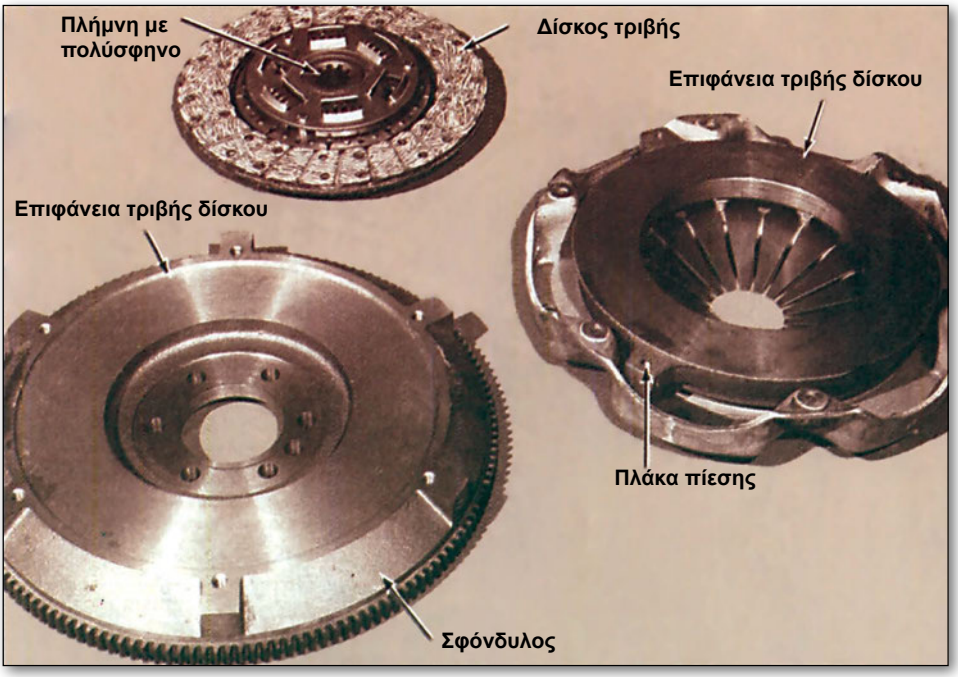


Σχ.2.12 Συμπλέκτης πολλαπλών δίσκων.

2.2.2.2 Δομή ενός τυπικού συμπλέκτη με ελατήρια.

Τα κυριότερα μέρη ενός συμπλέκτη με ελατήρια είναι τα κινητήρια μέλη, τα κινούμενα μέλη και τα εξαρτήματα του συμπλέκτη. Έτσι:

1) Τα κινητήρια μέλη είναι αυτά που προσαρμόζονται στον κινητήρα και συγκεκριμένα στο σφόνδυλο ή βολάν και περιστρέφονται μαζί μ' αυτόν.
2) Τα κινούμενα μέλη είναι αυτά που προσαρμόζονται στο κιβώτιο ταχυτήτων και περιστρέφονται με αυτό.
3) Τα εξαρτήματα λειτουργίας του συμπλέκτη, δηλαδή το ελατήριο ή τα ελατήρια, καθώς και η άρθρωση η απαιτουμένη για την εφαρμογή ή την απελευθέρωση της πίεσης και η οποία άρθρωση κρατά σε επαφή τα κινητήρια με τα κινούμενα μέλη *(Σχ.2.13)*.



Σχ.2.13 Βασικά εξαρτήματα ενός τυπικού συμπλέκτη.

Πιο αναλυτικά:

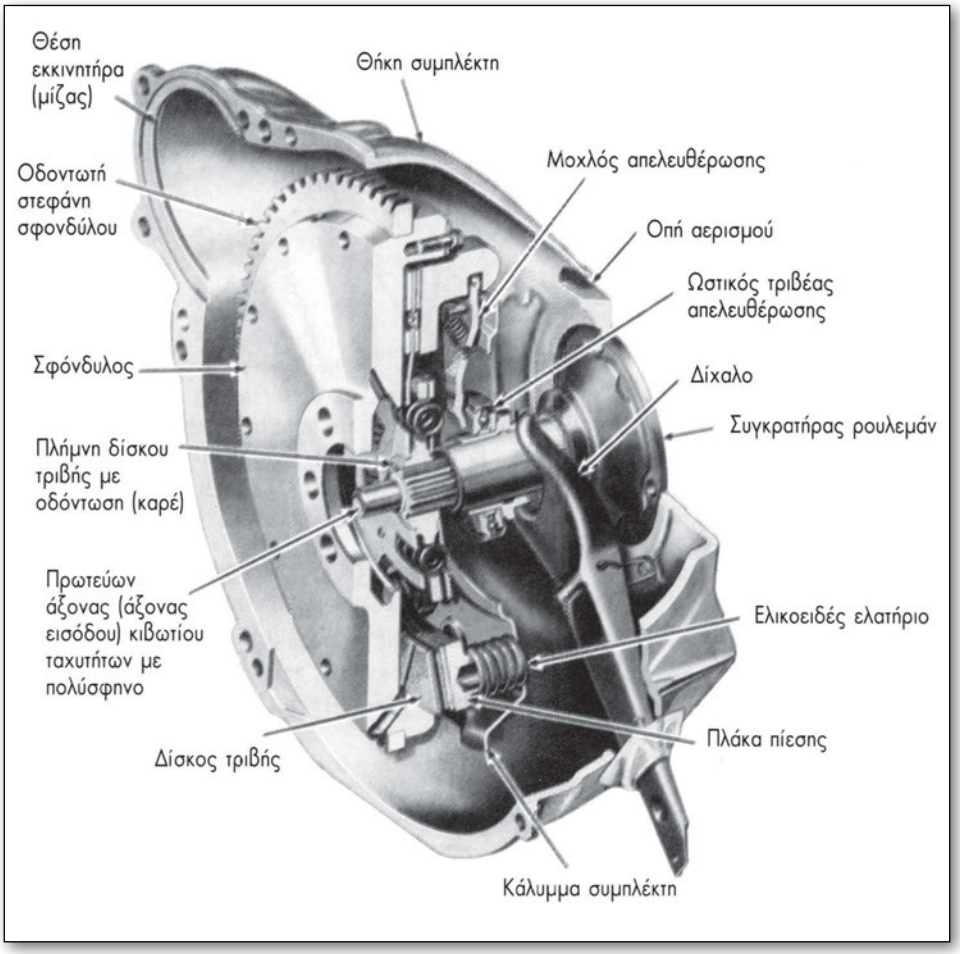
1) Κινητήρια μέλη

Τα κινητήρια μέλη ενός συμπλέκτη αποτελούνται, συνήθως, από δύο πλάκες χυτοσίδηρου ή επίπεδων - ειδικά κατεργασμένων - επιφανειών και καλά λειασμένων. Προτιμάται, πάντως, ο χυτοσίδηρος διότι περιέχει γραφίτη, ο οποίος διευκολύνει τη λίπανση, όταν το κινητήριο μέλος ολισθαίνει, κατά τη διάρκεια της σύμπλεξης. Η μία από τις δύο αυτές επιφάνειες (πλάκες) είναι συνήθως η πίσω όψη του σφονδύλου του κινητήρα, η δε άλλη σχηματίζει μία σχετικά βαριά πεπλατυσμένη στεφάνη, με τη μία πλευρά της κατεργασμένη και καλά λειασμένη. Η στεφάνη αυτή που είναι γνωστή και σαν πλάκα πίεσης *(Σχ.2.13),* προσαρμόζεται μέσα σε ένα χαλύβδινο κάλυμμα, το οποίο περιέχει, επίσης, και ορισμένα από τα μέλη με τα οποία ο συμπλέκτης τίθεται σε λειτουργία και στερεώνεται με κοχλίες επάνω στο σφόνδυλο.

2) Κινούμενα μέλη

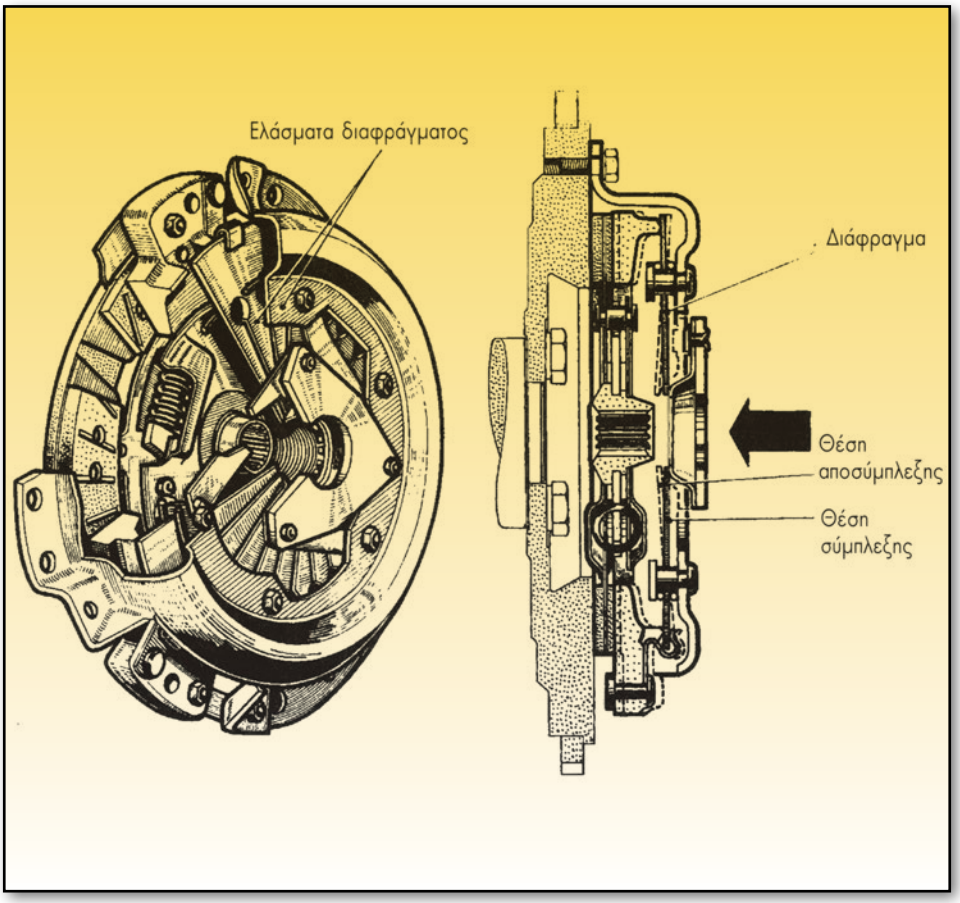
Το κινούμενο μέλος είναι ο δίσκος τριβής ή δίσκος συμπλέκτη, ο οποίος φέρει πλήμνη με θηλυκό πολύσφηνο *(Σχ.2.14).* Πάντως για να μη δημιουργείται σύγχυση, τονίζεται, ότι ο δίσκος αυτός δεν έχει καμιά σχέση με την πλάκα πίεσης του συμπλέκτη.

Έτσι ο δίσκος ολισθαίνει ελεύθερα κατά μήκος των αυλακώσεων του «πο-



Σχ.2.14 Τομή ενός συμπλέκτη ελατηρίων.

λύσφηνου» ή «καρέ» του πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων, που είναι ταυτόχρονα και άξονας του συμπλέκτη, και τον οποίο κινεί με τις αυλακώσεις που υπάρχουν στην πλήμνη του. Κατασκευάζεται, συνήθως, από χάλυβα σε σχήμα απλού επιπέδου δίσκου, που αποτελείται από αριθμό επιμέρους επίπεδων τμημάτων. Σε κάθε πλευρά του δίσκου αυτού είναι στερεωμένες με χάλκινους ήλους (καρφιά) οι ειδικές επιφάνειες τριβής, οι οποίες αντέχουν στη θερμοκρασία, που αναπτύσσεται λόγω της τριβής, και κατασκευάζονται συνήθως από ίνες βάμβακα και αμιάντου, υφασμένες μαζί, ή κατάλληλα κατεργασμένες, ώστε να αποτελούν ένα σώμα, ενώ ταυτόχρονα εμποτίζονται με ρητινώδεις ή άλλες συγκολλητικές ουσίες. Πολύ συχνά, για μεγαλύτερη ακόμη ενίσχυση, προστίθενται και χάλκινα σύρματα, τα οποία πλέκονται ή συμπιέζονται μέσα στα προηγούμενα υλικά. Βέβαια, σήμερα,

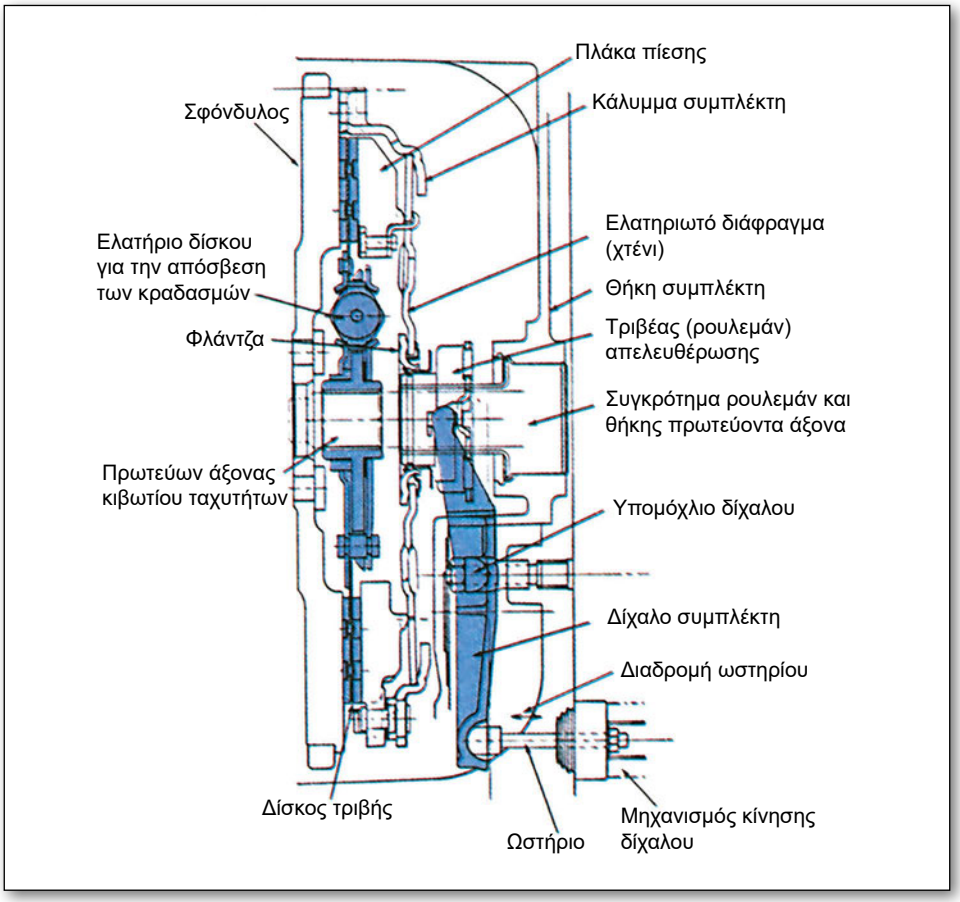


Σχ.2.15 Συμπλέκτης με διάφραγμα.

επειδή ο αμίαντος θεωρείται καρκινογόνος, έχει αντικατασταθεί με άλλα υλικά (κεραμικά ή μεταλλικά) που επιτελούν εξίσου καλά την αποστολή τους.

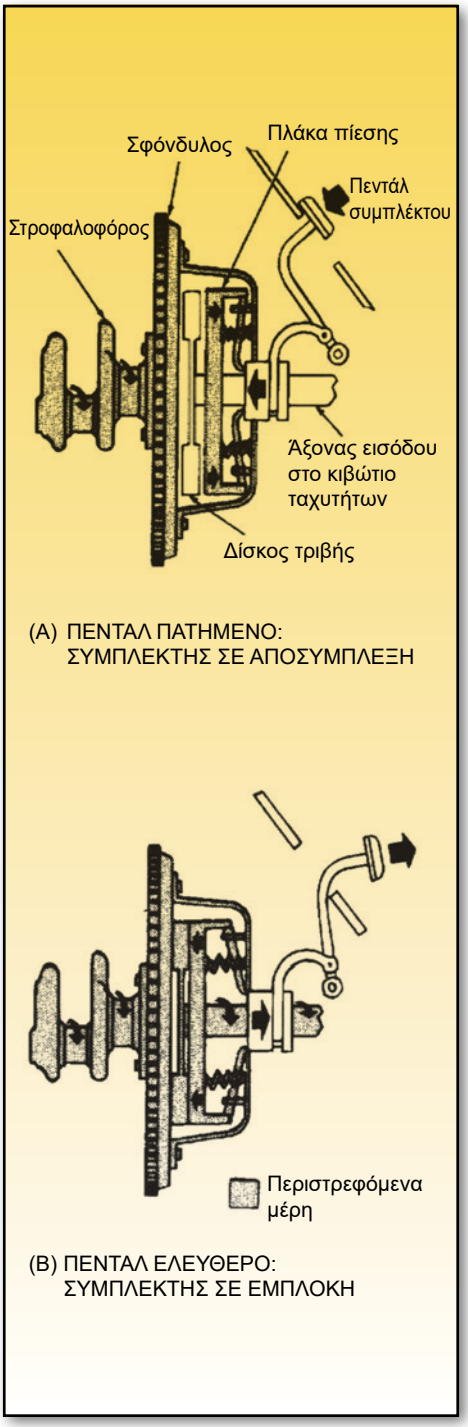
Για να γίνεται ομαλότερη η εμπλοκή του συμπλέκτη στο κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης και για να μην παράγεται θόρυβος, χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, με σκοπό τη δημιουργία μικρής ευκαμψίας στον κινούμενο δίσκο. Έτσι, με κατάλληλη διαμόρφωση, τόσο της επιφάνειας τριβής, όσο και των μεταλλικών τμημάτων του, τα τριβόμενα αυτά μέρη έρχονται βαθμιαία (προοδευτικά) σε επαφή, καθώς αυξάνει η πίεση των ελατηρίων, οπότε και επιτυγχάνονται οι παραπάνω στόχοι.

Τα κέντρα των κινούμενων μελών (δίσκων) σε πολλούς συμπλέκτες είναι εύκαμπτα, για να μπορούν να απορροφούν τους κραδασμούς του στροφαλοφόρου άξονα, οι οποίοι, διαφορετικά, θα μεταδίδονταν στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης, με δυσάρεστες συνέπειες.



Σχ.2.16 Τομή συμπλέκτη με διάφραγμα («χτένι»).

Αυτά, λοιπόν, τα εύκαμπτα κέντρα φέρουν, συνήθως, χαλύβδινα ελατήρια απόσβεσης των ταλαντώσεων, τοποθετημένα μεταξύ της πλήμνης και του χαλύβδινου δίσκου, έτσι ώστε να επιτρέπουν ελαφρά περιστροφή του δίσκου σε σχέση με την πλήμνη του, μέχρις ότου συμπιεσθούν πλήρως και σταματήσει η σχετική κίνηση. Τότε, ο δίσκος μπορεί να περιστραφεί ελαφρά προς την αντίθετη φορά, καθώς τα ελατήρια επανατάσσονται (επανέρχονται στη θέση τους). Η ανεκτή (επιτρεπόμενη) από τα ελατήρια ελαφρά περιστροφή του άξονα του συμπλέκτη είναι ομαλότερη από την αντίστοιχη περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να εξουδετερώνεται ένα μέρος των «ροπικών» κραδασμών, των κραδασμών, δηλαδή, εκείνων που οφείλονται στη μεταφερόμενη από τον στροφαλοφόρο άξονα ροπή στρέψης του κινητήρα και έτσι να αποκλείεται η μεταφορά τους (των κραδασμών) προς τα πίσω, δια μέσου του κιβωτίου ταχυτήτων.



Σχ.2.17 Λειτουργία συμπλέκτη.

3) Εξαρτήματα λειτουργίας του συμπλέκτη.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, τα κινητήρια και κινούμενα μέλη διατηρούνται σε επαφή με την πίεση ελατηρίων. Η πίεση αυτή είναι δυνατόν να εξασκηθεί με διαφόρους τρόπους, όπως π.χ. με την επενέργεια είτε ενός μεγάλου σπειροειδούς ελατηρίου, είτε ενός αριθμού μικρών ελικοειδών ελατηρίων, τοποθετημένων περιφερειακά γύρω από το εξωτερικό τμήμα της πλάκας πίεσης *(Σχ.2.14),* είτε ακόμη και με την επενέργεια ενός διαφράγματος με μορφή ελατηρίου *(Σχ.2.15).*

Στους συμπλέκτες με ελικοειδή ελατήρια *(Σχ. 2.14),* ένα σύστημα μοχλών που στρέφονται επάνω στο κάλυμμα, αναγκάζει την πλάκα πίεσης να απομακρυνθεί από το δίσκο με φορά αντίθετη προς την πίεση των ελατηρίων, κάθε φορά που ο «τριβέας απελευθέρωσης» (ωστικό ρουλεμάν πίεσης) του συμπλέκτη κινείται προς τα εμπρός, πιέζοντας τα εσωτερικά άκρα των μοχλών (ζυγώθρων). Στους συμπλέκτες ενός ελατηρίου, το μεγάλο σπειροειδές ελατήριο κρατά τις πλάκες σε επαφή, ενώ στους συμπλέκτες με διάφραγμα («χτένι»), ο συνδυασμός δίσκου - διαφράγματος εκτελεί την ίδια εργασία. Ο τριβέας απελευθέρωσης του συμπλέκτη είναι ένα ωστικό ένσφαιρο (με μπίλιες) ρουλεμάν, το οποίο βρίσκεται μέσα σε ένα περίβλημα στερεωμένο σε μία σωληνωτή ρυθμιστική πλάκα, που είναι προσαρμοσμένη στο εμπρόσθιο μέρος της θήκης του κιβωτίου ταχυτήτων. Το ρουλεμάν, λοιπόν, αυτό κινείται από το δίχαλο αποσύμπλεξης, με τη βοήθεια ενός δακτυλίου, και πιέζοντας τους μοχλούς απελευθέρωσης

(«ζύγωθρα»), αποχωρίζει το κινητήριο μέλος (πλάκα πίεσης) του συμπλέκτη από το κινητό μέλος (δίσκο), όταν το ποδόπληκτρο (πεντάλ) του συμπλέκτη πιέζεται από τον οδηγό *(Σχ.2.16)*.

2.2.2.3 Λειτουργία συμπλέκτη *(Σχ.2.17)*

Όταν ο οδηγός δεν πιέζει το πεντάλ του συμπλέκτη, τότε αυτός βρίσκεται σε πλήρη σύμπλεξη, οπότε και ο δίσκος του συσφίγγεται σταθερά μεταξύ του σφονδύλου (βολάν) και της πλάκας πίεσης, λόγω της δύναμης που εξασκούν τα ελατήρια.

Συνεπώς, όταν το πεντάλ του συμπλέκτη πιέζεται, ο συμπλέκτης αποσυμπλέκει, οπότε δεν μπορεί να μεταφερθεί ισχύς στο κιβώτιο ταχυτήτων, ενώ όταν το πεντάλ του συμπλέκτη δεν πιέζεται (απελευθερώνεται), ο συμπλέκτης συμπλέκει, με αποτέλεσμα η ισχύς του κινητήρα να μεταφέρεται στο κιβώτιο ταχυτήτων.

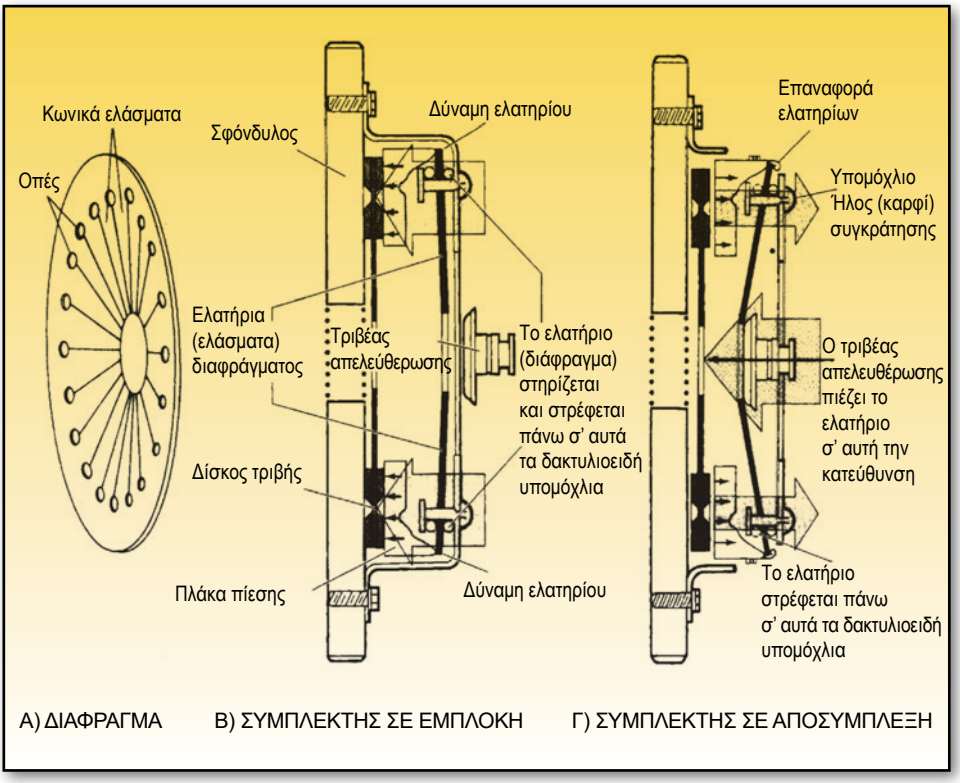
Πιο αναλυτικά:

Όταν ο οδηγός πιέσει το ποδόπληκτρο για να αποσυμπλέξει τον συμπλέκτη, τότε το δίχαλο («περόνη») απελευθέρωσης κινείται επί του αξονίσκου και εφαρμόζει πίεση στη στεφάνη («δακτυλίδι») που περιέχει τον τριβέα απελευθέρωσης, ο οποίος με τη σειρά του πιέζει τους μοχλούς απελευθέρωσης του συμπλέκτη (ζύγωθρα) και τους εξαναγκάζει να περιστραφούν γύρω από τους αξονίσκους τους. Τα εξωτερικά άκρα των μοχλών (ζυγώθρων), που είναι στερεωμένα επάνω στο κάλυμμα του συμπλέκτη, μετακινούν την πλάκα πίεσης προς τα πίσω, συμπιέζοντας τα ελατήρια του συμπλέκτη και επιτρέπουν, με αυτόν τον τρόπο, στα κινητήρια μέλη να περιστραφούν ανεξάρτητα από το κινούμενο μέλος (δίσκο). Το δίχαλο απελευθέρωσης κινείται μόνο του γύρω από τον αξονίσκο περιστροφής του (υπομόχλιο), ο οποίος είναι στερεωμένος επάνω στο περίβλημα του σφονδύλου, μέσω ενός εγκάρσιου άξονα. Όλα τα μέρη του συμπλέκτη, εκτός από τον ωστικό τριβέα απελευθέρωσης (ρουλεμάν) και τη στεφάνη του, περιστρέφονται μαζί με τον σφόνδυλο, όταν ο συμπλέκτης βρίσκεται σε σύμπλεξη. Όταν ο συμπλέκτης βρίσκεται σε αποσύμπλεξη, ο δίσκος και ο άξονας του συμπλέκτη - ο οποίος είναι και ο πρωτεύων άξονας του κιβωτίου ταχυτήτων - σταματούν να περιστρέφονται.

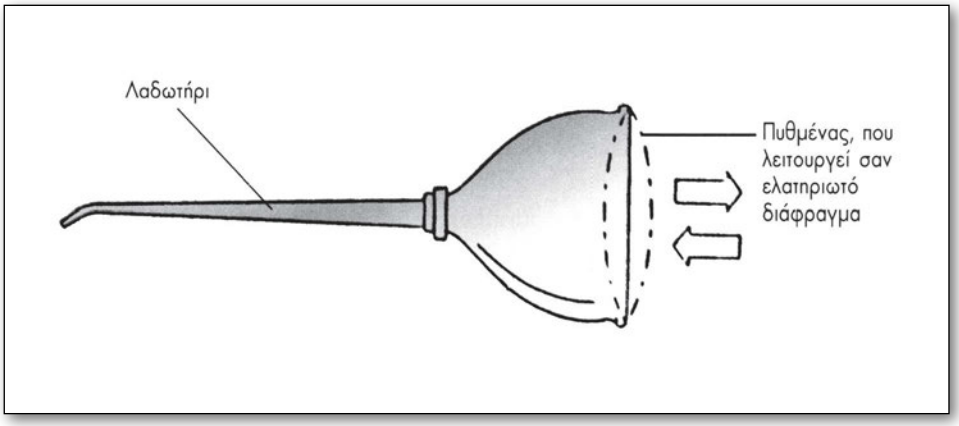
2.2.3 Συμπλέκτης με διάφραγμα («χτένι»)

Σε ορισμένους συμπλέκτες, αντί των σπειροειδών ελατηρίων, χρησιμοποιείται ένα διάφραγμα (χτένι), που δεν είναι τίποτε άλλο από ένα διάτρητο κωνικό έλασμα, κατασκευασμένο από εύκαμπτο χάλυβα. Το εσωτερικό του τμήμα έχει τομές και χωρίζεται σε κωνικά τμήματα, που ομοιάζουν με χτένια και τα οποία σχηματίζουν μία σειρά μοχλών με ακτινοειδή διάταξη, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.18, ώστε να δημιουργούν μεγαλύτερη ευκαμψία.

Το διάφραγμα είναι τοποθετημένο μεταξύ του καλύμματος του συμπλέκτη και της πλάκας πίεσης, κατά τέτοιον τρόπο, ώστε το ελατήριο του να είναι σχεδόν επίπεδο, όταν ο συμπλέκτης βρίσκεται στη θέση της σύμπλεξης. Η λειτουργία του ελατηρίου αυτού είναι παρόμοια με εκείνη του πυθμένα συ-



Σχ.2.18 Λειτουργία συμπλέκτη με διάφραγμα (χτένι) σε μορφή ελατηρίου.



Σχ.2.19 Λαδωτήρι, του οποίου η βάση λειτουργεί σαν το διάφραγμα του συμπλέκτη.

νήθους λαδωτηρίου *(Σχ.2.19)*. Έτσι η πίεση του εξωτερικού χείλους του διαφράγματος μορφής ελατηρίου που ασκείται στην πλάκα πίεσης, αυξάνει, μέχρις ότου το διάφραγμα γίνει επίπεδο, ενώ ελαττώνεται, καθώς αυτό παύει να είναι επίπεδο και γίνεται κοίλο.

Το εξωτερικό χείλος του διαφράγματος είναι στερεωμένο στην πλάκα πίεσης και κινείται επάνω σε δακτυλιοειδή υπομόχλια, σε απόσταση 2,5cm περίπου προς τα μέσα. Έτσι, η εφαρμογή πίεσης στο εσωτερικό τμήμα του συμπλέκτη, αφενός προκαλεί την απομάκρυνση του εξωτερικού χείλους του διαφράγματος από το σφόνδυλο και αφετέρου της πλάκας πίεσης από το δίσκο του συμπλέκτη, αποσυμπλέκοντας, με αυτόν τον τρόπο, τον ίδιο τον συμπλέκτη. Όταν, όμως, η πίεση παύει να εφαρμόζεται στο εσωτερικό τμήμα του συμπλέκτη, η ενέργεια του διαφράγματος προκαλεί την προς τα έξω μετακίνηση του εσωτερικού τμήματός του, η οποία μετακίνηση έχει σαν αποτέλεσμα και τη μετακίνηση του εξωτερικού χείλους προς τα μέσα, γεγονός που αναγκάζει την πλάκα πίεσης να πιέσει το δίσκο του συμπλέκτη, προκαλώντας έτσι τη σύμπλεξη του ίδιου του συμπλέκτη με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

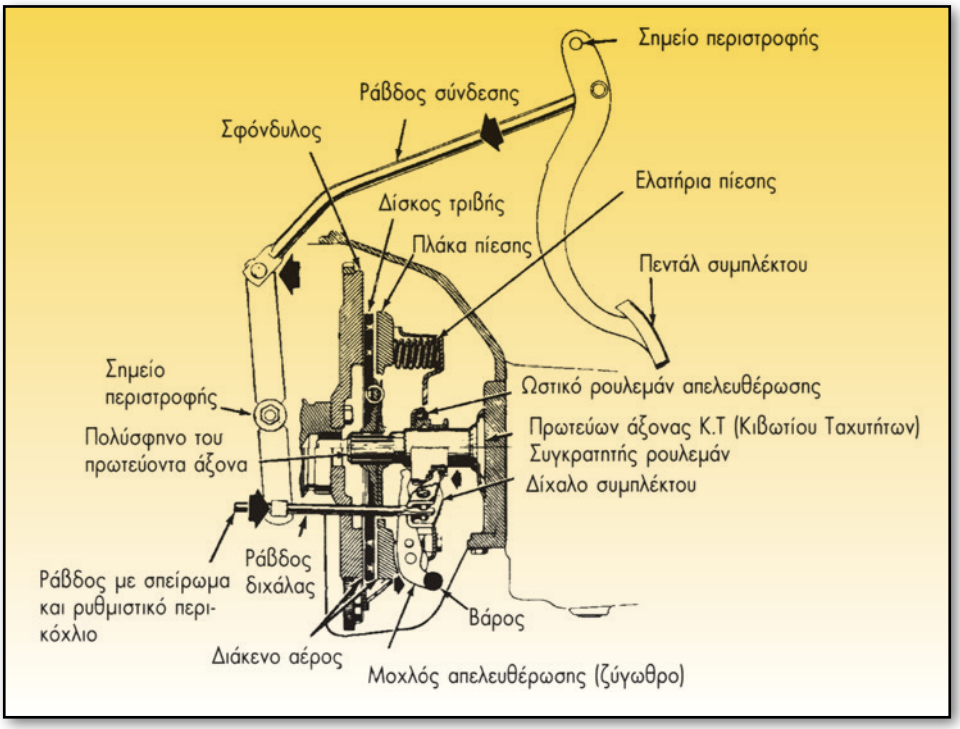
Εννοείται, ότι η σύμπλεξη και η αποσύμπλεξη γίνονται με τη βοήθεια του ωστικού τριβέα (ρουλεμάν), ο οποίος πιέζει τα άκρα των ακτινοειδών δακτύλων, οπότε το έλασμα (διάφραγμα) γίνεται κοίλο και η εξωτερική του περιφέρεια τείνει να απομακρυνθεί από το σφόνδυλο και να παρασύρει την πλάκα πίεσης, με επακόλουθο να απελευθερώνεται ο δίσκος του συμπλέκτη και να γίνεται η αποσύμπλεξη.

Τα τελευταία χρόνια, ο τύπος αυτός του συμπλέκτη χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο, γιατί παρουσιάζει τα παρακάτω σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Έχει πολύ λιγότερα εξαρτήματα, σε σύγκριση με άλλους τύπους συμπλεκτών.
- Απαιτεί μικρότερη πίεση (δύναμη) του πεντάλ από το πόδι του οδηγού.
- Διατηρεί καλύτερη ελαστικότητα σε σχέση με την αντίστοιχη, που προσφέρουν τα ελικοειδή ελατήρια.
- Παρουσιάζει καλύτερη στατική και δυναμική συμπεριφορά και δεν επηρεάζεται, όπως τα ελατήρια, από τις φυγόκεντρες δυνάμεις που αναπτύσσονται στην περιοχή αυτή.
- Προσφέρει καλύτερο αερισμό σε όλο το συγκρότημα, με αποτέλεσμα η πίεση που εξασκείται στο δίσκο τριβής να παραμένει σταθερή, παρά τη θερμότητα που απελευθερώνεται λόγω της τριβής.
- Επηρεάζεται λιγότερο από τη δύναμη της τριβής του δίσκου, πράγμα που τον κάνει (τον συμπλέκτη) να απαιτεί βαθμονόμηση (ρύθμιση) σε σχετικά μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα.

2.2.4 Υγροί πολύδισκοι συμπλέκτες (συμπλέκτες πολλαπλών δίσκων)

Οι συμπλέκτες αυτοί είναι ίδιοι με τους ξηρούς, με τη διαφορά ότι είναι κλεισμένοι σε κέλυφος γεμάτο με ειδικό λάδι υψηλής αντοχής. Ο χαρακτηριστικός τύπος ενός τέτοιου συμπλέκτη πολλαπλών δίσκων φαίνεται, παραστατικά, στο Σχήμα 2.12. Συγκεκριμένα, ο συ-



Σχ.2.20 Τομή συμπλέκτη που λειτουργεί με μεταλλικές ράβδους.

μπλέκτης αυτός φέρει μεγάλο αριθμό δίσκων, οι οποίοι, συχνά, ιδιαίτερα στα βαρέα οχήματα, φτάνουν τους έντεκα (οι κινητήριοι) και τους δέκα (οι κινούμενοι). Οι κινητήριοι, λοιπόν, δίσκοι φέρουν στην εξωτερική περιφέρειά τους προεξοχές - όμοιες με τα «δόντια» των οδοντωτών τροχών - οι οποίες εμπλέκονται στις εσωτερικές αυλακώσεις της θήκης του συμπλέκτη, που είναι στερεωμένη με βλήτρα (μπουλόνια) και περιστρέφεται μαζί με το σφόνδυλο. Από την άλλη, οι κινούμενοι δίσκοι στηρίζονται σε παράλληλους πείρους, οι οποίοι είναι στέρεα τοποθετημένοι επάνω στην άτρακτο του συμπλέκτη. Έτσι, η κατασκευή αυτή επιτρέπει σε όλους τους δίσκους, καθώς και στην πλάκα πίεσης, να μετακινούνται ώστε να δημιουργείται διάκενο μεταξύ τους. Κατά συνέπεια, όταν ο συμπλέκτης βρίσκεται σε σύμπλεξη, το ελατήριο πιέζει την πλάκα πίεσης προς τα εμπρός, φέρνοντας, με αυτόν τον τρόπο, όλους τους δίσκους σε σταθερή επαφή, γεγονός που προκαλεί περιστροφή της ατράκτου του συμπλέκτη, η οποία στη συνέχεια περιστρέφει τον ίδιο τον άξονα του συμπλέκτη, στον οποίο είναι σφηνωμένη. Στους συμπλέκτες πολλαπλών δίσκων, οι επιφάνειες τριβής είναι,

συνήθως, προσαρμοσμένες επάνω στους κινητήριους δίσκους - διάταξη η οποία επιτυγχάνει την ελάττωση του βάρους των κινούμενων δίσκων και, κατά συνέπεια, και της τάσης περιστροφής - την οποία αυτοί διατηρούν ακόμη και μετά από την αποσύμπλεξη του συμπλέκτη. Λόγω, μάλιστα, του μεγάλου αριθμού των δίσκων, που χρησιμοποιεί ο συμπλέκτης αυτός, η πλάκα πίεσης για να τους διαχωρίσει τελείως, πρέπει να μετακινηθεί περισσότερο απ' όσο θα μετακινιόταν σε ένα συμπλέκτη με μικρότερο αριθμό κινητήριων και κινούμενων μελών. Για να γίνει όμως αυτό, απαιτείται να εφαρμοσθεί στο ποδόπληκτρο (πεντάλ) μεγαλύτερη πίεση από το πόδι του οδηγού.

Στους συμπλέκτες υγρού τύπου, οι δίσκοι αλλά και ολόκληρο το εσωτερικό συγκρότημα κινούνται μέσα σε λάδι. Η λειτουργία του συμπλέκτη του τύπου αυτού είναι παρόμοια με αυτήν του αντίστοιχου ξηρού τύπου, με τη διαφορά, ότι οι επιφάνειες των τριβόμενων μερών είναι κατασκευασμένες από διαφορετικά υλικά, και η βαθμιαία (προοδευτική) σύμπλεξη μεταξύ των κινητήριων και κινούμενων μελών επιτυγχάνεται, κατά ένα μόνο μέρος με την πίεση του λαδιού μεταξύ των δίσκων, αφού, όταν η ποσότητα του λαδιού ελαττώνεται, η τριβή αυξάνεται.

2.2.5 Τρόποι μεταφοράς της δύναμης από το πεντάλ στον συμπλέκτη, με σκοπό την αποσύμπλεξή του.

2.2.5.1 Γενικά

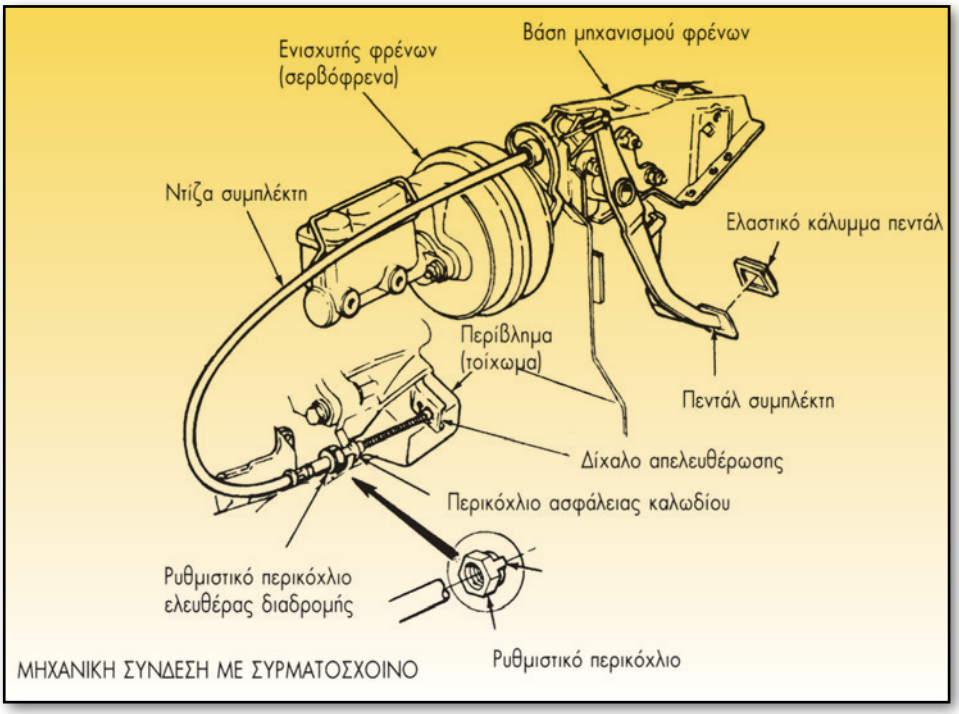
Ο συμπλέκτης που λειτουργεί με την πίεση ελατηρίων, όταν το όχημα κινείται, είναι σε θέση σύμπλεξης. Η αποσύμπλεξή του, όταν είναι αναγκαία, επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός μοχλού, τύπου «δίχαλου», ο οποίος ενεργεί στον περιστρεφόμενο συμπλέκτη μέσω ενός τριβέα απελευθέρωσης (ρουλεμάν), που προστατεύει το δίχαλο αποσύμπλεξης, ώστε να μην τρίβεται απ' ευθείας επάνω στο συμπλέκτη. Το δίχαλο αυτό της αποσύμπλεξης ενεργοποιείται από τον χειριστή του οχήματος, είτε με μηχανικό, είτε με υδραυλικό τρόπο, με αποτέλεσμα η δύναμη αποσύμπλεξης από το πεντάλ του συμπλέκτη να μεταφέρεται σ' αυτό.

Πιο αναλυτικά:

2.2.5.2 1) Μηχανικός τρόπος λειτουργίας του μοχλού (δίχαλου) αποσύμπλεξης

Ο μηχανικός τρόπος μεταφοράς της δύναμης αποσύμπλεξης από το πεντάλ στο συμπλέκτη, είναι ο περισσότερο διαδεδομένος τρόπος και στηρίζεται στη χρήση, είτε μεταλλικών ράβδων συνδεδεμένων μηχανικά μεταξύ τους *(Σχ. 2.20)* είτε εύκαμπτου μεταλλικού καλωδίου (συρματόσχοινου - ντίζας) *(Σχ.2.21),* ανάλογα βέβαια, με τη δομή κάθε συστήματος.

Στο μηχανικό τρόπο λειτουργίας του δίχαλου, το ποδόπληκτρο (πεντάλ) πρέπει να έχει ελεύθερη κίνηση (διαδρομή) 10 μέχρι 30 χιλιοστά, πριν ο ωστικός τριβέας (ρουλεμάν) αγγίξει τους μοχλούς αποσύμπλεξης ή τους δακτυλίους του διαφράγματος.

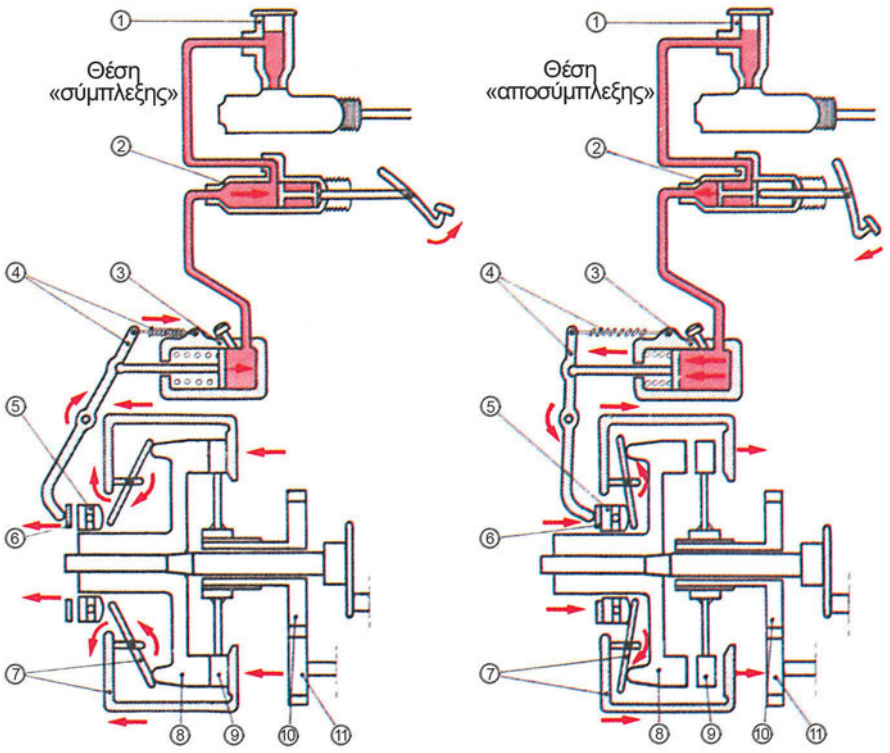


Σχ.2.21 Μεταφορά της δύναμης αποσύμπλεξης με ντίζα (συρματόσχοινο).

2.2.5.3 2) Υδραυλικός τρόπος λειτουργίας του μοχλού (δίχαλου) αποσύμπλεξης

Στον υδραυλικό τρόπο μεταφοράς της δύναμης αποσύμπλεξης, η μετακίνηση του μοχλού (δίχαλου) γίνεται με υδραυλική πίεση. Δηλαδή, η πίεση του πεντάλ από τον οδηγό δημιουργεί πίεση στον κύριο κύλινδρο (εντολοδότη) μιας υδραυλικής αντλίας, η οποία, στη συνέχεια, ενεργοποιεί τον αντίστοιχο εξαρτημένο (εντολοδόχο) κύλινδρο, το έμβολο του οποίου κινεί το μοχλό (δίχαλο) αποσύμπλεξης *(Σχ.2.22).*

Σε μερικές περιπτώσεις, ο κύριος κύλινδρος της υδραυλικής αντλίας του συμπλέκτη και ο αντίστοιχος των φρένων, έχουν κοινό δοχείο υγρού. Επίσης, όπως στο μηχανικό τρόπο λειτουργίας, έτσι και στον υδραυλικό, επάνω και στους δύο κυλίνδρους υπάρχουν ρυθμιστικοί κοχλίες που επιτρέπουν τη ρύθμιση της ελεύθερης διαδρομής του ποδόπληκτρου στα επιθυμητά όρια που κυμαίνονται από 10 μέχρι 30 χιλιοστά (δηλαδή, είναι περίπου ίση με το 1/3 της συνολικής διαδρομής του), ανάλογα, φυσικά, με τον τύπο του οχήματος. Η εξαέρωση στο υδραυλικό σύστημα λειτουργίας του συμπλέκτη γίνεται από τη βαλβίδα εξαέρωσης, η οποία υπάρχει επάνω στον κύλινδρο.



(1. Δεξαμενή υδραυλικού υγρού φρένων και συμπλέκτη 2. Κύριος κύλινδρος συμπλέκτη 3. Εντολοδόχος κύλινδρος με βαλβίδα εξαέρωσης 4. Δίχαλο ελέγχου με ελατήριο επαναφοράς 5. Ωστικός τριβέας απελευθέρωσης 6. Φλάντζα χειρισμού του τριβέα 7. Θήκη κινητή και διάφραγμα 8. Πλάκα πίεσης 9. Δίσκος συμπλέκτη 10. Πινιόν κινητήρα 11. Πρωτεύων άξονας κιβωτίου ταχυτήτων)

Σχ.2.22 Λειτουργία συμπλέκτη με υδραυλικό τρόπο.

2.2.6 Φθορές - Βλάβες - Συντήρηση - Έλεγχος - Ρυθμίσεις.

2.2.6.1 Γενικά

Ο συμπλέκτης του αυτοκινήτου δεν χρειάζεται μεγάλη φροντίδα για τη συντήρησή του. Οι οδηγίες του κατασκευαστή προβλέπουν τον τρόπο με τον οποίο ρυθμίζεται η ελεύθερη διαδρομή του ποδόπληκτρου, καθώς και τα επιτρεπόμενα όρια της απόστασης αυτής. Οι τριβόμενες επιφάνειες του συμπλέκτη (ο δίσκος και οι εφαπτόμενες σ' αυτόν επιφάνειες της πλάκας πίεσης και του σφονδύλου) φθείρονται υποχρεωτικά, ακόμη και σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Αυτή η φθορά έχει σαν

αποτέλεσμα τη μείωση του διάκενου ανάμεσα στο δακτύλιο πίεσης του μοχλού αποσύμπλεξης (δίχαλου) και του ωστικού τριβέα (ρουλεμάν), που τελικά εμφανίζεται σαν μείωση της ελεύθερης διαδρομής του πεντάλ του συμπλέκτη. Είναι φανερό, ότι η σωστή ρύθμιση της ελεύθερης αυτής διαδρομής έχει μεγάλη σημασία για την καλή λειτουργία του συμπλέκτη.
Έτσι, όταν η φθορά των επιφανειών τριβής του συμπλέκτη είναι αρκετά μεγάλη, τότε τα άκρα του μοχλού αποσύμπλεξής του εφάπτονται στο δακτύλιο ώθησης, οπότε εμφανίζεται η συνηθέστερη βλάβη του συμπλέκτη που είναι η ολίσθηση, γνωστή ως «πατινάρισμα». Η ολίσθηση διαπιστώνεται όταν, ενώ επιταχύνει ο κινητήρας (ανεβαίνουν οι στροφές λειτουργίας του), το όχημα δεν εμφανίζει αντίστοιχη επιτάχυνση στο δρόμο.

2.2.6.2 Έλεγχος λειτουργίας συμπλέκτη τριβής

1) Έλεγχος ολίσθησης συμπλέκτη, κατά την εκκίνηση

Ενέργειες:

α) Με σταθμευμένο το όχημα και με πατημένο το πεντάλ του συμπλέκτη, τοποθετούμε την 1η ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων.

β) Αυξάνουμε τις στροφές του κινητήρα στο διπλάσιο, περίπου, των στροφών του ρελαντί.

γ) Ελευθερώνουμε απότομα το πεντάλ του συμπλέκτη για να επιτύχουμε σύμπλεξη με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης (με το κιβώτιο, δηλαδή, ταχυτήτων)

Αποτέλεσμα:

Το αυτοκίνητο πρέπει να επιταχύνει ομαλά στο δρόμο, χωρίς αναπήδηση. Αν αυτό δεν γίνει, τότε υπάρχει ολίσθηση στο συμπλέκτη και χρειάζεται επισκευή ή αντικατάστασή του.

2) Έλεγχος ολίσθησης με χρήση χειρόφρενου.

Ενέργειες:

α) Με σταθμευμένο το όχημα και με πατημένο το πεντάλ του συμπλέκτη, τοποθετούμε μια υψηλή ταχύτητα (π.χ. 3η ή 4η).

β) Αυξάνουμε τις στροφές του κινητήρα.

γ) Έχουμε καλά τραβηγμένο το χειρόφρενο.

δ) Ελευθερώνουμε απότομα το πεντάλ του συμπλέκτη.

Αποτέλεσμα:

Ο κινητήρας θα πρέπει, φυσιολογικά, να σβήσει. Στην περίπτωση, όμως, που αυτός θα εξακολουθεί να λειτουργεί, τότε ο συμπλέκτης ολισθαίνει (πατινάρει) και δεν μπορεί να μεταφέρει τη ροπή στρέψης, οπότε θα χρειασθεί επισκευή ή αντικατάστασή του.

3) Έλεγχος κανονικής λειτουργίας του συμπλέκτη.

1ος Τρόπος
(Με το όχημα επάνω στο έδαφος)

Ενέργειες:

α) Πατάμε το πεντάλ του συμπλέκτη.

β) Τοποθετούμε μια ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων και προσπαθούμε να ακούσουμε θορύβους, χωρίς να αφήνουμε το πεντάλ.

Αποτέλεσμα:

Φυσιολογικά, δεν πρέπει να αντιληφθούμε κάποιον ιδιαίτερο θόρυβο. Εάν, όμως, συμβεί το αντίθετο, τότε ο συμπλέκτης δεν απομονώνει (αποσυμπλέκει) σωστά το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, οπότε απαιτείται επισκευή του.

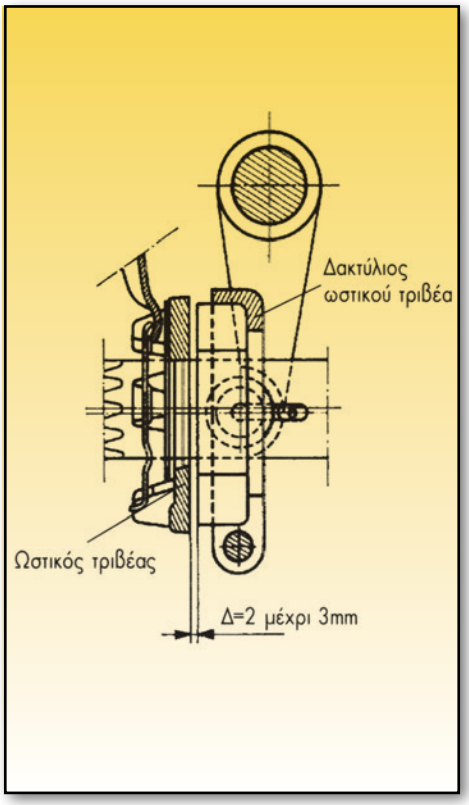
2ος Τρόπος
(Με ανυψωμένο τον κινητήριο άξονα του οχήματος)

Ενέργειες:

α) Ανυψώνουμε τον κινητήριο άξονα του οχήματος.
β) Αποσυμπλέκουμε, πατώντας το πεντάλ του συμπλέκτη.
γ) Τοποθετούμε μία ταχύτητα στο κιβώτιο ταχυτήτων.

Αποτέλεσμα:

Για να απομονώνει (αποσυμπλέκει) καλά ο συμπλέκτης, οι κινητήριοι τροχοί δεν πρέπει να περιστρέφονται.



Σχ.2.23 Διάκενο μεταξύ δακτυλίου ωστικού τριβέα (δίχαλου) και ωστικού τριβέα απελευθέρωσης (ρουλεμάν).

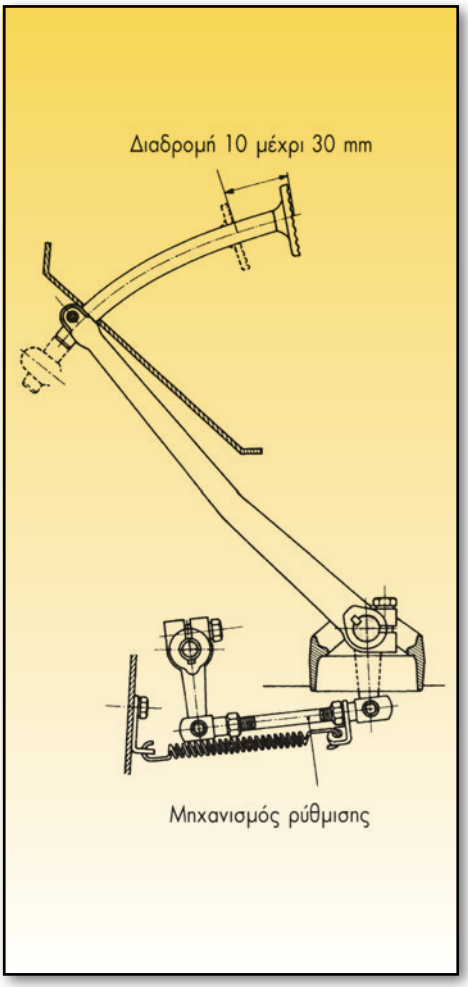
2.2.6.3 Ρυθμίσεις σε συμπλέκτη τριβής

Σ' ένα συμπλέκτη τριβής, συνήθως, γίνονται δύο ρυθμίσεις: Η μία αφορά την απόσταση της ελεύθερης διαδρομής του ποδόπληκτρου (πεντάλ) και η άλλη τη ρύθμιση των ζυγώθρων.

Πιο αναλυτικά:

1) Ρύθμιση ελεύθερης διαδρομής ποδοπλήκτρου.

Με τον καιρό, λόγω της συνεχούς χρήσης του συμπλέκτη, η ελεύθερη διαδρομή του ποδοπλήκτρου ελαττώνεται με αποτέλεσμα ο ωστικός τριβέας απελευθέρωσης (ρουλεμάν) να εφάπτεται στα ζύγωθρα («κοκοράκια») ή στο χτένι και να προκαλείται ολίσθηση («πατινάρισμα») στο συμπλέκτη και φθορά στον τριβέα. Για τους λόγους αυτούς, είναι ανάγκη το ποδόπληκτρο να ρυθμίζεται, ώστε να εξασφαλίζεται το απαιτούμενο διάκενο (περίπου 2 μέχρι 3 χιλιοστά) μεταξύ του ωστικού τριβέα απελευθέρωσης και του δακτυλίου πίεσης του μοχλού αποσύμπλεξης (δίχαλου) *(Σχ.2.23)*. Αυτό επιτυγχάνεται με τη ρύθμιση του μήκους των αρθρωτών συνδέσμων (ντιζών) και



Σχ.2.24 Ρύθμιση της ελεύθερης διαδρομής ποδόπληκτρου συμπλέκτη.

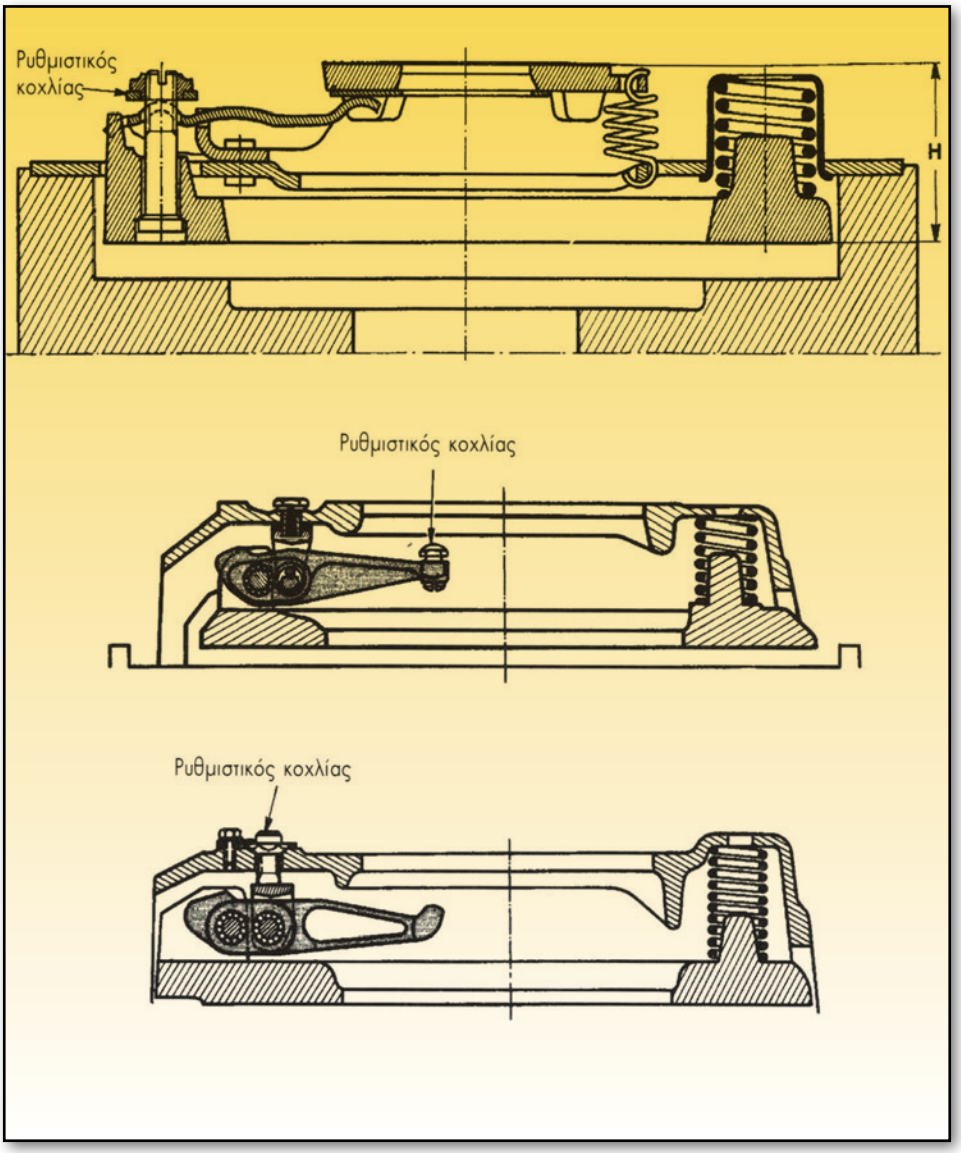
του ασφαλιστικού περικοχλίου («κόντρα παξιμαδιού»). Όταν, λοιπόν, ο συμπλέκτης βρίσκεται σε πλήρη σύμπλεξη, η «νεκρή» διαδρομή του ποδόπληκτρου πρέπει να κυμαίνεται από 10 μέχρι 30 χιλιοστά (περίπου στο 1/3 της συνολικής διαδρομής του), ανάλογα, βέβαια, με τον τύπο του συμπλέκτη και σύμφωνα πάντα με τα κατασκευαστικά εγχειρίδια του κατασκευαστή *(Σχ.2.24)*.

2) Ρύθμιση των ζυγώθρων ή μοχλών απελευθέρωσης συμπλέκτη.

Οι ρυθμιστικοί - ρυθμιζόμενοι κοχλίες του συμπλέκτη *(Σχ.2.25)* είναι αυτοί που ρυθμίζουν τα ζύγωθρα («κοκοράκια») κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αυτά να βρίσκονται στο ίδιο ύψος - με επιτρεπόμενη απόκλιση της τάξης του 0,1 χιλιοστού - σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Έτσι, με τη ρύθμιση αυτή επιτυγχάνεται η παράλληλη κίνηση της πλάκας πίεσης προς τον σφόνδυλο (βολάν), με αποτέλεσμα την ομαλή λειτουργία του συστήματος.

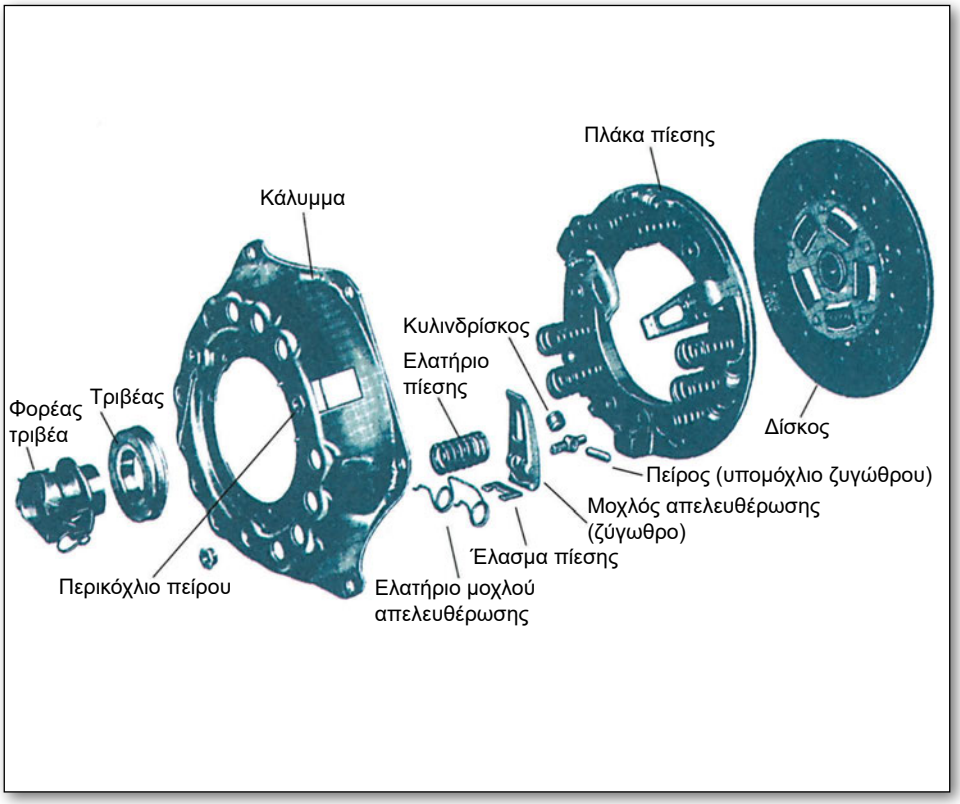
2.2.6.4 Αποσυναρμολόγηση του συμπλέκτη.

Ανάλογα με τη σχεδίαση και την κατασκευή ενός οχήματος, ποικίλλουν και οι σχετικές διαδικασίες για την αφαίρεση και την αντικατάσταση του συμπλέκτη. Αρχικά, πρέπει να αφαιρεθεί το συγκρότημα του κιβωτίου ταχυτήτων, ενώ σε ορισμένους τύπους οχημάτων μπορεί να χρειασθεί να αποσυναρμολογηθεί και μέρος του συστήματος διεύθυνσης. Στη συνέχεια, αφαιρείται η θήκη («χελώνα») του συμπλέκτη ή ακόμη και ο σφόνδυλος μαζί με το κάλυμμα του συμπλέκτη, οπότε ο συμπλέκτης είναι εύκολο να αφαιρεθεί, ξεβιδώνοντας διαδοχικά τα μπουλόνια (βλήτρα) που συγκρατούν το κάλυμμα του επάνω στο σφόνδυλο. Πριν, πάντως, αφαιρέσουμε το συμπλέκτη, τον σημαδεύουμε με αιχμηρό σημαδευτήρι (ζουμπά, πόντα) ακριβώς στη θέση που βρίσκεται, σε σχέση με τον σφόνδυλο. Αυτό γίνεται για να μπορέσουμε, κατά την επανατοποθέτηση, να εφαρμόσουμε το συμπλέκτη στην προ-



Σχ.2.25 Ρυθμιστικοί κοχλίες συμπλέκτη.

ηγούμενη ακριβώς θέση στην οποία βρισκόταν ως προς τον σφόνδυλο, για λόγους ζυγοστάθμισης. Επίσης, πριν από τη χαλάρωση των μπουλονιών, αφαιρούμε το σύστημα του ωστικού τριβέα (ρουλεμάν) μαζί με το σύστημα χειρισμού του. Μετά και τη χαλάρωση των μπουλονιών, αφαιρείται ο δίσκος, ο οποίος αφού και αυτός σημαδευτεί στην πλευρά που εφάπτεται στο σφόν-

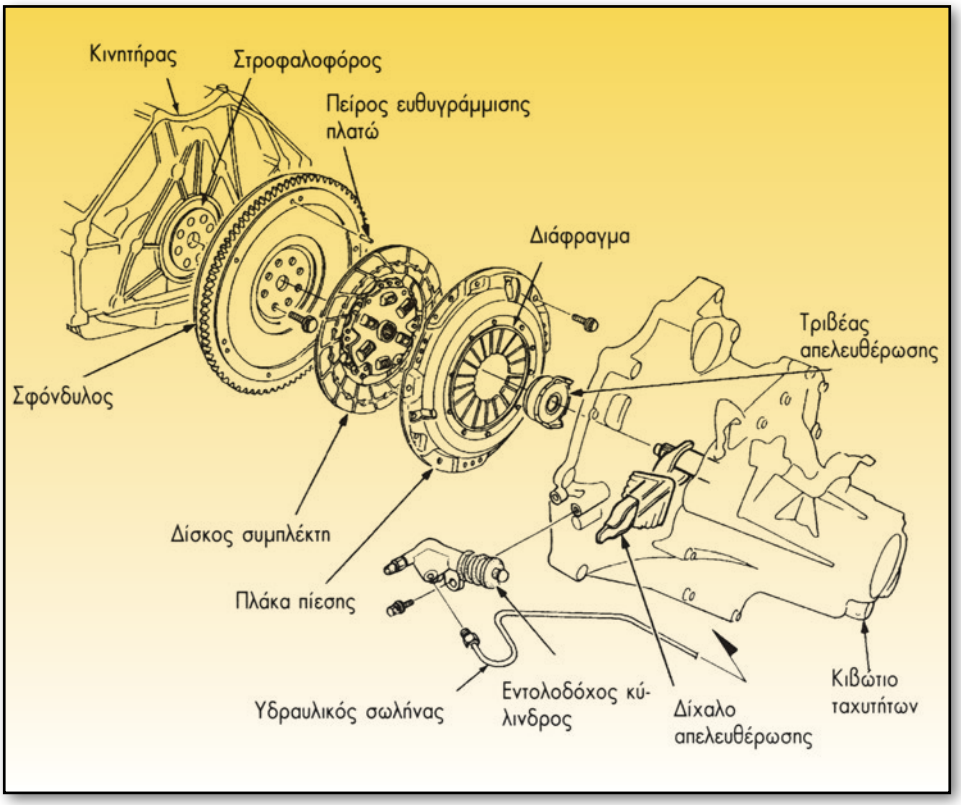


Σχ.2.26 Αποσυναρμολογημένος συμπλέκτης με ελατήρια.

δυλο, τοποθετείται στον πάγκο εργασίας, όπου, με τη χρήση χειροκίνητης πρέσας, πιέζεται το κάλυμμα του και αποσυνδέονται τα υπομόχλια των μοχλών αποσύμπλεξης (ζυγώθρων), με αποτέλεσμα να ελευθερώνονται η πλάκα πίεσης και τα ελατήρια, οπότε έτσι διαλύεται, τελείως, όλο το σύστημα του συμπλέκτη. (Αποσυναρμολογημένοι συμπλέκτες φαίνονται στα παρακάτω δύο Σχήματα: 2.26 και 2.27).

2.2.6.5 Ανακατασκευή συμπλέκτη

Θα πρέπει να τονιστεί, ότι δεν υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες που είναι δυνατόν να εφαρμοσθούν για την ανακατασκευή όλων των τύπων των συμπλεκτών. Γενικά, πάντως, για το σκοπό αυτό, θα πρέπει να ακολουθείται η εξής διαδικασία: Αρχικά γίνεται η αποσυναρμολόγηση του, στη συνέχεια η επισκευή ή συντήρηση των εξαρτημάτων, μετά η επανασυναρμολόγηση του και, τέλος, η ρύθμιση με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή. Αν, κατά τη διάρκεια της ανακατασκευής του συμπλέκτη, εντοπισθούν σοβαρές βλάβες σε βασικά εξαρτήματα του, όπως είναι ο δίσκος, η πλάκα πίεσης κλπ, θα πρέπει να γίνει ολική αντικατάσταση του, σύμφωνα με τις οδηγίες που



Σχ.2.27 Αποσυναρμολογημένος συμπλέκτης με διάφραγμα (χτένι).

δίνουν, σήμερα, οι περισσότεροι κατασκευαστές. Παλαιότερα, υπήρχαν κατασκευαστές οι οποίοι είχαν συντάξει «βιβλία συνεργείων», που περιείχαν οδηγίες για την αποσυναρμολόγηση και επισκευή του συμπλέκτη, ενώ, ακόμη και σήμερα, ορισμένα συνεργεία είναι εξειδικευμένα μόνο στην επισκευή συμπλεκτών.

2.2.6.6 Επιθεώρηση και επισκευές σε εξαρτήματα αποσυναρμολογημένου συμπλέκτη.

Τα διάφορα εξαρτήματα - μέλη ενός συμπλέκτη μπορεί να ελεγχθούν, μετά την αφαίρεση του από το όχημα και την αποσυναρμολόγησή του, ακολουθώντας διαδοχικά τις εξής διαδικασίες:

1) Με τη χρήση πεπιεσμένου αέρα αφαιρούμε τη σκόνη από τη θήκη του συμπλέκτη και ελέγχουμε για τυχόν διαρροές λαδιού από την τσιμούχα του ρουλεμάν του στροφαλοφόρου της μηχανής και από την τσιμούχα του πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου των ταχυτήτων. Αν παρατηρηθούν τέτοιες διαρροές, αντικαθιστούμε τις τσιμούχες.
2) Ελέγχουμε την επιφάνεια τριβής του σφονδύλου, ώστε να έχει

ομοιόμορφη φθορά, γιατί αν παρατηρηθούν γραμμώσεις και αυλακώσεις λόγω τριβής, ραγίσματα ή ανομοιόμορφη φθορά, τότε ο σφόνδυλος πρέπει να λειανθεί σε τόρνο, και σε βάθος το πολύ μέχρι 1mm. Στη συνέχεια, μετρούμε το σφόνδυλο καθ' όλο το πλάτος του με ειδικό μετρητικό όργανο κλίμακας και αν διαπιστωθεί ότι είναι στρεβλωμένος ή κατεστραμμένος, πρέπει να αντικατασταθεί.

3) Ελέγχουμε τον δακτυλιοειδή τριβέα που υπάρχει στο άκρο του στροφαλοφόρου και, αν είναι χαλασμένος, τον αντικαθιστούμε.

4) Ελέγχουμε τον στροφέα από την πλευρά του κιβωτίου ταχυτήτων για τυχόν φθορές και, αν είναι ακατάλληλος, τον αντικαθιστούμε.

5) Εξετάζουμε το δίσκο τριβής, προσεκτικά, γιατί κάθε ίχνος λαδιού ή γράσου προκαλεί ολίσθηση στον συμπλέκτη και πολύ γρήγορη «μετωπική» φθορά. Φυσικά, αντικαθιστούμε το δίσκο, σε μια τέτοια περίπτωση, ή αν η επένδυση του (το υλικό τριβής), είτε έχει μεγάλη φθορά και απέχει μόλις 0,4mm από την κεφαλή των ειδικών ήλων (πριτσινιών), είτε έχει χαλαρώσει. Επίσης, ο δίσκος πρέπει να αντικαθίσταται, αν παρατηρηθούν άλλες ζημιές, όπως καμένα ελατήρια στρέψης, χαλαροί ήλοι (πριτσίνια), σημάδια υπερθέρμανσης κλπ. Πολλές φορές, αν το μεταλλικό τμήμα του δίσκου είναι σε καλή κατάσταση, τοποθετείται (καρφώνεται) νέα επένδυση (υλικό τριβής) με ειδικό καρφωτικό μηχάνημα («πριτσινάδόρο»), αφού αφαιρεθούν τα παλιά καρφιά (ήλοι) με τρύπημα. Κατά την αντικατάσταση των επενδύσεων, πρέπει να προσέξουμε να μην παραμορφωθεί ο δίσκος του συμπλέκτη περισσότερο από 0,3 χιλιοστά, γιατί διαφορετικά θα πρέπει να ευθυγραμμιστεί, με τη βοήθεια μιας ειδικής συσκευής («διχάλας»).

6) Καθαρίζουμε την πλάκα πίεσης με διαλυτικό και την ελέγχουμε. Αν διαπιστώσουμε ότι οι επιφάνειες τριβής είναι καμένες ή παρουσιάζουν γραμμώσεις, τότε η πλάκα πρέπει να λειανθεί σε φρέζα και σε βάθος το πολύ μέχρι 1 χιλιοστό, ενώ η μέγιστη ανοχή της λειότητας της επιφάνειας τριβής είναι 0,05% του αρχικού πάχους της πλάκας πίεσης. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι, εάν πρέπει ο δίσκος του συμπλέκτη να αντικατασταθεί, καλό είναι να αντικαθίσταται και το συγκρότημα της πλάκας πίεσης.

7) Ελέγχουμε τους μοχλούς απεμπλοκής (ζύγωθρα ή κοκοράκια), για τυχόν φθορές στις οπές έδρασης τους και στους πείρους, ενώ ελέγχονται και οι επιφάνειες πίεσης τους, οπότε όταν εντοπιστούν βλάβες, φθορές ή στρεβλώσεις, οι μοχλοί αυτοί αντικαθίστανται.

8) Ελέγχουμε, κατά πόσον η επιφάνεια της θήκης του συμπλέκτη, αφενός είναι απόλυτα επίπεδη, (αφού την εφαρμόσουμε επάνω σε άλλη επίπεδη επιφάνεια) και αφετέρου αν παρουσιάζει σπασίματα ή ραγίσματα.

9) Ελέγχουμε το ρουλεμάν κατά πόσο περιστρέφεται ομαλά (ελεύ-

θερα), όταν το κρατάμε με το ένα χέρι, ενώ με το άλλο εφαρμόζουμε σ' αυτό μικρό ωστικό φορτίο. Επίσης, δεν πρέπει να παράγει θόρυβο, κατά την περιστροφή του, ενώ πρέπει να ελέγχουμε και την κατάσταση της πλευράς του εκείνης, στην οποία εφάπτεται ο μοχλός απελευθέρωσης. Έτσι, αντικαθιστούμε το ρουλεμάν εκείνο που δεν είναι σε καλή κατάσταση.

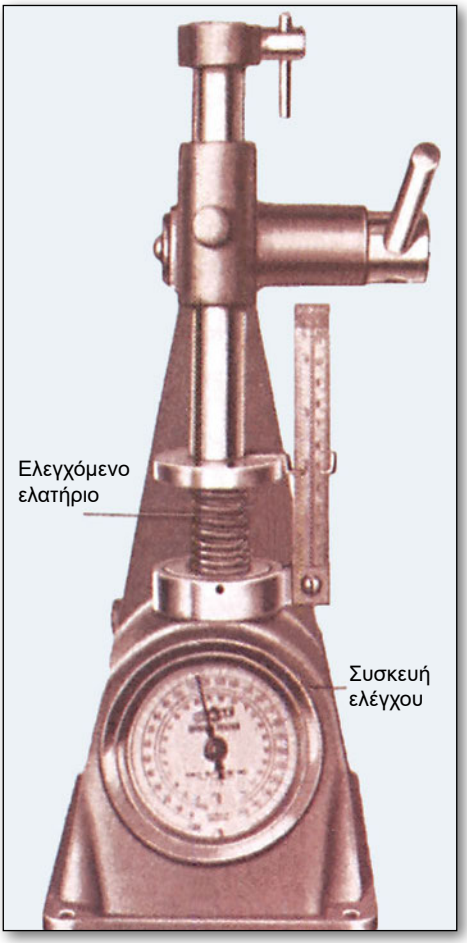
10) Ελέγχουμε τη συμπίεση των ελατηρίων του συμπλέκτη σε ειδικό μηχάνημα *(Σχ.2.28),* κατά πόσο παρουσιάζουν την αντίσταση που προβλέπει ο κατασκευαστής. Σε περίπτωση, πάντως, αλλαγής τους, αντικαθίστανται όλα μαζί και όχι μεμονωμένα.

11) Ελέγχουμε το δίχαλο απελευθέρωσης για τυχόν φθορές στα σημεία όπου εμπλέκεται με τον τριβέα απελευθέρωσης (ρουλεμάν), και ανάλογα με τη φθορά που εμφανίζει, είτε επισκευάζεται, είτε αντικαθίσταται.

12) Δεν πλένουμε ποτέ τον ωστικό τριβέα (ρουλεμάν) αποσύμπλεξης με πετρέλαιο ή άλλο διαλυτικό, γιατί θα διαλυθεί το λιπαντικό (γράσο) που βρίσκεται μέσα σ' αυτό σφραγισμένο από τον κατασκευαστή, οπότε η καταστροφή του θα είναι ζήτημα ελάχιστου χρόνου.

2.2.6.7 Συναρμολόγηση του συμπλέκτη.

Κατά τη συναρμολόγηση του συμπλέκτη, εκτελούμε τις ίδιες εργασίες που αφορούσαν την αποσυναρμολόγηση, αλλά με την αντίστροφη σειρά. Πάντως, πρέπει να δίδεται μεγάλη προσοχή, ώστε να τοποθετείται κάθε τεμάχιο στη θέση που είχε πριν από την αποσυναρμολόγηση, με βάση τα σημεία επισήμανσης. Κάθε ίχνος λίπους ή λαδιού επάνω στο δίσκο και στις επιφάνειες σύσφιξης του συμπλέκτη πρέπει να αφαιρείται με πλύσιμο με ειδικό καθαριστικό υγρό (τριχλωραιθυλένιο). Συνήθως, πριν από τη συναρμολόγηση όλου του συγκροτήματος επάνω στο σφόνδυλο και σύμφωνα, πάντα,



Σχ.2.28 Συσκευή ελέγχου συμπίεσης των ελατηρίων συμπλέκτη.

με τις οδηγίες του κατασκευαστή, επεμβαίνουμε στα ρυθμιστικά άκρα (κοχλίες) των υπομοχλίων και ρυθμίζουμε τα άκρα αποσύμπλεξης (ζύγωθρα) κατά τέτοιο τρόπο, ώστε αυτά να βρίσκονται στο ίδιο ύψος. Στη συνέχεια, ελέγχουμε τον δακτύλιο του ωστικού τριβέα (ρουλεμάν) για την παραλληλότητά του τόσο ως προς το κέλυφος του συμπλέκτη, όσο και ως προς την πλάκα πίεσης και τον σφόνδυλο. Για την οριστική προσαρμογή του συμπλέκτη στο σφόνδυλο, ένας παλιός άξονας κιβωτίου ταχυτήτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν οδηγός για το κεντράρισμα του δίσκου. Στη συνέχεια, ο συμπλέκτης τοποθετείται στην προβλεπόμενη θέση του και συσφίγγονται σταυρωτά τα βλήτρα (μπουλόνια) για την απόλυτη στερέωσή του. Τέλος, επανασυνδέουμε το σύστημα του ωστικού τριβέα στο δίχαλο αποσύμπλεξης.

2.2.6.8 Βλάβες συμπλέκτη.

Οι πιο συνηθισμένες και σοβαρές βλάβες ενός συμπλέκτη είναι οι εξής:

1) Ολίσθηση (**«πατινάρισμα»**). Η βλάβη αυτή μπορεί να προέρχεται από τις παρακάτω αιτίες:

- Απουσία προβλεπόμενης ελεύθερης διαδρομής (τζόγου) στο ποδόπληκτρο.
- Υπερβολική φθορά ή γυαλάδα στην επένδυση τριβής (θερμουΐτ) του δίσκου.
- Εξασθενημένα ή σπασμένα ελατήρια της πλάκας πίεσης.
- Παρουσία λιπαντικού στο συμπλέκτη, είτε λόγω φθαρμένου τριβέα ή τσιμούχας του τελευταίου εδράνου της βάσης, είτε λόγω υπερβολικά γεμάτου με λιπαντικό κιβωτίου ταχυτήτων.
- Αρρύθμιστα ζύγωθρα («κοκοράκια»), λόγω ανομοιόμορφης τάσης των ελατηρίων.
- Κατεστραμμένη πλάκα πίεσης.
- Κακή ευθυγράμμιση του πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων.

2) Κακή αποσύμπλεξη. Η βλάβη αυτή μπορεί να οφείλεται στις παρακάτω αιτίες:

- Υπερβολικός τζόγος (διάκενο) στο ποδόπληκτρο.
- Αντικανονική ρύθμιση των ζυγώθρων.
- Φθορά στα σημεία σύνδεσης των ζυγώθρων με την πλάκα πίεσης.
- Σπασμένα κομμάτια θερμουΐτ, που έχουν εντοπιστεί στο χώρο μεταξύ σφονδύλου και δίσκου.
- Στρεβλωμένη πλάκα πίεσης ή στρεβλωμένος δίσκος ή στρεβλωμένος πρωτεύων άξονας στο σημείο στήριξης του επί του σφονδύλου.
- Εξασθένηση των αγκίστρων του διαφράγματος (χτενιού) μορφής ελατηρίου.
- Μη ελεύθερη ολίσθηση της πλήμνης του δίσκου τριβής («καρέ») επάνω στις αυλακώσεις του άξονα του συμπλέκτη.

3) Απότομη σύμπλεξη («σκορτσάρισμα»).
Το σύμπτωμα αυτό μπορεί να προέρχεται από τους παρακάτω παράγοντες:

- Λανθασμένη ρύθμιση ζυγώθρων.
- Ακαθαρσίες στα θερμουΐτ του δίσκου.

- Τραχεία (ανώμαλη) επιφάνεια τριβής.
- Εξασθενημένα ή σπασμένα ελατήρια του δίσκου απόσβεσης της σύμπλεξής του με το κιβώτιο ταχυτήτων.
- Χαλαρές επιφάνειες του δίσκου τριβής.
- Χαλαρές συνδέσεις του κινητήρα στο πλαίσιο του οχήματος.

4) Θορυβώδης λειτουργία. Το σύμπτωμα αυτό μπορεί να προέρχεται από τους παρακάτω λόγους:

- Φθαρμένος ή χωρίς γράσο τριβέας απελευθέρωσης (ρουλεμάν).
- Θραύση ελατηρίων συγκράτησης των ζυγώθρων.
- Φθορά πολύσφηνου πρωτεύοντα άξονα ή πλήμνης του δίσκου με τα θερμουΐτ.
- Φθορά ή έλλειψη λίπανσης στο σημείο στήριξης του πρωτεύοντα άξονα επί του σφονδύλου.
- Ασθενή ή σπασμένα ελατήρια του δίσκου απόσβεσης των ταλαντώσεων («σκορτσαρίσματος») κατά τη φάση της σύμπλεξης.

2.2.7 Αυτόματοι συμπλέκτες

2.2.7.1 Γενικά

Οι αυτόματοι συμπλέκτες έχουν εφαρμογή στα ημιαυτόματα και αυτόματα συστήματα μετάδοσης της κίνησης και εξασφαλίζουν, αφενός την αποσύμπλεξη του κινητήρα, όταν αυτός λειτουργεί στο ρελαντί ή το όχημα βρίσκεται σε στάση ή σε βραδυπορία με ορισμένο όριο στροφών, και αφετέρου τη βαθμιαία σύμπλεξή του, όταν ο αριθμός των στροφών του κινητήρα αυξάνει.

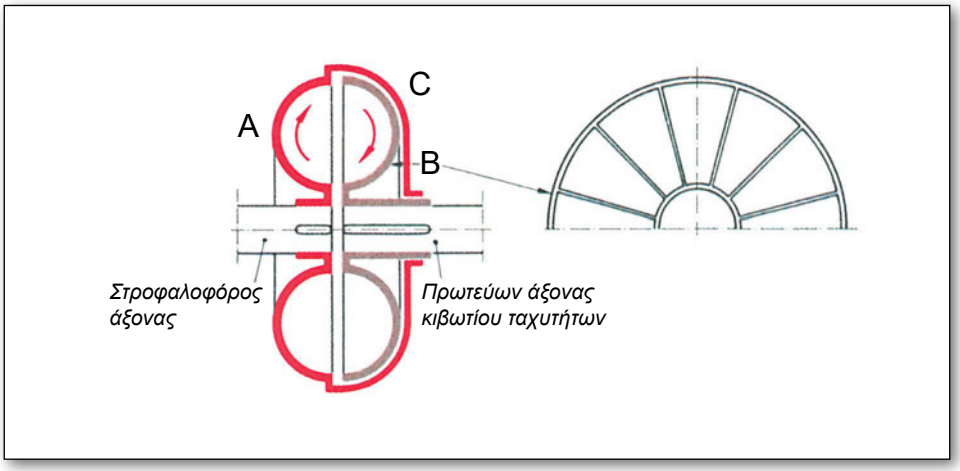
Οι αυτόματοι συμπλέκτες μπορεί να είναι φυγοκεντρικοί, ηλεκτρομαγνητικοί και υδραυλικοί. Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει η περιγραφή μόνο του υδραυλικού συμπλέκτη, που είναι και ο περισσότερο διαδεδομένος στα αυτοκίνητα.

2.2.7.2 Υδραυλικός συμπλέκτης

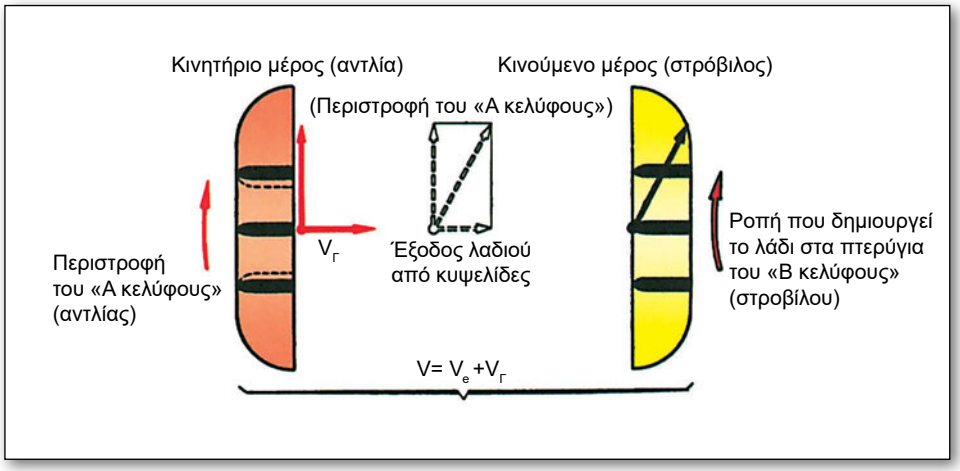
Ο χειρισμός ενός κλασικού συμπλέκτη αποτελούσε πάντοτε μία επιδέξια και κάπως δύσκολη επέμβαση από πλευράς του οδηγού. Η δυσκολία, κυρίως, εντοπιζόταν στο μέγεθος της δύναμης που έπρεπε να εφαρμοσθεί κάθε φορά στο ποδόπληκτρο, τη στιγμή που θα έπρεπε να γίνει αλλαγή ταχύτητας (σχέσης) στο κιβώτιο ταχυτήτων. Οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων, όμως, έθεσαν ως βασικό τους σκοπό την κατάργηση αυτής της διαδικασίας, με την κατασκευή του υδραυλικού συμπλέκτη ή της υδραυλικής σύμπλεξης, όπου η περιστροφική μετάδοση της κίνησης εξασφαλίζεται, προοδευτικά, χωρίς την παρέμβαση του οδηγού.

- **Αρχή λειτουργίας** *(Σχ.2.29)*

Η λειτουργία του υδραυλικού συμπλέκτη μπορεί να παρομοιασθεί με την αντίστοιχη λειτουργία δύο ηλεκτρικών ανεμιστήρων, που είναι τοποθετημένοι ο ένας απέναντι στον άλλον και πολύ κοντά μεταξύ τους. Έτσι, αν συνδέσουμε τον ένα σε μία ηλεκτρική πηγή, ώστε να τον θέσει σε λειτουργία, τότε παρατηρούμε, ότι και ο άλλος ανεμιστήρας - με τη βοήθεια του εκτοξευμένου, από τον πρώτο ανεμιστήρα, αέρα -χωρίς να έχει συνδεθεί με το ηλεκτρικό ρεύμα, θα αρχίσει να περιστρέφεται, και μάλιστα με ταχύτητα που συνεχώς θα



Σχ.2.29 Υδραυλικός συμπλέκτης.



Σχ.2.30 Το λάδι εξερχόμενο από τις κυψελίδες του «Α» κτυπά, υποχρεωτικά, στα πτερύγια του «Β» και τα περιστρέφει.

μεγαλώνει, και θα τείνει να γίνει ίση με την ταχύτητα του πρώτου ανεμιστήρα. Στον υδραυλικό, λοιπόν, συμπλέκτη ισχύει, ακριβώς, η ίδια αυτή λειτουργία, με τη διαφορά, ότι στη θέση του αέρα ως κινητήριου μέσου έχουμε υδραυλικό υγρό.

Για το σκοπό αυτό, στο άκρο του στροφαλοφόρου άξονα - με τον οποίο βέβαια και περιστρέφεται μαζί - είναι τοποθετημένο ένα ημισφαιρικό κέλυφος «Α» (το οποίο καλούμε και αντλία) με πτερύγια που δημιουργούν «κελιά». Απέναντί του βρίσκεται ένα παρόμοιο ημισφαιρικό κέλυφος «Β» (που καλείται και στρόβιλος), που είναι στερεωμένο στον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων, τον οποίο και περιστρέφει.

Ο στρόβιλος «Β» περικλείεται από το κέλυφος «C», το οποίο είναι μόνιμα συνδεδεμένο με την αντλία «Α», ενώ ο χώρος μεταξύ του «Α» και του «Β» είναι πληρωμένος κατά 3/4 με υδραυλικό υγρό.

- **Μηχανική μελέτη** *(Σχ.2.30)*

Πιο αναλυτικά και ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα κάθε οχήματος, ο υδραυλικός συμπλέκτης λειτουργεί - κατά περίπτωση - ως εξής:

α. Όχημα σε στάση

Η εκκίνηση του κινητήρα πραγματοποιείται χωρίς δυσκολία, διότι οι τριβές του λαδιού (υγρού) παρουσιάζουν μια πολύ μικρή αντίσταση και έτσι αυτό συσσωρεύεται στο κάτω μέρος της θήκης «C».

β. Όχημα κατά την εκκίνηση

Η ταχύτητα του κινητήρα καθώς αυξάνει, δημιουργεί φυγοκεντρική δύναμη η οποία εκτινάσσει το υδραυλικό λάδι έξω από το κέλυφος «Α». Όμως, αυτό επιστρέφει και πάλι προς το κέντρο, οδηγούμενο από τα πτερύγια του κελύφους «Β», τα οποία αρχικά παρέμεναν ακίνητα. Μελετώντας την ταχύτητα V του λαδιού στην έξοδο των πτερυγίων του «Α», παρατηρούμε ότι το διάνυσμα της ταχύτητας V είναι αποτέλεσμα δύο συνιστωσών:

- Της συνιστώσας Vr, η οποία είναι η σχετική ταχύτητα, σε σχέση με το «Α» και είναι αξονική.
- Της συνιστώσας Ve, η οποία είναι η ταχύτητα περιστροφής, λόγω της κίνησης του «Α», και είναι εφαπτομενική.

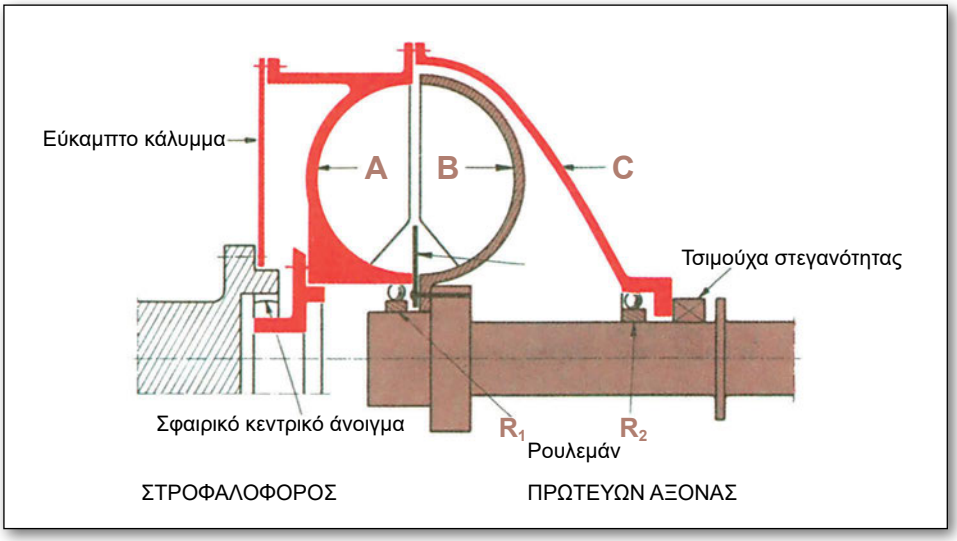
Το διάνυσμα, λοιπόν, V είναι πλάγιο σε σχέση με τα πτερύγια του «Β» και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, ο πρωτεύων άξονας του κιβωτίου ταχυτήτων να υφίσταται μία ροπή, που συνεχώς γίνεται μεγαλύτερη, όσο ο κινητήρας περιστρέφεται πιο γρήγορα, καθόσον η Ve αυξάνει ανάλογα με την ταχύτητα του κινητήρα. Μόλις αυτή η ροπή γίνει τόσο ισχυρή, ώστε να είναι σε θέση να νικήσει τις αντιστάσεις, που παρουσιάζονται κατά την εκκίνηση του οχήματος, τότε αυτό τίθεται σε κίνηση.

γ. Όχημα σε κανονική κίνηση

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με κανονικές στροφές, η παροχή του λαδιού - υγρού στην έξοδο των πτερυγίων του «Α» είναι σημαντική, οπότε και η ροπή που εξασκείται από την εκτόξευση του λαδιού επί των πτερυγίων του «Β», διατηρείται σε μία υψηλή τιμή. Πρακτικά, αυτό σημαίνει ότι ο πρωτεύων άξονας του κιβωτίου ταχυτήτων περιστρέφεται με αριθμό στροφών που αντιστοιχεί στο 94 μέχρι 96% των στροφών του κινητήρα.

- **Τεχνολογική μελέτη** *(Σχ.2.31)*

Το βασικό πρόβλημα της κατασκευής ενός τέτοιου συμπλέκτη, είναι να εξασφαλισθεί η απόλυτη στεγανότητα μεταξύ των συγκροτημάτων A, B, C, που περιστρέφονται με την ταχύτητα του κινητήρα και του πρωτεύοντα άξονα, καθώς επίσης και να επιτευχθεί τέτοια συναρμολόγηση, η οποία να εξασφαλίζει την πλήρη ευθυγράμμιση των συγκροτημάτων αυτών.
Έτσι, τα προβλήματα αυτά αντιμετωπίζονται, κατά περίπτωση, με τις εξής τεχνικές παρεμβάσεις:



Σχ.2.31 Τομή υδραυλικού συμπλέκτη.

α. Στην πλευρά του στροφαλοφόρου

Ένα σφαιρικό άνοιγμα («κεντρικός οδηγός») επί του στροφαλοφόρου άξονα, υποχρεώνει την ευθυγράμμιση των συγκροτημάτων A, B, C, ενώ ένα άλλο λεπτό εύκαμπτο κάλυμμα εξασφαλίζει την περιστροφή με απόλυτη στεγανότητα.

β. Στην πλευρά του κιβωτίου ταχυτήτων

Δύο ρουλεμάν, απομονωμένα και σε σχετικά μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, είναι τοποθετημένα μεταξύ των A, B, C, επάνω στο πρωτεύοντα άξονα. Μία τσιμούχα στεγανότητας, η οποία αποτελείται από δύο λεία δακτυλίδια, που πιέζονται από ένα ελατήριο, εξασφαλίζει την απαιτούμενη στεγανότητα από τυχόν απώλειες λαδιού (υδραυλικού υγρού).

- **<u>Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα</u>**

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα ενός υδραυλικού συμπλέκτη είναι, αναλυτικά, τα εξής:

1. Πλεονεκτήματα

α) Το βασικό πλεονέκτημα του υδραυλικού συμπλέκτη είναι ότι εξασφαλίζει ομαλή, βαθμιαία και ελαστική μετάδοση της κίνησης.

β) Λειτουργεί ως ένας άριστος αποσβεστήρας των στρεπτικών ταλαντώσεων, που δημιουργεί ο κινητήρας κατά τη λειτουργία του, με αποτέλεσμα να προστατεύει το κιβώτιο ταχυτήτων και, γενικά, όλο το σύστημα μετάδοσης της κίνησης από ζημιές αυτής της μορφής.

2. Μειονεκτήματα

α) Είναι μειωμένης απόδοσης, διότι κατά τη λειτουργία του, το λάδι, λόγω της φυγόκεντρης δύναμης, εκτινάσσεται προς το εξωτερικό των πτερυγίων της αντλίας «Α» και από εκεί επιστρέφει και πάλι στο κέντρο οδηγούμενο από τα πτερύγια του στροβίλου «Β».

Έτσι, όμως, το υδραυλικό υγρό δαπανά το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας του, με αποτέλεσμα, όταν στη συνέχεια επιστρέφει εκ νέου στην αντλία, να την συναντά κατά διεύθυνση αντίθετη προς την κίνησή της, γεγονός που μειώνει την απόδοση του συμπλέκτη.

β) Η αποσύμπλεξη σε κίνηση, ή και στο ρελαντί ακόμη, δεν είναι δυνατή, πράγμα που καθιστά αδύνατη την αλλαγή ταχύτητας με κλασσικό κιβώτιο ταχυτήτων, διότι η μεταφερόμενη ισχύς, πιέζει τα δόντια των οδοντωτών τροχών, το ένα πάνω στο άλλο, μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων και εμποδίζουν τους τροχούς να ολισθήσουν.

γ) Δεν μπορεί να ενισχύει τη ροπή στρέψης του κινητήρα.

- **Φθορές - βλάβες - συντήρηση - έλεγχος - ρυθμίσεις**

Ο υδραυλικός συμπλέκτης, συγκρινόμενος με τον κλασσικό συμπλέκτη τριβής, μπορούμε να πούμε ότι αφού εργάζεται χωρίς τριβές, δεν παρουσιάζει φθορές, και γι' αυτό σπάνια παθαίνει βλάβες.

Πάντως, ο συμπλέκτης αυτού του τύπου πρέπει να είναι πάντοτε γεμάτος - μέχρι τα χείλη του πώματος πλήρωσης - με το κατάλληλο υδραυλικό λάδι. Όταν, μάλιστα, δεν υπάρχουν διαρροές, το αρχικό λάδι, θεωρητικά, μπορεί να εκτιμηθεί ως αρκετό για όλη τη διάρκεια της ζωής του, στην πράξη, όμως, η στάθμη του πρέπει να ελέγχεται κάθε 4.000Km, ενώ για τυχόν διαρροές πρέπει να ελέγχεται, οπωσδήποτε, κάθε 15.000 μέχρι 20.000Km.

Τυχόν απώλεια λαδιού εμφανίζεται σαν αύξηση της ολίσθησης, όπως συμβαίνει και με το πατινάρισμα του κοινού συμπλέκτη τριβής, όπου η αύξηση των στροφών του κινητήρα δεν επιφέρει και ανάλογη αύξηση στην ταχύτητα του οχήματος.

Άλλα σημεία του υδραυλικού συμπλέκτη που μπορεί να φθαρούν και πρέπει να ελέγχονται, είναι η τσιμούχα στεγανότητας που υπάρχει στον πρωτεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων, καθώς και τα δύο ρουλεμάν, τα οποία πρέπει να αντικαθίστανται, όταν φθαρούν.

2.2.8 Περίληψη της ενότητας

- Ο συμπλέκτης είναι το πρώτο, κατά σειρά, εξάρτημα του συστήματος μετάδοσης της κίνησης ενός οχήματος. Τοποθετείται αμέσως μετά από την οπίσθια πλευρά του σφονδύλου, μεταξύ δηλαδή του κινητήρα και του κιβωτίου ταχυτήτων (σαζμάν) και έχει σκοπό να απομονώνει την κίνηση του κινητήρα από το κιβώτιο, κατά τη βούληση του οδηγού και όταν αυτό είναι αναγκαίο. Η απομόνωση γίνεται με την πίεση από τον οδηγό του ποδόπληκτρου (πεντάλ) του συμπλέκτη, το οποίο με τη σειρά του μεταφέρει τη δύναμη στο μοχλό απομόνωσης του συμπλέκτη, με μηχανικό ή υδραυλικό τρόπο. Σε κανονική λειτουργία, όταν δηλαδή το όχημα κινείται, ο συμπλέκτης βρίσκεται σε σύμπλεξη με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, ενώ με την πίεση του ποδόπληκτρου, αποσυμπλέκεται απ' αυτό.
- Η λειτουργία των συμπλεκτών βασίζεται, για μεν τους συνήθεις μηχανικούς συμπλέκτες, στην ξηρά τριβή,

για δε τους αντίστοιχους υγρής σύμπλεξης, στην υγρή τριβή και στην αδράνεια.

- Οι κυριότεροι τύποι μηχανικών συμπλεκτών είναι: ο συμπλέκτης ενός δίσκου με ελατήρια, ο συμπλέκτης ενός δίσκου με διάφραγμα (χτένι) τύπου ελατηρίου και ο συμπλέκτης πολλαπλών δίσκων.

Επίσης, υπάρχουν και οι αυτόματοι συμπλέκτες, στους οποίους περιλαμβάνεται ο φυγοκεντρικός, ο ηλεκτρομαγνητικός και ο υδραυλικός συμπλέκτης, τον οποίο και αναπτύξαμε.

- Όλοι οι συμπλέκτες αποτελούνται από τα κινητήρια μέλη, που περιστρέφονται μαζί με τον κινητήρα, τα κινούμενα μέλη, που είναι προσαρμοσμένα

2.2.9 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Σε τι χρησιμεύει ο συμπλέκτης και πού βασίζεται η λειτουργία του;
2. Πόσα είδη συμπλεκτών χρησιμοποιούνται στα οχήματα;
3. Ποια είναι τα κυριότερα μέρη ενός συμπλέκτη με δίσκους;
4. Ποια είναι τα κυριότερα μέρη ενός υδραυλικού συμπλέκτη;
5. Τι συμβαίνει όταν ο οδηγός πατά το πεντάλ του συμπλέκτη, και τι όταν αυτό είναι ελεύθερο;
6. Ποια είναι η βασική αρχή της λειτουργίας του υδραυλικού συμπλέκτη;
7. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα του υδραυλικού συμπλέκτη;
8. Ποιες είναι οι βασικές ρυθμίσεις σε ένα μηχανικό συμπλέκτη;
9. Σε ποια αρχή στηρίζεται η λειτουργία ενός συμπλέκτη «ξηράς τριβής»;
10. Ποιες οι πιθανές βλάβες ενός μηχανικού συμπλέκτη;
11. Σε ποιο εξάρτημα η πλάκα πίεσης και το κάλυμμα του συμπλέκτη είναι στερεωμένα;
12. Όταν τα άκρα των μοχλών απελευθέρωσης (ζύγωθρα) πιέζονται από τον ωστικό τριβέα απελευθέρωσης (ρουλεμάν), τι συμβαίνει στα άλλα άκρα αυτών των μοχλών απελευθέρωσης;
13. Όταν ο συμπλέκτης είναι σε σύμπλεξη, ο δίσκος τριβής μεταξύ ποιων τμημάτων βρίσκεται συμπιεσμένος;

στο κιβώτιο ταχυτήτων και κινούνται μαζί με αυτό, και τα βοηθητικά εξαρτήματα λειτουργίας και χειρισμού τους.

- Επειδή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, ο συμπλέκτης αποτελείται από περιστρεφόμενα μέρη, από τα οποία ορισμένα τρίβονται μεταξύ τους, αυτά παθαίνουν φθορές, οπότε και ο συμπλέκτης παρουσιάζει βλάβες. Έτσι, για να αντικαταστήσουμε τα φθαρμένα εξαρτήματά του και να τον επισκευάσουμε, πρέπει να ακολουθήσουμε τη διαδικασία, που συνίσταται κατά σειρά: στον έλεγχο λειτουργίας, στην αποσυναρμολόγηση, στην επιθεώρηση και επισκευή των εξαρτημάτων, στη συναρμολόγηση, στις ρυθμίσεις και τέλος, στη δοκιμή.

14. Ποιος συμπλέκτης είναι πιο απλός στην κατασκευή του; ο συμπλέκτης με ελατήρια ή ο αντίστοιχος με διάφραγμα τύπου ελατηρίου και γιατί; Ποια τα πλεονεκτήματα του δεύτερου αυτού τύπου συμπλέκτη;

15. Σε ποιον τύπο συμπλέκτη το ποδόπληκτρο απαιτεί μικρότερη δύναμη πίεσης και γιατί;

16. Ονομάστε τις αιτίες εκείνες, οι οποίες μπορεί να κάνουν τον συμπλέκτη να ολισθαίνει (πατινάρει).

17. Ονομάστε τις αιτίες, εκείνες, οι οποίες μπορεί να κάνουν θορυβώδη τη λειτουργία του συμπλέκτη.

18. Αν ο συμπλέκτης δεν αποσυμπλέκει ομαλά, σε ποιες αιτίες μπορεί να οφείλεται η βλάβη αυτή;

19. Σε ποιες αιτίες μπορεί να οφείλεται η ταχεία φθορά του δίσκου τριβής;

20. Ατομική εργασία

α. Συμβουλευόμενος ένα βιβλίο συνεργείου να συντάξεις μια λίστα των βημάτων (ενεργειών) που απαιτούνται:

- Για τη ρύθμιση του πεντάλ.
- Για τη ρύθμιση των ζυγώθρων.
- Για την αφαίρεση και επανατοποθέτηση του συμπλέκτη.

β. Να συντάξεις ένα πίνακα εργασιών, τις οποίες εκτελείς, ως συνήθως, σε ένα συμπλέκτη που να περιέχει τα παράπονα - παρατηρήσεις του πελάτη για τη βλάβη που του συνέβη, τις προσωπικές σου διαπιστώσεις, τις επισκευές που κατά καιρούς έκανες, και τα ειδικά εργαλεία που χρησιμοποίησες.

2.3 ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ (ΣΑΖΜΑΝ)

2.3.1 Μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων

Επιδιωκόμενοι στόχοι

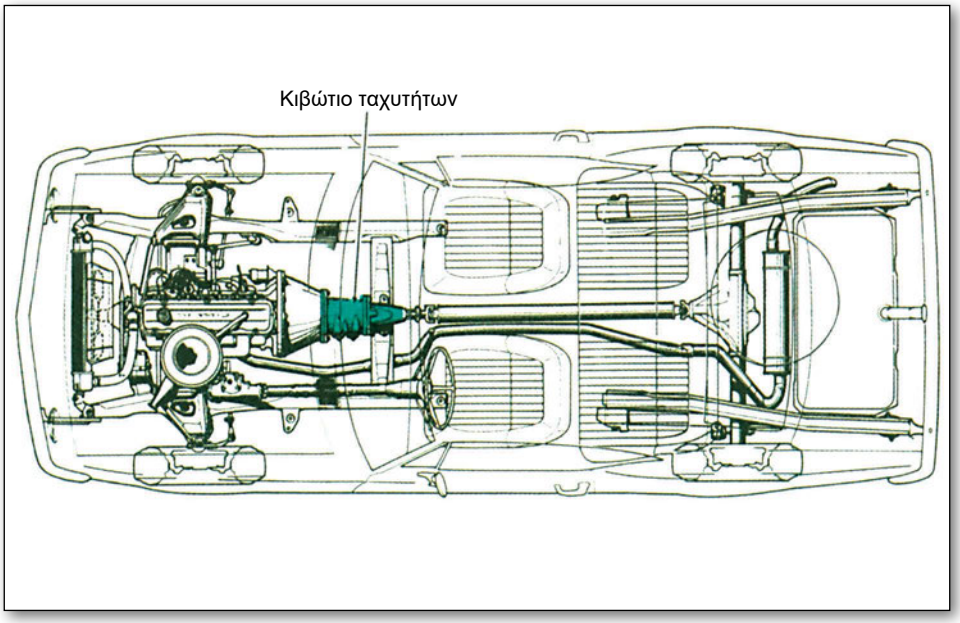
Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν τα είδη των κιβωτίων ταχυτήτων.
- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα κιβώτιο ταχυτήτων.
- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του συγκροτήματος αυτού, καθώς και των επί μέρους εξαρτημάτων του.
- Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους - εξαρτήματος στη διάταξη.
- Να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των επιμέρους μελών του συγκεκριμένου συγκροτήματος.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος και των επί μέρους εξαρτημάτων του.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συστήματος αυτού και των επί μέρους εξαρτημάτων του.

2.3.1.1 Γενικά - προορισμός - είδη κιβωτίων ταχυτήτων.

Το κιβώτιο ταχυτήτων βρίσκεται μεταξύ του συμπλέκτη και του κεντρικού άξονα μετάδοσης της κίνησης στο διαφορικό, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 2.32.

Σκοπός του είναι, με τη βοήθεια οδοντωτών τροχών (γραναζιών), να δημιουργεί μία μεταβλητή σχέση μετάδοσης της κίνησης μεταξύ του κινητήρα και των κινητήριων τροχών του οχήματος. Η λειτουργία του κιβωτίου ταχυτήτων στηρίζεται στην αρχή των οδοντωτών τροχών, κατά την οποία, όταν δύο τροχοί με διαφορετικές διαμέτρους ή με διαφορετικό αριθμό δοντιών συνεργάζονται (εμπλέκονται) μεταξύ τους, αυτός που έχει τη μεγαλύτερη διάμετρο ή το μεγαλύτερο αριθμό δοντιών, αντίστοιχα, περιστρέφεται με μικρότερο αριθμό στροφών, έναντι του άλλου. Έτσι, το αποτέλεσμα της μείωσης των στροφών είναι η αύξηση της ροπής στρέψης (ελκτικής ικανότητας) του οχήματος που χρειάζεται για την αντιμετώπιση των διαφόρων φορτίων ή των ανωμαλιών του εδάφους. Δηλαδή,



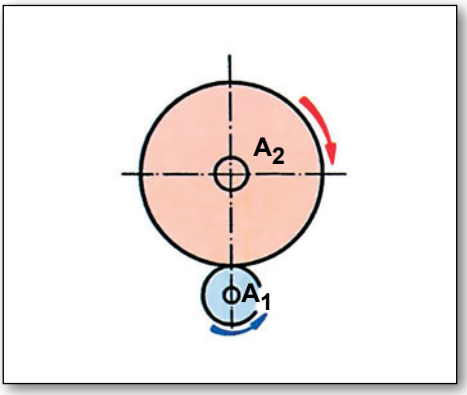
Σχ.2.32 Θέση του κιβωτίου ταχυτήτων στο όχημα.

και εδώ ισχύει ο «χρυσός» κανόνας της Μηχανικής, που ορίζει: «ό,τι χάνουμε σε ταχύτητα, το κερδίζουμε σε δύναμη».

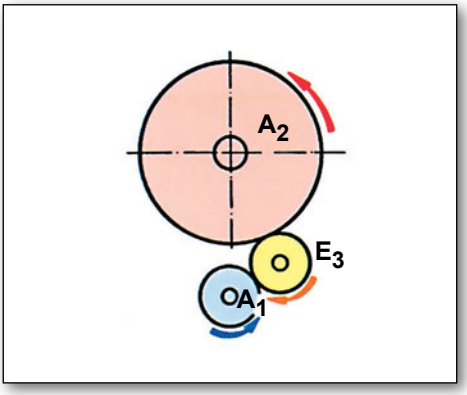
Πιο αναλυτικά, ο σκοπός του κιβωτίου ταχυτήτων είναι:

1) Να ελαττώνει ή να αυξάνει την περιστροφική ταχύτητα του κινητήρα, που μεταφέρεται στους τροχούς, ανάλογα με την αντίσταση που έχουν να αντιμετωπίσουν αυτοί, μεταβάλλοντας έτσι τη ροπή στρέψης και, κατά συνέπεια, την ελκτική δύναμη του οχήματος.
2) Να επιτρέπει στο όχημα να κινείται προς τα πίσω, αλλάζοντας τη φορά περιστροφής των κινητήριων τροχών του.
3) Να διακόπτει με ένα συγκεκριμένο τρόπο τη μετάδοση της κίνησης του κινητήρα προς τους τροχούς, δημιουργώντας το «νεκρό σημείο». Το γεγονός αυτό δεν επιτρέπει στο όχημα να κινείται, ακόμη κι αν ο κινητήρας του εργάζεται και ενώ ο συμπλέκτης του είναι σε σύμπλεξη. Επί πλέον, σκοπός του κιβωτίου ταχυτήτων είναι να κατευθύνει την κίνηση σε άλλους βοηθητικούς μηχανισμούς, όπως είναι: «ο γερανός», το βαρούλκο για την ανύψωση βαρών, ο «εργάτης» κλπ., σε αντιδιαστολή προς το συμπλέκτη που αφήνει, στιγμιαία, αποσυμπλεγμένο τον κινητήρα από το υπόλοιπο σύστημα μετάδοσης της κίνησης.

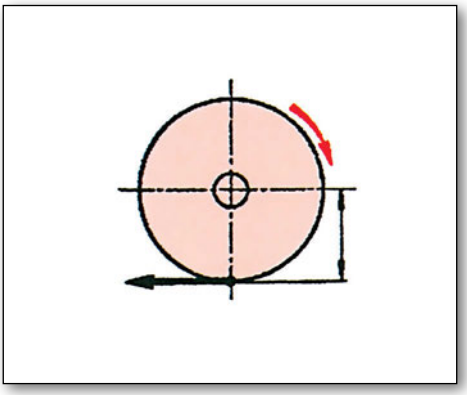
Πριν προχωρήσουμε στην αναλυτική περιγραφή και τη λειτουργία ενός μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων, θα αναφέρουμε, σε συντομία, τις διάφορες



Σχ.2.33 Δύο εμπλεκόμενα γρανάζια.



Σχ.2.34 Αντιστροφή κίνησης.



Σχ.2.35 Ροπή στρέψης.

αρχές που ισχύουν για τα εμπλεκόμενα (συνεργαζόμενα) γρανάζια ενός τέτοιου κιβωτίου:

1) Σχέση μετάδοσης δύο γραναζιών *(Σχ.2.33)*

Για τα γρανάζια του διπλανού σχήματος, ισχύει η σχέση:

$I_{1,2} = n_1/n_2 = R_2/R_1 = D_2/D_1 = Z_2/Z_1$

Όπου, $I_{1,2}$ = σχέση μετάδοσης στροφών από το γρανάζι A_1 στο γρανάζι A_2,

n = ο αριθμός στροφών, ανά λεπτό, κάθε γραναζιού (Στροφές ανά λεπτό = RPM),

R = ακτίνα κάθε γραναζιού σε mm ή m,

D = διάμετρος κάθε γραναζιού σε mm ή m,

Z = αριθμός «δοντιών» κάθε γραναζιού.

<u>Παρατήρηση:</u> Ο δείκτης 1 δηλώνει στοιχεία του κινητήριου γραναζιού και ο δείκτης 2 στοιχεία του κινούμενου.

Με βάση τα παραπάνω (σχήμα και σχέση), συμπεραίνουμε τα εξής σημαντικά:

α) Εάν και τα δύο παραπάνω γρανάζια του σχήματός μας είχαν το ίδιο μέγεθος, δηλαδή τον ίδιο αριθμό δοντιών ή τις ίδιες διαμέτρους, θα περιστρέφονταν με τις ίδιες στροφές.

β) Το μικρότερο γρανάζι, αυτό, δηλαδή, με το μικρότερο αριθμό δοντιών, θα περιστρέφεται με μεγαλύτερη ταχύτητα περιστροφής σε σχέση με το μεγάλο, και αντίστροφα.

γ) Εάν το γρανάζι A_1 περιστρέφεται δεξιόστροφα, το γρανάζι A_2 περιστρέφεται αριστερόστροφα.

2) Αντιστροφή κίνησης (κίνηση προς τα πίσω) *(Σχ.2.34)*

Στην περίπτωση αυτή, παρατηρούμε ότι, εάν η μεταφορά της κίνησης από τον άξονα A_1 στον A_2 γίνει με την παρεμβολή ενός τρίτου γραναζιού, που περιστρέφεται περί τον άξονα E_3, τότε το γρανάζι A_2 και - κατά συνέπεια - και ο άξονάς του θα έχει φορά περιστροφής την ίδια με αυτή του γραναζιού A_1.

3) Ροπή στρέψης *(Σχ.2.35)*

Σαν ροπή στρέψης ορίζουμε τη σχέση M = F x R σε Nm, όπου M = η ροπή, F = η εφαπτομενική δύναμη σε Kp ή N, την οποία μεταφέρει ο τροχός ή ο οδοντωτός τροχός (γρανάζι) και R = η κάθετη ακτίνα του τροχού ή του γραναζιού στην εφαπτομενική δύναμη F, σε μέτρα. Η ροπή στρέψης μπορεί να οφείλεται, είτε σε δυνάμεις που αντιστέκονται στην κίνηση του οχήματος (Μα), είτε σε δυνάμεις που προέρχονται από τη ροπή στρέψης που παράγει ο κινητήρας (Mt). Έτσι, για να έχουμε κίνηση, θα πρέπει να ισχύει: Mt > Μα.

4) Ροπή στρέψης σε εμπλεκόμενα (συνεργαζόμενα) γρανάζια *(Σχ.2.36)*

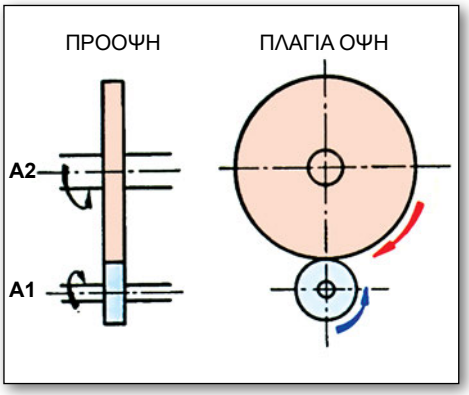
Για τα δύο παραπάνω συνεργαζόμενα γρανάζια ισχύει, όπως προαναφέραμε, η σχέση:

$I_{1,2} = n_1/n_2 = M_2/M_1 = D_2/D_1 = Z_2/Z_1$

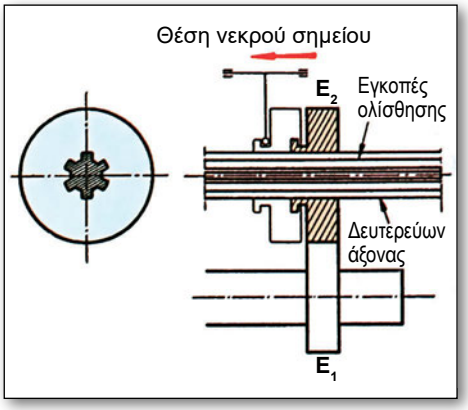
από την οποία εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα, με την υπόθεση ότι το μικρό γρανάζι (A1) κινεί το μεγάλο (A2) και ότι έχουν μεταξύ τους μια σχέση μετάδοσης $I_{1,2} = 2/1$:

α) Το μεγάλο γρανάζι θα περιστρέφεται με τις μισές στροφές από όσες θα περιστρέφεται το μικρό, όμως θα έχει ροπή στρέψης δύο φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του μικρού γραναζιού.

β) Στα κιβώτια ταχυτήτων, η μείωση της ταχύτητας περιστροφής, σημαίνει την αύξηση της ροπής στρέψης. Για παράδειγμα, όταν η μετάδοση της κίνησης είναι σε μικρό γρανάζι και υπάρχει μία μείωση της περιστροφής (κατά τη σχέση $I_{12} = 12/1$) από τον κινητήρα στους τροχούς, αυτό σημαίνει ότι ο στροφαλοφόρος εκτελεί 12 στροφές, για να περιστρέψει τον οπίσθιο κινητήριο τροχό κατά μία φορά. Αλλ' αυτό σημαίνει, ταυτόχρονα, ότι και η ροπή στρέψης του κινητήριου τροχού αυξάνει κατά 12 φορές (εάν, βέβαια, αγνοήσουμε τις απώλειες λόγω τριβής). Με άλλα λόγια, αν ο κινητήρας παράγει μία ροπή στρέψης 100 Nm, τότε, η ροπή στρέψης που θα εφαρμόζεται στους οπίσθιους τροχούς θα είναι 1200



Σχ.2.36 Ροπή στρέψης σε εμπλεκόμενα γρανάζια.



Σχ. 2.37 «Νεκρό σημείο» γραναζιών ενός ΚΤ.

Nm, ενώ αν θεωρήσουμε ότι η ακτίνα του τροχού είναι 40 cm, θα έχουμε συνολική δύναμη ώθησης στους δύο οπίσθιους κινητήριους τροχούς, ίση με 3000 Ν, ή 1500 Ν σε κάθε τροχό.

5) «Νεκρό» σημείο *(Σχ.2.37)*

Καλούμε «νεκρό» σημείο τη θέση εκείνη των γραναζιών, κατά την οποία η κίνηση δεν μεταδίδεται από το ένα στο άλλο. Αυτό επιτυγχάνεται, όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα, με την ολίσθηση του ενός γραναζιού επάνω στον άξονά του, με τη βοήθεια ενός κατάλληλου μηχανισμού.

- **Είδη γραναζιών του κιβωτίου ταχυτήτων**

Τα γρανάζια ταξινομούνται σε πολλές κατηγορίες: α) όσα διαθέτουν μετωπικά «δόντια», παράλληλα προς τον άξονα περιστροφής β) όσα διαθέτουν κεκλιμένα «δόντια» προς τον άξονα περιστροφής γ) όσα διαθέτουν ελικοειδή ή τραπεζοειδή ή κωνικά κλπ. δόντια. Όλα αυτά τα γρανάζια μπορεί να χρησιμοποιηθούν στα κιβώτια ταχυτήτων, όπου με τα δόντια τους εμπλέκονται μεταξύ τους, προκειμένου να μεταφέρουν την όποια κίνηση - (ίση, μειωμένη ή αυξημένη, με την αυτή ή την αντίθετη φορά) - από τον ένα άξονα στον άλλο. Γενικά, όλα τα γρανάζια υπόκεινται στις παραπάνω αρχές λειτουργίας που αναφέραμε.

- **Είδη κιβωτίων ταχυτήτων**

Τα κιβώτια ταχυτήτων διακρίνονται σε μηχανικά και αυτόματα. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τα μηχανικά και κατόπιν τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων.

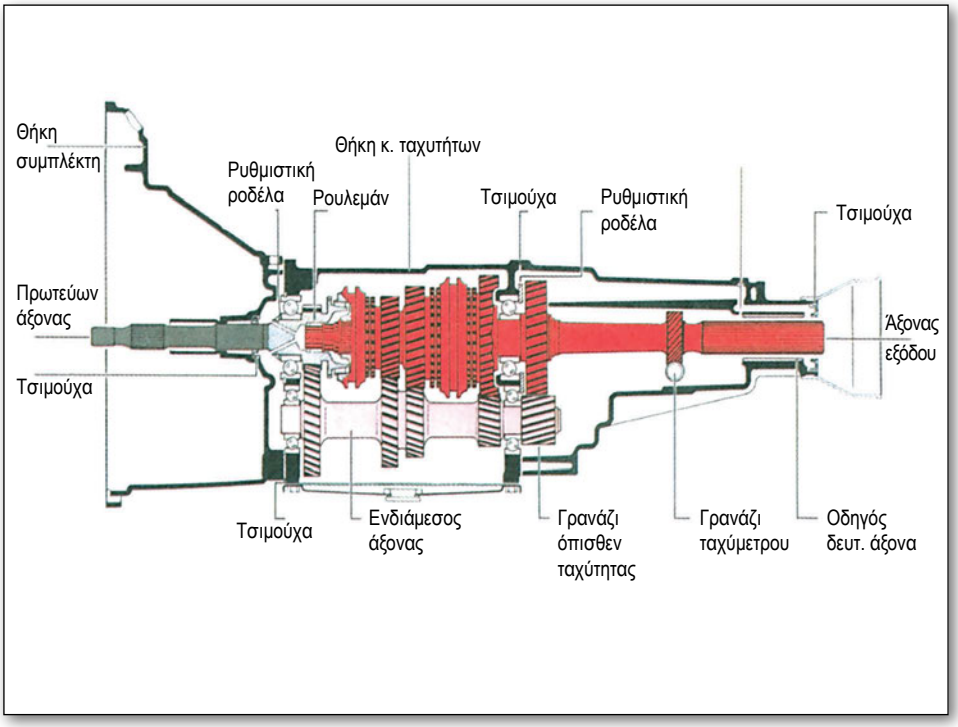
2.3.1.2 Μέρη - εξαρτήματα ενός απλού μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων

Τα κυριότερα μέρη ενός απλού μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων είναι: α) Η θήκη ή το κέλυφος β) Οι άξονες γ) Οι οδοντωτοί τροχοί ή γρανάζια δ) Ο δείκτης της ταχύτητας μετρητής χιλιομέτρων.

Πιο αναλυτικά:

2.3.1.2.1 Η θήκη (κέλυφος) (Σχ.3.38)

Η θήκη κατασκευάζεται από χυτοχάλυβα και μέσα σ' αυτή βρίσκονται οι άξονες και οι οδοντωτοί τροχοί (γρανάζια). Εσωτερικά έχει εγκαθίσεις (υποδοχές) για τη στερέωση των αξόνων, καθώς και πλευρικές οπές για να περνά ο πρωτεύων και δευτερεύων άξονας του κιβωτίου. Επίσης, έχει δύο κοχλιωτά πώματα, ένα για την εκκένωση του λιπαντικού και ένα για την πλήρωσή της με αυτό. Το επάνω μέρος του κελύφους καλύπτεται με κάλυμμα, στο οποίο τοποθετείται ο μηχανισμός επιλογής των ταχυτήτων.



Σχ.2.38 Κατά μήκος τομή ενός Κ.Τ. τεσσάρων ταχυτήτων.

2.3.1.2.2 Οι άξονες (κύριες ομάδες γραναζιών).

Σ' ένα μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων υπάρχουν, βασικά, τέσσερις άξονες: α) Ο πρωτεύων β) Ο ενδιάμεσος γ) Ο δευτερεύων και δ) Ο άξονας της όπισθεν ταχύτητας.

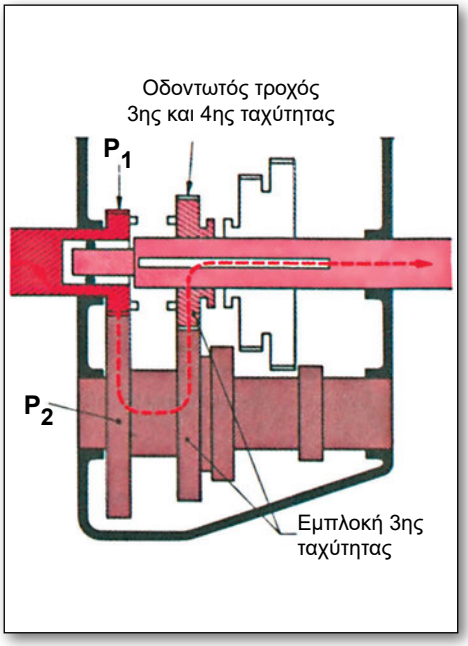
Πιο αναλυτικά:

α) Ο πρωτεύων άξονας ή «πριζ ντιρέκτ»

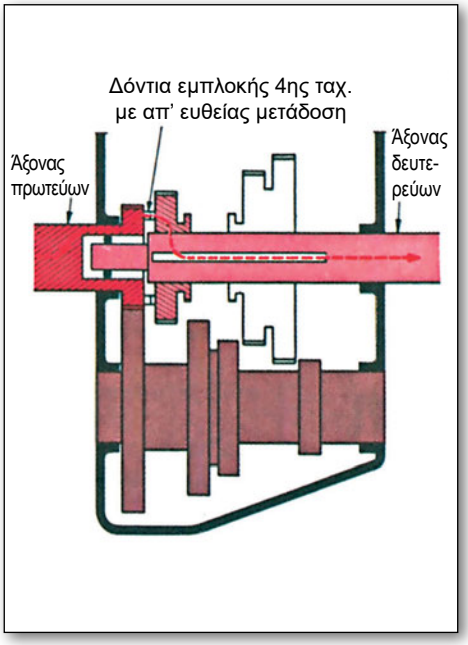
(από τη γαλλική λέξη prise directe). Αυτός ενώνει το συμπλέκτη με το κιβώτιο ταχυτήτων και έχει ενσωματωμένο ολόσωμο οδοντωτό τροχό (γρανάζι), που περιστρέφεται με τον ίδιο αριθμό στροφών του στροφαλοφόρου άξονα, ο οποίος εμπλέκεται με τον αντίστοιχο οδοντωτό τροχό του ενδιαμέσου άξονα, για τη μετάδοση της κίνησης.

β) Ο ενδιάμεσος άξονας

Αυτός βρίσκεται κάτω από τον δευτερεύοντα άξονα και παράλληλα προς αυτόν. Παίρνει κίνηση απ' ευθείας από τον πρωτεύοντα άξονα, με ένα ζεύγος οδοντωτών τροχών και με τον οποίο βρίσκεται σε μόνιμη εμπλοκή. Επίσης, φέρει τους οδοντωτούς τροχούς των διαφόρων ταχυτήτων (σχέσεων), μόνιμα, «σφηνωμένους» σ' αυτόν, ενώ στηρίζεται στη θήκη επάνω σε ένσφαιρους τριβείς (ρουλεμάν).



Σχ.2.39 Εμπλοκή 3ης ταχύτητας.



Σχ.2.40 Εμπλοκή 4ης ταχύτητας.

γ) Ο δευτερεύων άξονας

Αυτός παίρνει κίνηση, βασικά, από τον ενδιάμεσο άξονα, με την εμπλοκή ενός ζεύγους οδοντωτών τροχών - ανάλογα με την ταχύτητα την οποία επιλέγουμε - μπορεί, όμως, να πάρει κίνηση και από τον πρωτεύοντα άξονα, οπότε έχουμε απ' ευθείας εμπλοκή πρωτεύοντα με τον δευτερεύοντα άξονα. Ας σημειωθεί, ότι ο πρωτεύων και ο δευτερεύων άξονας βρίσκονται ο ένας στην προέκταση του άλλου. Το ένα άκρο του δευτερεύοντα άξονα στηρίζεται σε ένσφαιρο τριβέα που είναι τοποθετημένος σε κατάλληλη υποδοχή του αντίστοιχου πρωτεύοντα («φωλιά» του πρωτεύοντα), το δε άλλο άκρο του στηρίζεται στη θήκη του κιβωτίου ταχυτήτων.

δ) Ο άξονας της «όπισθεν» ταχύτητας (σχέσης)

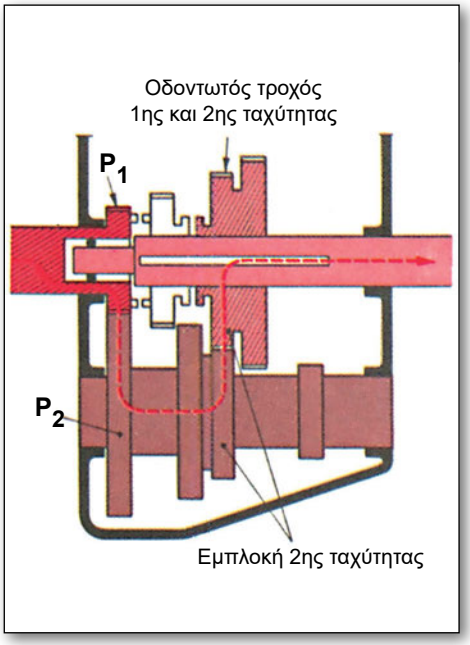
Ο άξονας αυτός στηρίζεται στη θήκη του κιβωτίου ταχυτήτων και φέρει οδοντωτό τροχό (γρανάζι), ο οποίος, με την κατάλληλη κίνηση του μοχλού αλλαγής ταχυτήτων από τον οδηγό, παρεμβάλλεται - εμπλεκόμενος - μεταξύ των οδοντωτών τροχών της πρώτης ταχύτητας του δευτερεύοντα και του ενδιάμεσου άξονα, με αποτέλεσμα την αντιστροφή της εμπρόσθιας κίνησης σε οπίσθια, οπότε το όχημα κινείται προς τα πίσω.

2.3.1.2.3 Οι οδοντωτοί τροχοί (Κύριες ομάδες - Λειτουργία)

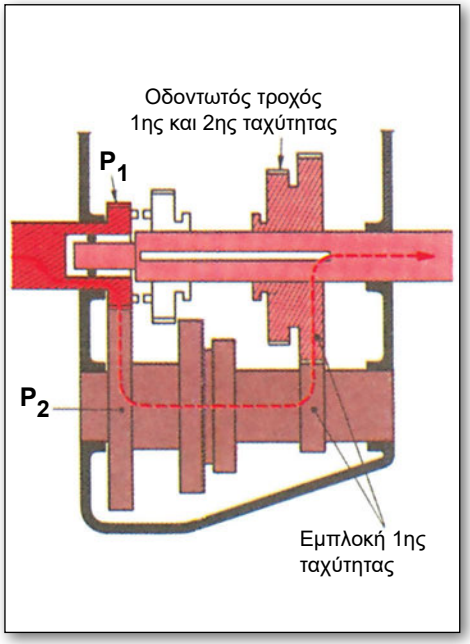
Οι οδοντωτοί τροχοί της 2ης, 3ης, 1ης

ταχύτητας (σχέσης), που βρίσκονται στον δευτερεύοντα άξονα, φέρουν προεκτάσεις με εγκοπές, μέσα στις οποίες εφαρμόζονται τα δίχαλα τα οποία κινούν τους τροχούς επί του άξονα αυτού. Έτσι, ο οδοντωτός τροχός της 3ης και της 4ης ταχύτητας («μπαλαντέρ»), δηλαδή ένας διπλός οδοντωτός τροχός, ανάλογα με τη θέση του, μπορεί να εμπλακεί με άλλους οδοντωτούς τροχούς. Αυτό σημαίνει, ότι μπορεί να κινηθεί προς τα πίσω, για να εμπλακεί με τον οδοντωτό τροχό της 3ης ταχύτητας του ενδιάμεσου άξονα *(Σχ.2.39)* ή να κινηθεί προς τα εμπρός, οπότε τα εσωτερικά δόντια του εμπλέκονται με εκείνον τον οδοντωτό τροχό, που βρίσκεται στο άκρο του πρωτεύοντα άξονα, με αποτέλεσμα να έχουμε μια απ' ευθείας μετάδοση, την οποία καλούμε 4η ταχύτητα *(Σχ.2.40).*

Επάνω στον δευτερεύοντα άξονα υπάρχει ο οδοντωτός τροχός της 1ης και της 2ης ταχύτητας («μπαλαντέρ») που μπορεί να κινηθεί, είτε προς τα εμπρός - και να εμπλέξει το γρανάζι του ενδιάμεσου άξονα που αντιστοιχεί στη 2η ταχύτητα - *(Σχ.2.41),* είτε προς τα πίσω - και να εμπλέξει το αντίστοιχο γρανάζι του ενδιάμεσου άξονα που αντιστοιχεί στην 1η ταχύτητα - *(Σχ.2.42).*

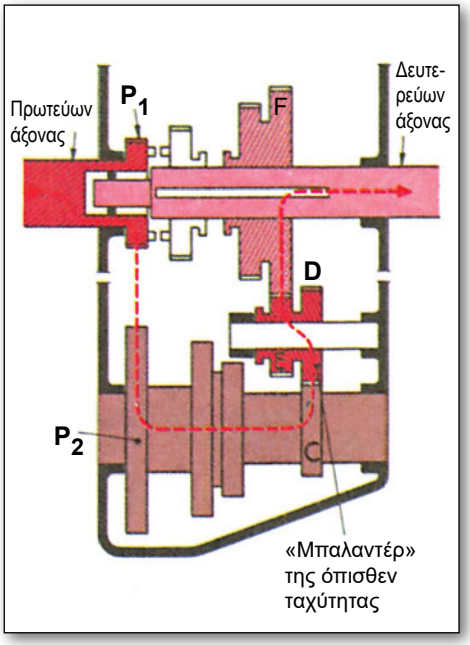


Σχ.2.41 Εμπλοκή 2ης ταχύτητας.



Σχ.2.42 Εμπλοκή 1ης ταχύτητας.

• Επάνω στον άξονα της «όπισθεν» υπάρχει ο οδοντωτός τροχός της (γρανάζι), που, κανονικά, αποτελείται από δύο άλλα γρανάζια («μπαλαντέρ»). Για την έμπλεξη της «όπισθεν», το γρανάζι της 2ης και 1ης του δευτερεύοντα άξονα μένει στο «νεκρό» σημείο. Με κατάλληλο, όμως, χειρισμό του «λεβιέ» (μοχλού) ταχυτήτων, ολισθαίνει το διπλό γρανάζι



Σχ.2.43 Εμπλοκή της «όπισθεν» ταχύτητας.

της «όπισθεν» και έχουμε την εμπλοκή του, αφενός με το ένα μικρό γρανάζι (που είναι το αντίστοιχο γρανάζι της 1ης του πρωτεύοντα) και αφετέρου με το άλλο μεγάλο γρανάζι (που είναι το αντίστοιχο γρανάζι της 1ης του δευτερεύοντα άξονα). Άρα, εδώ, σύμφωνα και με το σχήμα 2.34, έχουμε αντιστροφή της κίνησης, λόγω παρεμβολής ενός τρίτου γραναζιού και, επομένως, οι τροχοί του οχήματος κινούνται αντίθετα, δηλαδή προς τα πίσω *(Σχ.2.43)*.
Το κιβώτιο ταχυτήτων που αναλύθηκε παραπάνω, είναι ένα απλό μηχανικό κιβώτιο πέντε ταχυτήτων (τεσσάρων εμπρός και μιας όπισθεν), με ολισθαίνοντες οδοντωτούς τροχούς.
Η 4η ταχύτητα, αντιστοιχεί στην απ' ευθείας μετάδοση της ταχύτητας του κινητήρα και δεν υπάρχει καμία μείωση της ταχύτητας περιστροφής του δευτερεύοντα άξονα του κιβωτίου, σε σχέση με την αντίστοιχη του κινητήρα. Τρεις, πάντως, ταχύτητες χρησιμοποιούν τον ενδιάμεσο άξονα:

- Η 3η ταχύτητα, που μειώνει τις στροφές του κινητήρα σε 62,5%, περίπου.
- Η 2η ταχύτητα, που μειώνει τις στροφές του κινητήρα σε 44%, περίπου.
- Η 1η ταχύτητα, που μειώνει τις στροφές του κινητήρα σε 21,2%, περίπου.

Επίσης, δύο είναι οι «μπαλαντέρ» που ολισθαίνουν επάνω στον δευτερεύοντα άξονα:

- Ο «μπαλαντέρ» της απ' ευθείας μετάδοσης και της 3ης ταχύτητας
- Ο «μπαλαντέρ» της 2ης και 1ης ταχύτητας.

Επίσης, υπάρχει και ο «μπαλαντέρ» της όπισθεν, που ολισθαίνει επάνω στον άξονά της.

- Ως «νεκρό» σημείο, ορίζουμε εκείνη τη θέση των «μπαλαντέρ» γραναζιών του δευτερεύοντα άξονα, η οποία δεν επιτρέπει καμία εμπλοκή τους με το γρανάζι του πρωτεύοντα ή με τα γρανάζια του ενδιάμεσου άξονα, οπότε και η κίνηση που προέρχεται από τον κινητήρα, σταματά στον ενδιάμεσο άξονα, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει έξοδος της περιστροφικής κίνησης από το κιβώτιο ταχυτήτων. Ταυτόχρονα, ο κινητήρας μπορεί να λειτουργεί σε στάση (ρελαντί).

- **Δείκτης ταχύτητας και μετρητής χιλιομέτρων.**

Οι κινητήριοι τροχοί ενός οχήματος περιστρέφονται με μία ταχύτητα, ανάλογη με εκείνη της περιστροφής του δευτερεύοντα άξονα. Έτσι, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτόν τον άξονα, συνδέοντάς τον, κατάλληλα, με μία περιστρεφόμενη ντίζα, που έχει ως προέκταση μεταλλικό καλώδιο (συρματόσχοινο), για να μας δείχνει την ταχύτητα του οχήματος ή και να μετρά τα χιλιόμετρα που διανύει αυτό. Υπάρχει, λοιπόν, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 2.38, μία εμπλοκή ενός ζεύγους ελικοειδών τροχών, που επιτρέπει τη σύνδεση μιας ντίζας, κάθετης προς τον άξονα της μετάδοσης της κίνησης, για να γίνονται οι παραπάνω μετρήσεις. Ας σημειωθεί, εδώ, ότι αυτή η ντίζα με το μεταλλικό της καλώδιο καταλήγει στο αντίστοιχο ενδεικτικό όργανο αυτών των μετρήσεων, στον πίνακα του οδηγού («ταμπλώ»), ώστε αυτός να είναι κάθε στιγμή ενήμερος, τόσο για την ταχύτητα με την οποία κινείται το αυτοκίνητό του, όσο και για την απόσταση που διένυσε.

2.3.1.3. Τρόποι εμπλοκής ταχυτήτων

2.3.1.3.1 Γενικά

Τα μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων, ανάλογα με τον τρόπο εμπλοκής των ταχυτήτων (γραναζιών) τους, διακρίνονται σε:

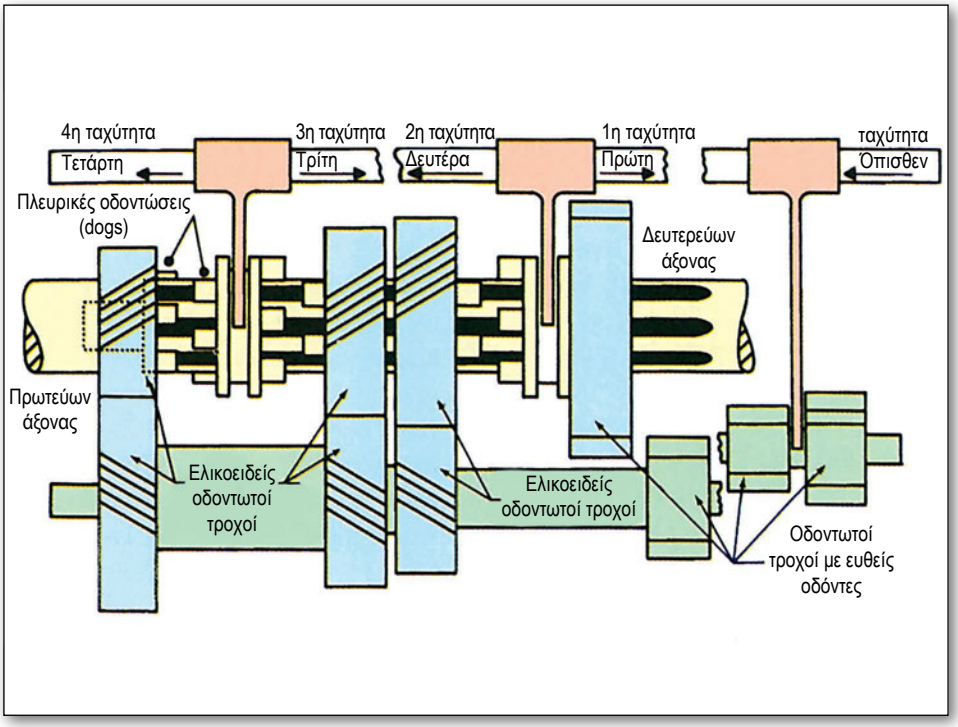
1) Μηχανικά κιβώτια με ολισθαίνοντες οδοντωτούς τροχούς (συνήθως, τριών ή τεσσάρων ταχυτήτων και μιας όπισθεν).
2) Μηχανικά κιβώτια σταθερής σύμπλεξης.
3) Μηχανικά κιβώτια συγχρονισμού.

2.3.1.3.2 Μηχανικά κιβώτια ολισθαινόντων οδοντωτών τροχών

Αυτά τα κιβώτια λέγονται κιβώτια «ολισθαινόντων τροχών», επειδή οι οδοντωτοί τροχοί ολισθαίνουν στο πολύσφηνο του δευτερεύοντα άξονα, με σκοπό τη σύμπλεξή τους με τον αντίστοιχο οδοντωτό τροχό του ενδιαμέσου άξονα. Η διαδικασία αυτή γίνεται με κατάλληλο χειρισμό του μοχλού («λεβιέ») αλλαγής ταχυτήτων, ο οποίος μετακινεί τον άξονα επί του οποίου είναι στερεωμένο το δίχαλο («φουρκέτα»), το οποίο, στη συνέχεια, εμπλέκει την εκάστοτε ταχύτητα επιλογής με το αντίστοιχο ζεύγος των οδοντωτών τροχών του δευτερεύοντα και του ενδιάμεσου άξονα. Τέτοιο κιβώτιο είναι αυτό που παρουσιάστηκε στην ενότητα 2.3.1.2. Το σημαντικότερο πλεονέκτημά του είναι η απλή κατασκευή του και το χαμηλό κόστος. Επίσης, λόγω της απλότητάς του, γίνεται εύκολα κατανοητή και η λειτουργία του. Μειονεκτεί, όμως, σε σχέση με τα άλλα είδη κιβωτίων, στο ότι υπάρχει δυσκολία εμπλοκής των οδοντωτών τροχών του κατά τον υποβιβασμό των ταχυτήτων, με αποτέλεσμα τη θορυβώδη σύμπλεξη, τη φθορά των δοντιών και το δύσκολο χειρισμό του, ενώ και ο όγκος του είναι μεγάλος. Πάντως, τέτοια κιβώτια, σήμερα, σπάνια χρησιμοποιούνται.

2.3.1.3.3 Μηχανικά κιβώτια σταθερής σύμπλεξης, (Σχ.2.44).

Στα κιβώτια αυτού του είδους, ορισμένοι οδοντωτοί τροχοί (συνήθως της 2ης και 3ης ταχύτητας) του ενδιάμεσου άξονα, βρίσκονται πάντοτε σε σύμπλεξη με τους οδοντωτούς τροχούς του



Σχ.2.44 Κιβώτιο σταθερής σύμπλεξης με λοξούς (ελικοειδείς) οδοντωτούς τροχούς, που έχει τέσσερις ταχύτητες «εμπρός» και μία «όπισθεν». (Η 1η ταχύτητα και η «όπισθεν» λειτουργούν με ολισθαίνοντες οδοντωτούς τροχούς).

δευτερεύοντα άξονα, με τη διαφορά, ότι αυτοί οι τελευταίοι στηρίζονται σε δακτυλίους ή τριβείς (ρουλεμάν) και μπορούν να περιστρέφονται ελεύθερα πάνω στον άξονά τους.

Έτσι, στο πολύσφηνο του δευτερεύοντα άξονα υπάρχουν οδοντωτοί τροχοί εμπλοκής («κόμπλερ», συμπλέκτες ή συνδετικοί δακτύλιοι), που έχουν μετωπική οδόντωση και οι οποίοι μπορεί να ολισθαίνουν επάνω στον δευτερεύοντα άξονα. Όταν, λοιπόν, ο μοχλός ταχυτήτων μετακινηθεί, μετακινείται και το αντίστοιχο «κόμπλερ» *(Σχ.2.44),* με αποτέλεσμα να εμπλέκεται στην αντίστοιχη οδόντωση του ελεύθερου οδοντωτού τροχού, τον οποίο και σταθεροποιεί στον άξονά του. Έτσι, αντί η εμπλοκή να γίνει με τα «δόντια» των τροχών, γίνεται μέσω των πλευρικών οδοντώσεων, με τη βοήθεια των συνδετικών δακτυλίων ή ηλεκτρικών οδοντώσεων (dogs). Αυτό, συνεπώς, το κιβώτιο με τους λοξούς οδοντωτούς τροχούς, εμφανίζει ομαλότερη και περισσότερο αθόρυβη λειτουργία, αλλά δεν θεραπεύει το σοβαρό πρόβλημα, που έχουν όλα αυτά τα κιβώτια ταχυτήτων που περιγράψαμε μέχρι τώρα, και το οποίο συνίσταται στη δυσκολία που παρουσιάζουν, όταν

επιχειρείται η εμπλοκή δύο οδοντωτών τροχών που κινούνται με διαφορετικές ταχύτητες περιστροφής. Για το λόγο αυτό, όπως και στα κιβώτια με ολισθαίνοντες τροχούς, για να αλλάξει ταχύτητα (σχέση) ο οδηγός, πρέπει, πριν από την εμπλοκή της νέας ταχύτητας, να πάρει ορισμένα μέτρα, ώστε οι δύο οδοντωτοί τροχοί ή οι πλευρικές οδοντώσεις των συνδετικών δακτυλιδιών, που πρόκειται να εμπλακούν, να έχουν - κατά τη στιγμή της εμπλοκής - όσο το δυνατό μικρότερη διαφορά περιστροφικής ταχύτητας. Για να το επιτύχει αυτό ο οδηγός, πρέπει να πιέζει δύο φορές το πεντάλ του συμπλέκτη, γιατί αν αυτή η ενέργεια δεν γίνει με ακρίβεια, τότε παρατηρείται στο κιβώτιο ισχυρός θόρυβος, που προέρχεται από τη σύγκρουση των δοντιών των εμπλεκομένων τροχών, ενώ σε ορισμένες, μάλιστα, περιπτώσεις, παρατηρείται και σπάσιμο «δοντιών», είτε των τροχών, είτε των πλευρικών οδοντώσεων των συνδετικών δακτυλίων. Η λειτουργία του κιβωτίου ταχυτήτων που περιγράφηκε παραπάνω, γίνεται πιο εύκολα αντιληπτή και μέσα από το Σχήμα 2.44.

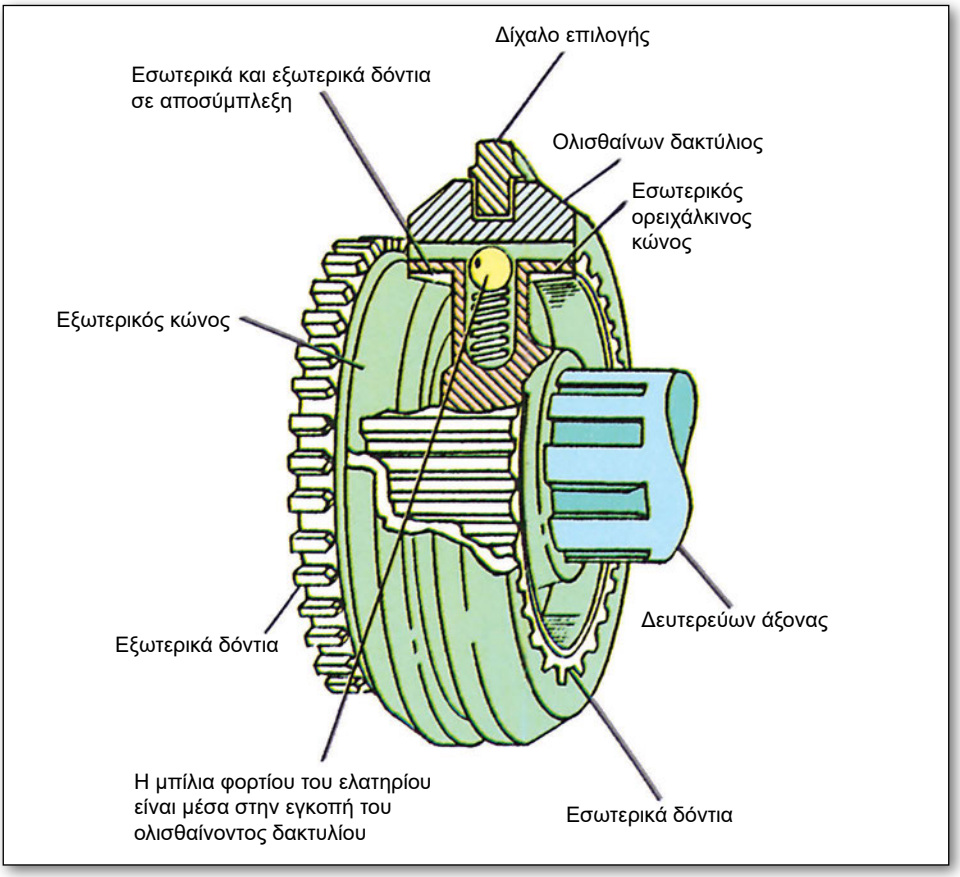
Συνήθως, στους τύπους αυτούς των κιβωτίων ταχυτήτων, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, χρησιμοποιούνται οδοντωτοί τροχοί με ελικοειδή δόντια, επειδή παρουσιάζουν μεγαλύτερη ελκτική δύναμη. Σπάνια χρησιμοποιούνται οδοντωτοί τροχοί σταθερής εμπλοκής για όλες τις ταχύτητες, ενώ είναι συνηθισμένη η χρήση οδοντωτών τροχών σταθερής εμπλοκής με ελικοειδή οδοντώματα για τις ταχύτητες υψηλών στροφών (4η, 3η, και 2η). Αντίθετα, στην περίπτωση της 1ης ταχύτητας και της όπισθεν, λόγω του χαμηλού αριθμού στροφών που απαιτούν, διευκολύνεται η εμπλοκή ιδιαίτερα εκείνων των οδοντωτών τροχών που ολισθαίνουν, οπότε και περιορίζεται ο κίνδυνος κρούσης μεταξύ τους, ενώ και λόγοι οικονομίας επιβάλλουν την κατασκευή των γραναζιών αυτού του τύπου. Πάντως, τα κιβώτια αυτά αποτελούν βελτιωμένη έκδοση των κιβωτίων ολισθαινόντων τροχών, αν και έχουν το μειονέκτημα ότι κοστίζουν περισσότερο από τα προηγούμενα. Ούτως ή άλλως, όμως, αυτά τα κιβώτια σήμερα, σπάνια χρησιμοποιούνται.

2.3.1.3.4 Μηχανικά κιβώτια συγχρονισμού (Σχ.2.45, 2.46).

α. Γενικά

Τα κιβώτια αυτού του τύπου αποτελούν βελτιωμένη έκδοση των κιβωτίων σταθερής σύμπλεξης. Σ' αυτά απλουστεύεται η αλλαγή ταχύτητας και αποφεύγονται οι ζημιές των οδοντωτών τροχών. Λέγονται συγχρονισμού, επειδή οι στροφές των οδοντωτών τροχών, που πρόκειται να συμπλεχθούν, συγχρονίζονται με ειδικούς κωνικούς συγχρονιστές (μπρούντζινα δακτυλίδια ή «φρενάκια» ή «συγχρονιζέ»).

Η ταχύτητα τόσο του συγχρονιστή όσο και του επιλεγέντα οδοντωτού τροχού συγχρονίζεται με τη βοήθεια ενός δακτυλίου συγχρονισμού («φρενάκι»), πριν γίνει η έμπλεξη. Στη συνέχεια, καθώς ο οδηγός αποσυμπλέκει τον συμπλέκτη και μετακινεί το μοχλό ταχυτήτων, τα εσωτερικά ελατήρια των ασφαλειών του συγχρονιστή υποχωρούν από την εσωτερική εγκάθισή (θέση) τους, οπότε αυτός (ο συγχρονιστής) κινείται κατά μήκος του δευτερεύοντα άξονα, με αποτέλεσμα τη σύ-



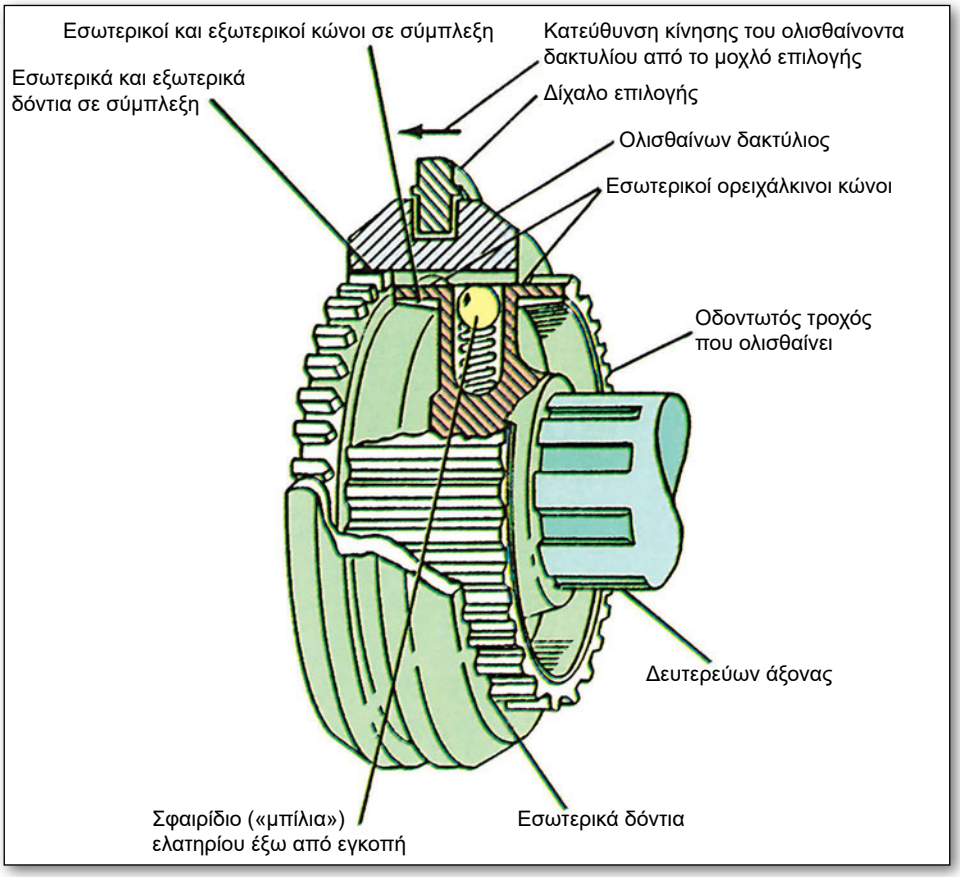
Σχ.2.45 Συγχρονιστής σε αποσύμπλεξη.

μπλεξη των εγκοπών του συγχρονιστή και του οδοντωτού τροχού της ταχύτητας που επιθυμούμε να εμπλέξουμε. Αυτή η εμπλοκή γίνεται ομαλά (αθόρυβα και χωρίς κτυπήματα) και εφαρμόζεται, κυρίως στις υψηλές ταχύτητες, όπου υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος ζημιών των οδοντωτών τροχών - κατά την αλλαγή των ταχυτήτων - λόγω της μεγαλύτερης διαφοράς στροφών μεταξύ τους. Έτσι, συνήθως, ο συγχρονιστής δεν εφαρμόζεται στην 1η ταχύτητα και στην όπισθεν, στις οποίες χρησιμοποιούνται οι ολισθαίνοντες οδοντωτοί τροχοί, όπως προαναφέρθηκε.

Τα κιβώτια συγχρονισμού πλεονεκτούν σε σχέση με τα προηγούμενα, γιατί παρουσιάζουν αθόρυβη λειτουργία και συμβάλλουν στην εύκολη αλλαγή ταχυτήτων, χωρίς να προξενούν ζημιές. Επομένως, εμφανίζουν μικρές φθορές και, κατά συνέπεια, έχουν μικρές απαιτήσεις συντήρησης και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Σημείωση:

Στο παρακάτω Σχήμα 2.47 βλέπουμε, παραστατικά, έναν αποσυναρμολογημένο μηχανισμό συγχρονισμού, ο οποίος φέρει ανεξάρτητο (ξεχωριστό) ορειχάλκινο δαχτυλίδι με κώνο συγ-

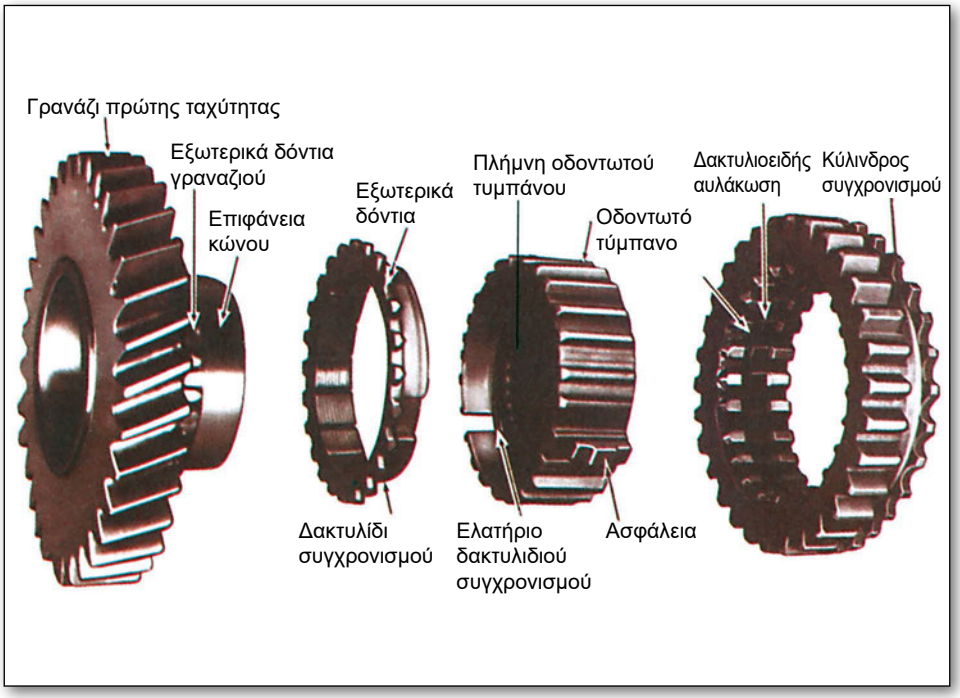


Σχ.2.46 Συγχρονιστής σε σύμπλεξη.

χρονισμού (σύγχρονα κιβώτια ταχυτήτων), το οποίο διαθέτει επιπλέον βοηθητική οδόντωση για τη διευκόλυνση εμπλοκής της ταχύτητας.

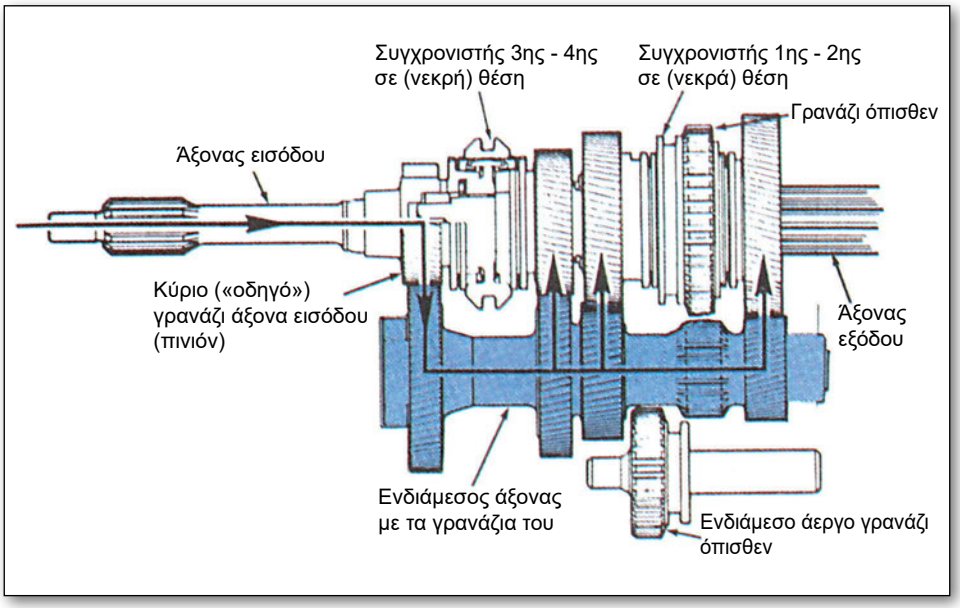
β. Λειτουργία συγχρονιστή

- Τα μηχανικά κιβώτια συγχρονισμού των επιβατικών οχημάτων είναι, είτε τεσσάρων ταχυτήτων, είτε πέντε, όπως συνηθίζεται στα περισσότερα σύγχρονα αυτοκίνητα. Στα κιβώτια τεσσάρων ταχυτήτων υπάρχουν τρεις οδοντωτοί τροχοί με ελικοειδείς οδοντώσεις ενσωματωμένοι στον ενδιάμεσο άξονα και οι οποίοι εμπλέκονται, μόνιμα, με αντίστοιχα γρανάζια στον δευτερεύοντα άξονα. Τα γρανάζια αυτά έχουν δακτυλίδια ή ρουλεμάν, που τα επιτρέπουν να περιστρέφονται ελεύθερα. Επί πλέον, στα κιβώτια αυτά υπάρχει και το γρανάζι της όπισθεν, το οποίο, συνήθως, εμπλέκεται με ολίσθηση, όπως συμβαίνει και στα προηγούμενα κιβώτια *(Σχ.2.48)*. Στα κιβώτια πέντε ταχυτήτων υπάρχει ακόμη ένα ζεύγος οδοντωτών τροχών, στον ενδιάμεσο και στον δευτερεύοντα άξονα, αντίστοιχα, που λειτουργούν επίσης με τη βοήθεια συγχρονιστή *(Σχ.2.49)*.

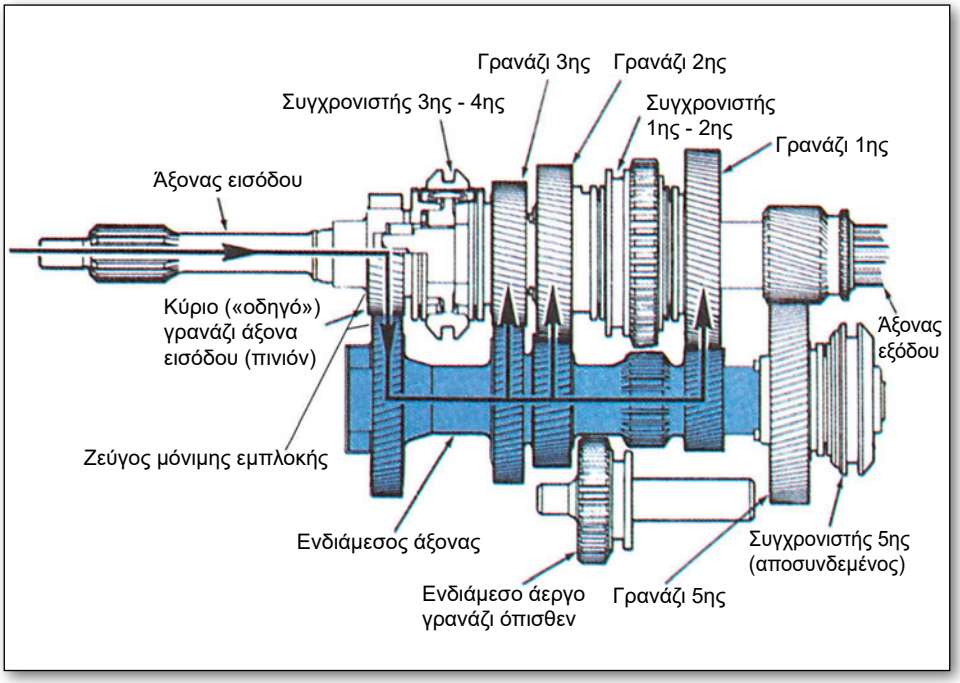


Σχ. 2.47 Αποσυναρμολογημένος μηχανισμός συγχρονισμού με ανεξάρτητο δακτυλίδι συγχρονισμού.

• Αυτοί, λοιπόν, οι οδοντωτοί τροχοί του δευτερεύοντα άξονα ονομάζονται, κατά τη σειρά, οδοντωτός τροχός 1ης, 2ης, 3ης και 5ης ταχύτητας. Μεταξύ αυτών υπάρχει ο συγχρονιστής 1ης - 2ης και ο συγχρονιστής 3ης - 4ης, ενώ στα κιβώτια πέντε ταχυτήτων υπάρχει και ο συγχρονιστής της 5ης ταχύτητας. Έτσι, όταν ο μοχλός χειρισμού ταχυτήτων (λεβιές) είναι στο «νεκρό» σημείο και ο κινητήρας λειτουργεί, αυτοί οι οδοντωτοί τροχοί περιστρέφονται ελεύθερα, χωρίς να υπάρχει έξοδος ισχύος από τον δευτερεύοντα άξονα, επειδή κανένας τους δεν είναι σταθερά συνδεδεμένος με αυτόν τον άξονα. Ακόμη, κατά τον χειρισμό του μοχλού ταχυτήτων, αυτοί οι οδοντωτοί τροχοί παραμένουν ελεύθεροι, ενώ «κλειδώνουν» επάνω στον δευτερεύοντα άξονα, με την ενέργεια των αντιστοίχων συγχρονιστών. Οι συγχρονιστές, όπως είπαμε, είναι συνδετικά εξαρτήματα και περιστρέφονται μαζί με τον δευτερεύοντα άξονα, καθόσον είναι συνδεδεμένοι σ' αυτόν με πολύσφηνο («καρέ»). Επίσης, πρέπει να τονιστεί, ότι κινούνται με τη βοήθεια του μοχλού επιλογής ταχυτήτων, ο οποίος προσαρμόζεται σε εγκοπές που οι συγχρονιστές διαθέτουν και οι οποίες «κλειδώνουν» τον επιλεγέντα οδοντωτό τροχό στον δευτερεύοντα



Σχ.2.48 Μηχανικό κιβώτιο συγχρονισμού τεσσάρων ταχυτήτων.



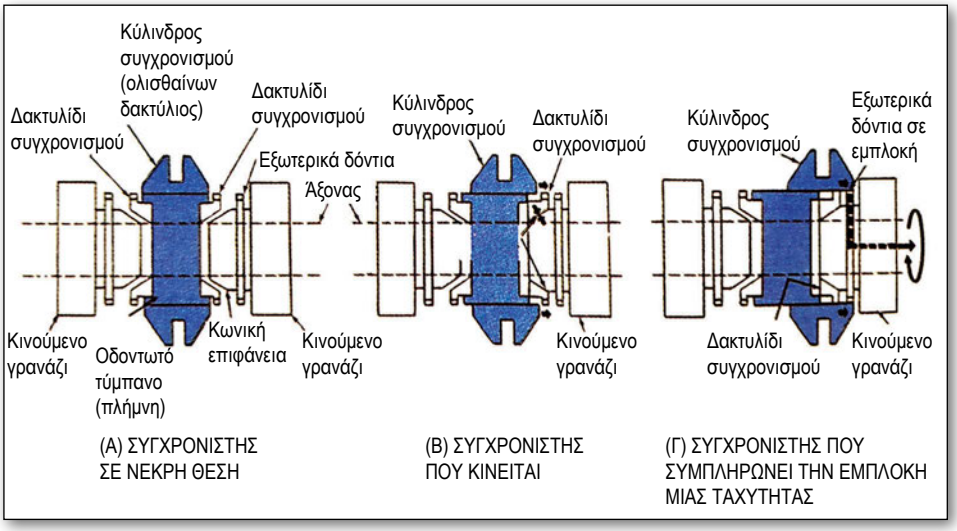
Σχ.2.49 Μηχανικό κιβώτιο συγχρονισμού πέντε ταχυτήτων.

άξονα, με αποτέλεσμα να υπάρχει έξοδος ισχύος από αυτόν (τον άξονα) προς τους τροχούς.

- Τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένας συγχρονιστής, φαίνονται στο Σχήμα 2.47. Συγκεκριμένα, αυτός συγκροτείται από τους κώνους συγχρονισμού, ενώ τρεις ασφάλειες είναι προσαρμοσμένες μέσα σε εγκοπές στο οδοντωτό τύμπανο (πλήμνη), το οποίο με τη σειρά του συνδέεται στον άξονα εξόδου (δευτερεύοντα) με πολύσφηνο. Επίσης, ένα ζεύγος ελατηρίων εφαρμόζει μία μικρή δύναμη προς τα έξω, επάνω στις ασφάλειες. Ταυτόχρονα, ο κύλινδρος του συγχρονιστή (ολισθαίνων δακτύλιος) προσαρμόζεται επάνω στο οδοντωτό τύμπανο (πλήμνη), το οποίο έχει εξωτερικό πολύσφηνο ή «δόντια» τα οποία εμπλέκονται με το αντίστοιχο εσωτερικό πολύσφηνο ή δόντια του κυλίνδρου (ολισθαίνοντος δακτυλίου). Οι ασφάλειες, εξάλλου, έχουν λίγο ανυψωμένη διατομή, η οποία προσαρμόζεται σε αντίστοιχες αυλακώσεις του κυλίνδρου. Γενικά, πάντως, η λειτουργία του συγχρονιστή για την εμπλοκή μιας ταχύτητας, λαμβάνει χώρα σε τρεις φάσεις, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 2.50.

Πιο αναλυτικά:

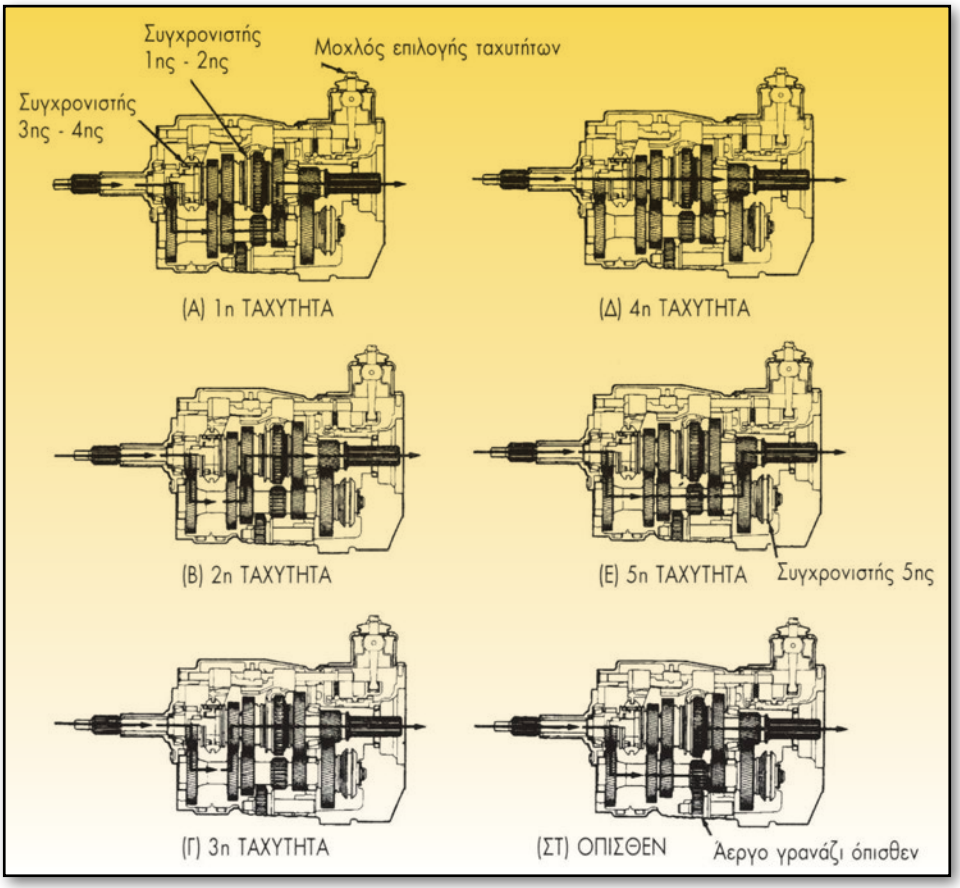
Όταν ο συγχρονιστής δεν έχει εμπλέξει κανένα από τους οδοντωτούς τροχούς που ελέγχει μέσω του δευτερεύοντα άξονα, βρίσκεται στη θέση που φαίνεται στο Σχήμα 2.50Α. Όταν ο μοχλός χειρισμού ταχυτήτων κινηθεί προς μία ταχύτητα, ο κύλινδρος συγχρονισμού κινείται προς αυτόν τον οδοντωτό τροχό (γρανάζι). Στη συνέχεια, ο κύλινδρος ολισθαίνει επάνω στο οδοντωτό πολύσφηνο του τυμπάνου (πλήμνης) και μεταφέρει μαζί του τις τρεις ασφάλειες, οι οποίες πιέζουν το δακτυλίδι συγχρονισμού και το ωθούν προς τον οδοντωτό τροχό. Αυτό, με τη σειρά του, φέρνει



Σχ.2.50 Λειτουργία του συγχρονιστή για την εμπλοκή μιας ταχύτητας (ενός γρανάζιού).

την κωνική επιφάνεια του σε επαφή με τον κώνο του οδοντωτού τροχού *(Σχήμα 2.50Β)* δημιουργώντας τριβή μεταξύ τους, η οποία προκαλεί φρενάρισμα, με αποτέλεσμα αυτά τα δύο εξαρτήματα να συγχρονίζονται (να περιστρέφονται, δηλαδή, με τις ίδιες στροφές). Έτσι, όταν τα εξωτερικά δόντια του δακτυλιδιού συγχρονισμού και του οδοντωτού τροχού περιστρέφονται με την ίδια ταχύτητα, ο κύλινδρος συγχρονισμού ολισθαίνει επάνω σ' αυτά *(Σχ.2.50Γ)*. Αυτή, ακριβώς, η κίνηση «κλειδώνει» τον οδοντωτό τροχό με τον δευτερεύοντα άξονα και έτσι ολοκληρώνεται η εμπλοκή, με άμεσο αποτέλεσμα τη μεταφορά ισχύος από τον οδοντωτό τροχό στον δευτερεύοντα άξονα (άξονα εξόδου) του κιβωτίου ταχυτήτων, δια μέσου του κυλίνδρου του συγχρονιστή και της πλήμνης του. Παρόμοιες λειτουργίες λαμβάνουν χώρα και στους συγχρονιστές που χρησιμοποιούνται για τους άλλους οδοντωτούς τροχούς του κιβωτίου ταχυτήτων.

Στο παρακάτω Σχήμα 2.51 φαίνεται η μετάδοση της ισχύος σε ένα κιβώτιο συγχρονισμού με πέντε ταχύτητες (τέσσερις πρόσω και μίας όπισθεν).



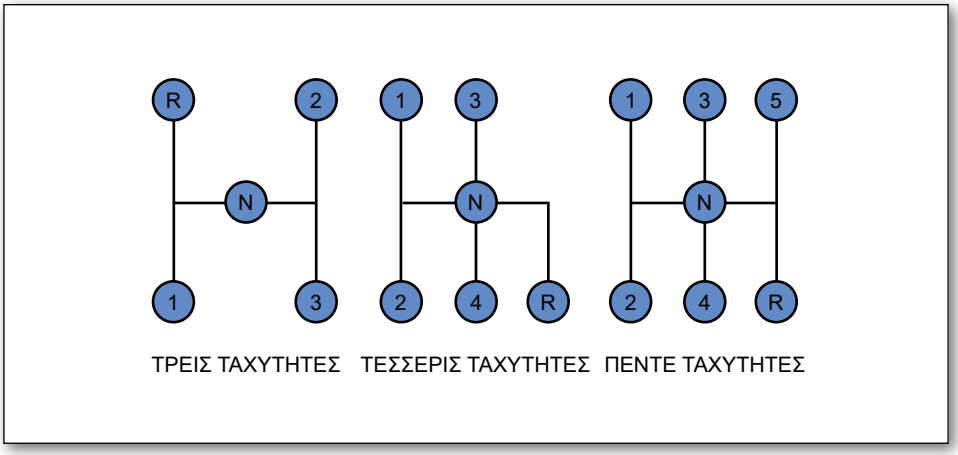
Σχ.2.51 Μετάδοση της ισχύος σε ένα μηχανικό κιβώτιο συγχρονισμού πέντε ταχυτήτων, για κάθε πρόσω (εμπρός) ταχύτητα και για την όπισθεν.

2.3.1.4 Μηχανισμός αλλαγής ταχυτήτων και ελέγχου κιβωτίου ταχυτήτων.

• Ποικίλοι μηχανισμοί για τις αλλαγές των ταχυτήτων χρησιμοποιούνται, με σκοπό να συνδέουν το μοχλό αλλαγής ταχυτήτων με το μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων. Η βασική, πάντως λειτουργία όλων αυτών είναι η ίδια και συνίσταται στην εκτέλεση δύο κινήσεων του μοχλού αλλαγής ταχυτήτων (λεβιέ): Η πρώτη κίνηση επιλέγει το δίχαλο (φουρκέτα) της αλλαγής και το συγχρονιστή του οδοντωτού τροχού, που πρόκειται να επιλεχθεί. Η δεύτερη κίνηση αναγκάζει το δίχαλο της αλλαγής να μετακινήσει τον κύλινδρο του συγχρονιστή προς τον επιθυμητό οδοντωτό τροχό, και «κλειδώνεται» (ασφαλίζεται) στον δευτερεύοντα άξονα, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται μεταφορά ισχύος απ' αυτόν.

• Στο παρακάτω Σχήμα 2.52 φαίνονται τυπικά διαγράμματα αλλαγής ταχυτήτων μηχανικών κιβωτίων 3ης, 4ης και 5ης ταχύτητας.

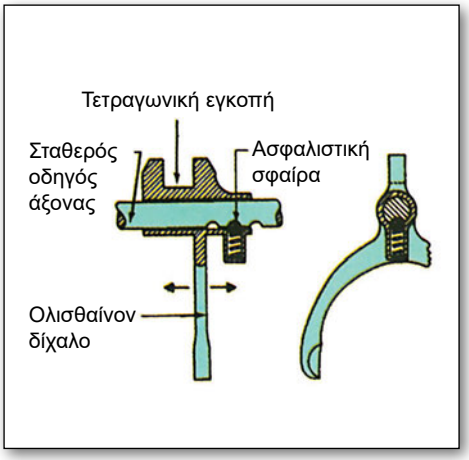
Βασικά, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το σύστημα επιλογής ταχυτήτων, με το οποίο προσδιορίζεται ποιο ζεύγος οδοντωτών τροχών θα βρίσκεται κάθε στιγμή σε εμπλοκή, στηρίζεται στη μετακίνηση του οδοντωτού τροχού που πρόκειται να εμπλακεί - ή του συστήματος συγχρονιστή («κόμπλερ») για τα συγχρονισμένα κιβώτια ταχυτήτων - από ένα δίχαλο, το οποίο χειρίζεται ο οδηγός του αυτοκινήτου με το μοχλό επιλογής ή αλλαγής ταχυτήτων. Τα δίχαλα αυτά που, συνήθως, είναι δύο ή τρία, στο επάνω μέρος τους *(Σχ.2.53)* έχουν κυλινδρική οπή, με την οποία προσαρμόζονται σε ειδικούς «οδηγούς άξονες», ενώ επάνω από αυτή φέρουν μια κάθετη τετραγωνική εγκοπή.
Έτσι, το κάτω άκρο του μοχλού επιλογής ταχυτήτων εμπλέκεται ακριβώς στο σημείο αυτό της εγκοπής. Εξάλλου, το κάτω διχαλωτό άκρο του δίχαλου (φουρκέτα) είναι περίπου ημικυκλικό και κάθετο προς τον οδηγό του, ενώ τα κάτω άκρα των διχάλων, σε πολλές περιπτώσεις, είναι επίπεδα και εμπλέκονται σε αντίστοιχες αυλα-



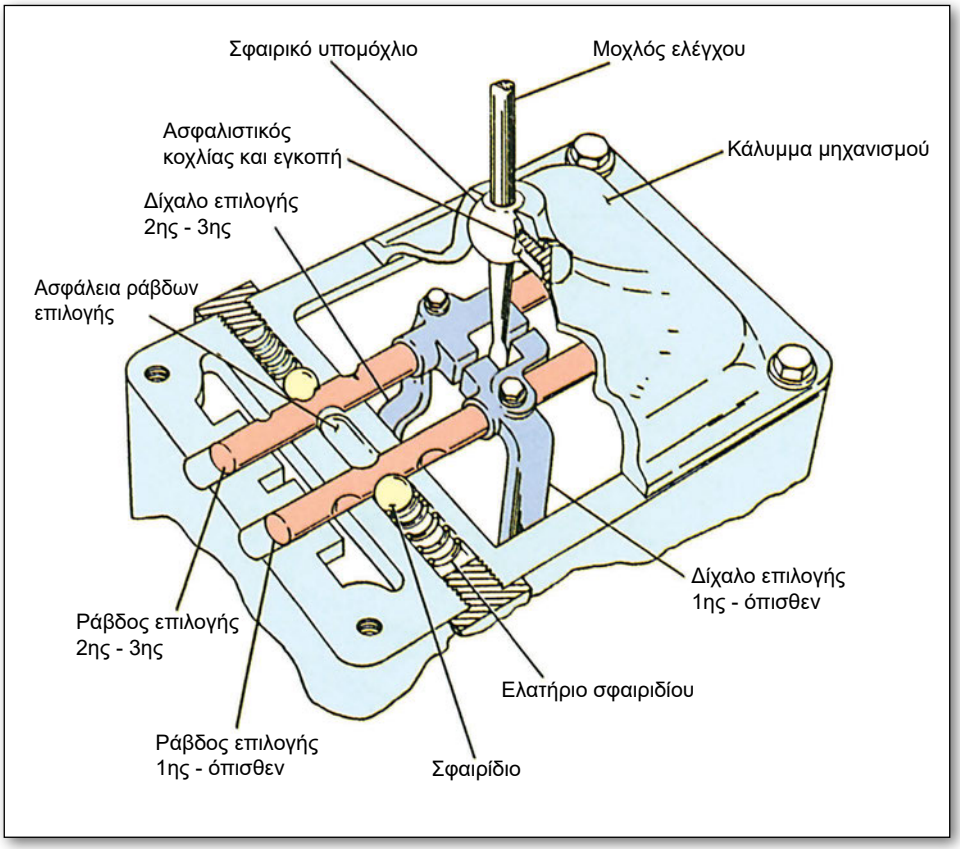
Σχ. 2.52 Τυπικά διαγράμματα αλλαγής ταχυτήτων.

κώσεις, οι οποίες βρίσκονται στις προεκτάσεις των οδοντωτών τροχών των ταχυτήτων, που θα επιλεγούν ή στις αυλακώσεις των εξωτερικών δακτυλίων (κυλίνδρων) των συγχρονιστών. Ο «οδηγός - άξονας» στηρίζεται σε ειδικές εγκαθίσεις (υποδοχές) του καλύμματος του κιβωτίου ταχυτήτων ή των πλευρικών του τοιχωμάτων.

Τα δίχαλα ασφαλίζονται σε συγκεκριμένες θέσεις με τη συνδρομή συστήματος σφαιρών και ελατηρίων, ή κυλινδρίσκων με σφαιρικά άκρα και ελατήρια που εφαρμόζουν σε ειδικές ημισφαιρικές εγκοπές των «οδηγών - αξόνων».



Σχ.2.53 Δίχαλο (φουρκέτα) επάνω σε «οδηγό» - άξονα.



Σχ.2.54 Μηχανισμός επιλογής ταχυτήτων και μοχλός ελέγχου κιβωτίου ταχυτήτων.

• Ο μοχλός αλλαγής ταχυτήτων και ελέγχου του κιβωτίου ταχυτήτων (λεβιές) μπορεί να βρίσκεται στις παρακάτω τρεις θέσεις:

α) Ακριβώς επάνω και έξω από το κιβώτιο ταχυτήτων (στο δάπεδο) *(Σχ.2.54).*

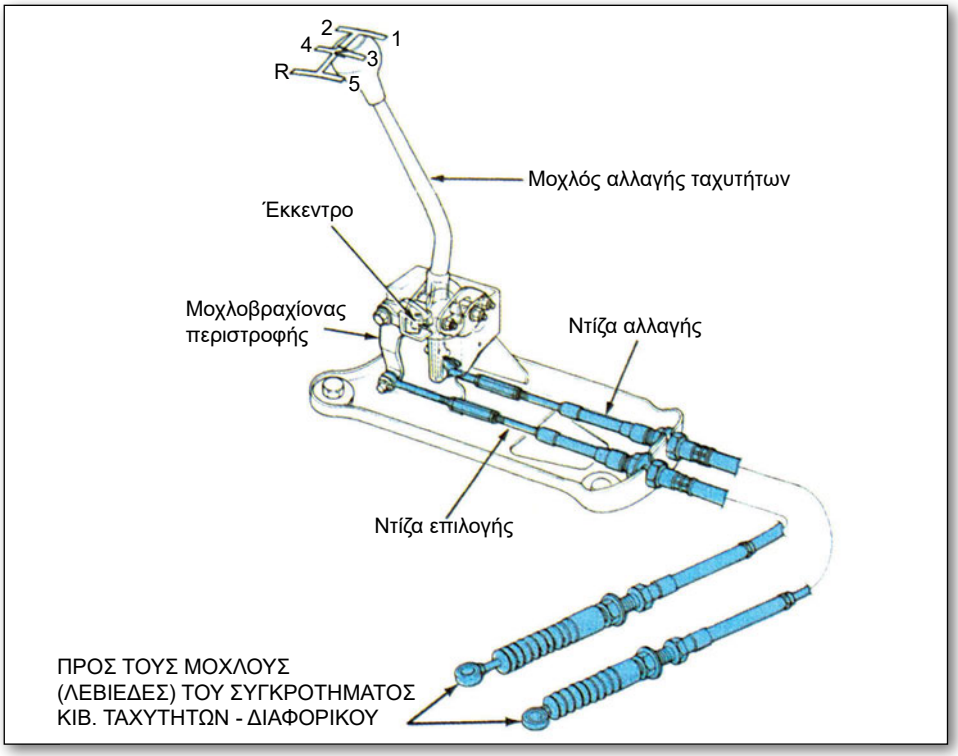
Στο παραπάνω αυτό σχήμα βλέπουμε το μοχλό ελέγχου (αλλαγής) ταχυτήτων, το σύστημα ασφαλειών των διαφόρων ταχυτήτων, καθώς και μια τέτοια ασφάλεια.

β) Στο δάπεδο ή επάνω στο σωλήνα διεύθυνσης, μακριά, όμως, από το κιβώτιο *(Σχ.2.55 και Σχ.2.56).*

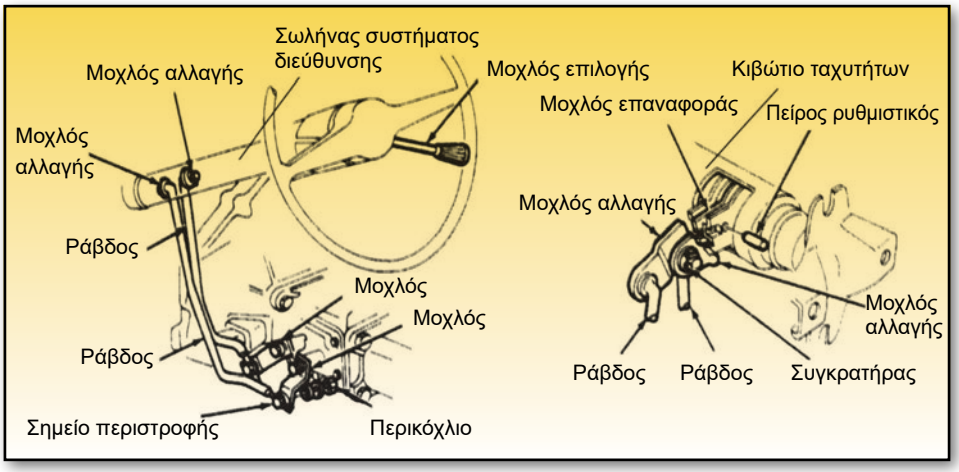
Στην περίπτωση αυτή, οι θέσεις των διαφόρων ταχυτήτων είναι ακριβώς οι ίδιες με αυτές, κατά τις οποίες ο μοχλός βρίσκεται κατακόρυφα επάνω από το κιβώτιο ταχυτήτων, με τη διαφορά ότι, εδώ, ο μοχλός είναι οριζόντιος. Τα δίχαλα επιλογής στρέφονται με αρθρωτούς μοχλούς, οι οποίοι κινούνται από το μοχλό ελέγχου, που βρίσκεται επάνω στο σωλήνα διεύθυνσης, διά μέσου των αρθρώσεων, όπως φαίνεται και στο παραπάνω Σχήμα 2.56.

γ) Μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων:

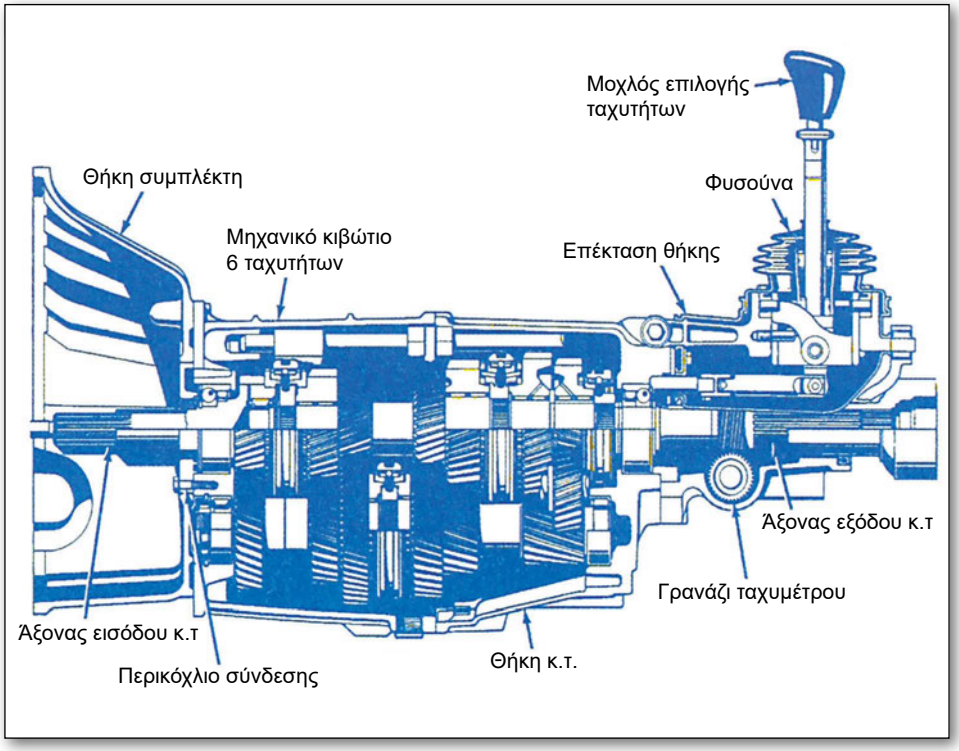
Στις παραπάνω δύο περιπτώσεις, όπως είπαμε, ο μηχανισμός αλλαγής ταχυτήτων (λεβιές) βρίσκεται έξω από



Σχ.2.55 Σύστημα επιλογής ταχυτήτων με μοχλό στο δάπεδο, μακριά από το κιβώτιο ταχυτήτων.



Σχ.2.56 Σύστημα επιλογής ταχυτήτων με μοχλό επάνω στο σωλήνα διεύθυνσης και σύνδεση με το κιβώτιο ταχυτήτων.



Σχ.2.57 Μηχανικό κιβώτιο έξι ταχυτήτων, με ενσωματωμένο το μηχανισμό αλλαγής ταχυτήτων.

τη θήκη του κιβωτίου ταχυτήτων. Αυτή η επιλογή, όμως, έχει διάφορα μειονεκτήματα, όπως τη μεγαλύτερη φθορά, τη ρύπανση, προβλήματα χώρου κλπ. Για τον λόγο, λοιπόν, αυτό, στα σύγχρονα μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων, ο μηχανισμός της αλλαγής των ταχυτήτων τοποθετείται εσωτερικά της θήκης του κιβωτίου, όπως φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 2.57.

2.3.2 Βοηθητικά κιβώτια ταχυτήτων.

2.3.2.1 Γενικά

Όταν ένα όχημα κινείται σε ανώμαλο έδαφος ή ο κινητήρας αναλαμβάνει υψηλά φορτία, όπως συμβαίνει π.χ. με την αναρρίχηση του οχήματος σε επικλινές έδαφος, με την έλξη μεγάλων βαρών κ.λ.π., τότε η ροπή στρέψης (ελκτική δύναμη) που δίδει το κιβώτιο ταχυτήτων στην 1η ταχύτητα (σχέση) δεν είναι ικανή να νικήσει αυτές τις πολύ ισχυρές αντιστάσεις. Στην περίπτωση αυτή, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν βοηθητικό μηχανισμό με τον οποίο επιτυγχάνεται η παραπέρα ελάττωση των στροφών του κινητήριου άξονα μετάδοσης της κίνησης, πράγμα που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της ροπής στέψης και, κατά συνέπεια, της ελκτικής δύναμης των κινητήριων τροχών.

Ο μηχανισμός αυτός τοποθετείται αμέσως μετά το κιβώτιο ταχυτήτων *(Σχ.2.58)* και καλείται βοηθητικό κιβώτιο ταχυτήτων, έχει δε ως προορισμό, αφενός να μειώνει ακόμη περισσότερο τις στροφές, που δέχεται από το κιβώτιο ταχυτήτων - οπότε αυξάνει ακόμη περισσότερο τη ροπή στρέψης - και αφετέρου να μεταδίδει την κίνηση τόσο στο πίσω διαφορικό, όσο και στο εμπρός, οπότε και οι τέσσερις τροχοί γίνονται κινητήριοι, δηλαδή έχουμε τη γνωστή «κίνηση 4x4».

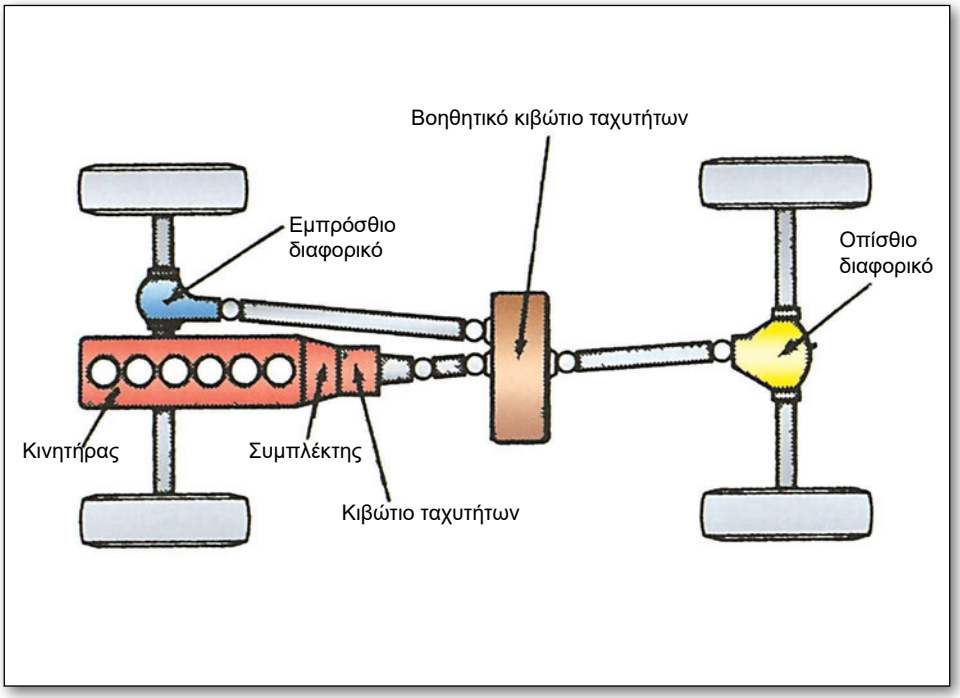
2.3.2.2 Συγκρότηση

Το βοηθητικό κιβώτιο ταχυτήτων αποτελεί κατά κάποιο τρόπο ένα απλουστευμένο κιβώτιο ταχυτήτων, χωρίς όμως συγχρονισμό και συγκροτείται αφενός *(Σχ.2.59)* από το κάλυμμα που είναι φτιαγμένο από μαντέμι και φέρει, εσωτερικά, τρεις βασικούς άξονες (τον πρωτεύοντα στο επάνω μέρος, τον ενδιάμεσο και τον δευτερεύοντα άξονα στο κάτω μέρος) και αφετέρου από τα διάφορα γρανάζια. Ο πρωτεύων συνδέεται με τον δευτερεύοντα του κιβωτίου ταχυτήτων και ο δευτερεύων με το διαφορικό των πίσω τροχών ή με τα διαφορικά των πίσω και εμπρός τροχών, ανάλογα με την εμπλοκή *(Σχ.2.59)*.

2.3.2.3 Λειτουργία.

Όταν το «κόμπλερ» ή ο ολισθαίνων δακτύλιος του πρωτεύοντα άξονα δεν έχουν εμπλέξει κανένα γρανάζι του συγκεκριμένου αυτού άξονα με τον αντίστοιχο ενδιάμεσο, τότε έχουμε το «νεκρό» σημείο, οπότε το όχημα δεν κινείται και η περιστροφή χρησιμοποιείται - μέσω του άξονα κίνησης της βοηθητικής ταχύτητας - για την κίνηση του «εργάτη» ή άλλου βοηθητικού μηχανισμού του οχήματος.

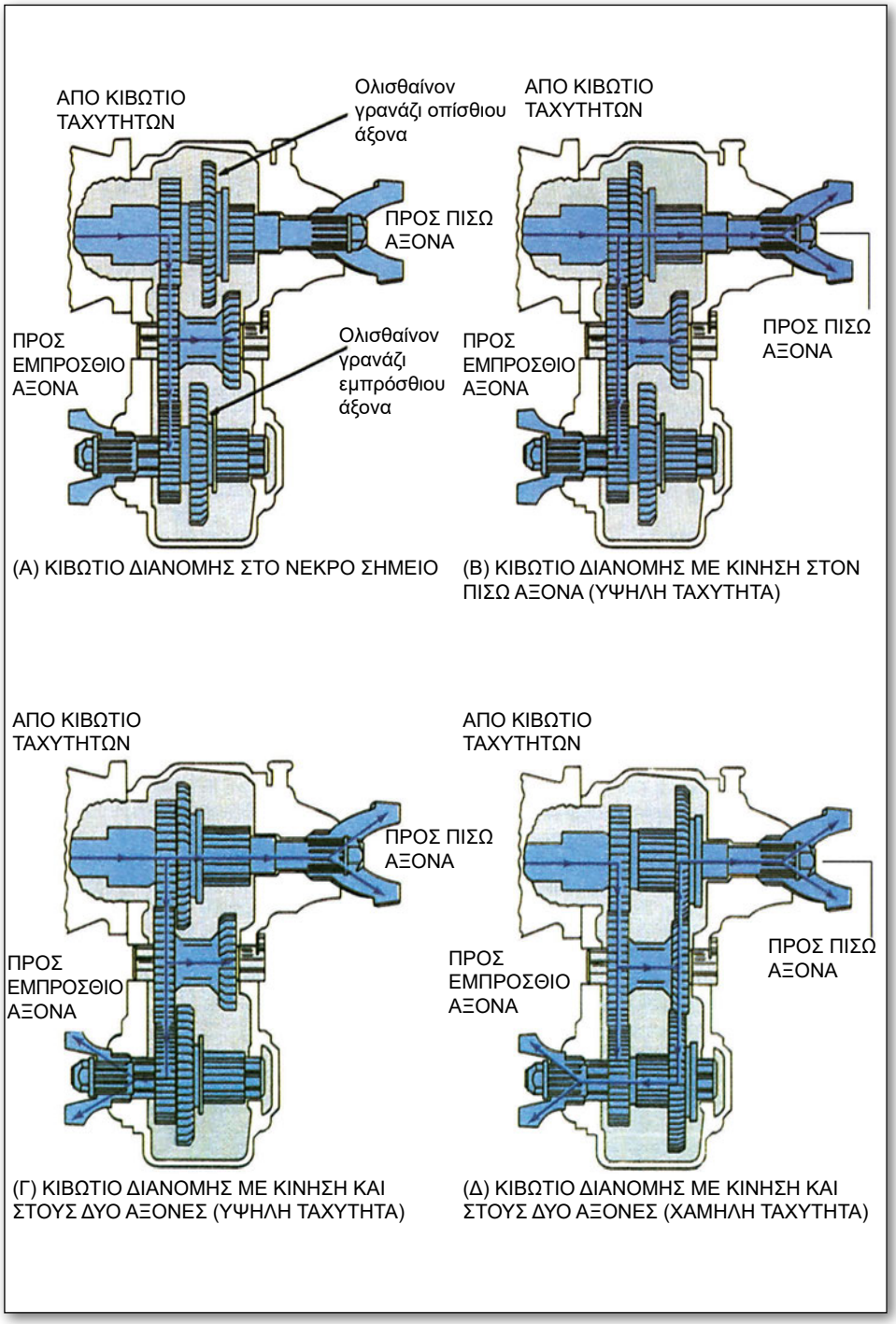
Όταν, όμως, με ανάλογο χειρισμό του «κόμπλερ» ή του ολισθαίνοντα δακτυλίου του πρωτεύοντα, εμπλέξουμε το μικρό ή το μεγάλο γρανάζι με τον ενδιάμεσο άξονα, η κίνηση τότε καταλήγει στον δευτερεύοντα άξονα του κιβωτίου



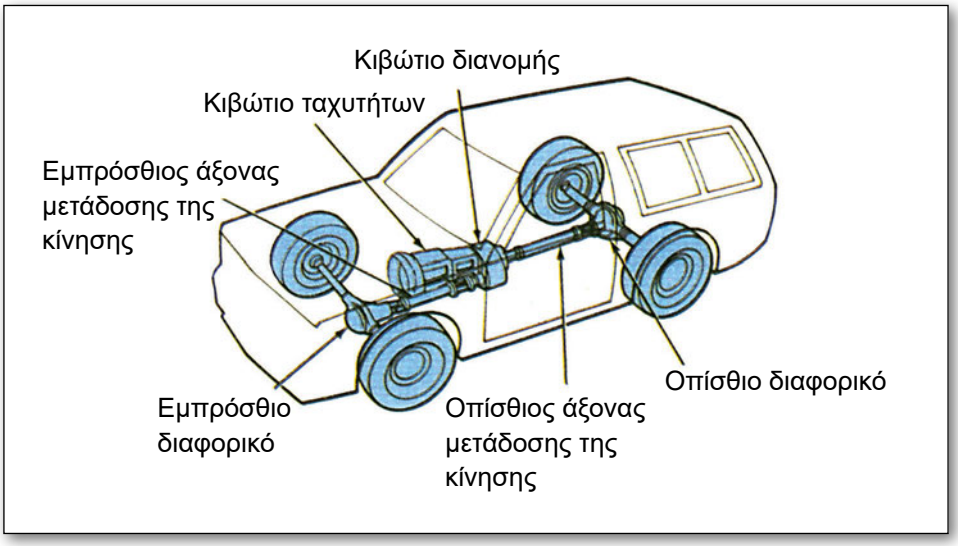
Σχ.2.58 Τυπική θέση βοηθητικού κιβωτίου.

της «βοηθητικής» - με το μικρό γρανάζι να κινείται με τις ίδιες στροφές που κινείται και ο ενδιάμεσος, και το μεγάλο γρανάζι με λιγότερες στροφές - και από εκεί στο οπίσθιο ή και στο εμπρόσθιο διαφορικό, ανάλογα με την εμπλοκή.
Ο συνηθισμένος υποπολλαπλασιασμός των στροφών, που πετυχαίνουμε με το κιβώτιο της βοηθητικής, είναι μεταξύ 1,5 και 2, οπότε έχουμε και αντίστοιχο πολλαπλασιασμό της ροπής στρέψης και, κατ' επέκταση, της ελκτικής δύναμης των κινητήριων τροχών. Η αλλαγή της εμπλοκής στο κιβώτιο της «βοηθητικής» γίνεται, συνήθως, με το αυτοκίνητο σε στάση, επειδή δεν υπάρχει σ' αυτό σύστημα συγχρονισμού.

Στα οχήματα των οποίων όλοι οι άξονες είναι κινητήριοι (4x4 ή 6x6), είναι ανάγκη να παρεμβληθεί μεταξύ του κιβωτίου ταχυτήτων και των διαφορικών ένα σύστημα κατανομής της ισχύος του κινητήρα και στα δύο ή τρία διαφορικά, αντίστοιχα, που κινούν τους ανάλογους άξονες μαζί με τους τροχούς, γεγονός που θα επιτρέπει την απομόνωση των εμπρόσθιων τροχών, αν το θέλει ο οδηγός. Το σύστημα αυτό είναι γνωστό ως σύστημα διανομής. Αν, λοιπόν, γίνεται μόνο διανομή - κατανομή της ισχύος στους κινητήριους άξονες, τότε το κιβώτιο ονομάζεται κιβώτιο διανομής *(Σχ.2.60)*. Αν, όμως, γίνεται συνδυασμός υποβιβασμού στροφών



Σχ.2.59 Λειτουργία βοηθητικού κιβωτίου ταχυτήτων με διανομή δύο (2) ταχυτήτων.



Σχ.2.60 Κιβώτιο διανομής σε όχημα με κινητήριους και τους τέσσερις τροχούς (4x4).

και διανομής, τότε το κιβώτιο αυτό ονομάζεται κιβώτιο βοηθητικής - διανομής *(Σχ.2.59)*. Στην πράξη εφαρμόζεται περισσότερο η περίπτωση του συνδυασμού του κιβωτίου βοηθητικής - διανομής.

Πάντως, όταν το όχημα κινείται σε ομαλό έδαφος, δεν συνιστάται η χρησιμοποίηση του εμπρόσθιου διαφορικού, γιατί αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου, το τιμόνι γίνεται βαρύ και έχουμε ταχύτερη φθορά των ελαστικών. Στα κιβώτια «βοηθητικής», οι άξονές τους στηρίζονται σε κωνικά ρουλεμάν και έχουν ανάγκη ρύθμισης, η οποία γίνεται με την προσθήκη ή αφαίρεση προσθηκών από τα πλευρικά καλύμματα. Έχει μεγάλη σημασία η ρύθμιση των κωνικών ρουλεμάν, γιατί η υπερβολική π.χ. σύσφιξη των κώνων των ρουλεμάν - λόγω κακής ρύθμισης - επιφέρει υπερθέρμανση, ταχεία φθορά και θόρυβο. Η αλλαγή ελαίου και οι παρατηρούμενες βλάβες είναι οι ίδιες με αυτές του κιβωτίου ταχυτήτων.

2.3.3 Φθορές - βλάβες - επισκευή - συντήρηση

Το κιβώτιο ταχυτήτων σπάνια παθαίνει βλάβη, γι' αυτό και πριν προχωρήσουμε σε επέμβαση για επισκευή του, θα πρέπει πρώτα να γίνει έλεγχος του συμπλέκτη, γιατί πολλές φορές η δύσκολη αλλαγή των ταχυτήτων του κιβωτίου οφείλεται σε κακή ρύθμιση και λειτουργία του συμπλέκτη.

Στη συνέχεια, και εφ' όσον το πρόβλημα του κιβωτίου ταχυτήτων συνεχίζει να υπάρχει, πρέπει να γίνει μία προσεκτική δοκιμή οδήγησης του οχήματος, τόσο σε οριζόντια, όσο και σε ανηφορική ή κατηφορική πορεία. Έτσι, ο κινητήρας θα πρέπει κανονικά να κινεί (ωθεί) το όχημα κατά την ανάβαση και να «παρασύρεται» από αυτό κατά την κατάβαση, ενώ για να εντοπίσουμε πού

ακριβώς είναι το πρόβλημα, θα πρέπει να εμπλέκουμε διαδοχικά όλες τις ταχύτητες. Ακόμη, ο οδηγός του οχήματος μπορεί να δώσει στον τεχνίτη του συνεργείου πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τον προσδιορισμό του σημείου της βλάβης. Στη συνέχεια, ο πεπειραμένος τεχνίτης με βάση αυτές τις πληροφορίες και τα αποτελέσματα της δοκιμής, είναι δυνατό να καταλήξει σε συμπεράσματα που θα τον διευκολύνουν πολύ στην εργασία επισκευής. Εφόσον διαπιστωθεί ότι η βλάβη εντοπίζεται μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων, αυτό πρέπει να αφαιρεθεί και να αποσυναρμολογηθεί. Πριν, όμως, αφαιρεθεί το κιβώτιο ταχυτήτων, αδειάζουμε το λάδι, ανυψώνουμε το αυτοκίνητο σε γρύλο, αφαιρούμε τον άξονα μετάδοσης της κίνησης (για οχήματα που έχουν πίσω τους κινητήριους τροχούς), καθώς επίσης και τις εξωτερικές συνδέσεις του συστήματος επιλογής ταχυτήτων αλλά και τον εύκαμπτο άξονα (ντίζα - συρματόσχοινο) του μετρητή ταχύτητας. Στη συνέχεια, το κιβώτιο ταχυτήτων υποστηρίζεται κατάλληλα και αφαιρούνται τα μπουλόνια (βλήτρα) που το συγκρατούν επάνω στο κέλυφος του συμπλέκτη ή που συγκρατούν το κέλυφος αυτό επάνω στον κινητήρα, και έτσι αφαιρούμε το κιβώτιο ταχυτήτων μαζί ή χωρίς το κέλυφος του συμπλέκτη (ανάλογα με τον τύπο), τραβώντας το με προσοχή προς τα πίσω. Αυτό γίνεται για να αποσπαστεί ο πρωτεύων άξονας από την εγκάθισή (υποδοχή) του στο σφόνδυλο και από την πλήμνη του δίσκου του συμπλέκτη. Έπειτα, αποχωρίζουμε το κιβώτιο από το κάλυμμά του. Αν, μάλιστα, υπάρχει συνδυασμός κιβωτίου ταχυτήτων - διαφορικού, όπως στην περίπτωση οχημάτων με κινητήρα και κίνηση εμπρός, τότε αφαιρείται όλο αυτό το συγκρότημα του κιβωτίου ταχυτήτων - διαφορικού από τον κινητήρα, αν και συνηθίζεται, πρώτα, να αφαιρείται (αποσπάται) ο κινητήρας από το συγκρότημα.

Τέλος, πλένουμε με διαλύτη (βενζίνη ή τριχλωροαιθυλένιο) το κιβώτιο ταχυτήτων, εσωτερικά και εξωτερικά, με προσοχή, ώστε να μην εισχωρήσουν ξένα σωματίδια και το τοποθετούμε επάνω σε ειδική βάση για επιθεώρηση. Κατά την επιθεώρηση αυτή παρατηρούμε μόνο την κατάσταση των «δοντιών» των οδοντωτών τροχών και των κώνων συγχρονισμού, και δοκιμάζουμε με το χέρι τη λειτουργία του συστήματος συγχρονισμού. Τα δόντια των οδοντωτών τροχών πρέπει να είναι ακέραια, λεία και καθαρά, ενώ δεν πρέπει να παρουσιάζουν απολεπίσεις («ξεφλουδίσματα») ή ίχνη υπερθέρμανσης (δηλ. χρώμα «μελιτζανί») και υπερβολική φθορά.

Αν, πάντως, παραστεί ανάγκη να διαλυθεί ακόμα περισσότερο το κιβώτιο ταχυτήτων, πρέπει να ακολουθήσουμε πιστά τις οδηγίες που δίδει ο κατασκευαστής. Έτσι, στα περισσότερα κιβώτια ταχυτήτων, για να αφαιρεθεί ο πρωτεύων άξονας, είναι απαραίτητο να αφαιρεθεί αρχικά ο ενδιάμεσος, με τη βοήθεια ενός «ψευτοάξονα», που έχει μήκος ίσο με το μήκος του ενδιάμεσου πολλαπλού οδοντωτού τροχού και πάχος όσο και το πάχος των ωστικών τριβέων (ρουλεμάν).

Αφού, λοιπόν, αποσυναρμολογηθεί το κιβώτιο ταχυτήτων, ελέγχονται τα εξαρτήματά του, ένα προς ένα, με κάθε

λεπτομέρεια και, αν είναι δυνατό, συγκρίνονται με καινούργια, ώστε να διαπιστωθεί ο βαθμός φθοράς τους.
Σε κάθε περίπτωση, πάντως, φθαρμένο ή σπασμένο εξάρτημα του κιβωτίου ταχυτήτων δεν επιτρέπεται να επισκευάζεται και να τοποθετείται πάλι, αλλά θα πρέπει να αντικαθίσταται με καινούργιο. Κατά τη συναρμολόγηση, ακολουθούμε την αντίστροφη σειρά εργασιών από αυτή που ακολουθήσαμε κατά την αποσυναρμολόγηση. Ειδικά, η συναρμολόγηση των τριβέων (ρουλεμάν) εκείνων που συγκροτούνται από ανεξάρτητες σφαίρες ή κυλινδρίσκους («βελόνες»), γίνεται με στερέωση αυτών στη θέση τους με ειδικό γράσο, ενώ για τη συναρμολόγηση του ενδιάμεσου άξονα χρησιμοποιείται, πάντα, ο «ψευτοάξονας», ώστε να συγκρατεί τους τριβείς στη θέση τους.
Μετά την ολοκλήρωση της συναρμολόγησης, ελέγχεται η ελεύθερη κίνηση όλων των εξαρτημάτων που κινούνται (τροχών, δακτυλίων ολισθήσεως, τριβέων κλπ.) καθώς και η εύκολη σύμπλεξη και αποσύμπλεξη όλων των ταχυτήτων. Στη συνέχεια, τοποθετούνται τα καλύμματα του κιβωτίου με καινούργια παρεμβάσματα (φλάντζες), αφού προηγουμένως επαλειφθούν και οι δύο επιφάνειες τους με στεγανωτικό υλικό. Το κιβώτιο, τώρα, είναι έτοιμο να τοποθετηθεί στο όχημα, ακολουθώντας και σ' αυτήν την περίπτωση, την αντίστροφη σειρά εργασιών από εκείνη που ακολουθήσαμε κατά την αφαίρεσή του, και στη συνέχεια, μετά δηλαδή την τοποθέτησή του, γίνονται όλες οι συνδέσεις του συστήματος επιλογής ταχυτήτων, του χιλιομετρητή κ.λ.π., και το γεμίζουμε με το προβλεπόμενο λιπαντικό, οπότε είναι έτοιμο για δοκιμή.
Σε ό,τι αφορά τη συντήρηση του κιβωτίου, το μόνο που πρέπει να κάνουμε, είναι να αλλάζουμε το λιπαντικό του (βαλβολίνες) και να ελέγχουμε τη στάθμη του, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
Ο έλεγχος αυτός πρέπει να γίνεται σε κάθε αλλαγή λιπαντικών του κινητήρα, δηλαδή στα 5000Km για τα παλαιά οχήματα, στα 7.500Km για τα σύγχρονα και στα 15.000Km για τα τελευταίας τεχνολογίας οχήματα, ενώ η αλλαγή των βαλβολίνων κάθε 30.000 μέχρι 60.000Km, ανάλογα, βέβαια, και με τον τύπο του κιβωτίου ταχυτήτων.
Επίσης, αν ο χειρομοχλός του συστήματος επιλογής ταχυτήτων είναι μακριά από το κιβώτιο ταχυτήτων, π.χ. επάνω στο σωλήνα του συστήματος διευθύνσεως, τότε, ανάλογα και με τις οδηγίες του κατασκευαστή, οι αρθρώσεις των μοχλών θα πρέπει και αυτές να λιπαίνονται με λάδι ή γράσο.

2.3.4 Συνήθεις Βλάβες - Αποτελέσματα - Αίτια.

Γενικές βλάβες

Οι πιο συνηθισμένες βλάβες - με τις αντίστοιχες τους συνέπειες - είναι οι εξής:

1. Φθορά πείρου ή σφαιριδίων του μοχλού ταχυτήτων (λεβιέ), με αποτέλεσμα να μην καθορίζεται η θέση της κάθε ταχύτητας.
2. Φθορά ή σπάσιμο του νυχιού (δοντιού) του μοχλού ταχυτήτων, με αποτέλεσμα να είναι αδύνατη η επιλογή ταχύτητας στο κιβώτιο.

3. Φθορά της ασφαλείας της «όπισθεν», οπότε αντί 1ης να συμπλέκεται η όπισθεν και αντίστροφα.
4. Φθορά της γενικής «ασφάλειας», με αποτέλεσμα την εμπλοκή δύο ταχυτήτων, με συνέπεια την παύση λειτουργίας (σβήσιμο) του κινητήρα ή τη θραύση εξαρτημάτων του κιβωτίου.

Πιο αναλυτικά:

α) Δυσκολία αλλαγής ταχυτήτων

Το πρόβλημα αυτό οφείλεται στις παρακάτω αιτίες:

1. Κακή αποσύμπλεξη του συμπλέκτη, που συνοδεύεται από χαρακτηριστικό «τρίξιμο» ταχύτητας.
2. Μη ολίσθηση του αξονίσκου των φουρκετών (διχάλας).
3. Εμπλοκή των γραναζιών του δευτερεύοντα άξονα, λόγω ανωμαλιών του πολύσφηνου, που προέρχονται κυρίως από κτυπήματα.
4. Φθορά των συγχρονιστών.
5. Χαμηλή θερμοκρασία λιπαντικού.

β) Θορυβώδης λειτουργία

Το σύμπτωμα αυτό προέρχεται από τις εξής αιτίες:

1. Έλλειψη λιπαντικού.
2. Φθορά του κυρίως ρουλεμάν του πρωτεύοντα άξονα.
3. Φθορά των σημείων στήριξης (τριβέων ή κουζινέτων) του ενδιαμέσου άξονα.
4. Φθορά τριβέων (ρουλεμάν) του δευτερεύοντα άξονα, οπότε και παρουσιάζεται θόρυβος σε όλες τις ταχύτητες, εκτός από το «νεκρό» σημείο.
5. Φθορά των «δοντιών» του ζεύγους των γραναζιών μιας ταχύτητας.

γ) Απότομη αποσύμπλεξη («πέταγμα ταχύτητας»)

Η βλάβη αυτή οφείλεται σε:

1. Φθορά «ασφαλειών» διχάλων, σπασμένο ή εξασθενισμένο ελατήριο ασφαλείας, φθαρμένη εγκάθιση (φωλιά) σφαιριδίων.
2. Στραβωμένο ή φθαρμένο δίχαλο ταχυτήτων.
3. Υπερβολική φθορά οδόντων των εμπλεκομένων οδοντωτών τροχών (γραναζιών).
4. Υπερβολική φθορά των τριβέων του άξονα εκείνου που βρίσκεται κοντά στην ταχύτητα αυτή.
5. Μη ευθυγράμμιση κιβωτίου ταχυτήτων και συμπλέκτη.
6. Φθορά στα ορειχάλκινα φρένα συγχρονισμού («φρενάκια»), στην περίπτωση κιβωτίων ταχυτήτων συγχρονισμού.

δ) Διαρροή λιπαντικού (βαλβολίνων)

Προέρχεται από:

1. Υπερβολική ποσότητα λιπαντικού στο κιβώτιο, με αποτέλεσμα την:
   - Διαρροή του λιπαντικού από τους εμφρακτήρες (τσιμούχες) του λαδιού προς το συμπλέκτη.
   - Υπερθέρμανση του κιβωτίου.
   - Απώλεια στροφών **Παρατήρηση: (το πώμα πλήρωσης είναι και στάθμη ελέγχου πλήρωσης του λιπαντικού).**

2. Φθαρμένο τριβέα του πρωτεύοντα ή του δευτερεύοντα άξονα.
3. Κατεστραμμένη τσιμούχα λαδιού του πίσω τριβέα.

ε) Ακατάλληλο λιπαντικό

Η λίπανση των οδοντωτών τροχών του κιβωτίου ταχυτήτων πρέπει να γίνεται με λιπαντικό S.A.E. 90, σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, και το οποίο λάδι πρέπει να ανανεώνεται, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η αλλαγή αυτή του λιπαντικού πρέπει να γίνεται, πάντοτε, όταν το κιβώτιο είναι θερμό μετά από διαδρομή του οχήματος, διότι τότε το λιπαντικό έχει γίνει λεπτόρρευστο και έτσι παρασύρονται εύκολα - κατά την εκκένωση - οι όποιες ακαθαρσίες (ρινίσματα μετάλλων από τη φθορά των οδοντωτών τροχών, επικαθίσεις κ.λ.π.)

Παρατήρηση: Σε κιβώτια με κάποια φυσιολογική φθορά, χρησιμοποιούμε γραφιτούχες βαλβολίνες, για να καλύπτουμε τις ανοχές, σύμφωνα με τον κατασκευαστή και για να μειώνουμε τους θορύβους στο ελάχιστο.

2.3.5 Περίληψη της ενότητας

- Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελεί, κατά σειρά, το δεύτερο εξάρτημα του συστήματος μετάδοσης της κίνησης και η θέση του είναι μεταξύ του συμπλέκτη και του άξονα μετάδοσης της κίνησης στο διαφορικό. Έχει σκοπό να δίνει μία μεταβλητή σχέση μετάδοσης των στροφών του κινητήρα στους κινητήριους τροχούς του οχήματος, πράγμα που επιτρέπει (σε περίπτωση μείωσης των στροφών) την αύξηση της ροπής στρέψης των κινητήριων τροχών και, κατά συνέπεια, και της ελκτικής δύναμής τους. Το ίδιο συμβαίνει, βέβαια, και αντίστροφα, επιτρέποντας, κατ' αυτόν τον τρόπο, στον κινητήρα να προσαρμόζει κάθε φορά τη ροπή στρέψης, ανάλογα με το φορτίο και τη διαμόρφωση του εδάφους, όπου κινείται το όχημα. Το κιβώτιο ταχυτήτων, εκτός από την παραπάνω κύρια αποστολή, επιτρέπει στο όχημα να κινείται προς τα πίσω, αλλά και να διακόπτει, μόνιμα, την κίνηση προς τους τροχούς. Ένα κλασικό μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από: τη θήκη, τον πρωτεύοντα άξονα, το δευτερεύοντα άξονα, τον ενδιάμεσο άξονα, τον άξονα της «όπισθεν», από ένα αριθμό οδοντωτών τροχών (γραναζιών) και από το σύστημα χειρισμού και ελέγχου - μέτρησης της ταχύτητας - διαδρομής.
- Τα μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων, ανάλογα με τον τρόπο εμπλοκής των ταχυτήτων, διακρίνονται σε: μηχανικά κιβώτια με ολισθαίνοντες οδοντωτούς τροχούς, μηχανικά κιβώτια σταθερής σύμπλεξης και στα μηχανικά κιβώτια συγχρονισμού, τα οποία είναι και τα περισσότερο αποδοτικά.
- Εκτός από το κλασσικό κιβώτιο ταχυτήτων, σε ορισμένα ειδικά επιβατικά οχήματα - ιδιαίτερα σε όσα υπάρχει τετρακίνηση (4x4) - αλλά και στα φορτηγά, συναντούμε και το βοηθητικό κιβώτιο ταχυτήτων, το οποίο τοποθετείται αμέσως μετά το

κιβώτιο ταχυτήτων και έχει σκοπό, αφενός να μειώνει ακόμη περισσότερο την ταχύτητα περιστροφής προς τους κινητήριους τροχούς και αφετέρου να διανέμει την ισχύ του κινητήρα στο εμπρόσθιο και οπίσθιο διαφορικό του οχήματος, οπότε, τότε, καλείται «κιβώτιο διανομής».

- Και τα δύο είδη κιβωτίων, επειδή αποτελούνται από περιστρεφόμενα και τριβόμενα μέρη, παθαίνουν φθορές και βλάβες, για την επισκευή των οποίων θα πρέπει να ακολουθείται η γνωστή διαδικασία: δοκιμή ελέγχου

2.3.6 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποιος ο σκοπός του κιβωτίου ταχυτήτων και από ποια κύρια μέρη αποτελείται;
2. Πόσους άξονες έχει ένα μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων, πώς ονομάζονται και πόσους οδοντωτούς τροχούς έχει ο κάθε άξονας;
3. Πώς μεταφέρεται η κίνηση μέσα σε ένα κιβώτιο 4 ταχυτήτων, όταν τοποθετηθεί (επιλεγεί) η 1η ταχύτητα;
4. Πώς επιτυγχάνεται η κίνηση των αυτοκινήτων προς τα πίσω; Όταν δεν υπάρχει εμπλοκή καμίας ταχύτητας (περίπτωση «νεκρού» σημείου), ποιοι άξονες περιστρέφονται μέσα στο κιβώτιο ταχυτήτων;
5. Πόσα είδη μηχανικών κιβωτίων ταχυτήτων χρησιμοποιούνται και ποια η αρχή λειτουργίας του καθενός;
6. Σε τι διαφέρει ένα κιβώτιο ταχυτήτων σταθερής (μόνιμης) εμπλοκής ως προς ένα άλλο, που διαθέτει σύστημα συγχρονισμού;
7. Σε ποια αρχή στηρίζεται η λειτουργία του κιβωτίου ταχυτήτων;
8. Ποιες είναι οι περισσότερο συνηθισμένες βλάβες σε ένα κιβώτιο ταχυτήτων;
9. Ποιος ο σκοπός του βοηθητικού κιβωτίου «απλής διανομής» και ποιος του βοηθητικού κιβωτίου διανομής «μετά βοηθητικής»;
10. Πού οφείλεται η θορυβώδης λειτουργία του κιβωτίου ταχυτήτων και του κιβωτίου «βοηθητικής»;
11. Αν ένας οδοντωτός τροχός (γρανάζι) με 30 «δόντια» εμπλέκεται με έναν άλλο με 12 δόντια, ποια είναι η σχέση μετάδοσης; Εάν ο οδοντωτός τροχός με τα 30 δόντια περιστρέφεται με 1000 R.P.M. (στροφές ανά λεπτό), με πόσες στροφές θα περιστρέφεται ο οδοντωτός τροχός με τα 12 δόντια;

προς εντοπισμό βλάβης - αφαίρεση του κιβωτίου από το όχημα - αποσυναρμολόγηση - έλεγχος, επισκευή, αντικατάσταση εξαρτημάτων του - συναρμολόγηση - έλεγχος - επανατοποθέτηση επί του οχήματος και τελικός ποιοτικός έλεγχος.

12. Τι είναι ροπή στρέψης;

13. Αν στον οδοντωτό τροχό με τα 30 δόντια (της ερώτησης 11), εφαρμόζεται μία ροπή στρέψης M = 140 Nm, ποια θα είναι η αντίστοιχη ροπή στρέψης που θα εφαρμόζεται στον συνεργαζόμενο οδοντωτό τροχό με τα 12 δόντια (χωρίς να λάβουμε υπόψη μας τις απώλειες τριβής);

14. Δια μέσου ποιων γραναζιών του κιβωτίου ταχυτήτων στα πλαίσια της ενότητας 2.3.1.2 - γίνεται η μετάδοση της κίνησης στην 1η, 2η, 3η, 4η και όπισθεν ταχύτητα;

15. Ποιες είναι οι δύο συνήθεις θέσεις του μοχλού επιλογής ταχυτήτων σε ένα μηχανικό κιβώτιο;

16. Να αναφέρετε τις πιθανές αιτίες στις οποίες οφείλεται η δυσκολία αλλαγής μιας ταχύτητας.

17. Να αναφέρετε τις πιθανές αιτίες της θορυβώδους λειτουργίας ενός κιβωτίου ταχυτήτων.

18. Σε ποια αίτια μπορεί να οφείλεται η απότομη αποσύμπλεξη («πέταγμα») μιας ταχύτητας;

19. Να σημειώσεις τα διαδοχικά βήματα που απαιτούνται να γίνουν, με σκοπό την αφαίρεση του κιβωτίου ταχυτήτων.

20. Ατομική εργασία

Να συντάξεις μια προσωπική κάρτα (κατάλογο), στη μία πλευρά της οποίας να γράψεις τις πιθανές βλάβες που μπορεί να παρουσιασθούν σε ένα κιβώτιο ταχυτήτων και στην άλλη τα πιθανά αίτια για κάθε αντίστοιχη βλάβη.

2.4 ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

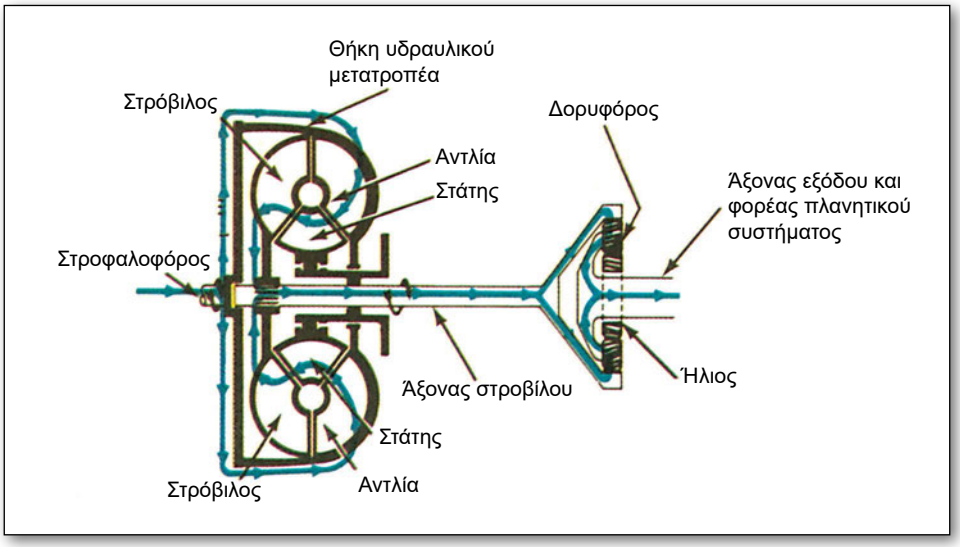
Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν τα είδη των αυτόματων κιβωτίων ταχυτήτων.
- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα τέτοιο αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.
- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας τόσο του ίδιου - σαν ενιαίο σύνολο - όσο και των επί μέρους εξαρτημάτων του.
- Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους - εξαρτήματος του κιβωτίου αυτού, στην όλη διάταξη.
- Να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των συστημάτων αυτών.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες ενός τέτοιου συστήματος και των επιμέρους εξαρτημάτων του.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συστήματος αυτού και των επί μέρους εξαρτημάτων του.

2.4.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη ενότητα, η λειτουργία ενός μηχανικού κιβωτίου ταχυτήτων ελέγχεται από τον οδηγό του οχήματος, ο οποίος πιέζοντας το πεντάλ του συμπλέκτη και με τη βοήθεια του μοχλού επιλογής ταχυτήτων (λεβιέ), επιλέγει εκείνο το ζεύγος των οδοντωτών τροχών (γραναζιών) του κιβωτίου αυτού, το οποίο κρίνει ότι είναι κατάλληλο για να υπερνικηθεί η αντίσταση, που αντιμετωπίζουν, εκείνη τη στιγμή, οι κινητήριοι τροχοί του οχήματος. Επί πλέον, ο αριθμός των ζευγών των οδοντωτών τροχών που είναι δυνατό να επιλεγούν, είναι περιορισμένος (συνήθως ένα από τα τέσσερα ζεύγη οδοντωτών τροχών στα περισσότερα μηχανικά κιβώτια).

Αντίθετα, στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων η παραπάνω εργασία επιλογής του ζεύγους των οδοντωτών τροχών γίνεται αυτόματα από το ίδιο το κιβώτιο ταχυτήτων, χωρίς τη μεσολάβηση του οδηγού. Έτσι, τα ζεύγη αυτά ξεκινούν με τη χαμηλότερη σχέση μετάδοσης και καθώς το όχημα επιταχύνει, μετακινούνται αυτόματα στην ενδιάμεση και από εκεί στην υψηλότερη σχέση. Τα αυτόματα κιβώτια λειτουργούν υδραυλικά, δηλαδή με πίεση λαδιού και

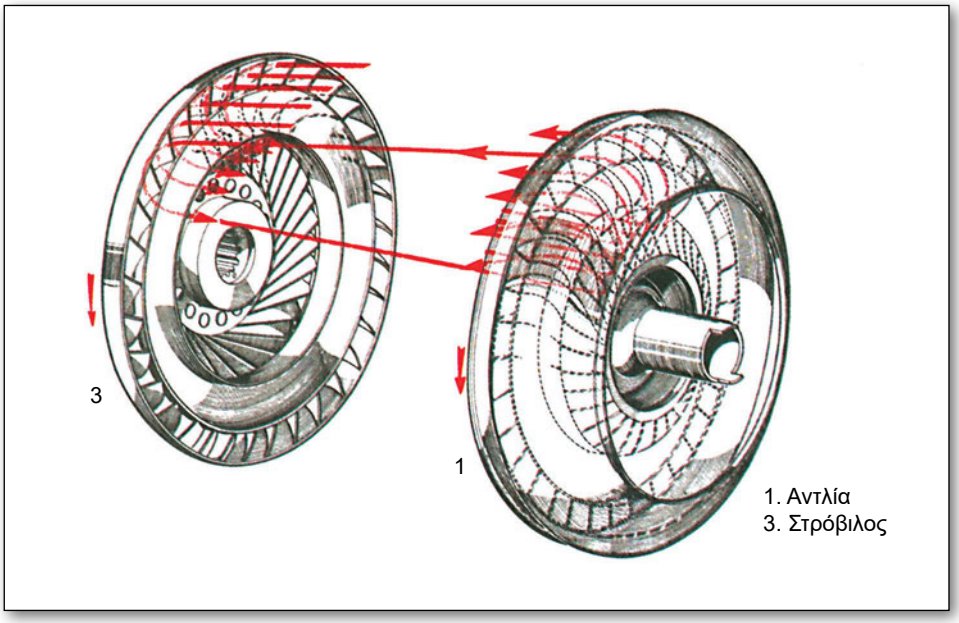


Σχ.2.61 Ροή ισχύος μέσα από τον υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης στο πλανητικό σύστημα κίνησης.

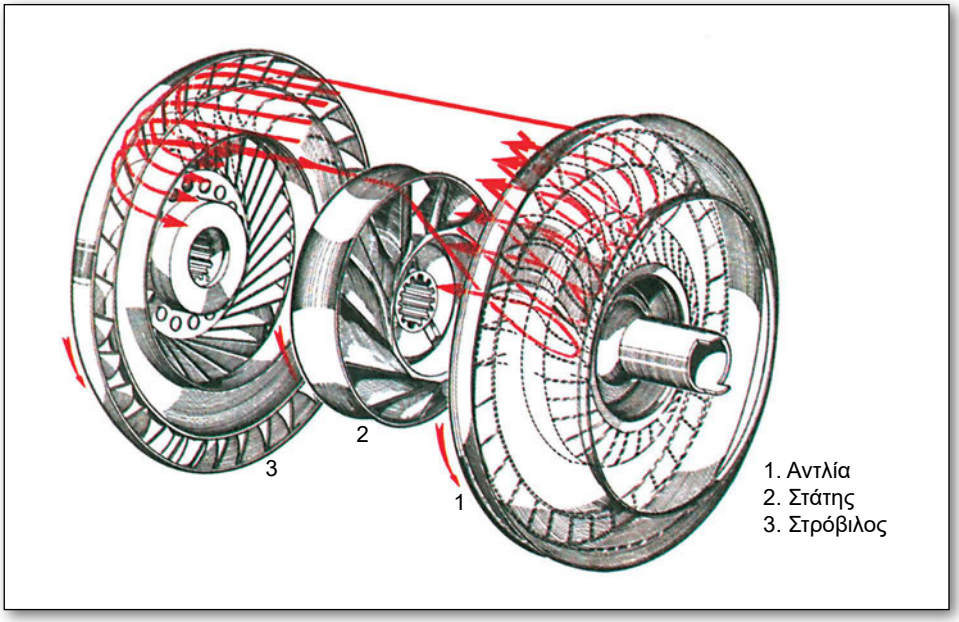
αποτελούνται από δύο βασικά μέρη: α) από τον υδραυλικό συμπλέκτη ή υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης και β) από ένα αριθμό (δύο ή περισσότερων) συστημάτων οδοντωτών τροχών, που καλούνται πλανητικά συστήματα κίνησης. Ο υδραυλικός μετατροπέας ροπής μεταφέρει τη ροπή στρέψης του κινητήρα στα πλανητικά συστήματα κίνησης του κιβωτίου και επενεργώντας με υδραυλική πίεση σ' αυτά, γίνεται η επιλογή των κατάλληλων οδοντωτών τροχών και, επομένως, της κατάλληλης σχέσης μετάδοσης. Στο παραπάνω Σχήμα 2.61, φαίνεται η ροή της ισχύος του κινητήρα μέσα από τον υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης στο πλανητικό σύστημα κίνησης ενός απλού αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.

2.4.2 Υδραυλικός Μετατροπέας Ροπής Στρέψης

Στην ενότητα 2.2.7 περιγράψαμε τον υδραυλικό συμπλέκτη, ο οποίος θεωρείται ένα από τα βασικά εξαρτήματα του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων. Ο υδραυλικός, όμως, αυτός συμπλέκτης, όπως τονίσθηκε και στην παραπάνω αυτή ενότητα, είναι μειωμένης απόδοσης, και αυτό, επειδή το λάδι που περιέχει, όταν αποδώσει την κινητική του ενέργεια στα πτερύγια του στροβίλου και επιστρέφει πάλι στην αντλία, την συναντά σε κατεύθυνση αντίθετη προς την κίνησή της, με αποτέλεσμα να τη «φρενάρει» και έτσι να μειώνεται η απόδοση του συμπλέκτη *(Σχ.2.62)*.
Για να περιορισθεί αυτό το μειονέκτημα, ένα τρίτο μέλος που καλείται «στάτης» προστίθεται στο σύστημα του



Σχ.2.62 Κατεύθυνση του λαδιού επιστροφής από το στρόβιλο προς την αντλία, όταν δεν υπάρχει «στάτης».

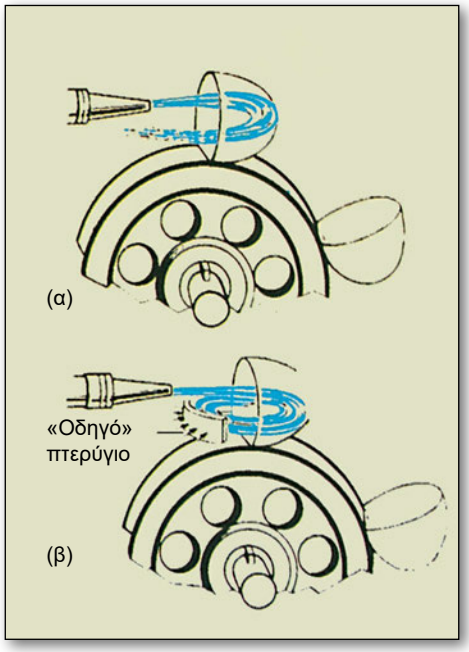


Σχ.2.63 Κατεύθυνση του λαδιού επιστροφής από το στρόβιλο προς την αντλία, όταν παρεμβάλλεται ο «στάτης».

υδραυλικού συμπλέκτη και σε θέση μεταξύ αντλίας και στροβίλου. Ο στάτης αυτός έχει κεκλιμένα πτερύγια, τα οποία αλλάζουν την κατεύθυνση του λαδιού που εξέρχεται από τα πτερύγια του στροβίλου, έτσι ώστε να συναντά την αντλία στην κατεύθυνση της περιστροφής της, οπότε και ενισχύει περαιτέρω την περιστροφή της αυτή *(Σχ.2.63)*.

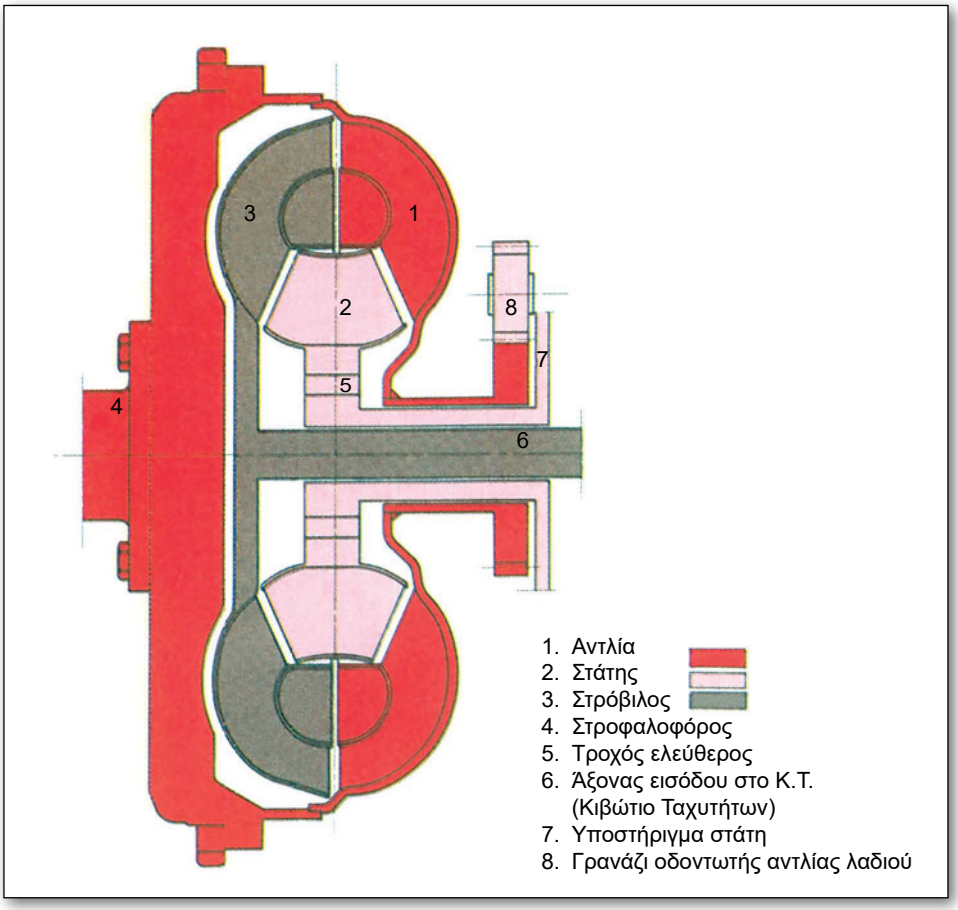
Στο παρακάτω Σχήμα 2.64 βλέπουμε ένα απλοποιημένο τύπο υδραυλικού μετατροπέα ροπής, στον οποίο το τρίτο μέλος (ο στάτης) αλλάζει την κατεύθυνση του λαδιού προς μία άλλη (της βοηθητικής) που έχει φορά ίδια με αυτήν της περιστροφής της αντλίας. Στο επάνω σχήμα (α) φαίνεται μία δέσμη λαδιού, που εκτινάσσεται από ένα μπεκ, να κτυπά σε ένα κυκλικό πτερύγιο («κουβαδάκι») που είναι στερεωμένο πάνω στον τροχό. Το λάδι αυτό αφού απωθήσει το πτερύγιο μόνο για λίγο, χύνεται έξω απ' αυτό με την ίδια περίπου ενέργεια που είχε πριν εισέλθει σ' αυτό. Ως συμπέρασμα, λοιπόν, προκύπτει, ότι ένα απλό πέρασμα του λαδιού από το «κουβαδάκι», δεν του δίνει μεγάλη ώθηση.

Αν όμως, προστεθεί ένα «οδηγό πτερύγιο», όπως φαίνεται στο σχήμα (β), το λάδι εκτελεί περισσότερα από ένα περάσματα μέσα από το «κουβαδάκι» αυτό, αφού ο συγκεκριμένος «οδηγός» - πτερύγιο υποχρεώνει τη δέσμη του λαδιού να επιστρέψει πάλι σ' αυτό, με αποτέλεσμα να του προσθέτει ώθηση. Πράγματι, το λάδι μπορεί να συμπληρώσει το κύκλωμα πολλές φορές, προσθέτοντας κάθε φορά ώθηση στο «κουβαδάκι» (πτερύγιο). Αυτό το αποτέλεσμα είναι το φαινόμενο που καλούμε «πολλαπλασιασμό της ροπής στρέψης».



Σχ.2.64 Αποτέλεσμα δέσμης λαδιού σε ένα «κουβαδάκι» επάνω σε ένα τροχό, χωρίς «οδηγό - πτερύγιο» (α) και με «οδηγό πτερύγιο» (β).

Αμέσως παρακάτω θα εξηγήσουμε, αναλυτικά, πώς αυτός ο πολλαπλασιασμός της ροπής στρέψης εφαρμόζεται σ' ένα υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης. Καθώς, δηλαδή, το λάδι αφήνει το στρόβιλο και κτυπά στα καθοδηγητικά πτερύγια του στάτη, αλλάζει κατεύθυνση και εισέρχεται στα πτερύγια της αντλίας, ακολουθώντας μία βοηθητική κατεύθυνση ίδια με τη φορά περιστροφής της αντλίας. Αυτή, στη συνέχεια, εκτινάσσει το λάδι εκ νέου πίσω στο στρόβιλο, διαδικασία η οποία είναι συνεχής και επαναλαμβανόμενη. Έτσι, οι επανειλημμένες αυτές ωθήσεις από το λάδι των πτερυγίων του στροβίλου αυξάνουν τη ροπή



Σχ.2.65 Τομή υδραυλικού μετατροπέα ροπής στρέψης.

στρέψης του. Σε πολλούς υδραυλικούς μετατροπείς της ροπής στρέψης, αυτή (η ροπή) γίνεται μεγαλύτερη κατά δύο φορές, σε σχέση με την αρχική, φαινόμενο που καλούμε πολλαπλασιασμό της ροπής στρέψης.

Ο στάτης, όπως αποδείξαμε παραπάνω, αναγκάζει τον μετατροπέα της ροπής στρέψης να την πολλαπλασιάσει, όταν η αντλία στρέφεται γρηγορότερα από το στρόβιλο. Αυτή η διαφορά ταχύτητας αφενός, και η αύξηση της ροπής αφετέρου, έχουν το ίδιο αποτέλεσμα που θα είχε ένα μικρό γρανάζι μικρής σχέσης μετάδοσης στο αντίστοιχο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων, δηλαδή επιτρέπουν στον κινητήρα να γυρίζει γρήγορα, ενώ οι κινητήριοι τροχοί του οχήματος στρέφονται αργά. Έτσι, αν μία υψηλή ροπή εφαρμοσθεί στο όχημα, τότε αυτό μπορεί να επιταχυνθεί. Όταν, όμως, το όχημα αυξήσει την ταχύτητά του, ο στρόβιλος τείνει να κινείται με την ταχύτητα της αντλίας, οπότε - σ' αυτήν την περίπτωση - το λάδι αφήνει τα πτερύγια του στροβίλου

και εισέρχεται κατ' ευθείαν στην αντλία και σε μία βοηθητική γι' αυτήν κατεύθυνση, χωρίς να χρειάζεται να υποστηριχθεί από τον στάτη. Πράγματι, κάτω από αυτές τις συνθήκες, τα πτερύγια του στάτη βρίσκονται στην ίδια την πορεία του λαδιού, με αποτέλεσμα αυτό να αρχίζει να κτυπά τα συγκεκριμένα πτερύγια από την οπίσθια πλευρά τους. Έτσι, για να είναι σε θέση τα πτερύγια του στάτη να κινηθούν έξω από την πορεία του λαδιού, πρέπει ο ίδιος ο στάτης να μπορεί να περιστραφεί, και για να επιτευχθεί αυτό, είναι τοποθετημένος επάνω σε ένα μηχανισμό ο οποίος μπορεί να περιστρέφεται ελεύθερα. Πιο συγκεκριμένα, ο μηχανισμός αυτός της ελεύθερης περιστροφής είναι ένας συμπλέκτης μιας κατεύθυνσης που επιτρέπει στο στάτη να περιστρέφεται ελεύθερα, μόνο, όμως, σε μία κατεύθυνση, εμποδίζοντάς τον να γυρίσει σε αντίθετη κατεύθυνση. Στο Σχήμα 2.65, φαίνεται μία απλοποιημένη τομή ενός υδραυλικού μετατροπέα ροπής στρέψης.

2.4.3 Πλανητικό Σύστημα Κίνησης

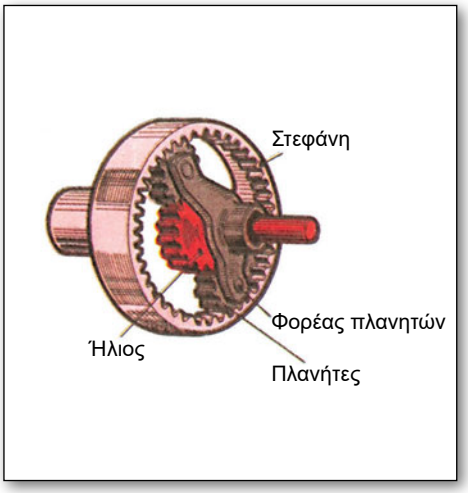
2.4.3.1 Γενικά

Ένα πλανητικό σύστημα κίνησης (Σχ.2.66), αποτελείται από τα εξής μέλη:

α) Μία οδοντωτή στεφάνη («κορώνα») που φέρει άξονα και εσωτερικά δόντια

β) Ένα κεντρικό οδοντωτό τροχό («πινιόν») που καλείται «ήλιος»

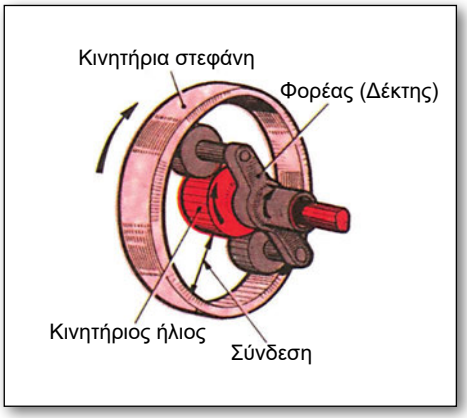
γ) Δύο, τρεις ή περισσότερους οδοντωτούς τροχούς που καλούνται «πλανήτες» και οι οποίοι είναι πάντα σε εμπλοκή μεταξύ στεφάνης και ήλιου και περιστρέφονται επί αξονίσκων, και



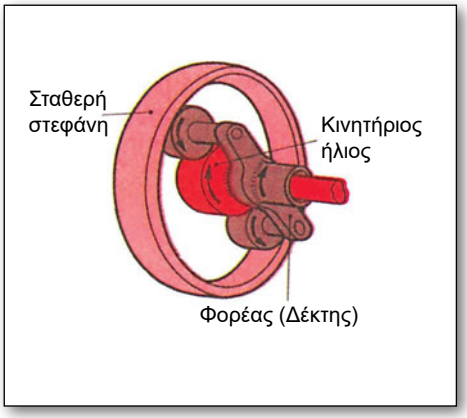
Σχ.2.66 Πλανητικό σύστημα κίνησης.

δ) Από το «φορέα των πλανητών», επί του οποίου είναι στερεωμένοι οι προηγούμενοι αξονίσκοι. Ο «φορέας» αυτός καταλήγει σε ένα άξονα, ο οποίος είναι ευθυγραμμισμένος με τον άξονα του «ήλιου», ενώ και οι δύο αυτοί (άξονες) είναι απόλυτα κεντραρισμένοι στην οδοντωτή στεφάνη, η οποία και φέρει το δικό της άξονα.

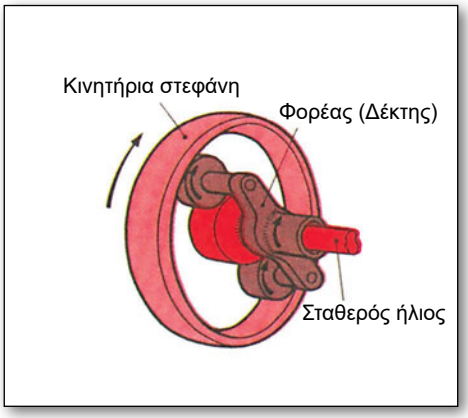
Έτσι, το παραπάνω αυτό πλανητικό σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν μειωτήρας στροφών, δηλαδή σαν υποπολλαπλασιαστής τους σε ένα κιβώτιο ταχυτήτων, ή και σαν πολλαπλασιαστής τους, γνωστός ως «όβερ ντράϊβ» (Over Drive) σε ορισμένα άλλα κιβώτια ταχυτήτων. Στην πράξη, το πλανητικό σύστημα χρησιμοποιείται, είτε σε συνδυασμό με ένα κοινό κιβώτιο ταχυτήτων, όπου λειτουργεί ως πολ/στής στροφών (Over Drive), είτε σε συνδυασμό με άλλα πλανητικά συστήματα στο υδραυλικό (αυτόματο) κιβώτιο ταχυτήτων.



Σχ.2.67 Απ' ευθείας μετάδοση κίνησης.



Σχ.2.68 Μείωση στροφών με σταθερή τη «στεφάνη».



Σχ.2.69 Μείωση στροφών με σταθερό τον «ήλιο».

2.4.3.2 Λειτουργία του πλανητικού συστήματος κίνησης.

Αν ακινητοποιήσουμε ένα από τα μέλη, είτε, δηλαδή, την οδοντωτή στεφάνη, είτε τον ήλιο, ή τους πλανήτες, ή τον φορέα του πλανητικού συστήματος και θέσουμε σε κίνηση ένα από τα άλλα, μπορούμε να έχουμε τους παρακάτω συνδυασμούς κίνησης:

α) Απ' ευθείας μετάδοση της κίνησης *(Σχ.2.67)*

Αυτή επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

1ος ΤΡΟΠΟΣ

Καθιστούμε δύο από τα μέλη του πλανητικού συστήματος αλληλένδετα μεταξύ τους, δηλαδή:

- Τον «ήλιο» τον καθιστούμε κινητήριο και
- Τη «στεφάνη» αλληλένδετη με αυτόν.

Εδώ, οι πλανήτες δεν περιστρέφονται και παρασύρουν το φορέα τους σε κίνηση ίδια με αυτήν του ήλιου και προς την ίδια την κατεύθυνση του, οπότε ο «φορέας» γίνεται δέκτης. Έτσι, το πλανητικό σύστημα μεταδίδει απ' ευθείας την κίνηση, χωρίς καμία μείωση ή πολλαπλασιασμό των στροφών.

2ος: ΤΡΟΠΟΣ

Επιτυγχάνουμε, επίσης, την απ' ευθείας μετάδοση της κίνησης με αντίστροφο τρόπο, καθιστώντας δηλαδή:

- Τη στεφάνη κινητήρια και
- Τον «ήλιο» αλληλένδετο με αυτήν.

Έτσι, μπορούμε να επιτύχουμε μείωση ή πολλαπλασιασμό στροφών, καθώς και αντιστροφή της κίνησης. Αυτό επιτυγχάνεται με την εξής διαδικασία:

ένα από τα μέλη (οδοντωτή στεφάνη ή ήλιος ή πλανήτες) του πλανητικού συστήματος γίνεται κινητήριο, ένα άλλο ακινητοποιείται, ενώ το τρίτο γίνεται δέκτης (κινούμενο). Πολλοί συνδυασμοί, λοιπόν, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στα διάφορα μέλη του κάθε πλανητικού συστήματος, οπότε θα έχουμε:

β) Μείωση Στροφών (Με σταθερή την οδοντωτή «στεφάνη» και κινητήριο τον «ήλιο») *(Σχ.2.68)*

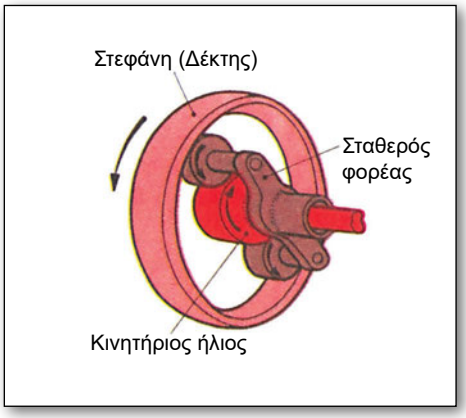
Αυτή η διάταξη χρησιμοποιείται για την 2η ταχύτητα των στροφών και για την 1η σαν πρώτος υποπολλαπλασιαστής των στροφών. Έτσι, ο «φορέας των πλανητών» γίνεται δέκτης και παρασύρεται από αυτούς, οι οποίοι κυλίονται στο εσωτερικό της στεφάνης με πολύ μειωμένες στροφές. Ο δέκτης («φορέας») περιστρέφεται στην ίδια κατεύθυνση με αυτήν του κινητήριου ήλιου.

γ) Μείωση Στροφών (Με σταθερό τον «ήλιο» και κινητήρια τη στεφάνη) *(Σχ.2.69)*

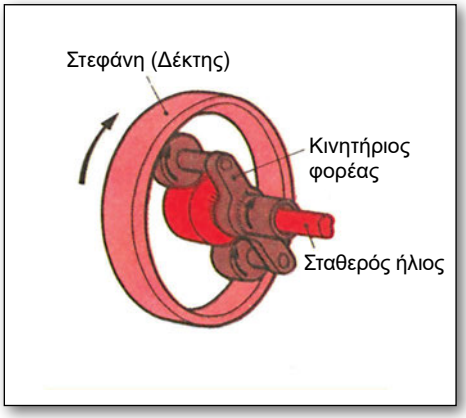
Αυτή η διάταξη χρησιμοποιείται για την 3η ταχύτητα και για την 1η σαν δεύτερος υποπολλαπλασιαστής των στροφών. Έτσι, ο «φορέας των πλανητών» γίνεται δέκτης και παρασύρεται από αυτούς, οι οποίοι κυλίονται επί του ήλιου στην ίδια κατεύθυνση περιστροφής με αυτήν της στεφάνης.

δ) Κίνηση προς τα πίσω («αντιστροφή κίνησης») με σταθερό τον φορέα και τον «ήλιο» κινητήριο *(Σχ.2.70)*

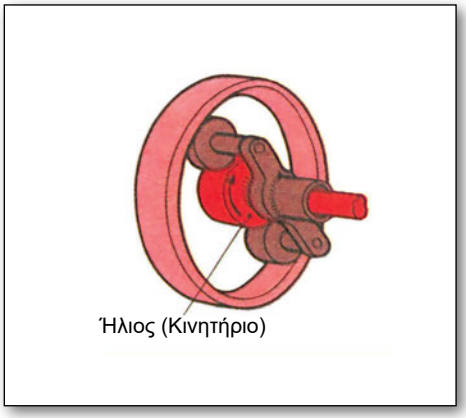
Εδώ, η «στεφάνη» γίνεται δέκτης και παρασύρεται από τους πλανήτες, με



Σχ.2.70 Κίνηση προς τα οπίσω («αντιστροφή κίνησης»).



Σχ.2.71 Πολλαπλασιασμός στροφών.



Σχ.2.72 «Νεκρό σημείο».

μείωση των στροφών, σε κίνηση αντίστροφη της περιστροφής του ηλίου.

ε) Πολλαπλασιασμός στροφών με σταθερό τον ήλιο και τον φορέα των δορυφόρων κινητήριο *(Σχ.2.71)*

Εδώ, η στεφάνη γίνεται δέκτης και παρασύρεται από τους δορυφόρους, που κυλίονται επάνω στον ήλιο με μία ταχύτητα πολύ μεγαλύτερη από εκείνη του φορέα και σε κατεύθυνση περιστροφής ίδια μ' αυτόν. Αυτή η διάταξη χρησιμοποιείται σε ορισμένα κιβώτια ταχυτήτων, της μορφής «Over Drive».

Στ) Νεκρό σημείο ή ελεύθερη περιστροφή. *(Σχ.2.72)*

Στην περίπτωση αυτή, ένα από τα μέλη του πλανητικού συστήματος περιστρέφεται ελεύθερα («τρελά»), χωρίς όμως το ίδιο το πλανητικό σύστημα να μεταδίδει καμία κίνηση.

2.4.3.3 Έλεγχος της στεφάνης του πλανητικού συστήματος.

Η οδοντωτή στεφάνη («κορώνα») κάθε πλανητικού συστήματος μπορεί να περιστρέφεται ή να παραμένει σταθερή, (ακίνητη) ανάλογα με τον συνδυασμό που επιλέχθηκε.
Στην περίπτωση, ιδιαίτερα σταθερής οδοντωτής στεφάνης, η ακινησία της επιτυγχάνεται με τους παρακάτω τρόπους:

α) Με τη δράση ενός ηλεκτρομαγνητικού πηνίου, στην περίπτωση του κιβωτίου Cotal.

β) Με ένα συγκρότημα συμπλέκτη πολλαπλών δίσκων που ελέγχεται υδραυλικά, στην περίπτωση μερικών κιβωτίων των αυτοκινήτων των Renault, Peugeot, Simca, κλπ.

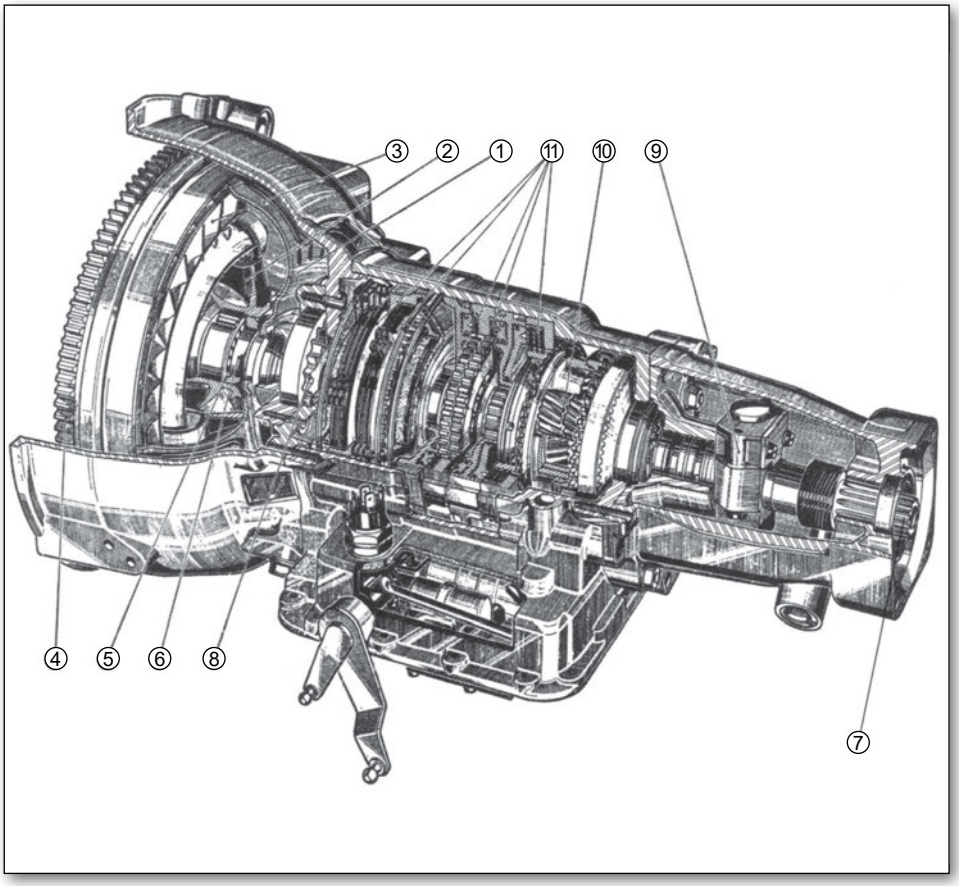
γ) Με τη δράση ενός φρένου, που επενεργεί απ' ευθείας επί της στεφάνης και το οποίο ελέγχεται από ένα υδραυλικό κύλινδρο, στην περίπτωση του κιβωτίου Wilson.

2.4.4 Αυτόματη Μετάδοση.

2.4.4.1 Γενικά.

Αφού περιγράψαμε τα δύο βασικά μέρη που συγκροτούν ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων (τον υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης και το πλανητικό σύστημα μετάδοσης της κίνησης), θα προχωρήσουμε στην αναλυτική περιγραφή ενός τέτοιου απλού αυτόματου κιβώτιου ταχυτήτων. Έτσι:

- Τα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων μπορεί να ελέγχονται υδραυλικά, ηλεκτρομαγνητικά και ηλεκτρονικά. Πάντως, στο παρόν βιβλίο θα περιγράψουμε τις γενικές αρχές λειτουργίας ενός αυτομάτου κιβωτίου, που ελέγχεται υδραυλικά.
- Τα κιβώτια αυτά, αν και διαφέρουν στις λεπτομέρειες από κατασκευαστή σε κατασκευαστή, όλα, γενικά, λειτουργούν με τον ίδιο περίπου τρόπο.
- Όπως αναφέραμε και στην αρχή της παρούσας ενότητας, η αυτόματη μετάδοση εξασφαλίζει την αλλαγή των ταχυτήτων χωρίς την παρέμβαση του οδηγού και έτσι, λόγω ακριβώς αυτής της ιδιότητας, καταργείται το πεντάλ του συμπλέκτη καθώς και ο χειρισμός του λεβιέ (μοχλού) ταχυτήτων και παραμένει μόνο το πεντάλ

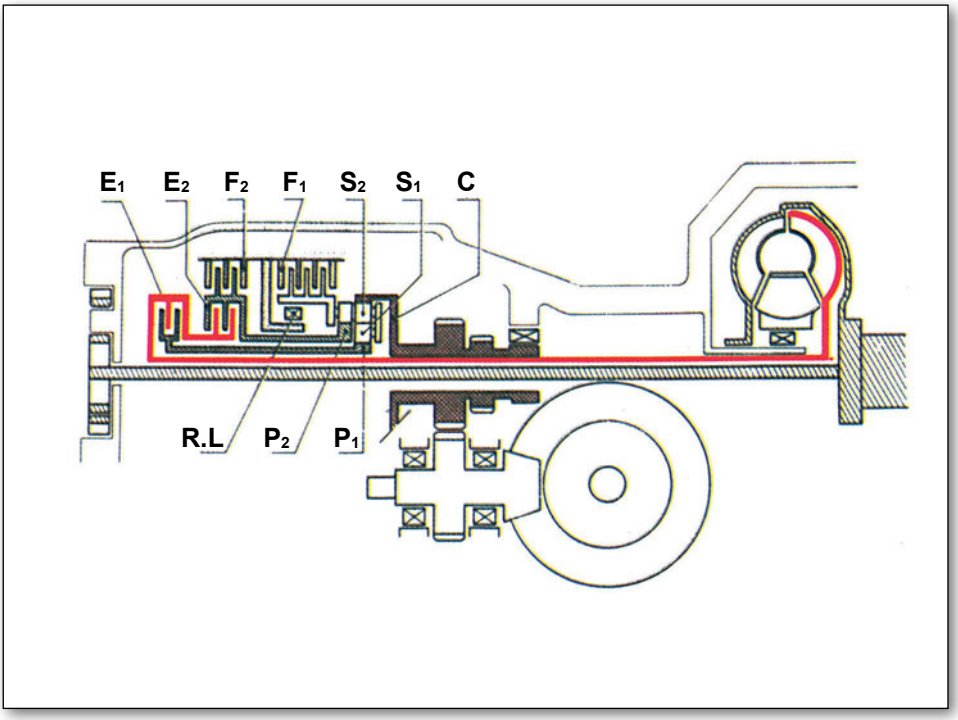


Σχ.2.73 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων ZF της Peugeot.
(1. Αντλία 2. Στάτης 3. Στρόβιλος 4. Σφόνδυλος 5. Τροχός ελεύθερος 6. Άξονας εισόδου στο κιβώτιο 7. Άξονας εξόδου από το κιβώτιο 8. Αντλία με γρανάζια 9. Ρυθμιστής 10. Πλανητικό Σύστημα 11. Συμπλέκτες).

της επιτάχυνσης και το αντίστοιχο των φρένων. Στο παραπάνω Σχήμα 2.73 βλέπουμε, σε τομή, ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων.

Στην πράξη, ο οδηγός του οχήματος διατηρεί το δικαίωμα της ελεύθερης επιλογής συγκεκριμένων σχέσεων μετάδοσης, με ταυτόχρονη μείωση των στροφών, επενεργώντας σε ένα επιλογέα, που βρίσκεται στη θέση του μοχλού επιλογής ταχυτήτων στα μηχανικά κιβώτια. Αυτές, λοιπόν, οι επιλογές μπορεί να είναι:

1) Στάθμευση του οχήματος (Parking), με την ένδειξη (P).
2) Κίνηση προς τα πίσω, με την ένδειξη (R).
3) Νεκρό σημείο, με την ένδειξη (N).
4) Οδήγηση, με την ένδειξη (D).



Σχ.2.74 Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων της Renault.

5) Κίνηση σε μεγάλες ανηφόρες («εκτός δρόμου»).

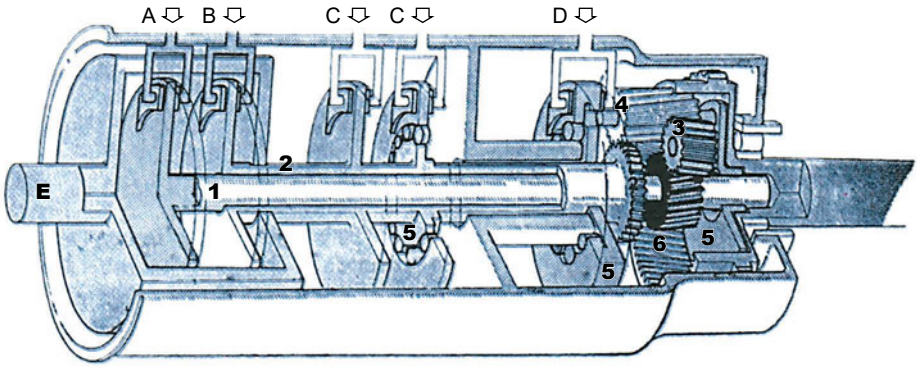
6) Ταχεία εκκίνηση, κλπ.

2.4.4.2 Μηχανισμός «περάσματος» (σύμπλεξης) των ταχυτήτων.

Σ' ένα κιβώτιο που λειτουργεί με πλανητικά συστήματα, επιτυγχάνονται οι διάφορες σχέσεις μείωσης των στροφών, με την αλληλεπίδραση ορισμένων κινητών μελών του ή με την ακινητοποίηση ορισμένων άλλων, τα οποία χρησιμεύουν ως σημεία υποστήριξης.
Έτσι, για να εξασφαλισθούν αυτές οι λειτουργίες, χρησιμοποιούνται, συνήθως, είτε συμπλέκτες πολλαπλών δίσκων, οι οποίοι κινούνται μέσα σε λάδι, είτε φρένα, των οποίων η λειτουργία είναι παρόμοια με εκείνη των συμπλεκτών *(Σχ.2.74 και 2.75)*.

- **Αρχή ελέγχου των σχέσεων ενός πλανητικού συστήματος.**

Οι τρεις σχέσεις (ταχύτητες) της κίνησης προς τα εμπρός, όπως και η μία της κίνησης προς τα πίσω, επιτυγχάνονται με την ενέργεια τόσο των δύο συμπλεκτών E1 και E2, όσο και των δύο φρένων F1 και F2, καθώς και του ελεύθερου τροχού (R.L.) επάνω στα διάφορα μέλη του πλανητικού συστήματος (P1,P2,S1,S2 και C: έξοδο κίνησης του κιβωτίου).



(1. Πρωτεύων άξονας του πλανητικού συστήματος 2. Δευτερεύων άξονας του πλανητικού συστήματος 3. και 4. δορυφόροι 5. Φορέας δορυφόρων 6. Οδοντωτή στεφάνη. C, C', D: Συμπλέκτες, E: Άξονας εισόδου)

Σχ.2.75 Αυτόματο κιβώτιο ZF της Peugeot.

Σε γενικές γραμμές, η λειτουργία ενός αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων, συνίσταται στα εξής:

α) Ο συμπλέκτης Α είναι σε εμπλοκή

β) Ο συμπλέκτης Β είναι αυτασφαλισμένος

γ) Ο πρωτεύων και ο δευτερεύων άξονας, 1 και 2 αντίστοιχα, του πλανητικού συστήματος, περιστρέφονται μαζί.

δ) Οι πλανήτες 3 και 4 βρίσκονται ενδιάμεσα, μεταξύ δηλαδή των 1 και 2 και αντιτάσσονται μεταξύ τους, κινούμενοι σε διαφορετικές κατευθύνσεις περιστροφής.

ε) Υπάρχει ένα «μπλοκάρισμα» του συνόλου του πλανητικού συστήματος.

στ) Ο άξονας (δέκτης) της εξόδου περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα του άξονα εισόδου Ε, οπότε και

ζ) Επιτυγχάνεται η απ' ευθείας μετάδοση της κίνησης.

Το υδραυλικό κύκλωμα του κιβωτίου ταχυτήτων τροφοδοτείται από μία γραναζωτή αντλία, που περιστρέφεται από τον κινητήρα. Η πίεση του λαδιού αυτού του κυκλώματος πιέζει τους δίσκους του συμπλέκτη ή τα φρένα για να ακινητοποιήσει διάφορα μέλη του πλανητικού συστήματος, ενώ κάθε κύ-

κλωμα ενεργοποιείται ή κλείνει, με τη βοήθεια βαλβίδων ή του σύρτη επιλογής.

2.4.4.3 Το συγκρότημα αυτομάτου ελέγχου

Είναι ο αυτοματισμός εκείνος στον οποίο ανήκει ο ρόλος της επιλογής και της εμπλοκής της σχέσης μείωσης των στροφών, με τέτοιον τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή χρησιμοποίηση της ροπής στρέψης του κινητήρα.
Είναι, δηλαδή, ο εγκέφαλος ή ο υπολογιστής, ο οποίος πρέπει να επεξεργάζεται στιγμιαία τις πληροφορίες που προέρχονται από:

- Την εκλογή (επιλογή) του οδηγού, η οποία μεταφράζεται από τη θέση του πεντάλ επιτάχυνσης.
- Τη στιγμιαία ταχύτητα του οχήματος.
- Το στιγμιαίο φορτίο του οχήματος, το οποίο εξαρτάται από το άνοιγμα της πεταλούδας του καρμπυρατέρ.

Μεταξύ των λύσεων που έχουν υιοθετηθεί από τους κατασκευαστές, βρίσκουμε μηχανισμούς που ελέγχονται σε όλη τους την έκταση υδραυλικά, ενώ υπάρχουν και ορισμένες περιπτώσεις, όπου το υδραυλικό κύκλωμα ελέγχεται, είτε ηλεκτρομαγνητικά, είτε ηλεκτρονικά.

2.4.4.4 Το υδραυλικό συγκρότημα αυτομάτου ελέγχου υδραυλικού κιβωτίου ZF *(Σχ. 2.76)*

Αυτό περιλαμβάνει τις βαλβίδες «περάσματος» των ταχυτήτων, οι οποίες, όταν είναι σε θέση λειτουργίας, επενεργούν:

- Στη θέση του επιλογέα την οποία καθορίζει ο οδηγός.
- Στο άνοιγμα της πεταλούδας του καρμπυρατέρ, όπου επενεργεί η βαλβίδα διόρθωσης του φορτίου.
- Στην ταχύτητα του οχήματος, μέσω του φυγοκεντρικού ρυθμιστή.

Κάθε μία από αυτές τις βαλβίδες «περάσματος» των ταχυτήτων αποτελείται από ένα έμβολο που κινείται μέσα σε ένα κύλινδρο και ελευθερώνει ή κλείνει, ανάλογα, το υδραυλικό κύκλωμα, το οποίο επενεργεί στους διάφορους συμπλέκτες του κιβωτίου ταχυτήτων, ελέγχοντας έτσι τη λειτουργία του.

- Ο «σύρτης» επιλογής

Αυτός ενεργοποιείται από μοχλό με την παρέμβαση του οδηγού και κατανέμει την κύρια πίεση στα διάφορα κυκλώματα, σύμφωνα με την επιλογή του.

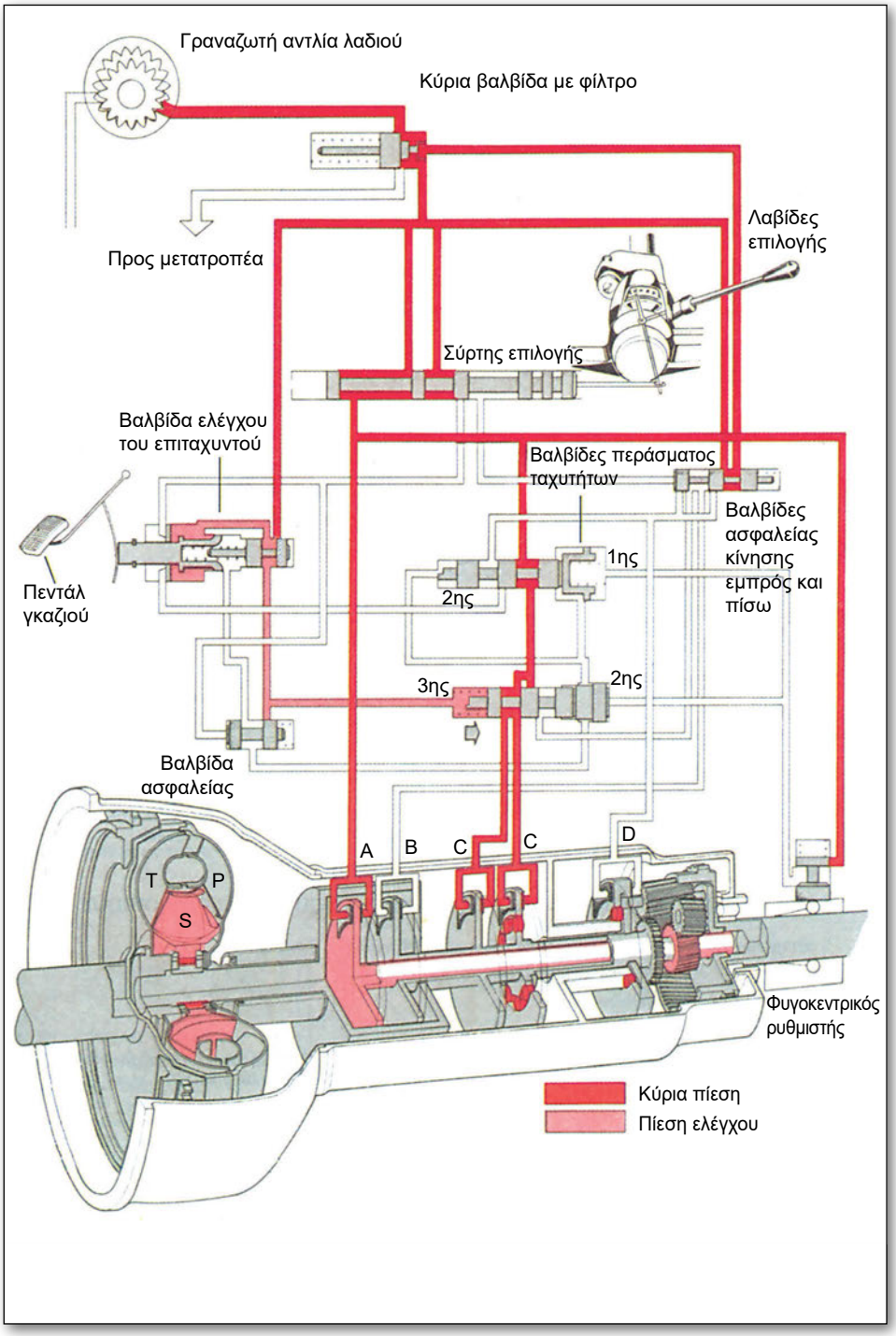
- Βαλβίδα διόρθωσης του φορτίου ή βαλβίδα ελέγχου του επιταχυντή

Ο άξονας της πεταλούδας του καρμπυρατέρ ελέγχει ένα έκκεντρο, το οποίο επενεργεί στη βάση μιας βαλβίδας. Κατά την επιτάχυνση, το έμβολο της βαλβίδας αποκαλύπτει το υδραυλικό κύκλωμα των βαλβίδων «περάσματος» των ταχυτήτων, ανταγωνιστικά προς τον φυγοκεντρικό ρυθμιστή.

- Φυγοκεντρικός Ρυθμιστής

Είναι ένας ρυθμιστής τοποθετημένος επάνω στον άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων και παρέχει μία μεταβαλλόμενη πίεση, της οποίας η τιμή μεταβάλλεται προοδευτικά, σε σχέση με το φορτίο του κινητήρα. Αυτή η πίεση επενεργεί επάνω στο έμβολο του «περάσματος» των ταχυτήτων.

Αρχή λειτουργίας των βαλβίδων «περάσματος» (σύμπλεξης) των ταχυτήτων. *(Σχ.2.77)*

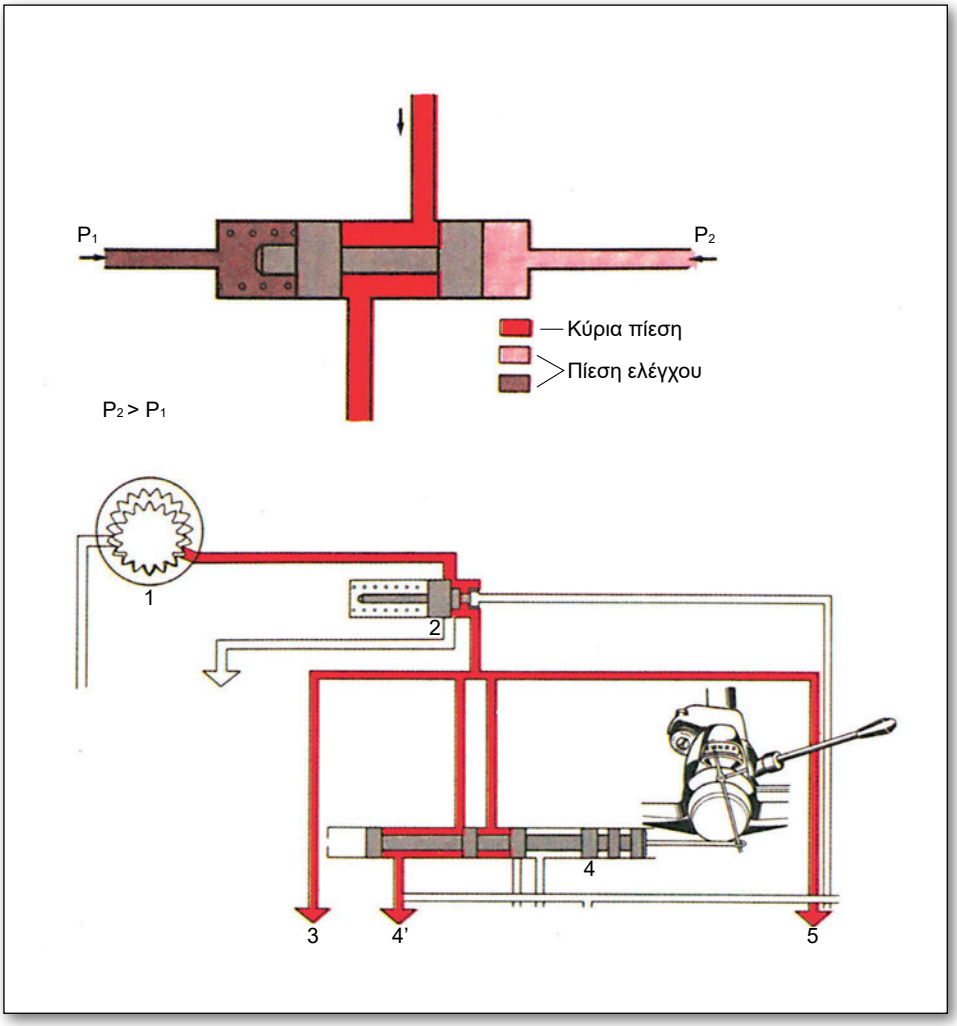


Σχ.2.76 Υδραυλικό συγκρότημα ελέγχου του αυτομάτου του υδραυλικού κιβωτίου ZF.

Προκειμένου για όργανο που ελέγχεται υδραυλικά, παρεμβάλλεται μεταξύ αυτού και του υδραυλικού κυκλώματος ένας κύλινδρος με έμβολα ελεγχόμενα από δύο διαφορετικές αντίθετες πιέσεις. Εδώ δηλαδή, ο κύλινδρος ή οι βαλβίδες «περάσματος» των ταχυτήτων βρίσκονται υπό την επίδραση των παρακάτω αντίθετων πιέσεων:

- Της πίεσης ελέγχου του επιταχυντή (P1).
- Της πίεσης ελέγχου του φυγοκεντρικού ρυθμιστή (P2).

Έτσι η πρώτη πίεση συνδέεται με τη θέση του επιλογέα αλλαγής ταχυτήτων και έχει σχέση με την επιθυμία - επιλογή του οδηγού, ενώ η δεύτερη πίεση



Σχ.2.77 Έλεγχος μιας υδραυλικής βαλβίδας.

εξαρτάται από την ταχύτητα του οχήματος, και έχει σχέση με τις συνθήκες κίνησής του.
Κατά συνέπεια, η κύρια πίεση κατευθύνεται στους εξής μηχανισμούς:

1. Αντλία λαδιού.
2. Ρυθμιστική βαλβίδα με φίλτρο.
3. Βαλβίδα ελέγχου του επιταχυντή.
4. Κύλινδρο με σύρτη επιλογής.
5. Συμπλέκτη.
6. Βαλβίδα «μανδάλωσης».

2.4.5 Φθορές - Βλάβες - Επισκευή - Συντήρηση.

2.4.5.1 Γενικά.

Το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων σπάνια παθαίνει βλάβη και γι' αυτό απαιτεί πολύ μικρή και σε μεγάλα χρονικά διαστήματα συντήρηση. Ένα μεγάλο, μάλιστα, μέρος των φθορών, βλαβών, επισκευών και συντήρησης είναι ίδιο με αυτό που αναπτύχθηκε στην ενότητα 2.3.3. Στην παρούσα, όμως, ενότητα θα τονίσουμε, σε γενικές γραμμές, ορισμένες ιδιαιτερότητες που παρουσιάζει το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, στα πλαίσια:

- Της κανονικής συντήρησής του.
- Της διάγνωσης των βλαβών.
- Της επισκευής του επί του οχήματος.
- Της γενικής επισκευής του.

Πιο αναλυτικά:

2.4.5.2 Κανονική Συντήρηση.

Η κανονική συντήρηση, η οποία πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κάθε κατασκευαστή, πρέπει να περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες:

α) Αλλαγή λαδιού και φίλτρου
β) Έλεγχο στάθμης λαδιού
γ) Προσθήκη λαδιού, εάν είναι ανάγκη.
δ) Έλεγχο της πεταλούδας του καρμπυρατέρ και των συνδέσμων της.
ε) Ρύθμιση διακόπτη «νεκρού» σημείου.
στ) Πιθανές ρυθμίσεις φρένων ή συμπλεκτών.

2.4.5.3 Διάγνωση Βλαβών

Κάθε τύπος αυτομάτου κιβωτίου ταχυτήτων έχει το δικό του οδηγό διάγνωσης βλαβών, που εκδίδεται από τον κατασκευαστή. Αυτός περιγράφει βήμα προς βήμα την όλη διαδικασία της διάγνωσης. Να εντοπίσεις, λοιπόν, το τμήμα εκείνο του βιβλίου συντήρησης, που αναφέρεται στο αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων και το οποίο πρόκειται να συντηρήσεις.
Πριν κάνεις, πάντως, ένα λειτουργικό έλεγχο σε ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, πρέπει να βεβαιωθείς ότι ο κινητήρας του εργάζεται κανονικά. Στη συνέχεια, ακολούθησε τις διαδικασίες με προσοχή, γιατί κάθε παρέκκλιση από αυτές μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ζημιά στο κιβώτιο.
Επίσης, μπορεί να απαιτηθεί από το βιβλίο συντήρησης να γίνουν έλεγχοι δοκιμαστηρίου ή λειτουργικοί έλεγχοι, οπότε σ' αυτήν την περίπτωση, διάβασε και εφάρμοσε με προσοχή όλες τις οδηγίες που αφορούν τα μέτρα προφύλαξης και ασφάλειας και τα οποία αναγράφονται, αναλυτικά, στο συγκεκριμένο αυτό βιβλίο.

2.4.5.4 Επισκευή επί του οχήματος.

Ο κάθε κατασκευαστής, για κάθε τύπο αυτομάτου κιβωτίου ταχυτήτων, δίνει συγκεκριμένες οδηγίες, όσον αφορά τις επισκευές που μπορεί να γίνουν επάνω στο όχημα. Το βιβλίο συντήρησης περιγράφει με κάθε λεπτομέρεια, πώς θα κάνεις αυτές τις επισκευές. Αν, όμως, η βλάβη είναι μία από αυτές που δεν μπορούν να επισκευασθούν επί του οχήματος, το κιβώτιο θα πρέπει να αφαιρεθεί.

2.4.5.5 Γενική Επισκευή

Η γενική επισκευή ή ανακατασκευή ενός αυτομάτου κιβωτίου ταχυτήτων είναι μία εργασία πολύ εξειδικευμένη και ως εκ τούτου απαιτείται πολύς χρόνος και μελέτη για να γίνει κανείς ένας καλός ειδικός τεχνίτης για κιβώτια ταχυτήτων αυτού του τύπου. Πολλές φορές, πάντως, ακόμη κι αν κάποιος τεχνίτης δεν θέλει να γίνει ειδικός στον τομέα αυτό, παρά ταύτα επιθυμεί να έχει μία καλή ιδέα για το πώς ένα αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων ανακατασκευάζεται. Αν, λοιπόν, σου δώσουν στο συνεργείο ένα αυτόματο κιβώτιο για ανακατασκευή, πρέπει να βρεις το αντίστοιχο βιβλίο του κατασκευαστή που προβλέπει την ανακατασκευή του συγκεκριμένου τύπου κιβωτίου ταχυτήτων, να το μελετήσεις προσεκτικά και να ακολουθήσεις με προσοχή όλες τις διαδικασίες που περιγράφονται βήμα προς βήμα σ' αυτό, χρησιμοποιώντας τα ειδικά εργαλεία που απαιτούνται, οπότε και δεν θα έχεις προβλήματα στο να εκτελέσεις αυτή την τόσο σοβαρή και αρκετά πολύπλοκη εργασία.

2.4.6 Περίληψη της ενότητας

- Το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων υποκαθιστά το μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων και το συμπλέκτη στα σύγχρονα συστήματα μετάδοσης της κίνησης και αποτελείται από τον υδραυλικό μετατροπέα της ροπής στρέψης του κινητήρα (που παίζει το ρόλο του συμπλέκτη) και από ένα ή δύο ή και από περισσότερα πλανητικά συστήματα κίνησης, ελεγχόμενα από φρένα ή συμπλέκτες.

- Τα κύρια μέρη ενός υδραυλικού μετατροπέα ροπής στρέψης είναι η αντλία, ο στρόβιλος και ο στάτης.

- Τα κύρια μέρη ενός πλανητικού συστήματος είναι η «οδοντωτή στεφάνη», ο «ήλιος» και οι δύο ή περισσότεροι «πλανήτες» με το φορέα τους. Πολλούς συνδυασμούς κίνησης μπορούμε να έχουμε από ένα πλανητικό σύστημα, ανάλογα, βέβαια, με το ποια μέλη του είναι σταθερά και ποια κινούμενα.

- Στο αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, οι ταχύτητες επιλέγονται αυτόματα, ανάλογα, φυσικά, με τη θέση του επιλογέα, με το άνοιγμα της πεταλούδας του καρμπυρατέρ, δηλαδή με το φορτίο του κινητήρα και ανάλογα με την ταχύτητα του οχήματος. Η επιλογή αυτή γίνεται με τη βοήθεια του συγκροτήματος του αυτομάτου ελέγχου, το οποίο δημιουργεί την καλύτερη δυνατή - κάθε φορά - ροπή στρέψης του κινητήρα.

2.4.7 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Τι είναι ο υδραυλικός μετατροπέας της ροπής στρέψης και πώς λειτουργεί;
2. Τι είναι το πλανητικό σύστημα των οδοντωτών τροχών και πώς λειτουργεί;
3. Ποια είναι τα κυριότερα μέρη του πλανητικού συστήματος των οδοντωτών τροχών;
4. Πόσες περιπτώσεις μετάδοσης κίνησης έχουμε με το πλανητικό σύστημα οδοντωτών τροχών και ποιες είναι αυτές, αναλυτικά;
5. Ποιες οι κυριότερες διαφορές μεταξύ ενός αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων και ενός κοινού (μηχανικού);
6. Πώς επιτυγχάνεται η αλλαγή ταχύτητας στα αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων;
7. Εξήγησε το σκοπό του «στάτη» στα πλαίσια της λειτουργίας ενός αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.
8. Ποια είναι τα δύο βασικά εξαρτήματα, που χρησιμοποιούνται στο αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων, για να ελέγχουν τα πλανητικά συστήματα;
9. Με ποιον τρόπο στο πλανητικό σύστημα γίνεται η απ' ευθείας μετάδοση;
10. Να περιγράψεις τους δύο τρόπους, με τους οποίους - σε ένα πλανητικό σύστημα - γίνεται η μείωση των στροφών.
11. Με ποιον τρόπο, σε ένα πλανητικό σύστημα, γίνεται η αντιστροφή της κίνησης;
12. Με ποιον τρόπο, σε ένα πλανητικό σύστημα, επιτυγχάνουμε, αφενός τον πολλαπλασιασμό των στροφών και, αφετέρου, το «νεκρό σημείο»;
13. Ποιος είναι ο σκοπός του φυγοκεντρικού ρυθμιστή;
14. Ποιες είναι οι δύο πιέσεις που εφαρμόζονται στα άκρα των βαλβίδων «περάσματος» (σύμπλεξης) των ταχυτήτων;
15. **Ατομική εργασία:** Με τη βοήθεια του βιβλίου συντήρησης του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων, εξήγησε, πώς μπορείς να αλλάξεις το φίλτρο λαδιού, να συμπληρώσεις λάδια, να αφαιρέσεις και να επανατοποθετήσεις το αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων;
16. **Ατομική εργασία:** Μελέτησε καλά το Σχήμα 2.76 και μετά να περιγράψεις, με κάθε λεπτομέρεια, πώς γίνεται αυτόματα η αλλαγή της κάθε ταχύτητας.

2.5 ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναφέρουν τα είδη του συστήματος του διαφορικού ενός οχήματος.
- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αυτό αποτελείται.
- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του, καθώς και των επιμέρους εξαρτημάτων του.
- Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους-εξαρτήματος στην όλη διάταξη.
- Να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των μερών - εξαρτημάτων του διαφορικού.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συγκεκριμένου συστήματος και των επί μέρους εξαρτημάτων του.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συστήματος αυτού, καθώς και των επί μέρους εξαρτημάτων του.

2.5.1 Σκοπός του διαφορικού.

Στο Σχήμα 2.78, βλέπουμε ένα όχημα που εισέρχεται σε μία στροφή του δρόμου. Για να εκτελέσει αυτή τη στροφή, θα πρέπει οι εξωτερικοί του τροχοί να διαγράψουν, στον ίδιο χρόνο, μεγαλύτερη διαδρομή από τους εσωτερικούς. Επομένως, για να μην παρατηρηθεί το φαινόμενο της ολίσθησης, πρέπει οι εξωτερικοί τροχοί να περιστρέφονται, στον ίδιο χρόνο, με ταχύτητα μεγαλύτερη από εκείνη των εσωτερικών.

• Από την άλλη πλευρά, στο Σχήμα 2.79, παρατηρούμε ότι, και αν ακόμη ο δρόμος ήταν απόλυτα ευθύς, τη στιγμή που - όπως συνήθως συμβαίνει - είτε υπάρχουν ανωμαλίες επάνω στο δρόμο, είτε οι τροχοί του οχήματος δεν είναι πάντοτε ομοιόμορφα φουσκωμένοι, είτε το φορτίο δεν είναι ισομερώς κατανεμημένο στο πήγμα (αμάξωμα) του, οι διάμετροι των τροχών δεν είναι ακριβώς οι ίδιες μεταξύ τους. Επομένως, εάν οι κινητήριοι τροχοί ήταν στερεωμένοι και περιστρέφονταν στον ίδιο άξονα για μια διαδρομή, π.χ. 150 μέτρων, το αποτέλεσμα θα ήταν, είτε το όχημα να διαγράφει καμπύλη τροχιά, είτε να είχαμε ολίσθηση των τροχών, προκειμένου να το κρατήσουμε σε ευθεία τροχιά. Έτσι, για να αποφύ-

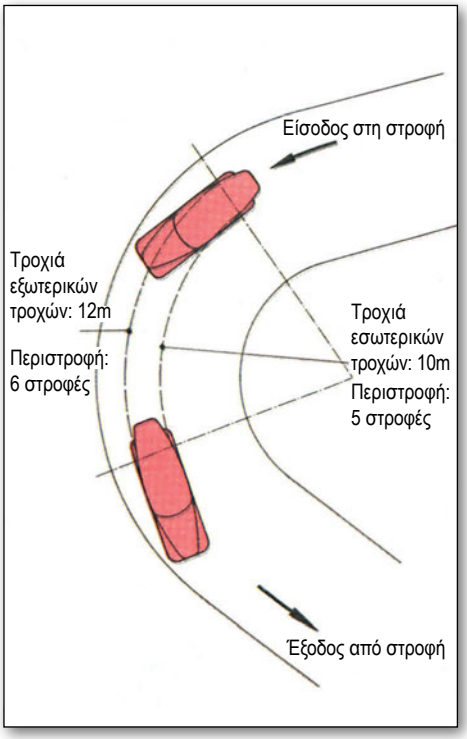
γουμε όλα αυτά τα προβλήματα, θα πρέπει οι κινητήριοι τροχοί να περιστρέφονται με διαφορετικές ταχύτητες και, μάλιστα, ο μικρότερος τροχός πρέπει να περιστρέφεται με ταχύτητα μεγαλύτερη από εκείνη του μεγαλύτερου τροχού. Εδώ θα πρέπει να προστεθεί και η ταχεία φθορά των ελαστικών που θα υπήρχε, λόγω της ολίσθησης των τροχών, εάν βέβαια δεν εμφανιζόταν το σύστημα του διαφορικού, το οποίο δίνει την καλύτερη δυνατή λύση στα προβλήματα αυτά.

Έτσι, τα παραπάνω αυτά προβλήματα υπάρχουν μόνο στους κινητήριους τροχούς, ενώ στους μη κινητήριους, που περιστρέφονται ελεύθερα, δεν υπάρχει καμία επίδραση από τους παραπάνω αυτούς παράγοντες.

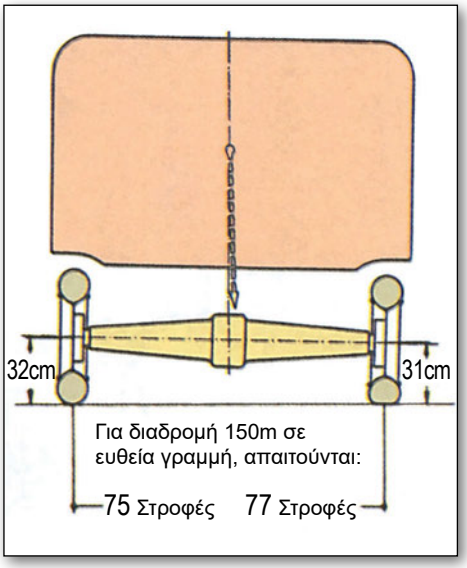
- Ακόμη, όπως είναι γνωστό, στα περισσότερα οχήματα το συγκρότημα του κινητήρα - συμπλέκτη και κιβωτίου ταχυτήτων είναι τοποθετημένο κατά μήκος του κεντρικού άξονα του οχήματος, οπότε είναι αναγκαίο, η μεταφορά της κίνησης προς τους τροχούς να γίνεται υπό γωνία 90° και, μάλιστα, με μία παραπέρα μείωση των στροφών της περιστροφής τους, με σκοπό να επιτύχουμε αύξηση της ροπής στρέψης και, κατά συνέπεια, αύξηση και της ελκτικής δύναμης των κινητήριων τροχών.

Για την επίλυση όλων αυτών των παραπάνω σοβαρών προβλημάτων οδήγησης - διεύθυνσης του οχήματος, επινοήθηκε ο μηχανισμός του διαφορικού, ο οποίος σκοπό έχει:

α) Να κατανέμει τη ροπή στρέψης του κινητήρα στους κινητήριους τροχούς ανάλογα, βέβαια, με την αντίσταση που έχει να αντι-



Σχ.2.78 Διαδρομή οχήματος σε στροφή δρόμου.

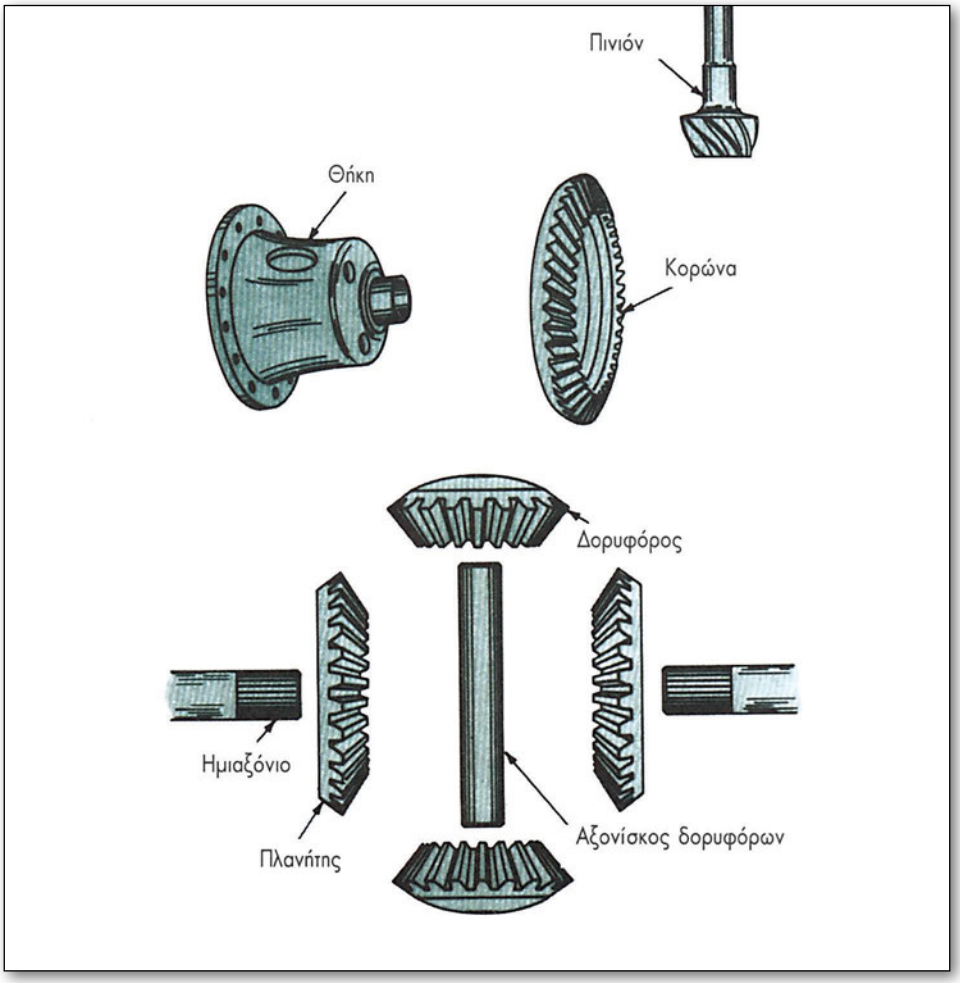


Σχ.2.79 Οι διάμετροι των τροχών σπάνια είναι ίδιες.

μετωπίσει ο κάθε τροχός - κατά τέτοιον τρόπο, ώστε αυτοί να μπορούν να περιστρέφονται ταυτόχρονα, αλλά με διαφορετικές ταχύτητες περιστροφής ο καθένας. Εδώ, δηλαδή, ισχύει ο κανόνας σύμφωνα με τον οποίο: «όσες στροφές χάνει ο ένας τροχός, τις κερδίζει ο άλλος».

β) Να μεταδίδει τη ροπή στρέψης του κινητήρα στα ημιαξόνια των κινητήριων τροχών, υπό γωνία 90° σε σχέση με τον κεντρικό άξονα μετάδοσης της κίνησης.

γ) Να δημιουργεί ένα σταθερό υποπολλαπλασιασμό των στροφών των κινητήριων τροχών, από 3:1 μέχρι 5:1 στα επιβατικά, και από 5:1 μέχρι 11:1 στα φορτηγά.



Σχ.2.80 Βασικά μέρη ενός διαφορικού.

2.5.2 Περιγραφή και είδη του Διαφορικού.

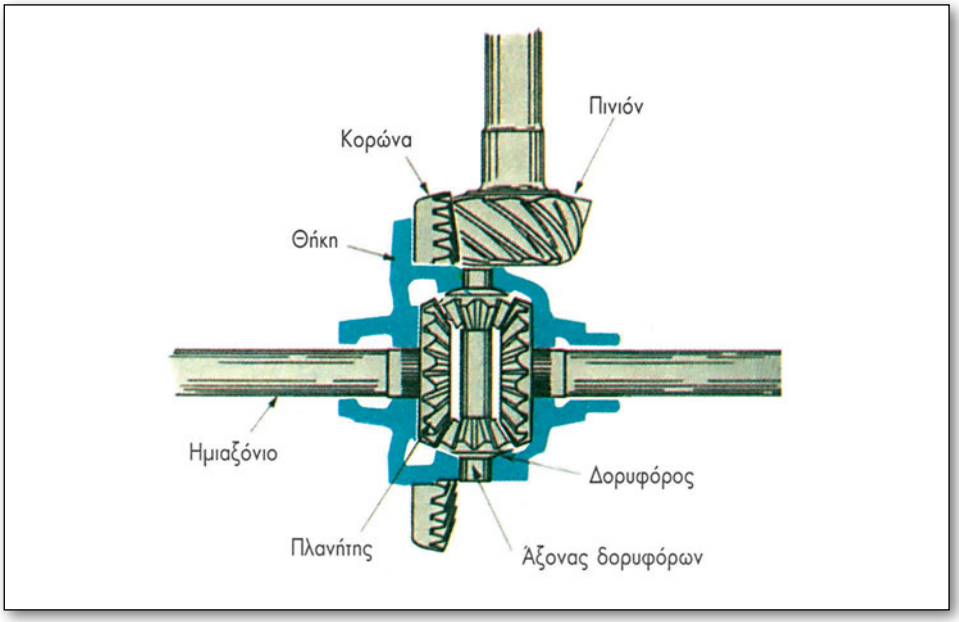
2.5.2.1

Η θέση του διαφορικού είναι μεταξύ των δύο ημιαξονίων των κινητήριων τροχών, ενώ σ' αυτό καταλήγει, σχεδόν κάθετα και ο κεντρικός άξονας που μεταφέρει την κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων. Σχηματική εικόνα ενός αποσυναρμολογημένου και ενός συναρμολογημένου διαφορικού, βλέπουμε στα Σχήματα 2.80 και 2.81, αντίστοιχα.

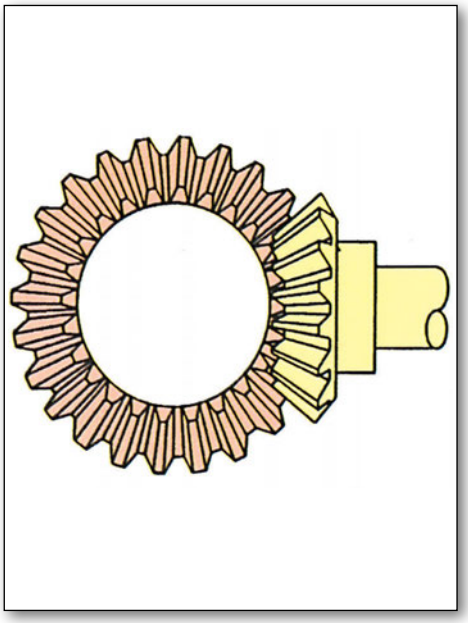
2.5.2.2 Το διαφορικό αποτελείται από τη θήκη, τους πλανήτες και τους δορυφόρους. Πιο αναλυτικά:

1) Η θήκη

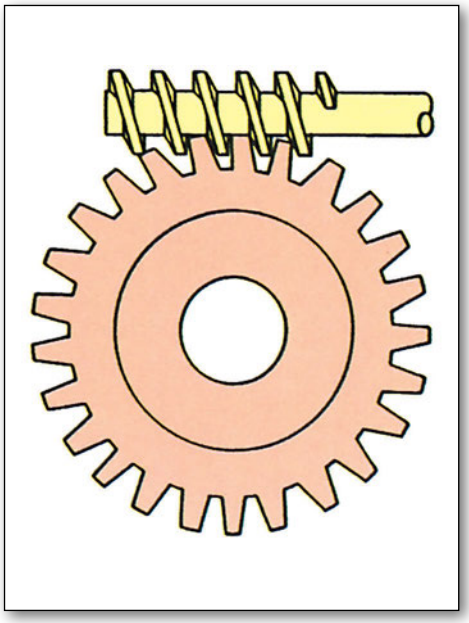
Πάνω σ' αυτήν είναι στερεωμένη η στεφάνη («κορώνα») του συστήματος της γωνιακής μετάδοσης, μέσω της οποίας το διαφορικό παίρνει την κίνηση από τον κωνικό οδοντωτό τροχό («πινιόν») του συστήματος μετάδοσης της κίνησης. Χρησιμοποιούνται, μάλιστα, κωνικοί ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί, για να βρίσκονται σε εμπλοκή, την ίδια στιγμή, όσο το δυνατό περισσότερα δόντια, γεγονός που εξασφαλίζει ομαλή και αθόρυβη λειτουργία, με αντίστοιχη μείωση του κινδύνου σπασίματος (θραύσης) των «δοντιών». Ανάλογα δε με τη θέση που έχει το «πινιόν» του συστήματος γωνιακής μετάδοσης με την «κορώνα», διακρίνουμε τις εξής μορφές εμπλοκής: την κεντρική εμπλοκή του πινιόν με την κορώνα *(Σχ.2.82)*, την παράκεντρη εμπλοκή *(Σχ.2.83)* και την περίπτωση της μετάδοσης από ατέρμονα κοχλία σε οδοντωτό τροχό *(Σχ.2.84)*.



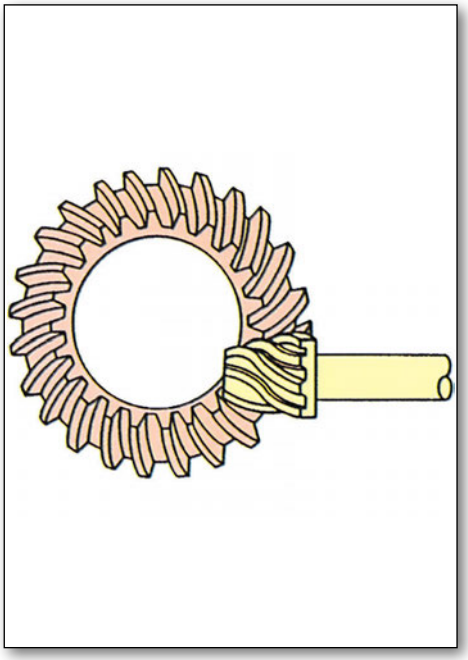
Σχ.2.81 Διαφορικό (συναρμολογημένο).



Σχ.2.82 Κεντρική εμπλοκή.



Σχ.2.84 Εμπλοκή ατέρμονα - τροχού.



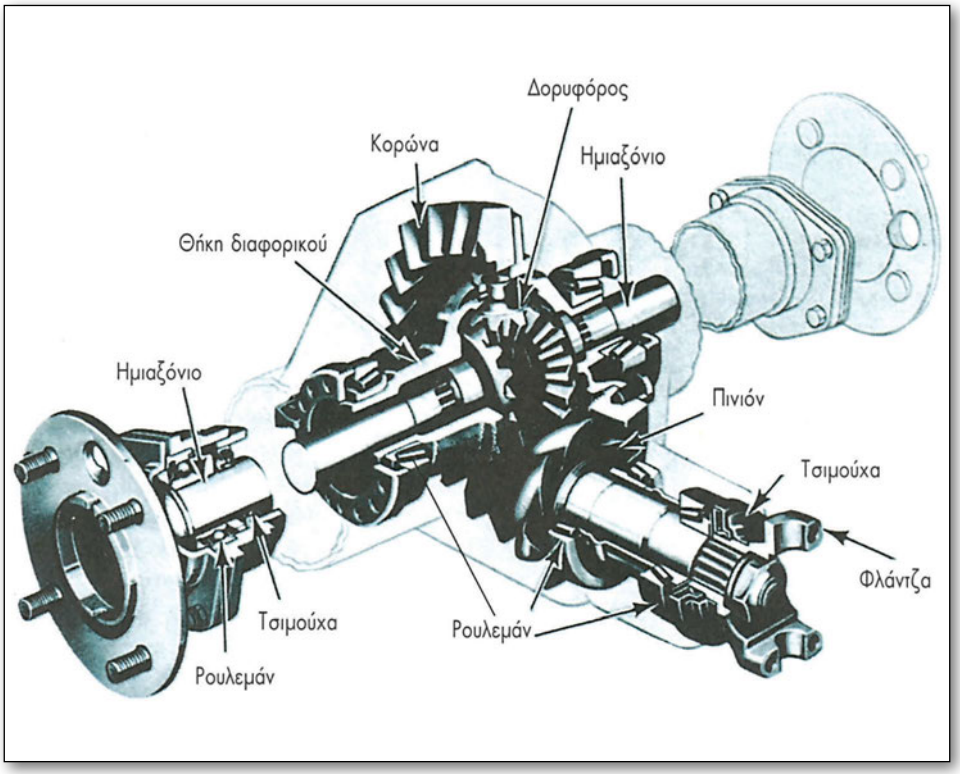
Σχ.2.83 Παράκεντρος εμπλοκή.

Σήμερα, πάντως, στα περισσότερα οχήματα χρησιμοποιείται ο τύπος του παράκεντρου διαφορικού, επειδή παρουσιάζει μεγαλύτερη επιφάνεια επαφής δοντιών (πινιόν - κορώνας) και μπορεί να μεταφέρει μεγαλύτερη ροπή στρέψης στους κινητήριους τροχούς.

Το σύστημα της εμπλοκής του ατέρμονα και οδοντωτού τροχού χρησιμοποιείται, κυρίως, στα οχήματα βαρέος τύπου, όπου απαιτείται μεγάλη ελκτική δύναμη.

2) Οι δορυφόροι:

Αυτοί είναι τέσσερις - σε ορισμένα διαφορικά μπορεί να είναι και δύο - μικροί κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, στερεωμένοι εσωτερικά της θήκης του διαφορικού, με άξονες καθέτους στον άξονα περιστροφής των τροχών.



Σχ.2.85 Τομή διαφορικού.

3) Οι πλανήτες:

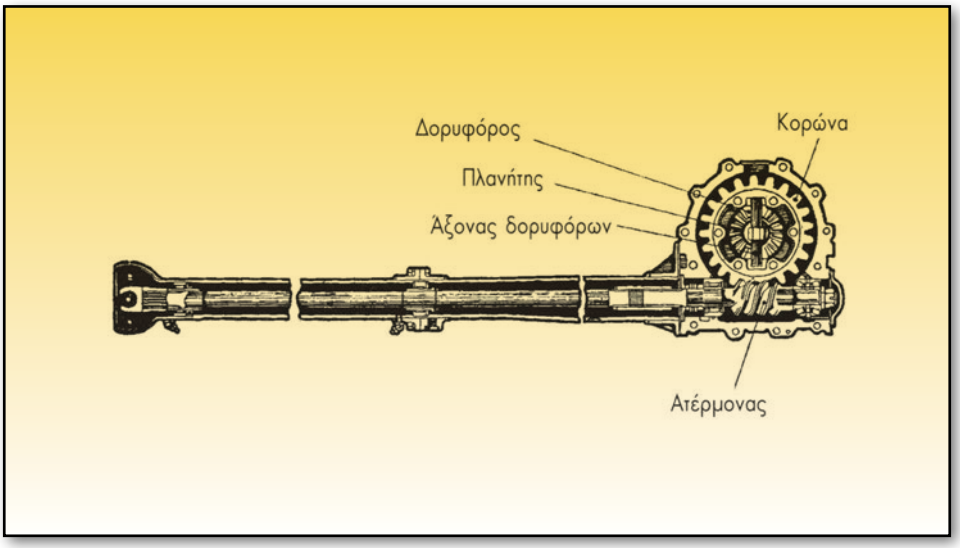
Αυτοί είναι δύο κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, λίγο μεγαλύτεροι από τους δορυφόρους. Είναι και αυτοί στερεωμένοι στη θήκη του διαφορικού και βρίσκονται σε εμπλοκή με τους δορυφόρους. Ο άξονάς τους, όμως, συμπίπτει με τον άξονα κίνησης των τροχών του οχήματος. Στους πλανήτες συνδέονται, με πολύσφηνα, τα δύο ημιαξόνια, τα οποία δίδουν την κίνηση στις πλήμνες («μουαγιέ») των τροχών *(Σχ.2.85)*.

Συμπερασματικά, ολόκληρο το διαφορικό, καθώς και το σύστημα της γωνιακής μετάδοσης, είναι κλεισμένα σε θήκη-κέλυφος, που σχηματίζεται, ανάμεσα στα δύο κωνικά άκρα (χοάνες) και στηρίζεται επάνω στην αντίστοιχη θήκη του διαφορικού, με τη χρήση ένσφαιρων τριβέων (ρουλεμάν). Ολόκληρο το διαφορικό βρίσκεται μέσα σε λάδι, ενώ η θήκη φέρει δύο πώματα κοχλιωτά, το ένα για την πλήρωση του διαφορικού με λάδι και το άλλο για την εκκένωσή του.

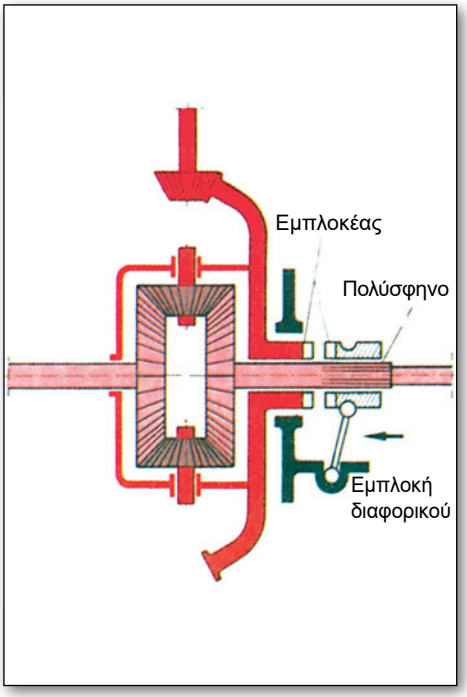
2.5.2.3 Είδη διαφορικών.

Υπάρχουν τα παρακάτω είδη διαφορικών:

α) Διαφορικό με κορώνα - πινιόν



Σχ.2.86 Διαφορικό με ατέρμονα και οδοντωτό τροχό.



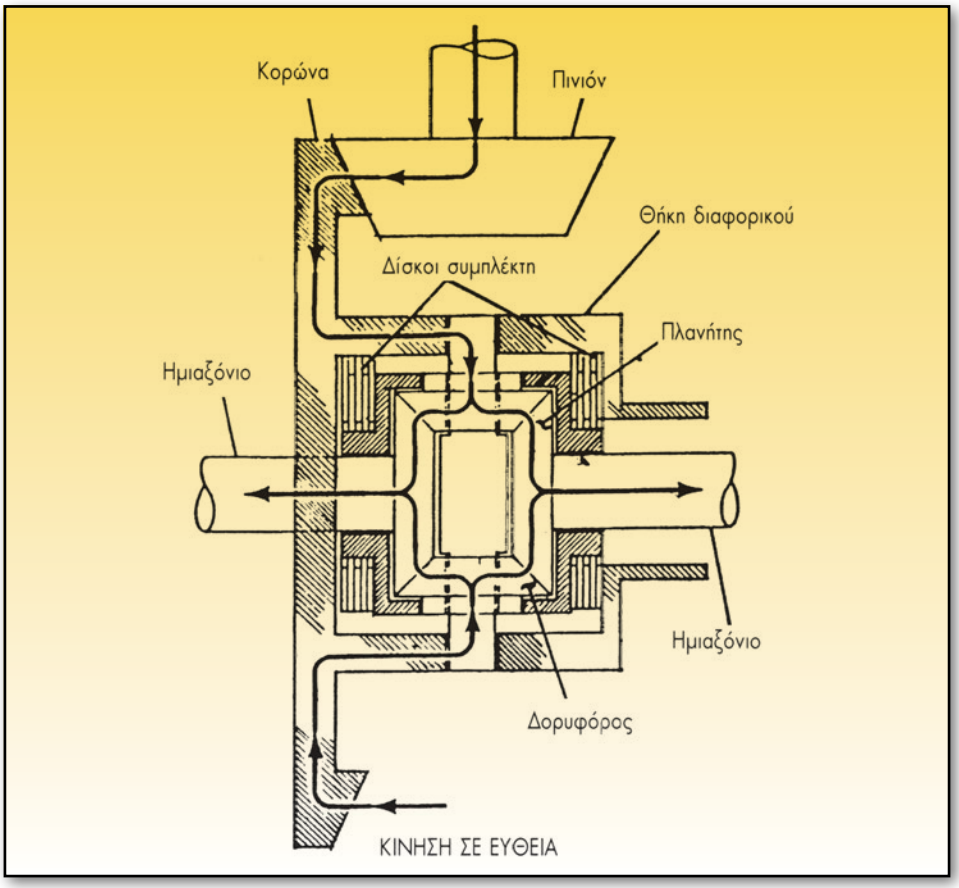
Σχ.2.87 Μηχανισμοί μπλοκαρίσματος διαφορικού.

(κωνικό ζεύγος), όπως αυτό που περιγράψαμε παραπάνω *(Σχ.2.81 - 2.82).*

β) Διαφορικό με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τροχό *(Σχ.2.86).*

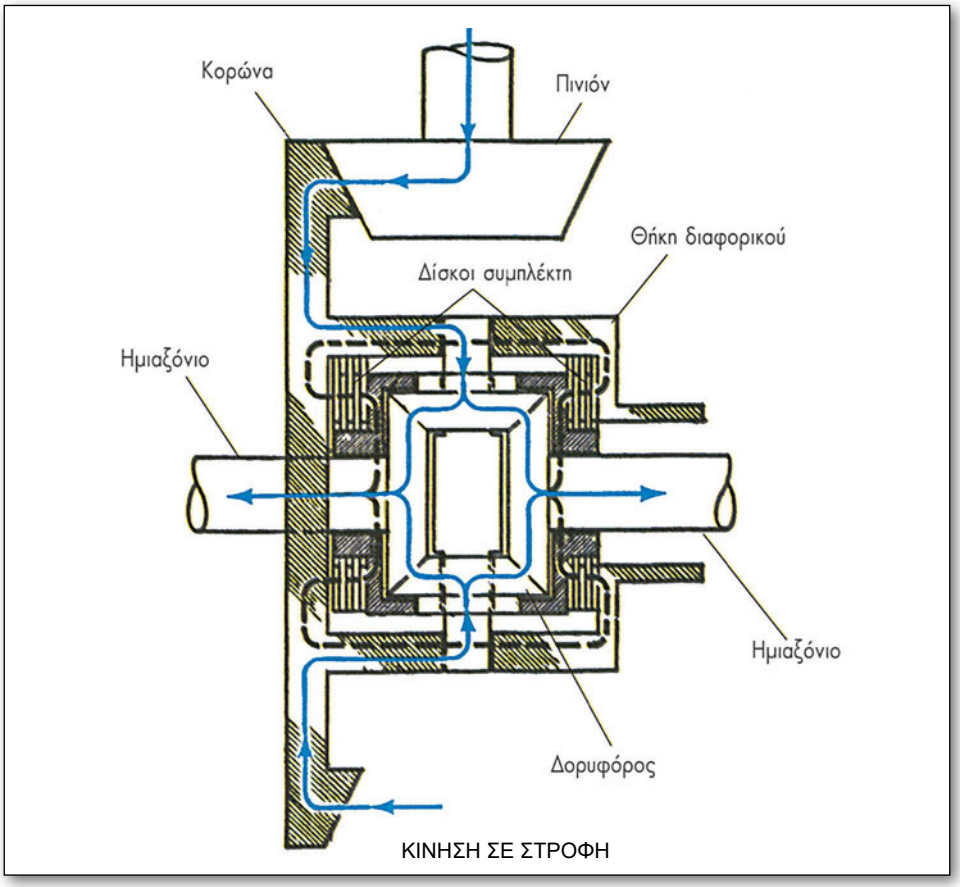
γ) Διαφορικό τύπου μπλοκέ (χωρίς ολίσθηση) *(Σχ.2.87, 2.88 και 2.89).*

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το διαφορικό παρέχει τη δυνατότητα στους κινητήριους τροχούς να περιστρέφονται ανεξάρτητα, γεγονός που σημαίνει, ότι όσες στροφές χάνει ο ένας, τις κερδίζει ο άλλος. Αυτό, όμως, δημιουργεί ένα σοβαρό μειονέκτημα, γιατί, αν ο ένας τροχός πέσει σε κενό ή, για οποιοδήποτε άλλο λόγο (π.χ. λόγω απότομης επιτάχυνσης, ή λόγω υπερβολικά λασπώδους εδάφους), απολέσει την πρόσφυσή του με το έδαφος και δεχθεί διπλάσιες στροφές από

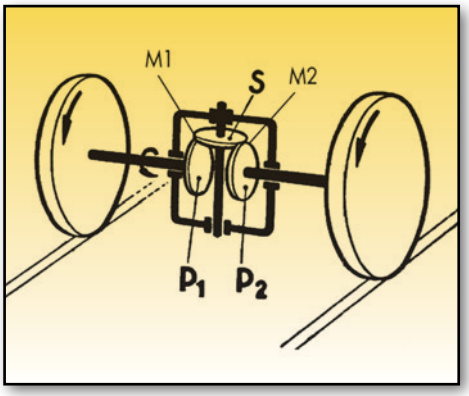


Σχ.2.88 Διαφορικό, τύπου «μπλοκέ», σε ευθεία πορεία δρόμου.

όσες θα έπρεπε να δεχθεί στη συγκεκριμένη στιγμή, τότε ο άλλος τροχός θα ακινητοποιηθεί και, έτσι, το όχημα δεν θα μπορεί να κινηθεί. Γι' αυτό, στα οχήματα κάθε εδάφους, συχνά υπάρχει σύστημα μπλοκαρίσματος του διαφορικού με χρήση αναστολέα, ο οποίος σταθεροποιεί τα δύο ημιαξόνια μεταξύ τους *(Σχ.2.87)*. Ο αναστολέας, δηλαδή, κινείται - μέσω δίχαλου - μετά από κατάλληλο χειρισμό του οδηγού του οχήματος, κατά τέτοιον τρόπο, ώστε ο πολυσφηνωτός «θηλυκός» ολισθαίνων δακτύλιος να εμπλακεί με τον «αρσενικό» πολυσφηνωτό εμπλοκέα, που είναι ενσωματωμένος στη θήκη του διαφορικού. Το μπλοκάρισμα του διαφορικού μπορεί να γίνει με δύο συμπλέκτες, που μπλοκάρουν, αντίστοιχα, τους πλανήτες των δύο ημιαξονίων *(Σχ.2.88, 2.89)*. Εδώ, δηλαδή, έχουμε την περίπτωση των δύο τύπων διαφορικού, που καλούνται «μπλοκέ» διαφορικά.



Σχ.2.89 Διαφορικό, τύπου «μπλοκέ», σε στροφή δρόμου.

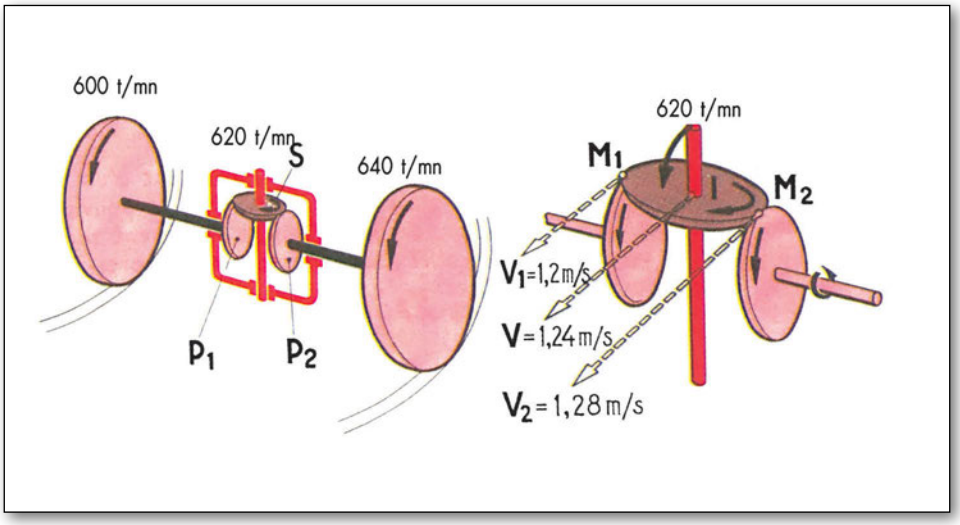


Σχ.2.90 Κίνηση σε ευθεία γραμμή (πορεία).

2.5.3 Λειτουργία του διαφορικού.

2.5.3.1 Κινηματική μελέτη του διαφορικού.

Τα ημιαξόνια των τροχών είναι ανεξάρτητα, αλλά οι δορυφόροι (κατά κανόνα δύο, για λόγους ζυγοστάθμισης) παρέχουν, πάντοτε, στον ένα τουλάχιστον από τους δύο πλανήτες, τη δυνατότητα να μεταδίδει την κίνηση - που προέρχεται από την κορώνα του διαφορικού - στους τροχούς, και αντίστροφα. Οι διάφορες μορφές της κίνησης, που προ-



Σχ.2.91 Στροφή: Ο δορυφόρος περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του.

κύπτουν στην έξοδο του διαφορικού, είναι οι εξής:

1) Κίνηση σε ευθεία γραμμή (πορεία) δρόμου

Εδώ, τα ημιαξόνια των τροχών περιστρέφονται στην ίδια κατεύθυνση και με την ίδια, ακριβώς, ταχύτητα. Ο δορυφόρος S ακινητοποιείται (σφηνώνει) μεταξύ των δύο πλανητών P1, P2 και η ταχύτητα V του κέντρου του I είναι ίση με τις ταχύτητες V1 και V2 των αντίστοιχων σημείων M1 και M2 των πλανητών. Η θήκη του διαφορικού περιστρέφεται με την ίδια ταχύτητα των τροχών (Σχ.2.90).

2) Στροφή

Στην περίπτωση αυτή, οι τροχοί περιστρέφονται στην ίδια κατεύθυνση με άνισες, όμως, ταχύτητες μεταξύ τους. Για παράδειγμα *(Σχ.2.91),* αν ο εξωτερικός τροχός περιστρέφεται

με 640 στροφές / λεπτό και ο εσωτερικός

με 600 στροφές / λεπτό,

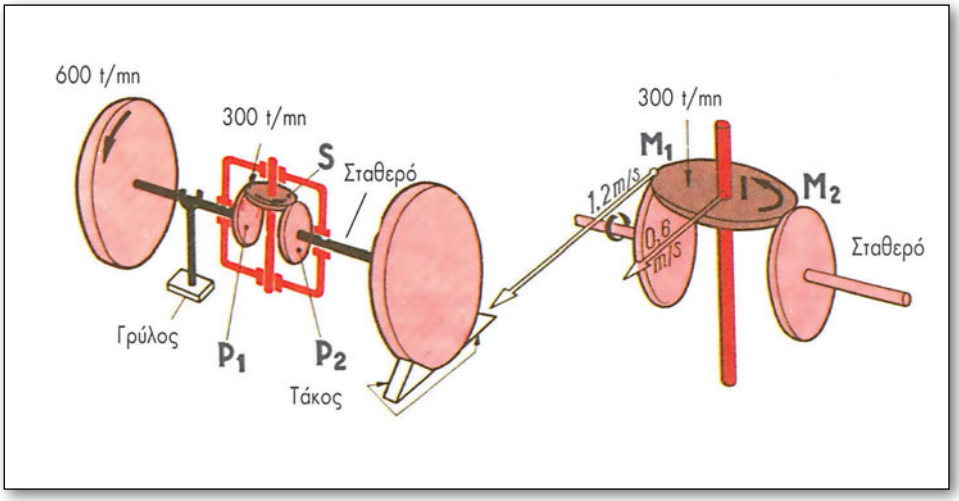
τότε, οι πλανήτες θα έχουν μία γωνιακή ταχύτητα άνιση.

Δηλαδή,

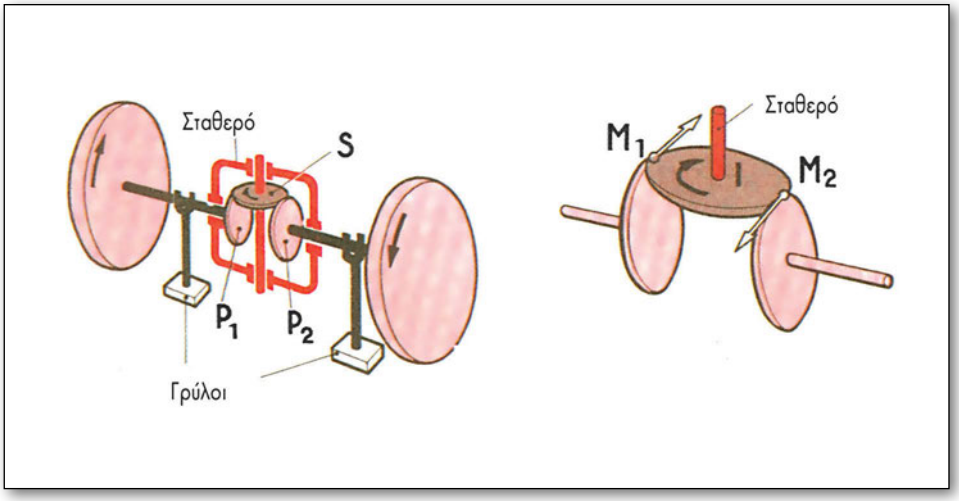
για τον P2 στο σημείο V2, θα ισχύει 1,28 m/s, ενώ

για τον P1 στο σημείο V1, θα ισχύει 1,2 m/s

Ο δορυφόρος, όμως, είναι υποχρεωμένος να ακολουθήσει την αντίστοιχη ταχύτητα του κάθε πλανήτη, που είναι υπεύθυνος για την περιστροφή, οπότε στα σημεία επαφής τους (M2 και M1) οι πλανήτες θα έχουν, αντίστοιχα, τις ίδιες ταχύτητες V2, V1, και το σημείο I, που ισαπέχει των σημείων M1 και M2, θα έχει ως ταχύτητα V, τη μέση ταχύτητα αυτών των δύο σημείων, δηλαδή: $V = (V_1 + V_2) / 2 = (1,20 + 1,28) / 2 = 1,24$ m/s



Σχ. 2.92 Ο ένας τροχός ακίνητος (μπλοκαρισμένος).



Σχ.2.93 Αυτοκίνητο σε τάκους: Μετάδοση κίνησης μπλοκαρισμένη.

Ο δορυφόρος περιστρέφεται γύρω από τον εαυτό του, γεγονός που δικαιολογείται από την ελεύθερη προσαρμογή του στον άξονα των δορυφόρων, οπότε και η περιστροφή της θήκης του διαφορικού πραγματοποιείται με ταχύτητα που αντιστοιχεί στη μέση ταχύτητα των τροχών, δηλαδή με:

(640 + 600) / 2 = 620 στροφές / λεπτό.

3) Ο ένας τροχός ακίνητος (μπλοκαρισμένος) ή ο αντίθετος τροχός μπορεί να περιστρέφεται και ελεύθερα. *(Σχ.2.92)*

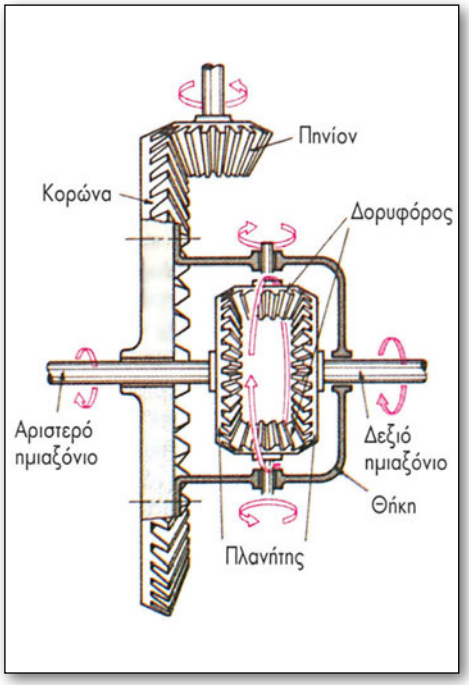
Η περιστροφή της κορώνας του διαφορικού μεταδίδεται στη θήκη, η οποία παρακινεί το σημείο Ι σε μία ταχύτητα V: (για παράδειγμα, V = 0,6 m/s). Ο δορυφόρος παρασύρεται σε κίνηση πιέζοντας τον πλανήτη, του οποίου ο τροχός είναι ακίνητος (μπλοκαρισμένος), π.χ. στο Ρ2, οπότε το σημείο Μ1 λαμβάνει μία ταχύτητα διπλάσια αυτής του Ι, δηλαδή:

V_1 = 1,2 m/s.

Έτσι, ο πλανήτης P_1 περιστρέφεται με μία ταχύτητα διπλάσια από εκείνη της θήκης.

4) Αυτοκίνητο επάνω σε τάκους: Μετάδοση κίνησης μπλοκαρισμένη *(Σχ.2.93)*

Εδώ, η θήκη και ο φορέας των δορυφόρων (άξονάς τους) βρίσκονται ακινητοποιημένοι, ο δορυφόρος περιστρέφεται γύρω από το σημείο Ι, ενώ τα σημεία Μ1 και Μ2 βρίσκονται, επίσης, με δεδομένες αντίθετες ταχύτητες. Οι κινητήριοι τροχοί περιστρέφονται σε αντίθετη κατεύθυνση, αλλά με την ίδια ταχύτητα.



Σχ.2.94 Διαφορικό σε λειτουργία.

2.5.3.2 Λειτουργία *(Σχ.2.94)*

Μετά από τα παραπάνω, η λειτουργία του διαφορικού έχει ως εξής: Το πινιόν κινούμενο από τον άξονα μετάδοσης της κίνησης - ο οποίος μεταφέρει την κίνηση από την έξοδο του κιβωτίου ταχύτητας στην οδοντωτή στεφάνη («κορώνα») - αναγκάζει την τελευταία να περιστραφεί. Μαζί με τη στεφάνη περιστρέφεται, αναγκαστικά η θήκη του διαφορικού, και επομένως και οι δορυφόροι. Οι δορυφόροι, όμως, επειδή εμπλέκονται διαρκώς με τους πλανήτες, θα περιστρέψουν και αυτούς. Όταν η αντίσταση και επί των δύο κινητήριων τροχών είναι η ίδια, τη στιγμή που το όχημα κινείται σε ευθεία και ομαλή οδό και έχει ομοιόμορφα κατανεμημένο το φορτίο του, καθώς και ίδια πίεση στα ελαστικά των τροχών του, οι δορυφόροι κατά την περιστροφή της θήκης δεν περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους, αλλά ενεργούν σαν «σφήνες» στα «δόντια» των πλανητών και έτσι, όλα μαζί ως ένα σώμα πλέον περιστρέφονται με την αυτή ταχύτητα (δηλαδή τόσο η κορώνα και η θήκη, όσο και τα ημιαξόνια των τροχών).

Όταν το όχημα εκτελεί στροφή, για να αποφύγουμε την ολίσθηση του εξωτερικού τροχού, πρέπει ο εσωτερικός να περιστραφεί με μικρότερη ταχύτητα από τον εξωτερικό. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εξής τρόπο και με δεδομένο ότι η αντίσταση του εσωτερικού τροχού, κατά τη στροφή, είναι μεγαλύτερη της αντίστασης του εξωτερικού: Λόγω της διαφοράς των παραπάνω αντιστάσεων, οι δορυφόροι αποσφηνώνονται από τους πλανήτες και στρέφονται γύρω από τον άξονά τους, αναγκάζοντας τον πλανήτη του εξωτερικού τροχού να στραφεί σχετικά ταχύτερα από όσο περιστρέφεται ο εσωτερικός. Δηλαδή, τις στροφές που χάνει ο εσωτερικός τροχός, τις κερδίζει ο εξωτερικός. Γι' αυτό και από αυτήν ακριβώς τη λειτουργία, ο συγκεκριμένος μηχανισμός ονομάσθηκε **διαφορικό**.

2.5.4 Φθορές - Βλάβες - Συντήρηση - Έλεγχος - Ρυθμίσεις.

- Οι πιο συνηθισμένες φθορές του διαφορικού είναι η φθορά των «δοντιών» των γραναζιών του και η φθορά των τριβέων του (ρουλεμάν). Και στις δύο περιπτώσεις επιβάλλεται να αντικατασταθούν τα φθαρμένα κομμάτια με καινούργια, σύμφωνα, πάντα, με τις οδηγίες που δίνει το εργοστάσιο κατασκευής. Συνήθως, όταν αντικαθίσταται το πινιόν, αντικαθίσταται, υποχρεωτικά, και η κορώνα, γιατί τα δύο αυτά στοιχεία κατασκευάζονται κατά ζεύγη. Ένδειξη κακής λειτουργίας του συστήματος του διαφορικού είναι η θορυβώδης λειτουργία και η υπερθέρμανσή του. Όταν υπάρχουν σοβαρές ενδείξεις βλάβης, πρέπει το διαφορικό να αποσπάται από το αυτοκίνητο και να του γίνεται λεπτομερής επιθεώρηση, ενώ στηρίζεται σε ανεξάρτητο φορέα, μπορεί να αποσπαστεί χωρίς να χρειαστεί να αφαιρεθεί ολόκληρος ο οπίσθιος άξονας. Όταν, όμως, το διαφορικό στηρίζεται στις χοάνες του άξονα, τότε για να γίνει αυτή η επιθεώρηση, πρέπει να αποσυναρμολογηθεί ο συγκεκριμένος αυτός άξονας.

  Μετά την αποσυναρμολόγηση, ο φορέας του διαφορικού ή ολόκληρος ο άξονας τοποθετείται σε ειδική βάση, προκειμένου να διαλυθεί εντελώς και να επιθεωρηθεί. Πάντως, πριν από κάθε διάλυση, ελέγχεται αν υπάρχει επισήμανση της θέσης των «καβαλέτων» των τριβέων, γιατί αν δεν υπάρχει, τότε αυτά επισημαίνονται με πόντα. Στη συνέχεια αφαιρούνται τα καβαλέτα, αποχωρίζεται το διαφορικό από τα σημεία στήριξής του και επιθεωρείται. Έτσι, αν οι τριβείς του παρουσιάζουν σημάδια φθοράς, τους βγάζουμε με ειδικό εξωλκέα και τους αντικαθιστούμε με καινούργιους. Επίσης, τους οδοντωτούς τροχούς, των οποίων τα δόντια παρουσιάζουν απολέπιση («ξεφλουδίσματα») ή σπασίματα, τους αποσυναρμολογούμε από τη θήκη, αφαιρώντας πρώτα τον άξονα των δορυφόρων, μετά τους δορυφόρους και, τέλος, τους πλανήτες. Η επανασυναρμολόγηση γίνεται, φυσικά, αντίστροφα, ενώ μετά από αυτήν ελέγχονται τα διάκενα μεταξύ πλανήτη και των ωστικών τριβέων του, ώστε να συμφωνούν με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

- Σε ένα διαφορικό, γίνονται οι παρακάτω ρυθμίσεις:

  α) Ρύθμιση και έλεγχος της ανοχής μεταξύ του πινιόν και της κορώνας.

β) Έλεγχος της εφαρμογής («πατήματος») των δοντιών του πινιόν και της κορώνας.

γ) Ρύθμιση του συγκρατητικού κοχλία (σε όσους τύπους διαφορικών υπάρχει) της οπίσθιας πλευράς της κορώνας.

δ) Έλεγχος για στρεβλωμένη κορώνα.

Με την τοποθέτηση καταλλήλων προσθηκών (ροδελών αποστάσεως), ρυθμίζεται η σωστή θέση και η συνεργασία κορώνας - πινιόν, σύμφωνα πάντα με τα συγκεκριμένα στοιχεία ανοχών που προβλέπει ο κατασκευαστής. Επίσης, υπάρχει ειδικός κοχλίας που ρυθμίζει τη μετατόπιση της κορώνας από τη μία πλευρά της, όπως και «ασφάλεια» για τη σταθεροποίηση αυτής της ρύθμισης.

- **Συνήθεις βλάβες διαφορικού - Αποτελέσματα - Αίτια.**

Πέρα από όσα αναφέρθηκαν πιο πάνω, οι πιο συνηθισμένες βλάβες ενός διαφορικού είναι:

- Το σπάσιμο των δοντιών της κορώνας, του πινιόν, των δορυφόρων και των πλανητών.
- Το σπάσιμο του ημιαξονίου.
- Η καταστροφή των τριβέων (ρουλεμάν).
- Η στρέβλωση της κορώνας.

Επιπλέον, αν παρατηρηθεί **θορυβώδης λειτουργία** του διαφορικού, αυτή μπορεί να προέρχεται από πολλές αιτίες (έλλειψη λιπαντικού, χρήση ακατάλληλου τύπου λιπαντικού, φθαρμένους τριβείς, σπασμένα δόντια κορώνας - πινιόν, λανθασμένη ρύθμιση κορώνας - πινιόν). Ο θόρυβος που δημιουργείται, ιδιαίτερα, κατά τη στροφή του οχήματος, προέρχεται είτε από κακή κατάσταση των δορυφόρων, είτε από φθαρμένο άξονα και φθαρμένους παράκυκλους των αξόνων των δορυφόρων, οπότε πρέπει να αντικατασταθούν. Όταν, εξάλλου, παρουσιάζεται θόρυβος σε κατωφέρεια - ο οποίος όμως εξαφανίζεται κατά την έλξη ή σε ανωφέρεια - τότε υπάρχει μεγάλη ανοχή μεταξύ κορώνας και πινιόν, ενώ όταν το διαφορικό «μουγκρίζει» σε όλες τις ταχύτητες, τότε η ανοχή αυτή είναι μικρή.

- **Χρήση ακατάλληλου λαδιού.**

Η αλλαγή του λαδιού στο διαφορικό γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, περίπου κάθε 30.000 μέχρι 60.000 χιλιόμετρα. Όπως και στο κιβώτιο ταχυτήτων, έτσι και εδώ, η αλλαγή του λιπαντικού πρέπει να γίνεται αμέσως μετά από μία διαδρομή του οχήματος, οπότε το λιπαντικό είναι ζεστό και, επομένως, λεπτόρρευστο. Ο τύπος του λιπαντικού, συνήθως, πρέπει να είναι SAE90. Ανά ορισμένα χρονικά διαστήματα συμπληρώνουμε τη θήκη του διαφορικού με το κατάλληλο λάδι, όταν η στάθμη κατέβει κάτω από το πώμα πλήρωσης.

Παρατήρηση: Στα σύγχρονα διαφορικά οι απαιτήσεις του λιπαντικού είναι υψηλές, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται βαλβολίνες ανώτερων προδιαγραφών (π.χ. GL4 και GLS) με βασικά χαρακτηριστικά την αντοχή τους σε μεγάλες θερμοκρασίες και το ότι είναι αδιάβροχες (water proof).

- **Διαρροή λιπαντικού.**

Αυτή μπορεί να οφείλεται, είτε σε αποσυναρμολογημένα περικόχλια θήκης,

είτε σε κομμένα παρεμβάσματα ή φθαρμένους εμφρακτήρες (τσιμούχες) λαδιού, είτε και σε υπερπλήρωση της θήκης με λάδι (βαλβολίνη).

Παρατηρήσεις για το διαφορικό τύπου «μπλοκέ».

Για το διαφορικό αυτού του τύπου πρέπει να προσέξουμε τα εξής:

- Το συγκεκριμένο διαφορικό πληρώνεται με λιπαντικό ειδικού τύπου, γιατί εάν εισάγουμε λιπαντικό διαφορετικού τύπου, οι δίσκοι των συμπλεκτών θα «αρπάξουν» (κολλήσουν) και θα προκαλείται θορυβώδης λειτουργία, κατά τη διάρκεια των στροφών του.
- Είναι πολύ σημαντικό να χρησιμοποιούμε τους ίδιους τύπους ελαστικών και στους δύο κινητήριους τροχούς, να έχουν και οι δύο τον ίδιο τύπο πέλματος, την ίδια πίεση αέρα και την ίδια φθορά, διότι αν ο ένας τροχός είναι μεγαλύτερος από τον άλλο, τότε το διαφορικό (και συγκεκριμένα οι συμπλέκτες του) θα εργάζεται συνεχώς, πράγμα που θα μειώσει πολύ τη διάρκεια ζωής του διαφορικού.

2.5.5 Περίληψη της ενότητας

- Η ισχύς που παράγεται από τον κινητήρα του οχήματος μεταφέρεται με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης στο διαφορικό.

- Όταν το όχημα κινείται σε ευθεία γραμμή και οι κινητήριοι τροχοί του έχουν την ίδια διάμετρο (μέγεθος), αυτοί κινούνται με την ίδια ταχύτητα, ενώ όταν το όχημα εκτελεί μία στροφή, ο οπίσθιος εξωτερικός κινητήριος τροχός πρέπει να διανύσει μεγαλύτερη απόσταση από τον αντίστοιχο εσωτερικό, πορεία την οποία διαγράφει, αν κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα. Το διαφορικό, το οποίο βρίσκεται μεταξύ των δύο ημιαξονίων των οπισθίων κινητηρίων τροχών, είναι ικανό να εκτελέσει αυτή τη διαδικασία με επιτυχία.

- Το διαφορικό αποτελείται από τη θήκη, πάνω στην οποία είναι στερεωμένη η «κορώνα» που κινείται από το «πινιόν», το οποίο με τη σειρά του, βρίσκεται στην άκρη του άξονα που μεταφέρει την κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων· επίσης, φέρει τους δορυφόρους και τους πλανήτες.

- Υπάρχουν τρία είδη διαφορικών: το διαφορικό κορώνας - πινιόν, το διαφορικό ατέρμονα κοχλία - οδοντωτού τροχού και το διαφορικό τύπου μπλοκέ.

- Η λειτουργία του διαφορικού γίνεται με τέτοιον τρόπο, ώστε όσες στροφές χάνει ο ένας κινητήριος τροχός, τόσες (τις ίδιες) να κερδίζει ο άλλος.

- Επειδή το διαφορικό αποτελείται από περιστρεφόμενα μέρη, τα εξαρτήματα του, υφίστανται φθορές και βλάβες, γι' αυτό πρέπει να γίνονται περιοδικοί έλεγχοι, συντήρηση και κατάλληλες ρυθμίσεις, ώστε ανάλογα με τις περιπτώσεις, να προβαίνουμε στην επισκευή του.

2.5.6 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Σε τι χρησιμεύει το διαφορικό ενός οχήματος και ποια είναι τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται;
2. Να εξηγήσετε με λίγα λόγια, πότε και πώς επιτυγχάνεται κίνηση των τροχών με ίση ταχύτητα μεταξύ τους σε ένα ευθύγραμμο και ομαλό δρόμο.
3. Αν ο ένας τροχός του κινητήριου άξονα παρουσιάζει μεγαλύτερη αντίσταση από τον άλλο, τι μπορεί να συμβεί στο διαφορικό;
4. Τι είναι ο «αναστολέας διαφορικού» ή διαφορικό τύπου «μπλοκέ», και σε τι χρησιμεύει;
5. Αν ο ένας κινητήριος τροχός οχήματος, λόγω κακής κατανομής του φορτίου ή διαφορετικής πίεσης, είναι μικρότερος από τον άλλο και το όχημα κινείται σε ευθύ δρόμο καλής κατάστασης, τι νομίζετε ότι θα συμβεί στο διαφορικό;
6. Πότε χρησιμοποιούμε διαφορικό με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τροχό;
7. Ποιες ρυθμίσεις εκτελούνται σε ένα διαφορικό;
8. Ποιες είναι οι συνηθέστερες βλάβες ενός διαφορικού;
9. Ονομάστε τη σειρά των μερών του διαφορικού, δια μέσου των οποίων η ισχύς μεταφέρεται από το «πινιόν» στα ημιαξόνια των κινητήριων τροχών.
10. Όταν ένα όχημα κινείται σε ευθύ δρόμο, οι δορυφόροι του διαφορικού περιστρέφονται γύρω από τον άξονά τους;
11. Σε ποια αίτια μπορεί να οφείλεται η θορυβώδης λειτουργία ενός διαφορικού;
12. Τι πρέπει να προσέχουμε κατά τη συντήρηση ενός διαφορικού, τύπου «μπλοκέ»;
13. **Ατομική εργασία:** Μελέτησε προσεκτικά το βιβλίο του κατασκευαστή, που αφορά τη συντήρηση ενός συγκεκριμένου διαφορικού και γράψε τα διαδοχικά βήματα που πρέπει να κάνεις για την αφαίρεση, την αποσυναρμολόγηση, την επισκευή, τη συναρμολόγηση και τη ρύθμιση του διαφορικού.

2.6 ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟ ΕΜΠΡΟΣΘΟΚΙΝΗΤΟΥ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

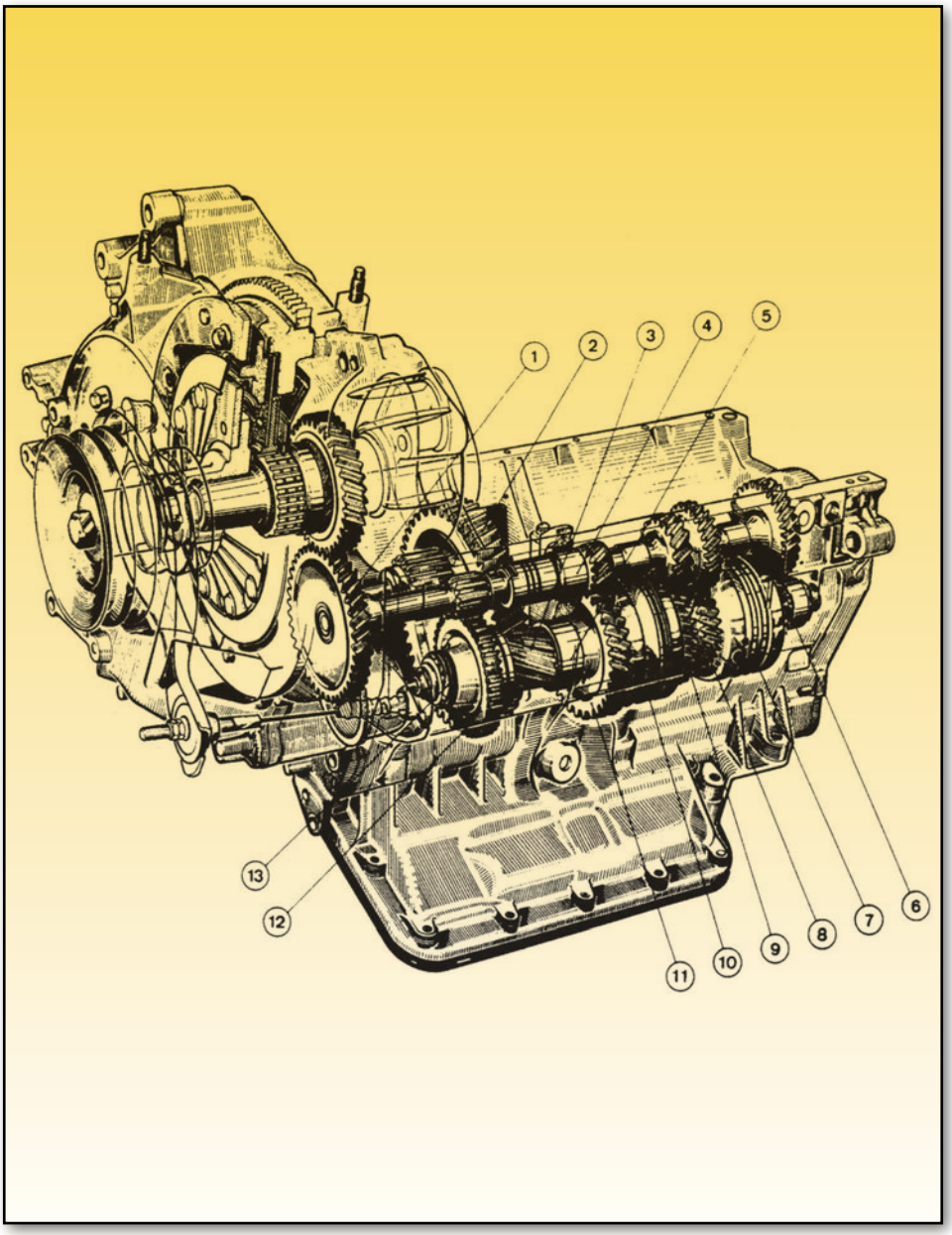
- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται ένα κιβώτιο ταχυτήτων - διαφορικό ενός οχήματος με εμπρόσθια κίνηση.
- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας του συγκροτήματος αυτού.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος και των επί μέρους εξαρτημάτων του.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συγκεκριμένου συστήματος και των επί μέρους εξαρτημάτων του.

2.6.1 Γενικά.

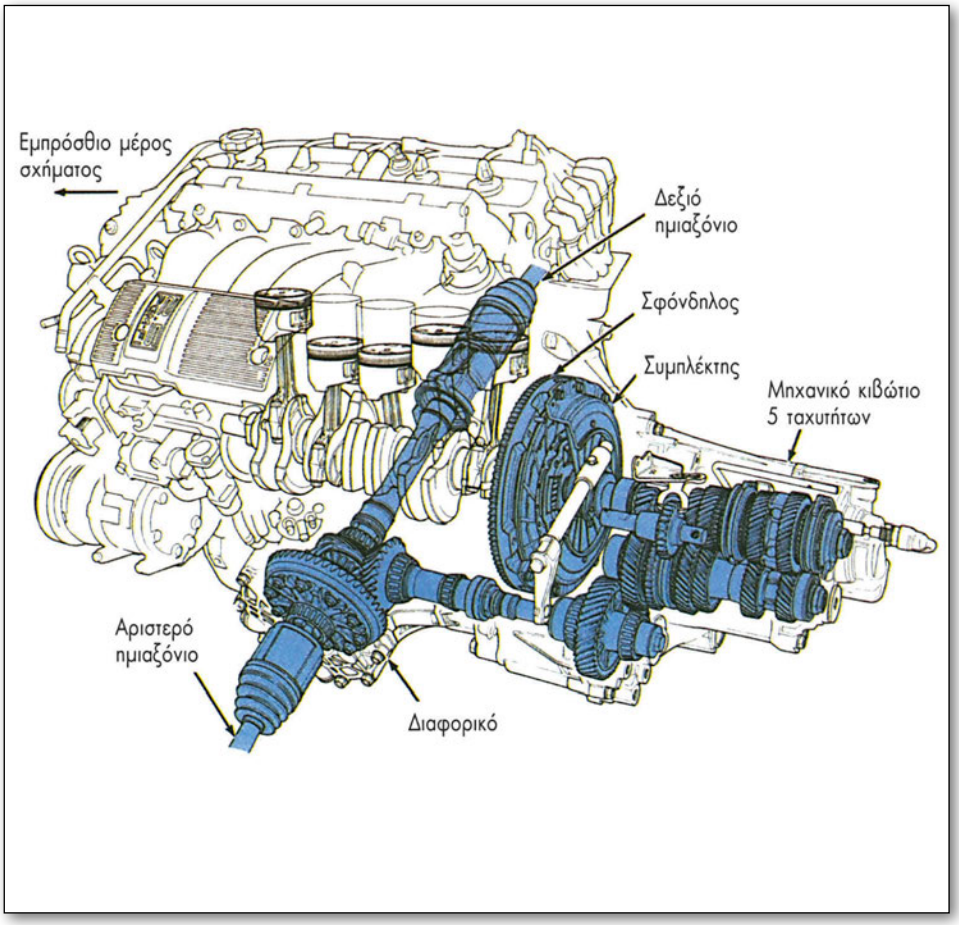
Σε πολλά Ι.Χ. επιβατικά οχήματα, κυρίως Ευρωπαίων και Ιαπώνων κατασκευαστών, που έχουν και τον κινητήρα εμπρός και τους κινητήριους τροχούς εμπρός, δηλαδή σε αυτά που έχουν κίνηση εμπρός, είναι αναγκαία μία διαφορετική διευθέτηση του κινητήρα, του συμπλέκτη, του κιβωτίου ταχυτήτων και του διαφορικού, για να μπορέσουν να λειτουργήσουν ικανοποιητικά, όπως φαίνεται και στα Σχήματα 2.95 και 2.96.

2.6.2 Περιγραφή.

- Στα οχήματα αυτά, ο κινητήρας, ο συμπλέκτης, το κιβώτιο ταχυτήτων και το διαφορικό είναι ενσωματωμένα σε ένα ενιαίο λυόμενο συγκρότημα. Έτσι, ο κινητήρας τοποθετείται, συνήθως, κάθετα προς τον διαμήκη άξονα του οχήματος, οπότε την ίδια κατεύθυνση έχει και το κιβώτιο ταχυτήτων, που βρίσκεται μαζί με το διαφορικό (Σχ.2.97). Στο κιβώτιο ταχυτήτων δεν υπάρχει ενδιάμεσος άξονας, ενώ ο πρωτεύων (άξονας εισόδου) είναι αρκετά επιμήκης και διέρχεται πίσω από το διαφορικό και φέρει μόνιμα στερεωμένους επάνω του τους οδοντωτούς τροχούς των αντίστοιχων ταχυτήτων. Ο δευτερεύων άξονας (άξονας εξόδου) φέρει, επίσης, τους αντίστοιχους οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια) των ταχυτήτων, και μεταξύ αυτών - ανά δύο - παρεμβάλλονται τα «συγχρονιζέ», που κινούνται με τις αντίστοιχες φουρκέτες, επίσης ανά δύο (δεξιά



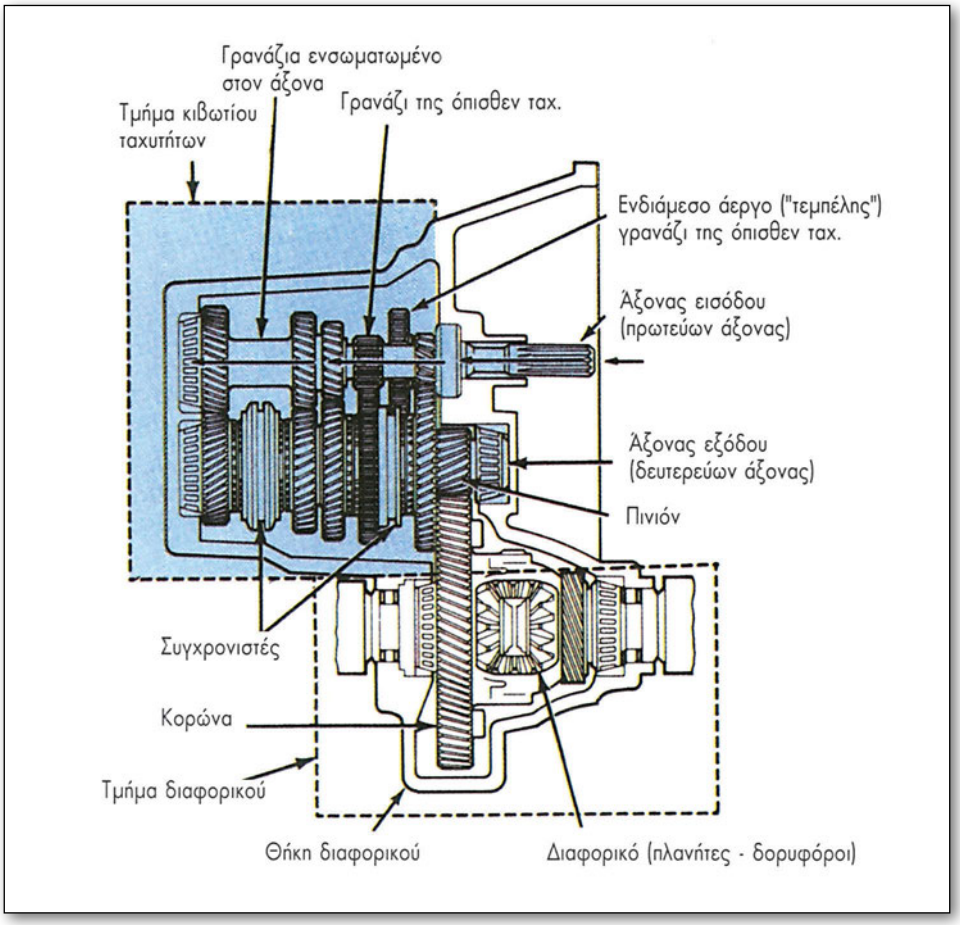
Σχ.2.95 Συγκρότημα συμπλέκτη, κιβωτίου ταχυτήτων και διαφορικού ενός αυτοκινήτου Peugeot.
(1. Άξονας εισόδου 2. Κορώνα διαφορικού 3. Πινιόν διαφορικού 4. Πρωτεύων άξονας 5. Δευτερεύων άξονας 6. Οδοντωτός τροχός 4ης 7. Συγχρονιζέ 3ης / 4ης 8. Οδοντωτός τροχός 3ης 9. Οδοντωτός τροχός 2ας 10. Συγχρονιζέ 1ης / 2ας 11. Οδοντωτός τροχός 1ης 12. Οδοντωτός τροχός όπισθεν 13. Οδοντωτός τροχός ταχυμέτρου).



Σχ.2.96 Συγκρότημα συμπλέκτη, κιβωτίου ταχυτήτων και διαφορικού ενός αυτοκινήτου Honda.

- αριστερά). Ο δευτερεύων άξονας καταλήγει στο κωνικό οδοντωτό τροχό (πινιόν), που εμπλέκεται με την κορώνα του διαφορικού. Τα ημιαξόνια ή ακραξόνια των τροχών που συνδέονται με τους αντίστοιχους πλανήτες του είναι αρθρωτά, επειδή οι εμπρόσθιοι τροχοί είναι κινητήριοι, αλλά, ταυτόχρονα, συμμετέχουν και στο σύστημα διεύθυνσης του οχήματος. Εδώ, δεν υπάρχει η απ' ευθείας μετάδοση της κίνησης, οπότε όλες οι ταχύτητες απαιτούν ένα ή περισσότερα ζεύγη οδοντωτών τροχών για να επιλεγούν *(Σχ.2.96 και Σχ.2.97)* από τον οδηγό.

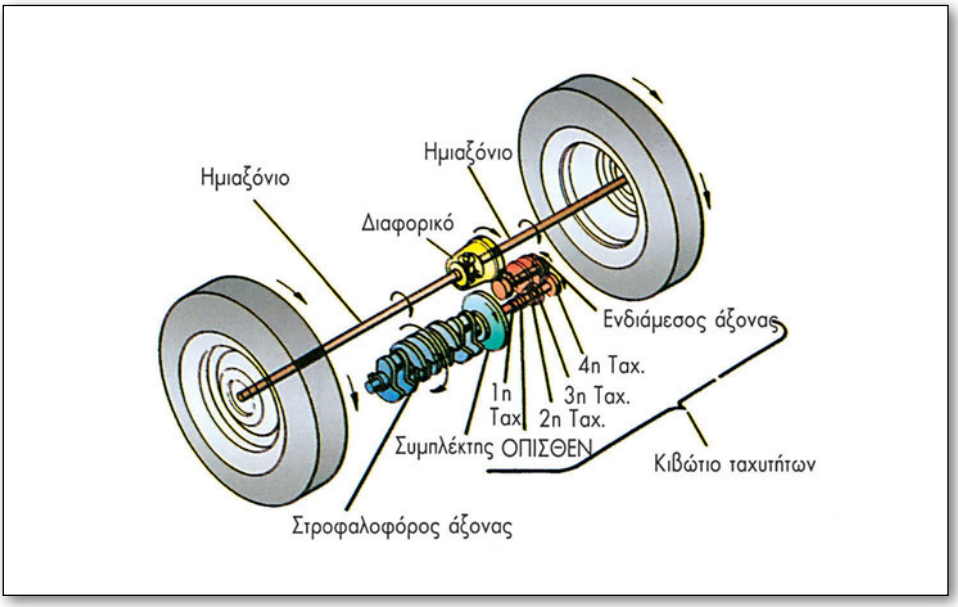
- Στις περιπτώσεις αυτές, η ισχύς από τον κινητήρα εισέρχεται στο κιβώτιο ταχυτήτων, μέσω του πρωτεύοντα άξονα. Στη συνέχεια, μεταδίδεται στο πινιόν, το οποίο βρίσκεται στο άκρο του δευτερεύοντα άξονα και από εκεί μεταφέρεται στην «κορώ-



Σχ.2.97 Μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων μαζί με διαφορικό σε όχημα με εμπρόσθια ή οπίσθια κίνηση («όλα μπροστά» ή «όλα πίσω»).

να» του διαφορικού, όπου μέσω των πλανητών του μεταδίδεται στα δύο εμπρόσθια ημιαξόνια. Έτσι, τα δύο αυτά ημιαξόνια περιστρέφουν τους τροχούς για να κινηθεί το όχημα *(Σχ. 2.98)*. Το διαφορικό επιτρέπει στους εμπρόσθιους τροχούς να περιστρέφονται με διαφορετικές ταχύτητες και να διανύουν διαφορετικές αποστάσεις στον ίδιο χρόνο, όταν βέβαια το όχημα διαγράφει μία καμπύλη τροχιά (στροφή).

- Στο Σχήμα 2.97, το κιβώτιο ταχυτήτων έχει τέσσερις ταχύτητες εμπρός και μία όπισθεν. Το νεκρό σημείο επιτυγχάνεται όταν και οι δύο συγχρονιστές βρίσκονται στη κεντρική της θέση. Οι τέσσερις εμπρός ταχύτητες και η μία όπισθεν επιτυγχάνονται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο, όπως και στο μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων συγχρονισμού, που περιγράφηκε στην ενότητα 2.3. Γενικά, μετακινώντας τον μοχλό επιλογής ταχυτήτων



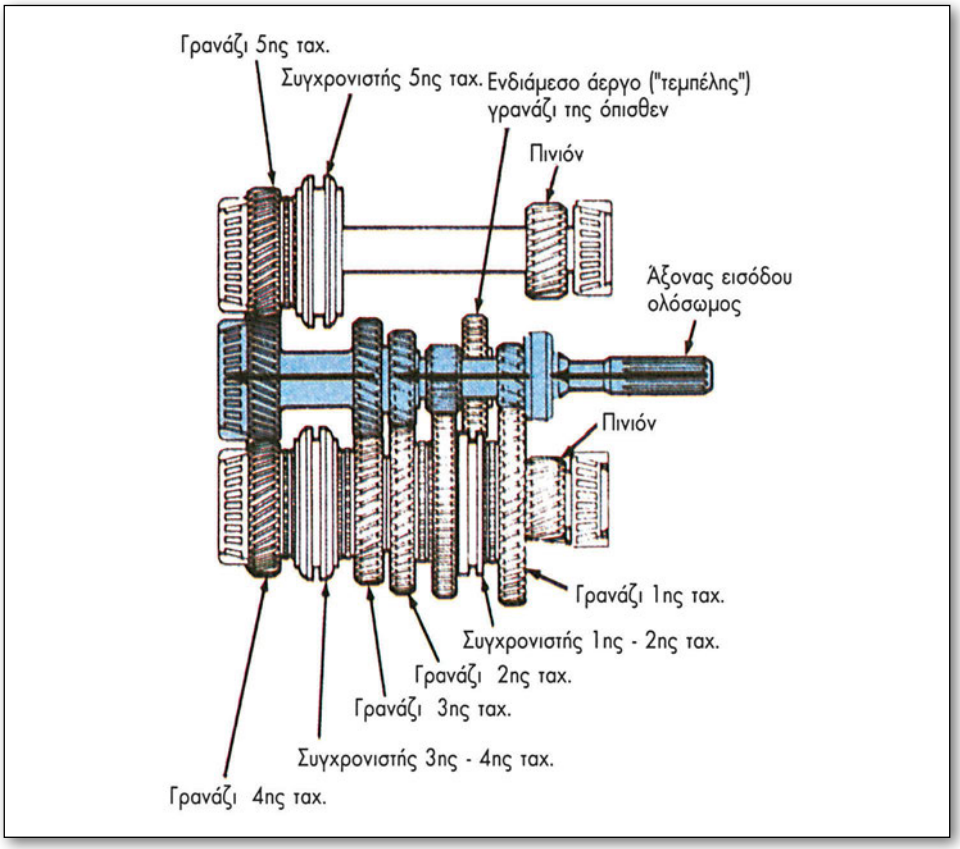
Σχ.2.98 Μεταφορά της ισχύος από το στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα στους τροχούς της οχήματος, που έχει εμπρόσθια κίνηση.

(λεβιέ), αναγκάζουμε της συγχρονιστές 1ης - 2ης και 3ης - 4ης να ολισθαίνουν και να ασφαλίζουν («κλειδώνουν») τον αντίστοιχο οδοντωτό τροχό με τον άξονα εξόδου (δευτερεύοντα άξονα) του κιβωτίου ταχυτήτων.

2.6.3 Περιγραφή κιβωτίου ταχυτήτων πέντε ταχυτήτων εμπρός και μίας όπισθεν:

- Το Σχήμα 2.99 δείχνει τους άξονες και τα γρανάζια ενός κιβωτίου πέντε ταχυτήτων εμπρός και μίας όπισθεν. Βασικά, είναι το ίδιο με αυτό που φαίνεται και στο Σχήμα 2.97, με τη μόνη διαφορά, ότι υπάρχει επιπλέον το συγκρότημα του γραναζιού της 5ης ταχύτητας μαζί με τον άξονά του. Η λειτουργία και των δύο παραπάνω κιβωτίων ταχυτήτων είναι η ίδια για όλες τις ταχύτητες, εκτός της 5ης.

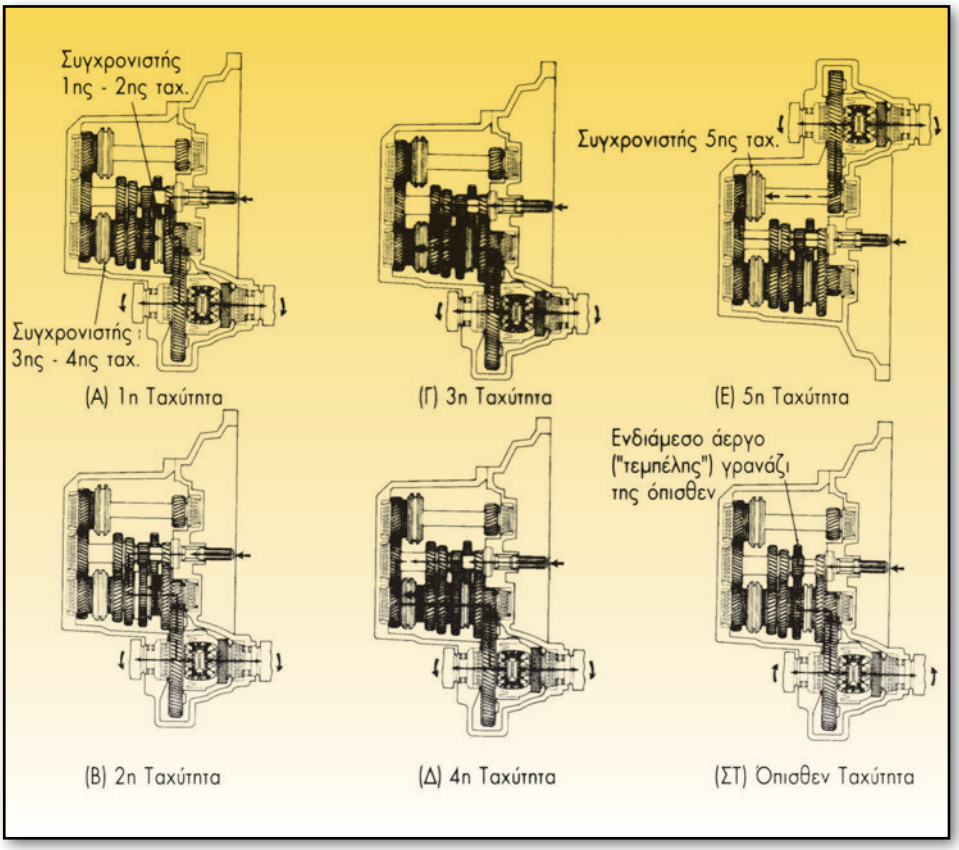
- Στο παρακάτω Σχήμα 2.100 φαίνεται η μετάδοση της ισχύος του κινητήρα σε ένα κιβώτιο πέντε ταχυτήτων. Συγκεκριμένα, στην 1η και 2η ταχύτητα, ο συγχρονιστής 3ης - 4ης παραμένει στο κέντρο, ακίνητος (σε ουδέτερη θέση). Όταν, όμως, ο οδηγός μετακινήσει τον μοχλό επιλογής ταχυτήτων στην 1η ταχύτητα, ο συγχρονιστής 1ης - 2ης κινείται *(Σχ.2.100Α)* και «κλειδώνει» τον οδοντωτό τροχό (γρανάζι) της 1ης ταχύτητας με τον άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων. Μετακινώντας, στη συνέχεια, ο οδηγός το μοχλό



Σχ.2.99 Άξονες και γρανάζια κιβωτίου πέντε ταχυτήτων με εμπρόσθια κίνηση.

ταχυτήτων προς τη 2η ταχύτητα, ο συγχρονιστής 1ης - 2ης κινείται προς τα πίσω *(Σχ.2.100Β)* και «ξεκλειδώνει» έτσι τον οδοντωτό τροχό της 1ης, ενώ «κλειδώνει» τον οδοντωτό τροχό της 2ης με τον άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων.

- Εδώ όταν ο μοχλός επιλογής ταχυτήτων (λεβιές) κινείται προς την 3η ταχύτητα, ο συγχρονιστής της 1ης - 2ης μετακινείται στην ουδέτερη θέση, ενώ ο συγχρονιστής 3ης - 4ης κινείται προς τα εμπρός *(Σχ.2.100Γ)*. Αυτός «κλειδώνει» τον οδοντωτό τροχό της 3ης ταχύτητας με τον άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων. Στη συνέχεια, ο οδηγός μετακινώντας το μοχλό επιλογής στην 4η ταχύτητα, ο αντίστοιχος συγχρονιστής «ξεκλειδώνει» τον οδοντωτό τροχό της 3ης και κινείται προς τα πίσω *(Σχ.2.100Δ)*. Τότε, ο οδοντωτός τροχός της 4ης κλειδώνει με τον άξονα εξόδου. Αν οι οδοντωτοί τροχοί της 4ης, που είναι στον άξονα εισόδου και στον άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων,



Σχ.2.100 Μετάδοση της ισχύος σε ένα μηχανικό κιβώτιο πέντε ταχυτήτων, για κάθε ταχύτητα (οδοντωτό τροχό εμπρός και όπισθεν).

αντίστοιχα, έχουν το ίδιο μέγεθος (ίδιο αριθμό δοντιών ή ίδιες διαμέτρους), παρέχεται απ' ευθείας μετάδοση με λόγο 1:1.

Η 5η ταχύτητα επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση των συγχρονιστών 1ης - 2ης και 3ης - 4ης σε ουδέτερη θέση, οπότε ο οδοντωτός τροχός της 4ης βρίσκεται σε σταθερή εμπλοκή με τον αντίστοιχο τροχό της 5ης ταχύτητας. Τότε, ο συγχρονιστής της 5ης κινείται πίσω *(Σχ.2.100Ε),* και κλειδώνει τον οδοντωτό τροχό της 5ης στον άξονά του. Στο άλλο άκρο αυτού του άξονα υπάρχει ένα «πινιόν», το οποίο είναι σε μόνιμη εμπλοκή με την κορώνα του διαφορικού. Η ισχύς μεταδίδεται από τον οδοντωτό τροχό της 4ης - που βρίσκεται στον άξονα εισόδου - στον οδοντωτό τροχό της 5ης και στον άξονά του. Στη συνέχεια, από το πινιόν που βρίσκεται στο άκρο αυτού του άξονα, μεταδίδεται στην κορώνα του διαφορικού.

(**Παρατήρηση:** Και οι δύο άξονες (της εισόδου και της 5ης) έχουν ξεχωριστά πινιόν που βρίσκονται σε μόνιμη εμπλοκή με την κορώνα του διαφορικού, οπότε, όταν ένας άξονας κινεί την κορώνα αυτή, ο άλλος άξονας είναι απασφαλισμένος και περιστρέφεται ελεύθερα («τρελά»).
Για να τοποθετηθεί η όπισθεν ταχύτητα, οι συγχρονιστές 1ης - 2ης και 3ης - 4ης κινούνται σε ουδέτερη θέση, ενώ ο συγχρονιστής της 5ης, επίσης, αποσυμπλέκεται. Ο ενδιάμεσος οδοντωτός τροχός της όπισθεν (που γύριζε «τρελά») και ο οποίος βρίσκεται σε χωριστό άξονα, κινείται προς τα οπίσω *(Σχ.2.100ΣΤ).* Έτσι, τα «δόντια» του εμπλέκονται με τον οδοντωτό τροχό της όπισθεν, που βρίσκεται στον άξονα εισόδου, καθώς και με τα δόντια του συγχρονιστή 1ης - 2ης ή με τον ολισθαίνοντα οδοντωτό τροχό της όπισθεν, που βρίσκονται στον άξονα εξόδου. Η ισχύς μεταδίδεται από τον οδοντωτό τροχό της όπισθεν, που βρίσκεται στον άξονα εισόδου, και δια μέσου του ενδιαμέσου οδοντωτού τροχού της όπισθεν - ο οποίος κινεί τον ολισθαίνοντα οδοντωτό τροχό της όπισθεν - επιτυγχάνεται η αντιστροφή του άξονα εξόδου. Στη συνέχεια, το πινιόν του άξονα εξόδου κινεί την κορώνα του διαφορικού, κατά αντίθετη κατεύθυνση και έτσι το όχημα κινείται προς τα οπίσω.

Παρατήρηση

Ως προς όλα τα άλλα σημεία, τόσο το κιβώτιο ταχυτήτων όσο και το διαφορικό - προκειμένου για οχήματα με εμπρός κίνηση - είναι ακριβώς τα ίδια με εκείνα που περιγράφηκαν στις ενότητες 2.3 και 2.5.

2.6.4 Περίληψη της ενότητας

- Ο κινητήρας, το κιβώτιο ταχυτήτων και το διαφορικό των οχημάτων - που έχουν κίνηση εμπρός - μαζί με τον συμπλέκτη είναι ενσωματωμένα σε ένα ενιαίο λυόμενο συγκρότημα, το οποίο από μετάφραση της ξένης βιβλιογραφίας ονομάζεται «συγκρότημα ισχύος». Αυτά όλα τα μέρη είναι διευθετημένα κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να μπορούν να συνεργάζονται μεταξύ τους.
- Όσον αφορά τον κινητήρα, η μόνη διαφορά με τα οχήματα που έχουν την κίνηση οπίσω, είναι ότι εδώ, συνήθως, αυτός τοποθετείται εγκάρσια (κάθετα) προς τον κεντρικό άξονα του οχήματος, ενώ ο συμπλέκτης δεν έχει καμία διαφορά.
- Το διαφορικό δέχεται κίνηση από το πινιόν που υπάρχει στην προέκταση του άξονα εξόδου (δευτερεύοντα άξονα) του κιβωτίου ταχυτήτων και τη μεταδίδει, όπως είναι γνωστό, μέσω των πλανητών, ημιαξονίων και αρθρώσεων (για να μπορεί αυτή να μεταδίδεται υπό γωνία) στα δύο εμπρόσθια ακραξόνια, από όπου φθάνει στους δύο εμπρόσθιους κινητήριους τροχούς του οχήματος, όπως θα αναπτυχθεί, αναλυτικά, στο 5ο κεφάλαιο.
- Έτσι, οι βασικές διαφορές εντοπίζονται στο κιβώτιο ταχυτήτων, στο οποίο έχει καταργηθεί ο ενδιάμεσος άξονας. Ο δευτερεύοντας άξονας (άξονας εξόδου) έχει τους περιστρεφόμενους οδοντωτούς τροχούς των τεσσάρων εμπρός ταχυτήτων, τους δύο συγχρονιστές, ενώ στο άκρο του υπάρχει το πινιόν, που εμπλέ-

κεται με τη στεφάνη (κορώνα) του διαφορικού. Ο άξονας εισόδου έχει ενσωματωμένους τους οδοντωτούς τροχούς. Για κιβώτιο πέντε ταχυτήτων υπάρχει ακόμη ένας άξονας (της 5ης ταχύτητας), ο οποίος έχει τον οδοντωτό τροχό της 5ης με τον συγχρονιστή της, ο οποίος, επίσης, καταλήγει σε ένα άλλο πινιόν. Τα δύο πινιόν είναι μόνιμα σε εμπλοκή με την κορώνα του διαφορικού και περιστρέφονται ελεύθερα, ενώ πάντα μεταφέρει ισχύ μόνο το ένα από τα δύο (πινιόν), ανάλογα με τη θέση του μοχλού επιλογής ταχυτήτων από τον οδηγό του οχήματος. Βέβαια, υπάρχει και ο άξονας με τον οδοντωτό τροχό της όπισθεν, όπως και στα άλλα κιβώτια ταχυτήτων.

2.6.5 Ερωτήσεις

1. Πόσους άξονες έχει ένα κιβώτιο ταχυτήτων για οχήματα με κίνηση εμπρός;
2. Γιατί στο κιβώτιο ταχυτήτων για οχήματα με εμπρόσθια κίνηση δεν υπάρχει απ' ευθείας μετάδοση της κίνησης;
3. Περιγράψτε με λεπτομέρειες τη λειτουργία ενός κιβωτίου ταχυτήτων για οχήματα με κίνηση εμπρός και σημειώστε τη ροή της κίνησης δια μέσου των οδοντωτών τροχών του κιβωτίου αυτού, για όλες τις ταχύτητες.
4. Με ποιον τρόπο εξουδετερώνονται οι αξονικές δυνάμεις, που αναπτύσσονται στους άξονες του κιβωτίου ταχυτήτων, στα οχήματα με εμπρόσθια κίνηση;
5. Γιατί τα ημιαξόνια των εμπρόσθιων τροχών ενός οχήματος με κίνηση εμπρός, είναι αρθρωτά;
6. Ποιες είναι οι διαφορές ενός κιβωτίου τεσσάρων ταχυτήτων από ένα κιβώτιο πέντε ταχυτήτων, σε ένα όχημα που έχει κίνηση εμπρός;
7. Ποιες εργασίες εκτελεί ένας συγχρονιστής κιβωτίου ταχυτήτων και ποια τα πλεονεκτήματα του;
8. Όταν σε ένα κιβώτιο συγχρονισμού πέντε ταχυτήτων σε όχημα που έχει κίνηση εμπρός, τοποθετείται (συμπλέκεται) η 5η ταχύτητα, σε ποια κατάσταση βρίσκεται ο κάθε συγχρονιστής του;
9. Αν, αντί για την τοποθέτηση της 5ης ταχύτητας στο κιβώτιο της προηγούμενης ερώτησης, είχαμε τοποθέτηση (σύμπλεξη) της όπισθεν ταχύτητας, τι θα συνέβαινε με τον κάθε συγχρονιστή;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Σύστημα Διεύθυνσης

- Μέθοδοι διεύθυνσης
- Μηχανισμοί διεύθυνσης
- Σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση
- Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης
- Βλάβες - Φθορές - Συντήρηση
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική εργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

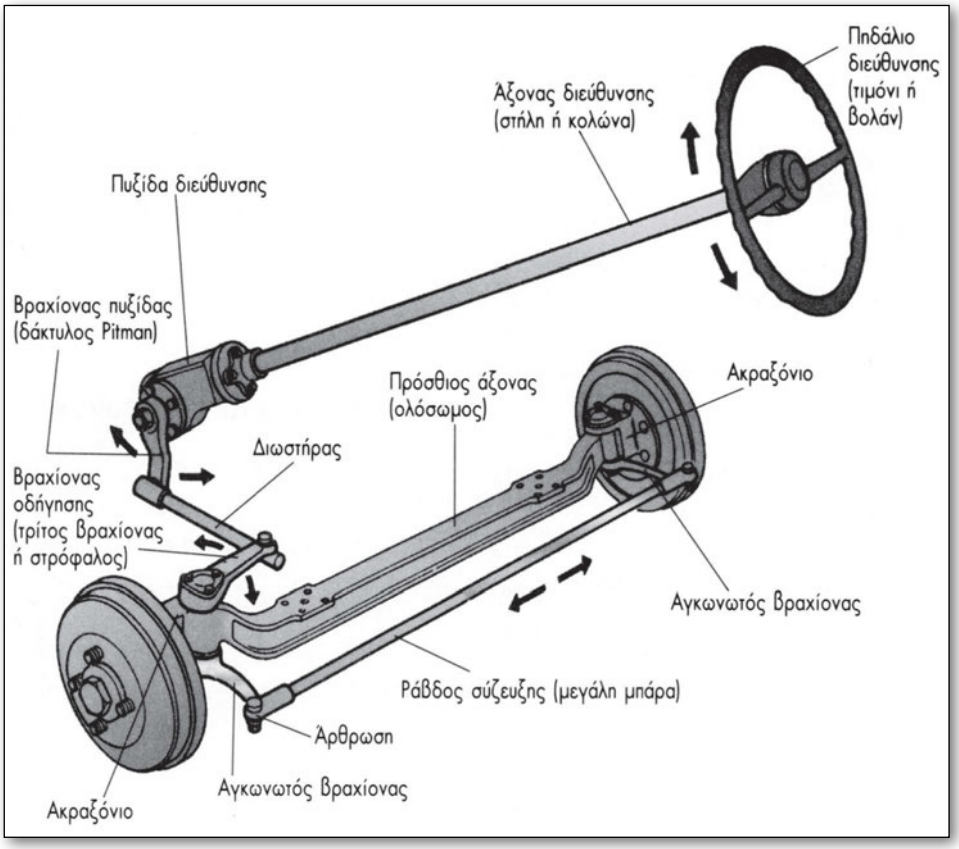
Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ορίζουν το σύστημα διεύθυνσης των αυτοκινήτων οχημάτων.
- Να διακρίνουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, μοντέλων, προπλασμάτων, πραγματικών κατασκευών) και να αναφέρουν τα διάφορα είδη των συστημάτων διεύθυνσης, ανάλογα με τη θέση των διευθυντήριων τροχών και την προέλευση της δύναμης κίνησής τους.
- Να αξιολογούν και να περιγράφουν, μέσα από λειτουργικά και κατασκευαστικά σχέδια, τον τρόπο λειτουργίας της πυξίδας διεύθυνσης και της κρεμαγιέρας και να προσδιορίζουν τον τρόπο συνεργασίας των μερών τους.
- Να εξηγούν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων, τη λειτουργία της κινηματικής αλυσίδας μετά από την πυξίδα διεύθυνσης ή την κρεμαγιέρα έως τους τροχούς, κατά περίπτωση.
- Να αξιολογούν τη σημασία ύπαρξης του τετραπλεύρου του Άκερμαν στο σύστημα διεύθυνσης αυτοκινήτων και να εξηγούν τη λειτουργία του.
- Να ορίζουν τις γωνίες Κάμπερ, Κάστερ και λοιπές γωνίες του συστήματος διεύθυνσης, ανάλογα με τις θέσεις των τροχών και να περιγράφουν τις επιδράσεις τους στη λειτουργία του συστήματος.
- Να αναφέρουν τα μέρη και να περιγράφουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων, τη λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση.
- Να μπορούν να συσχετίζουν τις βλάβες του συστήματος διεύθυνσης με τα πιθανά αίτια που τις προκαλούν.
- Να ακολουθούν τους τρόπους συντήρησης των συστημάτων διεύθυνσης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.

3.1 Γενικά

Το σύστημα διεύθυνσης είναι ένα συγκρότημα μηχανισμών, με το οποίο ο οδηγός κατευθύνει το αυτοκίνητο, όπου επιθυμεί, ανάλογα με τις συνθήκες που του παρουσιάζονται.

Η ενέργεια αυτή γίνεται με δύναμη που καταβάλλεται από τον οδηγό για την περιστροφή του τιμονιού, με αποτέλεσμα, και με τη συνεργασία των υπολοίπων μερών του συστήματος, να πετυχαίνεται η αλλαγή προσανατολισμού



Σχ.3.1 Σχηματική παράσταση τυπικού συστήματος διεύθυνσης με ολόσωμο πρόσθιο άξονα.

κατεύθυνσης των πρόσθιων τροχών και, τελικά, η ίδια η πορεία του αυτοκινήτου.

Κύρια μέρη συστήματος

Ένα τυπικό σύστημα διεύθυνσης, το οποίο χρησιμοποιείται σε βαριά οχήματα (φορτηγά - λεωφορεία) που διαθέτουν ολόσωμο πρόσθιο άξονα, *(Σχ.3.1)* περιλαμβάνει:

- Το πηδάλιο (τιμόνι)
- Τον άξονα μεταφοράς της κίνησης στην πυξίδα (άξονας διεύθυνσης)
- Την πυξίδα διεύθυνσης (ενδιάμεσος μηχανισμός συστήματος)
- Την κινηματική αλυσίδα (βραχίονες ράβδοι), που συνδέει την πυξίδα διεύθυνσης με τους πρόσθιους διευθυντήριους τροχούς.

3.2 Μέθοδοι διεύθυνσης

Ανάλογα με τη θέση των διευθυντήριων τροχών, τα συστήματα διεύθυνσης διακρίνονται σε:

α) Συστήματα διεύθυνσης με διευθυντήριους τροχούς τους πρόσθιους.

β) Συστήματα διεύθυνσης με διευθυντήριους τροχούς τους οπίσθιους, συστήματα όμως, με περιορισμένη εφαρμογή και χρήση σε ειδικά μόνον οχήματα (π.χ. κλάρκ).

γ) Συστήματα διεύθυνσης με διευθυντήριους και τους τέσσερις τροχούς, τα οποία έχουν αρχίσει ήδη να εφαρμόζονται, προοδευτικά, σε ορισμένα επιβατικά αυτοκίνητα.

Ανάλογα με την προέλευση της δύναμης που καταβάλλεται για την περιστροφή του τιμονιού, τα διάφορα είδη συστημάτων διεύθυνσης διακρίνονται σε:

α) Χειροκίνητα συστήματα διεύθυνσης. Εδώ, η δύναμη (ροπή στρέψης - ενέργεια) για την κίνηση της κατεύθυνσης των πρόσθιων τροχών προέρχεται από τη δύναμη που καταβάλλει ο οδηγός, αφού πολλαπλασιαστεί με μηχανικό τρόπο από τον ενδιάμεσο μηχανισμό του συστήματος (πυξίδα διεύθυνσης ή κρεμαγιέρα).

β) Συστήματα διεύθυνσης με υποβοήθηση.
Στην περίπτωση αυτή, εκτός από τη δύναμη-ενέργεια που καταβάλλει ο οδηγός, συμμετέχει (βοηθά) και πρόσθετη δύναμη (ενέργεια), που μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, υδραυλική, πνευματική ή συνδυασμός των παραπάνω.

γ) Συστήματα διεύθυνσης με ανεξάρτητη ενέργεια.
Στα συγκεκριμένα συστήματα, η δύναμη (ενέργεια) καταβάλλεται από ξένη ανεξάρτητη πηγή και μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, υδραυλική, πνευματική ή και συνδυασμός αυτών.

δ) Συστήματα διεύθυνσης για ρυμουλκούμενο όχημα.
Εδώ, η δύναμη (ενέργεια) για την αλλαγή κατεύθυνσης των τροχών καταβάλλεται από την έλξη του ρυμουλκού οχήματος.

3.3 Μηχανισμοί διεύθυνσης

Περιγραφή συστήματος με πρόσθιο ολόσωμο άξονα

Στο Σχ. 3.1 φαίνεται, παραστατικά, η διάταξη των κομματιών που συνθέτουν το σύνολο ενός συστήματος διεύθυνσης με ολόσωμο πρόσθιο άξονα, που χρησιμοποιείται, σήμερα, σε βαριά οχήματα. Έτσι:

- Το πηδάλιο (τιμόνι ή βολάν) είναι ένας τροχός επενδυμένος, συνήθως, με πλαστικό ή ελαστικό υλικό. Το πηδάλιο αυτό χειρίζεται ο οδηγός για να κατευθύνει το όχημα προς τα δεξιά (εάν το περιστρέψει δεξιόστροφα, σύμφωνα δηλαδή με την κίνηση των δεικτών του ρολογιού), ή προς τα αριστερά (εάν το περιστρέψει αριστερόστροφα).
- Το τιμόνι συνδέεται στον άξονα διεύθυνσης με πολύσφηνο και περικόχλιο. Ο άξονας διεύθυνσης (στήλη ή κολώνα διεύθυνσης), είτε είναι ολόσωμος και συμπαγής (Σχ.3.1), είτε, σε άλλες περιπτώσεις, παρουσιάζεται σπαστός για λόγους ασφάλειας του οδηγού σε περίπτωση σύγκρουσης του οχήματος *(Σχ.3.16)*.
- Στο κάτω άκρο του άξονα διεύθυνσης που, ας σημειωθεί, βρίσκεται μέσα στο κιβώτιο του συγκροτήμα-

τος της πυξίδας διεύθυνσης, είναι προσαρμοσμένος ένας ατέρμονας κοχλίας *(Σχ.3.2),* στον οποίο, κατά κανόνα, εμπλέκεται ένας τομέας οδοντωτού τροχού. Στον άξονα του οδοντωτού αυτού τομέα είναι προσαρμοσμένος ο βραχίονας της πυξίδας («δάκτυλος» ή «βραχίονας Pitman»).

- Η πυξίδα διεύθυνσης έχει σκοπό να μειώνει τον αριθμό των στροφών που διαγράφει («παίρνει») το τιμόνι και να μεταδίδει τμήμα μόνον της στροφής στην έξοδό της, ενώ, ταυτόχρονα, έχει την ικανότητα να πολλαπλασιάζει τη ροπή στρέψης που εφαρμόζει με τα χέρια του ο οδηγός στο τιμόνι, ώστε να παράγεται τέτοια τελική ροπή που εύκολα μπορεί να στρίψει τους διευθυντήριους τροχούς.

Έτσι, η περιστροφή του τιμονιού μετατρέπεται σε κίνηση του βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλου). Ο δάκτυλος *(βλ. και Σχ.3.1)* συνδέεται με τον διωστήρα (μικρή μπάρα), που είναι ένας βραχίονας έλξης-ώθησης, ενώ το άλλο άκρο του διωστήρα συνδέεται με τον βραχίονα οδήγησης (τρίτο βραχίονα ή στρόφαλο). Ο στρόφαλος, εδώ, είναι συναρμολογημένος με το αριστερό ακραξόνιο, πάνω στο οποίο είναι προσαρμοσμένο το συγκρότημα του αριστερού τροχού *[(βλ. και Σχ.2.26(γ)].* Στη συνέχεια, η κίνηση μεταφέρεται από το κάτω μέρος του αριστερού ακραξονίου, που έχει ενσωματωμένο, συνήθως, τον αριστερό αγκωνωτό βραχίονα, γνωστό και ως αγκωνωτό βραχίονα διεύθυνσης τροχού. Ο αριστερός αυτός αγκωνωτός βραχίονας συνδέεται, μέσω άρθρωσης, με το αριστερό άκρο της ράβδου σύζευξης (μπάρας ή μεγάλης μπάρας) και η κίνηση μεταφέρεται από το δεξιό άκρο της ράβδου σύζευξης στον δεξιό αγκωνωτό βραχίονα, ο οποίος είναι ενσωματωμένος στο δεξιό ακραξόνιο, πάνω στο οποίο είναι προσαρμοσμένο το συγκρότημα του δεξιού τροχού.

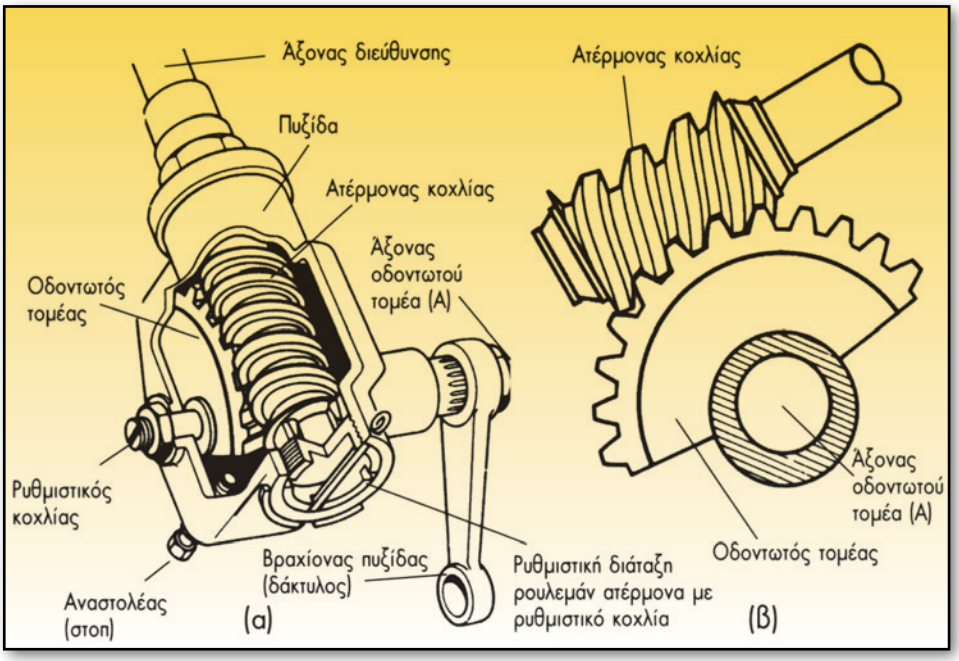
Έτσι, με τον τρόπο αυτό στρέφονται, ταυτόχρονα, ο αριστερός και ο δεξιός πρόσθιος τροχός, στις κατάλληλες, όμως, γωνίες κάθε φορά, έτσι ώστε, μέσω των αρθρώσεων του τετραπλεύρου του Άκερμαν (Akermann) - όπως θα δούμε παρακάτω - όταν το αυτοκίνητο κινείται σε καμπύλη τροχιά (στροφή), οι πρόσθιοι διευθυντήριοι τροχοί να κυλίονται στο κατάστρωμα του δρόμου, χωρίς να ολισθαίνουν.

Είδη μηχανισμών διεύθυνσης

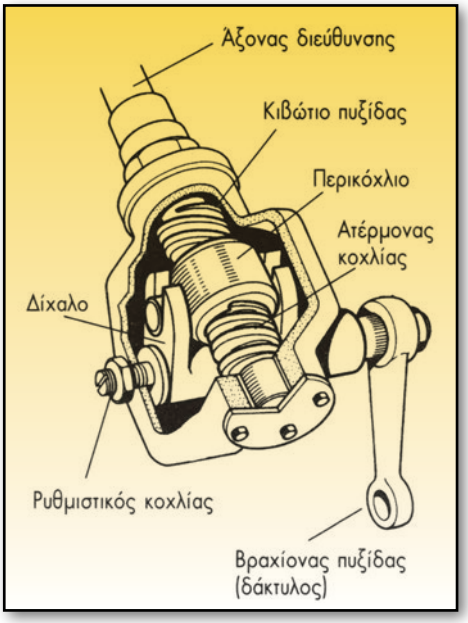
1. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τομέα. *(Σχ.3.2)*

Ο ατέρμονας κοχλίας, ο οποίος εδράζεται στο κιβώτιο της πυξίδας, μέσω δύο κωνικών ή αξονικών ρουλεμάν, συνεργάζεται με οδοντωτό τομέα, που είναι τμήμα οδοντωτού τροχού. Ο άξονας-φορέας του οδοντωτού τομέα βγαίνει έξω από το κιβώτιο της πυξίδας και με «αρσενικό» πολύσφηνο που διαθέτει, συνδέεται με τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο). Έτσι, περιστρεφόμενος ο ατέρμονας κοχλίας από το τιμόνι, μετακινεί τον οδοντωτό τομέα και εκείνος με τη σειρά του στρέφει τον άξονα του τομέα, πάνω στον οποίο είναι προσαρμοσμένος ο βραχίονας της πυξίδας (δάκτυλος).

Θα πρέπει να αναφερθεί εδώ, ότι ρυθμίζεται η προένταση (προφόρτωση) των δύο κωνικών, συνήθως, ρουλεμάν του ατέρμονα με ειδική ρυθμιστική



Σχ.3.2 Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και οδοντωτό τομέα.



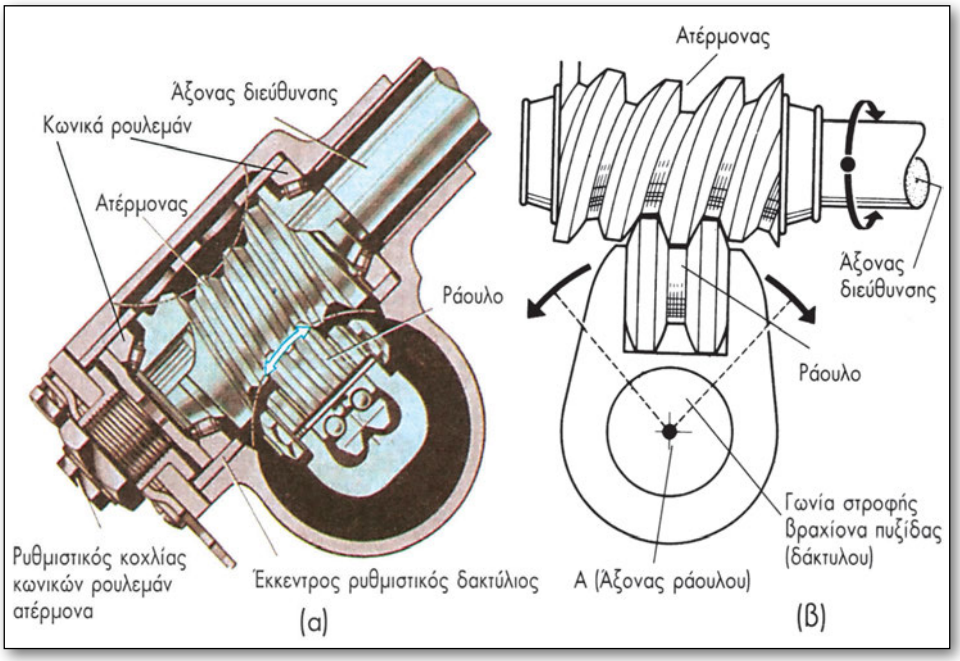
Σχ.3.3 Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία κίνησης και περικόχλιο.

διάταξη, με παρεμβολή, δηλαδή, παχυμετρικών ελασμάτων ή με ρυθμιστικό κοχλία. Επίσης, τέτοια διάταξη με ρυθμιστικό κοχλία υπάρχει και για τη ρύθμιση της θέσης του οδοντωτού τομέα, με σκοπό τη σωστή συνεργασία του με τον ατέρμονα κοχλία.

Ο όλος μηχανισμός, που φιλοξενείται στο στεγανό κιβώτιο της πυξίδας, λιπαίνεται με ειδικό λιπαντικό λάδι (βαλβολίνη).

2. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία κίνησης και περικόχλιο. *(Σχ.3.3)*

Εδώ, τον ειδικό κοχλία κίνησης (ατέρμονα) «αγκαλιάζει» ένα περικόχλιο, το οποίο, εξωτερικά και αντιδιαμετρικά, έχει δύο πείρους με τους οποίους συνεργάζονται, αντίστοιχα, δύο δίχαλα,



Σχ.3.4 Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ράουλο.

που είναι ενσωματωμένα στον άξονα που συνεργάζεται με τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο).
Και εδώ υπάρχουν ρυθμιστικές διατάξεις των κωνικών ή αξονικών ρουλεμάν του ατέρμονα κοχλία κίνησης αφενός, και της θέσης των διχάλων, αφετέρου.

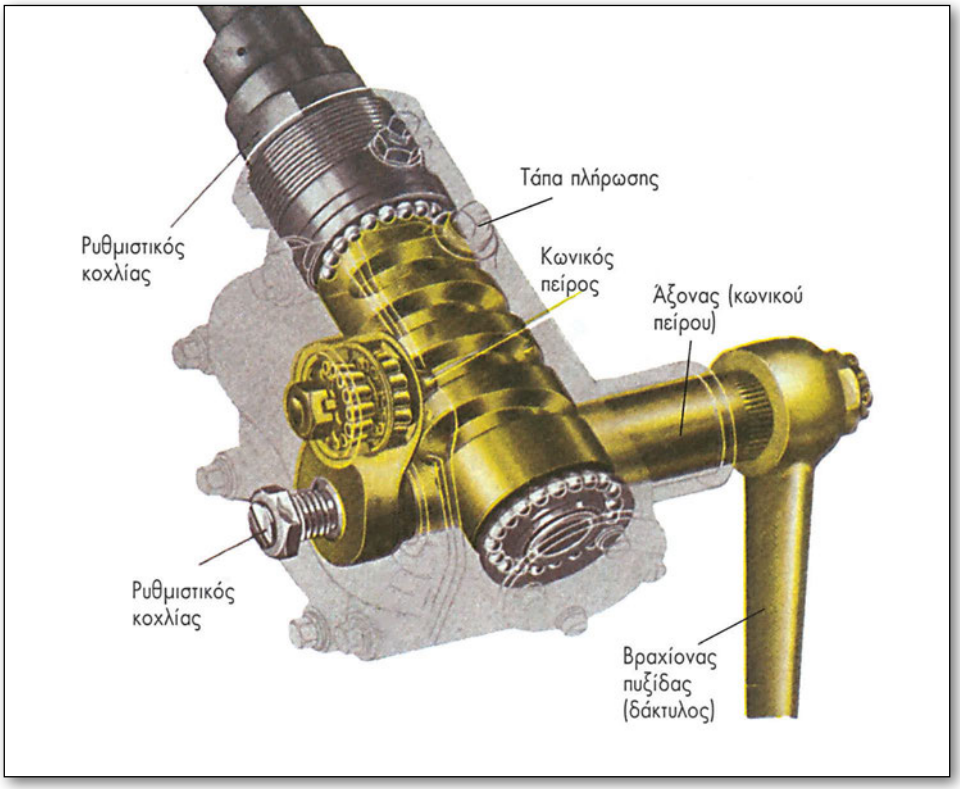
3. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ράουλο. *(Σχ.3.4)*

Στην περίπτωση αυτή, το ράουλο παίζει το ρόλο του οδοντωτού τομέα, στην προέκταση του οποίου (ράουλου) υπάρχει ο γνωστός άξονας με το αρσενικό πολύσφηνο και επάνω του ο βραχίονας της πυξίδας (δάκτυλος).
Και εδώ, επίσης, υπάρχουν ρυθμιστικές διατάξεις, είτε από παχυμετρικά ελάσματα, είτε από ρυθμιστικό κοχλία, για τη ρύθμιση της προέντασης των κωνικών ή αξονικών ρουλεμάν του ατέρμονα, καθώς και άλλη ρυθμιστική διάταξη από κοχλία, για τη ρύθμιση της θέσης του ράουλου, όσον αφορά τη σωστή εμπλοκή του με τον ατέρμονα.

4. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και πείρο. *(Σχ.3.5)*

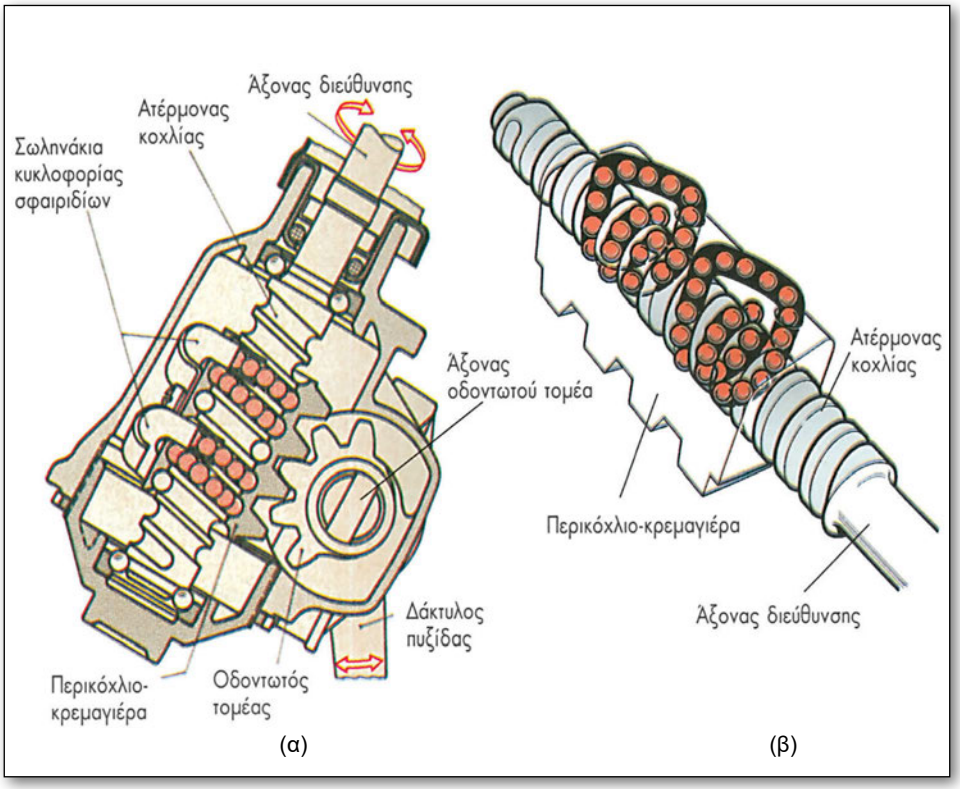
Εδώ, αντί οδοντωτού τομέα στις τραπεζοειδείς αυλακώσεις του ατέρμονα, εισχωρούν, ανάλογα με την κατασκευή, ένας ή δύο σκληροί χαλύβδινοι κωνικοί πείροι. Έτσι, το σώμα των πείρων μαζί με τον άξονα στρέφουν τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο).

5. Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ανακυκλούμενα σφαιρίδια *[Σχ.3.6(α)].*



Σχ.3.5 Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και πείρο.

Στην περίπτωση αυτή, έχουμε ειδικής κατασκευής ατέρμονα κοχλία, με κατατομή (προφίλ) ημικυκλικής μορφής. Τον συγκεκριμένο αυτόν ατέρμονα «αγκαλιάζει» ένα ειδικό περικόχλιο, το σπείρωμα του οποίου, εσωτερικά, έχει ημικυκλική μορφή όμοια με εκείνη του ατέρμονα. Έτσι, μεταξύ ατέρμονα και ειδικού περικοχλίου δημιουργούνται, πλέον, αυλοί, όπου παρεμβάλλονται δύο, συνήθως, σύνολα ανακυκλούμενων χαλύβδινων σφαιριδίων με διάμετρο αντίστοιχη της διαμέτρου των αυλών *[Σχ.3.6(β)].* Η όλη κατασκευή προσφέρει σημαντική ελάττωση της αντίστασης τριβής μεταξύ ατέρμονα κοχλία και ειδικού περικοχλίου, με άμεσο επακόλουθο τη μεγάλη ευκολία περιστροφής του τιμονιού από τον οδηγό. Το ειδικό αυτό περικόχλιο, εξωτερικά, είναι διαμορφωμένο από τη μία πλευρά του σε οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα), για την εμπλοκή του με τον οδοντωτό τομέα της πυξίδας. Έτσι, προκύπτει η μετατροπή της ευθύγραμμης κίνησης του περικοχλίου, - και κατ' επέκταση και του οδοντωτού κανόνα του (κρεμαγιέρας) - σε περιστροφή, πλέον, του οδοντωτού τομέα, ο οποίος μέσω του άξονά του στρέφει τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο).

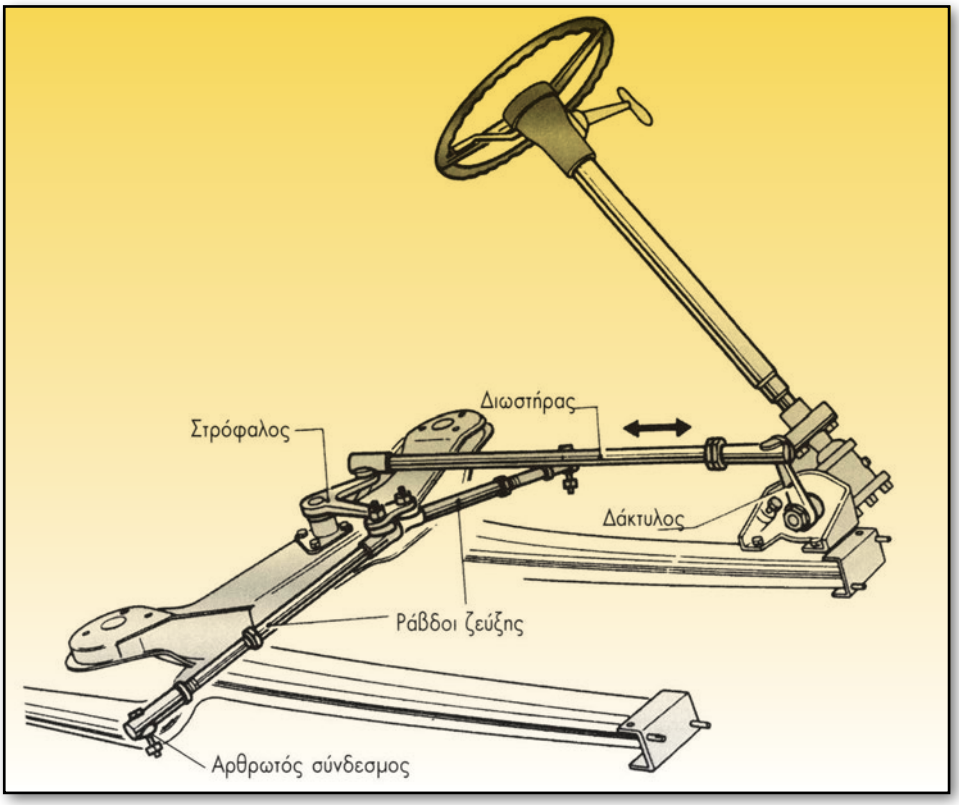


Σχ.3.6 Πυξίδα διεύθυνσης με ατέρμονα κοχλία και ανακυκλούμενα σφαιρίδια.

Κινηματική αλυσίδα σε πρόσθια ανεξάρτητη ανάρτηση

Όπως είπαμε παραπάνω, μόνο στα βαριά οχήματα υπάρχει ολόσωμος πρόσθιος άξονας. Στην περίπτωση, μάλιστα, που χρησιμοποιείται ανεξάρτητη ανάρτηση, οπότε οι δύο πρόσθιοι τροχοί μπορούν να κινηθούν ανεξάρτητα ο ένας από τον άλλο και σε αντίθετες κατευθύνσεις, τότε τα ακραξόνια των τροχών στηρίζονται στο πλαίσιο ή στο αυτοφερόμενο αμάξωμα με αρθρωτούς βραχίονες, δηλαδή με ψαλίδια ή άλλη διάταξη (βλέπε αναρτήσεις - *(Σχ.4.41)*.

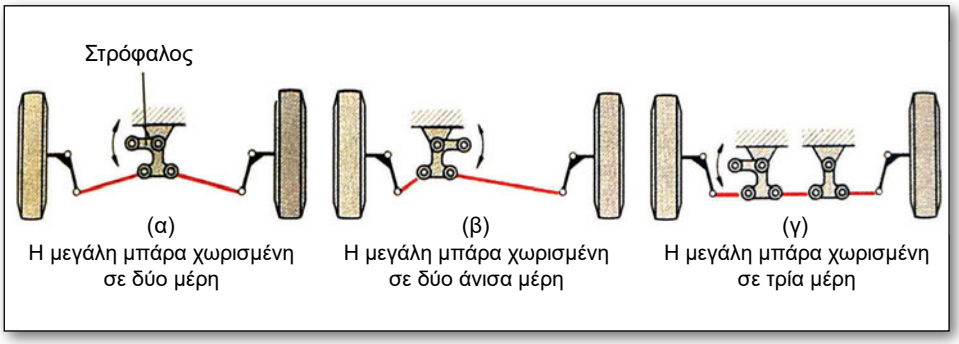
Στην περίπτωση, όμως, που χρησιμοποιείται η γνωστή πυξίδα διεύθυνσης, τότε η κίνηση από τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο) *(Σχ.3.7)* μεταφέρεται στον διωστήρα και, μέσω του στροφάλου, σε δύο ράβδους ζεύξης (μπάρες) δεξιά - αριστερά, οι οποίες συνδέονται με το στρόφαλο με αρθρωτούς συνδέσμους και καταλήγουν, μέσω άλλων αρθρωτών συνδέσμων, στους αγκωνωτούς βραχίονες των τροχών, οι οποίοι όμως δεν φαίνονται στο συγκεκριμένο σχήμα. Ο κάθε αγκωνωτός βραχίονας του τροχού στρέφει, τελικά, το ακραξόνιο, επάνω στο οποίο στηρίζεται ο τροχός.



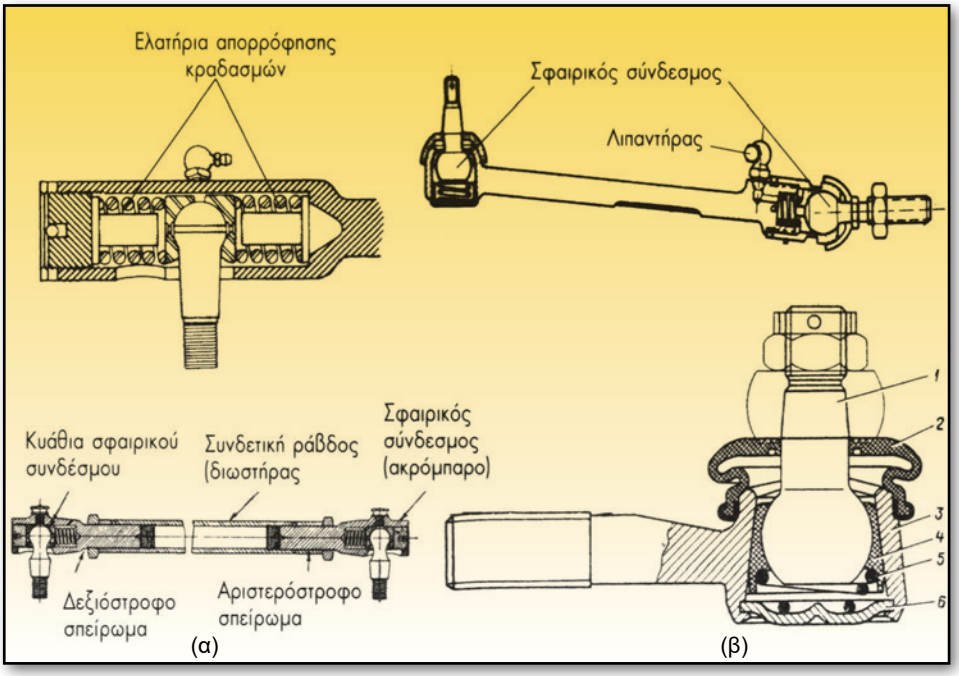
Σχ.3.7 Σύστημα διεύθυνσης με πυξίδα διεύθυνσης σε αυτοκίνητο με ανεξάρτητη ανάρτηση.

Πάντως, η κινηματική αλυσίδα μετάδοσης της κίνησης από τον βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο) μέχρι τους αγκωνωτούς βραχίονες των τροχών οι οποίοι και στρέφουν, τελικά, τους τροχούς - έχει ποικιλία μορφών. Ειδικότερα, η ράβδος ζεύξης (μπάρα) *(Σχ.3.8),* λόγω της εγκάρσιας θέσης που παίρνει στο όχημα, υφίσταται καταπονήσεις όταν είναι ενιαία. Έτσι, μπορεί να χωρίζεται σε δύο ίσα μέρη (α), σε δύο άνισα μέρη (β), ή ακόμη και σε τρία μέρη (γ), ανάλογα και με τον τύπο της ανάρτησης που χρησιμοποιεί το όχημα.

Γενικά, οι ράβδοι ζεύξης και ο διωστήρας *[(Σχ.3.9(α)]* έχουν ρυθμιζόμενο μήκος και συνδέονται στους αντίστοιχους βραχίονες με σφαιρικούς συνδέσμους *[(Σχ3.9(β)]* οι οποίοι επιτρέπουν γωνιακές αλλαγές προς όλες τις κατευθύνσεις για να εξασφαλίζεται, έτσι, η απαραίτητη ευκαμψία του συστήματος. Θα πρέπει να επισημάνουμε εδώ, ότι το σύστημα διεύθυνσης πέρα από το βασικό προορισμό της διεύθυνσης του οχήματος, έχει να αντιμετωπίσει και τους κραδασμούς από τις ανωμαλίες του δρόμου. Ο διωστήρας π.χ., είναι έτσι κατασκευ-

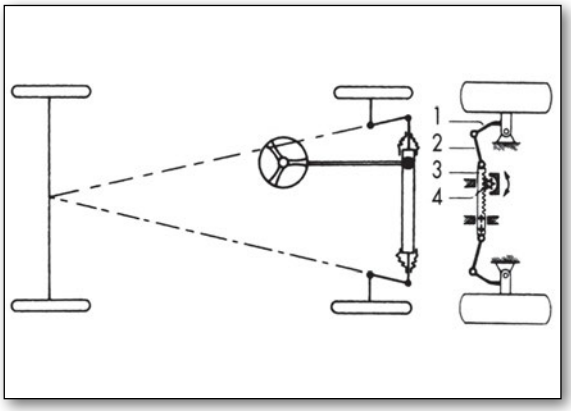


Σχ.3.8 Διάφορες μορφές ράβδου ζεύξης συστημάτων διεύθυνσης.

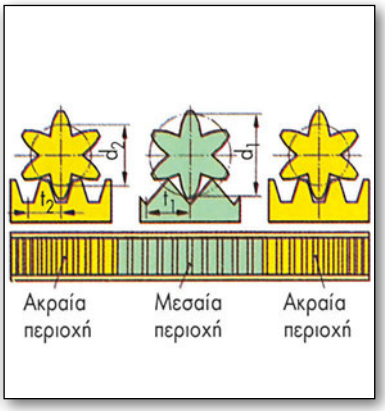


Σχ.3.9 Συνδετικοί ράβδοι και σφαιρικοί σύνδεσμοι.
(α) Συνδετική ράβδος. (β) Σφαιρικός σύνδεσμος (ακρόμπαρο):
1. Κωνικό τμήμα σφαιρικού συνδέσμου. 2. Προστατευτικό ελαστικό κάλυμμα. 3. Σώμα ακρόμπαρου. 4. Πλαστική έδρα σφαίρας. 5. Ελατήριο. 6. Τάπα.

ασμένος, ώστε τα άκρα του να διαθέτουν διατάξεις με παρεμβολή ελατηρίων, που θα παρέχουν τη δυνατότητα απορρόφησης των κραδασμών, οπότε αυτοί δεν θα φθάνουν στο τιμόνι, γεγονός που θα έχει ευεργετικές συνέπειες τόσο στην άνεση του οδηγού, όσο και στη μη καταπόνηση της όλης διάταξης.



Σχ.3.10 Άμεση μετάδοση κίνησης από το τιμόνι στους τροχούς με κρεμαγιέρα.
1. Αγκωνωτός βραχίονας οδήγησης.
2. Ημίμπαρο. 3. Οδοντωτός κανόνας.
4. Πινίον



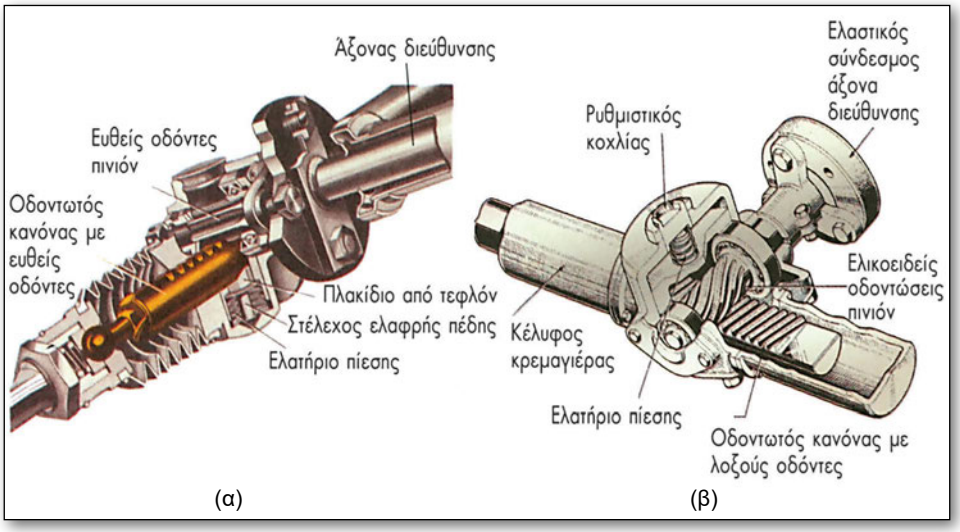
Σχ.3.11 Οδοντωτός κανόνας κρεμαγιέρας με διαφοροποιημένο βήμα στο μέσον και στα άκρα του.

6. Μηχανισμός διεύθυνσης με οδοντωτό τροχό και οδοντωτό κανόνα (κρεμαγιέρα)

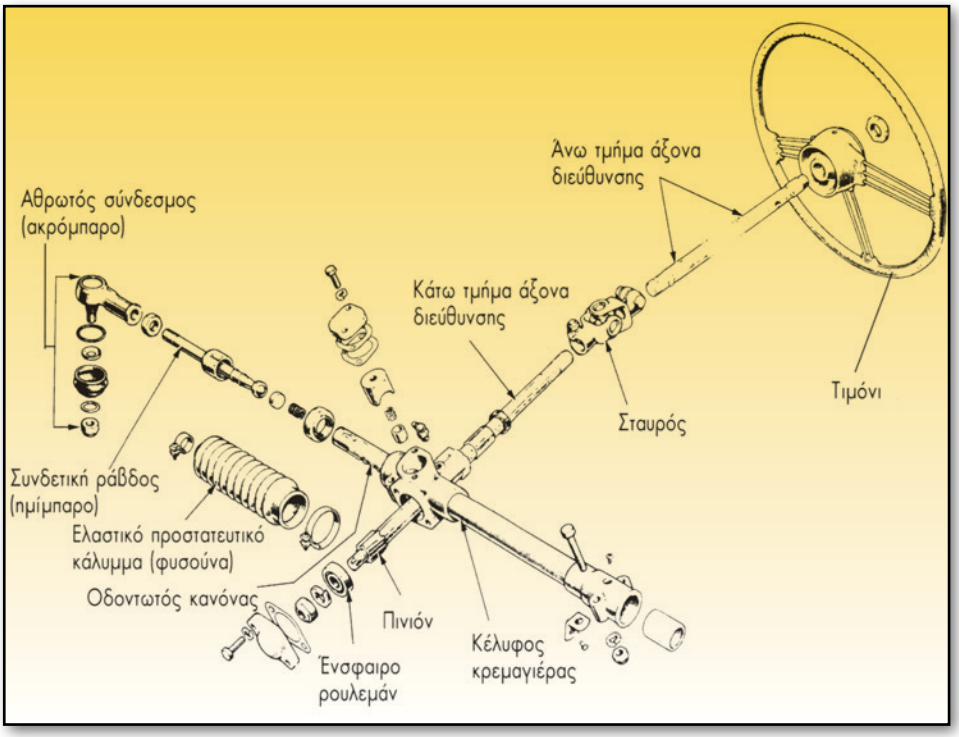
Η διάταξη αυτή χρησιμοποιήθηκε, αρχικά, σε μικρά επιβατικά αυτοκίνητα με μπροστινή κίνηση, ενώ τελευταία χρησιμοποιείται, σχεδόν, σε όλα τα επιβατικά μικρά αυτοκίνητα, ανεξάρτητα από τη μορφή της κίνησής τους (εμπρός ή πίσω), αφού προσφέρει ένα αμεσότερο τρόπο μετάδοσης της κίνησης από το τιμόνι στους τροχούς, λόγω της απλής σχετικά κατασκευής της αλλά και της ακρίβειας που παρέχει στη διεύθυνση του αυτοκινήτου. Στο Σχ.3.10 φαίνεται μία σχηματική παράσταση ενός τέτοιου συστήματος διεύθυνσης με κρεμαγιέρα.

Επίσης, στο Σχ.3.12 παρουσιάζεται μια κρεμαγιέρα, όπου η κίνηση από τον άξονα διεύθυνσης καταλήγει σε ένα τροχό με ευθείς ή ελικοειδείς οδόντες (πινιόν). Αυτό το τελευταίο (πινιόν) εμπλέκεται στη συνέχεια με έναν οδοντωτό κανόνα, ο οποίος μπορεί να διαθέτει ευθείς ή ελικοειδείς οδόντες, αντίστοιχα. Το βήμα του οδοντωτού κανόνα είναι δυνατόν να διαφοροποιηθεί *(Σχ.3.11)* και να γίνει μεγαλύτερο στις μεσαίες περιοχές του κανόνα από ό,τι στα άκρα. Έτσι, στην περιοχή μικρών αποκλίσεων των τροχών επενεργεί αμεσότερα, ενώ, ταυτόχρονα, σε μεγάλες αποκλίσεις - κατά τη διαδικασία λ.χ. του παρκαρίσματος - παρέχει, λόγω του μικρότερου βήματος, μικρότερη καταβολή δύναμης εκ μέρους του οδηγού. Ο οδοντωτός κανόνας συνδέεται με συνδετικές ράβδους (ημίμπαρα), όπου στα άκρα τους υπάρχουν τα ακρόμπαρα, τα οποία διαθέτουν αρθρωτούς συνδέσμους για τη σύνδεσή τους με τους αγκωνωτούς βραχίονες των τροχών.

Στο Σχ.3.13 φαίνεται το όλο σύστημα της κρεμαγιέρας μέχρι τα ακρόμπαρα. Τα ακρόμπαρα των ημιμπάρων συνδέονται, δεξιά και αριστερά, με τους αγκωνωτούς βραχίονες των ακραξονίων.



Σχ.3.12 Συστήματα κρεμαγιέρας με ατέρμονα κοχλία (πινιόν) (α) με ευθείς και (β) ελικοειδείς οδόντες.



Σχ.3.13 Τυπική γενική διάταξη κρεμαγιέρας.

3.4 Σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση.

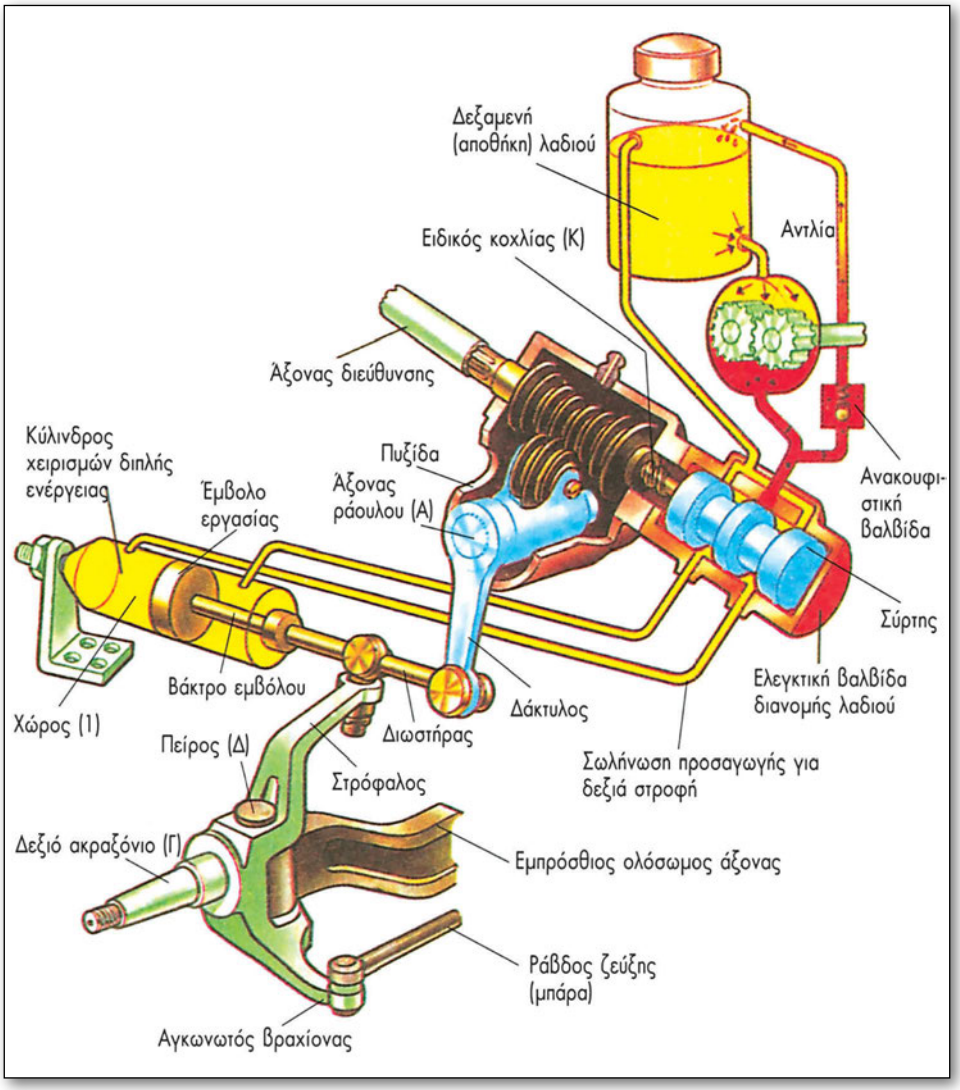
Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η κίνηση από το τιμόνι μέχρι τον άξονα (Α) του οδοντωτού τομέα *(Σχ.3.2)* ή του άξονα (Α) του ράουλου *(Σχ.3.14)* με μηχανισμό πυξίδας και στη συνέχεια με κατάλληλη μετάδοση μέσω μοχλών και αρθρώσεων της κινηματικής αλυσίδας, υποβιβάζεται σε στροφές, υποπολλαπλασιάζεται δηλαδή, με συνολική σχέση μετάδοσης στα μεν μικρά επιβατικά από 1/10 έως 1/20, στα δε βαριά οχήματα από 1/25 μέχρι 1/40. Αυτό, βέβαια, έχει το πλεονέκτημα ότι ο οδηγός εφαρμόζει μικρή δύναμη στο τιμόνι, ενώ η δύναμη που στρέφει τον τροχό είναι μεγάλη. Ο οδηγός, δηλαδή, με μικρή δύναμη περιστροφής του τιμονιού και με αντίστοιχη μικρή ροπή περιστροφής του άξονα του τιμονιού, μεταδίδει πολύ μεγαλύτερη ροπή περιστροφής στον άξονα περιστροφής (Α) του οδοντωτού τομέα ή του ράουλου. Στη συνέχεια, μέσω της κινηματικής αλυσίδας (δάκτυλος - διωστήρας - στρόφαλος) *(Σχ.3.14)* η κίνηση φθάνει στο ακραξόνιο Γ, το οποίο μετακινείται, εκτελώντας τμήμα στροφής γύρω από τον πείρο Δ. Η συνολική σχέση μετάδοσης 1/25 έως 1/40 που αναφέρθηκε παραπάνω, πετυχαίνεται, κατά ένα μέρος, από την πυξίδα και, κατά το υπόλοιπο, από την κινηματική αλυσίδα, δηλαδή, από τη σχέση μηκών και αντίστοιχων διαδρομών των κινητηρίων και κινούμενων μοχλών. Παρόλα αυτά, όταν πρόκειται για όχημα βαρύ και κινούμενο με μικρές ταχύτητες, ή όχημα που κάνει επιτόπιους ελιγμούς, και γενικά για αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν φαρδιά ελαστικά ή ελαστικά με πίεση μικρότερη από την κανονική, η δύναμη που πρέπει να καταβάλλει ο οδηγός είναι πολύ μεγάλη, οπότε η πολύωρη οδήγηση και μάλιστα σε δρόμους με συνεχείς στροφές, γίνεται κοπιαστική.

Τη στιγμή του φρεναρίσματος εμφανίζονται, επίσης, ισχυρές αντιδράσεις στους διευθυντήριους τροχούς, που και αυτές καταπονούν σοβαρά τον οδηγό.

Έτσι, για να υποβοηθήσουν τον οδηγό σε πιο άνετη και λιγότερο κοπιώδη οδήγηση, αλλά και σε καλύτερο «κράτημα» δρόμου, τα βαριά οχήματα, σε περίπτωση εκτροπής τους, - εξαιτίας ξεφουσκώματος ή σκασίματος ενός ελαστικού, - έχουν εφοδιασθεί, κατά κανόνα, με υδραυλικά συστήματα υποβοήθησης της διεύθυνσης. Η χρήση, όμως, των συστημάτων αυτών, λόγω της ανετότερης οδήγησης, έχει επεκταθεί και σε πολλά μικρότερα επιβατηγά αυτοκίνητα, δεδομένου ότι η άνεση οδήγησης σε συνδυασμό με την ακρίβεια των χειρισμών και την ασφάλεια, αποτελούν βασικές προτεραιότητες για τους κατασκευαστές αυτοκινήτων.

Η υδραυλική υποβοήθηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε σύστημα με πυξίδα διεύθυνσης, όσο και σε αντίστοιχο με κρεμαγιέρα. Κατά γενικό κανόνα, ένα σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση, όπως αυτό του Σχ.3.14, που παρουσιάζει παραστατικά υδραυλική υποβοήθηση του συστήματος διεύθυνσης με πυξίδα, αποτελείται από:

- Μία δεξαμενή τροφοδοσίας τοποθετημένη, συνήθως, στο χώρο του κινητήρα.
- Μία, συνήθως πτερυγιοφόρο υδραυλική αντλία υψηλής πίεσης που παίρνει κίνηση από τον κινητήρα.



Σχ.3.14 Παραστατική σχεδίαση υδραυλικής υποβοήθησης του συστήματος διεύθυνσης με πυξίδα.

- Μία ελεγκτική βαλβίδα διανομής λαδιού.
- Ένα κύλινδρο χειρισμών διπλής ενέργειας και ένα έμβολο που κινείται μέσα στον κύλινδρο. Το έμβολο συνδέεται με βάκτρο, το οποίο με τη σειρά του συνδέεται με τον διωστήρα, για την παραπέρα μετάδοση της κίνησης στο σύστημα διεύθυνσης.
- Μία σειρά σωληνώσεων για τις κατάλληλες συνδέσεις.

Πιο αναλυτικά, η ελεγκτική βαλβίδα

διανομής είναι συνδεμένη στην προέκταση του άξονα του τιμονιού. Στην περίπτωση αυτή, φαίνεται να παίρνει κίνηση η συγκεκριμένη βαλβίδα από τον ατέρμονα κοχλία, μέσω ειδικού κοχλία (Κ), που συνεργάζεται με τον ατέρμονα και ανάλογα με τη θέση που έχει «ο σύρτης» του συστήματος διανομής της βαλβίδας, στέλνεται λάδι με πίεση στον κύλινδρο χειρισμών διπλής ενέργειας και στην κατάλληλη, κάθε φορά, πλευρά του εμβόλου. Έτσι, το έμβολο και, κατ' επέκταση, το βάκτρο του μπορεί να κινηθεί προς την αντίστοιχη, κάθε φορά, κατεύθυνση. Το Σχ. 3.14 παρουσιάζει το σύστημα με τους εμπρόσθιους τροχούς σε ευθεία πορεία του αυτοκινήτου, οπότε το λάδι που καταθλίβει η αντλία, δεν περνά από το σύρτη της ελεγκτικής βαλβίδας διανομής, αλλά πιέζει την ανακουφιστική βαλβίδα της αντλίας και επιστρέφει πάλι στη δεξαμενή λαδιού. Η βαλβίδα αυτή, σε κάθε περίπτωση, διατηρεί την πίεση στο σύστημα σε μία μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή.

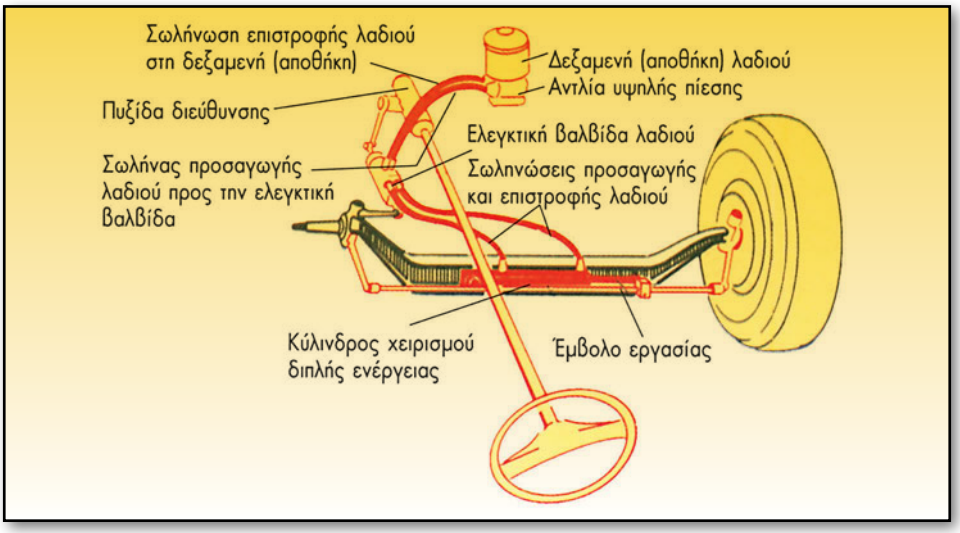
Επισημαίνεται, επίσης, ότι το βάκτρο του εμβόλου συνδέεται με τον διωστήρα του συστήματος οδήγησης σε όχημα με πρόσθιο ολόσωμο άξονα, όπου ο διωστήρας, στη συνέχεια, συνδέεται με τον στρόφαλο για να φθάσει, τελικά, η κίνηση στους τροχούς.

Συγκεκριμένα, εάν το τιμόνι και, ως εκ τούτου, και ο άξονας διεύθυνσής του (κολώνα), περιστραφούν δεξιόστροφα από τη θέση του οδηγού, ο σύρτης της ελεγκτικής βαλβίδας έλκεται προς το μέρος της πυξίδας, μέσω του κοχλία κίνησής του (Κ). Τότε, το λάδι από την αντλία καταθλίβεται στο χώρο της ελεγκτικής βαλβίδας και από εκεί, μέσω της σωλήνωσης προσαγωγής για δεξιά στροφή, φθάνει στον αντίστοιχο χώρο του κυλίνδρου χειρισμών διπλής ενέργειας (χώρος 1 του Σχ. 3.14).

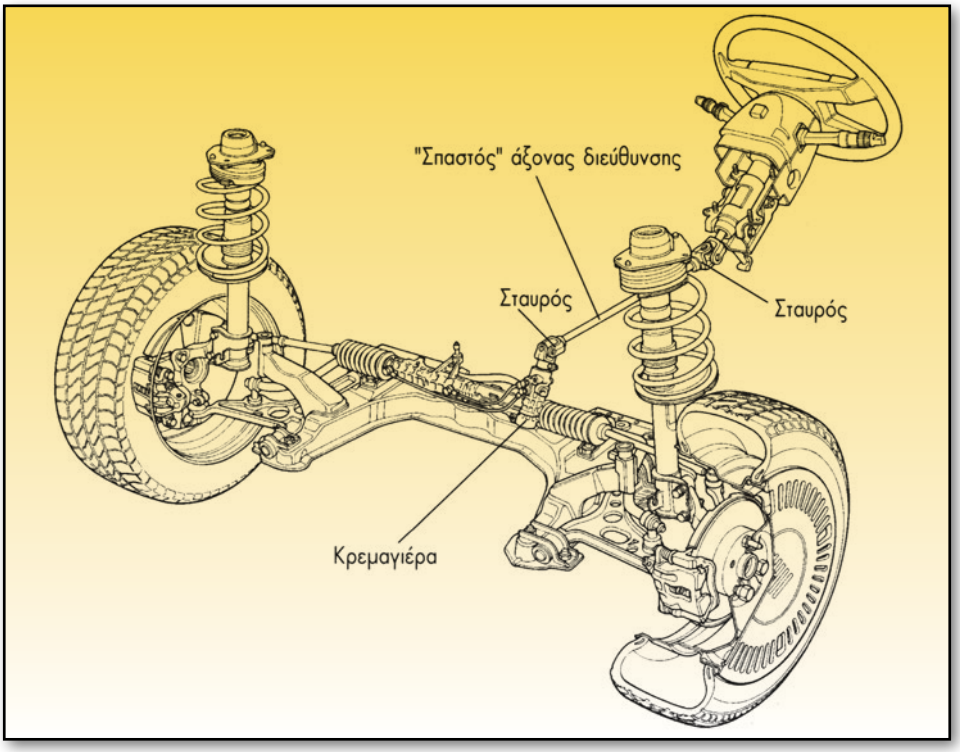
Έτσι, πιέζεται το έμβολο «εργασίας» προς τα δεξιά και, βέβαια, μέσω του βάκτρου του εμβόλου, κινείται ο στρόφαλος, με τελικό αποτέλεσμα η κίνηση να φθάνει στο ακραξόνιο (Γ) του δεξιού τροχού - στην περίπτωση του παραδείγματός μας - και ο τροχός να στρέφεται προς τα δεξιά. Βέβαια, από τον αγκωνωτό βραχίονα του δεξιού τροχού η κίνηση μεταφέρεται, ταυτόχρονα, κατά τα γνωστά, μέσω της ράβδου ζεύξης και στον αριστερό τροχό, ο οποίος στρέφεται και εκείνος προς τα δεξιά.

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η υδραυλική υποβοήθηση λειτουργεί μόνον, εφόσον λειτουργεί και ο κινητήρας του αυτοκινήτου, αφού όπως είναι γνωστό, η αντλία του συστήματος παίρνει, μέσω ιμάντα, κίνηση από την τροχαλία του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα.

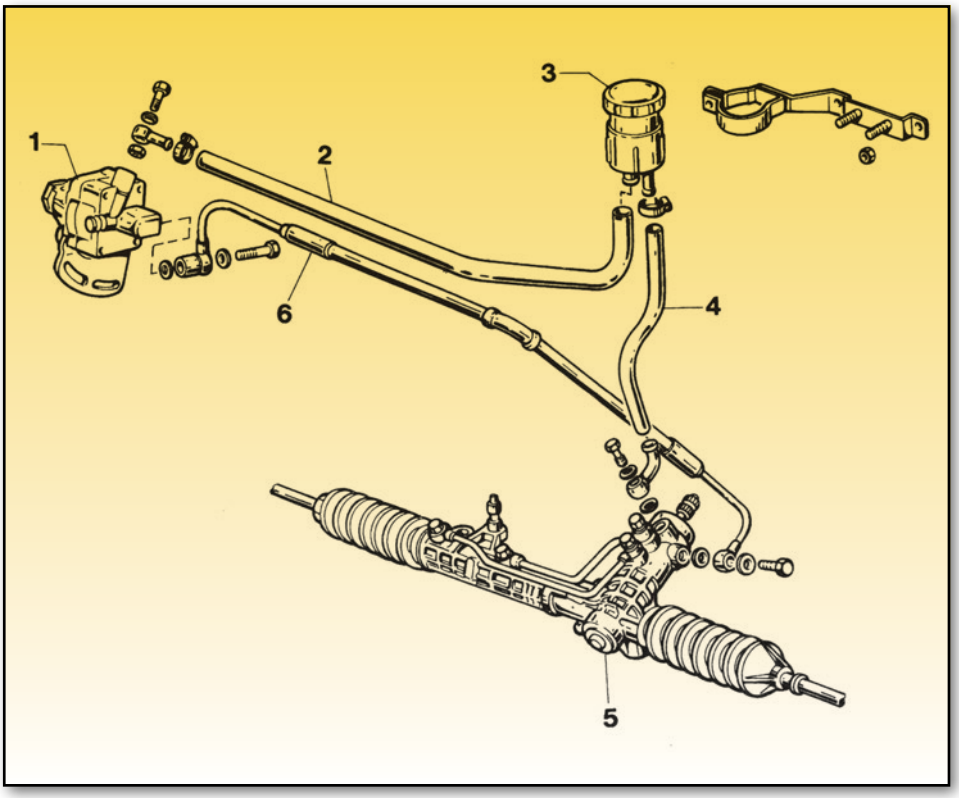
Το σύστημα μεταξύ αγωγού προσαγωγής και αγωγού επιστροφής της αντλίας έχει ειδική βαλβίδα που αν, για οποιονδήποτε λόγο, δεν λειτουργεί η αντλία, επιτρέπει την ελεύθερη κυκλοφορία του υγρού μεταξύ του δεξιού και του αριστερού μέρους του κυλίνδρου χειρισμών διπλής ενέργειας. Έτσι, σε περίπτωση ανάγκης, όπως φαίνεται και στο Σχ.3.14, το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει και χωρίς υποβοήθηση, δηλαδή σαν απλό μηχανικό σύστημα πυξίδας ατέρμονα κοχλία-ράουλου που κινείται, πλέον, μόνο με τη δύναμη του οδηγού, η οποία βέβαια είναι πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη υδραυλική υποβοήθηση, για το ίδιο αποτέλεσμα.



Σχ.3.15 Μετάδοση της κίνησης με υδραυλική υποβοήθηση συστήματος διεύθυνσης με πυξίδα.



Σχ.3.16 Γενική διάταξη συστήματος διεύθυνσης κρεμαγιέρας και υδραυλικής υποβοήθησης σε μικρό επιβατικό όχημα με «σπαστό» άξονα διεύθυνσης.



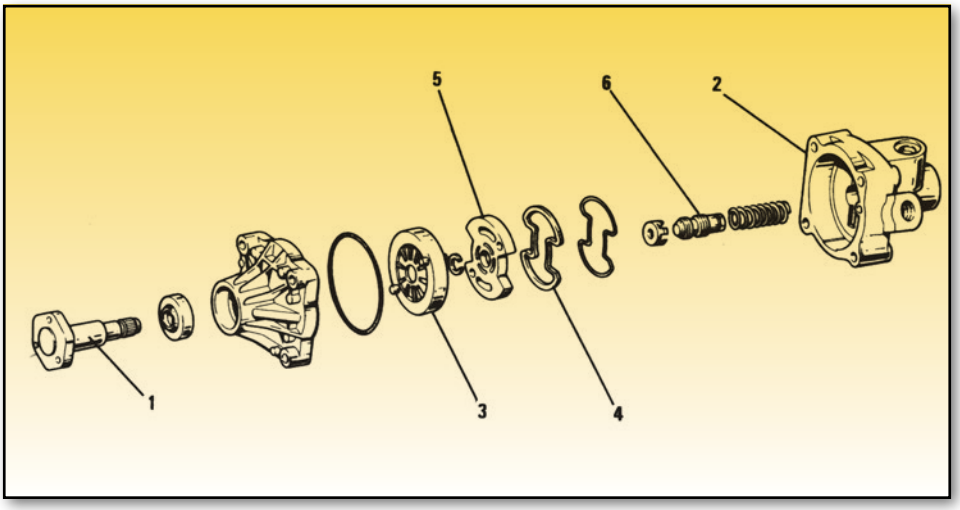
Σχ.3.17 Τα επιμέρους κομμάτια που, αποτελούν το σύστημα υδραυλικής υποβοήθησης κρεμαγιέρας:
1. Αντλία. 2. Σωλήνωση αναρρόφησης λαδιού στην αντλία. 3. Δεξαμενή λαδιού. 4. Σωλήνωση επιστροφής λαδιού στη δεξαμενή. 5. Υδραυλική κρεμαγιέρα. 6. Σωλήνωση κατάθλιψης λαδιού με πίεση από την αντλία προς τη βαλβίδα διανομής (ελεγκτική βαλβίδα).

Στο Σχ. 3.15 παρουσιάζεται μία ολοκληρωμένη εικόνα της προηγούμενης διάταξης υδραυλικής υποβοήθησης συστήματος διεύθυνσης με πυξίδα.

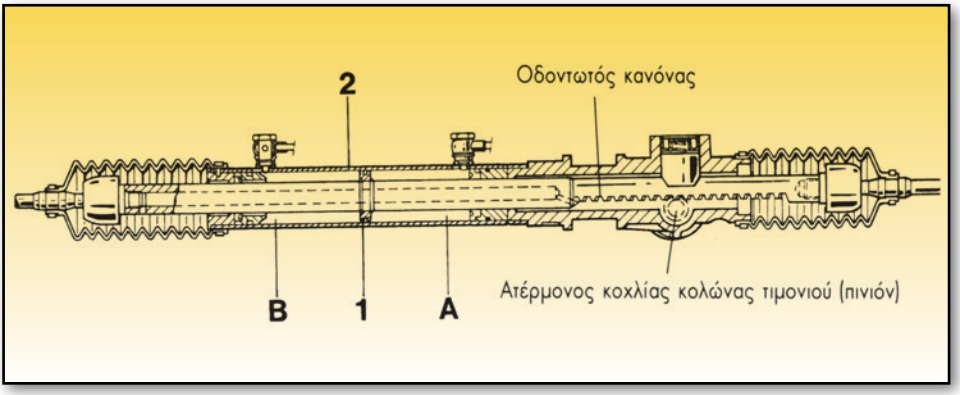
Στο Σχ. 3.16 φαίνεται μία γενική διάταξη συστήματος διεύθυνσης κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση σε μικρό επιβατηγό όχημα, ενώ στο Σχ. 3.17 τα επιμέρους κομμάτια που αποτελούν το σύστημα.

Στο Σχ. 3.18 παρουσιάζονται λεπτομέρειες από τα διάφορα μέρη της «πτερυγιοφόρας αντλίας» του συστήματος. Ο κατασκευαστής, ενδέχεται, να συνιστά τόσο για τον μηχανισμό του υδραυλικού τιμονιού, όσο και για την πτερυγιοφόρο αντλία, να μην ανοίγονται σε περίπτωση ανάγκης επισκευής, αλλά να αποστέλλονται στο εργοστάσιο κατασκευής για εξασφάλιση απόλυτα αξιόπιστης αποκατάστασης της βλάβης.

Στο Σχ.3.19 φαίνεται μία λεπτομερής διαμήκης τομή της κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση, όπου διακρί-



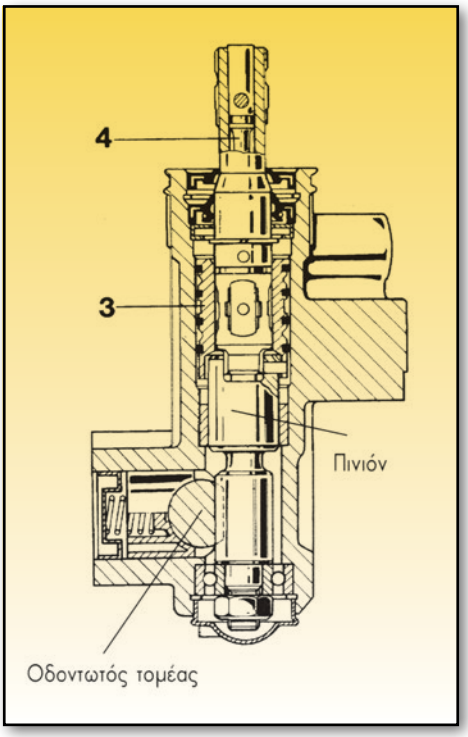
Σχ.3.18 Επιμέρους τμήματα της πτερυγιοφόρου αντλίας υψηλής πίεσης συστήματος διεύθυνσης υδραυλικής υποβοήθησης:
1. Άξονας. 2. Σώμα αντλίας. 3. Ρότορας με πτερύγια. 4. Φλάντζα. 5. Πλευρικό στήριγμα ρότορα. 6. Βαλβίδα ρύθμισης.



Σχ.3.19 Διαμήκης τομή κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση.

νονται οι χώροι (Α) και (Β) του κυλίνδρου χειρισμών (2), όπως επίσης και το έμβολο διπλής ενέργειας (1).
Στο Σχ. 3.20 φαίνεται, πάλι σε λεπτομέρεια, η βαλβίδα διανομής της παραπάνω κρεμαγιέρας με υδραυλική υποβοήθηση.

Η αντλία (1) του συστήματος που παρουσιάσθηκε παραπάνω *(Σχ.3.17),* παίρνει κίνηση από τον κινητήρα με ιμάντα και είναι σε θέση να δώσει μία μεταβλητή πίεση τροφοδοσίας από 3,5 bar στην «ουδέτερη» θέση, μέχρι μία μέγιστη πίεση 85 bar στη θέση «τερματισμού τιμονιού».



Σχ.3.20 Βαλβίδα διανομής (ελεγκτική βαλβίδα) κρεμαγιέρας συστήματος υδραυλικής υποβοήθησης.

Ολόκληρος ο μηχανισμός του υδραυλικού τιμονιού είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο μιας απλής κρεμαγιέρας, και διαφέρει, μόνον, στα εξής:

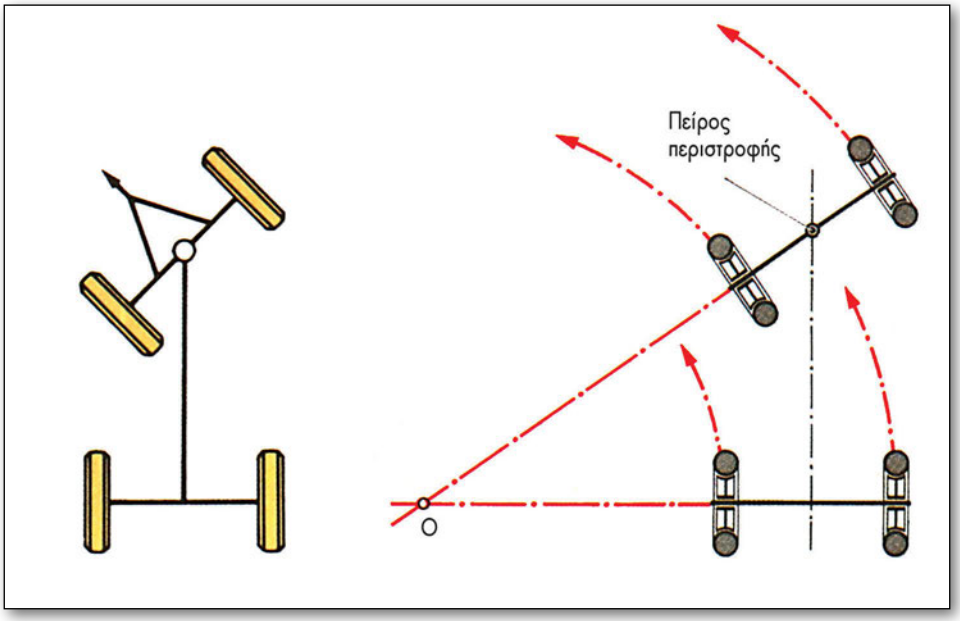
α) Μέσα στην κρεμαγιέρα είναι διαμορφωμένος ο κύλινδρος χειρισμών διπλής ενέργειας (2) *(Σχ.3.19)* και

β) Στην προέκταση του ατέρμονα κοχλία της κρεμαγιέρας (πινίον) βρίσκεται η βαλβίδα διανομής (3) *(Σχ.3.20)* με τους σχετικούς αγωγούς, η οποία ελέγχεται (παίρνει κίνηση) από το σημείο (4) που βρίσκεται στην προέκταση του πινιόν και, βέβαια, του άξονα διεύθυνσης του τιμονιού. Έτσι, η πίεση του λαδιού, ανάλογα με τη θέση του τιμονιού, ενεργεί στους χώρους (Α) ή (Β) αντίστοιχα, δηλαδή από την αριστερή ή δεξιά πλευρά του εμβόλου διπλής ενέργειας *(Σχ.3.19)* και παράγει την υδραυλική υποβοήθηση. Η υποβοήθηση αυτή ενεργεί προσθετικά στη δύναμη που μεταφέρει, μηχανικά, το πινιόν στον οδοντωτό κανόνα.

3.5 Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης

Τα πρώτα συστήματα οδήγησης αυτοκινήτων επηρεασμένα προφανώς, από τις ιππήλατες άμαξες, λειτουργούσαν με περιστροφή ολόκληρου του πρόσθιου άξονα γύρω από έναν πείρο, που βρισκόταν στο μέσο αυτού του άξονα. Το σύστημα, δηλαδή, αυτό ήταν περίπου αντίστοιχο με εκείνο που διαθέτει σήμερα ένα ρυμουλκούμενο όχημα δύο αξόνων *(Σχ.3.21)*.

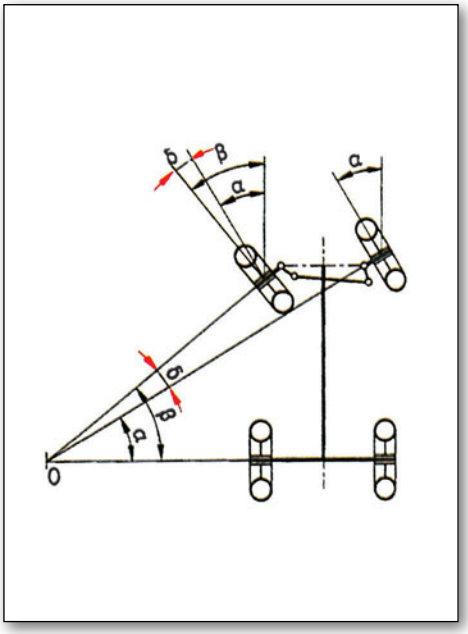
Και είναι μεν ένα σύστημα πολύ απλό, έχει, όμως, και σοβαρά μειονεκτήματα, το κυριότερο από τα οποία είναι το ότι μειώνει σημαντικά τη βάση στήριξης του οχήματος και, κατά συνέπεια, την ευστάθειά του και μάλιστα τη στιγμή που, λόγω φυγοκεντρικών δυνάμεων οι οποίες αναπτύσσονται στις στροφές, χρειάζεται τη μεγαλύτερη δυνατή ευστάθεια. Αυτός είναι ο λόγος, που πολύ πριν εμφανισθούν τα αυτοκίνητα, είχαν κάνει την εμφάνισή τους συστήματα διεύθυνσης ιππήλατων αμαξών με περιστροφή των ακραξονιών τους.



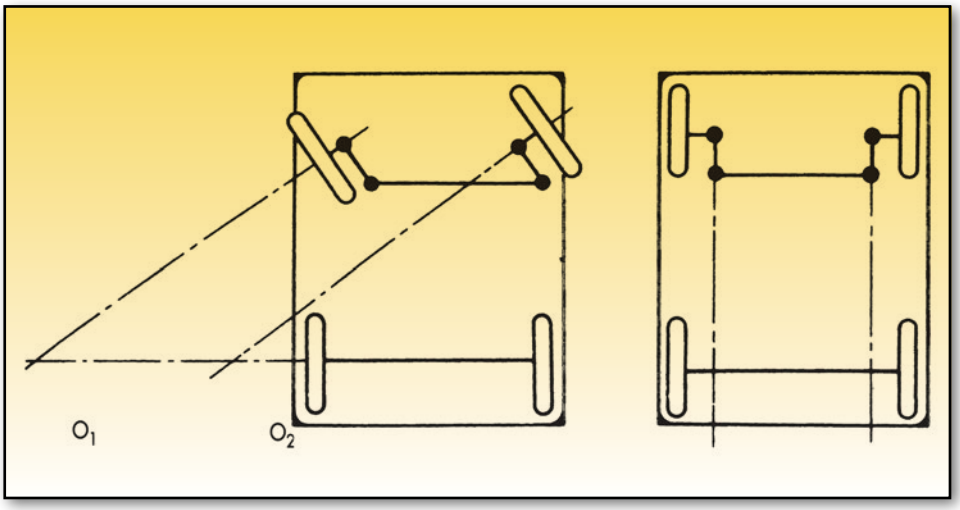
Σχ.3.21 Διεύθυνση με στροφή του πρόσθιου άξονα γύρω από ένα πείρο.

Για να στρέφει και να κυλίεται ομαλά, σαν ένα σύνολο, ένα όχημα χωρίς να εμφανίζονται τριβές ολίσθησης στα σημεία επαφής των τροχών με το οδόστρωμα, θα πρέπει οι προεκτάσεις των αξόνων και των τεσσάρων τροχών του να περνούν από ένα σημείο Ο, που αποτελεί το «κέντρο στροφής» του οχήματος *(Σχ.3.22)*. Επειδή δε ο άξονας των οπισθίων τροχών είναι σταθερός, είναι φανερό, ότι το σημείο Ο θα βρίσκεται στην προέκταση του οπίσθιου άξονα, οπότε οι τροχιές των τεσσάρων τροχών είναι ομόκεντρες.

Αναλυτικότερα, αν επρόκειτο το όχημα να διαγράψει τμήμα κύκλου, το σημείο Ο θα ήταν σταθερό μέχρι το τέλος της στροφής. Επειδή, όμως, η καμπύλη που διαγράφει είναι τυχαία, το σημείο Ο κινείται και αυτό και διαγράφει καμπύλη. Έτσι, σε κάθε στιγμή κίνησης



Σχ.3.22 Στροφή του αυτοκινήτου προς τα αριστερά με ομόκεντρες τροχιές των τεσσάρων τροχών του.



Σχ.3.23 Παράλληλοι διευθυντήριοι τροχοί.

και σε κάθε σημείο της τροχιάς, αντιστοιχεί ένα ακόμα σημείο Ο (το «στιγμιαίο κέντρο στροφής»).

Στο σύστημα στροφής του άξονα γύρω από ένα πείρο *(Σχ. 3.21),* η συνθήκη σύμφωνα με την οποία πρέπει να «περάσουν» οι προεκτάσεις των τροχών από το στιγμιαίο κέντρο στροφής Ο, είναι δυνατή από μόνη της. Στα συστήματα, όμως, με περιστροφή των ακραξονίων, αν οι διευθυντήριοι τροχοί είναι παράλληλοι, τη στιγμή της στροφής η συνθήκη με βάση την οποία πρέπει να υπάρξει ένα μόνον κέντρο στροφής, δεν είναι δυνατή *(Σχ.3.23) (O_1 και O_2).*

Έτσι, αν οι τροχοί είναι παράλληλοι, τη στιγμή της στροφής θα υπάρξει, πέρα από την κύλισή τους πάνω στο δρόμο, και μία φυσιολογική τροχιά τους, που ουσιαστικά θα δημιουργεί πλαγιολίσθηση, με αποτέλεσμα οι τροχοί να σύρονται επάνω στο δρόμο.

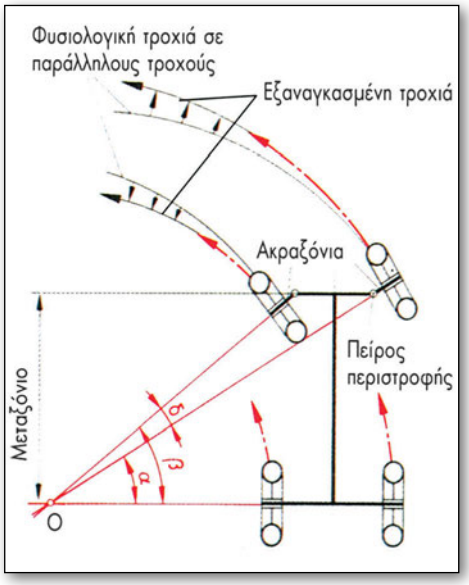
Επιβάλλεται, ως εκ τούτου, η κατασκευή ενός μηχανισμού, που κατά την ώρα της στροφής να εκτρέπει τους πρόσθιους τροχούς από την παραλληλότητα, δηλαδή να «καταστρέφει» την παραλληλότητα, και με κατάλληλες γωνίες, που θα παίρνουν κάθε φορά οι πρόσθιοι τροχοί, να έχουμε κοινό κέντρο περιστροφής. Δηλαδή, η γωνία β *(Σχ.3.22), που* σχηματίζεται από τον άξονα του πρόσθιου εσωτερικού (αριστερού) τροχού με την προέκταση του οπίσθιου άξονα, να είναι μεγαλύτερη από τη γωνία α, που σχηματίζεται από τον άξονα του πρόσθιου εξωτερικού (δεξιού) τροχού με την προέκταση του οπίσθιου άξονα. Σημειώνεται, ότι η διαφορά των δύο γωνιών είναι δ=β–α.

Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι το τετράπλευρο του Ackermann (Άκερμαν), ενώ στο Σχ. 3.24 παρουσιάζεται η φυσική τάση που έχουν οι τροχοί να αποκλίνουν από την εξαναγκασμένη τροχιά που δημιουργεί το τετράπλευρο αυτό.

3.5.1 Το τετράπλευρο οδήγησης ή τετράπλευρο του Ackermann (Άκερμαν)

Ας εξετάσουμε ένα απλό σύστημα διεύθυνσης με πρόσθιο ολόσωμο άξονα *(Σχ.3.1)*. Παρατηρούμε στο σύστημα αυτό, ότι ο πρόσθιος ολόσωμος άξονας ή οτιδήποτε άλλο τον αντικαθιστά όταν αυτός δεν υπάρχει - ανάλογα, βέβαια, με το σύστημα ανάρτησης - καταλήγει σε δύο γόμφους *[Σχ.3.25(α)]* ή δίχαλα *[Σχ.3.25(β)]*, στα οποία αρθρώνονται, με ένα σχεδόν κατακόρυφο πείρο, τα δύο ακραξόνια, επάνω στα οποία προσαρμόζονται οι διευθυντήριοι τροχοί. Αν, όπως είδαμε στον ολόσωμο πρόσθιο άξονα, στραφεί το ένα ακραξόνιο μαζί με τον αγκωνωτό βραχίονα του τροχού, μέσω της ράβδου ζεύξης, θα ακολουθήσει και το άλλο ακραξόνιο *[βλ. και Σχ.3.26(γ)]*.

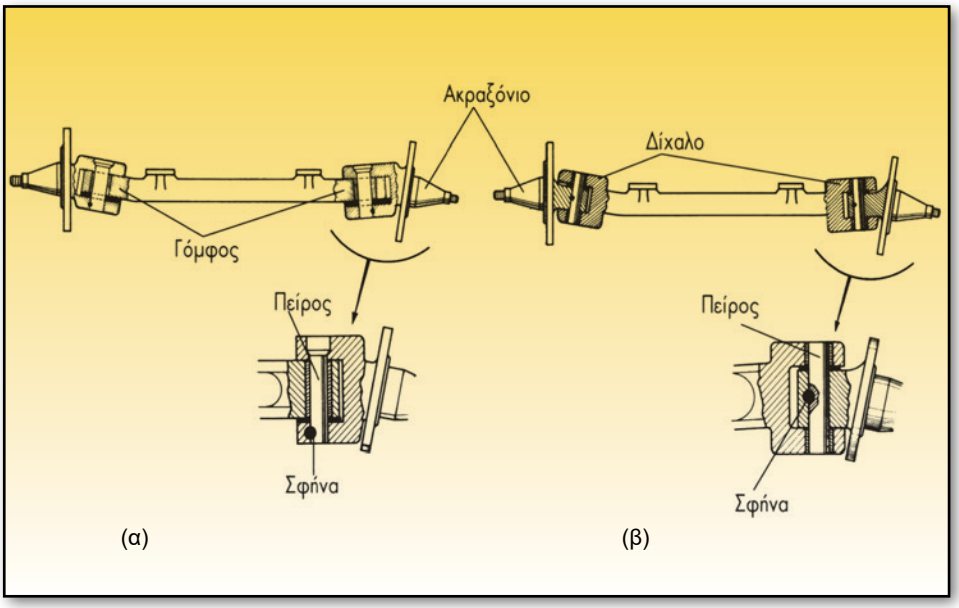
Διάφοροι πολύπλοκοι συνδυασμοί αρθρώσεων έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί για την κίνηση των εμπρόσθιων τροχών στις κατάλληλες γωνίες με δεδομένο ότι ο εσωτερικός τροχός πρέπει να στραφεί περισσότερο από τον εξωτερικό *(Σχ.3.22)*. Η διάταξη αρθρώσεων του τετραπλεύρου του Άκερμαν (Σχ.3.26) είναι απλή, ενώ οι ακριβείς γωνίες παρατηρούνται σε μία συγκεκριμένη θέση, όταν οι τροχοί στρέφονται προς τα αριστερά, και σε μία αντίστοιχη θέση όταν περιστρέφονται δεξιά, καθώς και για μικρές ταχύτητες και για στροφές με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας. Εάν αυξηθούν οι ταχύτητες, εμφανίζονται νέοι παράγοντες που αλλοιώνουν, κάπως, τα θεωρητικά δεδομένα. Εν τούτοις, επειδή η διάταξη αυτή των αρθρώσεων του τετραπλεύρου του Άκερμαν πλησιάζει με



Σχ.3.24 Φυσιολογική τροχιά των πρόσθιων παραλλήλων τροχών κατά τις στροφές, και εξαναγκασμένη, λόγω εκτροπής της παραλληλότητας που δημιουργεί το τετράπλευρο Άκερμαν.

ικανοποιητική προσέγγιση την ιδεώδη θέση, όσον αφορά και τις άλλες γωνίες, και είναι, πράγματι μια καλή συμβιβαστική λύση μεταξύ κόστους κατασκευής και αποδεκτής κίνησης των τροχών, υιοθετήθηκε, παγκόσμια, η εφαρμογή του από τις αυτοκινητοβιομηχανίες. Πιο αναλυτικά:

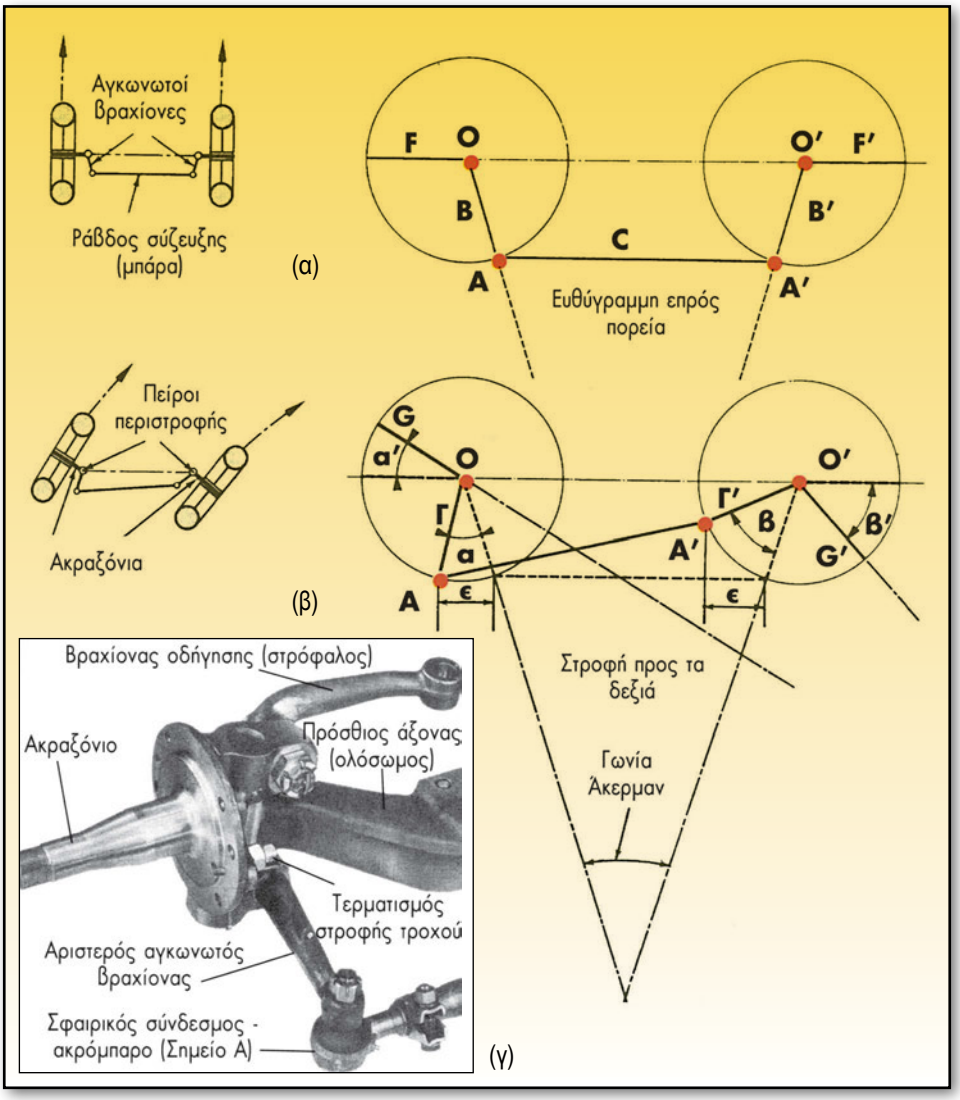
Όταν οι τροχοί ακολουθούν την ευθύγραμμη εμπρός πορεία *[Σχ.3.26(α)]*, τότε το τετράπλευρο Άκερμαν Ο-Ο΄-Α΄-Α αποτελεί ένα ισοσκελές τραπέζιο, το οποίο σχηματίζεται από: α) Τον πρόσθιο ολόσωμο συνδετικό άξονα Ο-Ο΄, ή οτιδήποτε τον αντικαθιστά σε συστήματα ανεξάρτητης ανάρτησης, β) Τις δύο πλευρές του τραπεζίου Ο΄Α΄ και ΑΟ, που αποτελούν τα μήκη των



Σχ.3.25 Τρόπος σύνδεσης εμπρόσθιου ολόσωμου άξονα με τα ακραξόνια. Η αριστερή πλευρά των αξόνων εμφανίζεται με οριζόντιο ακραξόνιο ενώ στη δεξιά πλευρά το ακροξόνιο γέρνει προς τα κάτω. (α) Άξονας με γόμφους, (β) Άξονας με δίχαλα.

αγκωνωτών βραχιόνων των τροχών και γ) Το τμήμα Α΄Α, που αποτελεί τη ράβδο σύζευξης (μπάρας) C. Αν το τιμόνι περιστραφεί δεξιόστροφα, τότε οι βραχίονες Β και Β΄ του τραπεζίου θα στραφούν προς τα αριστερά στις νέες θέσεις Γ΄-Γ, αντίστοιχα, διανύοντας και οι δύο την ίδια απόσταση ε. *[Σχ.3.26β)].* Με την κίνηση αυτή των βραχιόνων, δηλαδή των αγκωνωτών βραχιόνων των ακραξονίων, περιστρέφονται και τα ακραξόνια F΄ και F προς τα δεξιά και έρχονται στις θέσεις G΄ και G, αντίστοιχα. Τότε, το ισοσκελές τραπέζιο παραμορφώνεται και γίνεται τετράπλευρο Ο-Ο΄-Α΄-Α *[Σχ.3.26β)]* και η γωνία β, που ισούται με τη γωνία β΄, είναι μεγαλύτερη από τη γωνία α, που ισούται με τη γωνία α΄, όπως προκύπτει από το ίδιο σχήμα. Δηλαδή, ενώ οι δύο μετατοπίσεις (ε) στους κύκλους Ο και Ο΄ είναι ίδιες, οι γωνίες στροφής β και α είναι διαφορετικές (β>α). Έτσι, όσο περισσότερο στρέφει το τιμόνι για πιο κλειστή στροφή, τόσο η διαφορά των γωνιών α και β μεγαλώνει.

Με τη διάταξη αυτή παρατηρείται, ότι κατά την κίνηση του οχήματος στις στροφές, κάθε τροχός ακολουθεί, πλέον, εξαναγκασμένη τροχιά με διαφορετική ακτίνα *(Σχ.3.24).* Επιπλέον, επειδή οι οπίσθιοι τροχοί διαγράφουν μικρότερη ακτίνα από τους πρόσθιους, δημιουργούνται συνθήκες εύκολου παρκαρίσματος σε στενό χώρο, π.χ. μεταξύ δύο αυτοκινήτων, όταν το αυτοκίνητο κινείται προς τα όπισθεν. Επίσης, εάν δεν προσέξει ο οδηγός σε μία στροφή και την



Σχ.3.26 Γεωμετρία του τεραπλεύρου Άκερμαν.
(α) Το τιμόνι σε ευθύγραμμη εμπρός πορεία. (β) Το τιμόνι σε στροφή προς τα δεξιά. (γ) Λεπτομέρειες συστήματος διεύθυνσης με ολόσωμο άξονα

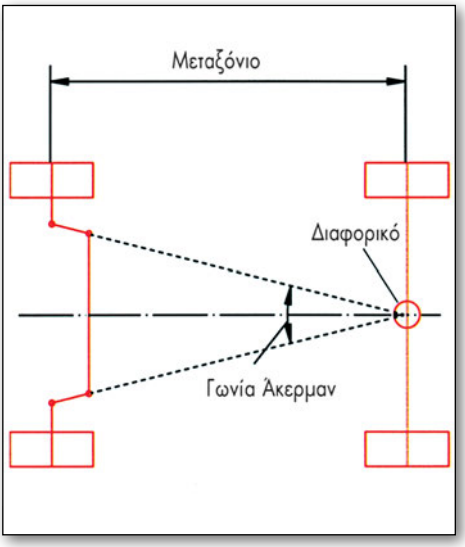
«πάρει κλειστά», τότε ο οπίσθιος εσωτερικός τροχός προσκρούει στο πεζοδρόμιο. Προσεκτική μελέτη του συστήματος δείχνει, ότι για να στραφεί το όχημα χωρίς να εμφανισθεί ολίσθηση στους τροχούς του, για να υπάρχει, δηλαδή, σε κάθε στιγμή ένα στιγμιαίο κέντρο στροφής, πρέπει οι προεκτάσεις των βραχιόνων του τετραπλεύρου του Άκερμαν να «περνούν» από το μέσον του οπίσθιου άξονα, σχηματίζοντας μία γωνία, που αναφέρεται ως «γωνία Άκερμαν» *(Σχ. 3.27)*.

3.5.2 Αποκλίσεις από το σύστημα Akermann

Όπως είπαμε παραπάνω, ένα όχημα που διαγράφει μία καμπύλη τροχιά, με βάση την αρχή Άκερμαν, δεν πρέπει να έχει καθόλου τριβές στους τροχούς του. Στην πράξη αυτό μπορεί να γίνει μόνο με τελείως δύσκαμπτα ελαστικά και με πολύ μικρές ταχύτητες. Έτσι, ένα όχημα που κινείται ευθύγραμμα με κάποια ταχύτητα, χρειάζεται πλευρική ώθηση για να εγκαταλείψει την ευθύγραμμη τροχιά και να περάσει στην καμπυλόγραμμη, και την ώθηση αυτή μόνον η αντίδραση του εδάφους μπορεί να τη δώσει. Αυτό, φυσικά, δεν γίνεται χωρίς τριβή.

Ας υποτεθεί, λοιπόν, ότι το όχημα κινείται ευθύγραμμα και στρέφει τους τροχούς του κατά μία γωνία, για να διαγράψει καμπύλη (στροφή) προς τα αριστερά *(Σχ.3.28)*. Από τη δύναμη ώθησης, π.χ. των οπίσθιων τροχών και της αδράνειας του οχήματος, θα εμφανισθούν στους πρόσθιους τροχούς δυνάμεις F_1, που υπερνικούν τις δυνάμεις κύλισης των τροχών, με αποτέλεσμα να τους επιτρέπουν να συνεχίσουν την κίνησή τους κατά την κατεύθυνση του επιπέδου συμμετρίας του τροχού.

Συγχρόνως, όμως, τα μόρια της επιφάνειας στήριξης του ελαστικού παραμορφώνονται από τη στρέψη του τροχού και από τις πλευρικές δυνάμεις F_2, οι οποίες είναι κάθετες προς τις δυνάμεις F_1 και οφείλονται, είτε σε φυγόκεντρες δυνάμεις, είτε σε πλάγιο άνεμο. Οι δυνάμεις F_2 εξισορροπούνται από την πρόσφυση - τριβή των τροχών στο έδαφος. Βέβαια, εάν οι δυνάμεις F_2 είναι μεγαλύτερες από την πρόσφυση, τότε το αυτοκίνητο πλαγιολισθαίνει,



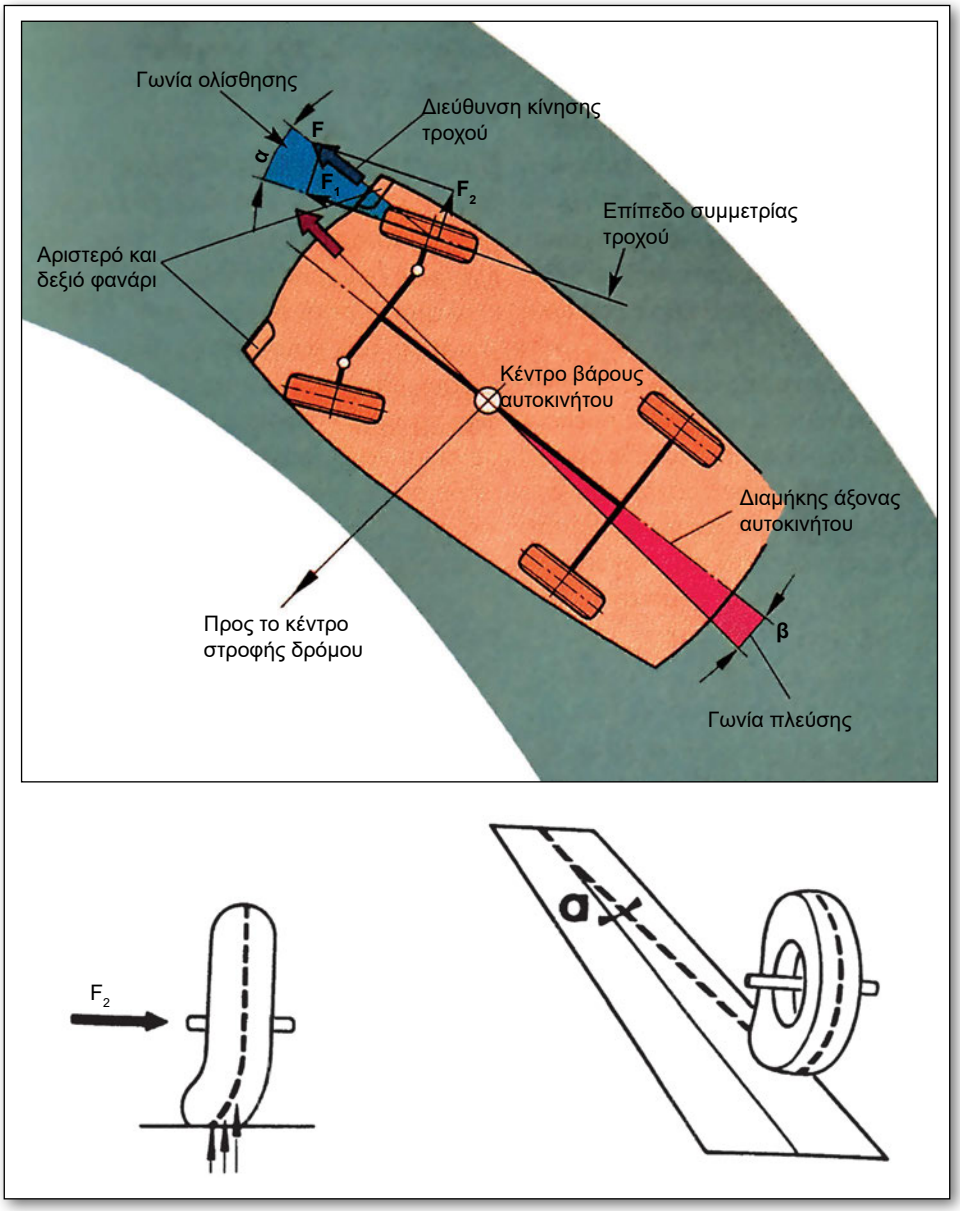
Σχ.3.27 Τομή των προεκτάσεων των αγκωνωτών βραχιόνων στο μέσον του οπίσθιου άξονα.

χάνοντας την επαφή του με το δρόμο.

Οι δυνάμεις F_1 και F_2, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, δημιουργούν τη συνισταμένη F, κατά τη κατεύθυνση της οποίας κινείται πλέον ο τροχός.

Έτσι, η επιφάνεια στήριξης δεν ακολουθεί τελείως τη γωνία στροφής του τροχού, με αποτέλεσμα η γωνία, κατά την οποία στρέφει η επιφάνεια στήριξης, να υπολείπεται από την αντίστοιχη της στροφής του τροχού κατά μια μικρή γωνία α, που ονομάζεται γωνία ολίσθησης.

Για να ακολουθήσει, λοιπόν, το όχημα την επιθυμητή πορεία, πρέπει οι τροχοί να στρίψουν περισσότερο από τη γωνία, η οποία, θεωρητικά, είναι επαρκής. Τότε, όμως, παύει πια το κέντρο του Άκερμαν να είναι το πραγματικό στιγμιαίο κέντρο στροφής του οχήματος, αναγκάζοντας τον τροχό να πλαγιολισθήσει κατά γωνία α και να ακολουθήσει την



Σχ.3.28 Γωνία ολίσθησης και γωνία πλεύσης.

κατεύθυνση της συνισταμένης F. Παράλληλα, το αυτοκίνητο δεν κινείται πλέον σύμφωνα με το διαμήκη άξονα του, αλλά κατά μία άλλη διεύθυνση κίνησης, που αποκλίνει από αυτόν τον άξονα του αυτοκινήτου, κατά μία γωνία β, η οποία ονομάζεται γωνία πλεύσης του αυτοκινήτου.

Η ευστάθεια του αυτοκινήτου σε κίνηση

Με τον όρο «ευστάθεια κίνησης του αυτοκινήτου» εννοούμε την ικανότητα, που πρέπει να έχει ένα όχημα που κινείται σε οριζόντιο επίπεδο έδαφος, χωρίς εξωτερικές επιδράσεις αφενός, και αφετέρου να διατηρεί, χωρίς επέμβαση στο σύστημα διεύθυνσής του, την τροχιά την οποία προσδιορίζει η σχετική θέση των τροχών του.

Αν, δηλαδή, οι τροχοί βρίσκονται σε ευθύγραμμη πορεία, το όχημα αυτό πρέπει να συνεχίζει να κινείται ευθύγραμμα προς την κατεύθυνση των τροχών του ή, αν οι τροχοί του βρίσκονται σε θέση στροφής, να εξακολουθεί να διαγράφει την καμπύλη στην οποία εφάπτονται τα επίπεδα συμμετρίας των τροχών του.

Ο ορισμός αυτός έχει θεωρητική σημασία μόνο, διότι στην πράξη το όχημα όταν κινείται, βρίσκεται πάντοτε κάτω από εξωτερικές επιδράσεις, όπως είναι ένας πλευρικός άνεμος, μία ανωμαλία του δρόμου, η φυγόκεντρος δύναμη κατά τις στροφές κ.λπ.

Συνεπώς, πρακτικά, ευσταθές ονομάζεται ένα αυτοκίνητο, που όταν εκτραπεί για οποιονδήποτε λόγο από την ευθύγραμμη πορεία του, έχει την τάση να επανέλθει από μόνο του στην κανονική του τροχιά, χωρίς, δηλαδή, να επέμβει το σύστημα διεύθυνσής του. Αντίθετα, ασταθές ονομάζεται το όχημα, που έχει την τάση να αυξάνει την εκτροπή από τη φυσιολογική του πορεία.

Μετά απ' όσα αναφέρθηκαν, είναι φανερό, πως με την έννοια αυτή, η «ευστάθεια» είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων, όπως π.χ. του συστήματος διεύθυνσης, του συστήματος ανάρτησης, του είδους των ελαστικών, της θέσης του κέντρου βάρους του οχήματος, του είδους του οδοστρώματος επάνω στο οποίο κινείται κ.λπ.

Η ευστάθεια κατά τις στροφές

Ας υποτεθεί, ότι ένα όχημα κινείται σε μία αριστερή στροφή και υφίσταται πλευρική (φυγόκεντρη) δύναμη *(Σχ.3.29)*. Η πλευρική αυτή δύναμη, που επιδρά στα ελαστικά του αυτοκινήτου, θα παραμορφώσει την περιοχή της επιφάνειας επαφής τροχού - εδάφους. Το αποτέλεσμα θα είναι να εμφανισθεί μία πλευρική μετατόπιση του τροχού και να πάψει η τροχιά να είναι κάθετη στον άξονα περιστροφής του τροχού, οπότε θα γίνει πλάγια (λοξή) ως προς αυτόν. Έτσι, δημιουργείται η γωνία (α) μεταξύ της νέας τροχιάς της εκτροπής των τροχών και της κατεύθυνσης του επιπέδου συμμετρίας του τροχού, που ονομάζεται, όπως είπαμε, «γωνία ολίσθησης».

Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω, σε κάθε τροχό του αυτοκινήτου θα παρουσιασθεί και μία γωνία ολίσθησης. Μάλιστα, οι γωνίες αυτές στους τροχούς σε κάθε άξονα, δηλαδή ανά δύο, (εμπρός - πίσω), είναι ίσες μεταξύ τους.

- Αν η γωνία ολίσθησης των οπίσθιων τροχών $α_ο$ είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ολίσθησης των προσθίων τροχών απ, δηλαδή αν $α_ο > α_π$, τότε το οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου θα εκτραπεί περισσότερο από το πρόσθιο, που στην πράξη σημαίνει ότι το πίσω μέρος του αυτοκινήτου θα στρέφεται γύρω από τον κατακόρυφο άξονα του, με φορά αντίθετη απ' αυτήν του εμπρόσθιου μέρους του οχήματος. Τότε, όμως, η φυ-

γόκεντρος δύναμη που θα αναπτυχθεί από τη στροφή αυτή, θα ενισχύσει την τάση στροφής. Έτσι, τελικά, το όχημα θα υπερβεί τη θεωρητική τροχιά του και θα κινηθεί προς την πλευρά όπου ασκείται η δύναμη (F_o), που προκαλεί την ολίσθηση, οπότε και θα βρεθεί, στο τέλος, σε διαφορετική τροχιά κατά γωνία α_o *[Σχ. 3.29(α)]*.

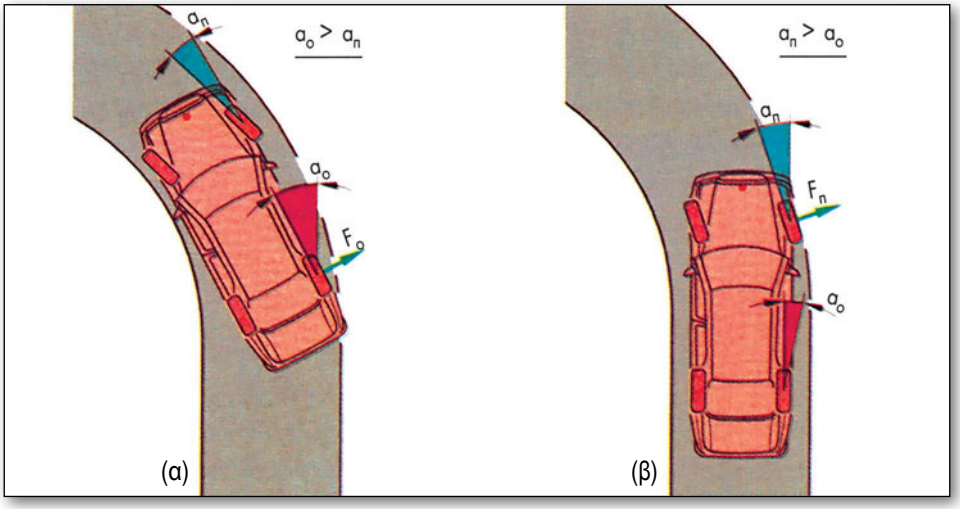
Στην περίπτωση αυτή λέμε, ότι το όχημα **υπερστρέφει**. Έχει, δηλαδή, από μόνο του την τάση, όταν κινείται σε οριζόντιο έδαφος, να ξεφύγει από την ευθύγραμμη πορεία κάτω από την παραμικρή πλευρική ώθηση.

Έτσι, στις στροφές του δρόμου το αυτοκίνητο έχει την τάση να κινηθεί με μικρότερη ακτίνα καμπυλότητας από αυτή που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη στροφή του τιμονιού και, κατ' επέκταση στη στροφή των τροχών.

Πρέπει, συνεπώς, ο οδηγός να βρίσκεται πάντα σε ετοιμότητα και, συνεχώς, να διορθώνει την πορεία του αυτοκινήτου με το σύστημα διεύθυνσης.

Ας φανταστούμε π.χ., ένα αυτοκίνητο που κινείται σε αριστερή στροφή, σύμφωνα με το Σχ.3.29(α). Για να παραμείνει στο δρόμο, ενώ ήδη ο οδηγός του έχει στρίψει το τιμόνι αριστερά και έχει εισέλθει στη στροφή, πρέπει στη συνέχεια να στρίψει το τιμόνι του δεξιά, δηλαδή αντίθετα προς την πορεία κίνησής του, να κάνει, όπως λέμε, «ανάποδο τιμόνι». Η παραπάνω αυτή ενέργεια που πρέπει να γίνει, είναι μία κίνηση την οποία δύσκολα αντιλαμβάνεται ένας άπειρος οδηγός, ο οποίος αν κρατήσει σταθερά το τιμόνι του, τότε θα καταλήξει στο αριστερό μέρος του δρόμου και ενδεχομένως, θα βρεθεί έξω από αυτόν.

- Αν η γωνία ολίσθησης των πρόσθιων τροχών είναι μεγαλύτερη από τη γωνία ολίσθησης των οπίσθιων, αν δηλαδή $\alpha_o > \alpha_\pi$ *(Σχ.3.29(β))*, τότε, με την επίδραση πλευρικής (φυγόκεντρης) δύναμης, η ολίσθηση των πρόσθιων τροχών θα



Σχ.3.29 (α) Υπερστροφή. (β) Υποστροφή.

είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των οπίσθιων και το εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου θα έχει την τάση να απομακρυνθεί από την αρχική τροχιά του και να κινηθεί προς την πλευρά, κατά την οποία το ωθεί η πλευρική δύναμη F_{π}. Τότε λέμε, ότι το αυτοκίνητο **υποστρέφει**.

Δηλαδή, στην περίπτωση αυτή, το αυτοκίνητο έχει την τάση να κινηθεί με μεγαλύτερη ακτίνα καμπυλότητας, από αυτή που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη στροφή του τιμονιού.

Ας φανταστούμε ένα αυτοκίνητο, το οποίο κινείται σε αριστερή στροφή, όπως στο Σχ.3.29(β). Εάν το αυτοκίνητο υποστρέφει, σύμφωνα με τα παραπάνω, το πρόσθιο μέρος του κινείται προς τη δεξιά πλευρά του δρόμου. Για να κρατηθεί το αυτοκίνητο πάνω στο δρόμο και να μην βρεθεί στη δεξιά πλευρά του και ίσως έξω απ' αυτόν, πρέπει ο οδηγός να στρέψει λίγο ακόμη το τιμόνι του προς τα αριστερά, ενέργεια που εύκολα μπορεί να αντιληφθεί και να κάνει ένας κοινός οδηγός.

- Τέλος, αν $\alpha_{\pi} = \alpha_{o}$, όταν δηλαδή, οι γωνίες ολίσθησης των πρόσθιων και των οπίσθιων τροχών είναι ίσες, τότε το όχημα ακολουθεί τη μέση γραμμή του δρόμου, χωρίς να φεύγει προς τα δεξιά ή τα αριστερά της.

Στην περίπτωση αυτή λέμε, ότι το όχημα είναι, από άποψη διεύθυνσης, ουδέτερο. Όχημα που υποστρέφει, όταν κινείται ευθύγραμμα σε δρόμο με μικρή κυρτότητα, είναι άνετο στην οδήγηση, δεν χρειάζεται συνεχή παρακολούθηση και διόρθωση πορείας από τον οδηγό και ακολουθεί με ευχέρεια στροφές του δρόμου ακόμη και με μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας. Στις «κλειστές» στροφές, όμως, επειδή το όχημα έχει την τάση να ακολουθεί την ευθύγραμμη πορεία, χρειάζεται να στραφούν οι τροχοί του περισσότερο από όσο απαιτούν, γεωμετρικά, οι στροφές αυτές.

Για τις ιδιότητές του αυτές, το υπόστροφο αυτοκίνητο, γενικά, θεωρείται ασφαλές και ευσταθές.

Αντίθετα, το υπέρστροφο όχημα παρουσιάζει μεν ευκαμψία και διαγράφει με ευχέρεια κλειστές στροφές με μικρή ταχύτητα, εάν όμως, κινείται με μεγάλη ταχύτητα, απαιτεί το «ανάποδο τιμόνι». Επίσης, στην ευθύγραμμη πορεία έχει τάσεις απόκλισης και χρειάζεται συνεχής ετοιμότητα από τον οδηγό και διόρθωση πορείας. Για τον λόγο αυτό, το υπέρστροφο όχημα θεωρείται ασταθές και δύσκολο στην οδήγησή του.

Το ουδέτερο όχημα εφόσον υπάρχουν οι προϋποθέσεις κίνησής του, είναι το ιδεώδες. Όμως στην πράξη ένα τέτοιο όχημα δεν είναι ούτε ευσταθές, ούτε ασταθές, αλλά, μεταπίπτει από τη μία κατάσταση στην άλλη, σε κάθε αλλαγή παράγοντα που επιδρά στην ευστάθειά του, δεδομένου ότι δεν ελέγχεται απόλυτα η κατανομή βάρους στους άξονες, επειδή το φορτίο συνεχώς μεταβάλλεται.

Τα συνηθισμένα αυτοκίνητα γενικής χρήσης έχουν, κατά κανόνα, τάσεις υποστροφής, σε αντίθεση με τα αυτοκίνητα αγώνων που έχουν τάσεις υπερστροφής.

Πάντως, δεν πρέπει ποτέ να ξεχνάμε, ότι τον βασικό ρόλο στην ευστάθεια ενός οχήματος στο δρόμο, είτε σε συνθήκες υποστροφής, είτε υπερστροφής, παίζει η θέση του κέντρου βάρους του οχήματος. Αν, δηλαδή, το κέντρο βά-

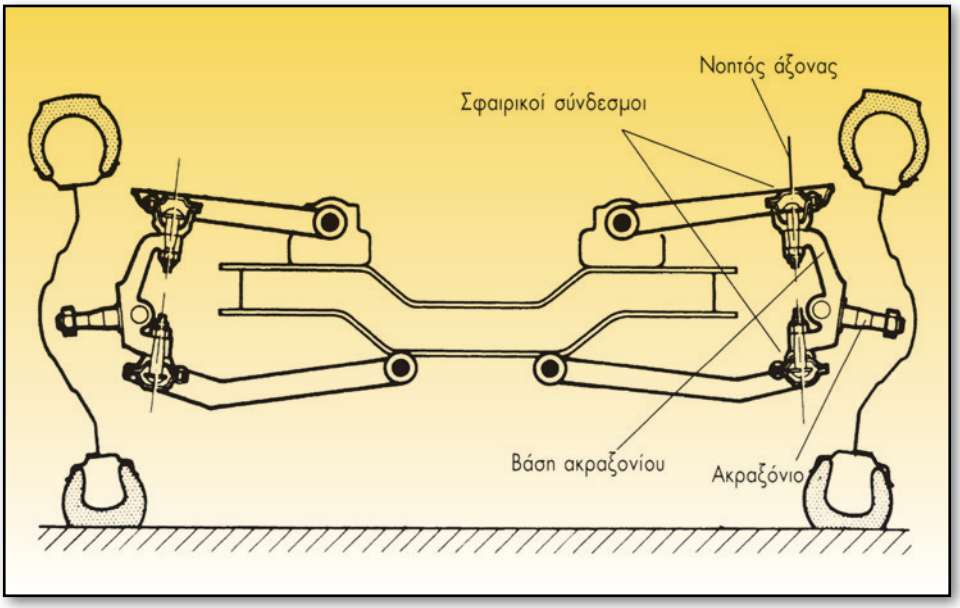
ρους είναι κοντά στον πρόσθιο άξονα, το όχημα έχει τάσεις υποστροφής στην καμπύλη τροχιά. Αντίθετα, όταν το κέντρο βάρους είναι κοντά στον οπίσθιο άξονά του, υπάρχουν τάσεις υπερστροφής.

Τα αυτοκίνητα με πρόσθια κίνηση, κατά κανόνα υποστρέφουν, ενώ τα αυτοκίνητα με οπίσθια κίνηση υπερστρέφουν. Τα αυτοκίνητα με κίνηση και στους τέσσερις τροχούς, εφόσον έχουν ομοιόμορφη κατανομή βάρους, έχουν ουδέτερη συμπεριφορά.

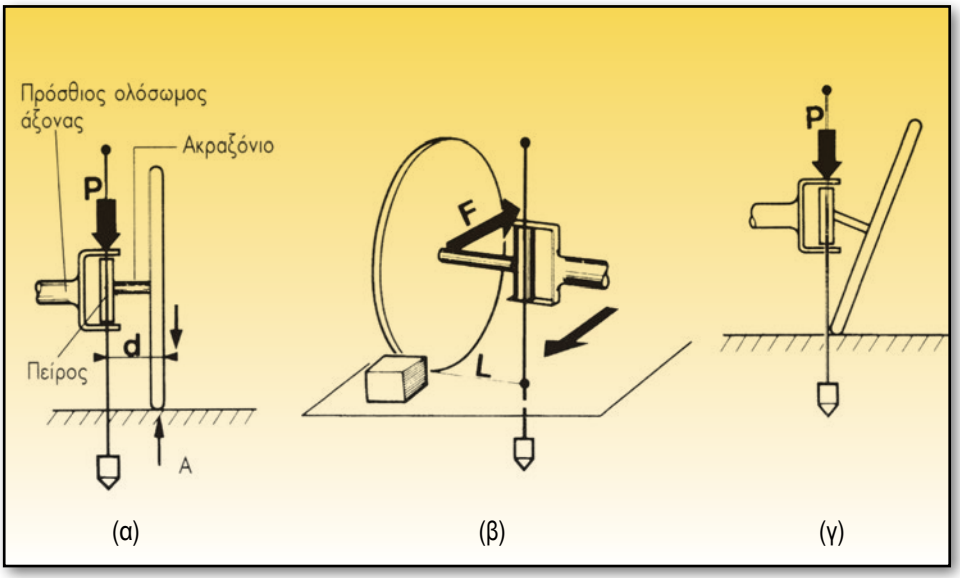
3.5.3. Εγκάρσια κλίση του τροχού (Γωνία Κάμπερ-Camber) - Εγκάρσια κλίση του πείρου

Όπως είπαμε, ο τροχός για να πάρει την κατεύθυνση που θέλει ο οδηγός, στρέφεται γύρω από ένα πείρο, είτε αυτός είναι πραγματικός, όπως στο Σχ.3.25, είτε είναι ο νοητός άξονας που ενώνει τα δύο σημεία, στα οποία στηρίζεται η βάση του ακραξονίου στο σύστημα ανεξάρτητης ανάρτησης, δηλαδή ενώνει τους δύο σφαιρικούς συνδέσμους *(Σχ.3.30)*.

Έστω, ότι έχουμε ένα πρόσθιο ολόσωμο (άκαμπτο) άξονα βαρέος οχήματος, στο άκρο του οποίου υπάρχει κατακόρυφος πείρος και οριζόντιο ακραξόνιο *[Σχ.3.31(α)]*. Το βάρος του οχήματος P, που αντιστοιχεί στον τροχό και βρίσκεται πάνω στο ακραξόνιο, και η δύναμη ώθησης καταλήγουν στον πείρο, ενώ η αντίδραση A του οδοστρώματος βρίσκεται εφαρμοσμένη στο μέσο της επαφής τροχού - οδοστρώματος. Λόγω της απόστασης d *[Σχ.3.31(α)]* του άξονα του πείρου από τον άξονα συμμετρίας του τροχού, θα εμφανισθούν ζεύγη δυνάμεων κατά την οριζόντια και κατακόρυφη έννοια, που καταπονούν τον πείρο και το ακραξόνιο. Ειδικά το



Σχ.3.30 Νοητός άξονας σφαιρικών συνδέσμων και κλίση τους.



Σχ.3.31 Επίδραση των δυνάμεων λόγω της γωνίας Κάμπερ.

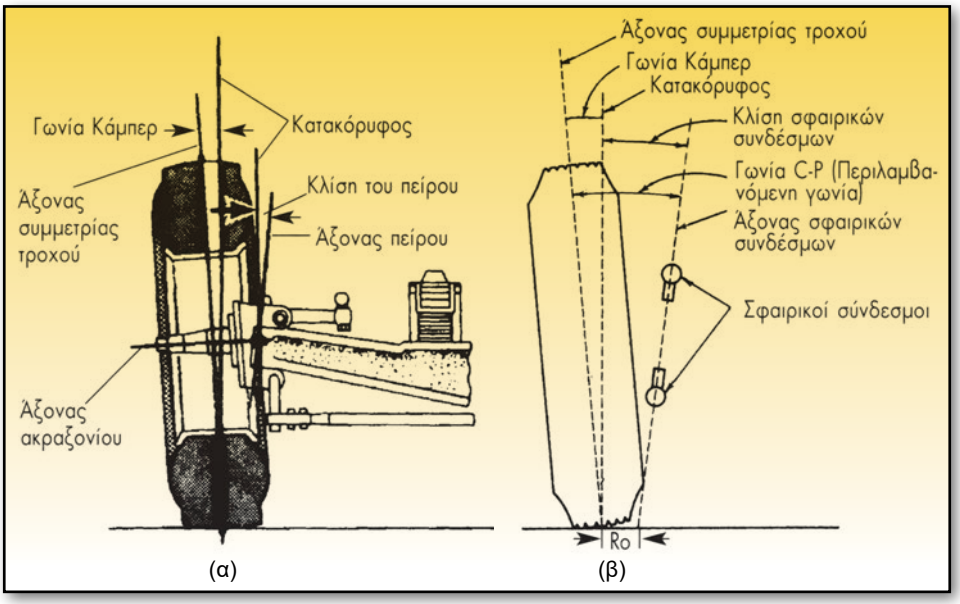
οριζόντιο ζεύγος κάνει δύσκολη την οδήγηση, ενώ τη δυσκολεύει ακόμη περισσότερο η εμφάνιση εμποδίων στον τροχό που δημιουργούν τη ροπή (F.L) *[Σχ.3.31(β)].* Εξάλλου, και το κατακόρυφο ζεύγος καταπονεί το σύστημα, με τη δημιουργία της ροπής (A.d) *[Σχ.3.31(α)].*

Όλες αυτές οι παρενέργειες αποφεύγονται, εάν δοθεί, αφενός, μία κλίση στον άξονα του πείρου *(Σχ.3.25),* έτσι ώστε το επάνω μέρος του να κλίνει προς το εσωτερικό του οχήματος και αφετέρου, μία αντίθετη κλίση στον τροχό, ώστε το άνω μέρος του να κλίνει προς τα έξω *[Σχ.3.31(γ)],* και, αντίστοιχα, το ακραξόνιο να γέρνει προς τα κάτω. Έτσι, θεωρητικά η απόσταση L των δύο αξόνων (κατακόρυφου και άξονα συμμετρίας του τροχού) *[Σχ.3.31(β)]* μειώνεται σημαντικά ή και μηδενίζεται *[Σχ.3.31(γ)].*

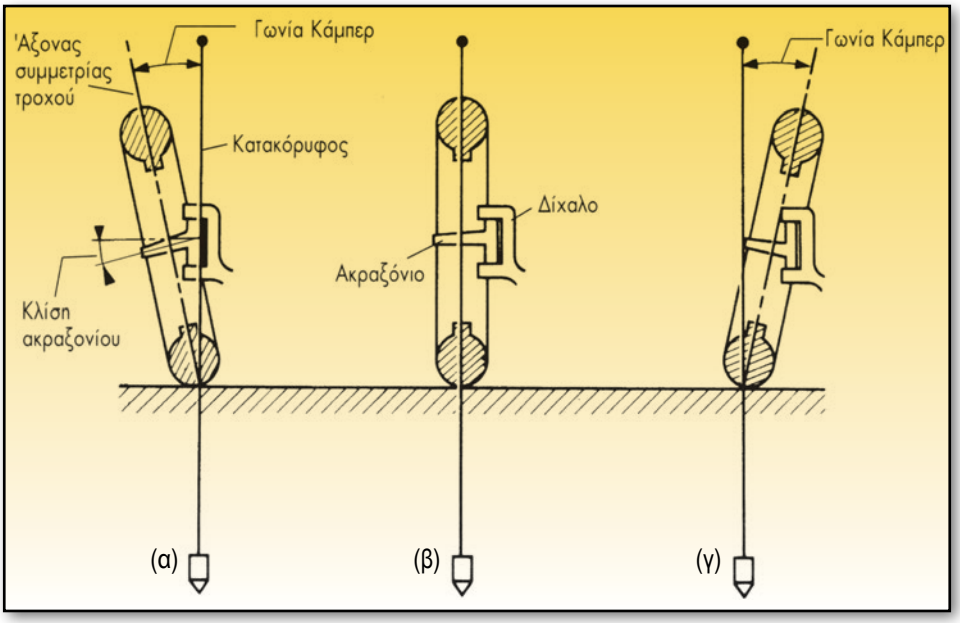
Η εγκάρσια κλίση του τροχού ονομάζεται γωνία Camber (Κάμπερ) και είναι η γωνία η οποία σχηματίζεται μεταξύ της αξονικής γραμμής συμμετρίας του τροχού (επίπεδο συμμετρίας τροχού), - όπως φαίνεται από το εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου, - και της αντίστοιχης κατακόρυφης (κατακόρυφο επίπεδο) *[Σχ.3.32 (α)* και *(β)].* Θεωρείται θετική η γωνία Κάμπερ, όταν το άνω μέρος του τροχού κλίνει προς τα έξω, δηλαδή απομακρύνεται από το αμάξωμα, και αρνητική, όταν κλίνει προς τα μέσα, δηλαδή πλησιάζει προς το αμάξωμα.

Στο Σχ.3.33 φαίνεται σε ολόσωμους άξονες η γωνία Κάμπερ, όπου αυτή παρουσιάζεται ως: (α) Θετική, (β) Μηδενική και (γ) Αρνητική.

Οι τιμές της γωνίας Κάμπερ, καθώς και η μεταβολή τους ανάλογα με το φορτίο, δίδονται από τον κατασκευαστή.



Σχ.3.32 Εγκάρσια κλίση του τροχού (γωνία Κάμπερ) και εγκάρσια κλίση του πείρου ή των σφαιρικών συνδέσμων:
(α) Θετική γωνία Κάμπερ σε σύστημα πείρου. (β) Θετική γωνία Κάμπερ σε σύστημα σφαιρικών συνδέσμων.



Σχ.3.33 Η γωνία Κάμπερ σε ολόσωμο πρόσθιο άξονα.
(α) θετική. (β) μηδενική. (γ) αρνητική

Η αρνητική γωνία Κάμπερ που έχουν πολλά σύγχρονα αυτοκίνητα, ειδικά στους πίσω τροχούς και η οποία κυμαίνεται, συνήθως, από 0° 30΄ έως 2°, αυξάνει μεν την πλευρική ευστάθειά τους σε κλειστές και γρήγορες στροφές, επιβαρύνει (φθείρει) όμως την εσωτερική πλευρά του πέλματος των ελαστικών.

- Σκοπός της γωνίας Κάμπερ είναι:
  - α) Να μειώνει τις καταπονήσεις που προκύπτουν από τις δυνάμεις που αναφέρθηκαν παραπάνω.
  - β) Να βελτιώνει, ανάλογα, την υπερστροφή ή την υποστροφή του οχήματος σε μία στροφή, σε συνάρτηση πάντα με τη χρησιμοποιούμενη ανάρτηση και τη συμπεριφορά της, σε σχέση με την ταχύτητα και τη μεταφορά βάρους στη στροφή, παράγοντες που διαφοροποιούν την κατανομή δυνάμεων στην ανάρτηση.

Έτσι, η γωνία Κάμπερ ελέγχει την οδική συμπεριφορά του αυτοκινήτου, τόσο σε ευθεία πορεία, όσο και σε μία στροφή ή και κατά την κίνησή του σε ανώμαλο οδόστρωμα, ώστε το αυτοκίνητο να εμφανίζει τη μεγαλύτερη δυνατή ευστάθεια κίνησης.

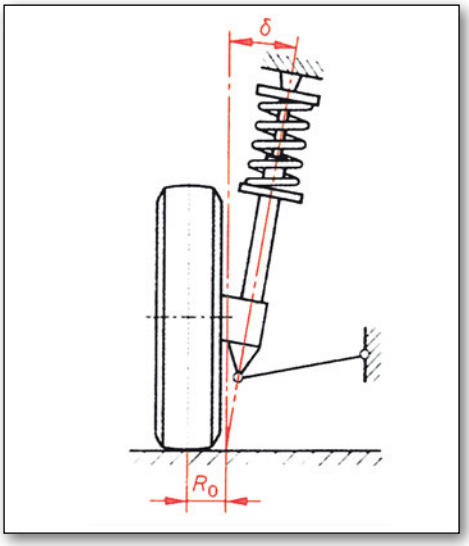
Σε αυτοκίνητο του οποίου θέλουμε να βελτιώσουμε την υπερστροφή, ώστε αυτό να υπερστρέφει λιγότερο σε μία στροφή, μειώνουμε τη γωνία ολίσθησης των οπίσθιων τροχών, μεταβάλλοντας τη γωνία Κάμπερ (στους οπίσθιους τροχούς), ώστε από θετική που είναι, να γίνει αρνητική, ή από ελάχιστα αρνητική, να την κάνουμε περισσότερο αρνητική, αυξάνοντας την τιμή της.

Εάν, πάλι, θέλουμε να βελτιώσουμε την υποστροφή, ώστε το όχημα να υποστρέφει λιγότερο, μειώνουμε τη γωνία ολίσθησης των πρόσθιων τροχών, οπότε η γωνία Κάμπερ από θετική πρέπει να γίνει πάλι αρνητική, όπως και προηγουμένως.

Η **εγκάρσια κλίση του πείρου** φαίνεται, παρατηρώντας το αυτοκίνητο από το εμπρόσθιο μέρος του, και είναι η γωνία εκείνη που σχηματίζεται μεταξύ της νοητής προέκτασης του άξονα του πείρου και της αντίστοιχης κατακόρυφης *[Σχ.3.32(α)],* ή της νοητής προέκτασης των σφαιρικών συνδέσμων και της κατακόρυφης *[Σχ.3.32(β)],* όπως βλέπουμε το αυτοκίνητο, πάντα, από το εμπρόσθιο μέρος του. Η κλίση του πείρου είναι λίγο μεγαλύτερη από την τιμή της γωνίας Κάμπερ και συνήθως, κυμαίνεται από 5-10 μοίρες ούτως ώστε να δημιουργείται μία πολύ μικρή απόσταση R_o στο επίπεδο του εδάφους *[Σχ.3.32(β)].* Η απόσταση αυτή R_o ονομάζεται «θετική ακτίνα κύλισης», στην οποία θα αναφερθούμε και παρακάτω, και προτιμάται ως λύση σε πολλά αυτοκίνητα, διότι μειώνονται τα ζεύγη δυνάμεων που καταπονούν το σύστημα διεύθυνσης και υποβοηθείται η επαναφορά των τροχών του οχήματος μετά από στροφή στην ευθύγραμμη πορεία, ιδίως στις μικρές γωνίες στροφής. Επίσης, αποφεύγεται το «κοσκίνισμα» των τροχών, ενώ ταυτόχρονα, το σύστημα διεύθυνσης προσφέρει την απαιτούμενη σταθερότητα.

Η κλίση του πείρου σε συστήματα ανεξάρτητης ανάρτησης με Μακ-Φέρσον, φαίνεται στο Σχ.3.34, όπου η κατακόρυφος είναι παράλληλη με το επίπεδο του άξονα συμμετρίας του τροχού και άρα η γωνία Κάμπερ είναι μηδενική, ενώ φαίνεται και η R_o (θετική ακτίνα κύλισης).

Για να πλησιάζει η νοητή προέκταση του πείρου στο κεντρικό σημείο επαφής του τροχού στο οδόστρωμα ή κοντά σ' αυτό, χωρίς να λαμβάνει μεγάλες τιμές η κλίση του πείρου - στην περίπτωση του ολόσωμου πρόσθιου άξονα - οι κατασκευαστές δίνουν μία κλίση και στο **ακραξόνιο** (Σχ.3.25 και Σχ.3.35), όπου φαίνεται η κλίση του ακραξονίου προς τα κάτω, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, ρύθμιση που αντιστοιχεί στη γωνία Κάμπερ, και η οποία δίνει καλή σταθερότητα στην ευθύγραμμη πορεία του αυτοκινήτου.



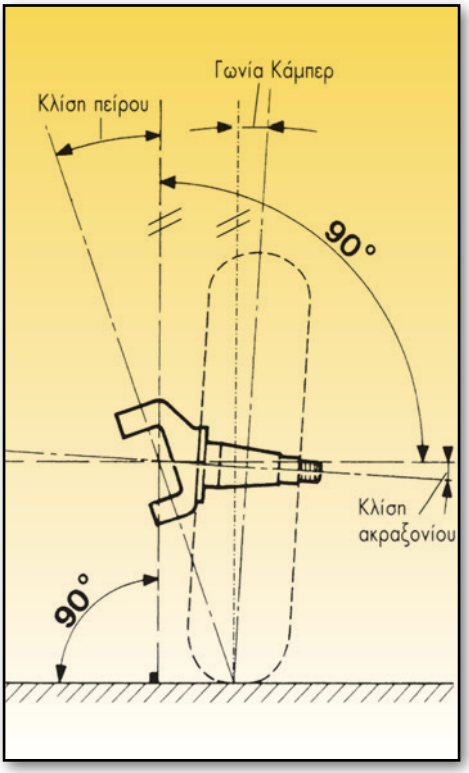
Σχ.3.34 Εγκάρσια κλίση του πείρου σε ανάρτηση Mac-Pherson.

3.5.4. Γωνία C-P

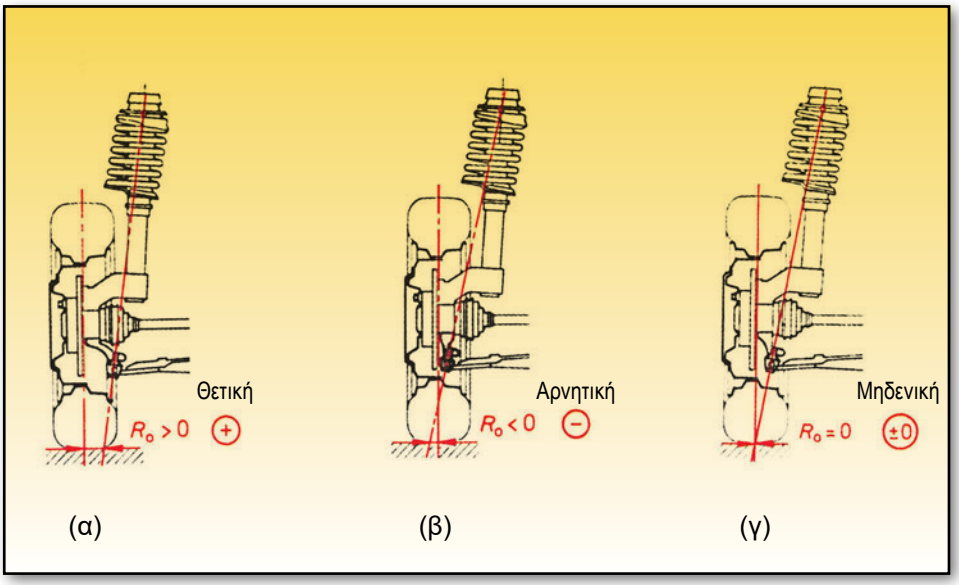
Η γωνία C-P (αναφέρεται σε διεθνή βιβλιογραφία και σαν Included angle - περιλαμβανόμενη γωνία) είναι το άθροισμα των απόλυτων τιμών της γωνίας Κάμπερ και της εγκάρσιας κλίσης του πείρου, που είναι γωνίες εφεξείς *[Σχ.3.32(β)].* Το άθροισμα αυτό παραμένει σταθερό στις ταλαντώσεις του τροχού κατά τη διεύθυνση «πάνω - κάτω». Αν, δηλαδή, μειωθεί η γωνία κλίσης των σφαιρικών συνδέσμων ή, αντίστοιχα, του πείρου, αυξάνεται η γωνία Κάμπερ, και αντίστροφα. Και οι δύο πάντως, γωνίες, από κοινού επηρεάζουν την ακτίνα κύλισης R_o.

Εάν παρατηρήσουμε τη γωνία C-P σε ανάρτηση με γόνατα Μακ-Φέρσον *(Σχ. 3.36),* βλέπουμε ότι παρουσιάζεται μία απόσταση R_o (η γνωστή ακτίνα κύλισης) στο επίπεδο του οδοστρώματος.

- Όταν $R_o > 0$, δηλαδή εάν υπάρχει κάποια απόσταση *[Σχ.3.36(α)],* τότε λέμε, ότι η ακτίνα κύλισης είναι **θετική**.
- Όταν τέμνονται οι δύο άξονες - πείρου και άξονα συμμετρίας του τρο-



Σχ.3.35 Κλίση του ακραξονίου.



Σχ.3.36 Γωνία C-P και ακτίνα κύλισης σε ανάρτηση με γόνατα Μακ-Φέρσον.
(α) Θετική ακτίνα κύλισης. (β) Αρνητική. (γ) Μηδενική

χού - πάνω από το έδαφος *[Σχ.3.36 (β)],* τότε $R_o < 0$, και η ακτίνα κύλισης είναι **αρνητική**.

- Όταν οι προηγούμενοι άξονες τέμνονται στην επιφάνεια του εδάφους *[Σχ.3.36(γ)],* τότε $R_o = 0$, δηλαδή η ακτίνα κύλισης είναι **μηδενική**.

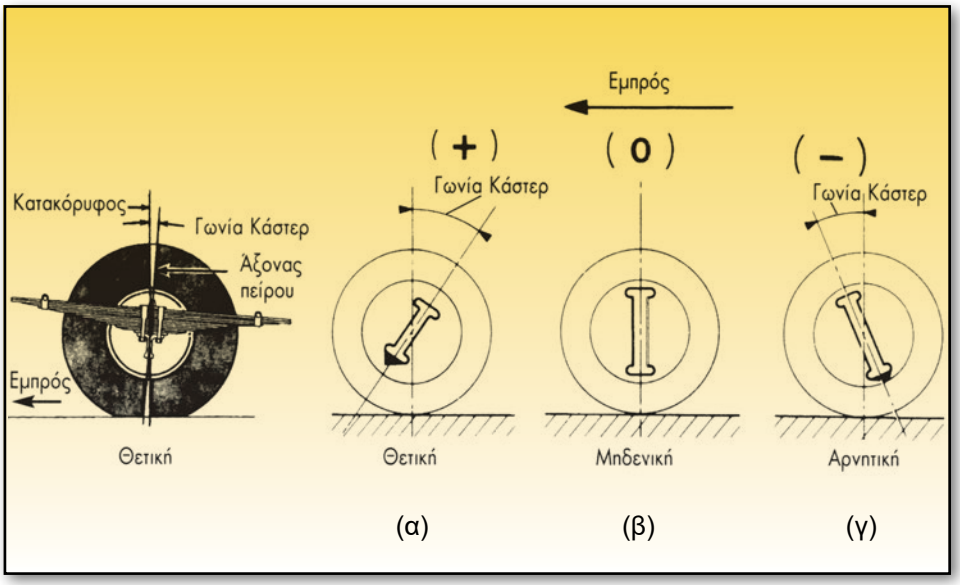
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο κατασκευαστής επιλέγει γωνία R_o που θα επιτυγχάνει τη μικρότερη δυνατή καταπόνηση του συστήματος διεύθυνσης, την αποφυγή ολίσθησης και «κοσκινίσματος» των τροχών, όπως επίσης και τη μικρότερη δυνατή φθορά των ελαστικών.

3.5.5. Γωνία Κάστερ

Για να υπάρχει ισχυρή τάση επαναφοράς των τροχών στην ευθύγραμμη πορεία μετά από στροφή, μόλις ο οδηγός πάψει να ενεργεί στο τιμόνι, δίνεται από τον κατασκευαστή και μία επιπλέον διαμήκης κλίση στον πείρο, που ονομάζεται γωνία Κάστερ.

Η **γωνία Κάστερ ή κατά μήκος κλίση του πείρου** *(Σχ. 3.37)* βρίσκεται σε επίπεδο παράλληλο με τον κατά μήκος άξονα του αυτοκινήτου και είναι η γωνία, που σχηματίζεται από την προέκταση του άξονα του πείρου και την κατακόρυφο, που περνά από το μέσον του πείρου, αν παρατηρήσουμε το αυτοκίνητο από το πλαϊνό του μέρος.

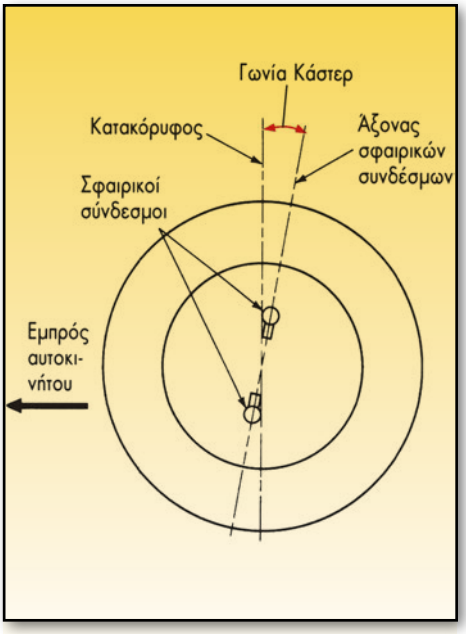
Εναλλακτικά, σε περίπτωση ανεξάρτητης ανάρτησης με ψαλίδια, η γωνία Κάστερ είναι η γωνία, που σχηματίζεται από την προέκταση των σφαιρικών συνδέσμων των ψαλιδιών και της κατακορύφου, αν παρατηρήσουμε το αυτοκίνητο από το πλαϊνό του μέρος *(Σχ.3.38)*.



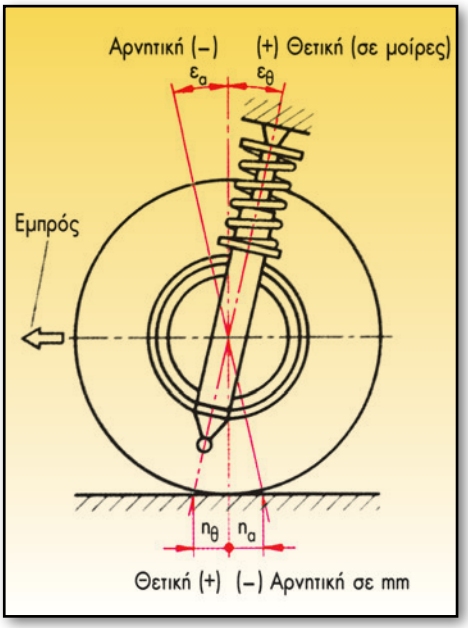
Σχ.3.37 Η γωνία Κάστερ.
(α) Θετική (β) Μηδενική (γ) Αρνητική

Στην περίπτωση ανάρτησης με γόνατα Μακ-Φέρσον, η γωνία Κάστερ είναι η γωνία, που σχηματίζεται μεταξύ της νοητής αξονικής γραμμής γόνατου-αμορτισέρ και της αντίστοιχης κατακόρυφης ($ε_α$, $ε_θ$) *(Σχ.3.39)*.

Η γωνία Κάστερ είναι, συνήθως, θετική ($ε_θ$), και έχει τιμή από 1 έως 3 μοίρες και θεωρείται ως τέτοια (θετική), αν, παρατηρώντας, όπως είπαμε, το αυτοκίνητο από το πλαϊνό του μέρος, η προέκταση του άξονα του πείρου συναντά το οδόστρωμα εμπρός από το ίχνος του κατακόρυφου άξονα του τροχού στο οδόστρωμα ($n_θ$) *(Σχ.3.39) [βλ. και Σχ.3.37(α) και Σχ.3.38].* Έτσι, δημιουργείται, τόσο από τη δύναμη ώθησης προς τα εμπρός, όσο και από την αντίδραση του οδοστρώματος προς τα οπίσω, ένα ζευγάρι δυνάμεων επαναφοράς των τροχών στην ευθύγραμμη



Σχ.3.38 Θετική γωνία Κάστερ σε ανεξάρτητη ανάρτηση με σφαιρικούς συνδέσμους.

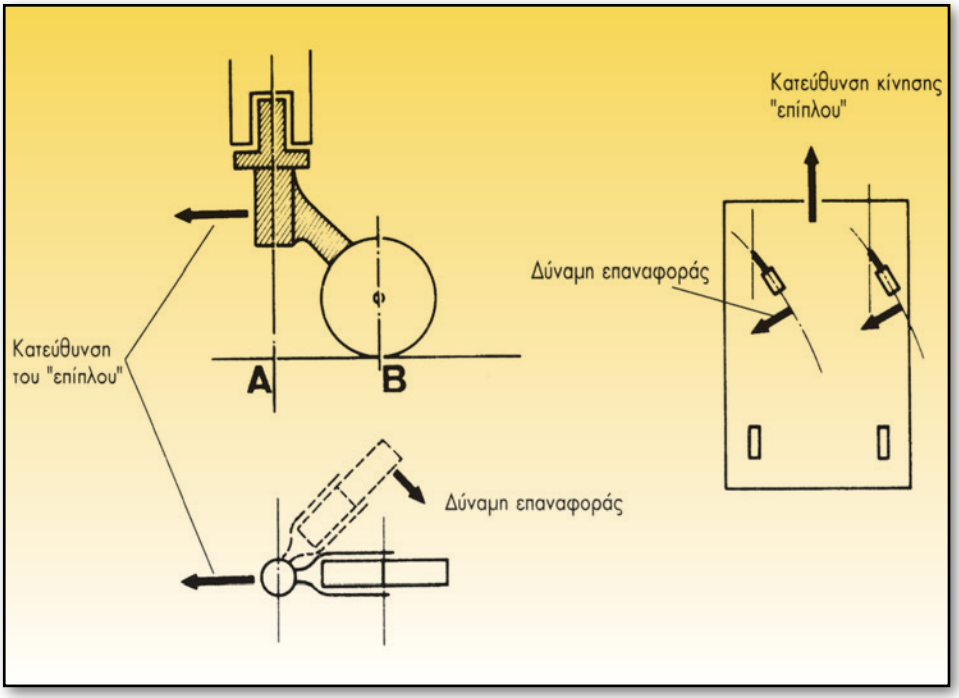


Σχ.3.39 Η γωνία Κάστερ σε σύστημα ανάρτησης Μακ-Φέρσον.

πορεία, που είναι, μάλιστα, και ανάλογο προς την ταχύτητα του οχήματος. Στην περίπτωση που η γωνία είναι αρνητική, τότε το σημείο προέκτασης του πείρου με το οδόστρωμα γίνεται πίσω από το ίχνος του τροχού.

Η γωνία Κάστερ είναι εκείνη που επιτρέπει την κίνηση των τροχίσκων προς οποιαδήποτε κατεύθυνση, ακόμη και αν ωθηθούν τα «έπιπλα», που έχουν τροχίσκους «κάστερ» *(Σχ.3.40).*

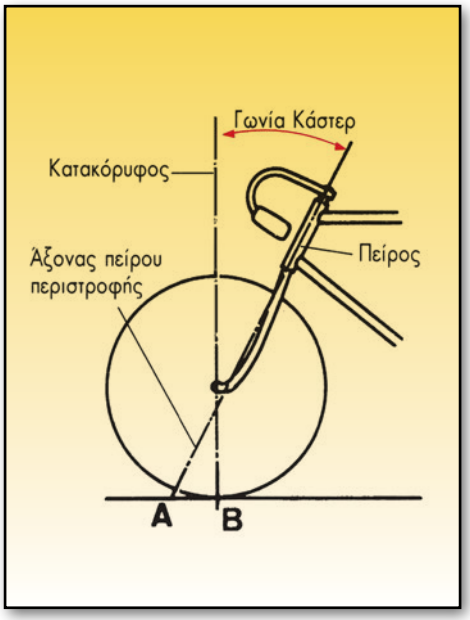
Η γωνία Κάστερ είναι, επίσης, αυτή που επαναφέρει και διατηρεί στην ευθύγραμμη πορεία τον πρόσθιο τροχό του ποδηλάτου *(Σχ.3.41),* αν αφήσουμε το τιμόνι του ελεύθερο. Πράγματι, εάν παρατηρήσουμε τον σκελετό ενός ποδηλάτου, θα διαπιστώσουμε, ότι κατά την περιστροφή του τιμονιού, ο σκελετός ανασηκώνεται. Κάτω από το



Σχ.3.40 Επίδραση της γωνίας Κάστερ σε τροχούς ‘‘επίπλων’’.

βάρος, όμως, του ποδηλάτη και του ποδηλάτου, εφόσον αφήσουμε ελεύθερο το τιμόνι, ο σκελετός τείνει να κατέβει στην κατώτατη θέση του, στην οποία, τελικά, έρχεται, όταν το τιμόνι βρίσκεται στην ευθύγραμμη εμπρός θέση. Το ίδιο συμβαίνει και με το αυτοκίνητο.

Πέρα από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, η θετική γωνία Κάστερ βελτιώνει την κατευθυντικότητα και σταθερότητα του οχήματος, όταν αυτό ακολουθεί ευθεία πορεία.



Σχ.3.41 Η γωνία Κάστερ σε ποδήλατο.

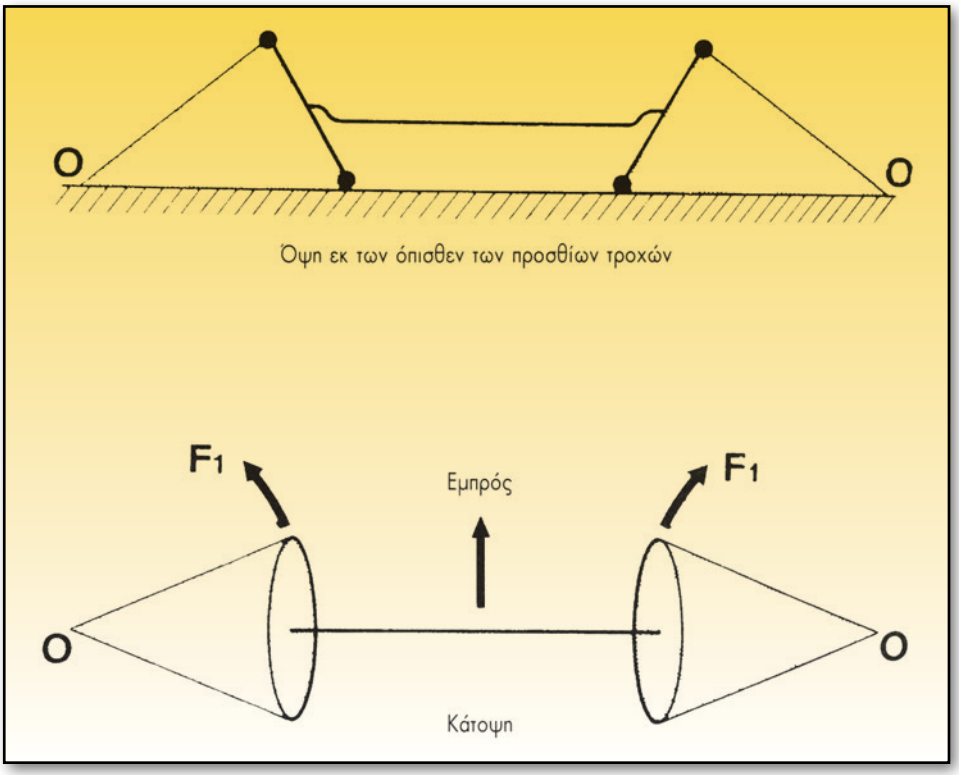
3.5.6. Σύγκλιση των τροχών

Επειδή υπάρχει μία απόσταση μεταξύ του άξονα επιπέδου συμμετρίας τροχού και του άξονα του πείρου, και επειδή, αναπόφευκτα, το όλο σύστημα έχει κάποια ελαστικότητα, όσο ισχυρός και αν είναι ο πρόσθιος άξονας, οι πρόσθιοι τροχοί έχουν την τάση να ανοίγουν προς τα έξω κατά την πορεία, ειδικά όταν υπάρχει θετική γωνία Κάμπερ, σε αυτοκίνητο με οπίσθια κίνηση. Επίσης, γενικότερα, όταν δημιουργείται στο σύστημα ακτίνα κύλισης θετική, συμβαίνει το ίδιο φαινόμενο. Να σημειωθεί εδώ, ότι σε περίπτωση έντονης γωνίας Κάμπερ, οι τροχοί κινούνται σαν κώνοι, με κέντρα κύλισης τις κορυφές των κώνων Ο και Ο και έχουν μία τάση απόκλισης, κατά τις διευθύνσεις F_1 *(Σχ.3.42),* με αποτέλεσμα να καταπονούνται τα μέρη του συστήματος διεύθυνσης και να φθείρονται τα ελαστικά των τροχών. Για να αντιμετωπισθεί αυτό το πρόβλημα, οι κατασκευαστές δίνουν για τα οπισθοκίνητα οχήματα, εξ αρχής, μία μικρή σύγκλιση στους πρόσθιους τροχούς και στο εμπρόσθιο μέρος τους, ενώ για οχήματα με πρόσθια κίνηση, γίνεται, συνήθως, το αντίθετο. Να σημειώσουμε εδώ, ότι σε ευθεία πορεία του αυτοκινήτου, οι τροχοί πρέπει να είναι παράλληλοι.

Στο Σχ. 3.43 φαίνεται η σύγκλιση των πρόσθιων τροχών σε αυτοκίνητο με κίνηση η οποία δίνεται στους οπίσθιους τροχούς του. Σε περίπτωση σύγκλισης, οι νοητοί άξονες συμμετρίας των τροχών, εάν προεκταθούν, συναντώνται αρκετά μακριά, αλλά, πάντως, στο εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου.

Η γωνία ε/2, στο Σχ.3.43, που πρέπει να είναι ακριβώς ίδια, δεξιά και αριστερά, είναι η γωνία, κατά την οποία πρέπει να έχει ρυθμιστεί η στροφή κάθε τροχού, για να δημιουργηθεί η απαιτούμενη σύγκλιση.

Η διαφορά απόστασης του εμπρός και οπίσθιου μέρους των δύο πρόσθιων



Σχ.3.42 Αποτέλεσμα της θετικής γωνίας Κάμπερ είναι η κωνική κύλιση των τροχών και η τάση απόκλισής τους.

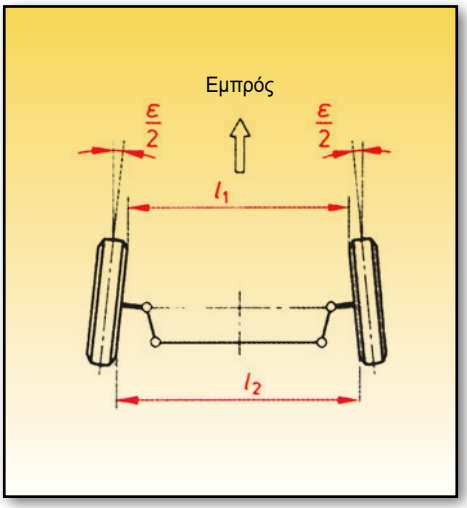
τροχών $\Sigma = 0 0_2 - \ell_1$, δίνει το μέτρο της σύγκλισης των τροχών. Οι μετρήσεις γίνονται, αντιδιαμετρικά, στα χείλη που έχουν οι ζάντες και στο ύψος των ακραξονίων των τροχών *(Σχ.3.44)*, ενώ η διαφορά από την πιο πάνω σχέση είναι λίγα χιλιοστά του μέτρου. Εναλλακτικά, πάντως, μπορούν να δοθούν οι γωνίες ε/2 και σε μοίρες.

Όταν $\ell_2 - \ell_1 > 0$, τότε υπάρχει σύγκλιση των τροχών, ενώ όταν $\ell_2 - \ell_1 < 0$, υπάρχει απόκλισή τους. Τέλος, όταν $\ell_2 - \ell_1 = 0$, τότε η σύγκλιση των τροχών είναι μηδέν (μηδενική).

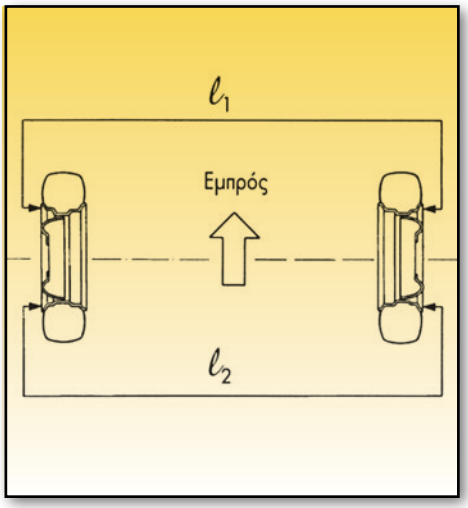
Η σωστή σύγκλιση των τροχών βελτιώνει την ισορροπία κίνησης του αυτοκινήτου και μειώνει τη φθορά των ελαστικών.

Σε αρκετές σύγχρονες κατασκευές αυτοκινήτων, εκτός από τη ρύθμιση της σύγκλισης στους πρόσθιους τροχούς, ρυθμίζεται, ανάλογα βέβαια με την κατασκευή, και η σύγκλιση ή η απόκλιση των οπίσθιων τροχών.

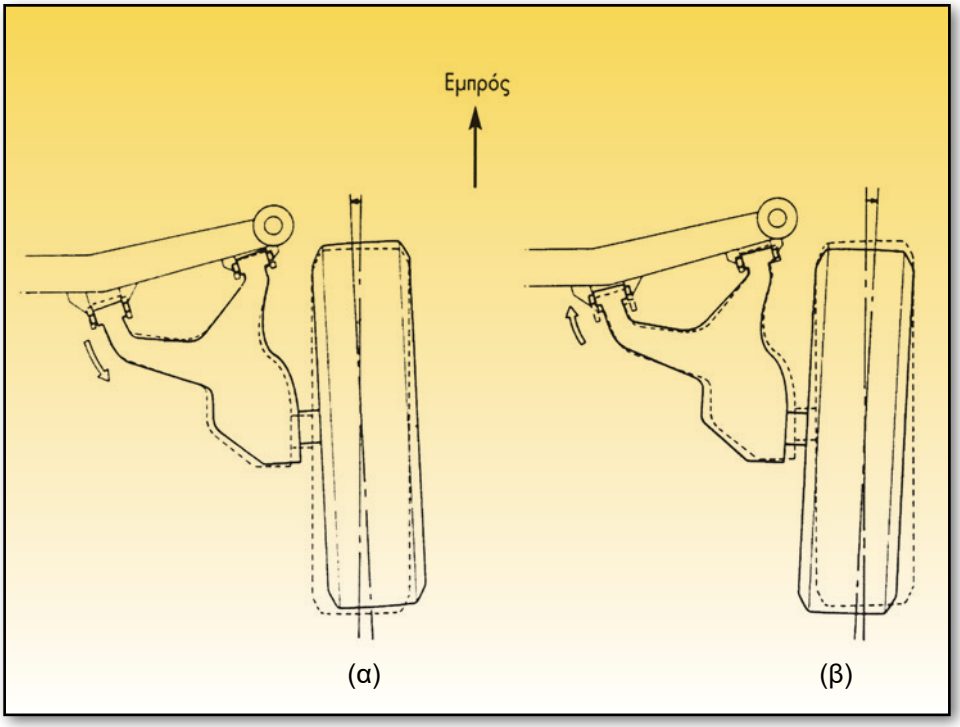
Στο Σχ.3.45 φαίνεται η ρύθμιση της σύγκλισης σε οπίσθιους τροχούς (α), της απόκλισης στους ίδιους τροχούς (β), ενώ στο Σχ.3.46 φαίνεται το σημείο από το οποίο υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της σύγκλισης/απόκλισης σε ανεξάρτητη ανάρτηση με υστερούντες βραχίονες οπίσθιων τροχών.



Σχ.3.43 Σύγκλιση των προσθίων διευθυντηρίων τροχών.



Σχ.3.44 Σημεία μέτρησης της σύγκλισης.



Σχ.3.45 Ρύθμιση της σύγκλισης - απόκλισης σε οπίσθιους τροχούς.
(α) Ρύθμιση της σύγκλισης. (β) Ρύθμιση της απόκλισης.

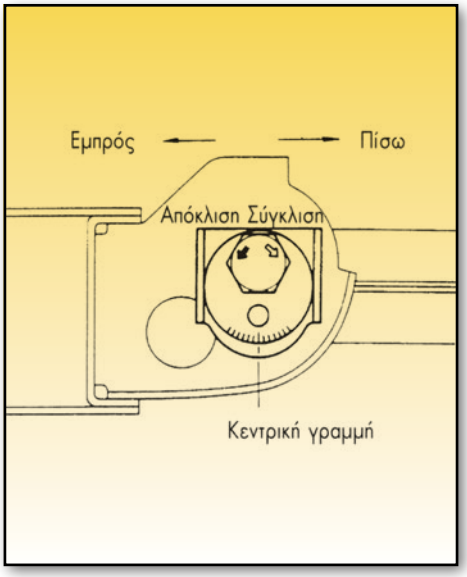
Ευθυγράμμιση του συστήματος διεύθυνσης

Με τον όρο ευθυγράμμιση, εννοούμε τη διαδικασία εκείνη, κατά την οποία ελέγχονται και ρυθμίζονται οι γωνίες Κάμπερ, Κάστερ, Κλίση του πείρου ή των σφαιρικών συνδέσμων, Σύγκλιση/απόκλιση των εμπροσθίων ή/και οπισθίων τροχών, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.
Η εργασία αυτή απαιτεί εμπειρία, σχολαστικότητα και γίνεται με ειδικό εξοπλισμό από εξειδικευμένο τεχνίτη.

3.6. Βλάβες - Φθορές - Συντήρηση

3.6.1. Ανεύρεση βλάβης

Για να διαπιστωθούν ανωμαλίες στη λειτουργία του συστήματος διεύθυνσης, το αυτοκίνητο δοκιμάζεται με πορεία σε ομαλό δρόμο και με διαφορετικές ταχύτητες, αρχίζοντας από τις χαμηλές προς τις υψηλότερες. Οι πιο συνηθισμένες από αυτές τις ανωμαλίες είναι:



Σχ.3.46 Σημείο ρύθμισης της σύγκλισης - απόκλισης σε υστερούντες βραχίονες οπίσθιων τροχών.

1. Το τιμόνι να είναι «βαρύ».

Πιθανά αίτια:

- Πολύ χαμηλή πίεση αέρα ελαστικών.
- Έλλειψη λιπαντικού στην πυξίδα και στους λιπαινόμενους σφαιρικούς συνδέσμους (εάν υπάρχουν σημεία λίπανσης).
- Τα ρουλεμάν του άξονα μέσα στην πυξίδα είναι πολύ σφιγμένα.
- Ο άξονας του τιμονιού έχει στρεβλωθεί.

2. Το τιμόνι να είναι πολύ «ελαφρύ».

Πιθανά αίτια:

- Ο μηχανισμός της πυξίδας ή της κρεμαγιέρας είναι πολύ φθαρμένος.
- Τα ρουλεμάν του άξονα που στηρίζουν τον ατέρμονα, είναι πολύ χαλαρά ή πολύ φθαρμένα.
- Ελεύθερες κινήσεις («μπόσικα») ανάμεσα στο βραχίονα της πυξίδας (δάκτυλο) και τον άξονά του.
- Φθαρμένα ρουλεμάν πλήμνης τροχών.
- Φθαρμένοι ή πολύ χαλαροί σφαιρικοί σύνδεσμοι.

3. Το όχημα να παρουσιάζει αστάθεια οδήγησης, να στρέφεται, δηλαδή, συνεχώς προς τη μία πλευρά ή να στρέφεται άλλοτε προς τη μία και άλλοτε προς την άλλη πλευρά, παρά τη θέληση του οδηγού.

Πιθανά αίτια:

- Αντικανονική πίεση αέρα στα ελαστικά.
- Εσφαλμένη σύγκλιση τροχών.
- Ανομοιόμορφη γωνία Κάμπερ και Κάστερ μεταξύ δεξιών και αριστερών τροχών.
- Χαλαρά ρουλεμάν στις πλήμνες των τροχών.
- Φθαρμένοι σφαιρικοί σύνδεσμοι.
- Τριβείς φθαρμένου πείρου, αν αυτός υπάρχει στο σύστημα.
- Φθορά πυξίδας ή κρεμαγιέρας.
- Άνιση δύναμη στα ελατήρια ανάρτησης ή άλλη φθορά στην ίδια την ανάρτηση.
- Αζυγοστάθμιστοι τροχοί.

4. Οι τροχοί να παρουσιάζουν «κοσκίνισμα».

Πιθανά αίτια:

- Φθαρμένοι σφαιρικοί σύνδεσμοι, πείροι ή φθαρμένα τα έδρανά τους.
- Χαλασμένα αμορτισέρ.
- Υπερβολική πίεση αέρα στα ελαστικά.
- Χαλαρά ρουλεμάν πλήμνης (μουαγιέ).
- Χαλάρωση ακρόμπαρων.
- Αζυγοστάθμιστοι τροχοί.

5. Ανισομερής φθορά ελαστικών

Πιθανά αίτια:

- Αντικανονικές γωνίες Κάμπερ ή Κάστερ.
- Αντικανονική σύγκλιση ή απόκλιση τροχών.
- Αντικανονική πίεση αέρα ελαστικών.
- Χαλαρά ρουλεμάν πλήμνης τροχών.

3.6.2. Ρυθμίσεις

Οι γωνίες Κάμπερ και Κάστερ σε άλλα αυτοκίνητα είναι ρυθμιζόμενες, ενώ σε άλλα δεν είναι.

Πάντως, σε όσα αυτοκίνητα είναι δυνατή η ρύθμιση αυτή, πρέπει να γίνει με εξοπλισμό ευθυγράμμισης, σύμφωνα πάντοτε με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η κλίση των σφαιρικών συνδέσμων σε οχήματα που διαθέτουν πρόσθια ανεξάρτητη ανάρτηση με βραχίονες, είναι δυνατόν να ρυθμιστεί. Έτσι, αν η κλίση αυτή μετρηθεί και βρεθεί έξω από τα κανονικά όρια της, σημαίνει ότι κάποιο εξάρτημα της πρόσθιας ανάρτησης έχει στρεβλωθεί και πρέπει να αντικατασταθεί. Το ίδιο ισχύει και για τα οχήματα με μη ρυθμιζόμενες γωνίες Κάμπερ και Κάστερ.

- **Προσοχή:** Δεν επιτρέπεται για κανένα λόγο, η επαναφορά οποιουδήποτε τμήματος του συστήματος διεύθυνσης που στεβλώθηκε, ή η παραμόρφωση κάποιου άλλου με την ελπίδα πιθανής αποκατάστασης της βλάβης στο σύστημα, γιατί υπάρχει κίνδυνος σπασίματος, κατά τη λειτουργία του, με καταστρεπτικά αποτελέσματα για το όχημα και τον οδηγό.

Η σύγκλιση των τροχών ρυθμίζεται με αυξομείωση του μήκους της μίας ή και των δύο συνδετικών ράβδων (ή των ακρόμπαρων) του συστήματος, οι οποίες έχουν στα άκρα τους αντίθετα σπειρώματα και ασφαλιστικά παξιμάδια.

3.6.3. Συντήρηση

Η συντήρηση του συστήματος διεύθυνσης γίνεται με οπτική επιθεώρηση όλων των μερών του για να διαπιστωθεί, ότι οι κοχλίες και τα περικόχλια

(παξιμάδια) είναι καλά σφιγμένα, ότι κανένας βραχίονας ή ράβδος δεν είναι στρεβλωμένη και ότι οι σφαιρικοί σύνδεσμοι («μπαλάκια») δεν έχουν ελεύθερες κινήσεις (τζόγους) πέρα από τις κανονικές.
Την πυξίδα την επιθεωρούμε για ύπαρξη κανονικής στάθμης λιπαντικού και για συμπλήρωση, εάν απαιτείται. Την κρεμαγιέρα την επιθεωρούμε για παρουσία λιπαντικού και για λίπανση, κατά διαστήματα, όπως προβλέπει ο κατασκευαστής. Εάν υπάρχει υδραυλική υποβοήθηση στο σύστημα, γίνεται επιθεώρηση, κατά τακτά διαστήματα, για την παρουσία κανονικής στάθμης λαδιού.

3.7. Ανακεφαλαίωση

- Το σύστημα διεύθυνσης είναι ένα συγκρότημα μηχανισμών, με το οποίο ο οδηγός κατευθύνει το αυτοκίνητο εκεί, όπου αυτός επιθυμεί.
- Ανάλογα με τη θέση των διευθυντήριων τροχών, υπάρχουν συστήματα με διευθυντήριους, είτε τους πρόσθιους τροχούς, είτε τους οπίσθιους, και αυτοκίνητα με διεύθυνση και στους τέσσερις τροχούς.
- Ανάλογα με την προέλευση της δύναμης περιστροφής του τιμονιού, διαμορφώνονται χειροκίνητα συστήματα διεύθυνσης, συστήματα με υποβοήθηση, συστήματα με ανεξάρτητη ενέργεια και συστήματα για διεύθυνση ρυμουλκούμενου οχήματος.
- Τα κύρια μέρη που αποτελούν ένα τυπικό σύστημα διεύθυνσης, περιλαμβάνουν το τιμόνι, τον άξονα διεύθυνσης, τον μηχανισμό διεύθυνσης (πυξίδα ή κρεμαγιέρα) και την κινηματική αλυσίδα (βραχίονες-ράβδους), για τη σύνδεση του μηχανισμού διεύθυνσης με τους διευθυντήριους τροχούς. Η κρεμαγιέρα προτιμάται σε μικρά αυτοκίνητα, λόγω της απλούστερης σχετικά κατασκευής, αλλά και της αμεσότερης και ακριβέστερης διεύθυνσης που παρέχει.
- Για την ανετότερη οδήγηση, είτε σε μεγάλα, είτε σε μικρά αυτοκίνητα, χρησιμοποιείται σύστημα με υδραυλική υποβοήθηση του τιμονιού. Αυτή επιτρέπει στον οδηγό να έχει μία πιο άνετη και λιγότερο κοπιώδη οδήγηση, αλλά και καλύτερο έλεγχο της πορείας του αυτοκινήτου.
- Για να στρίβει σωστά το όχημα και να κυλιόνται ομαλά οι τροχοί του, χωρίς να εμφανίζονται ολισθήσεις, χρησιμοποιείται ένας μηχανισμός στο σύστημα διεύθυνσης, που ονομάζεται «τετράπλευρο του Άκερμαν». Αυτός έχει συγκεκριμένη γεωμετρία και επιτρέπει σε όλους τους τροχούς, ενώ διαγράφουν διαφορετικές περιφέρειες κύκλων, να έχουν ένα κοινό κέντρο περιστροφής. Έτσι, ο εσωτερικός πρόσθιος διευθυντήριος τροχός στρέφεται περισσότερο από τον εξωτερικό, με αποτέλεσμα η κίνηση του αυτοκινήτου να γίνεται ομαλά και χωρίς ολισθήσεις, που θα συνεπάγονταν απρόβλεπτες καταστάσεις σε επίπεδο ασφάλειας.
- Για να κινούνται οι τροχοί, τόσο στην ευθύγραμμη πορεία, όσο και στις στροφές, με ευστάθεια, σταθερότητα και χωρίς ολισθήσεις, αλλά και για να αντιμετωπίζονται, αποτελε-

σματικά, οι όποιες επιπτώσεις από εμπόδια κ.λπ., οι τροχοί κατασκευάζονται έτσι, ώστε να έχουν τις κατάλληλες κλίσεις. Δημιουργούνται δηλαδή γωνίες, όπως η Κάστερ, η Κάμπερ, η κλίση του πείρου, ή κλίση των σφαιρικών συνδέσμων σε ανεξάρτητη ανάρτηση, ή ακόμα η κλίση του γονάτου σε ανάρτηση Μακ-Φέρσον.

- Η σύγκλιση των τροχών, επίσης, ρυθμίζεται έτσι, ώστε να έχουμε ισορροπία κίνησης, μικρότερη καταπόνηση των μερών του συστήματος διεύθυνσης και μικρότερη φθορά των ελαστικών.

3.8 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποιος είναι ο βασικός προορισμός του συστήματος διεύθυνσης ενός αυτοκινήτου;
2. Ποια είναι τα κύρια μέρη του συστήματος διεύθυνσης;
3. Με ποιους μηχανισμούς μειώνεται η καταπόνηση του οδηγού κατά την οδήγηση και πώς αυτό επιτυγχάνεται;
4. Τι είναι το σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση και ποια τα κύρια μέρη του;
5. Τι είναι το τετράπλευρο Άκερμαν και πώς λειτουργεί;
6. Ποια ονομάζεται γωνία Κάμπερ και ποιος ο σκοπός της;
7. Ποια ονομάζεται γωνία Κάστερ και τι σκοπό εξυπηρετεί;
8. Ποια ονομάζεται εγκάρσια κλίση του πείρου ή κλίση των σφαιρικών συνδέσμων και σε τι χρησιμεύει;
9. Τι είναι η σύγκλιση ή η απόκλιση των πρόσθιων ή οπίσθιων τροχών και τι εξυπηρετεί;
10. Τι περιλαμβάνει η συντήρηση του συστήματος διεύθυνσης ενός οχήματος;
11. Ποιες είναι οι συνηθέστερες τυπικές βλάβες του συστήματος διεύθυνσης ενός αυτοκινήτου;

12. Πού μπορεί να οφείλεται η ανισομερής φθορά των ελαστικών ενός οχήματος;

13. Εξηγήστε πώς υπολογίζεται η περιεχόμενη (περιλαμβανόμενη) γωνία (C-P) με θετική ή αρνητική γωνία Κάμπερ.

14. **Ατομική εργασία**
Να συλλέξετε και να καταγράψετε στο τετράδιό σας, πληροφορίες από Service Manuals, Workshop Manuals ή Technical Datas, για το οικογενειακό αυτοκίνητό σας ή για τα αυτοκίνητα του «εργαστηρίου αυτοκινήτων» του σχολείου σας, σχετικά με τις προδιαγραφές των γωνιών του συστήματος διεύθυνσης, δηλαδή των γωνιών Κάμπερ, Κάστερ, περιεχόμενης γωνίας (C-P), κλίσης των σφαιρικών συνδέσμων, σύγκλισης/απόκλισης των πρόσθιων και οπίσθιων τροχών.

15. **Ατομική εργασία**
Μετά από την εκτέλεση των ασκήσεων των σχετικών με το σύστημα διεύθυνσης στο χώρο του «εργαστηρίου αυτοκινήτων», να γίνει λεπτομερής γραπτή περιγραφή για τον τρόπο ρύθμισης της σύγκλισης/απόκλισης των πρόσθιων και οπίσθιων τροχών, όπως επίσης και για τον τρόπο ρύθμισης των γωνιών Κάμπερ, Κάστερ και περιεχόμενης γωνίας (C-P) (με χρήση προδιαγραφής κλίσης των σφαιρικών συνδέσμων), αν βέβαια αυτές ρυθμίζονται.

16. **Ατομική εργασία**
Να αναφερθεί λεπτομερειακά ο εξοπλισμός που απαιτείται για την παραπάνω υπ' αριθμ.15 εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Σύστημα Ανάρτησης

- Σκοπός του συστήματος ανάρτησης
- Βασικά είδη συστημάτων ανάρτησης
- Ελατήρια
- Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (αμορτισέρ)
- Ελαστικά μέρη ανάρτησης και «σινεμπλόκ» ή «σάϊλεντ μπλοκ» (Silent block)
- Ανεξάρτητη ανάρτηση με βραχίονες (Ψαλίδια)
- Ανεξάρτητη πρόσθια ανάρτηση με γόνατα Μακ Φέρσον (Mac-Pherson)
- Σφαιρικοί σύνδεσμοι
- Ανεξάρτητη ανάρτηση στους οπίσθιους τροχούς
- Υδροπνευματική ανάρτηση
- Ανάρτηση με αεροελατήρια (αερόσουστες)
- Συστήματα ρύθμισης ύψους αυτοκινήτου και αυτόματης οριζοντίωσης
- Φθορές - Βλάβες - Συντήρηση - Έλεγχος - Ρυθμίσεις
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική Εργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

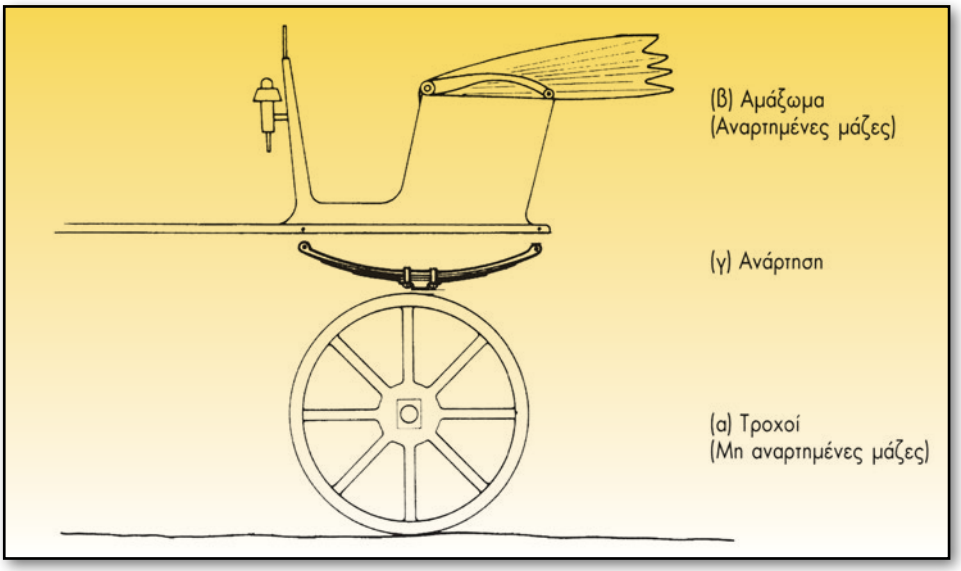
Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ορίζουν το σύστημα ανάρτησης των αυτοκινήτων οχημάτων.
- Να διακρίνουν με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, πραγματικών κατασκευών κ.λπ.) και να αναφέρουν τα βασικά είδη συστημάτων ανάρτησης των αυτοκινήτων.
- Να διακρίνουν μέσα από σχέδια, εικόνες ή πραγματικές κατασκευές και να περιγράφουν τα κύρια μέρη ενός τέτοιου συστήματος.
- Να αναφέρουν τα είδη των ελατηρίων και να προσδιορίζουν τον τρόπο λειτουργίας τους σε ένα σύστημα ανάρτησης αυτοκινήτου.
- Να αξιολογούν τη σημασία και να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας ενός ελατηρίου, σε συνδυασμό με τον αποσβεστήρα ταλάντωσης (αμορτισέρ).
- Να αναφέρουν τα μέρη και να περιγράφουν, μέσα από λειτουργικά ή κατασκευαστικά σχέδια, τη λειτουργία ενός συστήματος ανεξάρτητης ανάρτησης με ψαλίδια και γόνατα Μακ - Φέρσον.
- Να μπορούν να συσχετίζουν τις βλάβες, γενικά, του συστήματος ανάρτησης με τα πιθανά αίτια που τις προκαλούν.
- Να ακολουθούν τους τρόπους συντήρησης των διαφόρων αυτών συστημάτων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.

4.1. Σκοπός του συστήματος ανάρτησης

Όταν κινείται ένα όχημα, μεταφέρονται κραδασμοί (τραντάγματα) σ' αυτό, όσο ομαλός και αν είναι ο δρόμος. Ας φανταστούμε, λοιπόν, ένα αυτοκίνητο κινούμενο με άξονες, στερεωμένους απευθείας στο σώμα του. Θα κυλούσε μεν και θα προχωρούσε καλά σ' ένα λείο σαν γυαλί δρόμο χωρίς στροφές, όμως η παραμικρή ανωμαλία του δρόμου θα το τράνταζε σε μεγάλο βαθμό, με αποτέλεσμα, αφενός να έχανε πολύ εύκολα την επαφή του με το δρόμο και αφετέρου οι επιβάτες να υπέφεραν αφάνταστα, ενώ και το ίδιο το αυτοκίνητο θα καταστρεφόταν γρήγορα. Επίσης, σε μία στροφή με ανωμαλίες στο κατάστρωμα του δρόμου, το αυτοκίνητο αυτό θα «χοροπηδούσε» και θα «έφευγε», σχεδόν αμέσως, έξω από το δρόμο.



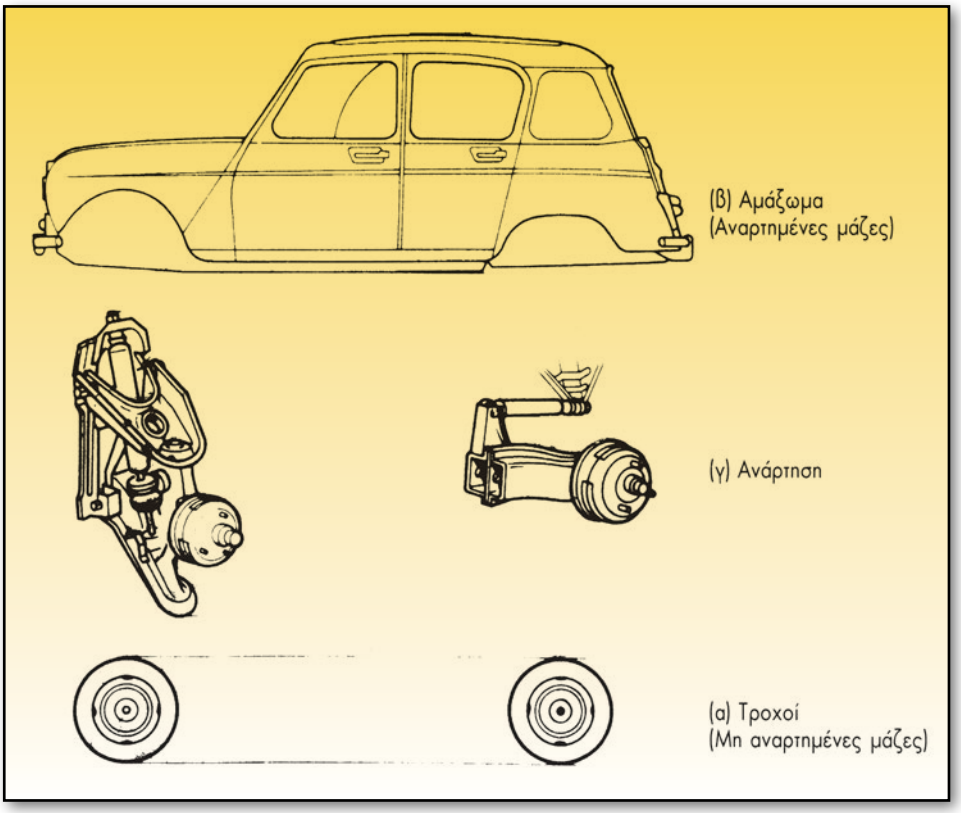
Σχ.4.1 Σύστημα ανάρτησης σε άμαξα.
(α) Τροχοί (μη αναρτημένες μάζες). (β) Αμάξωμα (αναρτημένες μάζες).
(γ) Ελαστικός σύνδεσμος - ανάρτηση (ελατήριο).

Έτσι, ήδη από την εποχή των ιππήλατων αμαξών είχε γίνει αντιληπτό, ότι ήταν απαραίτητο να παρεμβληθεί ανάμεσα στους τροχούς και το αμάξωμα, ένα **είδος ελαστικού συνδέσμου**, που θα εξασφάλιζε, αφενός, τέλεια συνοχή (σύνδεση) αμαξώματος και τροχών και αφετέρου, να «απομονώνει» το αμάξωμα από τους κραδασμούς (τραντάγματα), που προέρχονται από τις διάφορες ανωμαλίες του δρόμου.
Ο ελαστικός αυτός σύνδεσμος ονομάστηκε **ανάρτηση**.
Οι μάζες του αυτοκινήτου, με την παρεμβολή του ελαστικού αυτού συνδέσμου (ανάρτησης), χωρίζονται σε δύο ομάδες:

α) Τις μάζες, που υπόκεινται άμεσα στους κραδασμούς, όπως είναι οι τροχοί και τα εξαρτήματα που συνδέονται σταθερά μαζί τους, δηλαδή οι άξονες του διαφορικού, τα τύμπανα των τροχών, οι δίσκοι πέδησης, κ.λπ., και που ονομάζονται μη αναρτημένες μάζες (Α) και

β) Τις μάζες, που συνδέονται με τους τροχούς μέσω του ελαστικού συνδέσμου (ανάρτησης), όπως είναι το πλαίσιο, το αμάξωμα, η μηχανή, το κιβώτιο ταχυτήτων, οι επιβάτες, τα φορτία κ.λπ., και που ονομάζονται αναρτημένες μάζες (Β).

Έτσι, όσο μικρότερος είναι ο λόγος των μαζών Α/Β, τόσο πιο αποτελεσματικά λειτουργεί η ανάρτηση και είναι καλύτερη η απόσβεση των κραδασμών-τραντάγματων και τόσο καλύτερο είναι το «κράτημα» του αυτοκινήτου στο δρόμο.
Στο Σχ.4.1 φαίνονται σε ιππήλατη άμαξα: (α) Οι τροχοί (μη αναρτημένες μάζες), (β) Το αμάξωμα (αναρτημένες μάζες) και (γ) Ο ελαστικός σύνδεσμος (ελλειπτική σούστα) που παρεμβάλλεται μεταξύ των (α) και (β).

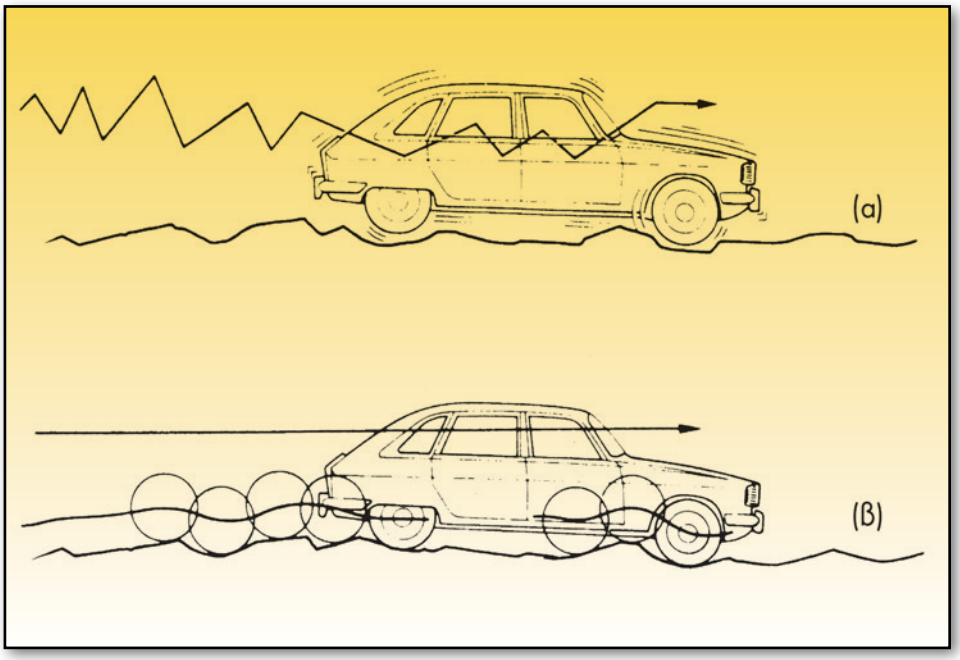


Σχ.4.2 Σύστημα ανάρτησης σε αυτοκίνητο.
(α) Τροχοί (μη αναρτημένες μάζες). (β) Αμάξωμα (αναρτημένες μάζες). (γ) Ελαστικός σύνδεσμος (σύστημα ανάρτησης).

Στο Σχ.4.2 φαίνονται, αντίστοιχα, σε όχημα: (α) Οι τροχοί (μη αναρτημένες μάζες), (β) Το αμάξωμα (αναρτημένες μάζες) και (γ) Ο ελαστικός σύνδεσμος (σύστημα ανάρτησης).

Για να εξασφαλισθεί, λοιπόν, η αναγκαία ανάρτηση σε ένα όχημα, διαμορφώνεται το ονομαζόμενο «Σύστημα Ανάρτησης», το οποίο θεωρείται ότι εκπληρώνει τον προορισμό του, όταν:

1. Εξασφαλίζει άνεση στους επιβάτες και ασφάλεια στο φορτίο.
2. Περιορίζει την καταπόνηση των μερών του οχήματος από τους κραδασμούς-τραντάγματα και πραγματοποιεί την απόσβεση των ταλαντώσεων, που δημιουργούνται από τα ελατήρια της ανάρτησης.
3. Εξασφαλίζει, ταυτόχρονα, αφενός μεν συνεχή επαφή των τροχών με το δρόμο, και αφετέρου, ευστάθεια του οχήματος κατά την πορεία.
4. Συνδέει με ελαστικότητα αλλά και με ασφάλεια τις αναρτημένες με τις μη αναρτημένες μάζες και μεταδίδει από τις πρώτες στις δεύτερες και



Σχ. 4.3 (α) Όχημα με ελαττωματική ανάρτηση. (β) Όχημα με σωστή ανάρτηση.

αντίστροφα, όλες εκείνες τις δυνάμεις και αντιδράσεις, που δημιουργούνται κατά την κίνηση του οχήματος και, οι οποίες, γενικά, συνθέτουν τη στατική και δυναμική του κατάσταση, όπως π.χ. τις δυνάμεις του βάρους, της αδράνειας, της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης κ.λπ.

Στο Σχ.4.3(α) βλέπουμε τι θα συνέβαινε, εάν οι τροχοί ήσαν σταθερά και, ταυτόχρονα, «σκληρά» συνδεμένοι με το αμάξωμα: Όλες οι ανωμαλίες του εδάφους θα μεταφέρονταν με έντονα τραντάγματα στο αμάξωμα, στους επιβάτες και στο φορτίο. Στο Σχ.4.3(β) φαίνεται τι συμβαίνει, όταν υπάρχει σωστή ανάρτηση: Το όχημα κινείται χωρίς κραδασμούς, προσφέροντας άνεση και ασφάλεια στους επιβάτες.

Η ανάρτηση, γενικά, γίνεται με την παρεμβολή ενός συστήματος ελατηρίων ανάμεσα στις αναρτημένες και μη αναρτημένες μάζες. Επειδή, όμως, ακόμη και τα ελατήρια δημιουργούν ταλαντώσεις, στο ίδιο τους το σύστημα, περιλαμβάνονται, κατά κανόνα, και ειδικά εξαρτήματα απόσβεσης αυτών ακριβώς των ταλαντώσεων των ελατηρίων, που ονομάζονται αποσβεστήρες ταλαντώσεων ή αμορτισέρ.

Σημειώνεται, ότι στις μη αναρτημένες μάζες υπολογίζεται περίπου το 50% της μάζας των βραχιόνων ανάρτησης (ψαλιδιών κ.λπ.), των ελατηρίων ανάρτησης και των αποσβεστήρων ταλάντωσης, εφόσον όλα αυτά στο ένα άκρο τους συνδέονται στο πλαίσιο ή στο αμάξωμα.

4.2. Βασικά είδη συστημάτων ανάρτησης

Η ανάρτηση, όπως είπαμε, είναι ένας ελαστικός σύνδεσμος, που παρεμβάλλεται μεταξύ τροχών και πλαισίου ή αμαξώματος και επειδή δεν είναι δυνατό να στηριχθεί απευθείας επάνω στον τροχό, στηρίζεται επάνω στον άξονα του τροχού. Έτσι, η ανάρτηση που διαθέτει ένα αυτοκίνητο, συνδέεται άμεσα με το είδος των αξόνων, που χρησιμοποιούνται σ' αυτό.

Στα βαριά οχήματα (φορτηγά, λεωφορεία), όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι πρόσθιοι άξονες είναι ολόσωμοι, ενώ οι πρόσθιοι τροχοί στηρίζονται με τριβείς (ρουλεμάν) στα ακραξόνια, τα οποία - μέσω αρθρώσεων τύπου διχάλων ή γόμφων, όπως είδαμε στο Σχ.3.25 - συνδέονται με τους πρόσθιους ολόσωμους άξονες.

Οι οπίσθιοι άξονες αποτελούν και εκείνοι ολόσωμα κομμάτια, ενώ οι οπίσθιοι τροχοί στηρίζονται σταθερά, μέσω τριβέων, στα ημιαξόνια *(Σχ.4.5)*.

Όμως, στα επιβατικά αυτοκίνητα και στα ελαφρά φορτηγά, εδώ και πολλά χρόνια, ο πρόσθιος άξονας ακόμα και όταν είναι κινητήριος, δεν είναι πλέον ολόσωμος. Το ίδιο, ανάλογα βέβαια με την κατασκευή, μπορεί να συμβαίνει και στον οπίσθιο άξονα.

Οι σύγχρονες αναρτήσεις είναι, σχετικά, πολύπλοκα και «έξυπνα» συστήματα, που αποστολή έχουν να προσφέρουν άνεση και ασφάλεια στους επιβάτες μέσα από μια σωστή γεωμετρία του όλου συστήματος. Με τον όρο «γεωμετρία ανάρτησης», εννοούμε τη γεωμετρία με την οποία οι τροχοί εφάπτονται στο δρόμο και η οποία επηρεάζει, γενικότερα, την οδική συμπεριφορά του οχήματος και, πιο συγκεκριμένα, την αίσθηση και την απόκριση του συστήματος διεύθυνσης.

Από πλευράς ανάρτησης αξόνων, διακρίνουμε:

(α) Την ανάρτηση του πρόσθιου άξονα και
(β) Την ανάρτηση του οπίσθιου άξονα.

Από πλευράς ανεξαρτησίας των τροχών, διακρίνουμε:

(α) Τις ανεξάρτητες και
(β) Τις μη ανεξάρτητες αναρτήσεις.

Γενικά, όμως, τα βασικά είδη των συστημάτων διακρίνονται σε:

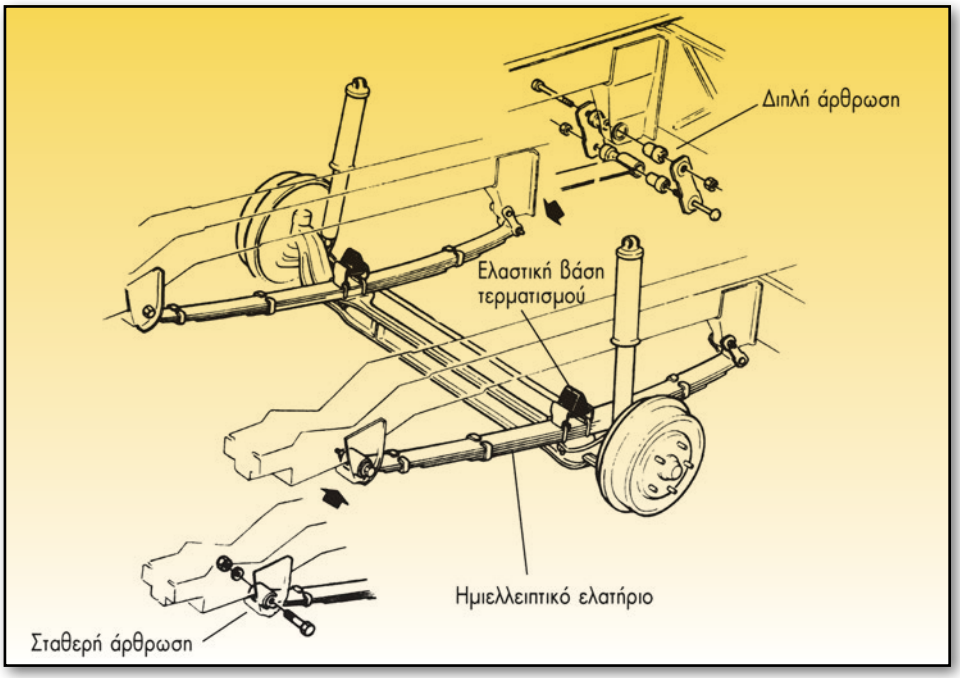
α) Συστήματα ανάρτησης με σταθερούς ή άκαμπτους άξονες.
β) Συστήματα ανάρτησης με ημιάκαμπτους άξονες.
γ) Συστήματα με ανεξάρτητη ανάρτηση τροχών.

4.2.1. Άκαμπτοι άξονες

Στο Σχ.4.4 παρουσιάζεται, παραστατικά, η περίπτωση πρόσθιου ολόσωμου άκαμπτου άξονα με ημιελλειπτικά ελατήρια, όπου οι δυνάμεις, κατά την επιτάχυνση και επιβράδυνση του οχήματος, μεταφέρονται μέσω των ημιελλειπτικών ελατηρίων και των εξαρτημάτων τους, όπως εξηγείται, λεπτομερώς, και παρακάτω.

Στο Σχ.4.5 παρουσιάζεται, παραστατικά, η περίπτωση οπίσθιου άκαμπτου άξονα με ημιελλειπτικά πεπλατυσμένα ελατήρια.

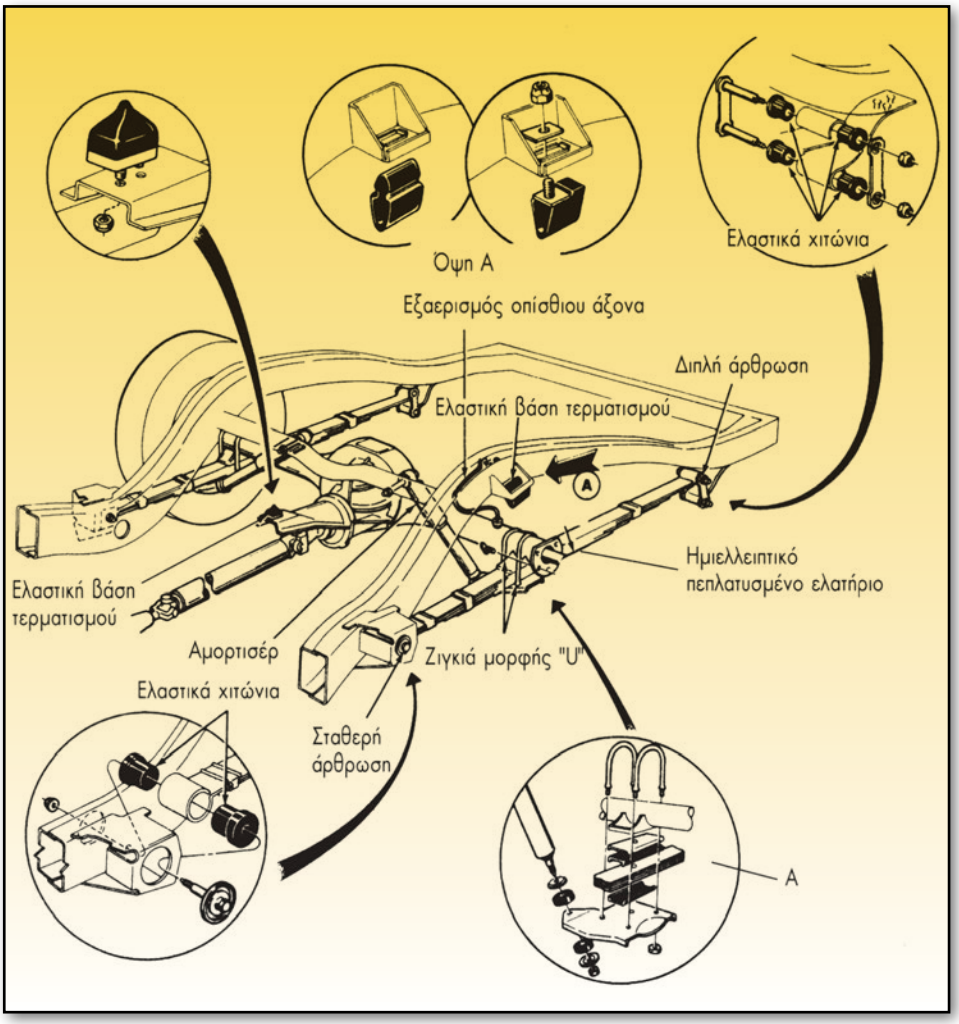
Στο Σχ.4.6 παρουσιάζεται, πάλι παραστατικά, η περίπτωση οπίσθιου άκαμπτου άξονα, αλλά με ελικοειδή ελατήρια. Παρατηρούμε, εδώ, ότι το τμήμα των μη αναρτημένων μαζών εί-



Σχ.4.4 Πρόσθιος ολόσωμος άκαμπτος άξονας με ημιελλειπτικά ελατήρια.

ναι μεγάλο, διότι περιλαμβάνει το όλο συγκρότημα του οπίσθιου άξονα μαζί με το διαφορικό. Στη συγκεκριμένη διάταξη, οι δυνάμεις κατά την επιτάχυνση και επιβράδυνση του οχήματος, μεταφέρονται μέσω των ειδικών βραχιόνων (άνω και κάτω διαμήκων βραχιόνων), ενώ η πλευρική ευστάθεια και ο έλεγχος των εγκάρσιων μετατοπίσεων ελέγχεται από μία εγκάρσια ράβδο που ονομάζεται ράβδος Πανάρ (Panhard) της οποίας τα άκρα συνδέονται, μέσω ελαστικών συνδέσμων, τόσο με τον οπίσθιο άκαμπτο άξονα όσο και με το αμάξωμα ή το πλαίσιο.

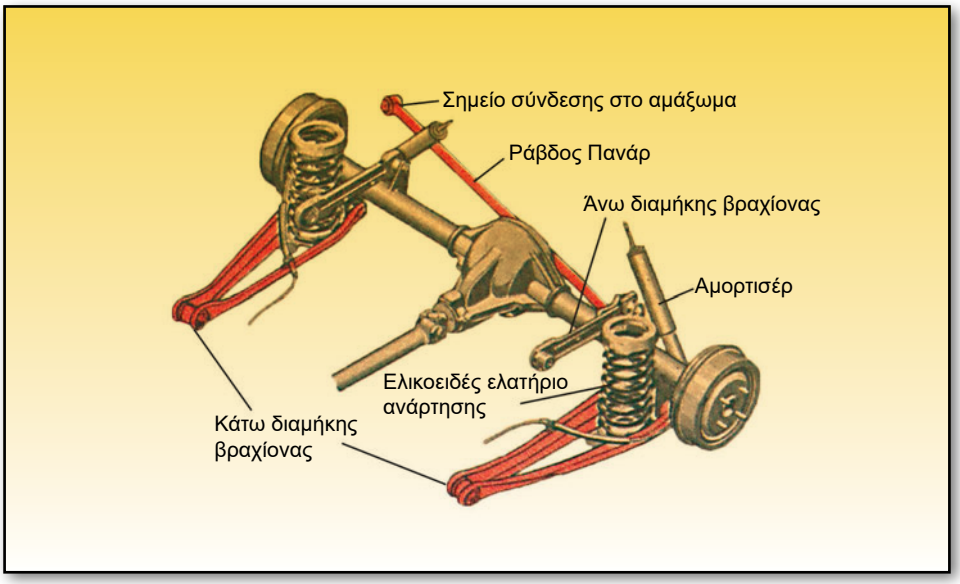
Στο Σχ.4.7 παρουσιάζεται η κλασσική σχεδίαση De Dion (Ντε Ντιόν), όπου ο οπίσθιος άκαμπτος άξονας De Dion περιλαμβάνει, ουσιαστικά, μία εγκάρσια συνδετική δοκό Ε («Νεκρός Άξονας»), η οποία συνδέεται με το αμάξωμα μέσω ημιελλειπτικών πεπλατυσμένων ελατηρίων, ενώ οι τροχοί δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Παρατηρείται, λοιπόν, ότι το διαφορικό Α, που είναι και το βαρύτερο μέρος του άξονα, είναι στερεωμένο στο αμάξωμα και η κίνηση στους τροχούς μεταφέρεται μέσω των αξόνων D και των δύο ημιαξονίων C, το κάθε ένα από τα οποία έχει δύο αρθρώσεις Β («σταυρούς»). Επιπλέον, υπάρχει και τηλεσκοπικός σύνδεσμος για την αυξομείωση του μήκους των ημιαξονίων, με αποτέλεσμα να γίνεται σημαντικά πιο ελαφριά η οπίσθια μη αναρτημένη μάζα.



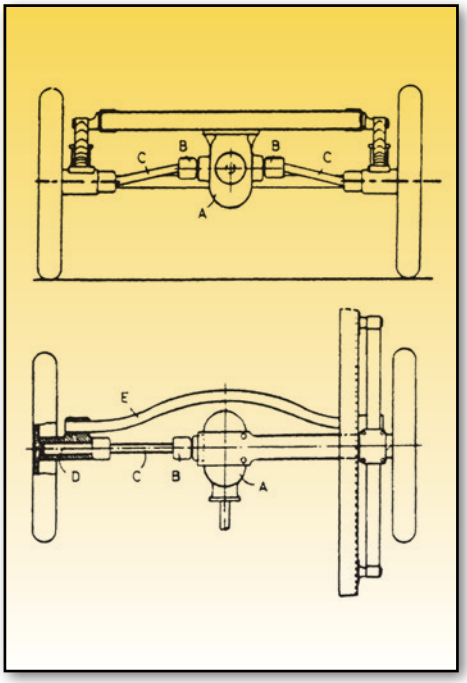
Σχ.4.5 Οπίσθιος άκαμπτος άξονας με ημιελλειπτικά πεπλατυσμένα ελατήρια.

Ταυτόχρονα, οι άξονες D περιστρέφονται σε βάσεις που είναι στερεωμένες στη συνδετική δοκό Ε, ενώ και τα ελατήρια ανάρτησης που συνδέουν τη δοκό Ε με το πλαίσιο, είναι στερεωμένα στις βάσεις αυτές.

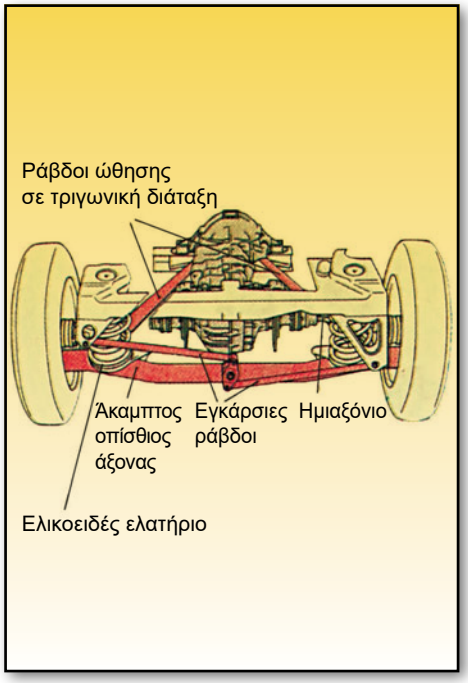
Στο Σχ.4.8 φαίνεται, παραστατικά, μία σύγχρονη παραλλαγή του άξονα Ντε Ντιόν (De Dion) με ελικοειδή ελατήρια ανάρτησης, όπου η πλευρική ευστάθεια του οχήματος πετυχαίνεται με τις εγκάρσιες ράβδους, ενώ υπάρχουν και άλλοι δύο ράβδοι σε τριγωνική διάταξη, για την ώθηση του οχήματος. Η ανάρτηση αυτή συνδυάζει πολλά από τα προτερήματα της ανάρτησης του άκαμπτου άξονα, με τις αρετές της ανεξάρτητης ανάρτησης.



Σχ.4.6 Οπίσθιος άκαμπτος άξονας με ελικοειδή ελατήρια.



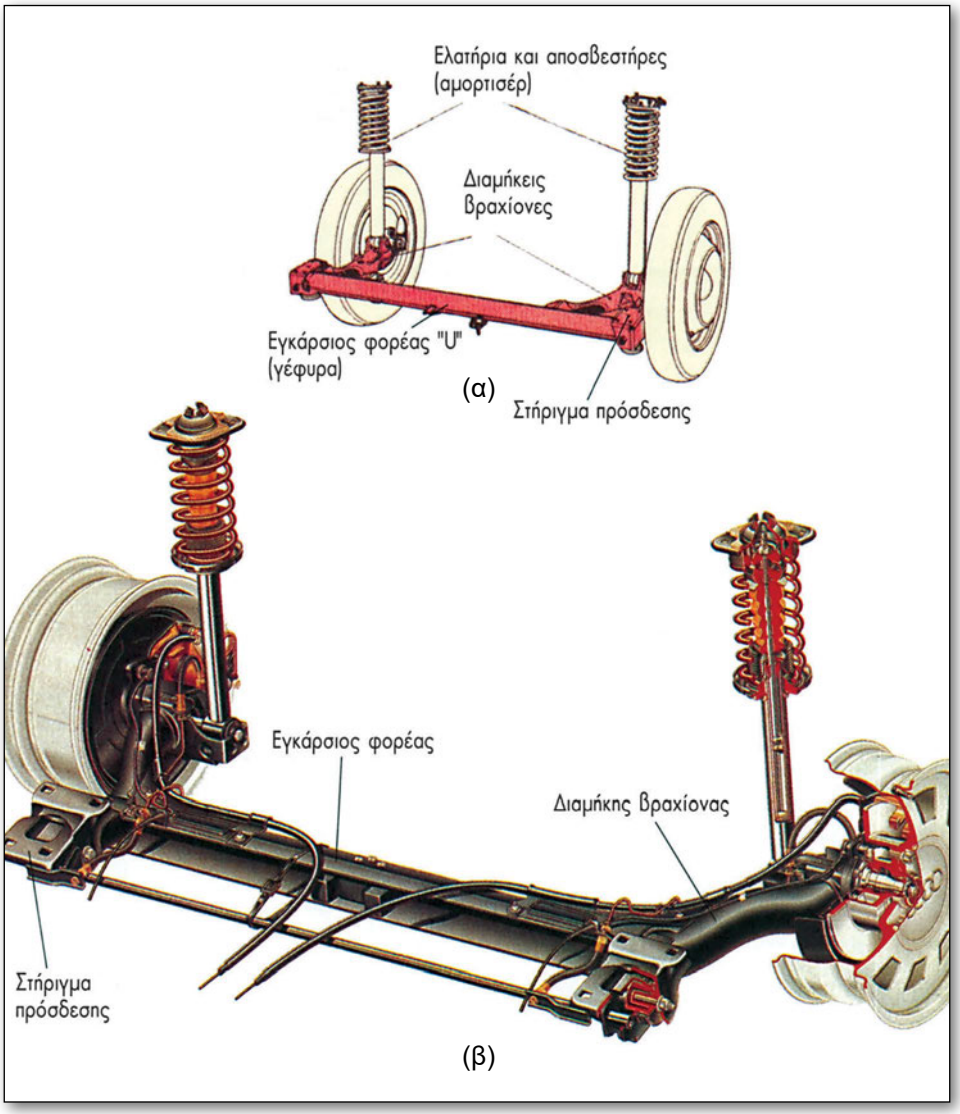
Σχ.4.7 Ανάρτηση οπίσθιου άξονα με σχεδίαση Ντε Ντιόν.



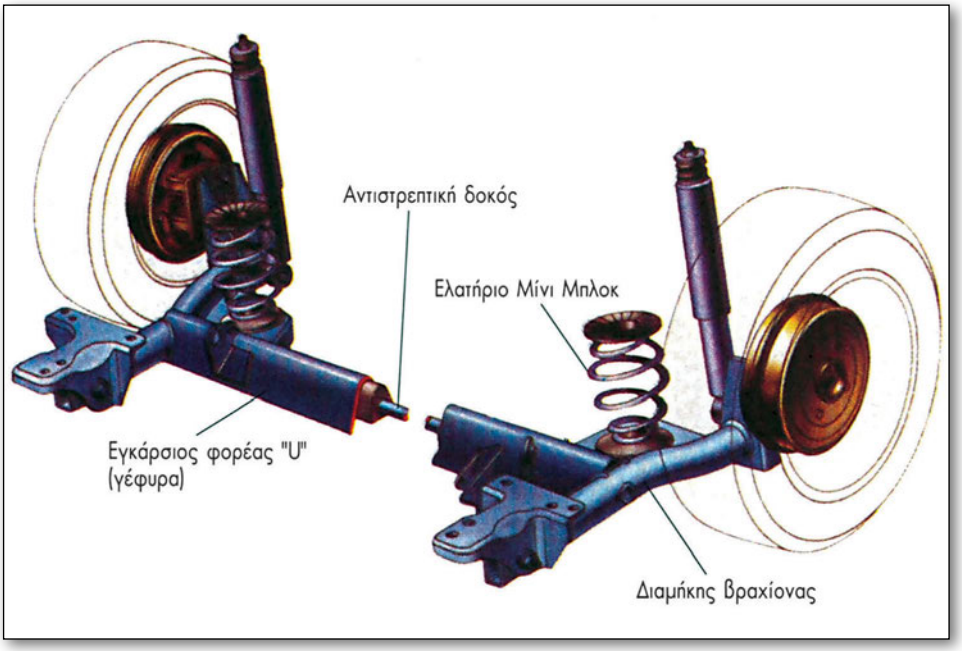
Σχ.4.8 Σύγχρονη ανάρτηση οπίσθιου άξονα με σχεδίαση Ντε Ντιόν.

4.2.2. Ημιάκαμπτοι άξονες

Στο Σχ.4.9 (α) και (β) παρουσιάζεται, με μικρές παραλλαγές, ένας ημιάκαμπτος άξονας τύπου «γέφυρας», της οποίας τα άκρα είναι συγκολλημένα με δύο παράλληλους διαμήκεις χαλύβδινους βραχίονες, δεξιά και αριστερά, ενώ επάνω στους βραχίονες στερεώνονται οι τροχοί. Τα άκρα της γέφυρας στο άνω μέρος της έχουν ειδικά διαμορφωμένα στηρίγματα πρόσδεσης όπου, μέσω ελαστικών εδράνων, στηρίζονται με κοχλίες στο αμάξωμα. Έτσι, στην περίπτωση ομοιόμορφων εμποδίων (αντιστάσεων) και στους δύο τροχούς, όλη η γέφυρα παρουσιάζει μία



Σχ.4.9 Ημιάκαμπτος άξονας τύπου γέφυρας.



Σχ.4.10 Ημιάκαμπτος άξονας με διαμήκεις βραχίονες.

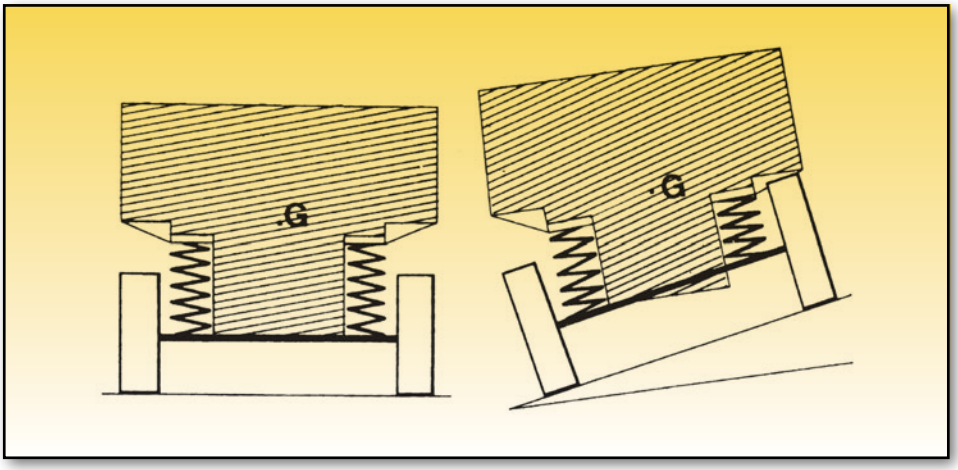
ταλάντωση στα ελαστικά της έδρανα. Σημειώνεται, ότι η γέφυρα διατομής «U» κατασκευάζεται από χάλυβα ελατηρίων και έχει μεγάλη αντίσταση σε κάμψη, ενώ παράλληλα παραλαμβάνει και στρεπτικά φορτία. Σε περίπτωση εμποδίου στον ένα μόνο τροχό, η κίνηση από τον ένα διαμήκη βραχίονα ενός τροχού μεταφέρεται, μέσω της γέφυρας, και στον αντίστοιχο του άλλου τροχού, με αποτέλεσμα αυτή να ενεργεί σαν σταθεροποιητής (Stabilizer). Η γωνία Κάμπερ των τροχών, στην περίπτωση αυτή, δεν μεταβάλλεται.

Στο Σχ.4.10 παρουσιάζεται ένα σύστημα ημιάκαμπτου άξονα, όπου και οι δύο διαμήκεις βραχίονες των τροχών δεν είναι παράλληλοι μεταξύ τους, αλλά παρουσιάζουν μία απόκλιση προς το πίσω μέρος τους και κατασκευάζονται από χάλυβα, ενώ έχουν συγκολληθεί στο σημείο των 2/3 περίπου του μήκους τους, επάνω σε ένα εγκάρσιο φορέα από χάλυβα ελατηρίων («γέφυρα») διατομής «U». Σημειώνεται και εδώ, ότι η γέφυρα αυτή κατασκευάζεται από χάλυβα ελατηρίων και έχει μεγάλη αντίσταση σε κάμψη, ενώ παράλληλα παραλαμβάνει στρεπτικά φορτία μέσω της αντιστρεπτικής δοκού που είναι τοποθετημένη στο εσωτερικό του εγκάρσιου φορέα. Όταν, λοιπόν, παρουσιασθεί κάποιο εμπόδιο στον ένα τροχό, τότε ο εγκάρσιος φορέας παίρνει λοξή θέση και έτσι, στις στροφές, όπου η φόρτιση του εξωτερικού τροχού είναι μεγαλύτερη, αυξάνει η γωνία Camber, λαμβάνοντας αρνητικές τιμές, με αποτέλεσμα το όχημα να παρουσιάζει μεγαλύτερη ευστάθεια.

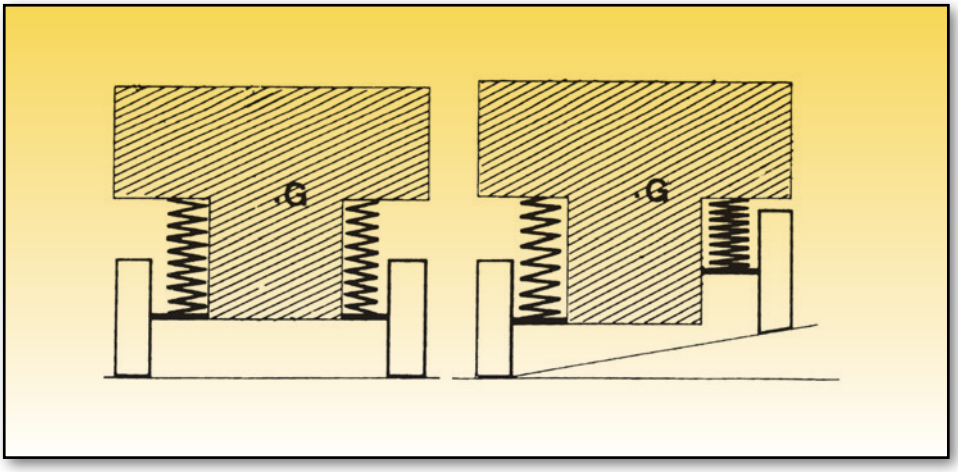
4.2.3 Ανεξάρτητη ανάρτηση τροχών.

Στους άκαμπτους άξονες, κατά την κίνηση του αυτοκινήτου σε δρόμο με εγκάρσια κλίση ή βαθμίδα (σκαλοπάτι), ο ένας τροχός επηρεάζει τον άλλο, ενώ το αμάξωμα G *(Σχ.4.11)* παρουσιάζει σημαντική κλίση.

Στην ανεξάρτητη ανάρτηση, ο κάθε τροχός, είναι στερεωμένος, ανεξάρτητος από τον άλλο, με βραχίονα στο πλαίσιο ή το αμάξωμα *(Σχ.4.12).* Έτσι, μπορεί ο ένας τροχός, ανάλογα με τα εμπόδια που θα συναντήσει, να κινηθεί μόνον κατακόρυφα, ανεξάρτητα από τον άλλον. Επίσης, με τη διάταξη αυτή οι τροχοί μπορούν να κινούνται και σε αντίθετες κατευθύνσεις (πάντα όμως κατακόρυφα), χωρίς η κίνηση του ενός να επηρεάζει την κίνηση του άλλου, ενώ



Σχ.4.11 Άκαμπτος άξονας σε εγκάρσια κλίση του δρόμου.



Σχ.4.12 Ανεξάρτητη ανάρτηση τροχών.

και το βάρος των μη αναρτημένων μαζών, τώρα πλέον έχει ελαττωθεί σημαντικά, γεγονός το οποίο κάνει την ανάρτηση περισσότερο αποτελεσματική.

Ας εξετάσουμε, τώρα, και την περίπτωση της ανεξάρτητης ανάρτησης με ψαλίδια και ελικοειδές ελατήριο.

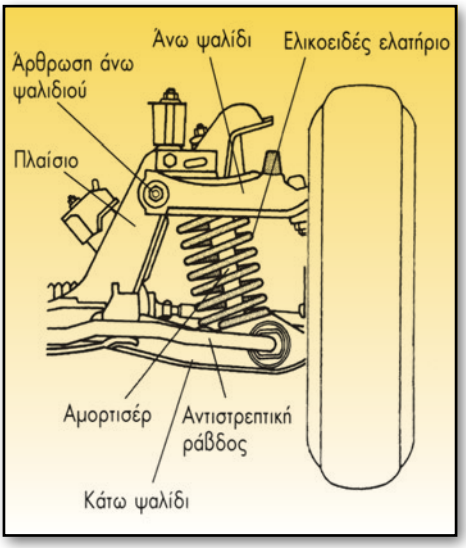
Εδώ, ο κάθε τροχός στηρίζεται με βραχίονες (ψαλίδια), που είναι τοποθετημένοι εγκάρσια ως προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου και μπορεί να έχουν το ίδιο *(Σχ.4.41)* ή και διαφορετικό μήκος *(Σχ.4.13)*.

Όταν έχουν διαφορετικό μήκος, ο κάτω βραχίονας (κάτω ψαλίδι) είναι μεγαλύτερος από τον επάνω (άνω ψαλίδι), ενώ και στις δύο περιπτώσεις, οι βραχίονες (ψαλίδια) αρθρώνονται στο πλαίσιο ή το αμάξωμα με βλήτρα (μπουλόνια). Στο εξωτερικό τους άκρο, στις παλαιότερες κατασκευές αλλά και στις σύγχρονες σε φορτηγά οχήματα, η βάση του ακραξονίου αρθρώνεται με μπουλόνια, οπότε υπάρχει ο κλασικός πείρος για το ακραξόνιο. Στις σύγχρονες, όμως, κατασκευές, το εξωτερικό άκρο τους στερεώνεται με σφαιρικούς συνδέσμους Νο 9, *(Σχ.4.43α)* στο σώμα της βάσης του ακραξονίου Νο 7, το οποίο πλέον δεν έχει πείρο, αφού τη θέση του την καταλαμβάνουν οι σφαιρικοί σύνδεσμοι.

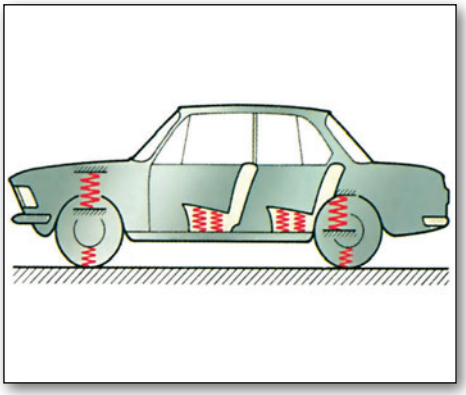
Κύρια μέρη του συστήματος ανάρτησης

Τα κύρια μέρη που περιλαμβάνουν τα διάφορα συστήματα ανάρτησης, είναι:

α) Τα ελατήρια.
β) Οι αποσβεστήρες κραδασμών ή αμορτισέρ.
γ) Οι σφαιρικοί σύνδεσμοι.
δ) Τα ελαστικά ή ελαστικοπλαστικά μέρη των εξαρτημάτων της ανάρτησης.



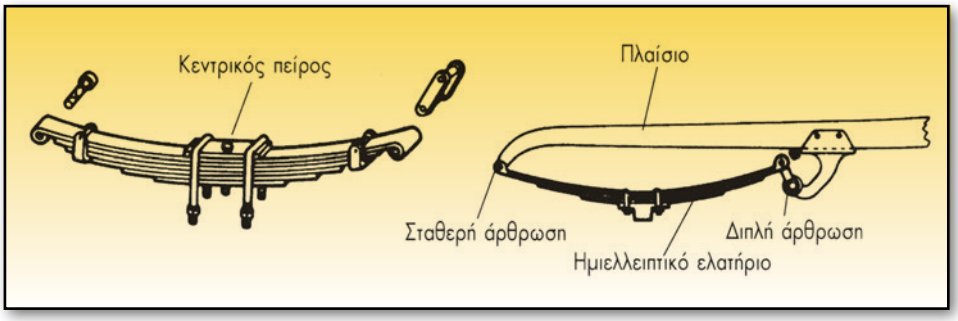
Σχ.4.13 Ανεξάρτητη ανάρτηση με ψαλίδια άνισου μήκους.



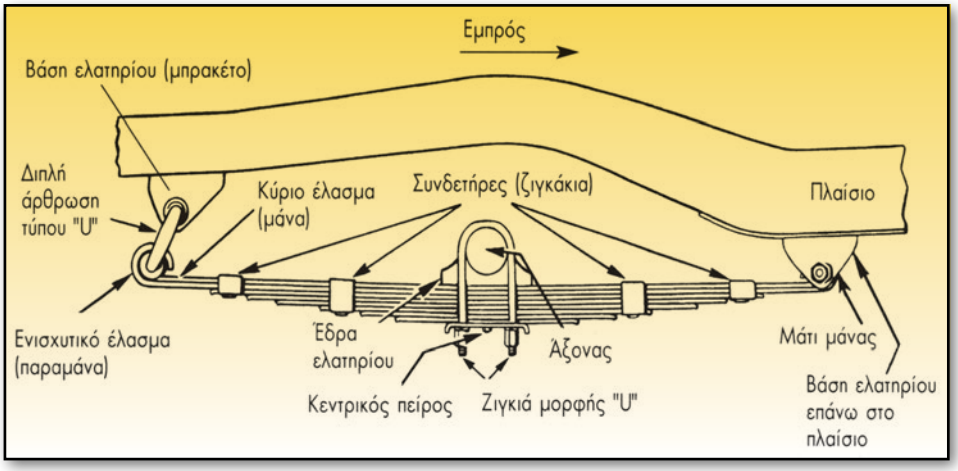
Σχ.4.14 Τυπικά ελατήρια σε μία ανάρτηση επιβατικού αυτοκινήτου.

4.3. Ελατήρια

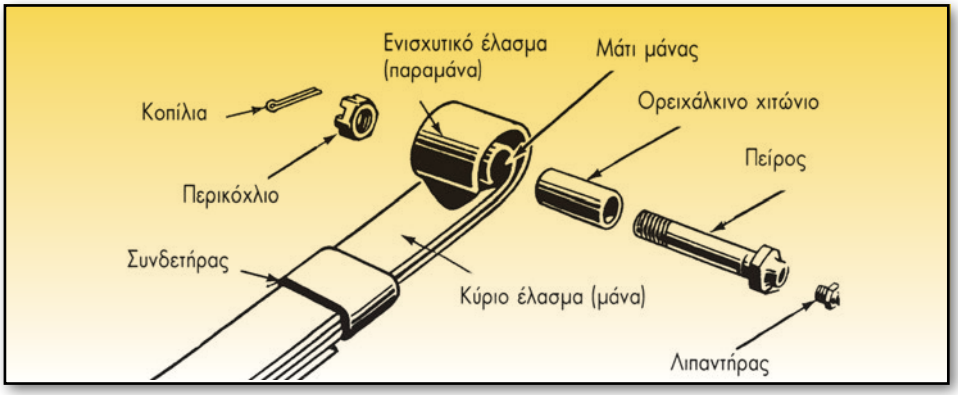
Τα ελατήρια, που είναι και τα κύρια στοιχεία της ανάρτησης, τοποθετούνται μεταξύ των αξόνων των τροχών και του πλαισίου ή του αμαξώματος *(Σχ.4.14)*. Εκτός, βέβαια, από τα ελατήρια, συνεισφέρουν στην ανάρτηση,



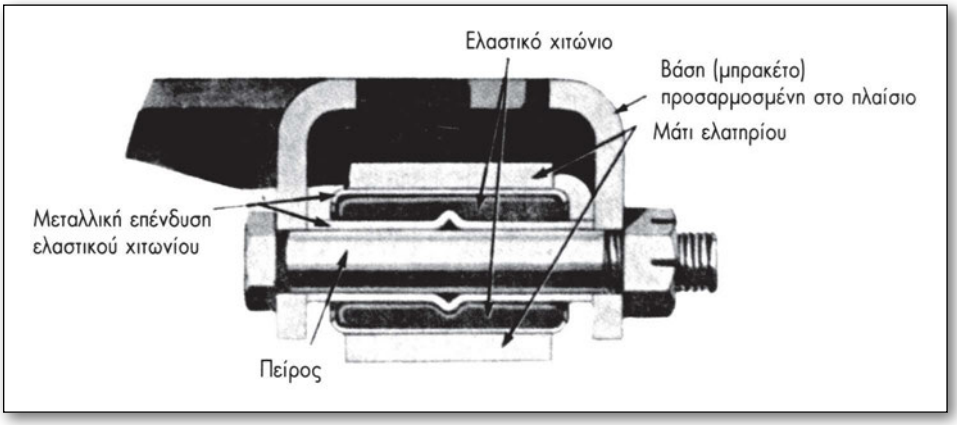
Σχ.4.15 Ημιελλειπτικό ελατήριο ανάρτησης.



Σχ.4.16 Διάταξη σύνδεσης ημιελλειπτκού ελατηρίου.



Σχ.4.17 Ημιελλειπτικό ελατήριο με σταθερή άρθρωση και ορειχάλκινο χιτώνιο.



Σχ.4.18 Σταθερή άρθρωση με ελαστικό χιτώνιο.

ως ένα βαθμό, και τα ελαστικά των τροχών. Επιπρόσθετα, για την παραπέρα άνεση των επιβατών, υπάρχουν ελατήρια και στα καθίσματά τους.

Είδη ελατηρίων ανάρτησης

Στα διάφορα συστήματα ανάρτησης χρησιμοποιούνται τρία είδη ελατηρίων:

α) Τα ημιελλειπτικά ελατήρια.

β) Τα ελικοειδή ελατήρια.

γ) Οι στρεπτικοί ράβδοι.

4.3.1. Ημιελλειπτικά ελατήρια

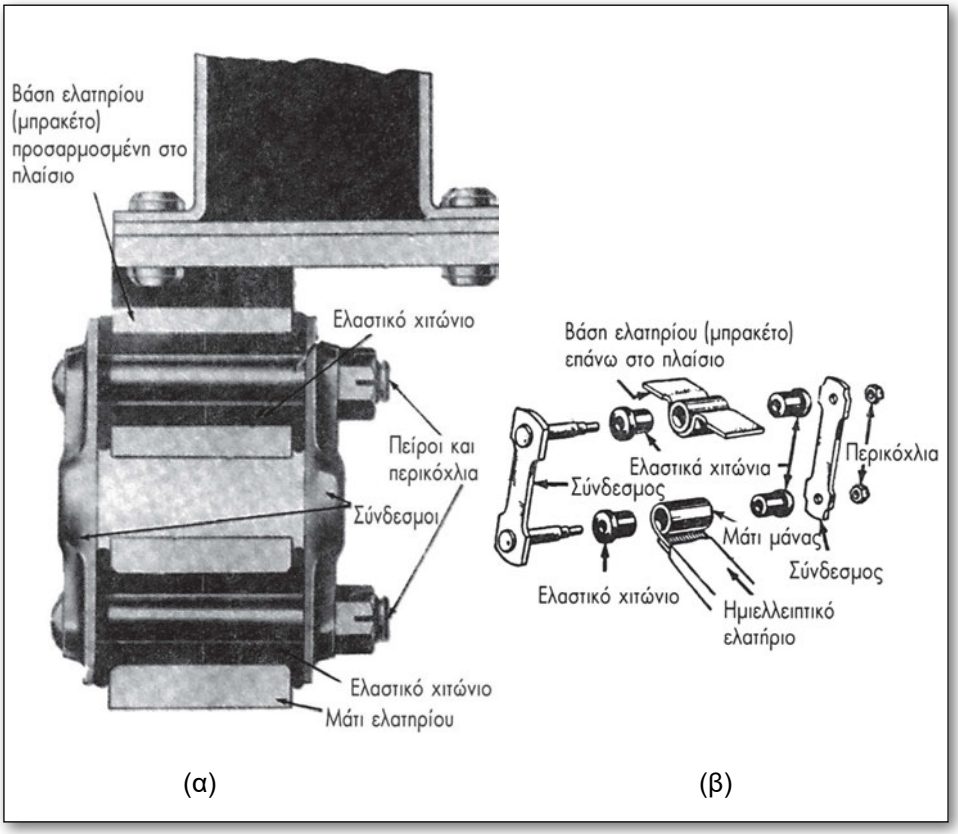
Τα ελατήρια αυτά είναι τα πρώτα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάρτηση των αυτοκινήτων και, σήμερα, στα μεν επιβατικά μικρά αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται σπανιότερα, αλλά σχεδόν, αποκλειστικά, στα βαριά οχήματα. Πρόκειται για μία σειρά ελασμάτων από χάλυβα, που το μήκος τους μειώνεται διαδοχικά, καθώς τοποθετούνται το ένα επάνω στο άλλο. Στο μέσον τους *(Σχ.4.15)* ή, σπανιότερα σε ασύμμετρη θέση, συνδέονται με έναν κεντρικό πείρο ο οποίος και τα διαπερνά. Ο αριθμός των ελασμάτων αρχίζει από ένα ή δύο και φθάνει μέχρι και πάνω από δέκα, στις περιπτώσεις βαρέων οχημάτων.

Στο Σχ. 4.16 φαίνεται, παραστατικά, μία γενική διάταξη ενός ημιελλειπτικού ελατηρίου, με τα επιμέρους κομμάτια που το αποτελούν. Εδώ, η σύνδεση μεταξύ των χαλύβδινων φύλλων του ελατηρίου γίνεται με έναν κεντρικό πείρο στο μέσο τους, ενώ όλο το συγκρότημα του ελατηρίου συνδέεται με «ζιγκιά» (συνδετήρες μορφής U) κάτω από τον άξονα.

Το πρώτο έλασμα του ελατηρίου, που θεωρείται και το κύριο, ονομάζεται «μάνα» *(βλ. και Σχ.4.17),* είναι το μακρύτερο και κάμπτεται στα άκρα του, ενώ σχηματίζει και δύο «μάτια» («καρύδια»), με τα οποία στερεώνεται το όλο ελατήριο στο πλαίσιο. Το ένα άκρο του ελατηρίου συνδέεται κατευθείαν στην ειδική βάση (μπρακέτο), που προσαρμόζεται στο πλαίσιο *(Σχ.4.18),* είτε με πείρο και ορειχάλκινο δακτυλίδι - το οποίο λιπαίνεται, σε παλαιότερες κατασκευές, με λιπαντήρα (γρασαδόρο)

(Σχ.4.17) - είτε με ανθεκτικό ελαστικό ή ελαστικοπλαστικό δακτυλίδι *(Σχ.4.18)*. Το άλλο άκρο του ελατηρίου συνδέεται με μία διπλή άρθρωση («σκουλαρίκι»), επίσης στο πλαίσιο. Στα Σχ.4.19(α) και Σχ.4.19(β) φαίνονται η διπλή άρθρωση («σκουλαρίκι») ενός ημιελλειπτικού ελατηρίου σε συναρμολογημένο σύνολο, και τα επιμέρους κομμάτια που την αποτελούν, αντίστοιχα.

Η διπλή άρθρωση, ουσιαστικά, αποτελεί ένα σύνδεσμο, που σκοπό έχει να επιτρέπει στο ελατήριο να αυξομειώνει ελεύθερα το μήκος του, δηλαδή την απόσταση μεταξύ των δύο «ματιών» του. Αυτό πρέπει να γίνεται, διότι όσο αυξάνει το φορτίο του ελατηρίου, τόσο αυτό τείνει να αυξήσει το ελεύθερο μήκος του και να λάβει ευθύγραμμη μορφή, μέχρι βέβαια το όριο της τέλειας ευθυγράμμισής του. Το όριο αυτό, πάντως, δεν πρέπει να παραβιάζεται, διότι τότε, το ελατήριο κάμπτεται αντίστροφα, με άμεσο κίνδυνο να σπάσει με απρόβλεπτες συνέπειες. Εννοείται ότι, εάν το ελατήριο στερεωνόταν σταθερά με τα δύο άκρα του στο πλαίσιο, δεν θα υπήρχε ελαστικότητα, οπότε δεν θα λειτουργούσε σαν ελατήριο.



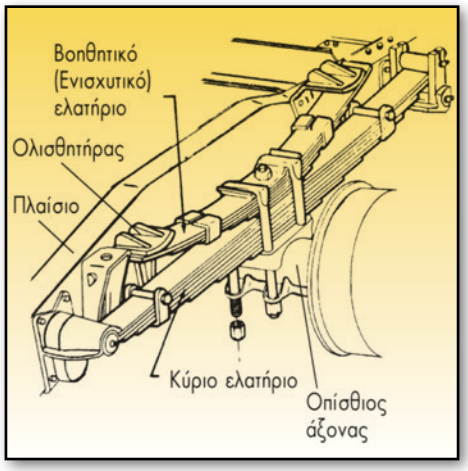
Σχ.4.19 (α) Συναρμολογημένο σύνολο διπλής άρθρωσης με διαιρετά ελαστικά ή ελαστικοπλαστικά χιτώνια, (β) τα επιμέρους κομμάτια της διπλής άρθρωσης.

Το ελατήριο στηρίζεται στον άξονα με δύο στηρίγματα μορφής U («ζιγκιά») και με την παρεμβολή ειδικού, συνήθως, χαλύβδινου κομματιού έδρασης (έδρας ελατηρίου) Σχ.4.16, ενώ μπορεί να προσαρμόζεται στο επάνω ή στο κάτω μέρος του άξονα.

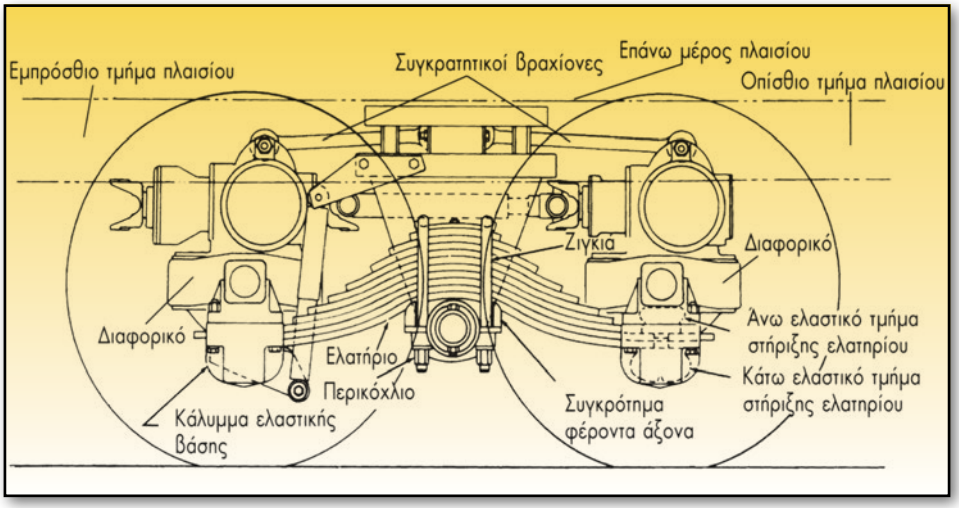
Για να μην απομακρύνονται από τη θέση τους, κατά την αιώρησή τους τα φύλλα του ελατηρίου συγκρατούνται με άλλους μικρότερους συνδετήρες («ζιγκάκια»).

Ανάρτηση με ενισχυμένα φύλλα ημιελλειπτικών ελατηρίων ανάρτησης

Στα βαρέα οχήματα, για να ενισχυθεί το κύριο έλασμα («μάνα»), υπάρχει δεύτερο και τρίτο έλασμα, που φθάνει μέχρι τα άκρα του ελατηρίου *(Σχ.4.17)*. Τα ελάσματα αυτά ονομάζονται «παραμάνες». Επίσης, στους οπίσθιους άξονες των βαρέων φορτηγών τα ελατήρια ανάρτησης ενισχύονται με ένα ακόμα ή και δύο βοηθητικά ελατήρια («κόντρα σούστες») σε κάθε τροχό *(Σχ.4.18)*. Το δεύτερο αυτό ή ακόμη και το τρίτο βοηθητικό ελατήριο (αν υπάρχει), συνδέεται πάνω στο πρώτο με τα ίδια «ζιγκιά» και, όταν δέχεται φορτίο, στηρίζεται (πατά) στο πλαίσιο με ειδικούς ολισθητήρες (μπρακέτα) και όχι με σύνδεσμο.

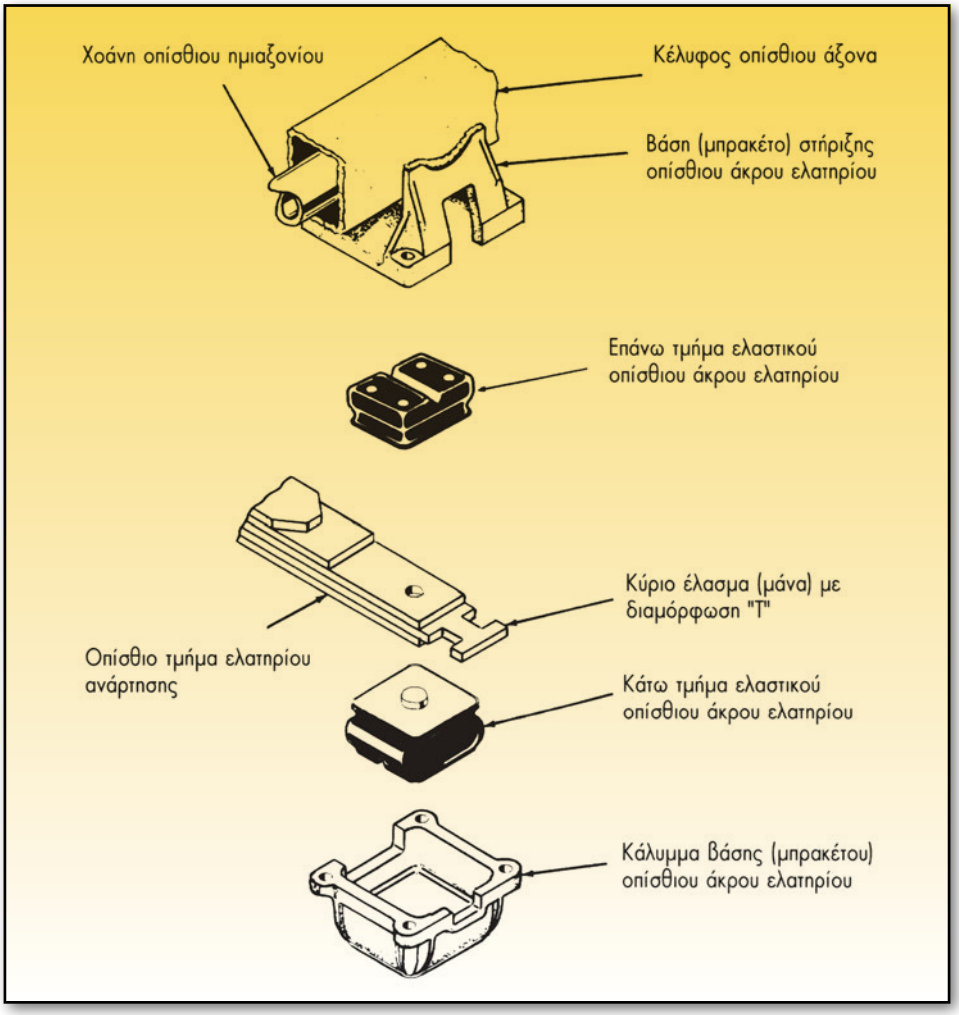


Σχ.4.18 Ενισχυτικό ελατήριο (κόντρα σούστα).



Σχ.4.19 Τρόπος ανάρτησης με ημιελλειπτικό ελατήριο βαρέος τύπου σε φορτηγό.

Στο Σχ.4.19 φαίνεται ο σχεδιασμός ανάρτησης με ημιελλειπτικό ελατήριο βαρέος τύπου στους οπίσθιους κινητήριους τροχούς ενός φορτηγού. Διακρίνονται, δηλαδή, οι κύκλοι των τροχών που «πιάνουν» στην προέκταση των ημιαξονίων των δύο διαφορικών, καθώς και οι συγκρατητικοί βραχίονες (ελκυστήρες ράβδοι) που αναλαμβάνουν να αντιμετωπίσουν τις δυνάμεις της επιτάχυνσης, της επιβράδυνσης και της αντίδρασης, όπως θα δούμε αναλυτικά παρακάτω, και οι οποίοι συνδέουν τα κελύφη των διαφορικών με το πλαίσιο. Το ελατήριο συνδέεται με ζιγκιά και έχει δυνατότητα μικρής ελευθερίας κίνησης ως προς τον «φέροντα άξονα» (trunnion), ο οποίος συνδέεται σταθερά στο πλαίσιο, ενώ ο τρόπος σύνδεσης των άκρων του ελατηρίου φαίνεται στο Σχ. 4.20.



Σχ.4.20 Τυπική διαμόρφωση και σύνδεση άκρου ελατηρίου βαρέος τύπου.

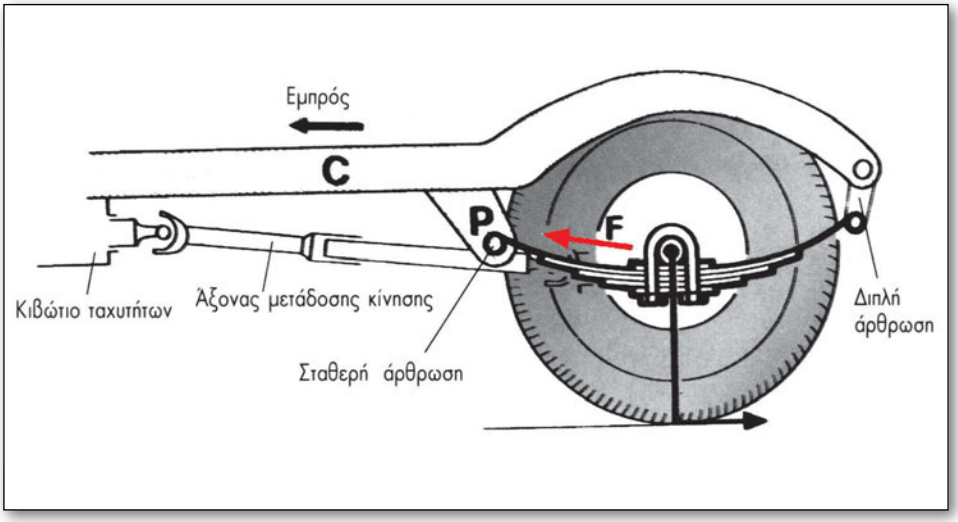
Το σύστημα ανάρτησης σε αντίδραση στη ροπή στρέψης του κινητήρα

Όπως είπαμε πιο πάνω, το σύστημα ανάρτησης παρεμβάλλεται ανάμεσα στις αναρτημένες μάζες, στις οποίες περιλαμβάνεται και ο κινητήρας, και στις μη αναρτημένες, στις οποίες περιλαμβάνονται και οι τροχοί. Για να κινηθεί το όχημα, όμως, πρέπει να μεταδοθεί στους τροχούς η ροπή στρέψης, που δημιουργείται από τον κινητήρα. Πρέπει, δηλαδή, η ροπή αυτή από τις αναρτημένες μάζες να περάσει στις μη αναρτημένες και έτσι, τον ρόλο του μεταφορέα τον αναλαμβάνει ο άξονας μετάδοσης της κίνησης, όπως π.χ. συμβαίνει σε ένα τυπικό όχημα που έχει μεν τον κινητήρα εμπρός, αλλά την κίνηση στους οπίσθιους τροχούς μέσω ενός ανοικτού άξονα μετάδοσής της.

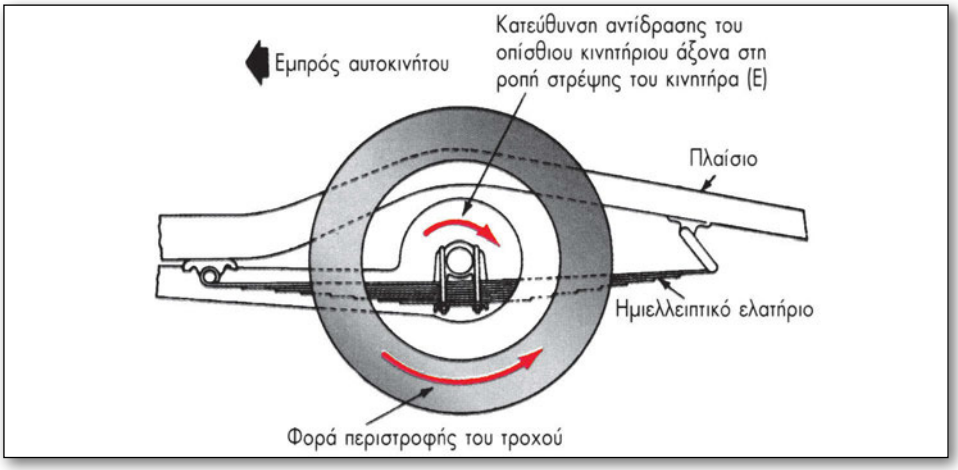
Ο άξονας, όμως, μετάδοσης της κίνησης δημιουργεί με την κίνησή του αντιδράσεις, που πρέπει να αντιμετωπίσει το σύστημα ανάρτησης. Έτσι, η ροπή στρέψης που μεταδίδεται στον οπίσθιο κινητήριο άξονα του αυτοκινήτου, με τη βοήθεια του άξονα μετάδοσης κίνησης, δημιουργεί τη δύναμη F *(Σχ.4.21)*. Αυτή, με τη σειρά της, τείνει να κινήσει τον οπίσθιο κινητήριο άξονα του αυτοκινήτου προς τα εμπρός και, συγχρόνως, λόγω των αντιδράσεων στην κίνηση αυτή, δημιουργείται τάση στον οπίσθιο κινητήριο άξονα (θήκη διαφορικού και ημιαξονίων) να στραφεί γύρω από τον γεωμετρικό του άξονα, κατά φορά αντίθετη προς τη φορά περιστροφής των τροχών *(Σχ.4.22)*.

Είναι φανερό, λοιπόν, ότι για να κινηθεί ολόκληρο το αυτοκίνητο προς τα εμπρός, πρέπει, αφενός η δύναμη F *(Σχ. 4.21)* να μεταδοθεί στο πλαίσιο ή το αμάξωμα (σημείο P), αφετέρου η τάση της αντίθετης περιστροφής του κινητήριου άξονα (E) *(Σχ.4.22)* να εξουδετερωθεί, ώστε να υπάρξει κίνηση του οχήματος.

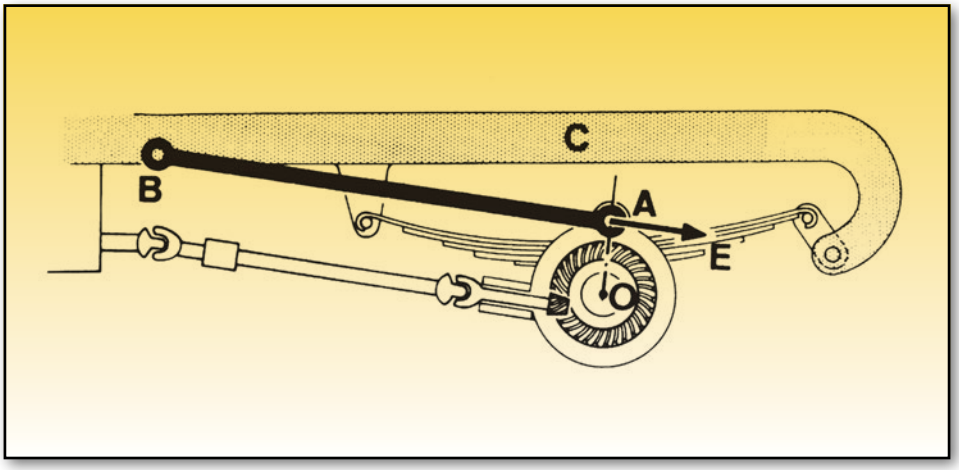
Τόσο τη μετάδοση της ώθησης από τον οπίσθιο κινητήριο άξονα στο πλαίσιο ή



Σχ.4.21 Μεταφορά της δύναμης ώθησης από τον οπίσθιο άξονα στο πλαίσιο ή το αμάξωμα.



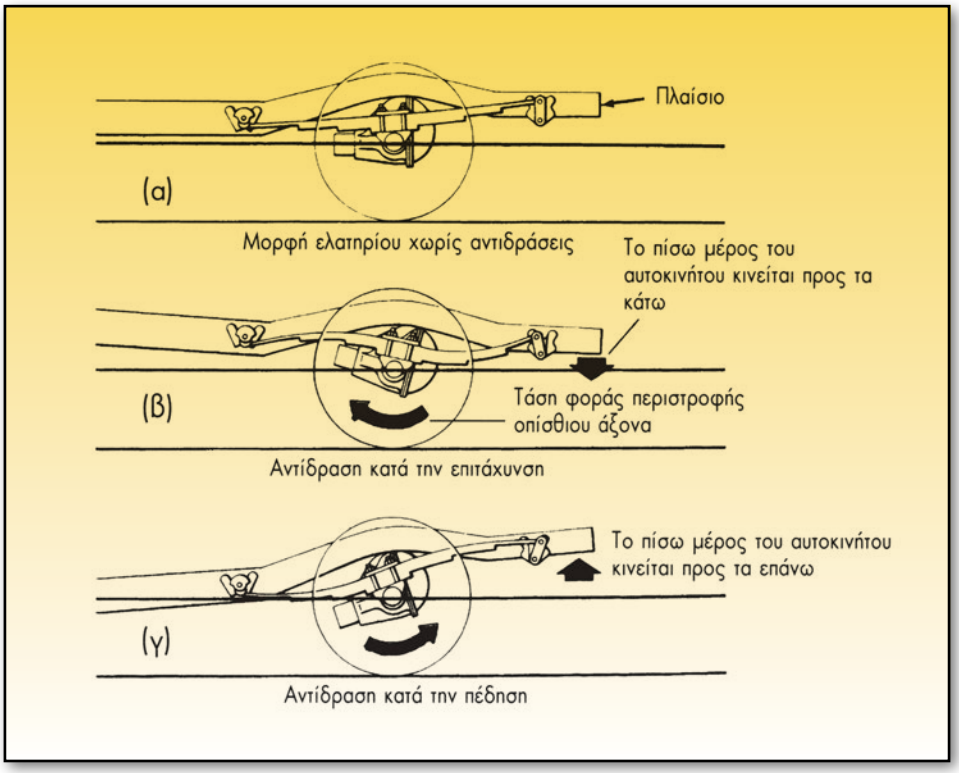
Σχ.4.22 Διεύθυνση αντίδρασης του οπίσθιου κινητήριου άξονα στη ροπή στρέψης του κινητήρα.



Σχ.4.23 Ράβδος για την αντίδραση στην αντίθετη στροφή του οπίσθιου κινητήριου άξονα.

το αμάξωμα, όσο και την αντίδραση-εξουδετέρωση της τάσης για αντίθετη περιστροφή του οπίσθιου κινητήριου άξονα, τις αναλαμβάνει το σύστημα ανάρτησης που, κανονικά, θα έπρεπε να ονομάζεται σύστημα **ανάρτησης, ώθησης και αντίδρασης**.

Η μετάδοση της ώθησης και η αντίδραση στην αντίθετη στροφή του συγκροτήματος του οπίσθιου κινητήριου άξονα (δύναμη Ε), μπορεί να γίνουν, είτε με τη βοήθεια ειδικών εξαρτημάτων, όπως π.χ. της ράβδου ΑΒ *(Σχ.4.23)*, είτε μόνον από τα ίδια τα ελατήρια



Σχ.4.24 Παραμόρφωση ημιελλειπτικών ελατηρίων από τις αντιδράσεις.
(α) Ελατήριο χωρίς αντιδράσεις. (β) Παραμόρφωση κατά την επιτάχυνση.
(γ) Παραμόρφωση κατά το φρενάρισμα.

της ανάρτησης. Στην περίπτωση των ημιελλειπτικών ελατηρίων σε ελαφρά οχήματα, η μετάδοση της δύναμης ώθησης και της δύναμης αντίδρασης στην τάση περιστροφής του οπίσθιου άξονα, γίνεται με την κατάλληλη στερέωση των άκρων των ελατηρίων, γνωστή ως σύστημα Hotchkiss (Χότσκις) *(Σχ.4.24)*.

Στο σύστημα αυτό, τα ελατήρια ανάρτησης στο πρόσθιο σημείο συναρμογής τους στο πλαίσιο ή στο αμάξωμα έχουν σταθερή άρθρωση, όπως ήδη έχει αναφερθεί παραπάνω, ενώ στο οπίσθιο σημείο διαθέτουν διπλό αθρωτό σύνδεσμο («σκουλαρίκι»).

Με τη σταθερή άρθρωση μεταδίδονται, τόσο η δύναμη ώθησης F *(Σχ.4.21)*, όσο και η δύναμη Ε η οποία είναι αποτέλεσμα της αντίδρασης του άξονα στη ροπή στρέψης του κινητήρα *(Σχ.4.23)*. Οι δυνάμεις αυτές πάντως, εξουδετερώνονται από το βάρος του οχήματος. Κάτω, λοιπόν από την επίδραση των αντιδράσεων αυτών, τα ελατήρια παραμορφώνονται και παίρνουν τις μορφές που φαίνονται στο Σχ. 4.24.

Στο Σχ.4.24(α) φαίνεται η μορφή που έχει το ελατήριο χωρίς αντιδράσεις. Στο (β) η μορφή που παίρνει το ελατήριο από την αντίδραση του οπίσθιου άκαμπτου κινητήριου άξονα κατά την

επιτάχυνση και στο (γ) η μορφή του κατά το φρενάρισμα.

Χαρακτηριστικά ημιελλειπτικού ελατηρίου

Ένα χαρακτηριστικό στοιχείο του ημιελλειπτικού ελατηρίου είναι η υποχώρηση που αυτό παρουσιάζει κάτω από ορισμένο φορτίο, κατά πόσο δηλαδή μειώνεται η ημιελλειπτικότητά του, κάτω από ένα συγκεκριμένο φορτίο. Όσο, λοιπόν, μεγαλύτερο είναι το μήκος του φύλλου του ελλειψοειδούς ελατηρίου, τόσο αυτό παρουσιάζεται πιο μαλακό και η υποχώρησή του - κάτω από ορισμένο φορτίο - είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα να απορροφά ελαφρούς κραδασμούς. Όσο, όμως, μικρότερο γίνεται το μήκος των φύλλων του ελατηρίου, τόσο αυτό σκληραίνει και απορροφά μεγαλύτερους κραδασμούς.

Τοποθετώντας, λοιπόν, ελατήρια διαφόρων μηκών, έχουμε τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουμε μικρού και μεγάλου μεγέθους κραδασμούς, τους οποίους αναλαμβάνει να αποσβέσει το κατάλληλο κάθε φορά φύλλο του ελατηρίου. Για να μη «φεύγουν» μάλιστα από τη θέση τους τα φύλλα - που ας σημειωθεί, έχουν μεταξύ τους διαφορετικές σχέσεις υποχώρησης και διαφορετική ταλάντωση, και τα οποία κατά τη λειτουργία τους δημιουργούν τριβές το ένα με το άλλο - συγκρατούνται με συνδετήρες. Οι τριβές αυτές αντιμετωπίζονται ή με γράσο, που παρεμβάλλεται ανάμεσα στα φύλλα του ελατηρίου ή (και) με φύλλα ελαστικού (αντιτριβικά παρεμβύσματα), που παρεμβάλλονται ανάμεσα στα φύλλα του ελατηρίου.

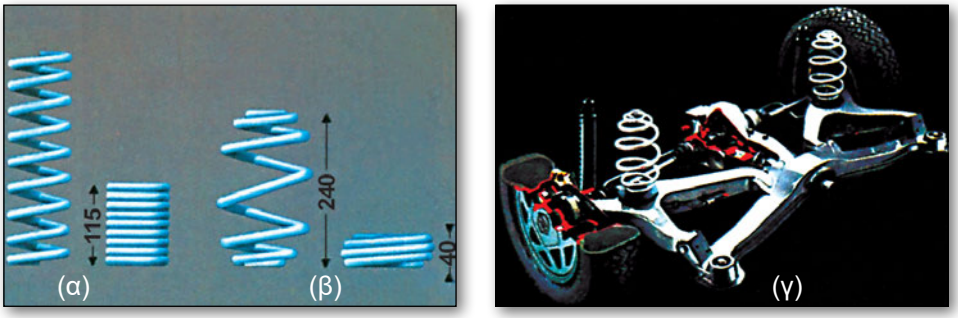
Να σημειωθεί ότι, για να έχουμε σωστή ανάρτηση με ημιελλειπτικά ελατήρια και στον πρόσθιο και στον οπίσθιο άξονα, θα πρέπει η σχέση υποχώρησης του κάθε συνόλου των ελατηρίων να είναι η ίδια και στους δύο άξονες.

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό του ημιελλειπτικού ελατηρίου είναι ο αριθμός των ταλαντώσεων, που πραγματοποιεί στη μονάδα του χρόνου (min). Δηλαδή, όταν φορτωθεί ένα ελατήριο και κατόπιν πάψει να επενεργεί αυτή η δύναμη της φόρτισης, τότε αυτό θα ανεβοκατεβαίνει αρκετές φορές, δημιουργώντας ταλαντώσεις οι οποίες μετρούνται στα οχήματα ανά λεπτό (min.)

Για να αντιμετωπισθούν οι ταλαντώσεις αυτές, τοποθετούνται, όπως θα δούμε παρακάτω, ειδικοί αποσβεστήρες (αμορτισέρ).

4.3.2. Ελικοειδή ελατήρια

Τα ελικοειδή ελατήρια αποτελούνται από κυκλικής διατομής χαλύβδινη ράβδο, που έχει περιελιχθεί ελικοειδώς *[Σχ.4.25(α)]*. Τα ελατήρια αυτά που από τη φύση τους δέχονται μόνον θλιπτικά φορτία και χρησιμοποιούνται σε συστήματα ανεξάρτητης ανάρτησης, τοποθετούμενα μεταξύ του άνω ή κάτω βραχίονα (ψαλιδιού) και αμαξώματος ή πλαισίου σε κατάλληλες υποδοχές. Χρησιμοποιούν, επιπλέον, συγκρατητικούς βραχίονες ή ελκυστήρες ράβδους, διότι δεν μεταφέρονται με αυτά δυνάμεις επιτάχυνσης, επιβράδυνσης ή δυνάμεις αντίδρασης στην αντίθετη στροφή του κινητήριου άξονα. (Παραπάνω εξηγήσαμε τι συμβαίνει με τις δυνάμεις αυτές για τα ημιελλειπτικά ελατήρια).



Σχ.4.25 (α) Ελικοειδές ελατήριο κυλινδρικής μορφής. (β) Ελατήριο Μίνι Μπλοκ. (γ) Μίνι μπλοκ ελατήρια σε οπίσθια ανάρτηση με ημιϋστερούντες άξονες.

Η δυνατότητα φόρτισής τους εξαρτάται από τη διάμετρο της χαλύβδινης ράβδου που διαθέτουν, από το μέγεθος της διαμέτρου του ελατηρίου και από τον αριθμό των σπειρών που έχουν.

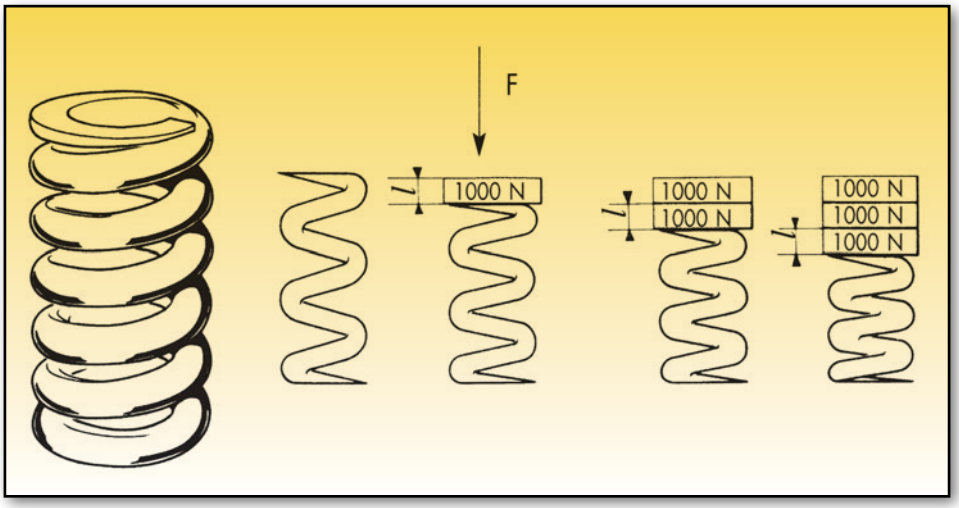
Σήμερα χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών ελατήρια, που μπορεί, πέρα από την κανονική (ομοιόμορφη) κυλινδρική μορφή τους, να παρουσιάζουν είτε σμίκρυνση στη μέση του κυλίνδρου, είτε να έχουν κωνική ή βαρελοειδή μορφή. Επίσης, χρησιμοποιούνται σε ιδιαίτερα μεγάλη έκταση τα διπλού κώνου ελατήρια, γνωστά ως Mini-Block (μίνι μπλοκ) *[Σχ.4.25(β)]*. Τα ελατήρια αυτά μπορεί να συσπειρωθούν, χωρίς να έλθουν σε επαφή οι σπείρες μεταξύ τους κατά τη συμπίεσή τους, αφού η μία εισχωρεί μέσα στην άλλη, πράγμα που τελικά τους δίνει μικρό μήκος, με αποτέλεσμα να μην μειώνεται η ικανότητα φόρτισής τους, ενώ παράλληλα εξοικονομείται και χώρος για την τοποθέτησή τους στο σύστημα ανάρτησης του αυτοκινήτου. Στο Σχ.4.25(γ) φαίνεται η θέση τους με ημιϋστερούντες βραχίονες ανάρτησης, στο δε Σχ.4.10 σε ημιάκαμπτο οπίσθιο άξονα με διαμήκεις βραχίονες.

Τα ελικοειδή ελατήρια σε σχέση με τα ημιελλειπτικά, έλυσαν δύο βασικά προβλήματα: α) Το πρόβλημα της σκληρότητας που παρουσιάζουν τα ημιελλειπτικά, τόσο στον πρόσθιο όσο και στον οπίσθιο άκαμπτο άξονα και β) Το γεγονός, ότι μπορούν να τοποθετούνται ανεξάρτητα σε κάθε τροχό, σε αντίθεση με τα ημιελλειπτικά.

Χαρακτηριστικά ελατηρίων

Το ελατήριο, οποιασδήποτε μορφής και αν είναι, όταν πιέζεται στατικά από μία δύναμη F, υποχωρεί, μέχρις ότου η συνισταμένη των εσωτερικών τάσεων γίνει ίση με την εξωτερική δύναμη F, οπότε επέρχεται ισορροπία και το ελατήριο παύει να υποχωρεί.

Εφόσον οι εσωτερικές τάσεις δεν υπερβούν τα όρια της αναλογίας δυνάμεων και παραμορφώσεων (Νόμος HOOK) σε κανονικές συνθήκες - πάντα μέσα στα όρια αυτά - και εφόσον η δύναμη F πάψει να ενεργεί, το ελατήριο θα επανέλθει στο αρχικό του μήκος, χωρίς να υποστεί καμία μόνιμη παραμόρφωση.



Σχ.4.26 Φόρτιση ελικοειδούς ελατηρίου.

Μέσα, λοιπόν, στα όρια αυτά υπάρχει απόλυτη αναλογία δυνάμεων και παραμορφώσεων, οπότε διπλάσια δύναμη προκαλεί και διπλάσια παραμόρφωση, κ.ο.κ. *(Σχ. 4.26).*

Η δύναμη F, όταν εφαρμόζεται σε ένα συγκεκριμένο ελατήριο και προκαλεί την παραμόρφωσή του κατά 0,01 m (1 cm), ονομάζεται «σταθερά c» του ελατηρίου αυτού και όσο μικρότερη είναι αυτή η «σταθερά c», τόσο το ελατήριο είναι πιο εύκαμπτο (περισσότερο μαλακό).

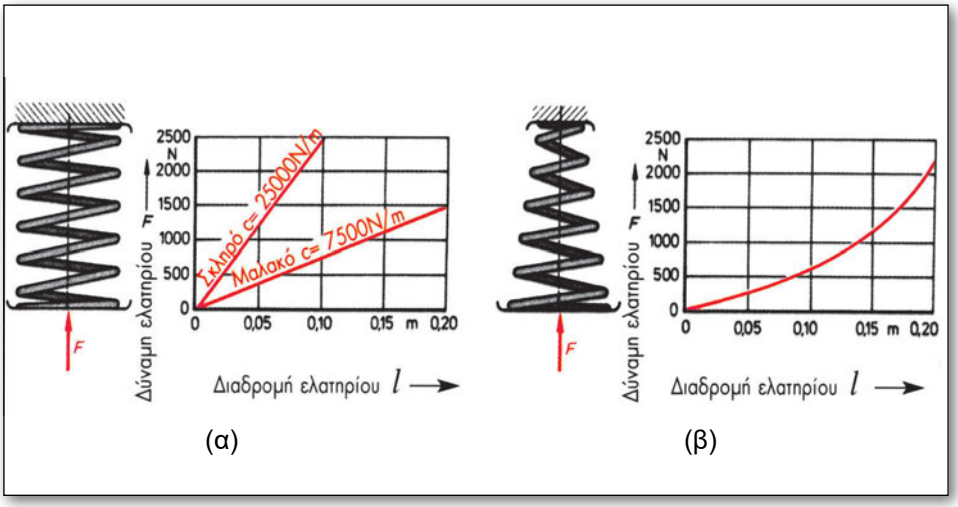
Όταν μάλιστα επιβληθεί φορτίο (δύναμη) π.χ. 1000 N (Νιούτον), το αρχικό μήκος του ελατηρίου ελαττώνεται κατά το ύψος ℓ, ενώ εάν διπλασιαστεί το φορτίο, το μήκος μειώνεται κατά 2ℓ, κ.ο.κ. Είναι δηλαδή $c = F / \ell$ (σε N/m -Νιούτον ανά μέτρο).

Στο Σχ. 4.27(α) φαίνονται δύο ελατήρια με διαφορετική σκληρότητα (διαφορετική «σταθερά c»). Το ελατήριο με c=25.000 N/m, είναι σκληρότερο από το δεύτερο με c=7500 N/m. Στα συνήθη αυτά ελατήρια, η χαρακτηριστική γραμμή είναι ευθεία «γραμμική χαρακτηριστική».

Εάν, όμως, η σκληρότητα αυξάνεται δυσανάλογα με τη μεταβολή του μήκους του ελατηρίου *[Σχ.4.27(β)],* τότε έχουμε την «προοδευτική χαρακτηριστική» και η γραμμή της είναι καμπύλη. Επίσης, τα ελικοειδή κωνικά ελατήρια, όπως και τα ημιελλειπτικά, δίνουν προοδευτική χαρακτηριστική καμπύλη.

Ταλάντωση

Ας υποθέσουμε ότι ο τροχός ενός οχήματος *[Σχ. 4.28(α)]* κινείται σε λείο δρόμο (θέση Α) και έχει, ήδη, το ελατήριο ανάρτησής του φορτωθεί με μία δύναμη, που προέρχεται από το στατικό φορτίο του βάρους του οχήματος. Εάν, λοιπόν, ο τροχός δεχθεί μία δεύτερη στιγμιαία συμπίεση, π.χ. από ένα κρουστικό φορτίο (βαθμίδα-σκαλο-



Σχ.4.27 Χαρακτηριστικές ελικοειδών ελατηρίων.
(α) Γραμμική χαρακτηριστική. (β) Προοδευτική χαρακτηριστική

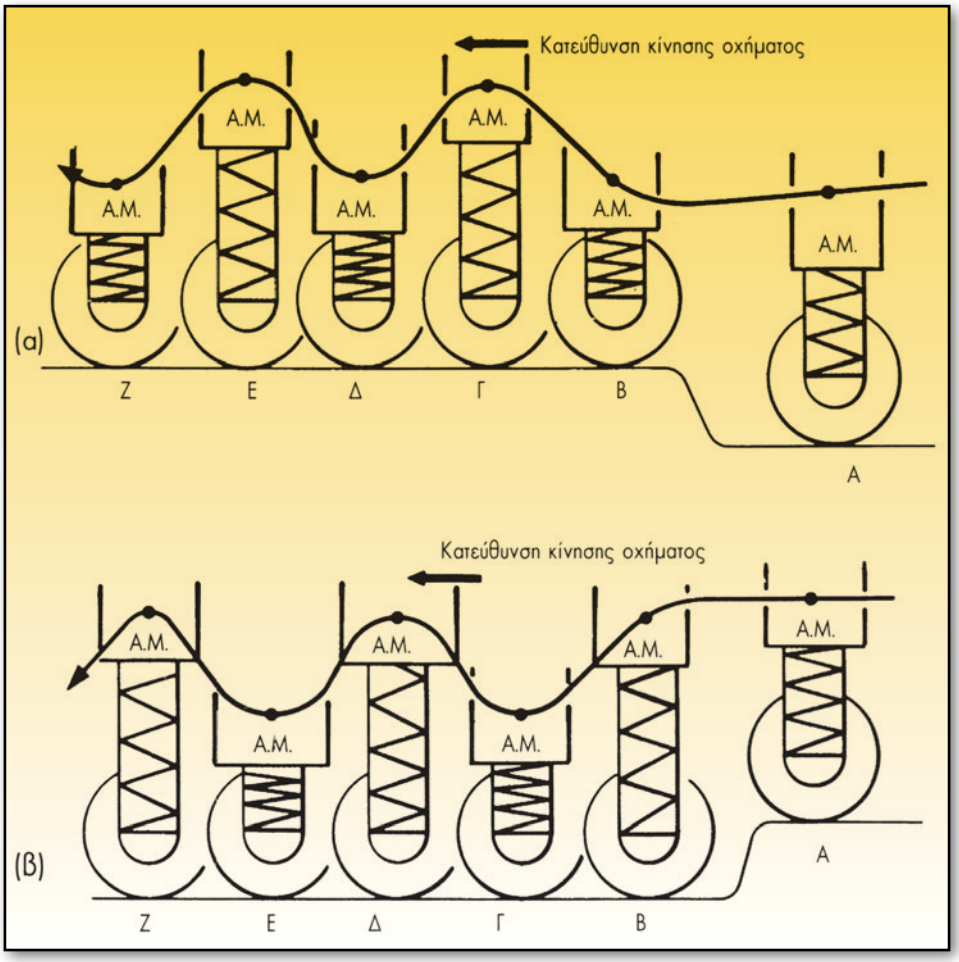
πάτι), θα υποχωρήσει (θα συμπιεσθεί) κατά μία διαδρομή (Θέση Β). Όταν αυτό το δεύτερο φορτίο φύγει, τότε το ελατήριο δεν θα επανέλθει (σταματήσει) στην αρχική του θέση (Θέση Α), αλλά επειδή έχει ήδη αποθηκεύσει ενέργεια με τη συσπείρωση εξαιτίας του σκαλοπατιού, δημιουργείται αντίστοιχη δύναμη αποσυμπίεσης στο ελατήριο, η οποία εφαρμόζεται στο αμάξωμα και δημιουργεί μία επιτάχυνση σ' αυτό, το οποίο και κινείται προς τα πάνω. Έχουμε, δηλαδή, εκτίναξη και το αμάξωμα, έτσι, σταματά σε μία ανώτατη θέση (Θέση Γ), οπότε με την επίδραση του βάρους του, αρχίζει να κατεβαίνει. Παρουσιάζει, δηλαδή, επαναφορά. Περνά, στη συνέχεια, από τη θέση αρχικής ηρεμίας και συνεχίζει να κινείται προς τα κάτω, συμπιέζοντας πλέον το ελατήριο (θέση Δ). Το αμάξωμα σταματά, στιγμιαία, σε μία κατώτατη θέση (Δ), ενώ το ελατήριο συμπιέζεται, αντιτάσσοντας σ' αυτό τη δύναμη συμπίεσής του.

Στο κατώτατο αυτό σημείο αναστρέφεται η κίνηση του αμαξώματος, για να επαναληφθεί η ίδια ταλάντωση.

Εάν το αυτοκίνητο κινείται αντίθετα *[Σχ.4.28(β)],* δηλαδή αν κατεβαίνει μία βαθμίδα (σκαλοπάτι) από τη θέση Α στη θέση Β, τότε επαναλαμβάνεται η προηγούμενη ταλάντωση, αλλά αντίθετα, οπότε έχουμε το φαινόμενο της ανάστροφης μορφής ταλάντωσης.

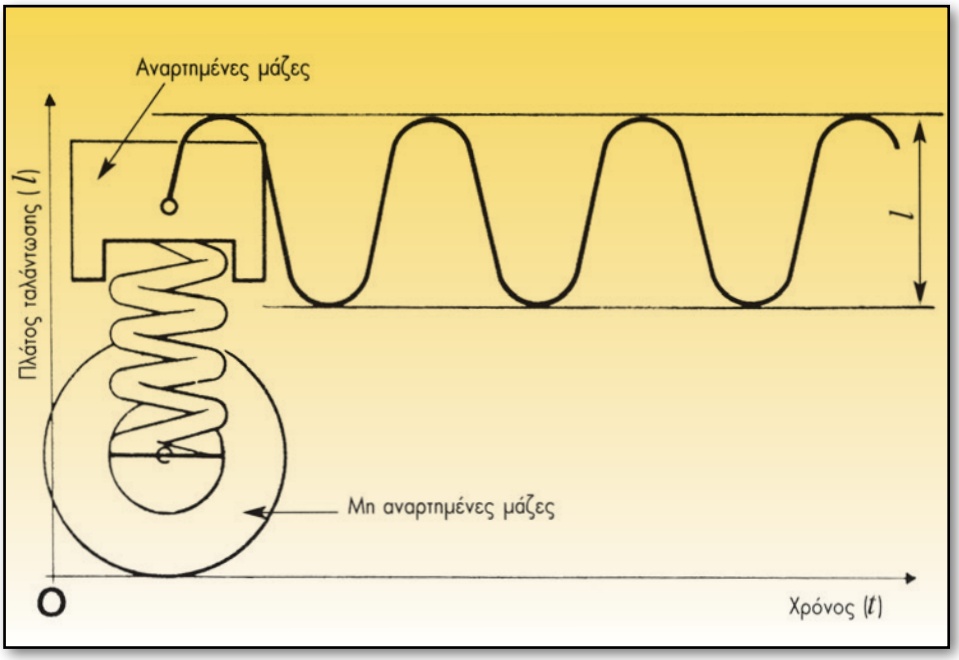
Η απόσταση μεταξύ ανώτατης και κατώτατης θέσης που παίρνει το αμάξωμα, ονομάζεται «πλάτος ταλάντωσης» (ℓ) *(Σχ.4.29),* και το οποίο πλάτος, θεωρητικά - εάν δηλαδή δεν υπολογισθούν οι εσωτερικές τριβές του ελατηρίου, η αντίσταση του αέρα κ.λπ. - θα διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η κινητική ενέργεια, που προήλθε από την ανωμαλία του δρόμου, μετά από πολλές ταλαντώσεις τείνει, λόγω της εσωτερικής τριβής του ελατηρίου και της τριβής του με τον αέρα, να μετατραπεί σε θερ-

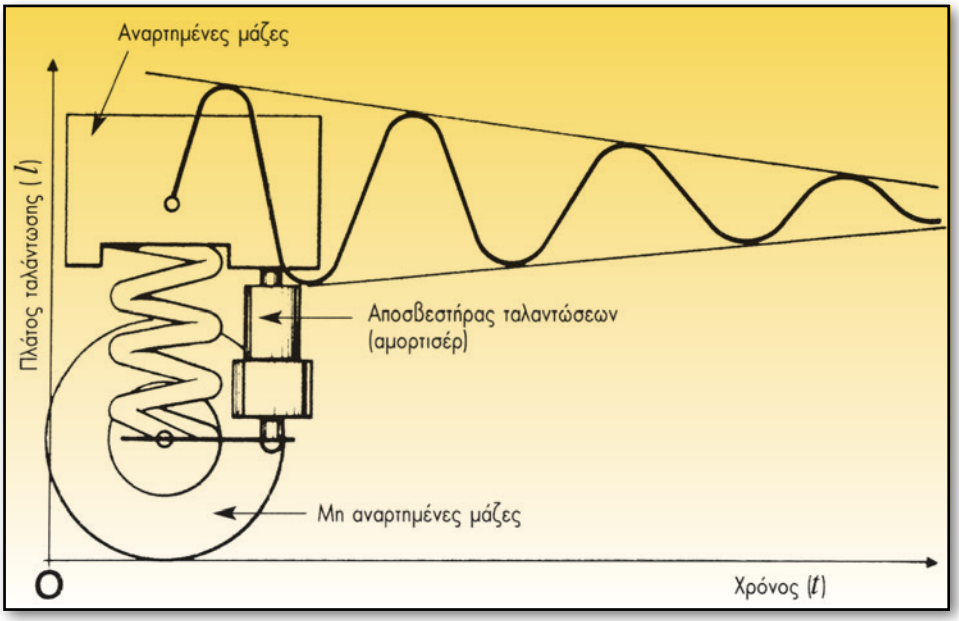


Σχ.4.28 Κίνηση τροχού σε εμπόδιο του δρόμου (Α.Μ.= Αναρτημένες μάζες).

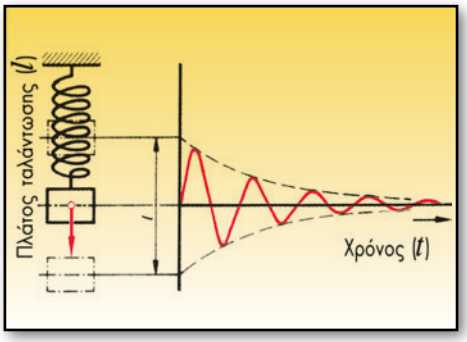
μότητα, η οποία και διαχέεται στον αέρα.
Ο χρόνος που απαιτείται για τη διαδρομή του αμαξώματος από το σημείο ισορροπίας *[Σχ. 4.28(θέση Α)],* τόσο στο αντίστοιχο επάνω μέγιστο, όσο και στο κάτω μέγιστο, καθώς και πάλι στο σημείο ισορροπίας (θέση Α) - που είναι και ο χρόνος μιας πλήρους ταλάντωσης - ονομάζεται περίοδος.
Ο αριθμός των ταλαντώσεων στη μονάδα του χρόνου (min.) ονομάζεται «συχνότητα ταλάντωσης» του οχήματος.
Η πολύ μικρή περίοδος ταλάντωσης (0,2 έως 0,4 sec) που συνεπάγεται σκληρή ανάρτηση, είναι πολύ ενοχλητική για τους επιβάτες του αυτοκινήτου, ενώ αντίθετα η μεγάλη περίοδος (1,25 έως 1,5 sec) που συνεπάγεται πολύ μαλακή ανάρτηση, μπορεί να προκαλέσει ναυτία. Τα ανεκτά όρια, πάντως, μιας κανονικής ταλάντωσης υπολογίζονται από 0,5 μέχρι 1,0 sec.



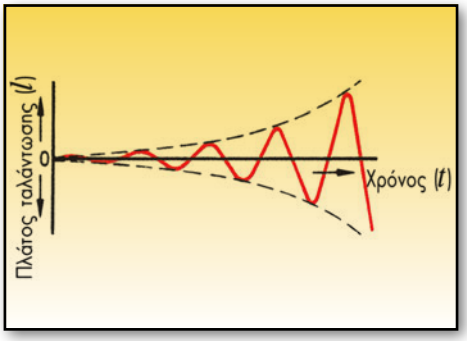
Σχ.4.29 Ταλάντωση ελατηρίου και αμαξώματος χωρίς χρήση αποσβεστήρα.



Σχ.4.30 Ταλάντωση αμαξώματος με χρήση αποσβεστήρα.



Σχ.4.31 Φθίνουσα ταλάντωση ελατηρίου με χρήση αμορτισέρ.



Σχ.4.32 Ταλάντωση με αυξανόμενο πλάτος.

Επίσης, το μικρό πλάτος ταλάντωσης, της τάξης, δηλαδή, ολίγων εκατοστών του m, σημαίνει και μικρή περίοδο και άρα είναι κάτι το ενοχλητικό. Το ίδιο συμβαίνει και για μεγάλα πλάτη, ενώ ένα ανεκτό πλάτος ταλάντωσης για επιβατικά αυτοκίνητα, είναι μεταξύ 5 και 10 cm. Βέβαια, το πλάτος της ταλάντωσης εξαρτάται και από τη «σταθερά c» του ελατηρίου.

Σύμφωνα λοιπόν με αυτά, ένα ελατήριο χαρακτηρίζεται μαλακό, εάν η συχνότητα ταλάντωσης που δημιουργεί στο συγκεκριμένο όχημα φθάνει τις 60 ταλαντώσεις ανά λεπτό (min.), ενώ ένα ελατήριο χαρακτηρίζεται σκληρό, εάν φθάνει τις 90 ταλαντώσεις ανά λεπτό (min). Βέβαια με την παρεμβολή των αμορτισέρ *(Σχ.4.30)* εμποδίζονται οι έντονες ταλαντώσεις, δημιουργώντας σ' αυτές μία φθίνουσα πορεία («φθίνουσα ταλάντωση»), οπότε παρουσιάζεται ένα σύστημα άνετης ανάρτησης. Η καλή ανάρτηση, όπως αναφέρθηκε, εξαρτάται από τη σχέση του βάρους των μη αναρτημένων μαζών του αυτοκινήτου (αξόνων, τροχών κ.λπ.) προς το αντίστοιχο βάρος των αναρτημένων μαζών (αμαξώματος κ.λπ.). Η σχέση αυτή κυμαίνεται, συνήθως, από 1:4 για ολόσωμους άξονες, ενώ για ανεξάρτητη ανάρτηση με βραχίονες και για ανάρτηση με γόνατα Μακ-Φέρσον, από 1:8 και 1:9, αντίστοιχα.

Ταυτόχρονα, η απόσβεση των ταλαντώσεων είναι αναγκαία και πρέπει να γίνεται, όσο είναι δυνατόν, πιο γρήγορα, ενώ το έργο αυτό το αναλαμβάνουν οι αποσβεστήρες (αμορτισέρ).

Στο Σχ.4.31 φαίνεται μία ακόμη φθίνουσα ταλάντωση μετά από ένα εμπόδιο, η οποία πετυχαίνεται με τη χρήση αποσβεστήρα ταλάντωσης (αμορτισέρ), ενώ η απόσβεσή της γίνεται σε χρόνο t, ο οποίος, ουσιαστικά, αντιπροσωπεύει την απόσταση που διανύει το αυτοκίνητο και μέσα στην οποία θα αποσβεστεί η ταλάντωση.

Συντονισμός

Εάν το αμάξωμα, ως αναρτημένη μάζα που είναι, ωθείται στο ρυθμό της ταλάντωσης, εάν δηλαδή το αυτοκίνητο κινείται σε δρόμο με διαδοχικές ομοιόμορφες ανωμαλίες (πλάκες, κλπ.), τότε παρατηρείται ταλάντωσή του με αυξανόμενο το πλάτος της *(Σχ.4.32)*.

4.3.3. Στρεπτικές ράβδοι

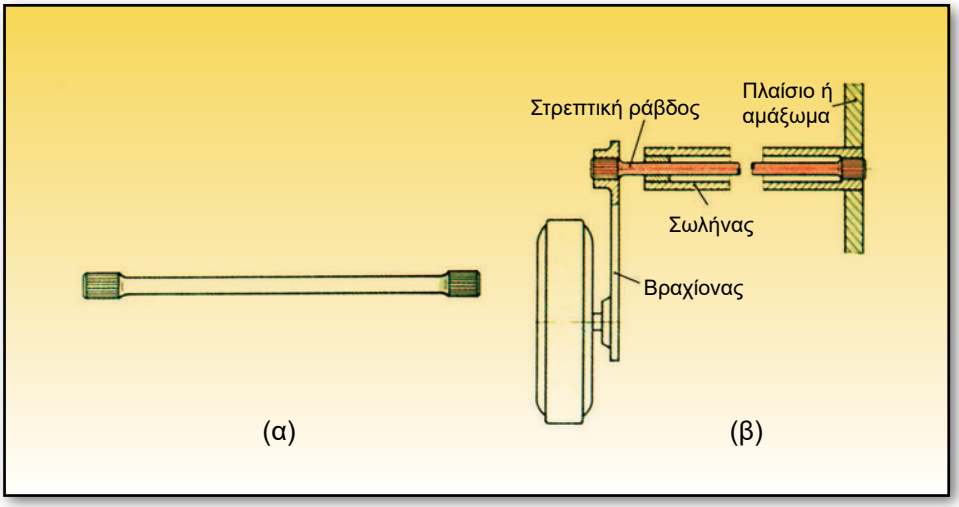
Στην ανάρτηση με στρεπτικές ράβδους εφαρμόζεται η ελαστικότητα σε στρέψη μιας χαλύβδινης ράβδου από χάλυβα ελατηρίων *[Σχ.4.33(α)].* Συνήθως, η ράβδος αυτή είναι κυκλικής διατομής και το μήκος της ποικίλει, ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησής της στο όχημα.

Στα συστήματα ανάρτησης με στρεπτική ράβδο παρουσιάζεται μία ιδιομορφία: Το ελατήριο, δηλαδή η στρεπτική ράβδος, δεν καταπονείται από ένα φορτίο (δύναμη), αλλά από μία ροπή, που δημιουργείται από το ίδιο το φορτίο, το οποίο στηρίζεται στο άκρο ενός βραχίονα ο οποίος είναι στέρεα συνδεμένος στο ελεύθερο άκρο της στρεπτικής ράβδου *[Σχ.4.33(β)].*

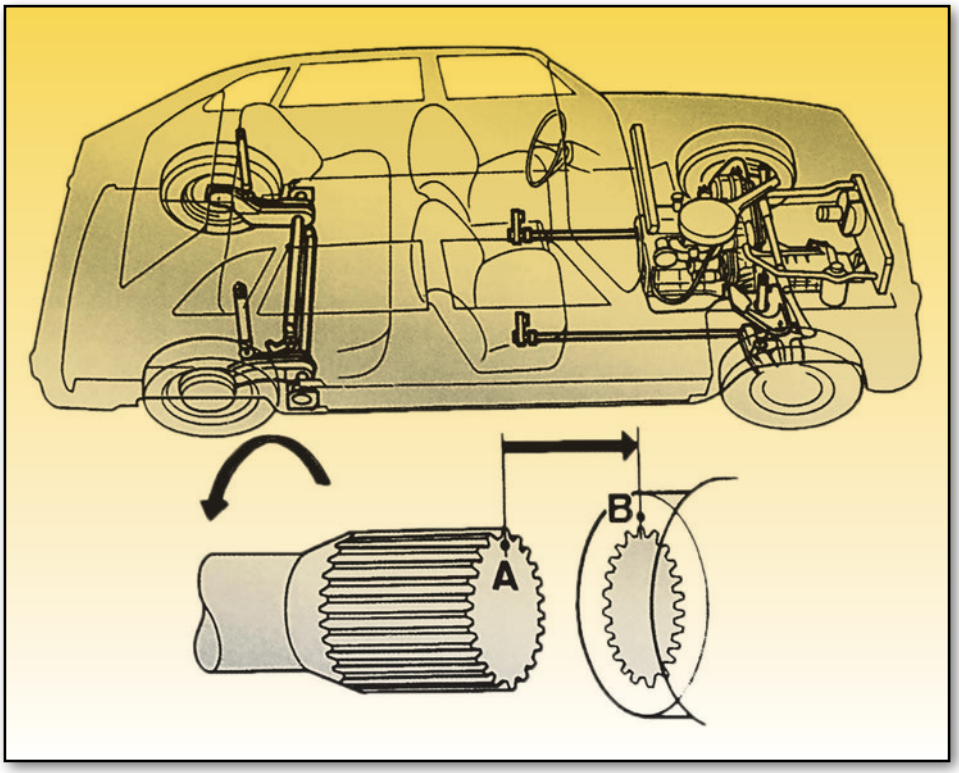
Αποτέλεσμα αυτής της ιδιόμορφης φόρτισης είναι το γεγονός, ότι η παραμόρφωση του ελατηρίου δεν παίρνει τη μορφή κάμψης (όπως στα ημιελλειπτικά ελατήρια), αλλά της συστροφής των ινών της στρεπτικής ράβδου και εμφανίζεται σαν γωνιακή μετατόπιση του ενός άκρου του βραχίονα - εκείνου που φέρει το φορτίο - και ονομάζεται «γωνία συστροφής».

Η τοποθέτηση των στρεπτικών ράβδων μπορεί να γίνει, είτε κατά μήκος του αυτοκινήτου, είτε εγκάρσια *(Σχ.4.34).* Στην πρώτη περίπτωση, μάλιστα, το μήκος των ράβδων αυτών μπορεί ευκολότερα να αυξηθεί και, ως εκ τούτου, και η ικανότητα φόρτωσής τους. Για τη σωστή δε τοποθέτησή τους, υπάρχουν σημάνσεις, δηλαδή «κτυπημένα» σημεία (Α, Β) στο σώμα τους.

Το ένα άκρο της στρεπτικής ράβδου συνδέεται σταθερά στο πλαίσιο, μέσω ειδικού μπρακέτου, ενώ το άλλο στον αιωρούμενο βραχίονα, πάνω στον οποίο στηρίζεται ο τροχός. Έτσι, κάθε αιώρηση του τροχού και του βραχίονα του προκαλεί καταπόνηση σε στρέψη της ράβδου και τάσεις επαναφοράς στην αρχική της θέση.



Σχ.4.33 (α) Στρεπτική ράβδος. (β) Διαμήκης βραχίονας συνδεδεμένος με στρεπτική ράβδο.



Σχ.4.34 Ανεξάρτητη ανάρτηση με στρεπτικές ράβδους και στους πρόσθιους και στους οπίσθιους τροχούς.

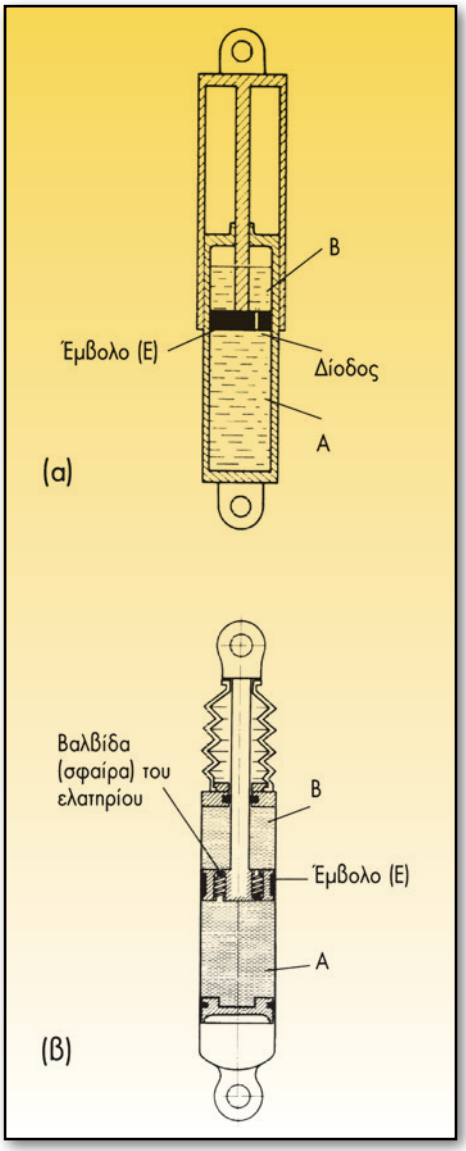
Θα πρέπει, εδώ, να θυμηθούμε, ότι και το ελικοειδές ελατήριο, ουσιαστικά, είναι στρεπτική ράβδος περιελιγμένη η οποία, όταν φορτωθεί, καταπονείται σε στρέψη.

4.4. Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (αμορτισέρ)

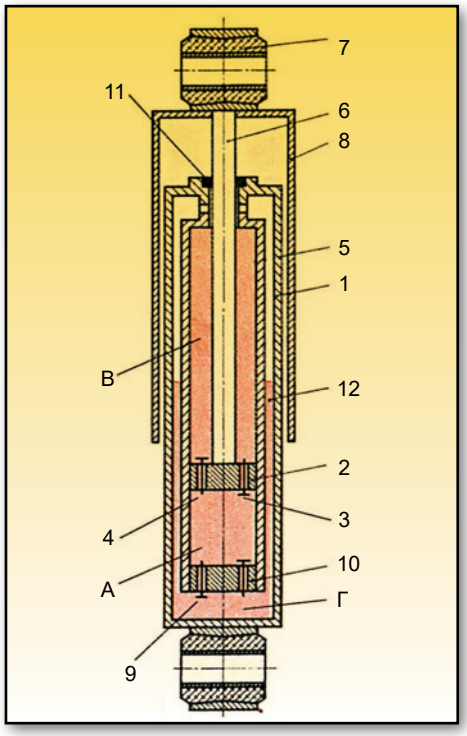
Τα ελατήρια ανάρτησης εξασφαλίζουν, βέβαια, ελαστικότητα μεταξύ των τροχών και του αμαξώματος, αλλά το σοβαρό μειονέκτημά τους είναι, ότι δημιουργούν ταλαντώσεις που είναι πολύ ενοχλητικές για τους επιβάτες.

Για την απόσβεση, ακριβώς, αυτών των ταλαντώσεων, όπως ήδη αναφέρθηκε, τοποθετούνται μεταξύ των αναρτημένων και μη αναρτημένων μαζών ειδικά εξαρτήματα, οι αποσβεστήρες δηλαδή ταλαντώσεων, γνωστοί και ως αμορτισέρ.

Η λειτουργία τους στηρίζεται στην αρχή, κατά την οποία *(Σχ.4.35)* όταν ένα υγρό συμπιέζεται σε ένα χώρο Α από ένα έμβολο Ε, υποχρεώνεται να περάσει σε ένα χώρο Β μέσα από μία μικρή δίοδο (οπή) ή βαλβίδα (σφαίρα που πιέζεται στην έδρα της με ένα ελατήριο), με αποτέλεσμα αυτό το υγρό να δημιουργεί μία



Σχ.4.35 Αρχή λειτουργίας του αποσβεστήρα.
(α) αποσβεστήρας με μικρής διαμέτρου δίοδο. (β) Αποσβεστήρας με βαλβίδες.



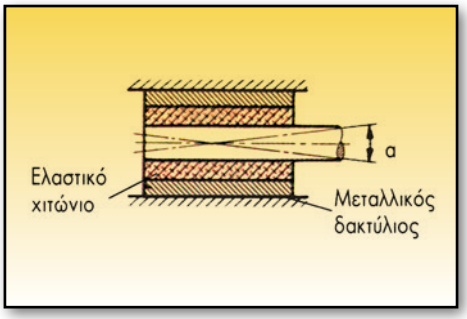
Σχ.4.36 Παραστατική σχεδίαση τηλεσκοπικού αποσβεστήρα ταλαντώσεων (αμορτισέρ) διπλής ενέργειας.

1. Εσωτερικός κύλινδρος
2. Έμβολο
3. Βαλβίδα εισαγωγής του εμβόλου
4. Βαλβίδα εξαγωγής του εμβόλου
5. Εξωτερικός κύλινδρος (αποθήκη υγρών)
6. Βάκτρο
7. Ελαστικό χιτώνιο
8. Εξωτερικός προστατευτικός κύλινδρος
9. Βαλβίδα εξαγωγής εσωτερικού κυλίνδρου
10. Βαλβίδα εισαγωγής εσωτερικού κυλίνδρου
11. Στεγανοποιητική ροδέλα (τσιμούχα)
12. Αποθεματικό υγρό

αντίσταση στην κίνηση του εμβόλου. Για την απόσβεση των ταλαντώσεων, ο περισσότερο χρησιμοποιούμενος σήμερα τύπος αποσβεστήρα, είναι ο υδραυλικός τηλεσκοπικός αποσβεστήρας διπλής ενέργειας *(Σχ.4.36)*, ο

οποίος «εκμεταλλεύεται» την αντίσταση του υγρού όταν πρέπει να διέλθει μέσα από πολύ μικρής διαμέτρου οπές (διόδους) ή μέσα από βαλβίδες.

Αυτός αποτελείται από τον εσωτερικό κύλινδρο (1), μέσα στον οποίο βρίσκεται ένα έμβολο (2), που έχει επάνω του μία βαλβίδα εισαγωγής (3) και μία εξαγωγής (4), ενώ σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να έχει μόνον μικρά ακροφύσια (διόδους). Ο εσωτερικός αυτός υδραυλικός κύλινδρος (1) φέρει, επίσης, μία βαλβίδα εισαγωγής (10) και μία εξαγωγής (9) και βρίσκεται μέσα στον εξωτερικό κύλινδρο (5), που χρησιμεύει και σαν αποθήκη υγρού (ειδικού λαδιού). Το βάκτρο (6) του εμβόλου συνδέεται με το δακτύλιο στήριξης του αποσβεστήρα (7) στο αμάξωμα του αυτοκινήτου (αναρτημένη μάζα), ο οποίος δακτύλιος φέρει ελαστικό χιτώνιο προσαρμογής. Στο Σχ.4.37 φαίνονται παραστατικά τόσο η γωνία «α», κατά μήκος της οποίας μπορεί να ελίσσεται το συγκρότημα του χιτωνίου, όσο και ο ίδιος ο μεταλλικός δακτύλιος, μαζί με το ελαστικό του χιτώνιο. Επίσης, στο συγκρότημα του βάκτρου του εμβόλου υπάρχει και ένας εξωτερικός προστατευτικός κύλινδρος (8) (Σχ. *4.36).*



Σχ.4.37 Ελαστικό χιτώνιο.

Ο εξωτερικός κύλινδρος (5) στο κάτω άκρο του συνδέεται με ένα δεύτερο ελαστικό δακτύλιο στήριξης, ο οποίος προσαρμόζεται στις μη αναρτημένες μάζες και, ειδικότερα, στο συγκρότημα του ελατηρίου ανάρτησης, που και αυτό είναι προσαρμοσμένο στο συγκρότημα των αξόνων των τροχών ή στους βραχίονες ανάρτησης.

Έτσι, η θέση του εμβόλου (2) επηρεάζεται από την κίνηση των αναρτημένων μαζών σε σχέση με τις μη αναρτημένες. Όταν, λοιπόν, οι τροχοί συναντήσουν εμπόδιο και ανασηκωθούν (εκτιναχθούν), τότε ο αποσβεστήρας συμπιέζεται, οπότε το υγρό από το χώρο συμπίεσης Α αναγκάζεται να περάσει από την άνω βαλβίδα εξαγωγής του εμβόλου (4) στο χώρο Β, επάνω από το έμβολο, καθώς και προς το χώρο Γ (αποθήκη υγρού) του εξωτερικού κυλίνδρου (5), μέσω της αντίστοιχης κάτω βαλβίδας εξαγωγής του εσωτερικού κυλίνδρου (9).

Όταν, πάλι, ο τροχός κατεβαίνει, ο αποσβεστήρας εκτείνεται, οπότε απομακρύνονται οι δύο δακτύλιοι στήριξής του και οι τροχοί επανέρχονται στη φυσική τους θέση, ενώ το υγρό αναγκάζεται συμπιεζόμενο να περάσει αντίστροφα, δηλαδή από το χώρο Β - μέσω της βαλβίδας εισαγωγής (3) του εμβόλου - στο χώρο Α. Επίσης, περνά και από το χώρο Γ (της αποθήκης του) - μέσω της αντίστοιχης βαλβίδας εισαγωγής του εσωτερικού κυλίνδρου (10) - στο χώρο Α.

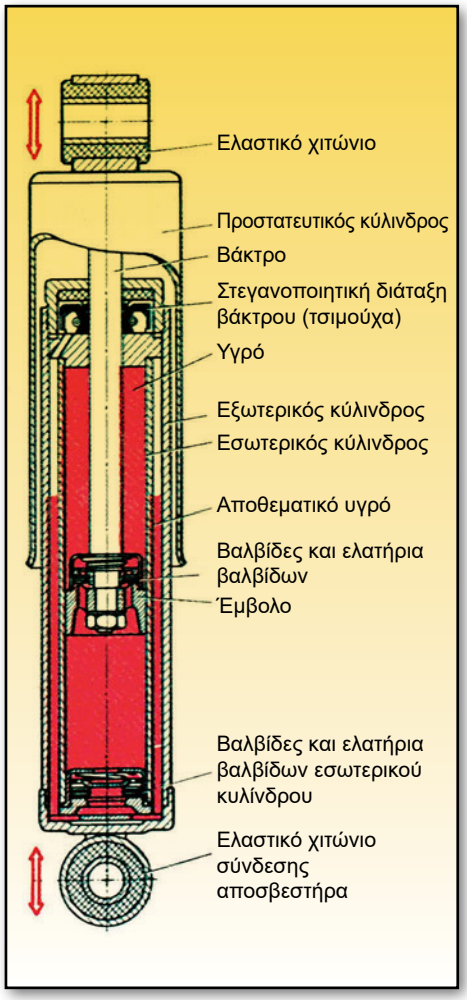
Έτσι, η αντίσταση στην κίνηση του υγρού από τον ένα χώρο στον άλλο, ρυθμίζει την αποσβεστική ικανότητα του αμορτισέρ, αλλά και την ευκαμψία όλου του συστήματος ανάρτησης. Αν η αντίσταση στη ροή του υγρού είναι

πολύ μεγάλη, τότε η ταλάντωση αποσβένεται μεν αμέσως, η ελαστικότητα, όμως, της ανάρτησης είναι πολύ περιορισμένη. Τα ακριβώς αντίθετα συμβαίνουν, αν η αντίσταση στη ροή του υγρού είναι πολύ μικρή.

Το επιθυμητό, πάντως, μέγεθος στην αντίσταση της ροής το πετυχαίνουμε με την κατάλληλη επιλογή ακροφυσίων και βαλβίδων. Σημειώνεται και πάλι, ότι στην περίπτωση των βαλβίδων, οι σφαίρες ή δίσκοι «πατούν» στις έδρες τους με τη βοήθεια ελατηρίων. Ρυθμίζοντας, λοιπόν, την κατάλληλη δύναμη στα ελατήρια και τη φορά του ανοίγματος των βαλβίδων, μπορούμε να επιτύχουμε όχι μόνο την ίδια ή διαφορετική αντίσταση κατά τις δύο διευθύνσεις της κίνησης, αλλά και την αυξομείωση της αντίστασης κατά τη διαδρομή, σε συνάρτηση και με το μέγεθος της εξωτερικής δύναμης που προκάλεσε την αλλαγή στην ισορροπία του συστήματος ανάρτησης.

Εδώ πρέπει να τονισθεί, ότι ο αποσβεστήρας δεν παρουσιάζει καμία αντίσταση σε στατικά επιβαλλόμενα φορτία. Δεν υποβοηθά, δηλαδή, την ανάρτηση, στο να σηκώσει αυτή το στατικό φορτίο του οχήματος, ακριβώς επειδή υποχωρεί σε οποιαδήποτε δύναμη, όσο μικρή και αν είναι, και βέβαια όταν εξασκείται για κάποια χρονική διάρκεια. Η αποστολή του αποσβεστήρα είναι απλά και μόνο να επιβραδύνει την ανταπόκριση του συστήματος ανάρτησης στις εξωτερικές ή εσωτερικές δυνάμεις και να πετυχαίνει την απόσβεση των ταλαντώσεων, που δημιουργούν οι δυνάμεις αυτές.

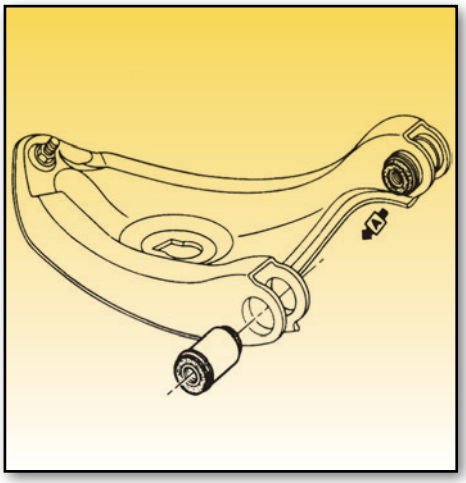
Στο Σχ.4.38 φαίνεται μία κατασκευαστική σχεδίαση ενός τηλεσκοπικού αποσβεστήρα διπλής ενέργειας.



Σχ.4.38 Κατασκευαστική σχεδίαση αποσβεστήρα διπλής ενέργειας.

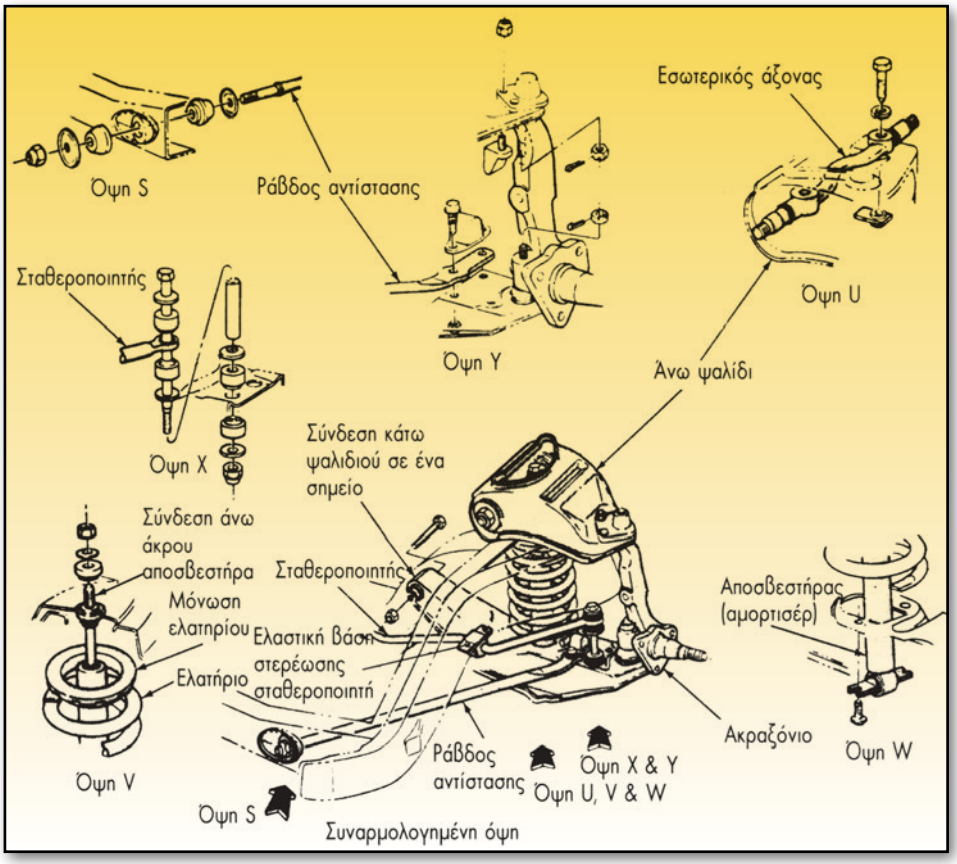
4.5. Ελαστικά μέρη ανάρτησης και «σινεμπλόκ» ή «σάϊλεντ μπλοκ» (Silent block)

Τα διάφορα μέρη της ανάρτησης συνδέονται με το πλαίσιο ή αμάξωμα και, σπανιότερα, μεταξύ τους, με μεταλλοελαστικούς συνδέσμους. Συνήθως, οι σύνδεσμοι αυτοί περιλαμβάνουν δύο μεταλλικά χιτώνια μεταξύ των οποίων



Σχ.4.39 Σινεμπλόκ σε ψαλίδι ανάρτησης.

παρεμβάλλεται με ειδική κόλληση, ελαστικό χιτώνιο (ελαστικός δακτύλιος) *(Σχ.4.37).* Οι σύνδεσμοι σκοπό έχουν τη μεταφορά δυνάμεων μεταξύ αναρτημένων και μη αναρτημένων μερών του αυτοκινήτου με ελαστικότητα και παράλληλα, με αθόρυβη λειτουργία. Στο Σχ.4.39 φαίνονται τα δύο «σινεμπλόκ» σε ένα ψαλίδι (βραχίονα) ανάρτησης.
Στο Σχ.4.40 φαίνεται μία γενική διάταξη που περιλαμβάνει τα σινεμπλόκ σε μία εμπρόσθια ανεξάρτητη ανάρτηση με δύο ανισομεγέθη ψαλίδια, από τα οποία το κάτω ψαλίδι έχει ένα μόνο σημείο στήριξης.



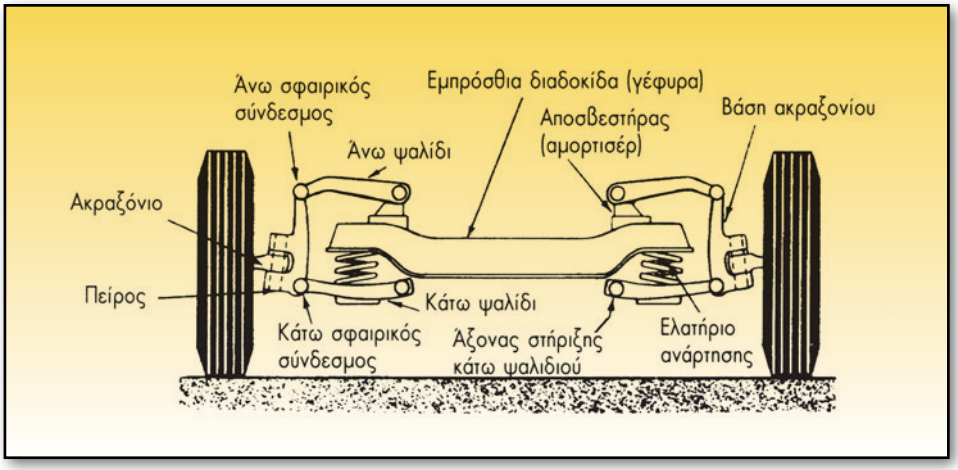
Σχ.4.40 Λεπτομέρειες ελαστικών μερών εμπρόσθιας ανάρτησης με ψαλίδια.

Στο Σχ. 4.4 φαίνονται τα ελαστικά ή ελαστικοπλαστικά χιτώνια σύνδεσης των ημιελλειπτικών ελατηρίων ενός πρόσθιου άξονα στη σταθερή, αλλά και στη διπλή άρθρωση στο πλαίσιο ή το αμάξωμα του αυτοκινήτου.

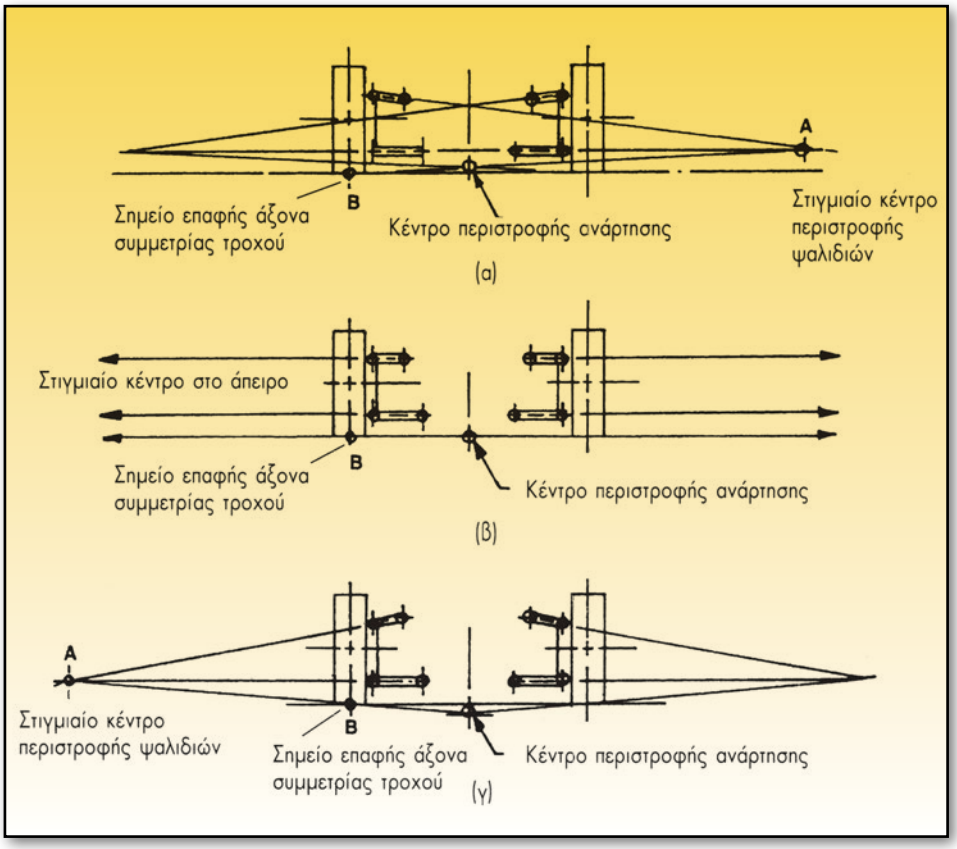
Στο Σχ. 4.5 φαίνεται η παρεμβολή ελαστικών ροδελών στο σημείο που ακουμπά (στηρίζεται) ο αποσβεστήρας στο κάτω μέρος του, δηλαδή στη βάση στήριξης του ημιελλειπτικού ελατηρίου ανάρτησης στον οπίσθιο άξονα (βλ. λεπτομέρεια Α). Το άνω άκρο του αποσβεστήρα προσαρμόζεται, επίσης, με την παρεμβολή μεταλλοελαστικού χιτωνίου, ενώ παρόμοιοι ελαστικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται και στις βάσεις συναρμολόγησης των ψαλιδιών στις ανεξάρτητες αναρτήσεις ή ακόμα και για τη στήριξη σταθεροποιητών, για την προσαρμογή του γονάτου Μακ-Φέρσον στο αμάξωμα *(Σχ.4.44 και Σχ.4.46)* και στους συγκρατητικούς βραχίονες - ελκυστήρες του συστήματος ανάρτησης κ.λπ. Χρησιμοποιούνται, επίσης, συμπαγή ειδικά διαμορφωμένα κομμάτια ελαστικού (μπλοκ) ως περιοριστές της διαδρομής των διαφόρων μερών της ανάρτησης. Τυπική περίπτωση τέτοιων υλικών είναι οι ελαστικές βάσεις, όπου τερματίζει η ανάρτηση. Στα Σχ. 4.4 και 4.5 φαίνονται τα ελαστικά αυτά μέρη, τα οποία είναι κολλημένα με ειδική διαδικασία επάνω σε μεταλλική βάση, η οποία προσαρμόζεται με κοχλίες στο πλαίσιο ή το αμάξωμα. Πολλές τέτοιες ελαστικές βάσεις μπορεί να «κουμπωθούν» (εφαρμοσθούν) απευθείας σε ειδικά διαμορφωμένες υποδοχές στο πλαίσιο ή το αμάξωμα.

4.6. Ανεξάρτητη ανάρτηση με βραχίονες (Ψαλίδια)

Η ανεξαρτησία των κινήσεων των τροχών εξασφαλίζεται με τη χρήση βραχιόνων, μέσω των οποίων οι τροχοί είναι αρθρωμένοι στο πλαίσιο ή στο αμάξωμα. Όταν ο άξονας περιστροφής των βραχιόνων είναι παράλληλος με τη διεύθυνση κίνησης του αυτοκινήτου -



Σχ.4.41 Πρόσθιο σύστημα ανάρτησης με βραχίονες (ψαλίδια) ίσου μήκους.



Σχ.4.42 Ανισομεγέθη ψαλίδια.
α. Αποκλίνοντα ψαλίδια. β. παράλληλα ψαλίδια. γ. Συγκλίνοντα ψαλίδια

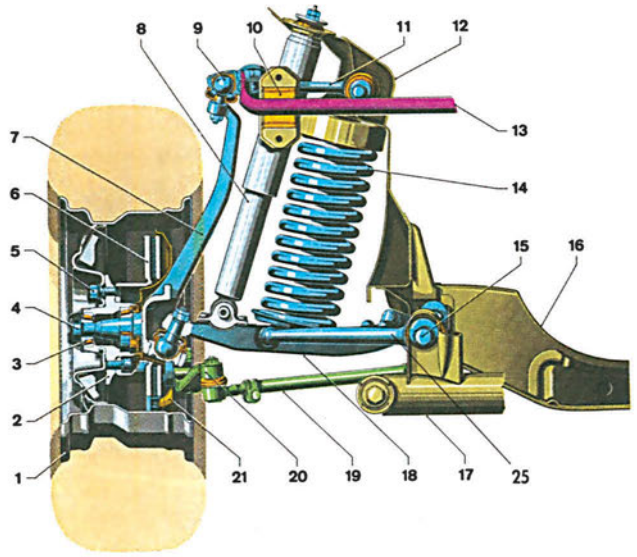
διαμήκης άξονας συμμετρίας αυτοκινήτου - τότε οι βραχίονες λέγονται εγκάρσιοι βραχίονες ανάρτησης ή ψαλίδια.

Στο Σχ.4.41 παρουσιάζεται ένα εμπρόσθιο σύστημα ανάρτησης με βραχίονες (ψαλίδια), στο οποίο τα άνω και τα κάτω τριγωνικά ψαλίδια είναι ίσα (ισομεγέθη) και, συνήθως, είναι παράλληλα.

Όταν κατά την κίνησή του το όχημα συναντήσει εμπόδιο (σκαλοπάτι κ.λπ.) ή μία στροφή, λόγω μεταφοράς βάρους οι τροχοί θα ανυψωθούν σε σχέση με το αμάξωμα. Όταν, όμως, στο συγκεκριμένο όχημα υπάρχουν ψαλίδια ίδιου μήκους, οι τροχοί υψούμενοι παραμένουν μεν παράλληλοι με αμετάβλητη τη γωνία Κάμπερ, αλλά πλησιάζει ο ένας τον άλλο, οπότε μειώνεται το μετατρόχιο. Η απόσταση, δηλαδή, μεταξύ των τροχών γίνεται μικρότερη, όταν συσπειρώνονται τα ελατήρια ανάρτησης, γεγονός που, βέβαια, δημιουργεί την τριβή των ελαστικών στο οδόστρωμα, τη μείωση της πρόσφυσής τους και την υπερβολική φθορά τους.

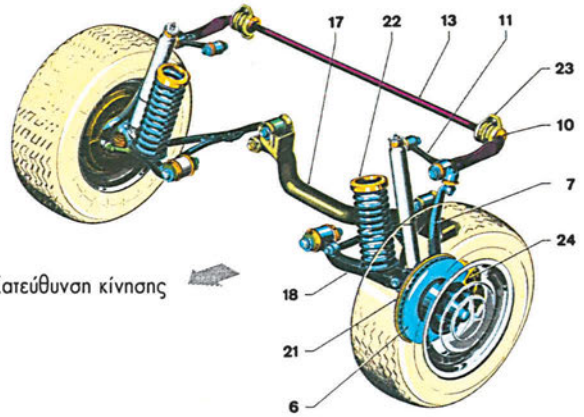
Για να αποφευχθούν όλα αυτά, σήμερα, εφαρμόζεται το σύστημα ανάρτησης με άνισα ψαλίδια, όπου αυτά μπορούν μεν να είναι παράλληλα, να αποκλίνουν ή να συγκλίνουν (*Σχ.4.42*), όταν όμως τα ελατήρια ανάρτησης συσπειρωθούν, οι τροχοί παίρνουν μικρή κλίση στο επάνω μέρος τους - είτε προς τα έξω, είτε προς τα μέσα - υπάρχει δηλαδή μεταβολή της γωνίας Κάμπερ, αλλά η μεταξύ τους απόσταση στο σημείο που «πατούν» στο οδόστρωμα, παραμένει περίπου σταθερή.
Έτσι, οι προεκτάσεις των ψαλιδιών στα συγκλίνοντα και αποκλίνοντα ψαλίδια δημιουργούν το στιγμιαίο κέντρο περιστροφής (Α) της ανάρτησης του κάθε τροχού, ενώ προς τα στιγμιαία αυτά κέντρα περιστροφής των ψαλιδιών διαμορφώνονται και αντίστοιχα κέντρα περιστροφής ολόκληρης της εμπρόσθιας ανάρτησης του οχήματος, τα οποία για τα αποκλίνοντα ψαλίδια είναι επάνω από το οδόστρωμα, για τα παράλληλα ψαλίδια είναι επί του οδοστρώματος και για τα συγκλίνοντα είναι κάτω από το οδόστρωμα *[Σχ.4.42(α), (β),(γ)], αντίστοιχα.*
Στο Σχ.4.43 φαίνεται η περίπτωση ανάρτησης με αποκλίνοντα ψαλίδια.
Στα οχήματα με αποκλίνοντα ψαλίδια, όταν οι τροχοί συναντήσουν εμπόδιο, αποκτούν αρνητική γωνία Κάμπερ και αν συμπέσει στροφή με εμπόδιο, δημιουργούν ώθηση του οχήματος αντίθετη προς την κατεύθυνση της φυγόκεντρης δύναμης, μειώνοντας έτσι τη γωνία ολίσθησης (Βλέπε παράγραφο 3.5.2 στην ενότητα του συστήματος διεύθυνσης).
Το αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση συγκλινόντων ψαλιδιών, που όταν συναντήσουν εμπόδιο, οι τροχοί αποκτούν θετική γωνία Κάμπερ, ενώ σε στροφή με εμπόδιο δημιουργούν ωθήσεις κατά την κατεύθυνση της φυγόκεντρης δύναμης, αυξάνοντας έτσι τη γωνία ολίσθησης.
Από άποψη ευστάθειας του οχήματος, σε πιθανή προσβολή του από πλευρικές δυνάμεις (ανέμους, φυγόκεντρη δύναμη), πλεονεκτούν τα αποκλίνοντα ψαλίδια.
Γενικά, τα ψαλίδια αρθρώνονται στο πλαίσιο ή το αμάξωμα με βλήτρα (μπουλόνια) σε ένα ή δύο σημεία, ενώ στο εξωτερικό τους μέρος αρθρώνεται η βάση του ακραξονίου με πείρους στις παλαιότερες κατασκευές, ή με σφαιρικούς συνδέσμους στις νεώτερες κατασκευές. Το ελατήριο ανάρτησης, το οποίο στην προκειμένη περίπτωση είναι ελικοειδές, καθώς και ο αποσβεστήρας ταλαντώσεων (αμορτισέρ) τοποθετούνται, είτε ανάμεσα στο πλαίσιο ή αμάξωμα και στο επάνω ψαλίδι, είτε ανάμεσα στο πλαίσιο ή το αμάξωμα και στο κάτω ψαλίδι, πάντα επάνω σε κατάλληλες υποδοχές *[Σχ.4.43(12)].*
Εάν το κάτω ψαλίδι έχει ένα μόνο σημείο στήριξης, τότε προστίθεται, είτε μία λοξή συγκρατητική ράβδος, είτε μία αντίστοιχη σταθεροποιητική ράβδος (13) (Σταθεροποιητής - Stabilizer) *[Σχ.4.43 (α) και (β)].* Η λοξή, ιδίως, συγκρατητική ράβδος (25) αναλαμβάνει (δέχεται) τις δυνάμεις προς τα εμπρός και πίσω, που δημιουργούνται κατά την επιτάχυνση και την πέδηση του οχήματος, αντίστοιχα. Η σταθεροποιητική ή αντιστρεπτική ράβδος είναι μία ράβδος που συνδέει τους δύο τροχούς μεταξύ τους και στηρίζεται με δύο ελαστικές αρθρώσεις (23) στο πλαίσιο ή το αμάξωμα. Έτσι, ο κάθε τροχός δεν είναι ανεξάρτητος από τον άλλο, παρά το γεγονός ότι η ανάρτηση

(α)



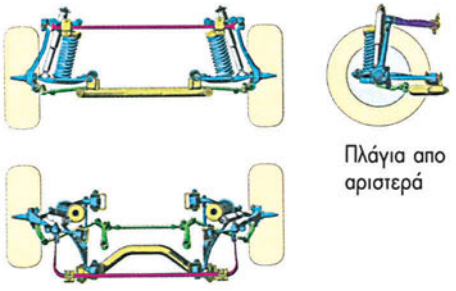
Γενική διάταξη

(β)



Κατεύθυνση κίνησης

(γ)



Όψη εκ των όπισθεν

Πλάγια απο αριστερά

Κάτοψη

Σχ.4.43 Ανεξάρτητη ανάρτηση με αποκλίνοντα ψαλίδια.
(α) Πρόσθιο σύστημα ανάρτησης με αποκλίνοντες βραχίονες (ψαλίδια) άνισου μήκους. (β) Γενική διάταξη συστήματος ανάρτησης με αποκλίνοντες βραχίονες (ψαλίδια) άνισου μήκους

1. Ζάντα τροχού. 2. Πλήμνη πρόσθιου τροχού. 3. Κωνικό ρουλεμάν. 4. Περικόχλιο. 5. Μπουλόνι προσαρμογής τροχού. 6. Δίσκος φρένων. 7. Βάση ακραξονίου. 8. Αποσβεστήρας (αμορτισέρ). 9. Άνω σφαιρικός σύνδεσμος. 10. Σινε-μπλοκ αντιστρεπτικής ράβδου. 11. Άνω βραχίονας ανάρτησης (ψαλίδι). 12. Βάση έδρασης ελατηρίου. 13. Αντιστρεπτική ράβδος. 14. Ελικοειδές ελατήριο. 15. Έκκεντρη διάταξη πείρου. 16. Εγκάρσια δοκός. 17. Εγκάρσιος φορέας. 18. Κάτω βραχίονας ανάρτησης (ψαλίδι). 19. Βραχίονας διεύθυνσης. 20. Αγκωνωτός βραχίονας διεύθυνσης τροχού. 21. Προστατευτικό κάλυμμα. 22. Ελαστικός δακτύλιος. 23. Μπρακέτο συγκράτησης αντιστρεπτικής ράβδου. 24. Δισκόφρενο. 25. Λοξή συγκρατητική ράβδος.

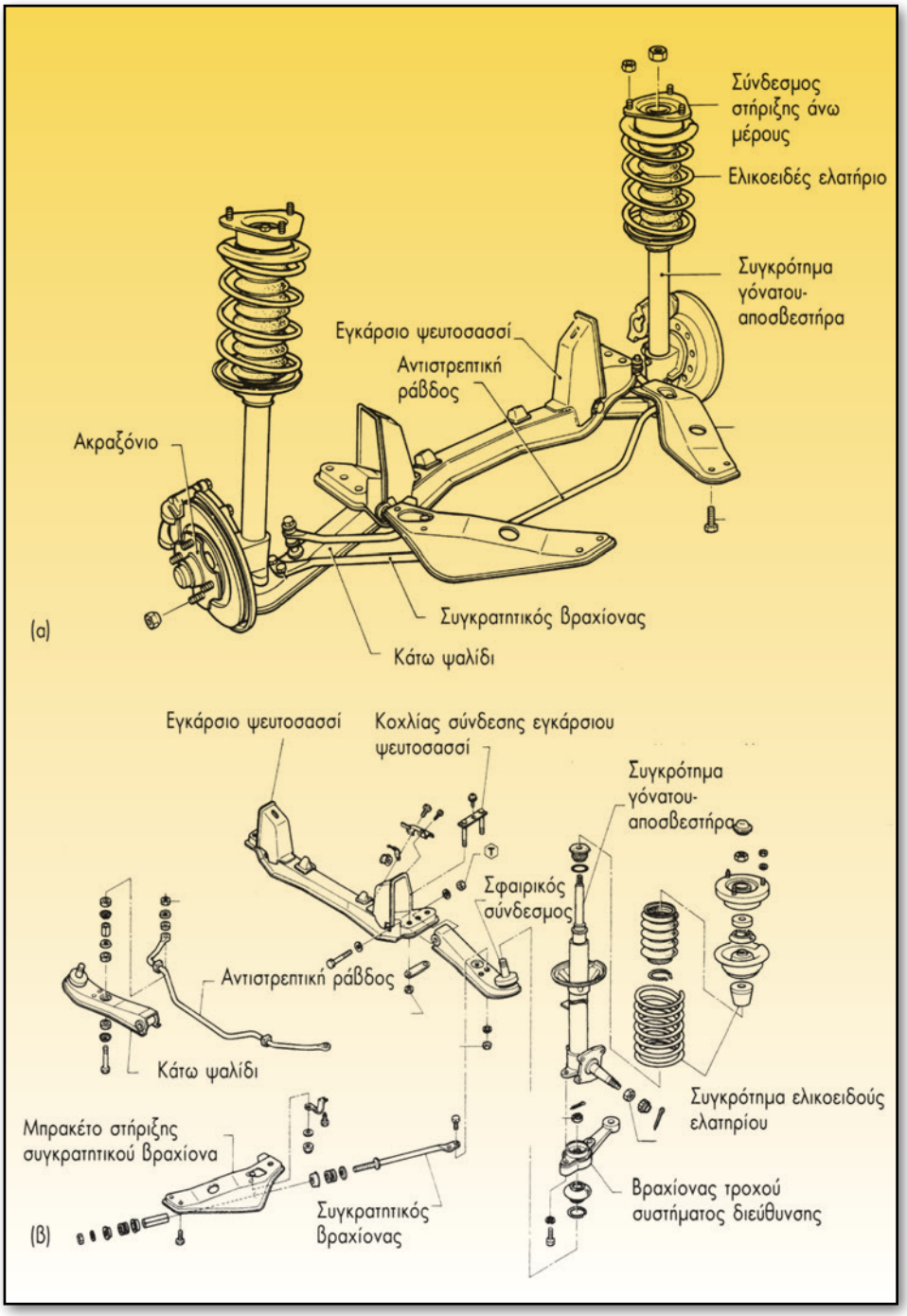
αναφέρεται ως ανεξάρτητη, απεναντίας, όταν ο ένας τροχός ανέβει, τείνει να ανεβάσει και τον άλλο, ο οποίος αντιστέκεται. Έτσι, εξισορροπούνται κατά κάποιον τρόπο οι εγκάρσιες δυνάμεις, που παράγουν κλυδωνισμούς και που δημιουργούνται κατά τη μονόπλευρη άνοδο του ενός τροχού. Με τη μέθοδο αυτή, ο πρόσθιος τυπικός άξονας διατηρεί σε μεγάλο βαθμό την οριζοντιότητά του, με αποτέλεσμα να μην επηρεάζεται το αμάξωμα από το εμπόδιο που παρουσιάζεται στον ένα του τροχό.

Η συμπεριφορά - ενέργεια της σταθεροποιητικής ράβδου σε μία στροφή είναι ανάλογη με αυτή του εμποδίου που συναντά ένας τροχός. Εδώ, δηλαδή, η ράβδος αντιστέκεται στην κλίση του αμαξώματος, δημιουργώντας αντίθετες δυνάμεις που προσπαθούν να το κρατήσουν οριζόντιο.

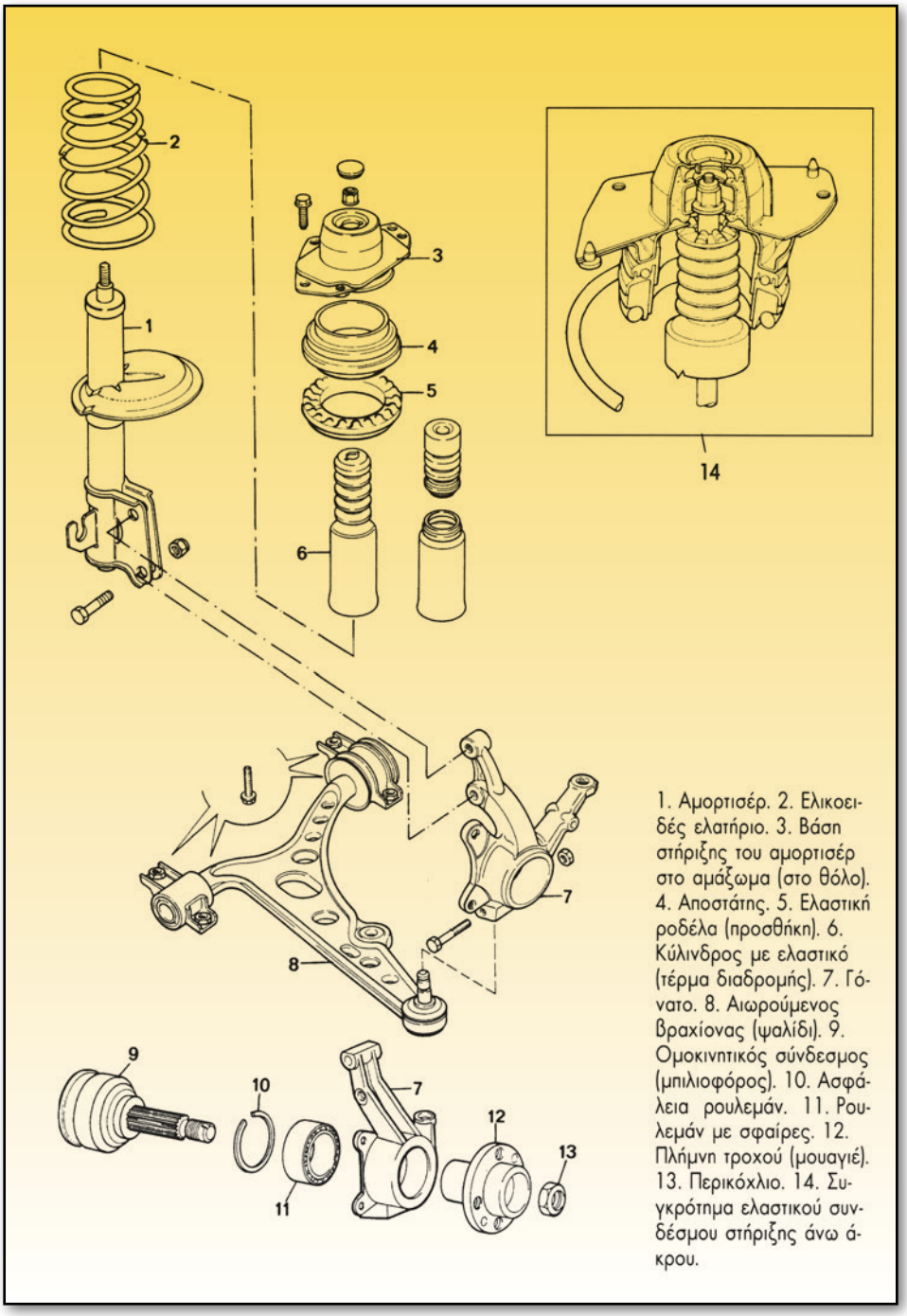
4.7. Ανεξάρτητη πρόσθια ανάρτηση με γόνατα Μακ-Φέρσον (Mac-Pherson).

Με την κατάργηση του τυπικού πλαισίου στα επιβατικά αυτοκίνητα και την κατασκευή των ημιαυτοφερόμενων και αυτοφερόμενων αμαξωμάτων, έχουμε μία εξέλιξη στο σύστημα της ανεξάρτητης ανάρτησης με ψαλίδια, γνωστό ως σύστημα ανεξάρτητης ανάρτησης με «γόνατα Μακ - Φέρσον». Στο Σχ.4.44 φαίνονται η γενική διάταξη (α) και οι λεπτομέρειες (β) από το σύστημα αυτό σ' ένα πρόσθιο αριστερό τροχό ενός αυτοκινήτου με οπίσθιο κινητήριο άξονα. Στο Σχ.3.16 που αφορά το σύστημα διεύθυνσης φαίνεται το ίδιο αυτό σύστημα σε αυτοκίνητο με πρόσθιο κινητήριο άξονα, ενώ στο Σχ.4.45 φαίνονται οι λεπτομέρειες της όλης διάταξης του πρόσθιου κινητήριου αριστερού τροχού, του προηγούμενου Σχ.3.16.

Στην περίπτωση, ειδικά, αυτοκινήτου με πρόσθιο κινητήριο άξονα, το σύστημα Μακ-Φέρσον εκτός από τα πλεονεκτήματα της ανάρτησης με διπλά ψαλίδια που έχει - εξοικονομεί και χώρο για την τοποθέτηση του κινητήρα σε εγκάρσια θέση, λόγω του ότι, όπως θα δούμε παρακάτω, καταργείται το επάνω ψαλίδι, ενώ προτιμάται από τους κατασκευαστές και διότι συνδυάζει την απλότητα, το μικρό βάρος και την αξιοπιστία.

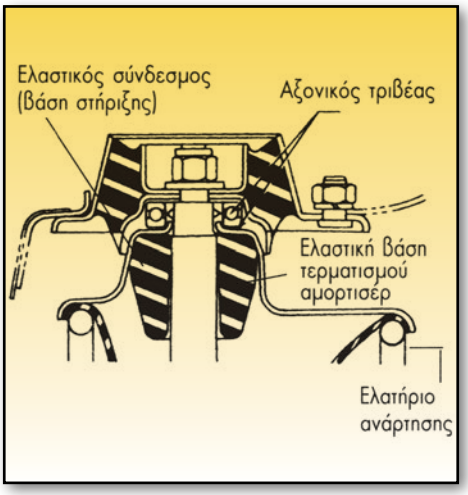


Σχ.4.44 Ανεξάρτητη ανάρτηση με γόνατο Μακ-Φέρσον σε αυτοκίνητο με οπίσθιο κινητήριο άξονα. (α) Γενική διάταξη, (β) Λεπτομέρειες.



1. Αμορτισέρ. 2. Ελικοειδές ελατήριο. 3. Βάση στήριξης του αμορτισέρ στο αμάξωμα (στο θόλο). 4. Αποστάτης. 5. Ελαστική ροδέλα (προσθήκη). 6. Κύλινδρος με ελαστικό (τέρμα διαδρομής). 7. Γόνατο. 8. Αιωρούμενος βραχίονας (ψαλίδι). 9. Ομοκινητικός σύνδεσμος (μπιλιοφόρος). 10. Ασφάλεια ρουλεμάν. 11. Ρουλεμάν με σφαίρες. 12. Πλήμνη τροχού (μουαγιέ). 13. Περικόχλιο. 14. Συγκρότημα ελαστικού συνδέσμου στήριξης άνω άκρου.

Σχ.4.45 Λεπτομέρειες από ανεξάρτητη ανάρτηση με γόνατο Μάκ Φέρσον σε αυτοκίνητο με πρόσθια κίνηση.



Σχ.4.45α Ελαστικός σύνδεσμος στήριξης άνω μέρους σε ανάρτηση με γόνατο Μακ – Φέρσον.

Στην ανάρτηση Μακ-Φέρσον *(Σχ.4.44 και Σχ.4.45)* καταργείται το επάνω ψαλίδι και τη θέση του παίρνει το γόνατο Μακ - Φέρσον. Αυτό δεν είναι τίποτε άλλο παρά μία βάση (το γόνατο) και στη συνέχεια ένας σωλήνας, ο οποίος φιλοξενεί τον αποσβεστήρα ταλαντώσεων (αμορτισέρ). Το σύνολο αυτό (γόνατο και αμορτισέρ) στο κάτω μέρος του συνδέεται στη βάση του ακραξονίου, η οποία - με παρεμβολή, εδώ, και του αγκωνωτού βραχίονα διεύθυνσης του τροχού - μέσω σφαιρικού συνδέσμου («μπαλάκι») συνδέεται με το κάτω ψαλίδι.

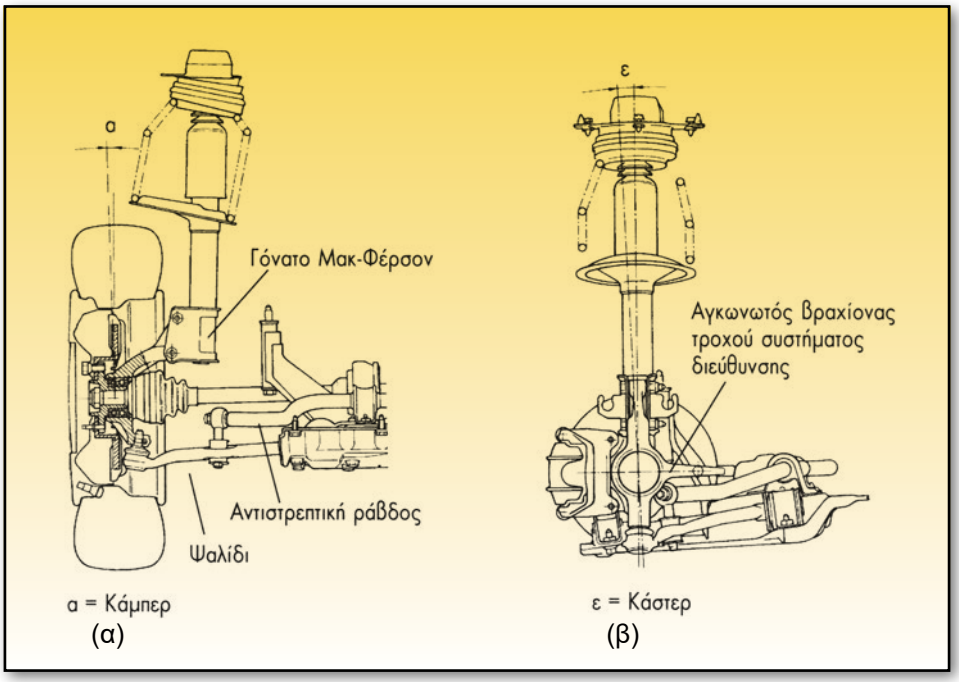
Στο Σχ.4.45 παρουσιάζεται, όπως είδαμε, η σχεδίαση της ανάρτησης αυτής για αυτοκίνητο με εμπρόσθια κίνηση.

Το επάνω μέρος του αποσβεστήρα και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις (οπίσθιας και εμπρόσθιας κίνησης), συνδέεται με ομοαξονική, συνήθως, παρεμβολή και με κατάλληλες εγκαθίσεις (υποδοχές) ενός ελικοειδούς ελατηρίου, σε ενισχυμένη περιοχή του αμαξώματος, μέσω ελαστικού συνδέσμου. Έτσι, το φορτίο της ανάρτησης μοιράζεται (κατανέμεται) σε μεγαλύτερη περιοχή του αμαξώματος.

Στο Σχ.4.45α φαίνεται μία εναλλακτική σχεδίαση της σύνδεσης του επάνω μέρους του συγκροτήματος του γονάτου Μακ - Φέρσον στο αμάξωμα, όπου εκτός από τον ελαστικό σύνδεσμο, δηλαδή τη βάση στήριξης και την ελαστική βάση τερματισμού του αποσβεστήρα, υπάρχει και αξονικός τριβέας.

Το κάτω ψαλίδι ή, γενικά, ο εγκάρσιος κάτω βραχίονας μιας τέτοιας ανάρτησης, μπορεί να είναι τριγωνικό με δύο σημεία στήριξης στο αμάξωμα *[(Σχ. 4.45(8)]* μπορεί, όμως, να έχει ένα μόνο σημείο στήριξης *(Σχ.4.44)*. Στην περίπτωση αυτή, για καλύτερη σταθερότητα του συστήματος κατά το φρενάρισμα, την επιτάχυνση και τις πλευρικές δυνάμεις (φυγόκεντρες και πλάγιους άνεμους), τοποθετείται στο ψαλίδι μία ράβδος αντίστασης (συγκρατητικός βραχίονας ή ελκυστήρας), η οποία «πιάνει» τόσο και στο ψαλίδι, όσο και στο αμάξωμα συνήθως με σινεμπλόκ. Πέρα, όμως, από τη ράβδο αυτή, όλες σχεδόν οι κατασκευές των μικρών επιβατικών οχημάτων έχουν και αντιστρεπτική δοκό ή ράβδο (Σταθεροποιητή - Stabilizer), όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, και η οποία εκτός από τη δράση της ως σταθεροποιητικής δοκού, λειτουργεί, εν μέρει, και ως ράβδος αντίστασης. Σε περιπτώσεις, μάλιστα, βαρέος τύπου αντιστρεπτικής δοκού, αυτή μπορεί να αντικαθιστά εντελώς τη ράβδο αντίστασης.

Στο Σχ.4.46 παρουσιάζεται μία πρόσθια ανεξάρτητη ανάρτηση με γόνατα



Σχ.4.46 Πρόσθια ανεξάρτητη ανάρτηση με γόνατα Μακ - Φέρσον: (α) Όπως φαίνεται από το εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου. (β) Όπως φαίνεται από το πλευρό του αυτοκινήτου.

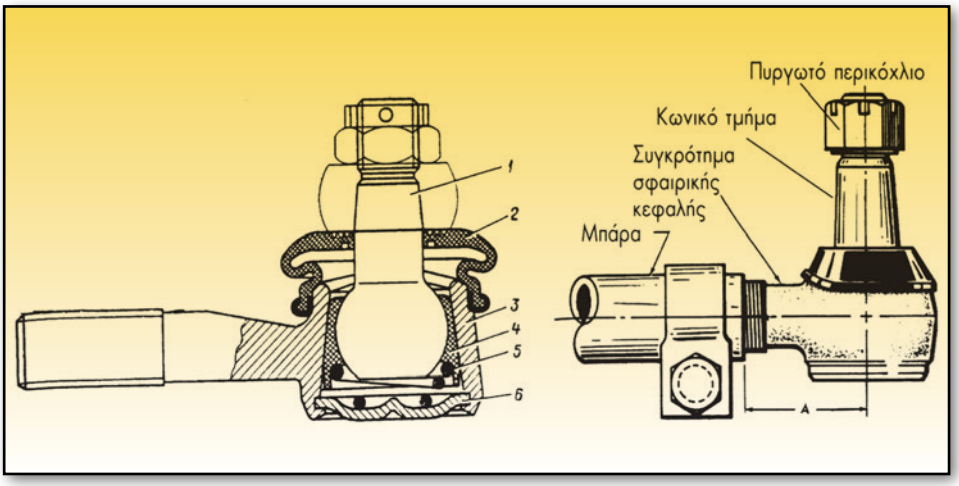
Μακ - Φέρσον, όπως αυτή φαίνεται από το εμπρόσθιο (α) και πλαϊνό (β) μέρος αυτοκινήτου με πρόσθια κίνηση. Στο ίδιο σχήμα διακρίνεται μια «μη συγκεντρική» τοποθέτηση του ελατηρίου ανάρτησης, σε σχέση με τον άξονα συμμετρίας του αποσβεστήρα - γονάτου Μακ-Φέρσον.

4.8. Σφαιρικοί σύνδεσμοι

Όπως φαίνεται στα Σχήματα των συστημάτων ανάρτησης και διεύθυνσης, όλες σχεδόν οι αρθρώσεις σχηματίζονται από σφαιρικούς συνδέσμους.

Ο σφαιρικός σύνδεσμος αποτελείται από ένα κωνικό πείρο στο ένα άκρο του *(Σχ.4.47)*, που σφηνώνει σταθερά στο αντίστοιχο κωνικό τμήμα που έχει το ένα από τα συνδεόμενα μέλη (π.χ. ο αγκωνωτός βραχίονας διεύθυνσης) και ασφαλίζεται με πυργωτό περικόχλιο και ασφαλιστική περόνη («κοπίλια»). Το άλλο άκρο του, που καταλήγει στη σφαιρική κεφαλή, αρθρώνεται μέσα σε ειδική υποδοχή, η οποία είτε κοχλιώνεται σταθερά στο άλλο συνδεόμενο μέλος [π.χ. στο άνω και κάτω ψαλίδι - Σχ.4.43(α)], είτε διαμορφώνεται ολόσωμα στο άκρο του και αποτελεί π.χ. μέρος του ακρόμπαρου *(Σχ.4.47)*.

Η σφαιρική αυτή άρθρωση επιτρέπει τη γωνιακή μεταβολή στους άξονες των συνδεόμενων μελών και τη στροφή γύρω από τον άξονά τους, χωρίς να επιτρέπει τις κατά μήκος μεταξύ τους κινήσεις.



Σχ. 4.47 Σφαιρικοί σύνδεσμοι ακρόμπαρου.
1. Κωνικό τμήμα σφαιρικού συνδέσμου. 2. Προστατευτικό ελαστικό κάλυμμα. 3. Σώμα ακρόμπαρου. 4. Πλαστική έδρα σφαίρας. 5. Ελατήριο. 6. Τάπα.

Ο κωνικός πείρος που καταλήγει σε σπείρωμα μαζί με τη σφαιρική κεφαλή, κατασκευάζεται από χάλυβα υψηλής ποιότητας. Το κυάθιο, η κοίλη δηλαδή σφαίρα (ή έδρα της σφαιρικής κεφαλής), που μέσα της αρθρώνεται η σφαιρική κεφαλή, κατασκευάζεται, είτε από ορείχαλκο, σε παλιές κυρίως κατασκευές, και απαιτεί περιοδική λίπανση με ειδικό λιπαντήρα (γρασαδόρο), είτε από τεφλόν με έτοιμη λίπανση από το εργοστάσιο κατασκευής και χωρίς λιπαντήρα, οπότε και δεν απαιτείται περιοδική λίπανσή της.

Οι σφαιρικοί σύνδεσμοι, που συνδέουν τα ψαλίδια των πρόσθιων συστημάτων ανάρτησης με τη βάση του ακραξονίου, διακρίνονται σε δύο είδη:

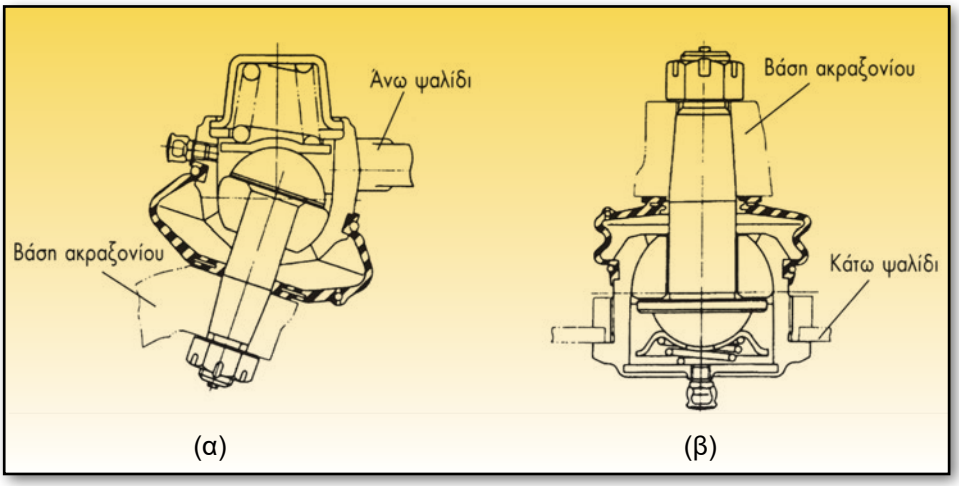
α) Τους «φορείς - συνδέσμους», που φέρουν το βάρος του αυτοκινήτου και συνήθως δεν έχουν ελατήριο προέντασης *[Σχ.4.48(β)]* (Βλέπε και Σχ.4.43 που αφορά τον σφαιρικό σύνδεσμο του κάτω ψαλιδιού), και

β) Τους «οδηγούς - συνδέσμους», που δεν φέρουν σημαντικό βάρος, αλλά συγκρατούν τον τροχό στη θέση του και έχουν, συνήθως, είτε ελατήριο προέντασης *[Σχ.4.48(α)],* είτε πλαστικό δακτύλιο προέντασης (Βλέπε και Σχ.4.43, που αφορά τον σφαιρικό σύνδεσμο «μπαλάκι» (9) του άνω ψαλιδιού).

4.9. Ανεξάρτητη ανάρτηση στους οπίσθιους τροχούς

Εδώ, η ανεξαρτησία των κινήσεων εξασφαλίζεται με χρήση βραχιόνων, μέσω των οποίων οι τροχοί είναι αρθρωμένοι στο πλαίσιο ή το αμάξωμα. Έτσι:

- Όταν ο άξονας περιστροφής των βραχιόνων είναι κάθετος προς τη διεύθυνση κίνησης του οχήματος, δηλαδή προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου, τότε οι βραχίονες ονο-



Σχ.4.48 Σφαιρικοί σύνδεσμοι εμπρόσθιου δεξιού τροχού.
(α) Άνω σφαιρικός σύνδεσμος ψαλιδιού. (β) Κάτω σφαιρικός σύνδεσμος ψαλιδιού.

μάζονται διαμήκεις βραχίονες και μπορεί να είναι «οδηγοί» ή «υστερούντες», ανάλογα αν ο τροχός ωθείται ή σύρεται από τον βραχίονα, αντίστοιχα.

- Όταν ο άξονας περιστροφής των βραχιόνων βρίσκεται υπό οποιαδήποτε άλλη γωνία ως προς τη διεύθυνση κίνησης του αυτοκινήτου, δηλαδή ως προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου, τότε οι βραχίονες ονομάζονται «ημιϋστερούντες».

Εκτός από τους βραχίονες υπάρχουν και δευτερεύοντα σταθεροποιητικά στοιχεία, τα οποία αναφέρονται, γενικά, ως σύνδεσμοι και οι οποίοι διακρίνονται σε διαμήκεις, εγκάρσιους κ.λπ., έχουν δηλαδή ονοματολογία ανάλογη με εκείνη των βραχιόνων.

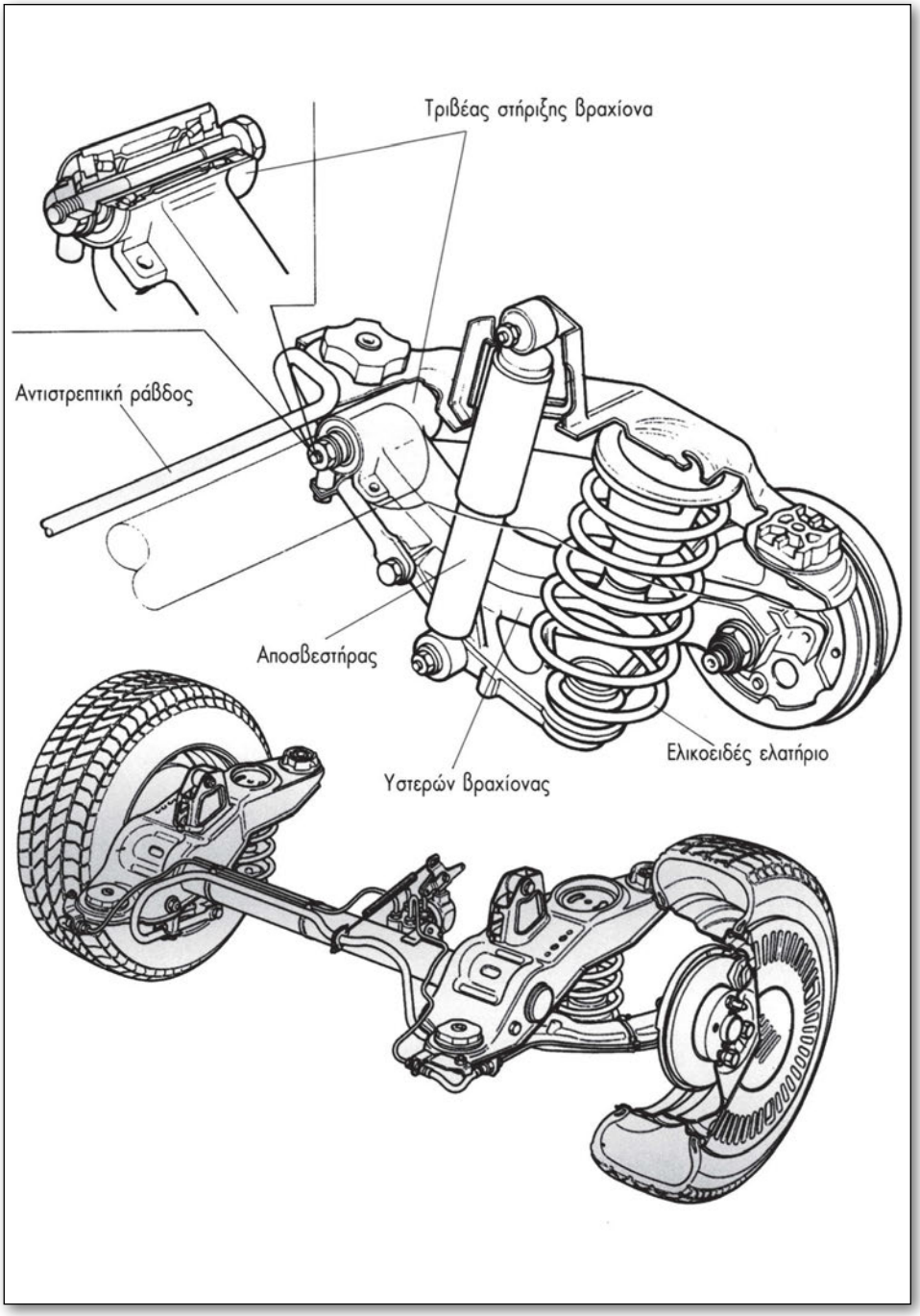
Στα σύγχρονα επιβατικά αυτοκίνητα έχουν αναπτυχθεί τα παρακάτω συστήματα βραχιόνων:

α) Υστερούντες ή αιωρούμενοι βραχίονες τροχών με στρεπτικές ράβδους.

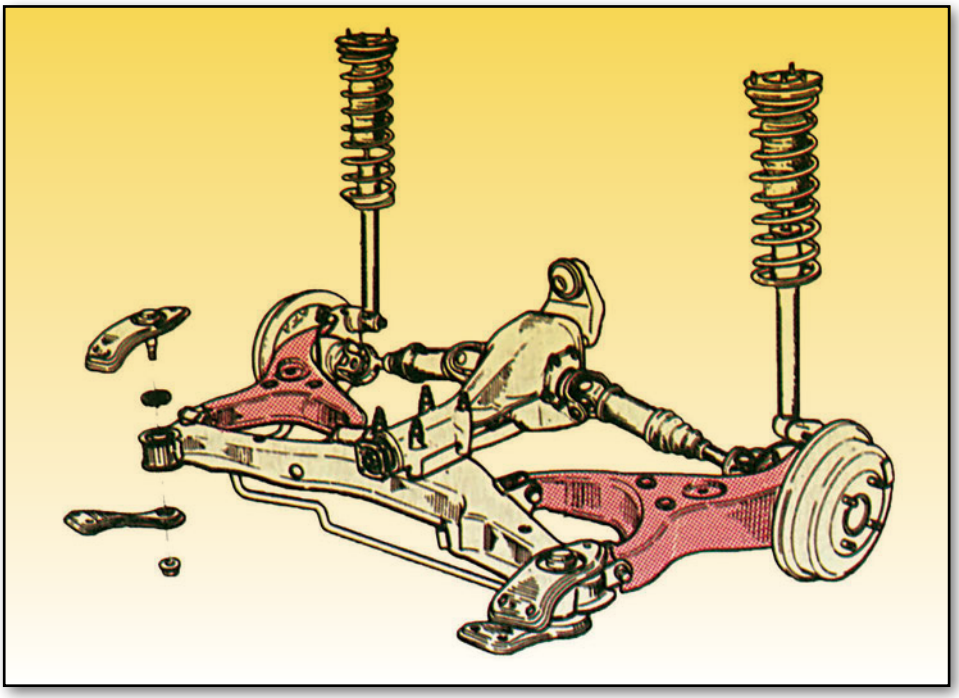
Οι βραχίονες αυτοί χρησιμοποιούνται, συνήθως, σε αυτοκίνητα με πρόσθια κίνηση.

Στην περίπτωση αυτή, το διαφορικό μαζί με τον κινητήρα είναι στερεωμένα στο πλαίσιο ή αμάξωμα και η κίνηση φθάνει στους τροχούς με δύο ημιαξόνια, καθένα από τα οποία έχει δύο αρθρωτούς συνδέσμους και τηλεσκοπικό, συνήθως, σύνδεσμο. Στο Σχ.4.34 φαίνεται η ανάρτηση των οπίσθιων τροχών με αιωρούμενους ή υστερούντες βραχίονες και στρεπτικές ράβδους.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο κάθε υστερών ή αιωρούμενος βραχίονας είναι ένας διαμήκης βραχίονας, δηλαδή είναι παράλληλος προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου. Έχει ένα σημείο άρθρωσης με το αμάξωμα, ενώ συνδέεται, συνήθως, και με το ένα



Σχ.4.49 Διάταξη αιωρουμένων ή υστερούντων βραχιόνων ανάρτησης με ελικοειδή ελατήρια.



Σχ.4.50 Γενική διάταξη οπίσθιας ανεξάρτητης ανάρτησης με ημιαιωρούμενους (ημιυστερούντες) βραχίονες διπλής άρθρωσης και γόνατα Μακ - Φέρσον με ελικοειδή ελατήρια.

άκρο της ράβδου στρέψης, της οποίας το άλλο άκρο στερεώνεται σταθερά σε ενισχυμένο σημείο του αμαξώματος *(Βλέπε και Σχ.4.33)*.

Έτσι, όταν ο άξονας στροφής των βραχιόνων είναι σε οριζόντια θέση, αλλά κάθετη προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου, κατά το «ανεβοκατέβασμα» του τροχού δεν υπάρχει μεταβολή της παραλληλότητας των τροχών, αλλαγής δηλαδή της γωνίας Κάμπερ, και η απόσταση μεταξύ των τροχών (μετατρόχιο) παραμένει σταθερή.

β) Αιωρούμενοι ή υστερούντες βραχίονες τροχών με ελικοειδή ελατήρια

Η σχεδίαση αυτή προσφέρεται, συνήθως, για αυτοκίνητα, όπου η κίνηση δίνεται στους πρόσθιους τροχούς. Κάθε αιωρούμενος ή υστερών βραχίονας είναι διαμήκης βραχίονας, ο οποίος στηρίζεται με ένα ή περισσότερους τριβείς σε ένα ενισχυμένο σημείο του αμαξώματος, με παράλληλη χρήση και αντιστρεπτικής ράβδου (σταθεροποιητή) Σχ.4.49, ενώ σε περίπτωση ελαφριάς στήριξης του βραχίονα, υπάρχει, παράλληλα, και ενισχυτική συγκρατητική ράβδος.

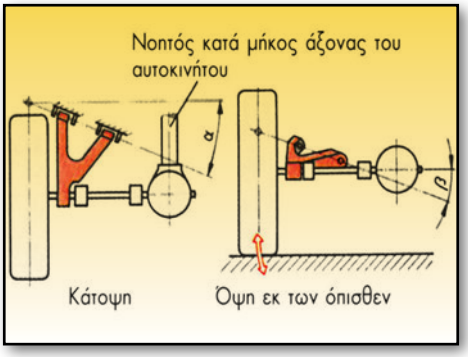
Στην περίπτωση, μάλιστα, που η κίνηση δίνεται στους οπίσθιους τροχούς, τότε το διαφορικό στηρίζεται στο αμάξωμα και η κίνηση φθάνει στους τροχούς με δύο ημιαξόνια, καθένα από τα οποία έχει δύο αρθρωτούς συνδέσμους (σταυρούς) και τηλεσκοπικό σύνδεσμο.

Και στις δύο, πάντως, περιπτώσεις, το ελατήριο και ο αποσβεστήρας τοποθετούνται μεταξύ διαμήκους βραχίονα και αμαξώματος.

γ) Υμιϋστερούντες ή ημιαιωρούμενοι βραχίονες με ελικοειδή ελατήρια

Στην περίπτωση της οπίσθιας κίνησης, το διαφορικό του αυτοκινήτου είναι στερεωμένο στο αμάξωμα και η κίνηση φθάνει στους τροχούς μέσω δύο ημιαξονίων, καθένα από τα οποία έχει δύο αρθρωτούς συνδέσμους (σταυρούς) και τηλεσκοπικό σύνδεσμο. Κάθε τροχός στηρίζεται σε ένα τριγωνικό ψαλίδι, το οποίο έχει δύο σημεία στήριξης στο αμάξωμα *(Σχ.4.50)*. Η σχεδίαση αυτή είναι σχετικά φτηνή από πλευράς κόστους και προσφέρει μεγαλύτερη οικονομία χώρου, δηλαδή μεγαλύτερο χώρο αποσκευών (πορτ-παγκάζ).

Ο άξονας στροφής του ψαλιδιού στα σημεία στήριξής του σε σχέση με τον εγκάρσιο άξονα του αυτοκινήτου, σχηματίζει μία γωνία α (10° έως 20°) *(Σχ. 4.51)*. Ο άξονας αυτός του ψαλιδιού μπορεί να είναι οριζόντιος ή να έχει μικρή κλίση (β), ως προς το οριζόντιο επίπεδο.



Σχ.4.51 Λεπτομέρειες γωνιών στους ημιυστερούντες βραχίονες διπλής άρθρωσης.

Στην περίπτωση της πρόσθιας κίνησης, η θέση του ψαλιδιού παραμένει, σχεδόν, ίδια.

Πάντως, και στις δύο περιπτώσεις, τόσο το ελατήριο όσο και ο αποσβεστήρας τοποθετούνται μεταξύ του ημιαιωρούμενου βραχίονα και του αμαξώματος.

Η σχεδίαση αυτή επιτρέπει, ειδικά στον εξωτερικό τροχό, κατά τις στροφές, αύξηση της αρνητικής γωνίας Κάμπερ και ταυτόχρονη αύξηση της απόκλισης των τροχών, με αποτέλεσμα την καλύτερη ευστάθεια του αυτοκινήτου.

δ) Ανάρτηση τροχών με στρεφόμενη εγκάρσια δοκό και διαμήκεις βραχίονες

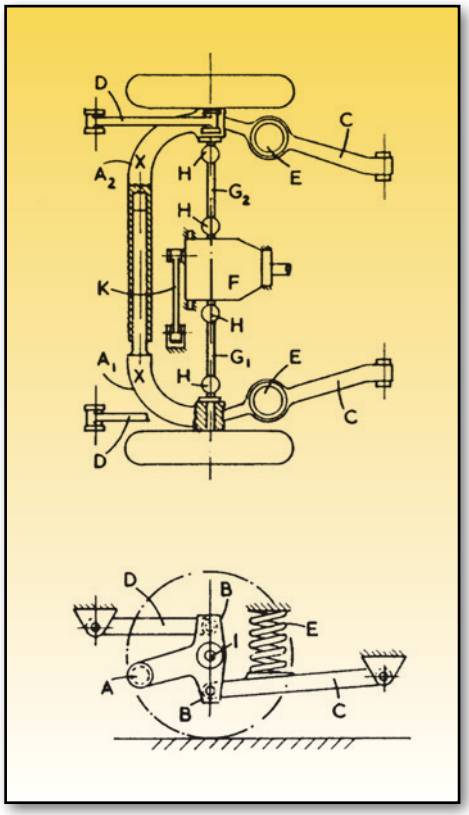
Εδώ, η εγκάρσια δοκός Α που έχει διατομή σωλήνα, είναι χωρισμένη σε δύο τμήματα, A_1 και A_2 *(Σχ. 4.52)* και η παρουσία μιας άρθρωσης δίνει τη δυνατότητα αξονικής στροφής και μετατόπισης του ενός τμήματος σε σχέση με το άλλο, κατά τον άξονα Χ-Χ. Η κίνηση εδώ μεταφέρεται με τα ημιαξόνια G_1 και G_2 - μέσω δύο συνδέσμων Η - στον κάθε τροχό.

Η περίπτωση αυτή είναι μία εξέλιξη του άξονα Ντε Ντιόν. Επίσης, τα άκρα του σωλήνα συνδέονται με άρθρωση με τους διαμήκεις (υστερούντες) βραχίονες C, και μεταξύ βραχιόνων και αμαξώματος παρεμβάλλονται ελικοειδή ελατήρια ανάρτησης Ε και αποσβεστήρες (αμορτισέρ). Η κίνηση μεταφέρεται στον οπίσθιο άξονα, ενώ το διαφορικό F στηρίζεται στο αμάξωμα και συνδέεται, για λόγους αντίδρασης, με μία εγκάρσια ράβδο Κ. Υπάρχουν, ακόμη, δύο διαμήκεις βραχίονες στήριξης D στο αμάξωμα, που συνδέονται στο άνω άκρο Β της δοκού Α για την αντιμετώπιση των δυνάμεων επι-

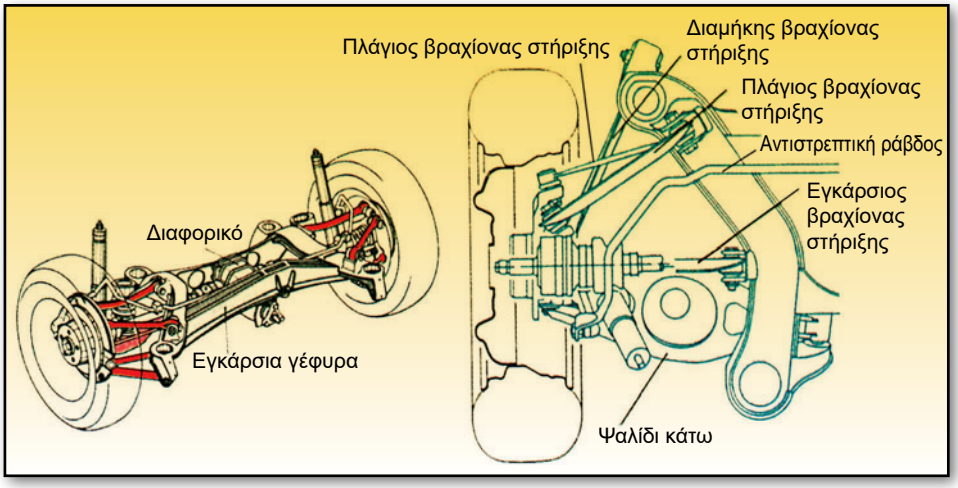
τάχυνσης και επιβράδυνσης.

ε) Ανάρτηση τροχού με πολλαπλούς βραχίονες

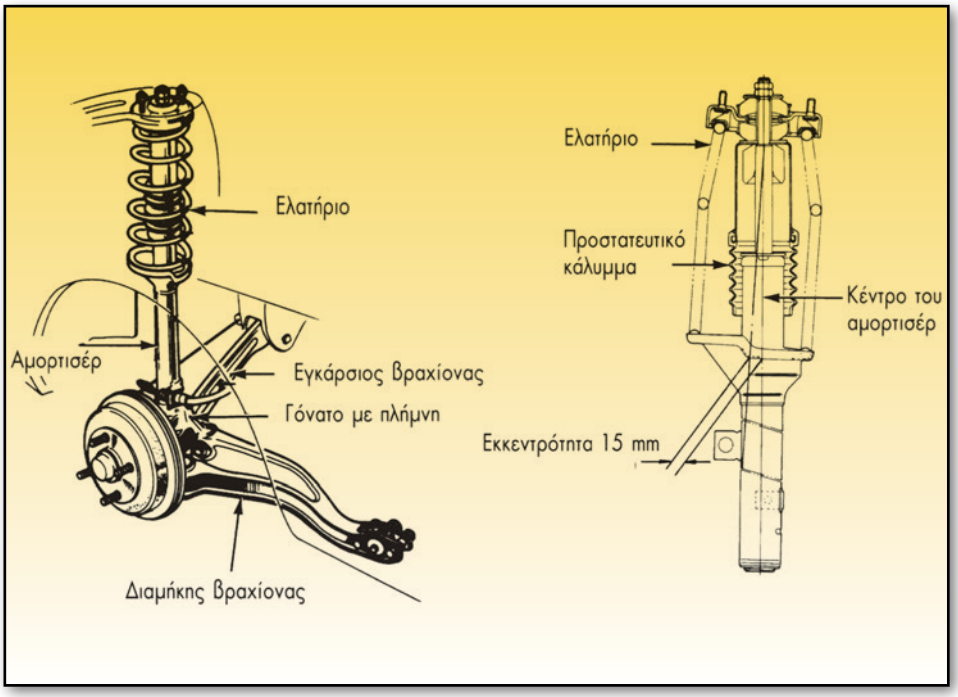
Στο Σχ.4.53 παρουσιάζονται δύο παρόμοιες περιπτώσεις ανάρτησης οπίσθιων τροχών με πολλαπλούς βραχίονες. Στην περίπτωση αυτή, το επάνω ψαλίδι μιας ανεξάρτητης ανάρτησης δύο ψαλιδιών, έχει αντικατασταθεί με 4 ή 5, συνήθως, βραχίονες, ενώ μεταξύ του κάτω ψαλιδιού και του αμαξώματος παρεμβάλλεται ελικοειδές ελατήριο. Η σχεδίαση αυτή, επειδή το σημείο τομής των βραχιόνων που έχουν συγκεκριμένες θέσεις βρίσκεται έξω από το επίπεδο συμμετρίας του τροχού, δίνει τη δυνατότητα στον τροχό να αποκλίνει προς τα έξω τόσο, όσο χρειάζεται για να αντιμετωπίζει τα ονομαζόμενα «ελαστικά σφάλματα», που αντίστοιχα τείνουν να συγκλίνουν τον τροχό προς τα μέσα. Η ακρίβεια του ελέγχου των συστημάτων αυτών ανάρτησης παρέχει κορυφαία οδική συμπεριφορά στο όχημα.



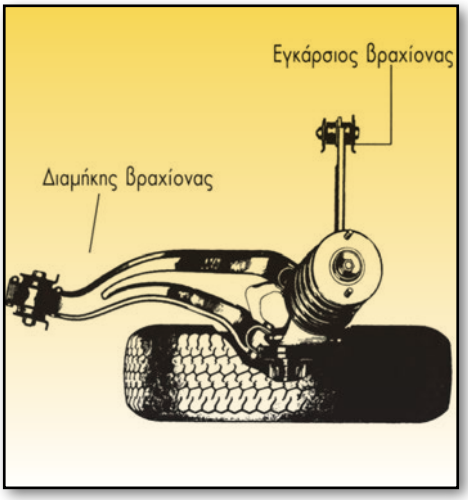
Σχ.4.52 Ανάρτηση τροχών με στρεφόμενη εγκάρσια δοκό (σωλήνα) και διαμήκεις βραχίονες.



Σχ.4.53 Ανάρτηση τροχού με πολλαπλούς βραχίονες.



Σχ.4.54 Ανεξάρτητη ανάρτηση οπίσθιου τροχού Μακ Φέρσον.



Σχ.4.55 Ανεξάρτητη ανάρτηση οπίσθιου τροχού Μακ Φέρσον σε κάτοψη (του Σχ.4.9στ).

στ) Ανεξάρτητη ανάρτηση οπισθίων τροχών με γόνατα Μακ - Φέρσον

Η ανάρτηση αυτή των οπίσθιων τροχών χρησιμοποιείται, σήμερα, σε μεγάλη έκταση, έχει την ίδια περίπου σχεδίαση με την αντίστοιχη των πρόσθιων τροχών και στο Σχ.4.54 φαίνεται σε αξονομετρική πλάγια όψη, ενώ στο Σχ. 4.55 υπάρχει η κάτοψη της ίδιας διάταξης. Έτσι, στο κάτω μέρος της διακρίνεται ο κύριος διαμήκης βραχίονας και ένας εγκάρσιος βραχίονας στήριξης. Το γόνατο Μακ-Φέρσον στο κάτω μέρος στηρίζεται στο συγκρότημα του φορέα του ακραξονίου, ενώ στο επάνω σε ενισχυμένη περιοχή του αμαξώματος, μέσω του ελατηρίου ανάρτησης.

4.10 Υδροπνευματική ανάρτηση

Στην περίπτωση της υδροπνευματικής ή αεροϋδραυλικής ανάρτησης, οι τροχοί αναρτώνται (συγκρατούνται) ανεξάρτητα, είτε με εγκάρσια ψαλίδια, είτε, κυρίως, με διαμήκεις (οδηγούς ή υστερούντες) βραχίονες.

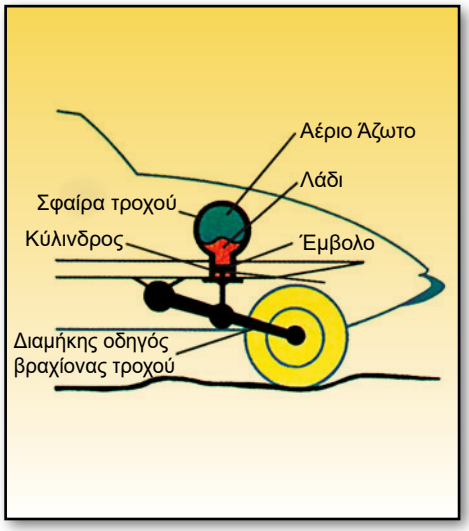
Ο βραχίονας του κάθε τροχού συνδέεται με έμβολο, το οποίο κινείται μέσα σε κύλινδρο, ανάλογα με τις κατακόρυφες κινήσεις του τροχού *(Σχ.4.56)*.

Το επάνω μέρος του κυλίνδρου διαμορφώνεται σε σφαίρα η οποία χωρίζεται σε δύο θαλάμους, με τη βοήθεια μιας ενισχυμένης μεμβράνης. Στον επάνω θάλαμο της σφαίρας υπάρχει μία σταθερή ποσότητα αερίου αζώτου, ενώ ο κάτω θάλαμος είναι γεμάτος με ειδικό λάδι. Τόσο το αέριο άζωτο, όσο και το λάδι έχουν, περίπου, την ίδια πίεση, η οποία κυμαίνεται από 100 έως 200 bar.

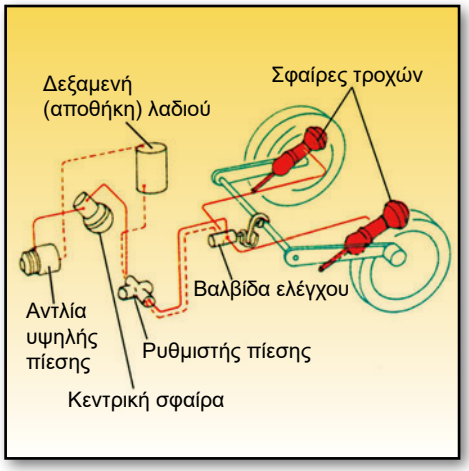
Σημειώνεται, ότι σε κάθε τροχό υπάρχει από ένα συγκρότημα όμοιο με αυτό που αναφέρθηκε παραπάνω, και έτσι, τα συγκροτήματα και των τεσσάρων τροχών μπορούν, ανά άξονα, *(Σχ.4.57)* να τροφοδοτούνται με λάδι από κοινή παροχή, που συνδέεται με βαλβίδα ελέγχου τριών κατευθύνσεων.

Σ' αυτή τη βαλβίδα το λάδι φθάνει από μία κεντρική εγκατάσταση παροχής υψηλής πίεσης, που περιλαμβάνει μία κεντρική σφαίρα με μεμβράνη παρόμοια με εκείνη των τροχών, ένα ρυθμιστή πίεσης λαδιού, μία δεξαμενή λαδιού και μία αντλία υψηλής πίεσης (180 bar) η οποία παίρνει κίνηση, μέσω ιμάντα, από τον κινητήρα.

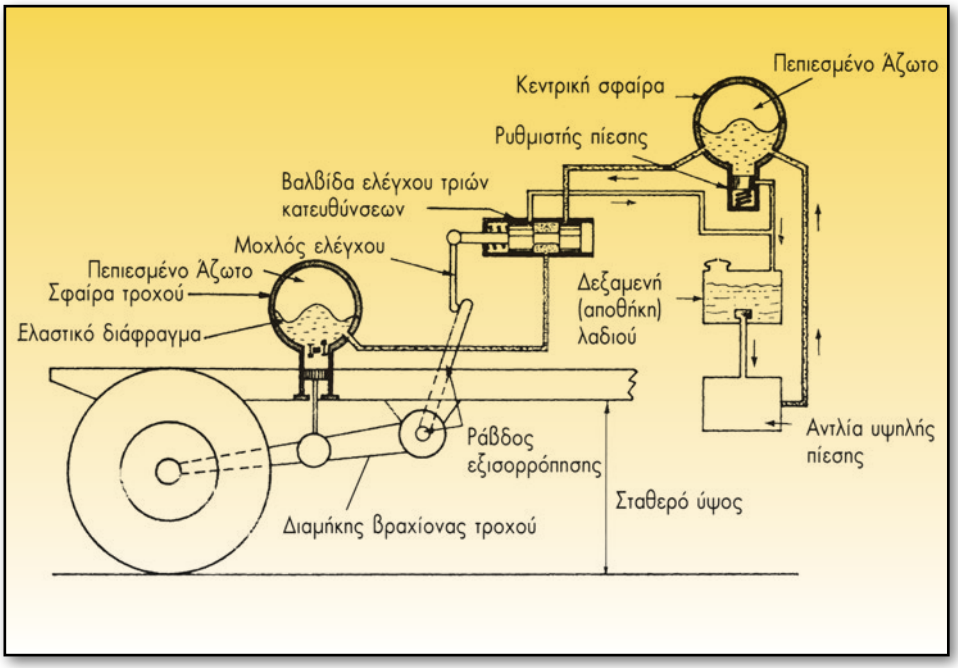
Μόλις, λοιπόν, ο τροχός του αυτοκινήτου συναντήσει ένα εμπόδιο και υπερυψωθεί *(Σχ.4.58)*, ο διαμήκης βραχίονας του πιέζει το βάκτρο του εμβόλου με το οποίο είναι συνδεμένο, οπότε κινείται προς τα επάνω και το έμβολο.



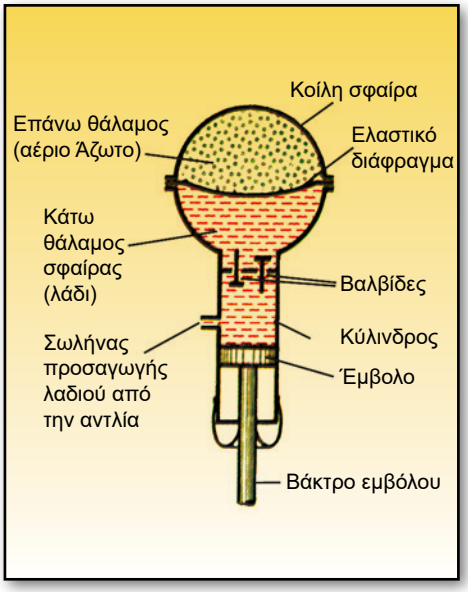
Σχ.4.56 Σύνδεση πρόσθιου τροχού με το σύστημα υδροπνευματικής ανάρτησης.



Σχ.4.57 Συγκρότημα υδροπνευματικής ανάρτησης στον οπίσθιο άξονα αυτοκινήτου.



Σχ.4.58 Διάταξη συστήματος υδροπνευματικής ανάρτησης.



Σχ.4.59 Συγκρότημα εμβόλου - σφαίρας από υδροπνευματική ανάρτηση.

Έτσι, το έμβολο ανερχόμενο συμπιέζει το λάδι που βρίσκεται στον κύλινδρο του και το οποίο (λάδι) συμπιεζόμενο καταθλίβεται, μέσω ειδικής βαλβίδας (Σχ.4.59) στον κάτω θάλαμο της σφαίρας με αποτέλεσμα να πιέζει τη διαχωριστική μεμβράνη (διάφραγμα) και να μειώνεται, κατ' αυτόν τον τρόπο, ο όγκος του επάνω θαλάμου που περιέχει το άζωτο. Όμως, με τη μείωση αυτή του όγκου του επάνω θαλάμου, αυξάνεται η πίεση του αζώτου έως ότου εξισωθεί με την πίεση του λαδιού που πιέζει τη μεμβράνη από την κάτω πλευρά.

Με την εξίσωση αυτή των δύο πιέσεων, το έμβολο δεν μπορεί να ανέβει περισσότερο προς τα επάνω και έτσι σταθεροποιεί τον βραχίονα του τροχού *(Σχ.4.58)* στη συγκεκριμένη αυτή θέση.

Μόλις ο τροχός φύγει από το εμπόδιο και πάψει να ενεργεί η εξωτερική πίεση προς το έμβολο, το αέριο άζωτο διαστέλλεται και η μεμβράνη (διάφραγμα) πιέζεται προς τα κάτω, με αποτέλεσμα να συμπιέζει το λάδι που βρίσκεται κάτω απ' αυτήν και το οποίο (λάδι) περνά μέσα από μία βαλβίδα με αντίθετη κατεύθυνση ροής (Βλέπε και *Σχ.4.59),* πιέζοντας το έμβολο, που με τη σειρά του ωθεί τον βραχίονα του τροχού, οπότε ο τροχός κατεβαίνει.

Όταν αυξάνεται το φορτίο του αυτοκινήτου, τότε μετατοπίζεται ο βραχίονας του τροχού, με αποτέλεσμα να μεταδίδει την κίνηση σε μία ράβδο που ονομάζεται ράβδος εξισορρόπησης, επάνω στην οποία είναι στερεωμένος ένας μοχλός, ο οποίος ονομάζεται μοχλός ελέγχου. Αυτός ο μοχλός ελέγχου ενεργοποιεί το σύρτη της βαλβίδας ελέγχου τριών κατευθύνσεων, οπότε αυτόματα, μία αντλία λαδιού υψηλής πίεσης της τάξης των 180 bar αναλαμβάνει τη ρύθμιση του ύψους του αυτοκινήτου με ταυτόχρονη αύξηση του όγκου του λαδιού στον κάτω θάλαμο της σφαίρας του τροχού. Δηλαδή, το λάδι πιέζει το έμβολο και το βάκτρο του προς τα κάτω, οπότε πιέζεται και ο βραχίονας του τροχού προς την ίδια κατεύθυνση, με αποτέλεσμα το αυτοκίνητο να ανυψώνεται.

Όταν μειώνεται, τώρα, το φορτίο του αυτοκινήτου, ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία και έτσι το ύψος του παραμένει και πάλι σταθερό. Μετακινούμενη, δηλαδή, η ράβδος εξισορρόπησης προς την αντίθετη πλέον κατεύθυνση, κινεί το σύρτη της βαλβίδας ελέγχου τριών κατευθύνσεων αντίθετα, έτσι ώστε κάποια ποσότητα λαδιού από τον κάτω θάλαμο και μέσω της βαλβίδας αυτής να επιστρέφει στη δεξαμενή του λαδιού.

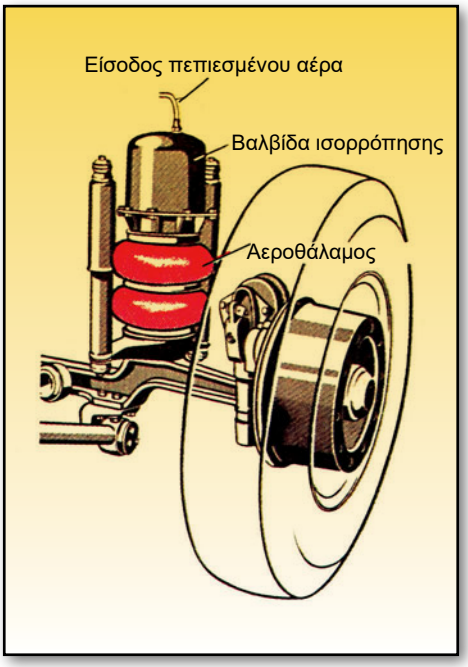
Να σημειωθεί εδώ, ότι μία ρυθμιστική βαλβίδα (ρυθμιστής πίεσης) στην κεντρική σφαίρα, κρατά την πίεση της αντλίας σε μία σταθερή τιμή.

Η ύπαρξη των δύο βαλβίδων *(Σχ.4.59)* στο άκρο του κυλίνδρου, εκεί δηλαδή που αυτός συνδέεται με τη σφαίρα του βραχίονα κάθε τροχού, χρησιμεύει σαν αποσβεστήρας ταλαντώσεων (αμορτισέρ), αφού η αντίσταση που δημιουργείται στη ροή του λαδιού από το χώρο του κυλίνδρου προς τον κάτω θάλαμο της σφαίρας και αντίστροφα, δημιουργούν απόσβεση των ταλαντώσεων του αμαξώματος.

Η υδροπνευματική ανάρτηση είναι πολύ μαλακή και «ελαστική», όταν το φορτίο είναι μικρό. Εάν όμως αυτό μεγαλώσει, τότε σκληραίνει προοδευτικά και, κατ' επέκταση, και η άνεση που παρέχει στους επιβάτες, μειώνεται.

Με την ανάρτηση αυτή, πέρα από τη διατήρηση σταθερού ύψους της απόστασης του αμαξώματος από το έδαφος, υπάρχει και η δυνατότητα να ρυθμίζεται κάθε φορά το επιθυμητό ύψος, ανάλογα με το δύσβατο της διαδρομής που πρέπει να διανύσει το όχημα.

ΠΡΟΣΟΧΗ: Το τρύπημα του άνω θαλάμου της σφαίρας που περιέχει το αέριο άζωτο υπό πίεση (έως 200 bar) και το οποίο επιχειρείται, προφανώς από περιέργεια, από νέους και άπειρους τεχνίτες, απαγορεύεται, διότι μπορεί να προκαλέσει σοβαρό ατύχημα λόγω έκρηξης.



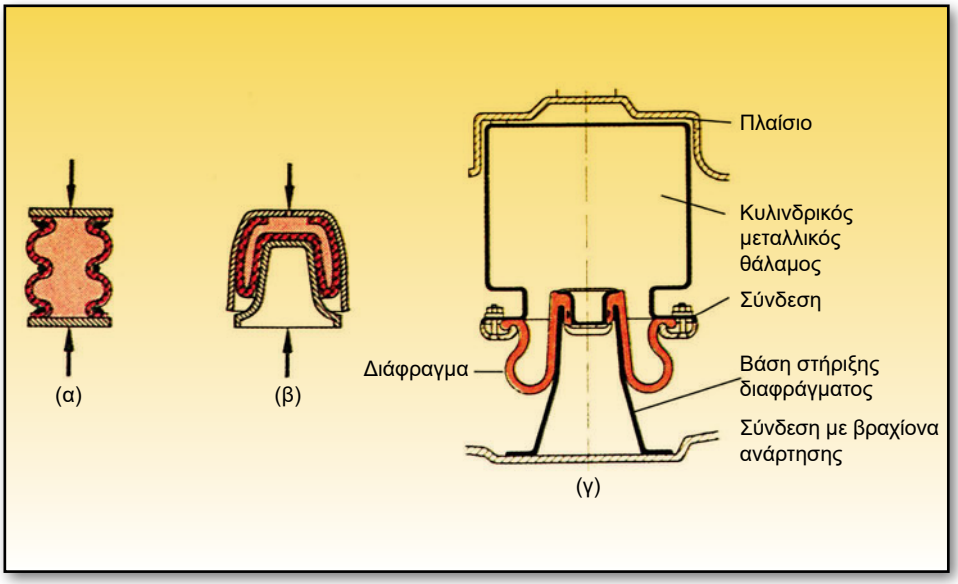
Σχ.4.60 Ανάρτηση με αεροελατήριο.

4.11. Ανάρτηση με αεροελατήρια (αερόσουστες)

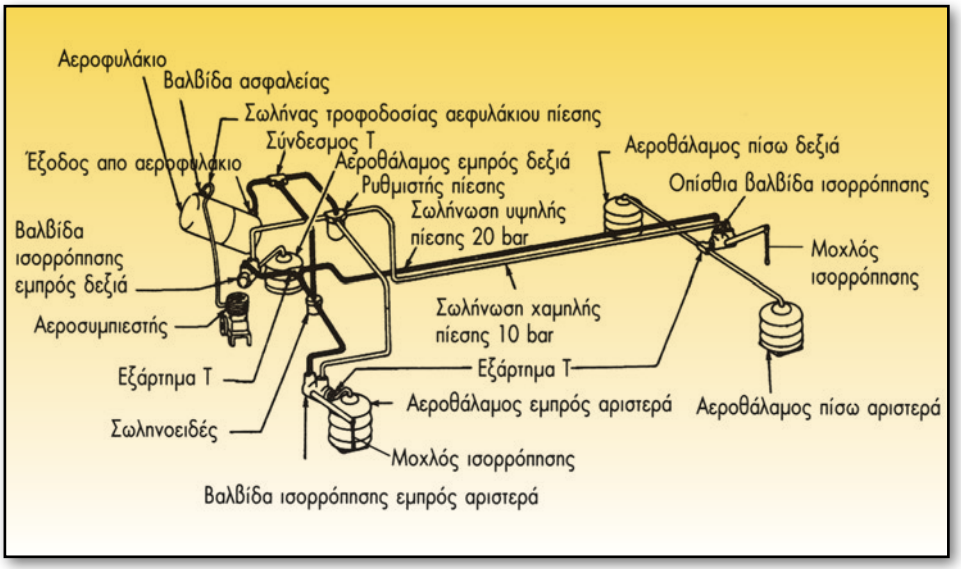
Στην περίπτωση αυτή, το ελατήριο του τροχού έχει αντικατασταθεί με αεροελατήριο *(Σχ.4.60),* ή χρησιμοποιείται παράλληλα και με αντίστοιχο ημιελλειπτικό, ιδιαίτερα στα βαρέα οχήματα.

Το αεροελατήριο είναι ένας ελαστικός σάκος (αεροθάλαμος), που περιέχει πεπιεσμένο αέρα ή άζωτο και ο σχεδιασμός του στηρίζεται στην ελαστική συμπεριφορά που δείχνει μία ποσότητα πεπιεσμένου αέρα μέσα σε ένα ελαστικό - ειδικά ενισχυμένο - αεροθάλαμο (σάκο). Τα αεροελατήρια χρησιμοποιούνται, συνήθως, σε φορτηγά ή λεωφορεία τα οποία διαθέτουν, ήδη, αεροσυμπιεστή για το σύστημα πέδησής τους.

Στο Σχ.4.61 παρουσιάζονται τρεις τυ-



Σχ.4.61 Τύποι αεροθαλάμων αεροελατηρίων.
(α) Διπλής πτύχωσης
(β) Τύπου διαφράγματος
(γ) Κυλινδρικού τύπου.



Σχ.4.62 Τυπική διάταξη ανάρτησης με αεροελατήρια.

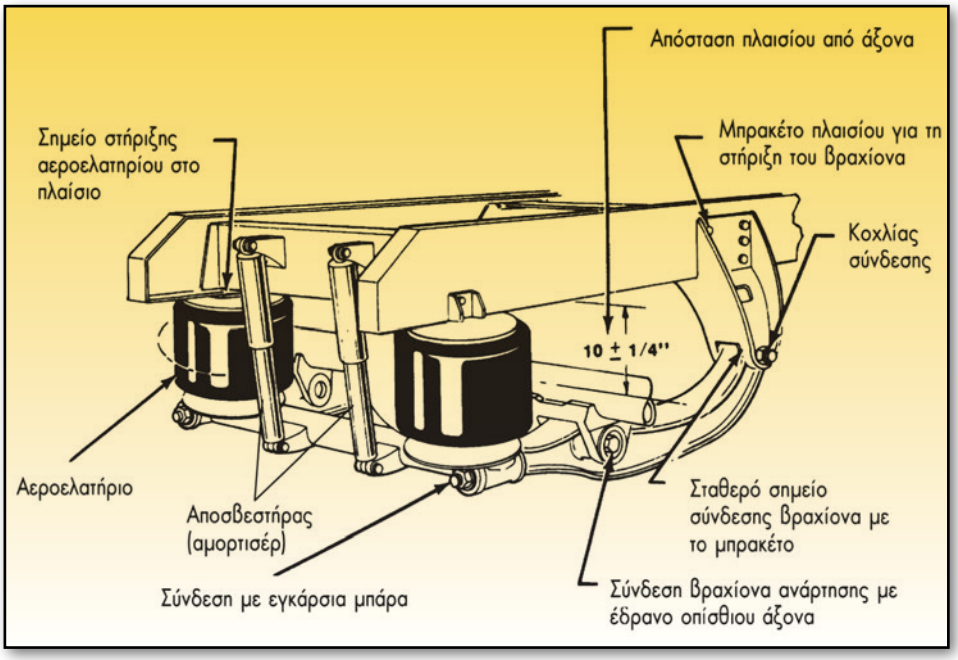
πικές περιπτώσεις αεροθαλάμων που χρησιμοποιούνται στα συγκροτήματα αεροελατηρίων στα διάφορα οχήματα.

Στο Σχ.4.62 φαίνεται, παραστατικά, η γενική διάταξη ενός τέτοιου συστήματος ανάρτησης με πεπιεσμένο αέρα, όπου τα τέσσερα συμβατικά ελατήρια που γνωρίζουμε, έχουν αντικατασταθεί από αεροελατήρια τα οποία τροφοδοτούνται από αεροσυμπιεστή. Ο αέρας συγκεντρώνεται στο αεροφυλάκιο με πίεση 20 bar, περίπου, και από εκεί, μέσω δύο συστημάτων σωληνώσεων τροφοδοσίας, καταλήγει στους αεροθαλάμους των αεροελατηρίων, με την εξής διαδικασία:

Το ένα σύστημα σωληνώσεων παρέχει στους αεροθαλάμους αέρα μειωμένης πίεσης (10 bar περίπου) και τους κρατά διογκωμένους στο ίδιο ύψος. Σε περίπτωση που σε κάποιο αεροθάλαμο του ίδιου άξονα (εμπρόσθιου ή οπίσθιου) αυξηθεί, για οποιονδήποτε λόγο, το φορτίο (όταν π.χ. μεγαλώνει το βάρος προς τη μία πλευρά, οπότε και το αμάξωμα παρουσιάζει κλίση προς τη πλευρά αυτή), τότε ανοίγει μία ρυθμιστική βαλβίδα (βαλβίδα ισορρόπησης) και με το άλλο σύστημα σωληνώσεων παρέχεται αέρας υψηλής πίεσης (20 bar) στον αεροθάλαμο, οπότε τον επαναφέρει στην αρχική του στάθμη και έτσι το αμάξωμα επανέρχεται στην κανονική του θέση.

Με τη διαδικασία αυτή ελαττώνεται και η κλίση του αυτοκινήτου στις στροφές, με αποτέλεσμα να υπάρχει η δυνατότητα να αλλάζει το ύψος του αυτοκινήτου, ανάλογα με το μεταφερόμενο κάθε φορά φορτίο.

Το αεροελατήριο συμπεριφέρεται σαν ένα ελικοειδές ελατήριο με «προοδευτική χαρακτηριστική καμπύλη», προσφέροντας το επιπρόσθετο πλεονέκτημα

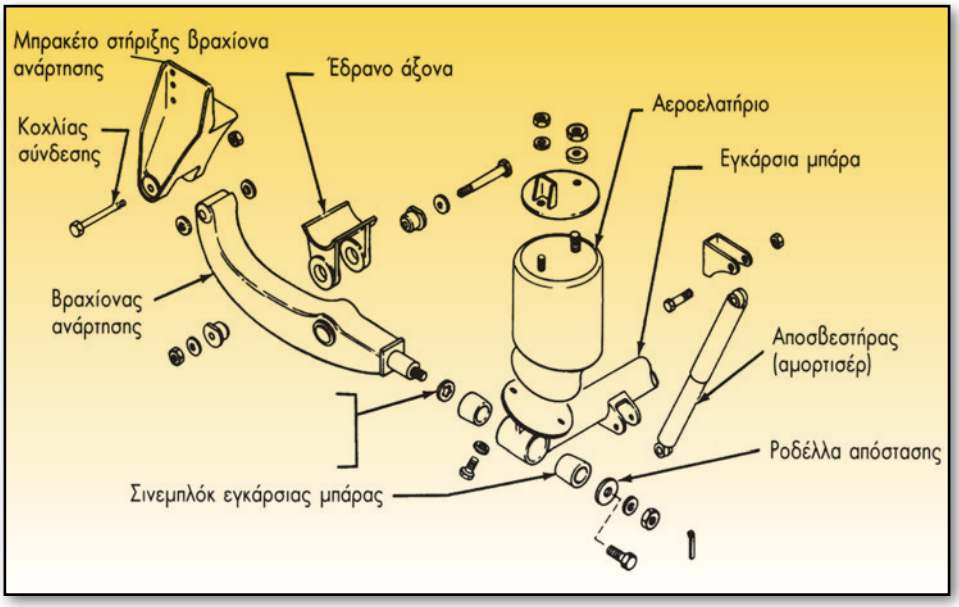


Σχ.4.63 Αεροελατήρια σε φορτηγό, με παράλληλη χρήση αποσβεστήρων ταλαντώσεων (αμορτισέρ).

της ρύθμισης της διαδρομής του ανάλογα με την αύξηση - εντός του - της πίεσης του αέρα. Όμως, όπως στο ελικοειδές ελατήριο, έτσι και εδώ επιβάλλεται η χρήση ελκυστήρων για τη μεταφορά των δυνάμεων ώθησης και πέδησης στο πλαίσιο ή το αμάξωμα, καθώς και των δυνάμεων αντίδρασης στην αντίθετη τάση στροφής του οπίσθιου κινητηρίου άξονα. Παράλληλα, η χρήση αποσβεστήρων ταλαντώσεων (αμορτισέρ) είναι απαραίτητη, διότι ο αέρας δημιουργεί από μόνος του ελάχιστη μόνο απόσβεση ταλαντώσεων.
Στο Σχ.4.63 παρουσιάζεται σύστημα κυλινδρικών αεροελατηρίων με παράλληλη χρήση αποσβεστήρων, ενώ στο Σχ.4.64 φαίνονται λεπτομέρειες από τη διάταξη ενός βραχίονα ανάρτησης του αεροελατήριου.

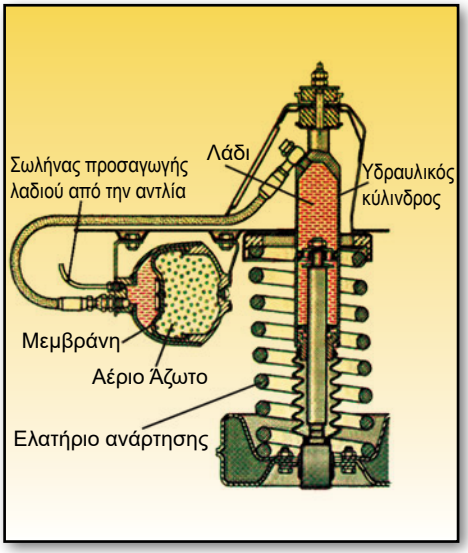
4.12. Συστήματα ρύθμισης ύψους αυτοκινήτου και αυτόματης οριζοντίωσης

Σε μερικούς τύπους αυτοκινήτων πολυτελείας τοποθετούνται αυτόματα συστήματα τα οποία, είτε ρυθμίζουν το ύψος του αυτοκινήτου στην επιθυμητή κάθε φορά στάθμη, όπως ήδη αναφέρθηκε στα πλαίσια της υδροπνευματικής ανάρτησης, είτε επαναφέρουν το πίσω μέρος του αυτοκινήτου στο κανονικό ύψος, όταν αυτό κατέβει λόγω φορτίου. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, όταν δηλαδή καθίσουν τρία άτομα στο πίσω κάθισμα και φορτωθεί και ο χώρος των αποσκευών, εμφανίζεται αστάθεια στην οδήγηση, διότι το κέντρο βάρους μετατοπίζεται πολύ προς τα πίσω, ενώ υψώνεται υπερβολικά και η δέσμη των φώτων κατά τη βραδινή οδήγηση.



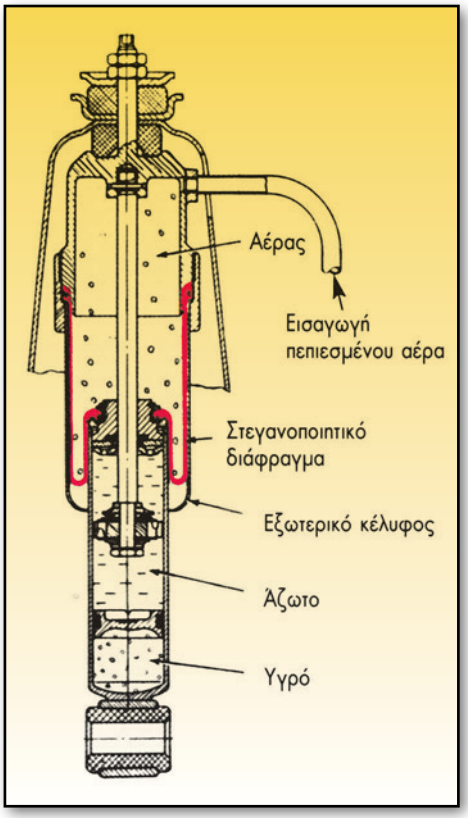
Σχ.4.64 Λεπτομέρειες από διάταξη βραχίονα ανάρτησης αεροελατηρίου.

Το Σχ.4.65 παρουσιάζει μικτή ανάρτηση ελικοειδούς ελατηρίου με παράλληλη υποβοήθηση υδροπνευματικής ανάρτησης. Διακρίνεται, λοιπόν, ο σωλήνας προσαγωγής λαδιού από αντλία υψηλής πίεσης, όπου ανάλογα με τη βύθιση του οπίσθιου μέρους του αυτοκινήτου - λόγω φορτίου - παρέχεται επιπλέον ποσότητα λαδιού στον υδραυλικό κύλινδρο, με αντίστοιχη ρύθμιση του ύψους του συγκεκριμένου αυτού τμήματος του αυτοκινήτου. Η ρύθμιση του ύψους γίνεται μέσω της βαλβίδας ελέγχου και μιας ράβδου εξισορρόπησης, σύμφωνα με τη λειτουργία της υδροπνευματικής ανάρτησης.
Ανάλογα τώρα με το επιθυμητό ύψος του αυτοκινήτου από το έδαφος, χρησιμοποιείται από τον οδηγό σχετικό χειριστήριο που είναι παρόμοιο με αυτό της υδροπνευματικής ανάρτησης.



Σχ.4.65 Υδροπνευματική ανάρτηση με ελικοειδές ελατήριο σε συνδυασμό με αποσβεστήρα για τη ρύθμιση της στάθμης του αυτοκινήτου ή την αυτόματη οριζοντίωσή του.

Ο υδραυλικός κύλινδρος χρησιμοποιείται, εδώ, ταυτόχρονα και ως αποσβεστήρας ταλαντώσεων (αμορτισέρ).
Εναλλακτικά, χρησιμοποιούνται και συστήματα για την οριζοντίωση του αυτοκινήτου με χρήση ειδικών αποσβεστήρων που διαθέτουν και αεροθαλάμους (αεροελατήρια), μέσα στους οποίους καταθλίβεται πεπιεσμένος αέρας *(Σχ.4.66)*. Στην περίπτωση αυτή, το αυτοκίνητο είναι εφοδιασμένο με σύστημα αεροσυμπιεστή, με αεροφυλάκιο, με βαλβίδα ελέγχου και ράβδο εξισορρόπησης.
Σημειώνεται, ότι στο κάτω μέρος του συγκροτήματος υπάρχει μία ποσότητα αζώτου υπό πίεση, όπως και στην υδροπνευματική ανάρτηση.



Σχ.4.66 Σύστημα οριζοντίωσης αυτοκινήτου με αεροθάλαμο οριζοντίωσης.

4.13. Φθορές - Βλάβες - Συντήρηση - Έλεγχος - Ρυθμίσεις

α) Φθορά ελαστικών χιτωνίων και πείρων

Η συνηθέστερη φθορά ή βλάβη των ημιελλειπτικών ελατηρίων είναι η φθορά των ελαστικών χιτωνίων των πείρων τους.
Στην περίπτωση αυτή, το ελατήριο αποσυνδέεται από την άρθρωσή του, αφού βέβαια υποστυλωθεί (ανασηκωθεί) το όχημα, και με ειδικό εργαλείο αφαιρείται το φθαρμένο χιτώνιο και αντικαθίσταται με καινούργιο.

β) Σπάσιμο φύλλου ημιελλειπτικού πεπλατυσμένου ελατηρίου

Στην περίπτωση αυτή αποσυναρμολογείται τελείως όλο το ελατήριο και αντικαθίσταται το σπασμένο φύλλο με καινούριο.

γ) Κάμψη ημιελλειπτικού ελατηρίου

Όταν το όχημα υπερφορτώνεται ή κινείται σε ανώμαλο δρόμο για μεγάλο χρονικό διάστημα, τα ελατήρια υπόκεινται σε μόνιμη παραμόρφωση κάμψης και το όχημα παύει να στέκεται στο αρχικό - κανονικό του ύψος. Μόλις διαπιστωθεί αυτό, πρέπει να αντικατασταθεί το παραμορφωμένο ελατήριο με νέο.

δ) Σπάσιμο ελικοειδούς ελατηρίου

Οι ζημιές στα ελικοειδή ελατήρια είναι τα σπασίματα και η μόνιμη συ-

σπείρωση, η οποία μπορεί να ελεγχθεί αφού αφαιρεθεί το ελατήριο από το όχημα και μετρηθεί το ελεύθερο μήκος του ελατηρίου. Η αντικατάσταση με καινούργιο επιβάλλεται και στην περίπτωση μόνιμης παραμόρφωσής του. Η αφαίρεση του ελικοειδούς ελατηρίου είναι λεπτή εργασία και πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Γενικά, πρέπει να υποστυλωθεί σε κατάλληλη θέση το όχημα και το ελατήριο να συσπειρωθεί με ειδικό εργαλείο. Έτσι, απαλλάσσονται οι βραχίονες (ψαλίδια) από το φορτίο τους και μπορούν να αποσυναρμολογηθούν, ελευθερώνοντας, ταυτόχρονα, και το ελατήριο.

ε) Φθορές και έλεγχος σφαιρικών συνδέσμων

Για τον έλεγχο των σφαιρικών συνδέσμων, υποστυλώνεται το όχημα στο κατάλληλο σημείο, ώστε αυτοί να απαλλαγούν από το φορτίο τους. Όταν λοιπόν ελευθερωθούν οι σφαιρικοί σύνδεσμοι, οι τροχοί κινούνται με το χέρι επάνω-κάτω και εμπρός-πίσω και έτσι ελέγχεται η ελεύθερη κίνησή τους (τζόγος), τόσο αξονικά όσο και πλευρικά, και γίνεται σύγκριση με τα δεδομένα του κατασκευαστή. Εάν οι ανοχές είναι μεγάλες, οι φθαρμένοι σύνδεσμοι αντικαθίστανται με καινούργιους.

στ) Φθορές σε βραχίονες και άξονες

Οι βραχίονες και οι άξονές τους επιθεωρούνται κατά τακτά διαστήματα, για φθορές και στρεβλώσεις. Κατά την αποσυναρμολόγησή τους, σημειώνεται επακριβώς η θέση και ο αριθμός των παρεμβυσμάτων, που τυχόν υπάρχουν σ' αυτούς.

Βραχίονες και άξονες φθαρμένοι ή στρεβλωμένοι αντικαθίστανται με καινούργιους και δεν επιτρέπεται καμία επισκευή τους ή άλλη επέμβαση.

ζ) Διαρροές ή άλλες βλάβες αποσβεστήρων (αμορτισέρ)

Οι αποσβεστήρες επιθεωρούνται για τυχόν ίχνη διαρροών λαδιού από φθορά τσιμουχών του εμβόλου. Αν συμβαίνει κάτι τέτοιο, ο προβληματικός αποσβεστήρας αντικαθίσταται, όπως επίσης και εκείνος στον οποίο εντοπίζεται θραύση ή φθορά των εσωτερικών μερών του, ενώ καμία επέμβαση δεν επιτρέπεται στο εσωτερικό τους.

Ελέγχεται, επίσης, ο άνω και κάτω ελαστικός δακτύλιος του πείρου σύνδεσής τους και αν βρεθούν φθαρμένοι, αντικαθίστανται γιατί ένας καλός ελαστικός δακτύλιος δεν επιτρέπει την παρουσία καμίας ελεύθερης κίνησης (τζόγου) στον άξονα του αποσβεστήρα.

Ένας πρόχειρος έλεγχος για την κατάσταση του αποσβεστήρα είναι να κινηθεί δυνατά προς τα κάτω το οπίσθιο και το εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου και να αφεθεί ελεύθερο απότομα, ώστε να επανέλθει στη θέση του. Το όχημα, εφόσον οι αποσβεστήρες λειτουργούν καλά, δεν πρέπει να κάνει περισσότερες από μία παλινδρομικές κινήσεις, μέχρι την επάνοδό του στη θέση της ακινησίας.

Συντήρηση

α) Συντήρηση ανάρτησης με ημιελλειπτικά ελατήρια

Η συντήρηση της συγκεκριμένης ανάρτησης συνίσταται στη συχνή επιθεώρηση των φύλλων για τυχόν σπάσιμο - ράγισμα ή κάμψη τους και στην περιοδική λίπανση των αρθρώσεων με τους λιπαντήρες (γρασαδόρους) αν υπάρχουν, και πάντα σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Τα ελαστικά χιτώνια (Silent block), που χρησιμοποιούνται, σήμερα, γενικά στους πείρους των αρθρώσεων, δεν χρειάζονται λίπανση.

Η λίπανση μεταξύ των φύλλων των ελατηρίων, συνήθως, δεν είναι αναγκαία, γιατί υπάρχουν αντιτριβικά παρεμβύσματα στο άκρο κάθε φύλλου, έτσι ώστε να διατηρούν μία ελεγχόμενη τριβή, που έχει αποσβεστική επίδραση στις ταλαντώσεις του ελατηρίου. Μερικοί κατασκευαστές όμως, μετά τον καθαρισμό των ελατηρίων, συνιστούν την εξωτερική επάλειψή τους με μίγμα διεισδυτικού λαδιού με γραφίτη, κυρίως για να μη δημιουργούνται θόρυβοι κατά τη συσπείρωση και την επαναφορά του ελατηρίου. Τέλος, κατά διαστήματα πρέπει να ελέγχεται η σύσφιξη των περικοχλίων στα «ζιγκιά» (συνδετήρες μορφής U) και φυσικά όλων των κοχλιών του συστήματος.

β) Συντήρηση ανάρτησης με βραχίονες (ψαλίδια)

Το ελικοειδές ελατήριο, καθώς και η ράβδος στρέψης που έχουν σχέση με τους βραχίονες, δεν επιδέχονται καμία συντήρηση. Το ίδιο και οι σφαιρικοί σύνδεσμοι, εκτός και αν είναι λιπαινόμενου τύπου, οπότε για τη λίπανσή τους ακολουθούμε τις σχετικές οδηγίες του κατασκευαστή.

4.14. Ανακεφαλαίωση

- Το σύστημα ανάρτησης είναι ένα είδος ελαστικού συνδέσμου, το οποίο συνδέει με ελαστικότητα αλλά και με ασφάλεια τόσο τις αναρτημένες μάζες (αμάξωμα, πλαίσιο, κινητήρας κ.λπ.), όσο και τις μη αναρτημένες (τροχούς κ.λπ.). Έτσι, το όλο σύστημα μεταδίδει από τις πρώτες μάζες στις δεύτερες και αντίστροφα, όλες τις δυνάμεις που δημιουργούνται κατά την κίνηση του οχήματος και, γενικά, τη στατική και δυναμική του κατάσταση, όπως π.χ. δυνάμεις βάρους, αδράνειας, επιτάχυνσης, επιβράδυνσης κ.λπ.).

  Επιπλέον, εξασφαλίζει άνεση στους επιβάτες του αυτοκινήτου και ασφάλεια στο φορτίο, περιορίζοντας την καταπόνηση των επιμέρους τμημάτων του οχήματος από τους κραδασμούς και εξασφαλίζοντας, ταυτόχρονα, τη συνεχή επαφή των τροχών με το δρόμο και την ισορροπία του οχήματος κατά την πορεία.
- Τα κύρια μέρη του συστήματος ανάρτησης είναι: Τα ελατήρια, οι αποσβεστήρες ταλαντώσεων (αμορτισέρ), οι σφαιρικοί σύνδεσμοι και τα ελαστικά μέρη των εξαρτημάτων της ανάρτησης.
- Τα ελατήρια που χρησιμοποιούνται για την ανάρτηση, είναι τριών ειδών: α) Ημιελλειπτικά πεπλατυσμένα β) Ελικοειδή και γ) Στρεπτικές ράβδοι.
- Τα ελατήρια σκοπό έχουν, αφενός την ανάληψη - υποδοχή των στα-

τικών φορτίων του αυτοκινήτου και αφετέρου την απορρόφηση των κραδασμών, που προέρχονται από ανωμαλίες του εδάφους.

- Τα ημιελλειπτικά ελατήρια ανάρτησης, πέρα από το στατικό φορτίο του αυτοκινήτου και την απορρόφηση των κραδασμών, αναλαμβάνουν και τη μετάδοση της δύναμης ώθησης, της δύναμης αντίδρασης και του φρεναρίσματος.
- Τα ελικοειδή ελατήρια αναλαμβάνουν μόνον θλιπτικά φορτία και, ως εκ τούτου, στα συστήματα που διαθέτουν τέτοια ελατήρια χρησιμοποιούνται συγκρατητικοί βραχίονες ή ελκυστήρες για τη μεταφορά των δυνάμεων επιτάχυνσης, των δυνάμεων αντίδρασης και των αντίστοιχων της επιβράδυνσης.
- Τα ελατήρια, με την παρουσία εμποδίων, παρουσιάζουν ταλαντώσεις στο σύστημα, που είναι ενοχλητικές για τους επιβάτες και επιζήμιες για το φορτίο και το αυτοκίνητο. Έτσι χρησιμοποιούνται ειδικά εξαρτήματα για την απόσβεση αυτών των ταλαντώσεων, τα οποία λέγονται αποσβεστήρες ταλαντώσεων ή αμορτισέρ. Ο συνηθισμένος τύπος αμορτισέρ είναι ο υδραυλικός τηλεσκοπικός αποσβεστήρας, ο οποίος χρησιμοποιεί την αντίσταση που παρουσιάζεται, κατά τη διέλευση υγρού (λαδιού) μέσα από μικρής διαμέτρου οπές ή βαλβίδες.
- Οι αναρτήσεις διακρίνονται σε:
  α) Αναρτήσεις άκαμπτων αξόνων
  β) Αναρτήσεις ημιάκαμπτων αξόνων και
  γ) Ανεξάρτητες αναρτήσεις τροχών

  Οι αναρτήσεις των άκαμπτων αξόνων χρησιμοποιούνται, κυρίως, σε βαριά αυτοκίνητα (π.χ. φορτηγά κ.λπ.).
  Οι ημιάκαμπτοι άξονες τύπου «γέφυρας» ή οι διαμήκεις βραχίονες των τροχών χρησιμοποιούνται σε σύγχρονες κατασκευές μικρών επιβατικών αυτοκινήτων και ενεργούν σαν σταθεροποιητές, ενώ αυξάνουν και την ευστάθεια του αυτοκινήτου, κυρίως, στις στροφές.
  Στις ανεξάρτητες αναρτήσεις κάθε τροχός κινείται κατακόρυφα, ανεξάρτητα από τους άλλους, και το αμάξωμα δεν επηρεάζεται από το εμπόδιο που αυτός θα συναντήσει, ενώ ελαττώνεται και το βάρος των μη αναρτημένων μαζών, οπότε η ανάρτηση γίνεται περισσότερο αποτελεσματική.
- Οι πρόσθιες ανεξάρτητες αναρτήσεις διαμορφώνονται, είτε με ψαλίδια και ελικοειδή ελατήρια ή στρεπτικές ράβδους, είτε με γόνατα Μακ - Φέρσον και ελικοειδή ελατήρια.
- Οι οπίσθιες ανεξάρτητες αναρτήσεις διαμορφώνονται:
  α) Με αιωρούμενους βραχίονες και στρεπτικές ράβδους ή ελικοειδή ελατήρια, ή
  β) Με ημιαιωρούμενους βραχίονες και ελικοειδή ελατήρια, ή
  γ) Με γόνατα Μακ - Φέρσον, ή
  δ) Με στρεφόμενη εγκάρσια δοκό και διαμήκεις βραχίονες, ή, τέλος,
  ε) Με πολλαπλούς βραχίονες.
- Η υδροπνευματική ανάρτηση λειτουργεί με τη βοήθεια λαδιού υπό πίεση και αποταμιευτήρα αερίου αζώτου υψηλής πίεσης και έχει τη δυνατότητα

να αυξομειώνει την ελαστικότητα της ανάρτησης και να διατηρεί το αμάξωμα σε σταθερό ύψος από το έδαφος.

- Τα αεροελατήρια (αερόσουστες) είναι ελαστικοί αερόσακοι που περιέχουν πεπιεσμένο αέρα και συνδυάζονται με ημιελλειπτικά ελατήρια ή είναι αυτόνομα, πάντα, όμως, με χρήση αμορτισέρ. Χρησιμοποιούνται, κυρίως, σε βαριά οχήματα τα οποία διαθέτουν εγκατάσταση αεροσυμπιεστή.

4.15 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποιον προορισμό έχει το σύστημα ανάρτησης;
2. Πόσα και ποια είδη συστημάτων ανάρτησης χρησιμοποιούνται;
3. Τι επιπλέον προσφέρει η ανεξάρτητη ανάρτηση σε σχέση με την ανάρτηση που έχουν οι άκαμπτοι άξονες;
4. Πόσα είδη ελατηρίων ανάρτησης χρησιμοποιούνται, ποια είναι αυτά και ποια χρησιμοποιούνται περισσότερο και πού;
5. Περιγράψτε, σύντομα, μία ανάρτηση με ελικοειδές ελατήριο.
6. Περιγράψτε, σύντομα, μία ανάρτηση με γόνατα Μακ - Φέρσον.
7. Περιγράψτε, σύντομα, μία ανάρτηση με ημιελλειπτικό ελατήριο.
8. Πώς διαμορφώνεται η ανάρτηση με στρεπτική ράβδο;
9. Τι είναι ο αποσβεστήρας ταλαντώσεων και πώς λειτουργεί ο αποσβεστήρας τηλεσκοπικού τύπου;
10. Τι ονομάζεται «σταθερά» ενός ημιελλειπτικού και ενός ελικοειδούς ελατηρίου ανάρτησης;

- Τα συστήματα ρύθμισης του ύψους του αυτοκινήτου από το έδαφος, καθώς και της αυτόματης οριζοντίωσης, έχουν τη δυνατότητα να ρυθμίζουν το ύψος, όπως και στην υδροπνευματική ανάρτηση. Συνδυάζονται δε, συνήθως, με ελικοειδή ελατήρια και αμορτισέρ, όπως επίσης και με αποταμιευτήρες πεπιεσμένου αερίου αζώτου.

11. Για ποιους λόγους έχει εγκαταλειφθεί πλέον ο ολόσωμος άξονας στα μικρά επιβατικά αυτοκίνητα;
12. Ποιες είναι οι κυριότερες βλάβες και φθορές που παρουσιάζουν τα ελατήρια της ανάρτησης;
13. Τι είναι η υδροπνευματική ανάρτηση και πώς λειτουργεί;
14. Πού χρησιμοποιούνται τα συστήματα αυτόματης οριζοντίωσης των αυτοκινήτων και πώς λειτουργούν;
15. Τι είναι οι σταθεροποιητές και πώς λειτουργούν;
16. Τι είναι τα αεροελατήρια και πώς λειτουργούν;
17. **Ατομική εργασία**

    Να συλλέξετε και να καταγράψετε στο τετράδιό σας πληροφορίες για τον τύπο και τις λεπτομέρειες του συστήματος ανάρτησης, που διαθέτει το οικογενειακό σας αυτοκίνητο ή τα αυτοκίνητα του «εργαστηρίου αυτοκινήτων» του σχολείου σας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΞΟΝΕΣ - ΤΡΟΧΟΙ - ΕΛΑΣΤΙΚΑ

- Άξονες μετάδοσης κίνησης - Σύνδεσμοι - Άξονες τροχών
- Άξονες μετάδοσης της κίνησης
- Σύνδεσμοι
- Άξονες τροχών
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις
- Τροχοί - Ελαστικά
- Τροχοί
- Επίσωτρα ή Ελαστικά
- Ζυγοστάθμιση τροχών
- Έλεγχοι - φθορές - βλάβες - επισκευές - συντήρηση
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική Εργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΞΟΝΕΣ - ΤΡΟΧΟΙ - ΕΛΑΣΤΙΚΑ

5.1 Άξονες μετάδοσης κίνησης - Σύνδεσμοι - Άξονες τροχών

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

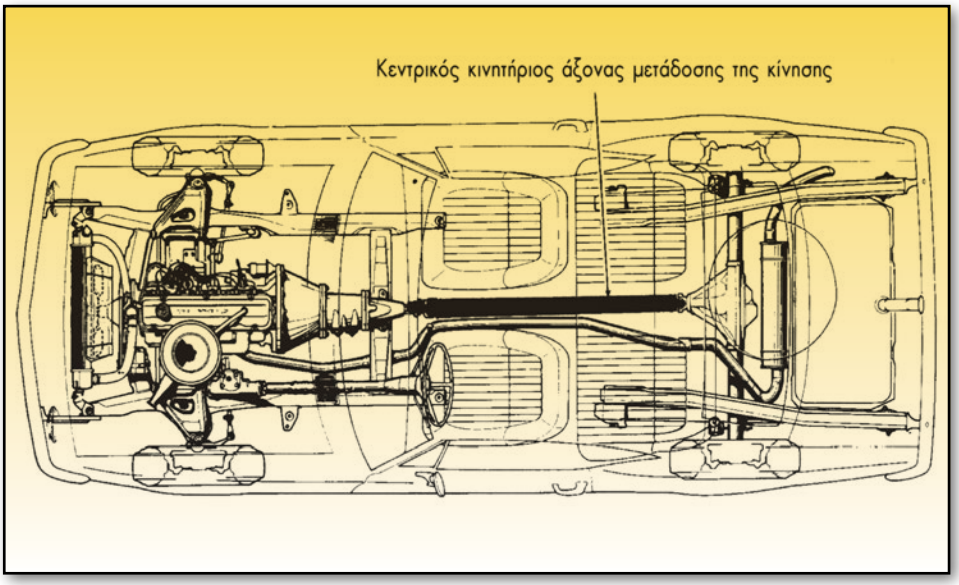
- Να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας των πιο πάνω μηχανισμών, καθώς και των επί μέρους εξαρτημάτων τους.
- Να προσδιορίζουν τη θέση του κάθε μέρους - εξαρτήματος στην όλη διάταξη.
- Να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης όλων των παραπάνω.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του συστήματος, όπως και των επί μέρους εξαρτημάτων του.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, επισκευής, ρύθμισης και συντήρησης του συστήματος και των επί μέρους εξαρτημάτων του.

5.1.1. Άξονες μετάδοσης της κίνησης

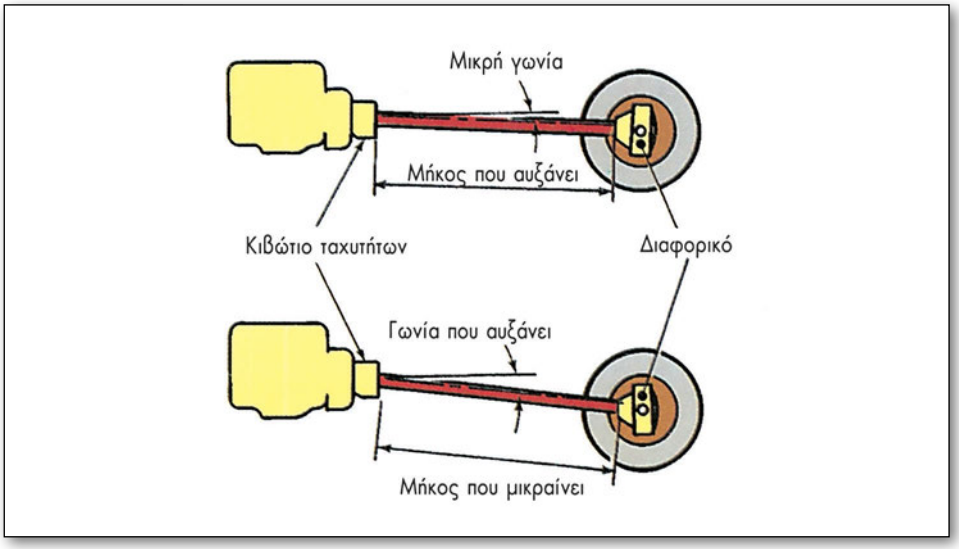
Οι άξονες μετάδοσης της κίνησης των οχημάτων που θα αναπτυχθούν παρακάτω περιλαμβάνουν τον κεντρικό κινητήριο άξονα (ή άτρακτο) και τους κινητήριους άξονες των τροχών. Ο κινητήριος άξονας σε ένα κλασσικό όχημα βρίσκεται μεταξύ του κιβωτίου ταχυτήτων και του διαφορικού, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.1. Ο κινητήριος αυτός άξονας ονομάζεται και κεντρικός κινητήριος άξονας, προς διάκριση από τους άλλους άξονες του οχήματος. Ακριβέστερα, είναι ο άξονας που συνδέει τον δευτερεύοντα άξονα του κιβωτίου ταχυτήτων με τον αντίστοιχο του «πινιόν» του διαφορικού (στα οχήματα που έχουν μηχανή εμπρός και κινητήριους τροχούς πίσω), και σκοπό έχει να μεταφέρει την περιστροφική κίνηση της μηχανής από την έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων στο διαφορικό και από εκεί - μέσω των ημιαξονίων - στους κινητήριους τροχούς, ώστε να κινηθεί το όχημα.

Κατά τη σχεδίαση του κινητήριου άξονα μετάδοσης της κίνησης, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω δύο κατασκευαστικά δεδομένα:

1) Ο κινητήρας και το κιβώτιο ταχυτήτων είναι περισσότερο ή λιγότερο σταθερά συνδεδεμένα με το σασί (αμάξωμα).



Σχ.5.1 Θέση κινητηρίου άξονα μετάδοσης της κίνησης.



Σχ.5.2. Η θήκη των οπίσθιων ημιαξονίων με το διαφορικό και τους τροχούς κινούνται επάνω και κάτω. Καθώς αυτό γίνεται, η γωνία μεταξύ του άξονα εξόδου του κιβωτίου ταχυτήτων και του κινητηρίου άξονα μετάδοσης της κίνησης, μεταβάλλεται. Η αιτία που ο κινητήριος άξονας μικραίνει όταν η γωνία αυξάνει, είναι ότι τα πίσω ημιαξόνια και το διαφορικό έχουν την ευχέρεια να κινούνται σε ένα μικρότερο τόξο από αυτό του κινητήριου άξονα. Το κέντρο περιστροφής του τόξου της θήκης των ημιαξονίων είναι τα πίσω ελατήρια ή οι μοχλοβραχίονες ελέγχου, που είναι προσαρμοσμένοι στο σασί ή αμάξωμα.

2) Η θήκη των πίσω ημιαξονίων με τους τροχούς και το διαφορικό είναι προσκολλημένα στο σασί (αμάξωμα) του οχήματος, μέσω ελατηρίων.

Και τα δύο αυτά δεδομένα προϋποθέτουν την ικανοποίηση των εξής δύο μεταβλητών:

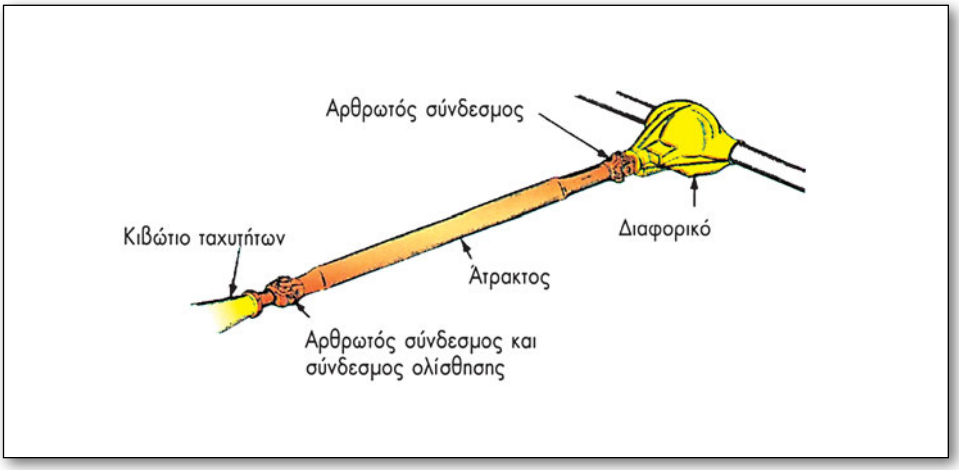
α. Την αλλαγή σε μήκος του κεντρικού κινητήριου άξονα μετάδοσης της κίνησης, καθώς οι τροχοί κινούνται επάνω και κάτω, ανάλογα με την κατάσταση του οδοστρώματος (1η μεταβλητή).

β. Τη μεταβολή της γωνίας του κινητήριου άξονα σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, καθώς οι τροχοί κινούνται επάνω και κάτω (2η μεταβλητή).

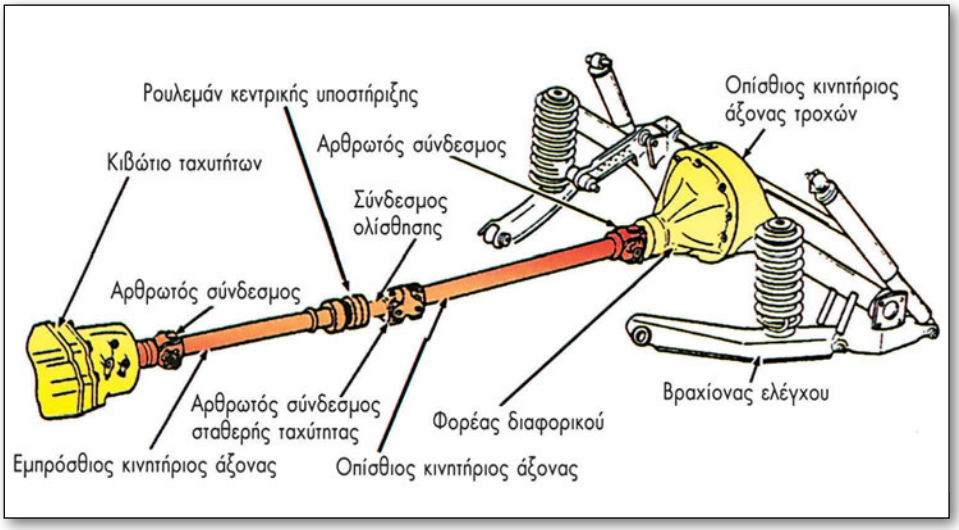
Το Σχήμα 5.2 δείχνει πώς το μήκος του κεντρικού κινητήριου άξονα και η γωνία του μεταβάλλονται, καθώς οι τροχοί κινούνται επάνω και κάτω.

Στο επάνω μέρος του παραπάνω σχήματος, οι τροχοί και το διαφορικό φαίνονται στην υψηλότερη θέση τους όπου η γωνία του κινητήριου άξονα είναι μικρή και το μήκος του είναι το μέγιστο. Στο κάτω μέρος του ίδιου σχήματος, το διαφορικό και οι τροχοί έχουν βρεθεί στη χαμηλότερη θέση τους, μετά την πτώση τους (των τροχών) μέσα σε μια λακκούβα του δρόμου. Σε αυτή τη θέση η γωνία του άξονα αυξάνει, ενώ το μήκος του μικραίνει. Η αιτία γι' αυτό είναι ότι, καθώς οι πίσω τροχοί και το διαφορικό ταλαντεύονται (αιωρούνται) προς τα κάτω, κινούνται ταυτόχρονα και προς τα εμπρός. Η θήκη των ημιαξονίων είναι προσδεμένη στο αμάξωμα ή το -πλαίσιο του οχήματος με ελατήρια ή με τους μοχλοβραχίονες ελέγχου, πράγμα που τους κάνει να κινούνται σε ένα μικρότερο τόξο από αυτό του κεντρικού κινητήριου άξονα.

Για να πραγματοποιηθούν αυτές οι παραπάνω δύο μεταβλητές, είναι ανάγκη



Σχ.5.3 Ο άξονας μετάδοσης της κίνησης που συνδέει το κιβώτιο ταχυτήτων με το διαφορικό, αποτελείται από την άτρακτο (κεντρικό κινητήριο άξονα), δύο αρθρωτούς συνδέσμους και ένα σύνδεσμο ολίσθησης.



Σχ. 5.4. Διμερής κινητήριος άξονας.

να υπάρχουν *(Σχ.5.3)* τα παρακάτω δύο διαφορετικά είδη συνδέσμων, τα οποία και θα περιγράψουμε στην επόμενη παράγραφο:

α) Δύο ή περισσότεροι αρθρωτοί σύνδεσμοι (Universal Joints), οι οποίοι επιτρέπουν κατά την περιστροφή τους, τη μεταβολή της γωνίας (2η μεταβλητή).

β) Ένας σύνδεσμος ολίσθησης, που επιτρέπει την αυξομείωση του μήκους του κινητήριου άξονα (1η μεταβλητή).

Στα περισσότερα οχήματα με κινητήρα εμπρός και κίνηση οπίσω, ο άξονας μετάδοσης της κίνησης είναι ένας συμπαγής ή κοίλος μεταλλικός άξονας. Συνήθως είναι κοίλος για να είναι ελαφρός και αν έχει ίδιο βάρος με τον συμπαγή, αντέχει περισσότερο σε ροπή στρέψης, ενώ διαφορετικά ο συμπαγής είναι μεγαλύτερης αντοχής από ένα κοίλο, όταν έχει την ίδια διάμετρο με αυτόν. Στο άκρο του, προς το μέρος του κιβωτίου ταχυτήτων, ο άξονας αυτός φέρει πολύσφηνο που εισέρχεται στο αντίστοιχο «θηλυκό» πολύσφηνο του άλλου τμήματός του και έτσι σχηματίζεται ένας σύνδεσμος ολίσθησης (τηλεσκοπικός) που επιτρέπει την αυξομείωση του μήκους του. Σε ορισμένα, μάλιστα, μεγάλου μήκους οχήματα *(Σχ.5.4),* ο κινητήριος άξονας είναι διμερής, αποτελείται δηλαδή από δύο τμήματα, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με ένα τρίτο αρθρωτό σύνδεσμο. Αυτοί οι κινητήριοι άξονες ονομάζονται και άξονες μεσαίας τριβής, αφού στην ένωση των δύο τμημάτων τους, εκτός από το σύνδεσμο, υπάρχει και ρουλεμάν (τριβέας) μαζί με το σύστημα υποστήριξής του *(βλέπε και παρακάτω Σχήμα 5.17).*

Σε ορισμένες περιπτώσεις, ο κινητήριος άξονας βρίσκεται μέσα σε προφυλακτικό σωλήνα ο οποίος καλείται και σωλήνας

στρέψης, επειδή χρησιμεύει για την απορρόφηση της ροπής στρέψης, κατά την αρχική εκκίνηση του οχήματος, αλλά και κατά την απότομη πέδηση του.

Φθορές - Βλάβες - Επισκευές - Συντήρηση

Στην άτρακτο (άξονα μετάδοσης της κίνησης), αν και σπάνια εμφανίζονται βλάβες και φθορές, μπορεί να συμβεί είτε φθορά πολύσφηνου, είτε θραύση διχάλων, είτε στρέβλωση.

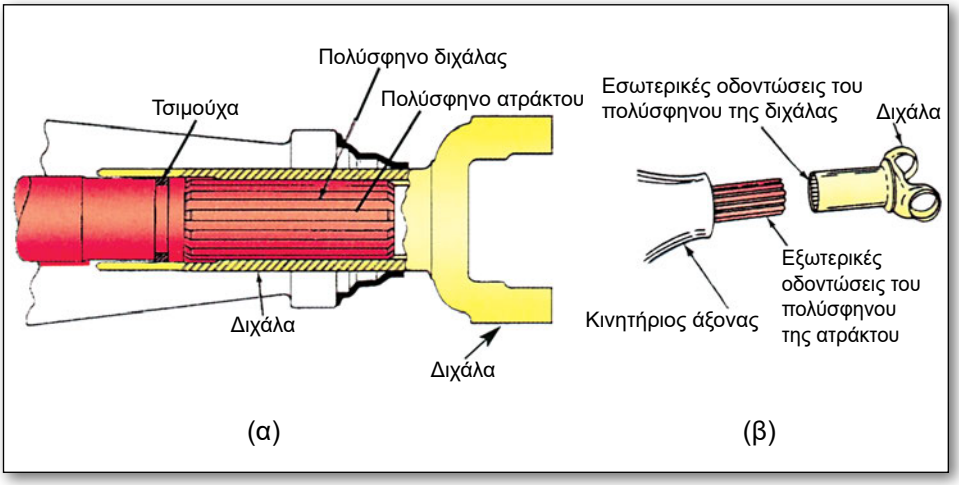
Η ευθυγράμμιση της ατράκτου ελέγχεται με ωρολογιακό ελεγκτήρα. Έτσι, συνολική διαφορά μεγαλύτερη από 0,4 μέχρι 0,5mm στην ένδειξη, σημαίνει ότι η άτρακτος είναι άχρηστη και πρέπει να αντικατασταθεί. Κατά την αποσυναρμολόγησή της, τα διάφορα κομμάτια πρέπει να επισημανθούν για την ορθή συναρμολόγησή τους, μετά την επισκευή ή αντικατάστασή τους.

Η συντήρηση της ατράκτου και των συνδέσμων συνίσταται, απλώς, στη στοιχειώδη καθαριότητα και στην περιοδική (σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή) λίπανση του «σταυρού» και του εύκαμπτου συνδέσμου. Τα τελευταία χρόνια οι τριβείς ρουλεμάν των «σταυρών» φέρουν μέσα τους μόνιμη λίπανση και είναι σφραγισμένοι από το εργοστάσιο κατασκευής οπότε, δεν απαιτούν καμία συντήρηση.

5.1.2 Σύνδεσμοι

Οι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση δύο αξόνων, των οποίων οι νοητοί άξονες βρίσκονται σε ευθεία γραμμή, ή τέμνονται σε γωνία, η δε περιστροφική κίνηση του ενός μεταδίδεται στον άλλον, με αποτέλεσμα να τον περιστρέφει. Έτσι, με τη χρήση των συνδέσμων επιτυγχάνεται η σύγχρονη περιστροφή των δύο αξόνων, αν και αυτοί τις περισσότερες φορές δεν βρίσκονται σε πλήρη ευθυγράμμιση.

Υπάρχουν τέσσερα είδη συνδέσμων: Οι τηλεσκοπικοί ή της ολίσθησης, οι ελαστικοί, οι αρθρωτοί, και οι σφαιρικοί σύνδεσμοι.



Σχ.5.5. (α) Τομή συνδέσμου ολίσθησης. (β) Σύνδεσμος ολίσθησης σε αποσυναρμολόγηση.

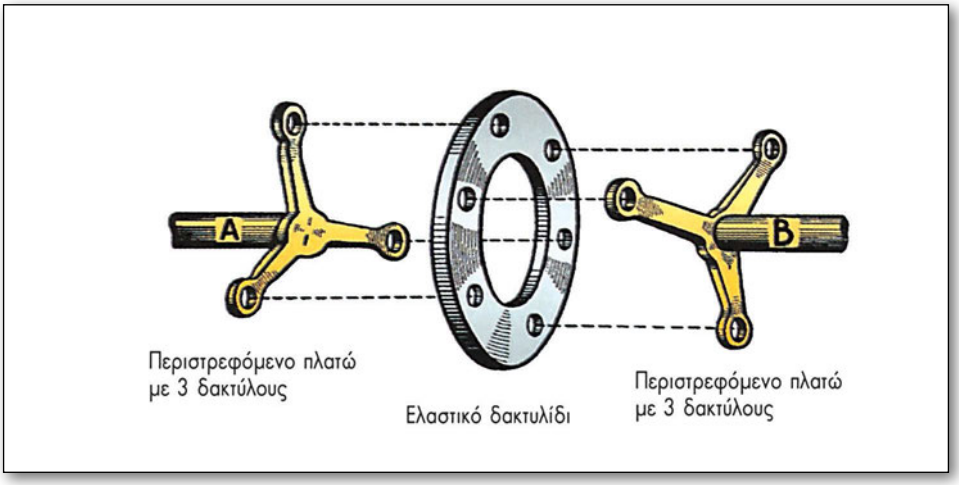
Πιο αναλυτικά:

5.1.2.1. Σύνδεσμοι ολίσθησης (τηλεσκοπικοί) *(Σχ. 5.5)*

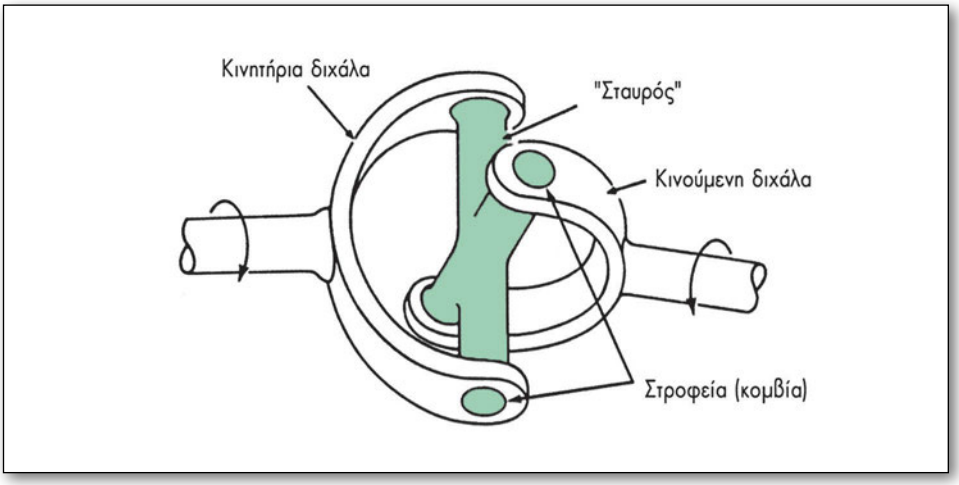
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, ο σύνδεσμος ολίσθησης έχει στον ένα άξονα εξωτερικό πολύσφηνο, το οποίο ταιριάζει με τις εσωτερικές εγκοπές που έχει το τμήμα του άλλου άξονα στον οποίο εισέρχεται. Οι εγκοπές αναγκάζουν τους δύο άξονες να περιστρέφονται μαζί, αλλά και τους επιτρέπουν να απομακρύνονται μεταξύ τους με ολίσθηση. Αυτό συντελεί στο να αλλάζει το μήκος της ατράκτου, καθώς οι πίσω κινητήριοι ημιάξονες κινούνται πλησίον ή μακριά από το σασί (αμάξωμα) του οχήματος.

5.1.2.2. Ελαστικοί σύνδεσμοι *(Σχ.5.6)*

Οι ελαστικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται, κυρίως, σε οχήματα στα οποία ο κινητήριος άξονας λειτουργεί με μικρή κλίση (4 μέχρι 7 μοίρες) ως προς το οριζόντιο επίπεδο, το δε κιβώτιο ταχυτήτων με το διαφορικό βρίσκονται σχεδόν στο ίδιο ύψος. Έτσι, λόγω ακριβώς της παρουσίας αυτών των ελαστικών μερών, ο άξονας παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα κατά την εκκίνηση, πράγμα που επιτρέπει στον συμπλέκτη του οχήματος να μην έχει ελατήρια απόσβεσης των ταλαντώσεων («σκορτσάρσμα»). Όπως φαίνεται και κάθε άξονας στο άκρο του είναι εφοδιασμένος με ένα σταθερό πλατό που έχει τρεις δακτύλους («δάκτυλα») με οπές για την προσαρμογή μπουλονιών. Αυτοί οι δάκτυλοι συνδέονται με τα μπουλόνια με ένα ελαστικό δακτυλίδι είτε από βαμβάκι οπλισμένο με μεταλλικά λεπτά σύρματα, είτε από καουτσούκ μεγάλης αντοχής σε παραμόρφωση. Η λειτουργία του συνδέσμου αυτού είναι αθόρυβη και δεν απαιτεί λίπανση, απαιτεί όμως παρακολούθηση, διότι εάν χαλαρώσουν τα περικόχλιά του θα υποστεί βλάβη. Επίσης, πρέπει να προσέχουμε τη φθορά του κορμού τόσο των κοχλιών, όσο και



Σχ.5.6 Ελαστικός σύνδεσμος.



Σχ.5.7 Απλός αρθρωτός σύνδεσμος (σταυρός).

του ελαστικού δακτυλιδιού. Ακόμη, δεν επιτρέπεται να τοποθετηθεί ελαστικός σύνδεσμος όταν υπάρχουν γωνίες μεγαλύτερες των 4 και 7 μοιρών.

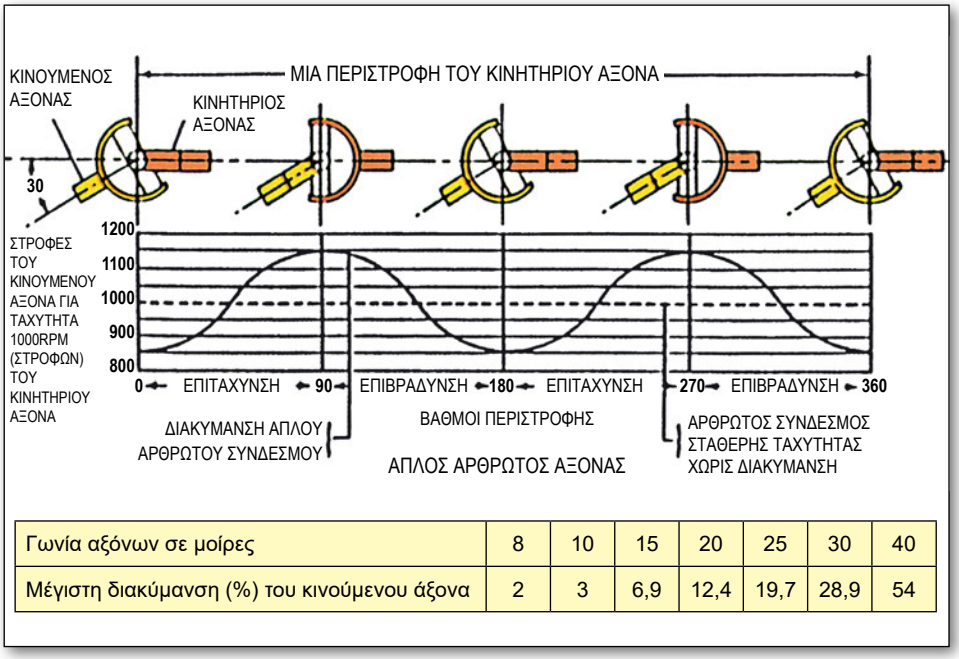
5.1.2.3. Αρθρωτοί σύνδεσμοι ή σύνδεσμοι μεταβλητής ταχύτητας ή σύνδεσμοι CARDAN

α) Ορισμός

Ο αρθρωτός σύνδεσμος είναι η εύκαμπτη σύνδεση μεταξύ δύο αξόνων, που επιτρέπει τη μετάδοση της κίνησης από τον ένα άξονα στον άλλο, σε γωνία, ενώ με τον όρο εύκαμπτος, εννοούμε ότι η σύνδεση αυτή επιτρέπει τη μετάδοση της κίνησης, συνεχώς, με μεταβαλλόμενη γωνία. Ο απλός αρθρωτός σύνδεσμος που φαίνεται στο Σχήμα 5.7, αποτελείται από τρία κύρια μέρη, δηλαδή από ένα «σταυρό» και δύο δίχαλα, τα οποία έχουν μεταξύ τους γωνία 90 μοιρών και τα ανοικτά άκρα τους συνδέονται με τη βοήθεια του «σταυρού». Η κατασκευή αυτή επιτρέπει σε κάθε δίχαλο να περιστρέφεται γύρω από τον γεωμετρικό άξονα του εγκάρσιου πείρου του «σταυρού» και, ταυτόχρονα, να μεταδίδεται η περιστροφική κίνηση από το ένα δίχαλο στο άλλο. Με αυτόν τον τρόπο, ο αρθρωτός σύνδεσμος μπορεί να μεταδώσει την περιστροφική κίνηση του κινητήρα - με τη βοήθεια του άξονα μετάδοσης της κίνησης - στο πίσω διαφορικό, ακόμη και στην περίπτωση που ο κινητήρας είναι σταθερά στερεωμένος στο πλαίσιο και σε επίπεδο υψηλότερο του διαφορικού, το οποίο συνεχώς ανεβοκατεβαίνει και αλλάζει θέση, πλην όμως, πάντοτε κινείται κάτω από το πλαίσιο.

β) Λειτουργία αρθρωτού συνδέσμου

Ένα βασικό χαρακτηριστικό μειονέκτημα του απλού αρθρωτού συνδέσμου είναι η μεταβολή της περιστροφικής ταχύτητας του κινούμενου άξονα σε σχέση με την περιστροφική κίνηση του κινητήριου άξονα, με αποτέλεσμα κατά τη διάρκεια μίας περιστροφής



Γωνία αξόνων σε μοίρες	8	10	15	20	25	30	40
Μέγιστη διακύμανση (%) του κινούμενου άξονα	2	3	6,9	12,4	19,7	28,9	54

Σχ.5.8 Διακυμάνσεις της ταχύτητας περιστροφής άξονα, που προκαλείται από ένα απλό αρθρωτό σύνδεσμο.

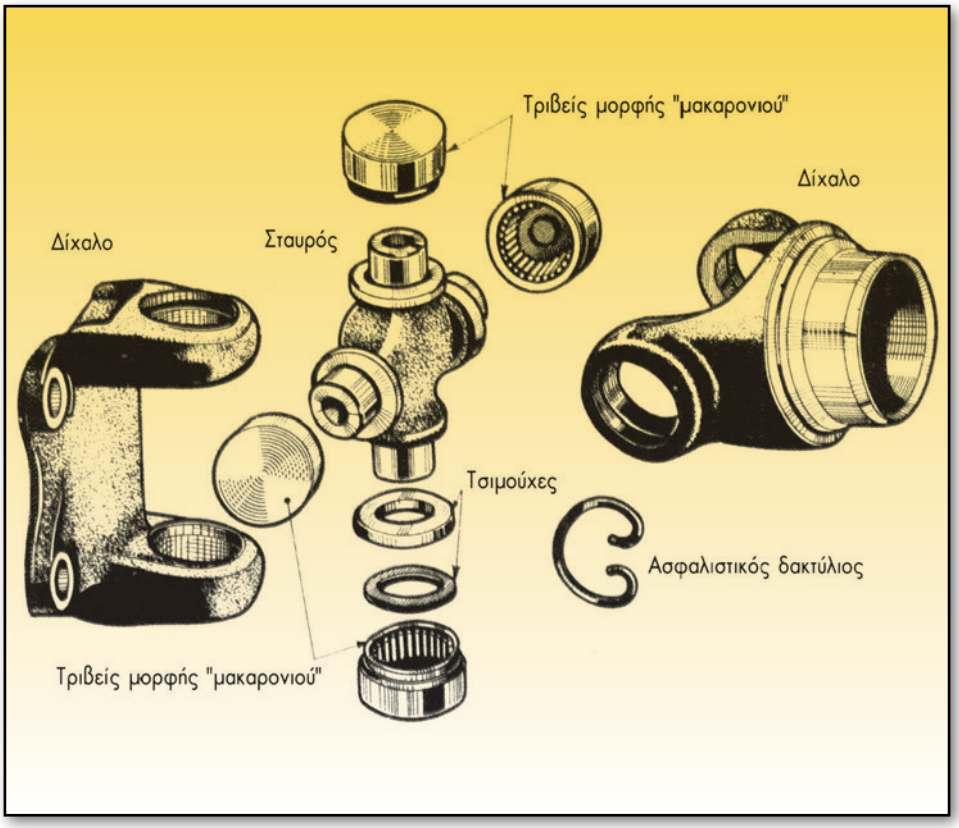
360°, δύο φορές να προκύπτει επιτάχυνση και δύο φορές επιβράδυνση. Ο βαθμός της διακύμανσης αυτής του κινούμενου άξονα εξαρτάται από τη γωνία των δύο αξόνων, και είναι περίπου 7% για γωνία 15° και 30% για γωνία 30°. Η διακύμανση αυτή φαίνεται, με μορφή διαγράμματος, στο Σχήμα 5.8, όπου χαράσσονται, κατά τη διάρκεια μιας περιστροφής 360°, οι μεταβολές της γωνιακής ταχύτητας ενός άξονα που λαμβάνει κίνηση από ένα απλό αρθρωτό σύνδεσμο. Έτσι, φαίνεται ότι ο κινητήριος άξονας περιστρέφεται με σταθερή ταχύτητα 1000 στροφών στο λεπτό και η γωνία μεταξύ των δύο αξόνων είναι 30°. Σχεδιαγράμματα των θέσεων των απλών αρθρωτών συνδέσμων σημειωμένα επάνω από τα αντίστοιχα τμήματα της καμπύλης στα σημεία της ελάχιστης και μέγιστης ταχύτητας περιστροφής, ενός κινητήριου άξονα, χρησιμεύουν στη διευκόλυνση του μαθητή, ώστε να συσχετίσει την καμπύλη με την ενέργεια του δίχαλου και του εγκάρσιου πείρου του απλού αρθρωτού συνδέσμου.

Σε 1/4 μιας περιστροφής 360° (δηλαδή σε 90° περιστροφής) η ταχύτητα του κινούμενου άξονα μεταβάλλεται από 866 στροφές στο λεπτό το κατώτερο, μέχρι 1155 στροφές στο λεπτό το ανώτερο. Έτσι, η ταχύτητα του συγκεκριμένου άξονα γίνεται ίση με αυτή του κινητήριου άξονα σε τέσσερα σημεία, κατά τη διάρκεια μιας ολόκληρης περιστροφής (360°), δηλαδή στις 45°, 135°, 225° και στις 315°, όπου δηλαδή, η καμπύλη τέμνει τη διακεκομμένη ευθεία *(Σχήμα 5.8)* της σταθεράς ταχύτητας περιστρο-

φής. Βέβαια, ο βαθμός της διακύμανσης της ταχύτητας εξαρτάται από το μέγεθος της γωνίας μεταξύ των δύο αξόνων, αφού όσο μεγαλώνει η γωνία αυτή, τόσο αυξάνει και η διαφορά στην ταχύτητα περιστροφής των δύο αξόνων.

Η διαφορά αυτή στην ταχύτητα δεν μπορεί να εξουδετερωθεί μόνο με ένα απλό αρθρωτό σύνδεσμο, μπορεί όμως να μειωθεί με τη χρήση δύο απλών αρθρωτών συνδέσμων, από τους οποίους ο ένας τοποθετείται στην αρχή και ο άλλος στο τέλος του κινητήριου άξονα. Αν χρησιμοποιηθεί ένας μόνο απλός αρθρωτός σύνδεσμος μεταξύ του κιβωτίου ταχυτήτων και του οπίσθιου άξονα (όπου υπάρχει και το διαφορικό), η επιτάχυνση και η επιβράδυνση της περιστροφικής ταχύτητας που δημιουργείται από αυτόν, αντιμετωπίζει - στο μεν ένα άκρο του άξονα - την αντίσταση του κινητήρα, στο δε άλλο του άκρο την αντίσταση λόγω αδράνειας του οχήματος. Η συνισταμένη ενέργεια των δύο αυτών δυνάμεων προκαλεί μεγάλη καταπόνηση σε όλα τα μέρη του συστήματος μετάδοσης της κίνησης, επιπλέον δε έχει σαν αποτέλεσμα την παρουσία ανομοιόμορφων δυνάμεων στους τροχούς. Όταν, όμως, χρησιμοποιούνται δύο απλοί αρθρωτοί σύνδεσμοι, ο δεύτερος από αυτούς χρησιμεύει για αντιστάθμιση της διακύμανσης της ταχύτητας, η οποία προκαλείται από τον πρώτο. Για να εξασφαλισθεί πάντως αυτό, απόλυτα, πρέπει η γωνία μεταξύ του κιβωτίου ταχυτήτων και του κινητήριου άξονα να είναι η ίδια με τη γωνία μεταξύ του άξονα αυτού και της ακραίας μετάδοσης του πίσω διαφορικού. Μία άλλη προϋπόθεση είναι, ότι τα δύο δίχαλα του αρθρωτού συνδέσμου, τα οποία είναι προσαρμοσμένα στον κινητήριο άξονα, πρέπει να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, όπως θα καταδειχθεί παρακάτω, όπου γίνεται αναφορά στον διπλό αρθρωτό σύνδεσμο σταθερής περιστροφικής ταχύτητας. Δηλαδή, θα πρέπει τα δύο (μεσαία) δίχαλα των δύο αρθρωτών συνδέσμων που είναι προσαρμοσμένα στον κινητήριο άξονα, να βρίσκονται στο αυτό επίπεδο, οπότε το κινητήριο δίχαλο του πρώτου συνδέσμου θα είναι σε γωνία 90^{o} σε σχέση προς το κινητήριο δίχαλο του δευτέρου συνδέσμου. Σ' αυτήν την περίπτωση, τα δύο δίχαλα που είναι προσαρμοσμένα στον κινητήριο άξονα, ενεργούν όπως το κινούμενο δίχαλο του πρώτου συνδέσμου και το κινητήριο δίχαλο του δευτέρου συνδέσμου, αντίστοιχα. Με τη διάταξη, λοιπόν αυτή, ο πρώτος σύνδεσμος εμφανίζει τη μεγαλύτερη του διακύμανση, τη στιγμή ακριβώς κατά την οποία ο δεύτερος σύνδεσμος εμφανίζει τη μικρότερη διακύμανση. Έτσι, με αυτόν τον τρόπο, επιτυγχάνεται η μη μεταβολή της ταχύτητας των τροχών για τη δεδομένη ταχύτητα του κινητήρα, αν και η ταχύτητα μεταξύ των αρθρωτών συνδέσμων του κινητήριου άξονα μεταβάλλεται συνεχώς.

Ο απλός αυτός αρθρωτός σύνδεσμος που περιγράφθηκε παραπάνω, ονομάζεται σύνδεσμος CARDAN ή «σταυρός» και χρησιμοποιείται σε άξονες που τέμνονται με γωνία μέχρι και 15 μοίρες. Όπως ήδη αναφέρθηκε, τα άκρα του άξονα μετάδοσης της κίνησης καταλήγουν σε δίχαλα. *(Σχήμα 5.7).* Το κάθε δίχαλο στο άκρο του φέρει από μία οπή για την προσαρμογή των κυλινδρικών τριβέων (ρουλεμάν) στους «σταυρούς». Ο σωστός τρόπος συναρμολόγησης των αρθρωτών



Σχ.5.9 Αρθρωτός σύνδεσμος CARDAN («σταυρός») αποσυναρμολογημένος.

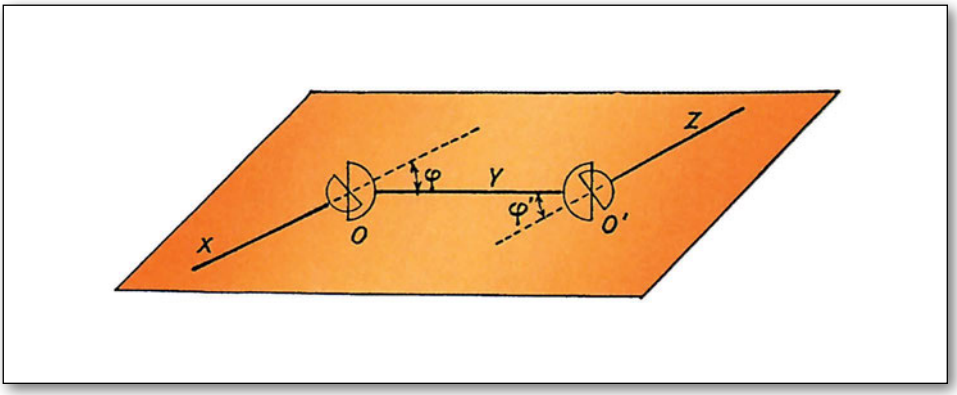
συνδέσμων του κινητήριου άξονα έχει σχέση με την τοποθέτηση των διχάλων τους - που καταλήγουν στα άκρα αυτού του άξονα - στο ίδιο επίπεδο. Κακή τοποθέτηση τους θα έχει σαν αποτέλεσμα τη γρήγορη φθορά των τριβέων των «σταυρών» και τη θορυβώδη λειτουργία τους. Ο «σταυρός» πρέπει να λιπαίνεται, ενώ υπάρχουν και οπές λίπανσης με τις οποίες λιπαίνεται ολόκληρο το συγκρότημα. Επίσης, ο «σταυρός» πρέπει να ελέγχεται για τυχόν χαλαρότητα («τζόγο») στα έδρανά του, ενώ σε περίπτωση φθοράς των τριβέων του, πρέπει να αντικαθίσταται ολόκληρος.

5.1.2.4 Αρθρωτοί σφαιρικοί σύνδεσμοι ή σύνδεσμοι σταθερής περιστροφικής ταχύτητας.

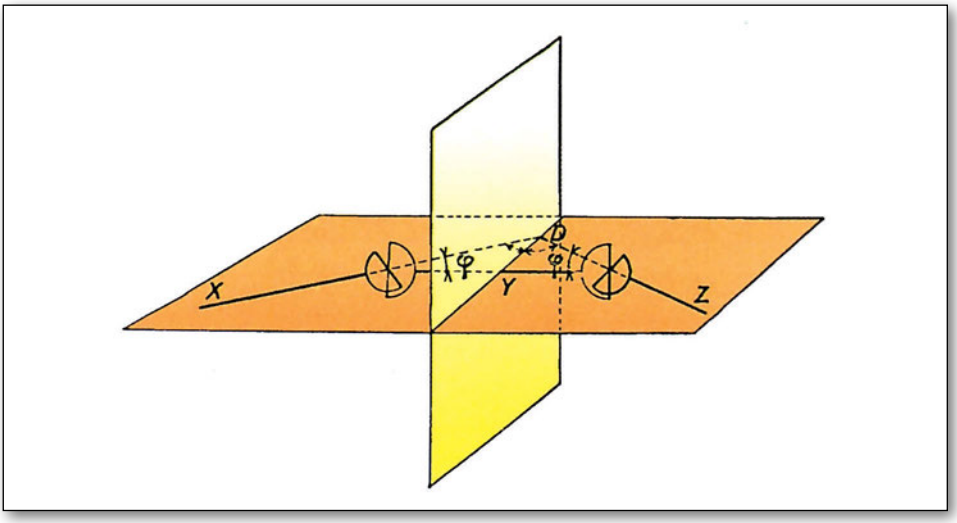
- Γενικά

Οι διακυμάνσεις της περιστροφικής ταχύτητας που προκαλούνται από τους απλούς αρθρωτούς συνδέσμους, οι οποίοι περιγράφθηκαν παραπάνω, δεν επιδρούν σοβαρά στη λειτουργία των αξόνων μετάδοσης της κίνησης, όταν η γωνία λειτουργίας τους είναι πολύ μικρή (κάτω των 15 μοιρών). Για μετάδοση, όμως, της κίνησης στους εμπρόσθιους τροχούς οι οποίοι κατά

τη στροφή του οχήματος είναι αναγκασμένοι να στραφούν μέχρι και 30 μοίρες, οι διακυμάνσεις της ταχύτητας περιστροφής δημιουργούν σοβαρό πρόβλημα. Η χρησιμοποίηση αρθρωτών συνδέσμων «απλού τύπου», κάνει δύσκολη τη διεύθυνση του οχήματος και προκαλεί ολίσθηση και φθορά στα επίσωτρα (ελαστικά), κάθε φορά που το όχημα αλλάζει κατεύθυνση. Σήμερα, τα ημιαξόνια του εμπρός διαφορικού συνδέονται με τους διευθυντήριους τροχούς αποκλειστικά και μόνο με αρθρωτούς συνδέσμους σταθερής περιστροφικής ταχύτητας, λόγω της ιδιότητας που έχουν αυτοί να εξουδετερώνουν τις απότομες επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις, κατά την περιστροφή του άξονα.



Σχ.5.10 Συνθήκη λειτουργίας αρθρωτού συνδέσμου σταθεράς περιστροφικής ταχύτητας.



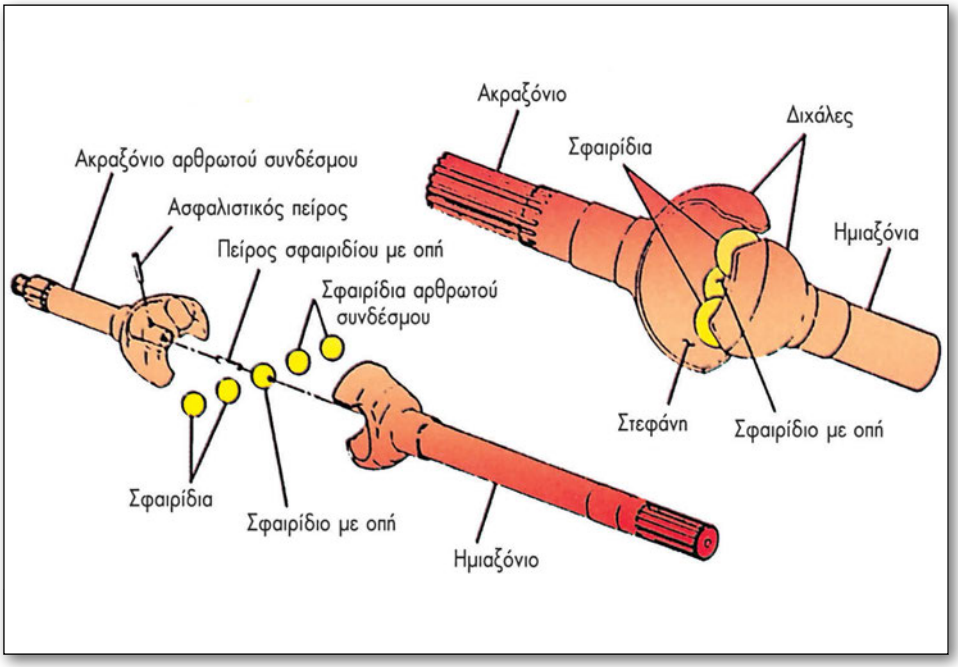
Σχ.5.11 Συνθήκη λειτουργίας αρθρωτού συνδέσμου σταθεράς περιστροφικής ταχύτητας.

Ο απλός αρθρωτός σύνδεσμος προκαλεί διακύμανση της περιστροφικής ταχύτητας, επειδή ο «σταυρός» (πείρος) ο οποίος συνδέει τα δύο δίχαλα, δεν επιτρέπει να γίνει καμία άλλη ελεύθερη κίνηση, εκτός από την περιστροφική. Οι διακυμάνσεις της περιστροφικής ταχύτητας προκαλούνται λόγω των κλίσεων («παιξίματος» μπροστά και πίσω) του σταυρού, κατά την περιστροφή του αρθρωτού συνδέσμου. Οι κλίσεις αυτές μετατρέπονται σε περιστροφική κίνηση με αποτέλεσμα, όταν ο σταυρός κινείται προς τον άξονα εξόδου της κίνησης, η κίνηση αυτή να προσθέτει ταχύτητα στην περιστροφική ταχύτητα εξόδου. Αντίθετα, όταν ο σταυρός απομακρύνεται από τον άξονα εξόδου της κίνησης, η κίνηση αφαιρεί ταχύτητα και ο άξονας εξόδου της κίνησης περιστρέφεται με ταχύτητα μικρότερη από εκείνη του άξονα εισόδου της κίνησης. Το μόνο σημείο στο οποίο οι ταχύτητες των δύο αξόνων είναι ίσες, είναι όταν ο σταυρός βρίσκεται στο επίπεδο που διχοτομεί τη μεταξύ των δύο αξόνων γωνία. Η εξίσωση αυτή των ταχυτήτων των δύο αξόνων λαμβάνει χώρα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τέσσερις φορές κατά τη διάρκεια μιας περιστροφής 360° μοιρών (στις 45°, 135°, 225° και 315°).

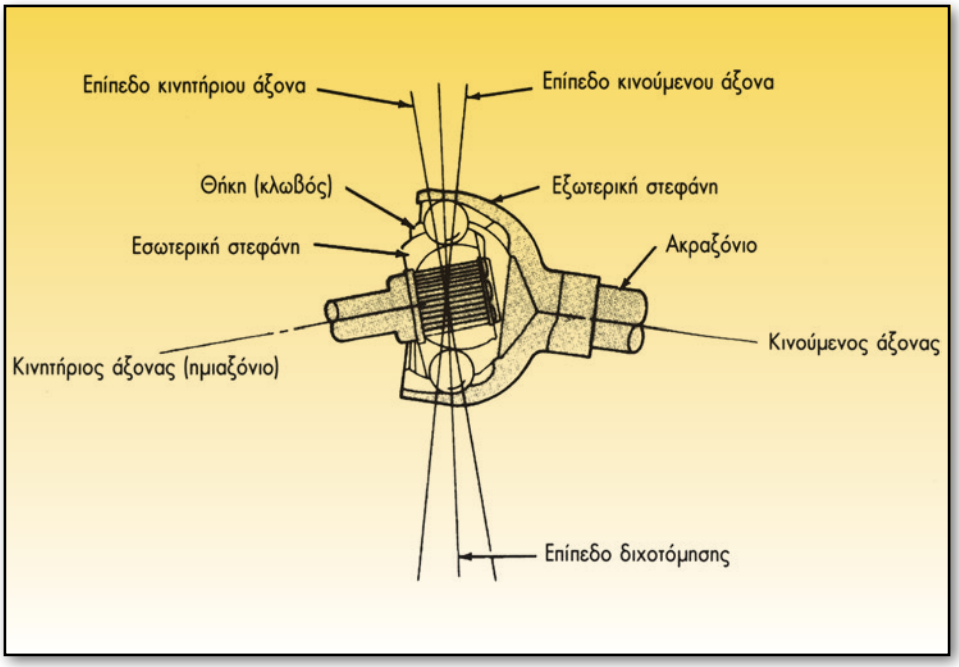
Έτσι, για να πετύχουμε - με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια - τη σταθερή ταχύτητα περιστροφής των αξόνων, πρέπει οι δύο άξονες X και Z να είναι παράλληλοι και οι δύο διχάλες του άξονα Y να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο *(Σχήμα 5.10).* Μάλιστα, για ακόμη καλύτερα αποτελέσματα, πρέπει οι άξονες X και Z να τέμνονται στο σημείο D και οι δύο σύνδεσμοι να είναι συμμετρικοί σε σχέση με το επίπεδο που είναι κάθετο στο επίπεδο των αξόνων XZ και περιέχει τη διχοτόμο της γωνίας XDZ *(Σχήμα 5.11).*

Από όλα τα παραπάνω βγαίνει το συμπέρασμα, ότι ο αρθρωτός σύνδεσμος σταθερής περιστροφικής ταχύτητας πρέπει να είναι κατασκευασμένος με τέτοιον τρόπο, ώστε το σημείο επαφής των δύο ημίσεων κομματιών του συνδέσμου - με το οποίο μεταδίδεται η κίνηση - να παραμένει κατά την περιστροφή επάνω στο επίπεδο το οποίο διχοτομεί τη γωνία μεταξύ των δύο αξόνων. Μετά πρέπει να βρεθεί τρόπος, ώστε τα σημεία της επαφής με τα οποία μεταδίδεται η κίνηση, να κινούνται κατά μήκος των υποδοχών των πλευρών του συνδέσμου κατά τη στιγμή που αυτός περιστρέφεται. Αν έχουμε πάντοτε αυτό υπόψη, μπορούμε να κατανοήσουμε ευκολότερα τις αρχές λειτουργίας των αρθρωτών συνδέσμων σταθερής ταχύτητας περιστροφής, οι οποίοι σήμερα ευρύτατα χρησιμοποιούνται στα οχήματα.

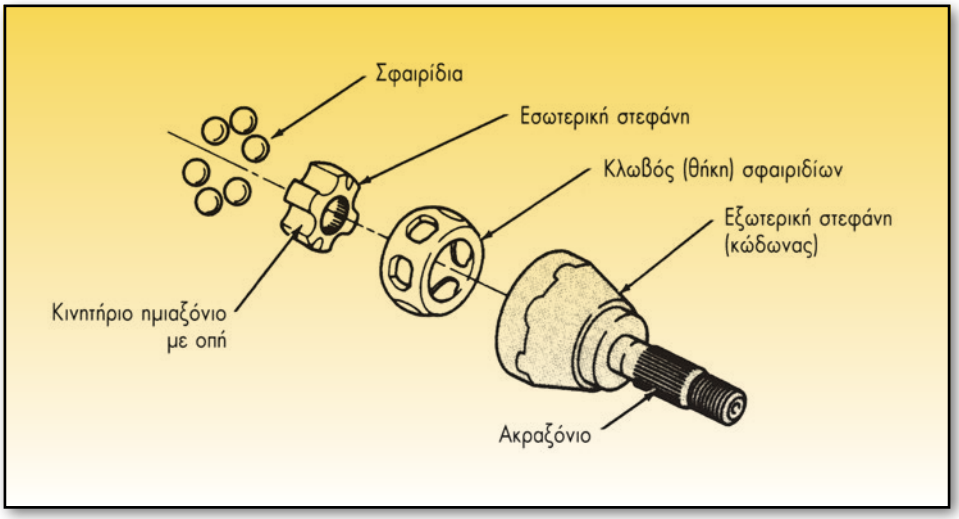
Οι αρθρωτοί σύνδεσμοι σταθερής περιστροφικής ταχύτητας επιτρέπουν κλίση των αξόνων μέχρι γωνία 30 μοιρών και χρησιμοποιούνται στα εμπρόσθια διαφορικά για τη σύνδεση των ημιαξονίων και ακραξονίων, ενώ παρέχουν και ευκολία στη διεύθυνση του οχήματος, αφού χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι και τα δύο τμήματα των αξόνων περιστρέφονται με σταθερή ταχύτητα. Υπάρχει, πάντως, μεγάλη ποικιλία τέτοιων αρθρωτών συνδέσμων σταθερής ταχύτητας περιστροφής, οι κυριότεροι των οποίων είναι: Οι σύνδεσμοι BENDIX, RZEPPA, TRACTA, ο διπλός σύνδεσμος CARDAN και ο σύνδεσμος τύπου «ΤΡΙΠΟΔΟΣ».



Σχ.5.12 Σύνδεσμος BENDIX σε λειτουργία και αποσυναρμολόγηση.



Σχ.5.13 Σύνδεσμος RZEPPA σε λειτουργία.



Σχ.5.14 Σύνδεσμος RZEPPA αποσυναρμολογημένος.

Όλοι αυτοί αναπτύσσονται, αναλυτικότερα, ευθύς αμέσως:

1) Σύνδεσμος BENDIX (Μπέντιξ) με 5 σφαιρίδια (Μπιλιοφόρος), *(Σχ.5.12)*

Εδώ, το κεντρικό σφαιρίδιο (μπίλια) διατηρεί το ημιαξόνιο και το ακραξόνιο σε μια σταθερή απόσταση, ενώ η συναρμολόγηση του όλου συνδέσμου επιτυγχάνεται δια του κεντρικού σφαιριδίου, το οποίο έχει οπή, στην οποία τοποθετείται πείρος.

2) Σύνδεσμος RZEPPA (Ρζέππα) με 6 σφαιρίδια περιφερειακά *(Σχ.5.13 και 5.14)*

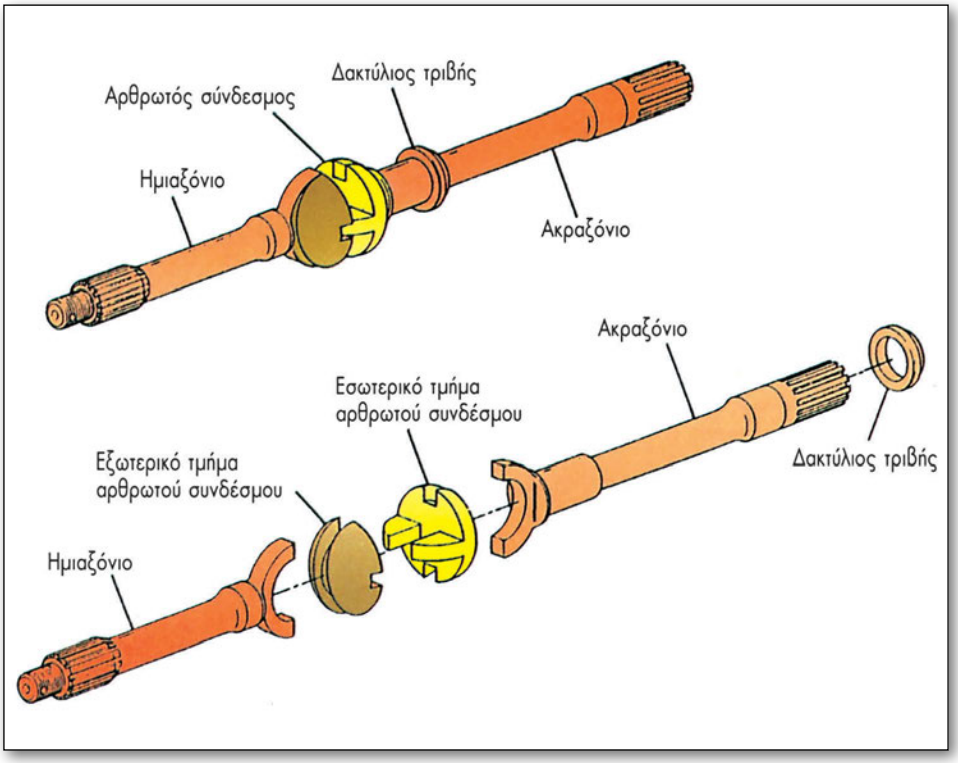
Στους συνδέσμους αυτού του τύπου δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται σφαιρίδια μεγαλύτερου μεγέθους (oversize), αλλά αυτά αντικαθίστανται, σε αντίθεση με τους συνδέσμους BENDIX, όπου κάτι τέτοιο είναι εφικτό.

3) Σύνδεσμος TRACTA (Τράκτα) *(Σχ.5.15)*

Αυτό το είδος συνδέσμου χρησιμοποιείται και στο σύστημα διεύθυνσης τύπου FORDSON, δεν διαθέτει σφαιρίδια αλλά 3 πολύεδρα και έχει μικρό όγκο. Οι βλάβες που μπορεί να πάθουν οι συγκεκριμένοι σύνδεσμοι είναι η φθορά των τριβέων (ρουλεμάν) και των σφαιριδίων· εάν μάλιστα δεν λιπαίνονται, η φθορά («άναμμα») των ρουλεμάν των σταυρών είναι γρήγορη, όπως επίσης γρήγορη μπορεί να είναι και η φθορά που προέρχεται από κακή τοποθέτηση.

4) Διπλός σύνδεσμος CARDAN σταθερής ταχύτητας περιστροφής. *(Σχ.5.16)*

Ο σύνδεσμος αυτός είναι ο αρθρωτός σύνδεσμος που φαίνεται αποσυναρμολογημένος στο παρακάτω Σχήμα 5.16, και του οποίου η λειτουργία έχει περι-

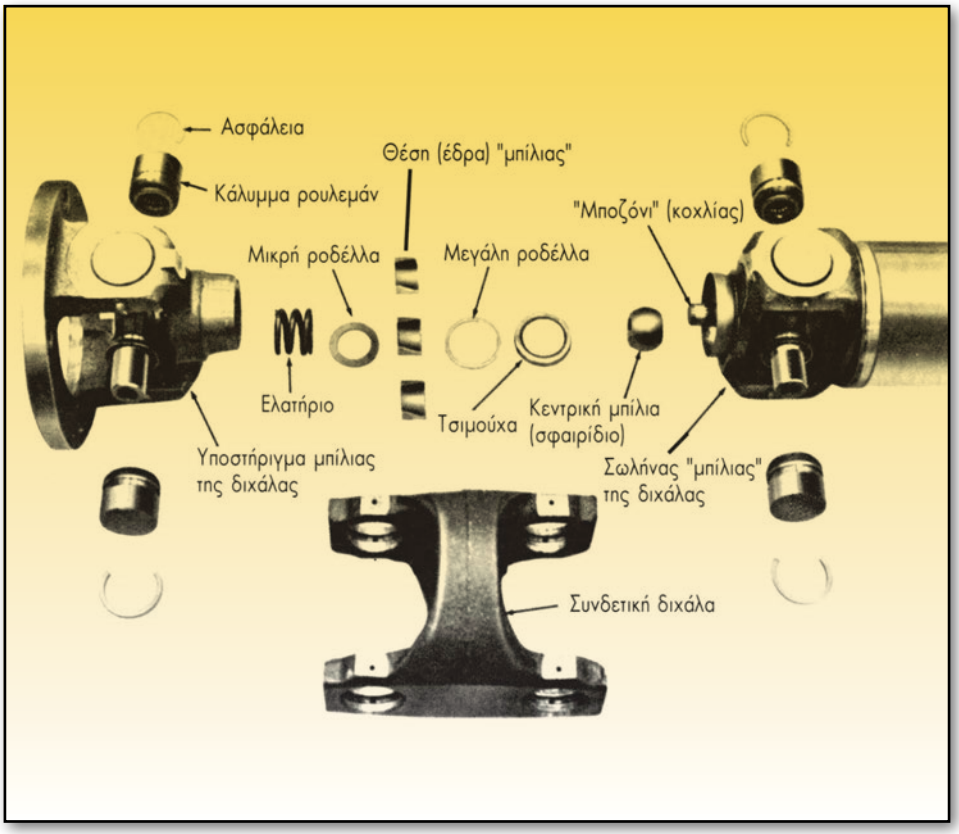


Σχ.5.15 Σύνδεσμος TRACTA συναρμολογημένος και αποσυναρμολογημένος.

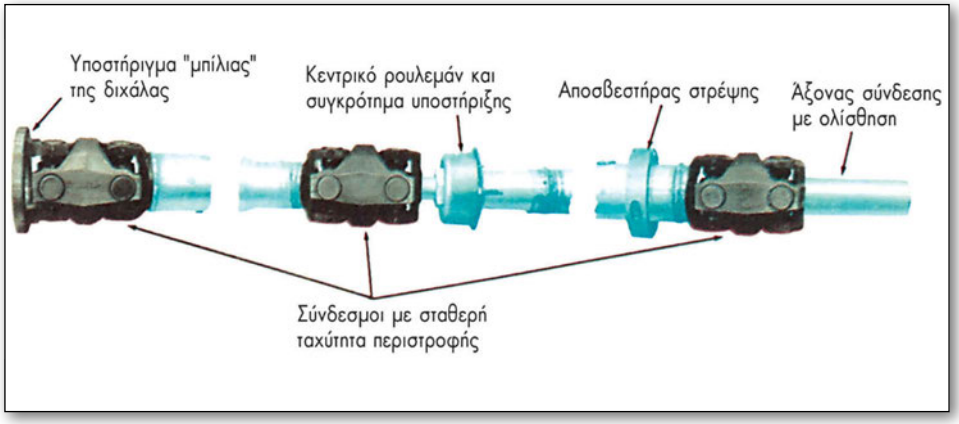
γραφεί σε προηγούμενη ενότητα. Ο σύνδεσμος αυτός αποτελείται από δύο απλούς επί μέρους αρθρωτούς συνδέσμους, που είναι τοποθετημένοι ο ένας στη συνέχεια του άλλου. Στο παρακάτω επίσης, Σχήμα 5.17, φαίνεται ένας κινητήριος άξονας, ο οποίος έχει τρεις αρθρωτούς συνδέσμους σταθερής ταχύτητας περιστροφής, και στο κεντρικό μέρος του έχει το ρουλεμάν με το συγκρότημα υποστήριξής του.

5) Αρθρωτός ολισθαίνων σύνδεσμος τύπου «Τρίποδος» (TRIPOD), σταθερής περιστροφικής ταχύτητας *(Σχ.5.18 και 5.19).*

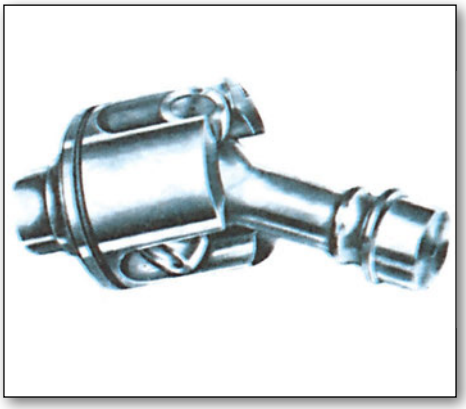
Ο τύπος αυτός συνδέσμου αναπτύχθηκε κυρίως τα τελευταία χρόνια και φαίνεται, παραστατικά, στα παρακάτω Σχήματα 5.18 και 5.19. Ο σύνδεσμος αυτός έχει ένα κινητήριο άξονα που προσαρμόζεται στο γρανάζι («πλανήτη») του διαφορικού. Μέσα στο σύνδεσμο υπάρχουν τρεις ημισφαιρικές μπίλιες προσαρμοσμένες σε ρουλεμάν μορφής μακαρονιού (βελονοειδή), τα οποία και αυτά με τη σειρά τους προσαρμόζονται αντίστοιχα σε τρεις βραχίονες (τόρμους ή κομβία περιστροφής) του «σταυρού», ο οποίος έχει σχήμα τρίποδα και προσαρμόζεται στο εσωτερικό άκρο του κινούμενου άξονα



Σχ.5.16 Διπλός σύνδεσμος CARDAN σταθερής ταχύτητας περιστροφής, σε αποσυναρμολόγηση.



Σχ.5.17 Κινητήριος άξονας μετάδοσης της κίνησης που φέρει τρεις αρθρωτούς συνδέσμους σταθερής ταχύτητας περιστροφής.



Σχ.5.18 Σύνδεσμος σταθερής ταχύτητας περιστροφής τύπου "τρίποδος".

(ημιαξονίου). Η θήκη του σταυρού έχει εσωτερικά τρεις αυλακώσεις, στις οποίες οι τρεις μπίλιες μπορεί να κινούνται εμπρός και πίσω. Έτσι, η ροπή στρέψης μεταφέρεται από τη θήκη στις μπίλιες, στη συνέχεια στο σταυρό και από εκεί στο ημιαξόνιο. Καθώς, λοιπόν, η γωνία του κινητήριου άξονα μεταβάλλεται, οι μπίλιες κινούνται και «μοιράζουν» τη γωνία μεταξύ του κινητήριου και του κινούμενου άξονα. Η κίνηση - πάνω και κάτω - των τροχών του οχήματος αναγκάζει τις μπίλιες να κινούνται πίσω και εμπρός στις αυλακώσεις, με αποτέλεσμα να αλλάζει κάθε φορά το ενεργό μήκος του ημιαξονίου.

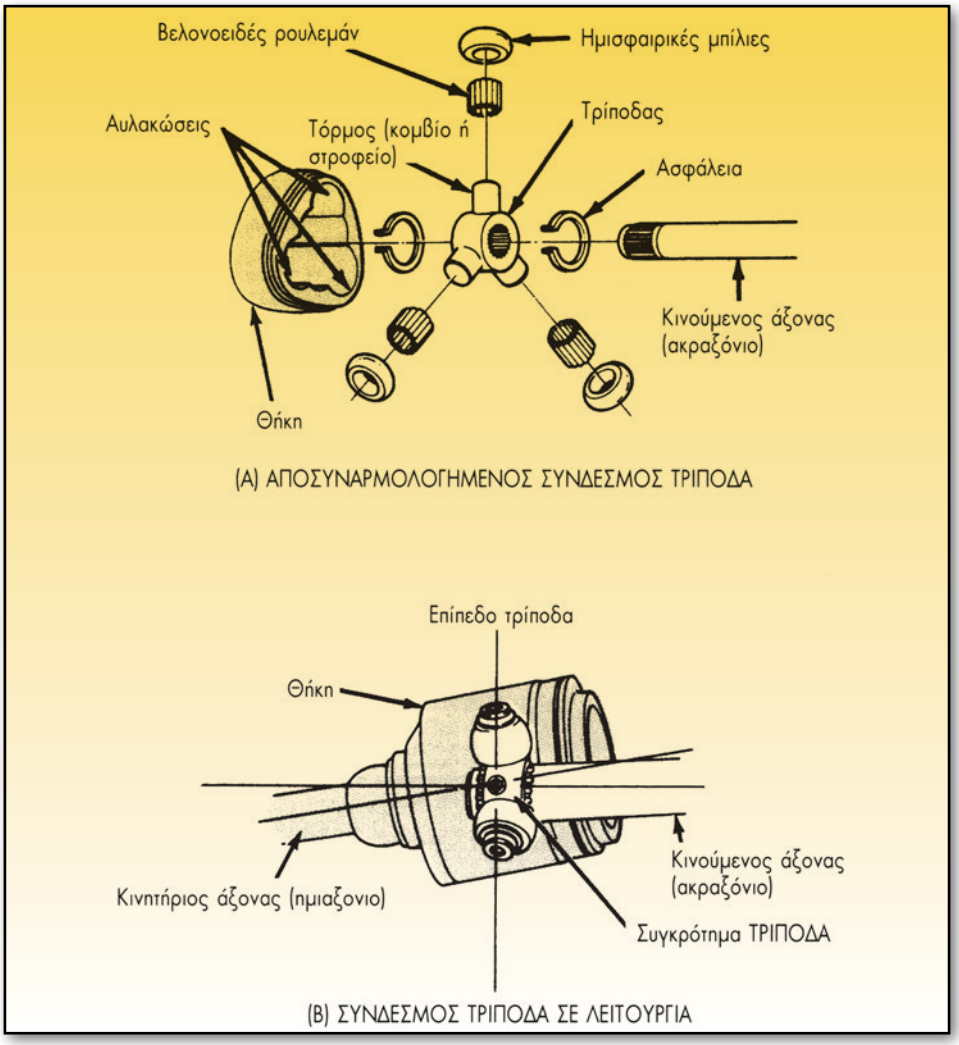
5.1.3 Άξονες Τροχών

5.1.3.1 Γενικά

Οι κινητήριοι άξονες (ημιαξόνια) του διαφορικού έχουν σκοπό, αφενός να υποβαστάζουν ένα μέρος του βάρους του οχήματος και αφετέρου να κινούν τους τροχούς που είναι συνδεμένοι στα άκρα τους. Με τον όρο «κινητήριοι άξονες του διαφορικού», εννοούμε ένα συγκρότημα που αποτελείται από μία θήκη - η οποία περιέχει ένα «πινιόν» - μία οδοντωτή στεφάνη (κορώνα), το μηχανισμό του διαφορικού και τα ημιαξόνια μαζί με τους τριβείς τους (ρουλεμάν), ενώ μερικές φορές υπάρχουν και συμπληρωματικοί μηχανισμοί, όπως είναι π.χ. ο μειωτήρας της ταχύτητας περιστροφής. Ο κινητήριος άξονας του διαφορικού είναι αντίθετος του αδρανούς («νεκρού») άξονα. Ο τελευταίος, σε αντίθεση με τον πρώτο (κινητήριο άξονα του διαφορικού), είναι ο άξονας που μπορεί μεν να υποβαστάζει ένα μέρος του βάρους του οχήματος, όμως δεν κινεί τους τροχούς του, οι οποίοι περιστρέφονται ελεύθερα στα άκρα του αδρανούς άξονα. Συνήθως, ο εμπρόσθιος άξονας ενός επιβατικού οχήματος που έχει κινητήρα εμπρός και κίνηση πίσω, είναι αδρανής, ενώ ο οπίσθιος άξονας που φέρει τα ημιαξόνια του διαφορικού, είναι κινητήριος. Τα οχήματα, πάντως, των οποίων και οι τέσσερις τροχοί είναι κινητήριοι, έχουν και τους δύο άξονες τους κινητήριους (τόσο τα ημιαξόνια, όσο και τα αντίστοιχα διαφορικά).

Στα οχήματα με κινητήρα εμπρός και κίνηση εμπρός («όλα εμπρός») οι κινητήριοι άξονες είναι και διευθυντήριοι, δηλαδή χρησιμοποιούνται για την αλλαγή της κατεύθυνσης του οχήματος, οπότε σ' αυτή την περίπτωση είναι αρθρωτοί. Όταν, όμως, η κίνηση του οχήματος είναι πίσω, οι εμπρόσθιοι άξονες είναι μόνο διευθυντήριοι και γι' αυτό το λόγο κατασκευάζονται ολόσωμοι.

Οι αδρανείς άξονες, τα ημιαξόνια και τα



Σχ.5.19 Σύνδεσμος τύπου «τρίποδος» (TRIPOD), σταθερής ταχύτητας σε αποσυναρμολόγηση και λειτουργία.

ακραξόνια του διαφορικού κατασκευάζονται από χάλυβα και, σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορεί να είναι:

α. Κινητήριοι: Στην περίπτωση αυτή ταυτίζονται με τα ημιαξόνια των διαφορικών, μέσω των οποίων οι αντίστοιχοι τροχοί παίρνουν την κίνηση του κινητήρα. Αυτά μπορεί να είναι οπίσθια ή εμπρόσθια και διακρίνονται σε ολόσωμα ή αρθρωτά.

β. Διευθυντήριοι: Είναι οι άξονες των οποίων οι τροχοί δεν κινούν το όχημα, αλλά χρησιμοποιούνται για την αλλαγή της κατεύθυνσής του.

Τέτοιοι άξονες είναι, συνήθως, οι εμπρόσθιοι.

γ. Απλοί αδρανείς άξονες: Είναι οι άξονες που ούτε κίνηση μεταδίδουν στους τροχούς τους ούτε επηρεάζουν την αλλαγή της κατεύθυνσης του οχήματος, αλλά δέχονται ένα μέρος από το βάρος του και είναι, συνήθως, οι οπίσθιοι άξονες των οχημάτων εκείνων που έχουν εμπρόσθια κίνηση, καθώς και οι άξονες των ρυμουλκουμένων οχημάτων.

δ. Κινητήριοι και διευθυντήριοι συγχρόνως: Αυτοί είναι οι εμπρόσθιοι άξονες (ακραξόνια) των οχημάτων των οποίων όλοι οι άξονες είναι κινητήριοι (π.χ. των οχημάτων 4Χ4, των «κεφαλών» ρυμουλκών, των στρατιωτικών οχημάτων κλπ) ή εκείνων των οχημάτων που έχουν την κίνηση μόνον στον εμπρόσθιο άξονα. Έτσι, οι άξονες αυτοί, ενώ δέχονται την ισχύ του κινητήρα ή ένα μέρος αυτής, ταυτόχρονα χρησιμοποιούνται και για την αλλαγή της κατεύθυνσης του οχήματος.

5.1.3.2 Απλοί και πλωτοί (πλευστοί) κινητήριοι άξονες

Οι άξονες αυτοί κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους και ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο στηρίζονται τόσο η θήκη του διαφορικού μέσα στο κέλυφός της όσο και οι δύο τροχοί στις άκρες των χοανών τους, χαρακτηρίζονται σε απλούς (όχι πλευστούς) και σε πλωτούς (πλευστούς) άξονες. Οι πλευστοί με τη σειρά τους διακρίνονται σε ημίπλευστους, πλευστούς κατά τα 3/4 και σε τελείως πλευστούς.

Πιο αναλυτικά:

1) Απλοί άξονες *(Σχ. 5.20)* **(όχι πλευστά ημιαξόνια διαφορικού).**

Οι απλοί άξονες ή μη πλευστά ημιαξόνια του οπίσθιου διαφορικού, ήταν αυτοί που χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά στα οχήματα. Τα ημιαξόνια αυτού του τύπου υποστηρίζονται στο κέλυφός τους με τριβείς (ρουλεμάν) μορφής μακαρονιού ή βελονοειδείς, στο κέντρο δίπλα στο διαφορικό και στο εξωτερικό άκρο τους. Οι πίσω τροχοί είναι προσαρμοσμένοι σε κωνικούς τριβείς στα εξωτερικά άκρα των ημιαξονίων και συγκρατούνται με περικόχλια και ασφαλιστικούς πείρους. Εκτός από τη μετάδοση της κίνησης στους τροχούς, τα περιστρεφόμενα ημιαξόνια υποβαστάζουν ολόκληρο το βάρος του οπίσθιου μέρους του οχήματος στα εξωτερικά τους άκρα. Επίσης, αυτοί οι άξονες δέχονται όλες τις καταπονήσεις που δημιουργούνται λόγω της αλλαγής της κατεύθυνσης, της πέδησης και των κραδασμών των τροχών. Οι «πλανήτες» του μηχανισμού του διαφορικού είναι προσαρμοσμένοι στο εσωτερικό άκρο των ημιαξονίων, τα οποία υποβαστάζουν το βάρος της θήκης (πυξίδας) του διαφορικού. Οι καταπονήσεις που δημιουργούνται λόγω της λειτουργίας του διαφορικού, μεταφέρονται και αυτές στα ημιαξόνια, ενώ τόσο οι βελονοειδείς όσο και οι ένσφαιροι τριβείς, που είναι τοποθετημένοι σε κάθε πλευρά της θήκης του διαφορικού, παραλαμβάνουν τις δυνάμεις (πλευρικές και αξονικές) που ασκούνται στα ημιαξόνια. Οι τύποι αυτών των απλών ημιαξονίων του οπίσθιου διαφορικού δεν χρησιμοποιούνται σήμερα, επειδή καταπονούνται πολύ σε στρέψη, κάμψη και διάτμηση.

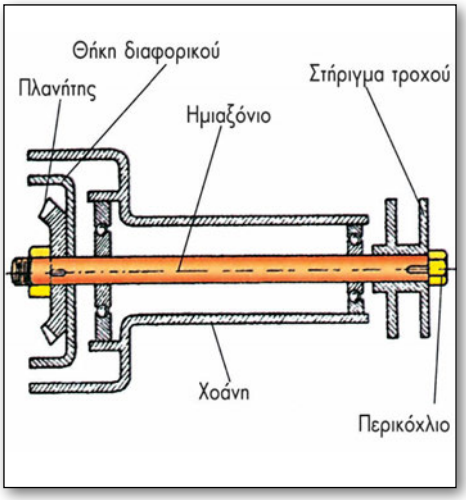
2) Πλευστοί (πλωτοί) άξονες *(Σχ.5.21)*

Η θήκη του διαφορικού σε αυτούς τους άξονες έχει δύο στροφείς, με τους οποίους στηρίζεται μέσω ένσφαιρων τριβέων (ρουλεμάν) σε αντίστοιχα έδρανα που υπάρχουν στο κέλυφος του διαφορικού. Εδώ, είναι φανερό, πως όταν αφαιρεθούν τα ημιαξόνια, η θήκη του διαφορικού μένει σταθερά στη θέση της.

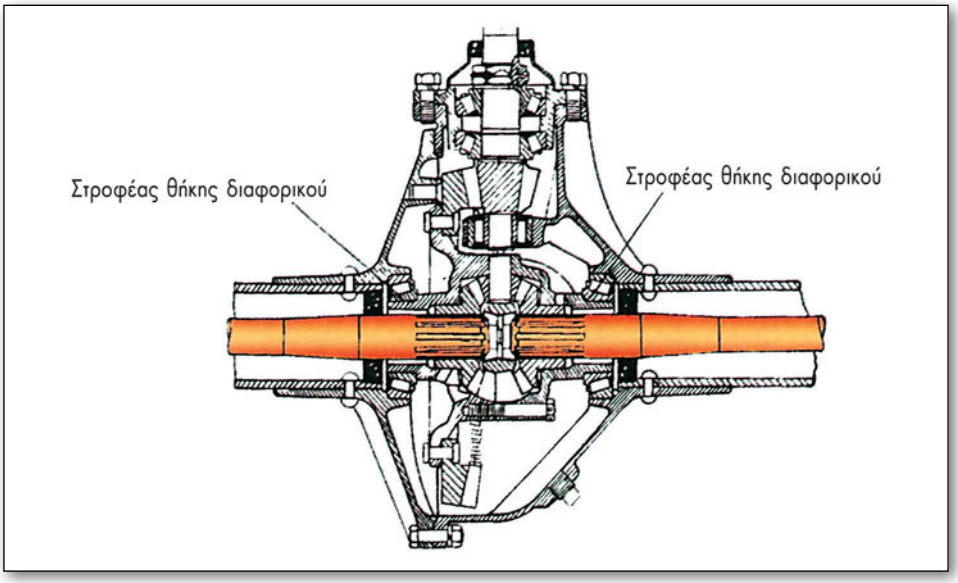
Από τον τρόπο με τον οποίο στηρίζονται οι τροχοί, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι πλευστοί άξονες (ημιαξόνια) διακρίνονται σε ημίπλευστους (πλευστούς κατά 1/2), πλευστούς κατά 3/4 και τελείως πλευστούς οι οποίοι περιγράφονται στη συνέχεια, αναλυτικά.

α) Ημίπλευστοι (πλευστοί κατά 1/2) άξονες διαφορικού *(Σχήμα 5.22)*

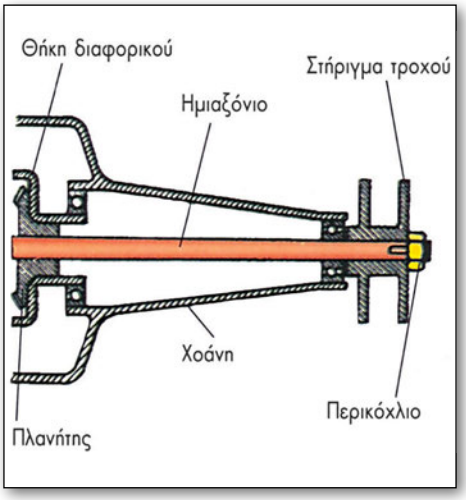
Αυτοί οι άξονες χρησιμοποιούνται στα περισσότερα επιβατηγά και ελαφρά φορτηγά οχήματα. Η βασική διαφορά μεταξύ των αξόνων αυτών και των απλών (όχι πλευστών), είναι στον τρόπο με τον οποίο υποβαστάζεται το συγκρότημα του διαφορικού. Στους



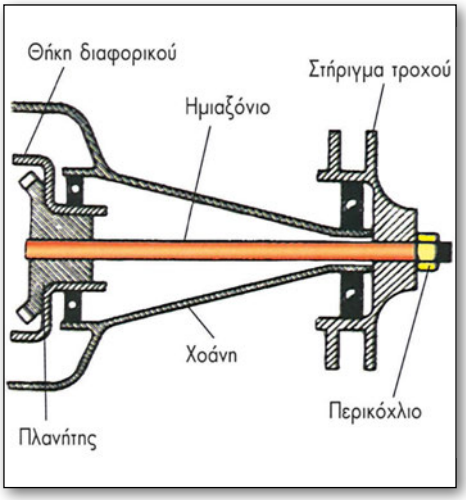
Σχ.5.20 Απλός κινητήριος άξονας (όχι πλευστά ημιαξόνια).



Σχ.5.21 Στήριξη του διαφορικού σε πλευστούς άξονες.



Σχ.5.22 Ημίπλευστος άξονας διαφορικού.

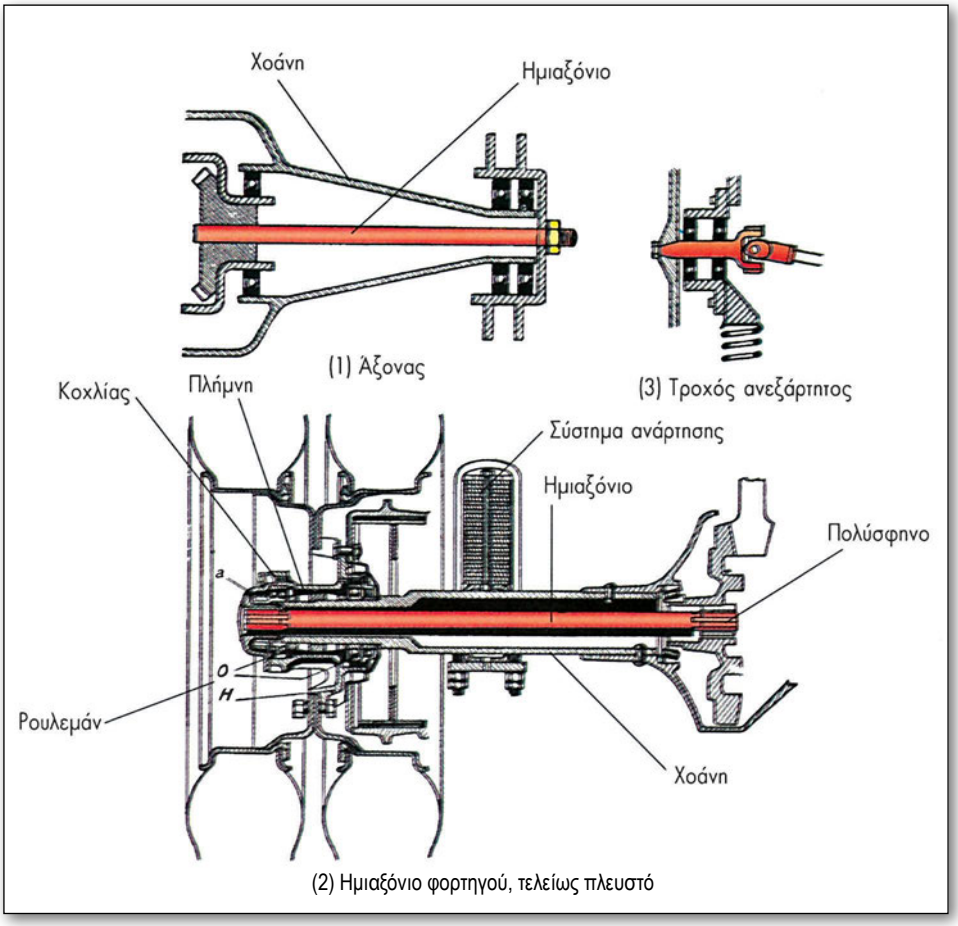


Σχ.5.23 Πλευστοί άξονες διαφορικού κατά τα 3/4.

απλούς δηλαδή άξονες, η θήκη (πυξίδα) του διαφορικού υποβαστάζεται επάνω στα εσωτερικά άκρα των ημιαξονίων, ενώ στους ημίπλευστους υποβαστάζεται από ρουλεμάν (τριβείς) που είναι προσαρμοσμένοι επάνω στο κέλυφος (φορέα) του διαφορικού μηχανισμού. Τα πολύσφηνα, στα εσωτερικά άκρα των ημιαξονίων εφαρμόζουν μέσα στις πλήμνες των πλανητών του διαφορικού. Με αυτόν τον τρόπο τα ημιαξόνια απαλλάσσονται τόσο από το βάρος του διαφορικού μηχανισμού, όσο και από τις καταπονήσεις που δημιουργούνται κατά τη λειτουργία του διαφορικού, και οι οποίες τώρα εφαρμόζονται στη θήκη του. Έτσι, τα εσωτερικά άκρα των ημιαξονίων μεταφέρουν μόνο τη ροπή στρέψης και δεν καταπονούνται σε καμία άλλη δύναμη, και για το λόγο αυτό ονομάζονται «πλευστά». Οι τροχοί είναι στερεωμένοι επάνω στα εξωτερικά άκρα των ημιαξονίων και οι εξωτερικοί τριβείς (ρουλεμάν) είναι μεταξύ αυτών (των ημιαξονίων) και της θήκης (κελύφους) των αξόνων, όπως συμβαίνει και στους απλούς άξονες. Σε αυτήν, εδώ, την περίπτωση, τα ημιαξόνια δέχονται καταπονήσεις που προέρχονται αποκλειστικά από την αλλαγή της κατεύθυνσης του οχήματος, από την πέδηση και από τους κραδασμούς των τροχών. Πάντως, τόσο στους απλούς όσο και στους ημίπλευστους άξονες, ο τροχός μπορεί να αφαιρεθεί σε περίπτωση που το ημιαξόνιο σπάσει, το οποίο δεν μπορεί να αποσπαστεί, εάν πρώτα δεν αφαιρεθεί ο τροχός.

β) Πλευστοί άξονες διαφορικού κατά τα 3/4 *(Σχήμα 5.23)*

Οι άξονες αυτοί χρησιμοποιούνται σε μερικά ελαφρά επιβατηγά οχήματα. Τα εσωτερικά άκρα των ημιαξονίων μερικές φορές στερεώνονται με περικόχλια, οπότε τα ημιαξόνια δεν είναι δυνατόν να αποσπαστούν εάν πρώτα δεν αφαιρεθεί το κάλυμμα του διαφορικού μη-



Σχ.5.24 Άξονας διαφορικού τελείως πλευστός.

χανισμού, ενώ σε άλλους τύπους είναι δυνατή η αφαίρεσή τους, αφού πρώτα αφαιρεθούν τα περικόχλια τα οποία συγκρατούν το χείλος προσαρμογής («καρρέ») της πλήμνης. Οι τροχοί στηρίζονται επάνω σε ρουλεμάν (τριβείς) που είναι τοποθετημένοι στα εξωτερικά άκρα των σωλήνων της θήκης (κελύφους ή χοάνης), ενώ το βάρος του οχήματος υποβαστάζεται από το κέλυφος των αξόνων και όχι από τα ημιαξόνια. Και σ' αυτήν την περίπτωση, επειδή ο τροχός στερεώνεται επάνω σε ένα κωνικό ρουλεμάν (τριβέα) στο άκρο του ημιαξονίου - όπως συμβαίνει και στους ημίπλευστους άξονες - τα ημιαξόνια εξακολουθούν να δέχονται τις καταπονήσεις, λόγω αλλαγής της κατεύθυνσης, της πέδησης και των κραδασμών των τροχών. Η ευθυγράμμιση, πάντως, του τροχού εξαρτάται από το ημιαξόνιο, γιατί αυτό αναλαμβάνει τις

πλευρικές δυνάμεις που εμφανίζονται στο σώτρο του τροχού, οπότε η καταπόνηση για το ημιαξόνιο περιορίζεται μόνο σε κάμψη και στρέψη.

γ) Τελείως πλευστοί άξονες διαφορικού *(Σχήμα 5.24).*

Αυτοί οι άξονες χρησιμοποιούνται στα περισσότερα βαριά φορτηγά οχήματα και είναι ίδιοι με τους αντίστοιχους της «πλεύσης κατά τα 3/4», με τη μόνη διαφορά ότι ο κάθε τροχός στηρίζεται στο άκρο του σωλήνα του κελύφους (χοάνης) των αξόνων επάνω σε δύο ρουλεμάν με μπίλιες ή μορφής μακαρονιού, οπότε και τα ημιαξόνια δεν είναι στέρεα συνδεδεμένα με τους τροχούς. Έτσι, ο κάθε τροχός παίρνει κίνηση με τη βοήθεια ή ενός οδοντωτού συμπλέκτη, ή ενός συμπλέκτη πολύσφηνου, ή ενός καρρέ που υπάρχει στο άκρο του ημιαξονίου το οποίο είναι στερεωμένο με κοχλίες στην εξωτερική πλευρά της πλήμνης του τροχού. Ο τελευταίος αυτός τύπος άξονα χρησιμοποιείται συχνά, στην πραγματικότητα όμως δεν είναι πλήρους πλεύσης επειδή τα ημιαξόνια είναι στέρεα συνδεδεμένα με τις πλήμνες των τροχών, ενώ στους πραγματικούς άξονες πλήρους πλεύσης αφενός τα ημιαξόνια μεταδίδουν μόνο τη ροπή στρέψης και αφετέρου η χοάνη (κέλυφος) των ημιαξονίων δέχεται - μέσω των ρουλεμάν των τροχών - όλες τις καταπονήσεις που προέρχονται από την αλλαγή της κατεύθυνσης, της πέδησης και των κραδασμών των τροχών.

Εδώ, τα ημιαξόνια μπορεί να αφαιρεθούν και να αντικατασταθούν χωρίς να αφαιρεθεί ο τροχός ή να επέμβουμε στο μηχανισμό του διαφορικού. Συνήθως, τα βαριά οχήματα των οποίων όλοι οι τροχοί είναι κινητήριοι, τα τουριστικά λεωφορεία με ανεξάρτητη ανάρτηση, καθώς και τα στρατιωτικά οχήματα είναι αυτά που έχουν άξονες διαφορικού τελείως πλευστούς.

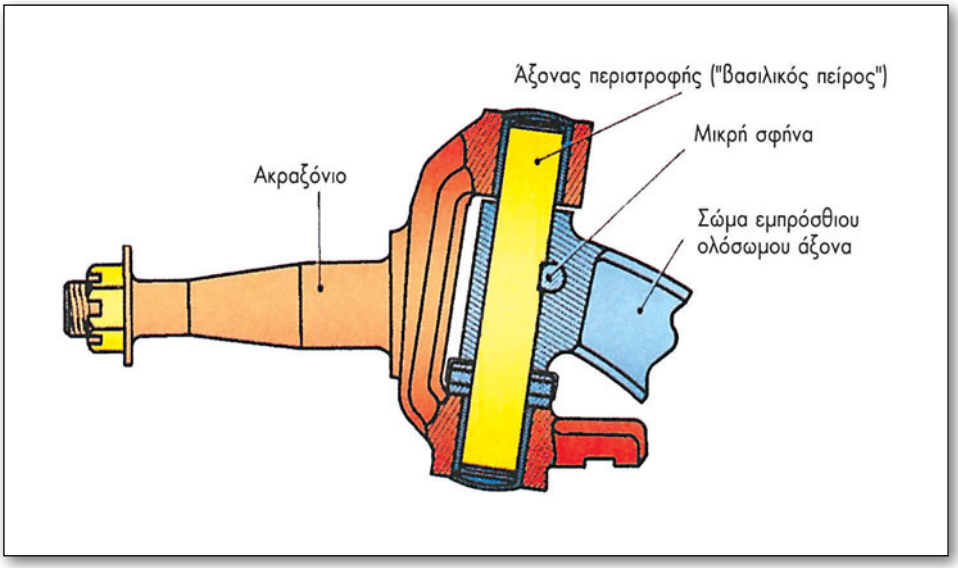
5.1.3.3 Διευθυντήριοι άξονες

Στην προκειμένη περίπτωση διακρίνουμε τις εξής εκδοχές: α) Ο άξονας να είναι μόνο διευθυντήριος, όπως συμβαίνει στα οχήματα που έχουν ως κινητήριους μόνο τους πίσω άξονες και ως διευθυντήριους τους εμπρός β) Ο άξονας να είναι κινητήριος και ταυτόχρονα διευθυντήριος, όπως συμβαίνει στα οχήματα που έχουν κινητήρα εμπρός και κίνηση μόνο εμπρός («όλα εμπρός»).

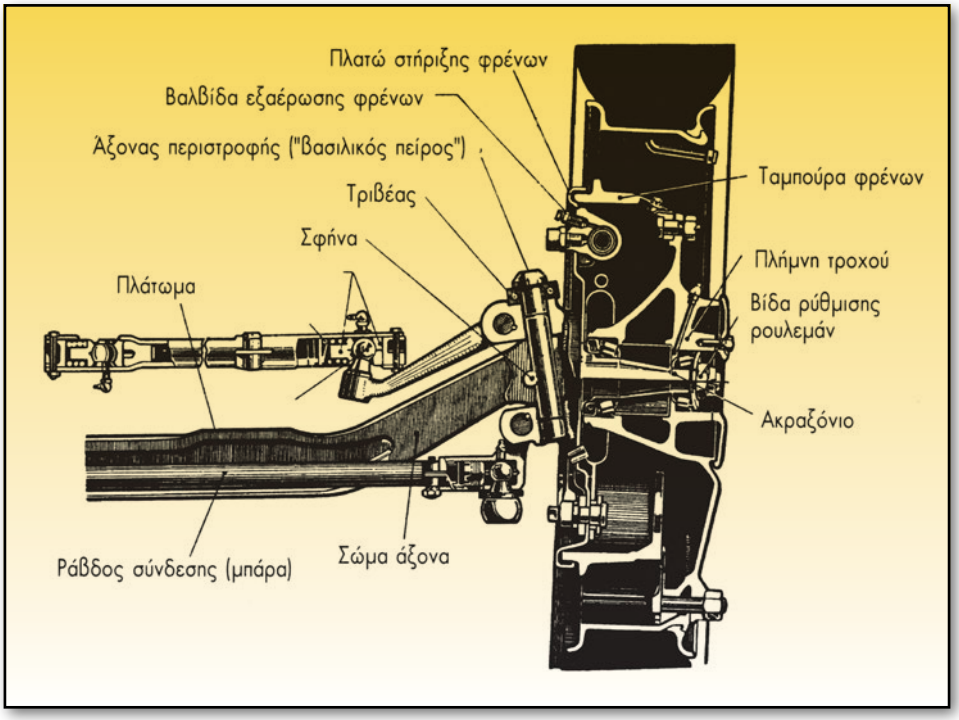
Πιο αναλυτικά:

α) Άξονας, μόνο διευθυντήριος *(Σχ. 5.25 και 5.26)*

Πρόκειται για εμπρόσθιο διευθυντήριο άξονα, που στην κλασσική του μορφή αποτελείται από επίμηκες χαλύβδινο σφυρήλατο τεμάχιο διατομής διπλού Τ, που ορισμένες φορές φέρει κοίλωμα στο μέσον. Στην επάνω πλευρά φέρει νεύρωση με πλάτωμα, που χρησιμεύει για τη στερέωση των καμπτικών ελατηρίων ανάρτησης. Τα δύο άκρα του άξονα διαμορφώνονται κατάλληλα για να στερεώνονται οι πείροι των ακραξονίων, ενώ η άρθρωση των ακραξονίων με τον άξονα γίνεται με δίχαλο και γόμφο. Στα σημεία που αρθρώνεται ο πείρος στον άξονα και το ακραξόνιο, τοποθετούνται ορειχάλκινοι ακτινωτοί τριβείς («κουζινέτα»), καθώς και ένσφαιροι ή κωνικοί ωστικοί τριβείς κυ-



Σχ.5.25 Τρόπος σύνδεσης ακραξονίου με τον αντίστοιχο άξονα.



Σχ.5.26 Γενική διάταξη τρόπου σύνδεσης σε εμπρόσθιο άξονα (μη κινητήριο) με ακραξόνιο και πλήμνη τροχού.

λίσεως (ρουλεμάν). Το ακραξόνιο έχει εγκοπές όπου στερεώνεται η πλήμνη του τροχού, με τη βοήθεια δύο τριβέων κυλίσεως και ενός περικοχλίου που ασφαλίζεται με διχαλωτή περόνη ή με ασφαλιστικό πλακίδιο.

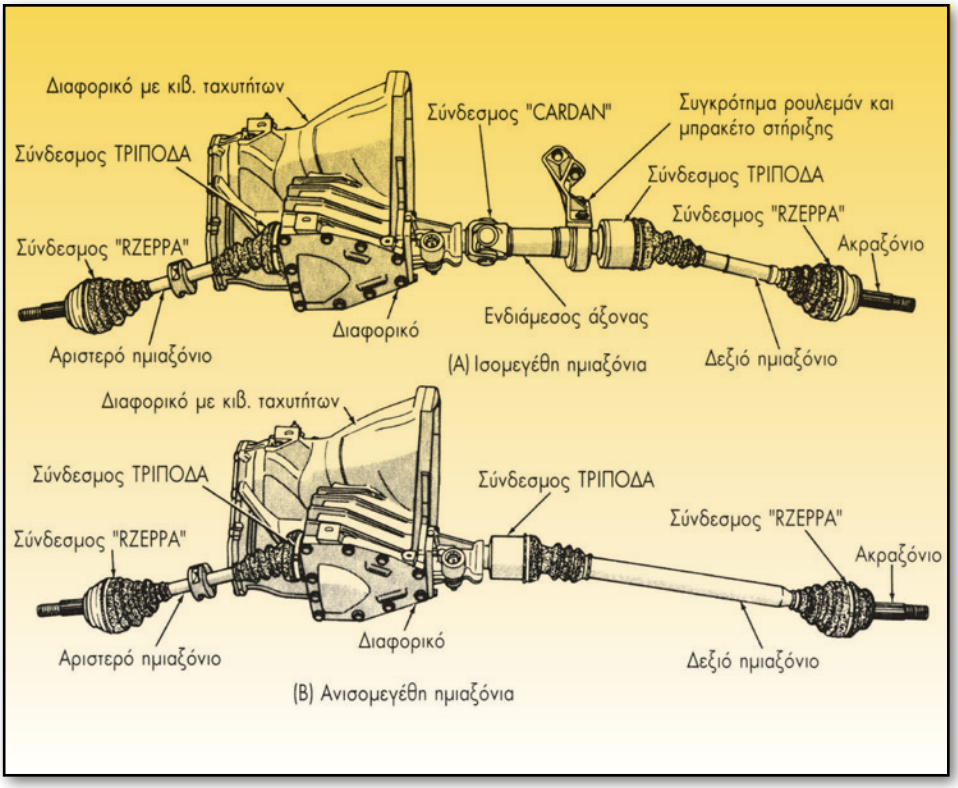
β) Εμπρόσθιος άξονας (κινητήριος και διευθυντήριος συγχρόνως) *(Σχ.5.27 και 5.28)*

Εδώ οι τροχοί είναι κινητήριοι και ταυτόχρονα διευθυντήριοι και εκτελούν τις παρακάτω δύο κινήσεις, σε σχέση με το σασί:

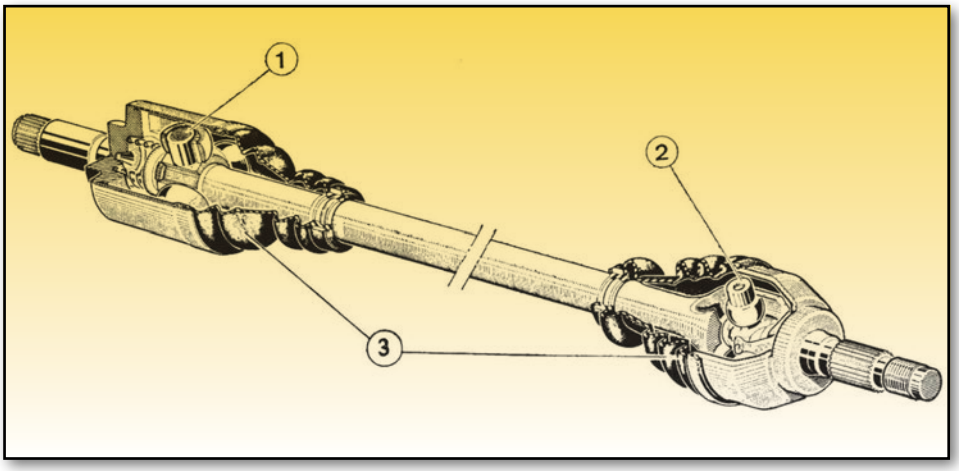
i. Κίνηση ως προς ένα κατακόρυφο επίπεδο, ανάλογα με την παραμόρφωση της ανάρτησης.

ii. Κίνηση γύρω από ένα κατακόρυφο άξονα, ελεγχόμενη από το σύστημα διεύθυνσης.

Τα ακραξόνια των τροχών περιστρέφονται από τους πλανήτες του διαφορικού με την παρεμβολή ενός ενδιάμεσου ημιαξονίου *(Σχ.5.28),* που συνδέεται με συνδέσμους - έναν από την πλευρά του διαφορικού - συνήθως τύπου σταθερής ταχύτητας (ΤΡΙΠΟΔΟΣ), και έναν άλλο από την πλευρά του τροχού, συνήθως ελαστικού στα μικρά οχήματα ή σταθερής ταχύτητας



Σχ.5.27 Εμπρόσθιος άξονας κινητήριος και διευθυντήριος, ταυτόχρονα.



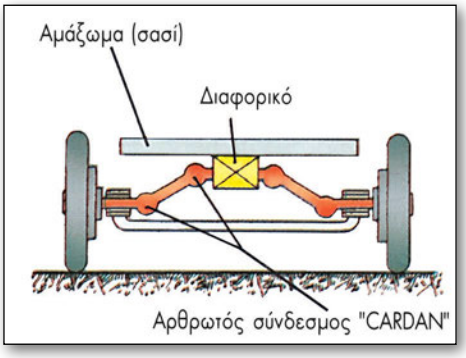
Σχ.5.28 Ημιαξόνιο εμπρόσθιου κινητηρίου και διευθυντηρίου άξονα.
1. Σύνδεσμος σταθερής ταχύτητας (π.χ. τύπου ΤΡΙΠΟΔΟΣ) από την πλευρά του διαφορικού.
2. Σύνδεσμος σταθερής ταχύτητας (π.χ. τύπου ΤΡΙΠΟΔΟΣ) από την πλευρά του τροχού.
3. Προστατευτικό ελαστικό κάλυμμα.

(τύπου ΤΡΙΠΟΔΟΣ ή RZEPPA ή άλλου). Οι σύνδεσμοι είναι καλυμμένοι με ελαστικό που φέρει, εσωτερικά, κατάλληλο λιπαντικό, ώστε να προστατεύονται τόσο από σκόνες και σωματίδια, όσο και από τυχόν νερά. Σημειώνεται, πάντως, ότι τα συστήματα των αξόνων αυτών είναι τελείως πλευστά.

γ) Αρθρωτοί οπίσθιοι κινητήριοι άξονες *(Σχ.5.29)*

Στους άξονες αυτούς συγκαταλέγεται ο άξονας De Dion. [Ο De Dion γύρω στο 1900 επινόησε πολλές βελτιώσεις για το αυτοκίνητο, καθώς και το ομώνυμο σύστημα με τις διάφορες τροποποιήσεις (παραλλαγές) του].

Ο άξονας De Dion δεν είναι βέβαια στην κυριολεξία αρθρωτός άξονας με βραχίονες, αφού οι τροχοί συνδέονται με μία ελαφρά πτυσσόμενη συνδετική δοκό και άρα δεν είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους. Το διαφορικό, όμως, που είναι και το βαρύτερο μέρος του άξονα, «κρέμεται» από το αμάξωμα (σασί) και η κίνηση μεταφέρεται στους τροχούς με δύο ημιαξόνια, που το καθένα έχει δύο αρθρωτούς συνδέσμους («σταυρούς» ή τύπου CARDAN). Έτσι, με αυτή τη διάταξη ελαττώνεται, σημαντικά, η οπίσθια μη αναρτημένη μάζα.



Σχ.5.29 Άξονας De Dion.

5.1.4 Περίληψη της ενότητας

- Ο κεντρικός κινητήριος άξονας (άτρακτος) μετάδοσης της κίνησης έχει σκοπό να μεταφέρει την περιστροφική κίνηση από την έξοδο του κιβωτίου ταχυτήτων στο πινιόν του διαφορικού και από εκεί, μέσω των κινητήριων αξόνων, στους τροχούς για να κινηθεί ένα όχημα.
- Ο κεντρικός κινητήριος άξονας για να λειτουργήσει κανονικά, επειδή οι τροχοί κινούνται επάνω και κάτω ανάλογα με την κατάσταση του οδοστρώματος, πρέπει να μεταβάλλεται το μήκος του καθώς και η γωνία που σχηματίζει ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Για να επιτευχθεί αυτό, ο συγκεκριμένος άξονας φέρει ένα σύνδεσμο ολίσθησης και δύο ή περισσότερους αρθρωτούς (συνδέσμους).
- Οι σύνδεσμοι είναι διαφόρων τύπων: α) Ο σύνδεσμος ολίσθησης που επιτρέπει την αυξομείωση του μήκους της ατράκτου, β) Ο ελαστικός σύνδεσμος που χρησιμοποιείται σε ελαφρά οχήματα και όταν ο άξονας λειτουργεί με μικρή κλίση (4 μέχρι 7 μοιρών), γ) Ο αρθρωτός σύνδεσμος μεταβλητής ταχύτητας («σταυρός» ή τύπου CARDAN), δ) Οι σφαιρικοί σύνδεσμοι σταθερής ταχύτητας (BENDIX, RZEPPA, TPACTA, ε) Ο διπλός σύνδεσμος CARDAN, στ) Ο σύνδεσμος τύπου ‘τρίποδος’ κλπ).
- Οι άξονες των τροχών μπορεί να είναι: α) Κινητήριοι, β) Διευθυντήριοι, γ) Απλοί φέροντες άξονες και δ) Κινητήριοι - Διευθυντήριοι. Οι κινητήριοι άξονες, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο στηρίζονται τόσο η θήκη του διαφορικού μέσα στο κέλυφός της όσο και οι δύο τροχοί στις άκρες των χοανών, μπορεί να είναι είτε μη πλευστοί (απλοί), είτε πλευστοί (τελείως πλευστοί, ημίπλευστοι, πλευστοί κατά 3/4).
- Όταν ο άξονας είναι μόνο διευθυντήριος, τότε αυτός είναι ολόσωμος διατομής διπλού Τ και κατάλληλα διαμορφωμένος, ώστε στα άκρα του να συνδέονται - μέσω αρθρώσεων - τα δύο ακραξόνια των τροχών και το σύστημα διεύθυνσης του οχήματος.
- Όταν, όμως, ο άξονας είναι κινητήριος και ταυτόχρονα διευθυντήριος, αποτελείται από δύο ημιαξόνια - που το κάθε ένα φέρει δύο αρθρωτούς συνδέσμους - τα οποία από τη μια πλευρά συνδέονται με τον «πλανήτη» του διαφορικού και από την άλλη με τον τροχό, όπου επίσης συνδέεται και το σύστημα διεύθυνσης των τροχών.
- Τέλος, σε αρθρωτούς οπίσθιους κινητήριους άξονες εφαρμόζεται το σύστημα του άξονα De Dion.

5.1.5 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποιος είναι ο σκοπός του κινητήριου άξονα και από ποια μέρη αυτός αποτελείται;
2. Ποιες ιδιότητες πρέπει να έχει ο κινητήριος άξονας και με ποιον τρόπο αυτές εξασφαλίζονται;
3. Να περιγράψεις τη λειτουργία ενός αρθρωτού συνδέσμου μεταβλητής περιστροφικής ταχύτητας.
4. Να περιγράψεις τη λειτουργία ενός αρθρωτού συνδέσμου σταθερής περιστροφικής ταχύτητας.
5. Γιατί στον κινητήριο άξονα μετάδοσης της κίνησης τοποθετούνται τουλάχιστον δύο αρθρωτοί σύνδεσμοι («σταυροί»);
6. Ποια η χαρακτηριστική διαφορά ενός αρθρωτού συνδέσμου τύπου «σταυρού» και ενός αρθρωτού σφαιρικού συνδέσμου;
7. Σε ποια μέρη και πώς συνδέονται οι άξονες των τροχών;
8. Πόσα είδη αξόνων των τροχών χρησιμοποιούνται στα οχήματα;
9. Πότε ένας άξονας ονομάζεται κινητήριος, πότε διευθυντήριος και ποια η διαφορά μεταξύ τους;
10. Να περιγράψεις τα τρία είδη των πλωτών αξόνων.
11. Γιατί στον εμπρόσθιο κινητήριο - διευθυντήριο άξονα το ημιαξόνιο έχει δύο συνδέσμους σταθερής ταχύτητας περιστροφής;
12. Να περιγράψεις το σύστημα ενός οπίσθιου και ταυτόχρονα κινητήριου άξονα.
13. **Ατομική εργασία**
    Εξέτασε αρθρωτούς συνδέσμους, σημείωσε πώς αυτοί μεταδίδουν την ισχύ, αν η είσοδος και η έξοδός τους βρίσκεται σε γωνία. Τοποθέτησε τους δύο άξονες ενός συνδέσμου («σταυρού») σε σημαντική γωνία (π.χ. 30 μοιρών) και να περιστρέψεις τον ένα άξονα με μεγάλη ταχύτητα. Σημείωσε πώς ο άλλος άξονας επιταχύνει και μετά επιβραδύνει.
    Σημείωση: Αυτή είναι η αιτία για τους συνδέσμους σταθερής ταχύτητας, οι οποίοι αποτρέπουν τις συνέπειες των ταλαντώσεων, λόγω της επιτάχυνσης και της επιβράδυνσης που προκαλεί ένας αρθρωτός σύνδεσμος τύπου «σταυρού» (CARDAN).

5.2 Τροχοί - Ελαστικά

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το συγκρότημα ενός τροχού.
- Να περιγράφουν τον τρόπο και τα μέσα αποσυναρμολόγησης των παραπάνω αυτών μερών-εξαρτημάτων.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τις πιθανές βλάβες του κάθε μέρους του συγκροτήματος αυτού.
- Να αναφέρουν και να περιγράφουν τους τρόπους ελέγχου, ζυγοστάθμισης και συντήρησης των τροχών - ελαστικών.
- Να αναφέρουν και να αναγνωρίζουν τα είδη των ελαστικών.
- Να αναφέρουν τις αντιστοιχίες τροχών - ελαστικών για κάθε επιτρεπόμενη τροποποίηση (αλλαγή διαστάσεων).

5.2.1 Τροχοί

5.2.1.1 Γενικά

Οι τροχοί πρέπει να επιτελούν τις παρακάτω δύο λειτουργίες:

1) Να αποτελούν ένα «μαξιλάρι» πληρωμένο (γεμάτο) με αέρα, ώστε να απορροφά τις περισσότερες από τις ταλαντώσεις που προκαλούνται από τις ανωμαλίες του οδοστρώματος.
2) Να «γαντζώνουν» (να έχουν καλή πρόσφυση) στο οδόστρωμα και να παρέχουν μια καλή έλξη («κράτημα») του οχήματος κατά την οδήγηση, γιατί η καλή έλξη βοηθά το όχημα να επιταχύνει, να φρενάρει και να πραγματοποιεί στροφές χωρίς να ολισθαίνει.

Οι τροχοί αποτελούν τα μόνα σημεία με τα οποία το όχημα στηρίζεται στο έδαφος και έρχεται σε επαφή μ' αυτό. Έτσι, μέσω αυτών μεταφέρονται στο αμάξωμα οι δυνάμεις και οι αντιδράσεις εκείνες που προκαλούν την κίνηση αλλά και προκαλούνται από αυτήν.

Πιο συγκεκριμένα, ο τροχός αποτελείται από:

α) Την πλήμνη («μουαγιέ»)

β) Το δίσκο ή τις ακτίνες

γ) Το σώτρο («ζάντα»)

δ) Το επίσωτρο (ελαστικό ή λάστιχο).

Πιο αναλυτικά:

5.2.1.2 α) Η πλήμνη (το μουαγιέ)

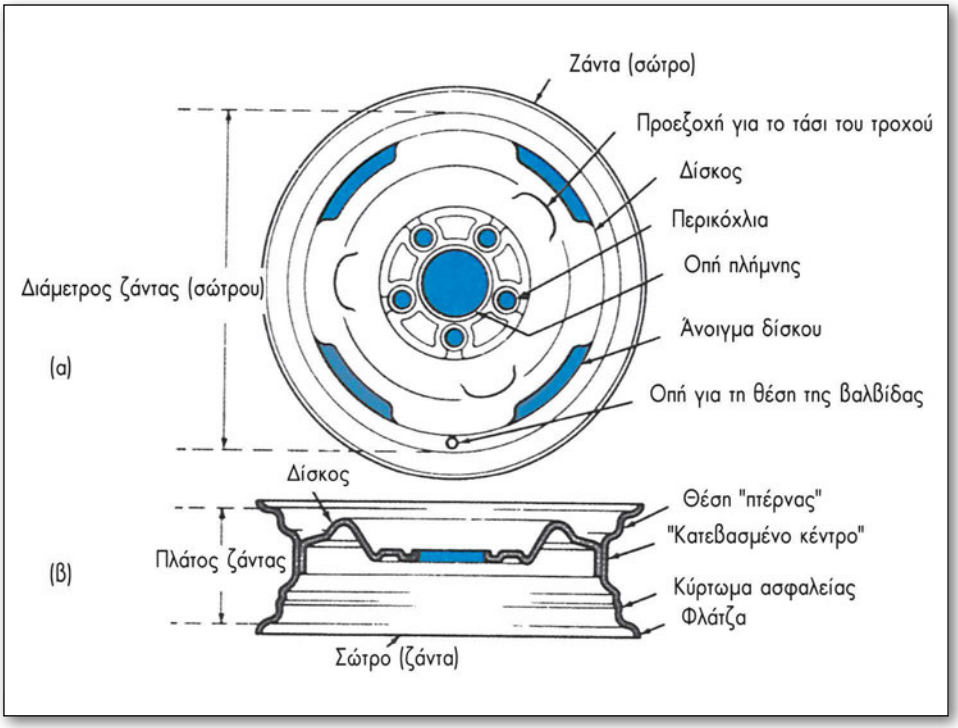
Είναι το κεντρικό τμήμα του τροχού με το οποίο αυτός στερεώνεται στον άξονά του ανάλογα, βέβαια, με το είδος του τροχού (κινητήριος ή όχι) και με τον τρόπο στήριξής του. Έτσι, στην περίπτωση που ο τροχός είναι κινητήριος, η πλήμνη του διαμορφώνεται κατάλληλα ενώ η στήριξή της γίνεται είτε με δύο κυλινδρικούς τριβείς ημιωστικού τύπου για ακτινωτά και αξονικά φορτία, είτε με σφαιρικούς τριβείς.

Στο άκρο του ακραξονίου υπάρχει περικόχλιο που ασφαλίζει την πλήμνη και δίδει την κατάλληλη προφόρτωση των τριβέων, ενώ το ίδιο το περικόχλιο ασφαλίζεται με ασφαλιστικό έλασμα ή διχαλωτή περόνη («κοπίλια»). Στα Σχήματα 5.22, 5.23, 5.24 και 5.26 φαίνεται ο τρόπος στήριξης διαφόρων τροχών επάνω στο ακραξόνιό τους, ενώ στο παρακάτω Σχήμα 5.30 φαίνεται τροχός σε όψη (α) και σε κάτοψη - τομή (β).

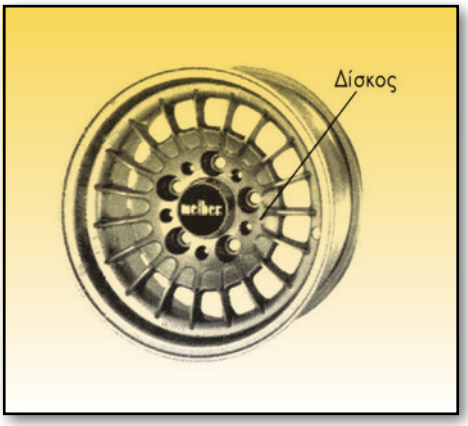
5.2.1.3 Δίσκος και ακτίνες τροχών

Ο δίσκος είναι το ενδιάμεσο κομμάτι του τροχού μεταξύ της πλήμνης (μουαγιέ) και του σώτρου (ζάντας) *(Σχ. 5.31, 5.32).*

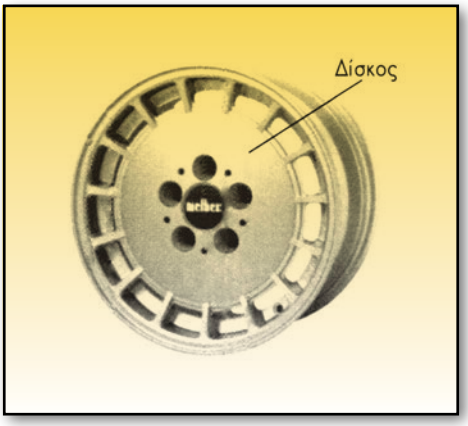
Συνήθως, ο δίσκος στα ελαφρά και μεσαία οχήματα είναι ένα κυκλικό τεμάχιο χαλυβδοελάσματος διαμορφωμένο σε πρέσα και συγκολλημένο κατά τέτοιο



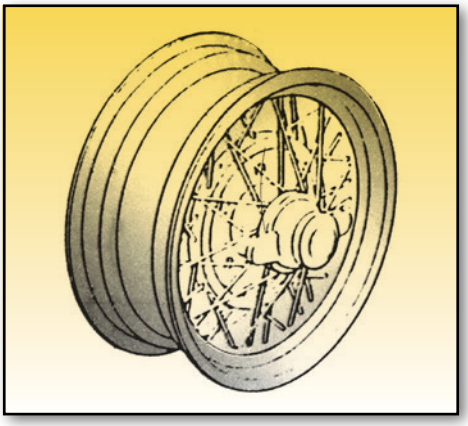
Σχ.5.30 Τροχός σε όψη (α) και σε κάτοψη - τομή (β).



Σχ.5.31 Ακτινωτός Δίσκος Τροχού.



Σχ.5.32 Συμπαγής Δίσκος Τροχού.



Σχ.5.33 Τροχός με ακτίνες.

τρόπο, ώστε να είναι ολόσωμο (ενιαίο σύνολο) με το σώτρο (ζάντα).

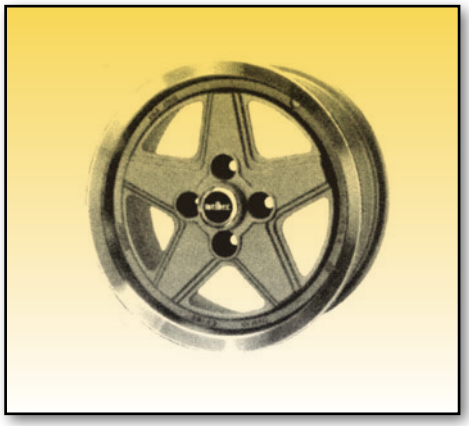
Ο δίσκος σχηματίζει στο μέσον «ομφαλό» (πλήμνη) που περιφερειακά έχει 3, 4 ή 5 οπές, από τις οποίες περνούν, αντίστοιχα, τα βλήτρα (μπουλόνια) της κύριας πλήμνης του τροχού. Τα περικόχλια (παξιμάδια) στερέωσης του δίσκου επάνω στην πλήμνη, όπως και οι οπές του δίσκου έχουν σφαιρική έδρα για να επιτυγχάνεται πλήρης εφαρμογή και ακινησία μεταξύ πλήμνης και δίσκου, καλή σύσφιξη για την αποτροπή αποκοχλίωσης, καθώς και ακριβές κεντράρισμα του τροχού.

Το μεταξύ πλήμνης και σώτρου μέρος του δίσκου του τροχού μπορεί, είτε να είναι πλήρες *(Σχ.5.32),* είτε συνήθως να φέρει οπές για τον αερισμό *(Σχ.5.31)* του τυμπάνου της πέδης που βρίσκεται ακριβώς πίσω του - ώστε αυτό να μην στρεβλώνει από τις μεταβολές της θερμοκρασίας - είτε ακόμη για λόγους μείωσης του βάρους και εμφάνισης (αισθητικής) να διαμορφώνεται σε ακτίνες *(Σχ.5.33*).

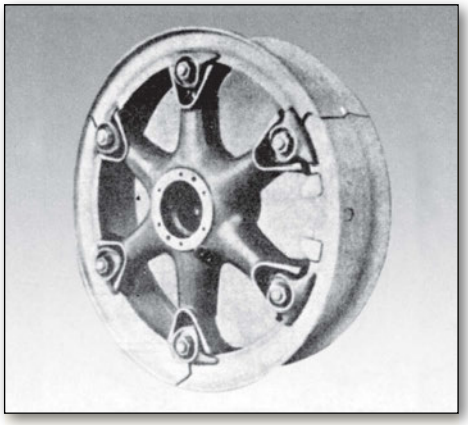
Η διάταξη των ακτίνων γίνεται σε δύο ή τρεις σειρές και η διάταξή τους από την πλήμνη προς το σώτρο είναι λοξή και τείνει προς την εφαπτομένη, επειδή οι δυνάμεις που εφαρμόζονται στον τροχό, κατά την κίνηση και πέδηση, έχουν εφαπτομενική κατεύθυνση. Το ένα και κεντρικό ασφαλιστικό περικόχλιο των ακτινωτών τροχών εξασφαλίζει γρήγορη αλλαγή του τροχού, γι' αυτό το λόγο και εξαιτίας του μικρού του βάρους, χρησιμοποιείται ευρέως στα αυτοκίνητα αγώνων.

Οι δίσκοι ή ακόμη και ολόκληροι οι τροχοί, εκτός από χαλύβδινοι (χυτοί ή πρεσαριστοί), μπορεί να είναι και χυ-

τοί από κράμα αλουμινίου *(Σχ. 5.34)*.
Σε βαριά οχήματα χρησιμοποιούνται τροχοί με δίσκους από χυτοχάλυβα που σχηματίζει έξι ακτίνες *(Σχ.5.35)*, επάνω στις οποίες στερεώνεται με ειδικά τεμάχια το σώτρο, που στην περίπτωση αυτή είναι τριμερές. Οι τροχοί αυτοί ονομάζονται Trilex.



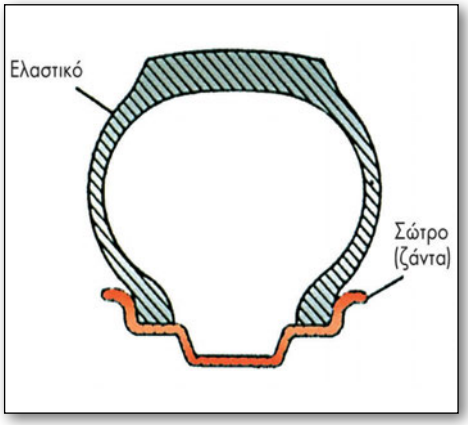
Σχ.5.34 Τροχός από χυτό αλουμίνιο.



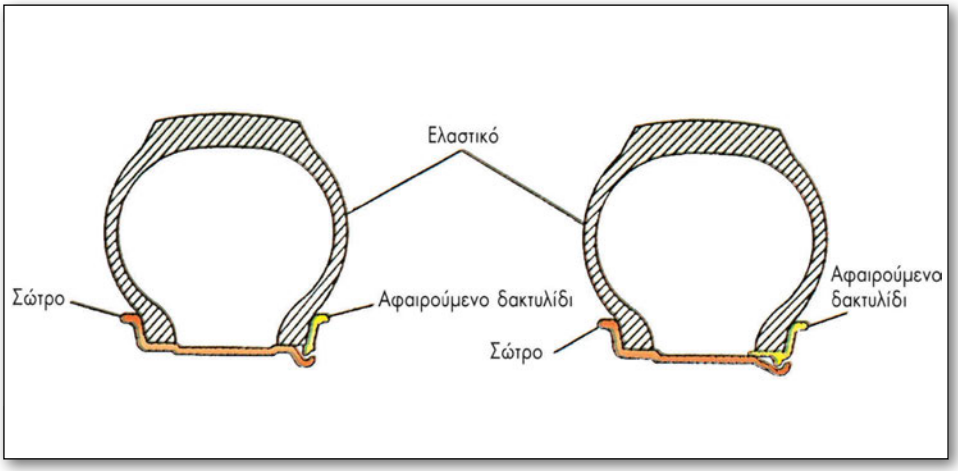
Σχ.5.35 Τροχός Trilex.

5.2.1.4 Το σώτρο (ή ζάντα)

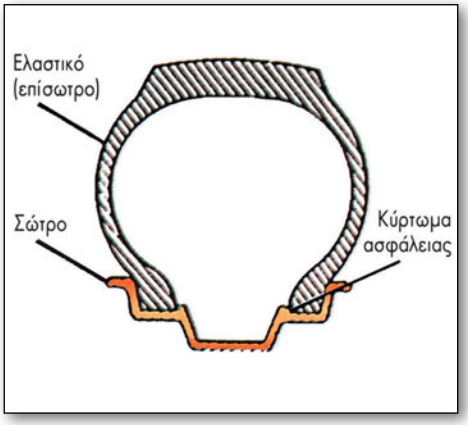
Το σώτρο είναι η εξωτερική στεφάνη του τροχού επάνω στην οποία εφαρμόζει το ελαστικό επίσωτρο, οπότε ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο αυτό επικάθεται, διαμορφώνεται και το σχήμα της ίδιας της ζάντας.
Στα ελαφρά οχήματα, όπου το μέγεθος και το σχήμα των ελαστικών επιτρέπει μικρή παραμόρφωση στις στεφάνες συγκράτησής τους προκειμένου αυτά να τοποθετηθούν επάνω στο σώτρο, η εγκάρσια τομή του σώτρου παίρνει τη μορφή του Σχήματος 5.36 και ονομάζεται σώτρο με κατεβασμένο κέντρο ή «σκαφοειδές» σώτρο και είναι μόνιμα συνδεδεμένο με τον τροχό.
Στα μεσαία φορτηγά οχήματα, το σώτρο κατασκευάζεται σχεδόν κυλινδρικό *(Σχ.5.37),* και φέρει δύο πλευρικά «δακτυλίδια ασφαλείας» τα οποία συγκρατούν το ελαστικό. Το ένα δακτυλίδι είναι μόνιμο, ενώ το άλλο αφαιρείται για να περάσει το ελαστικό και μετά ασφαλίζεται. Αυτό το σώτρο ονομάζεται σώτρο με ημικατεβασμένο κέντρο ή κυλινδρικό σώτρο.
Ένα άλλο είδος ζάντας είναι η ζάντα ασφαλείας *(Σχ. 5.38),* η οποία είναι σχεδόν όμοια με τη ζάντα κατεβασμένου κέντρου. Η κύρια διαφορά είναι ότι



Σχ.5.36 Σώτρο με κατεβασμένο κέντρο.



Σχ.5.37 Σώτρο με ημικατεβασμένο κέντρο.



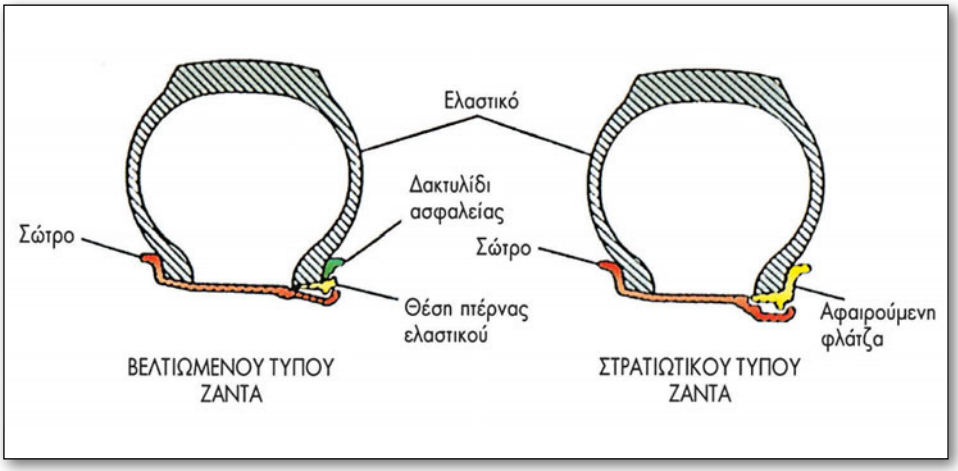
Σχ.5.38 Σώτρο ασφαλείας.

το σώτρο ασφαλείας έχει ένα ελαφρό κύρτωμα στο άκρο της επικάθησης της «πτέρνας» («κορδονιού») του ελαστικού, κύρτωμα το οποίο κρατά στη θέση του το ελαστικό, όταν αυτό τρυπήσει. Αυτά τα σώτρα ασφαλείας χρησιμοποιούνται, κυρίως, στα μικρά φορτηγά και επιβατικά οχήματα.

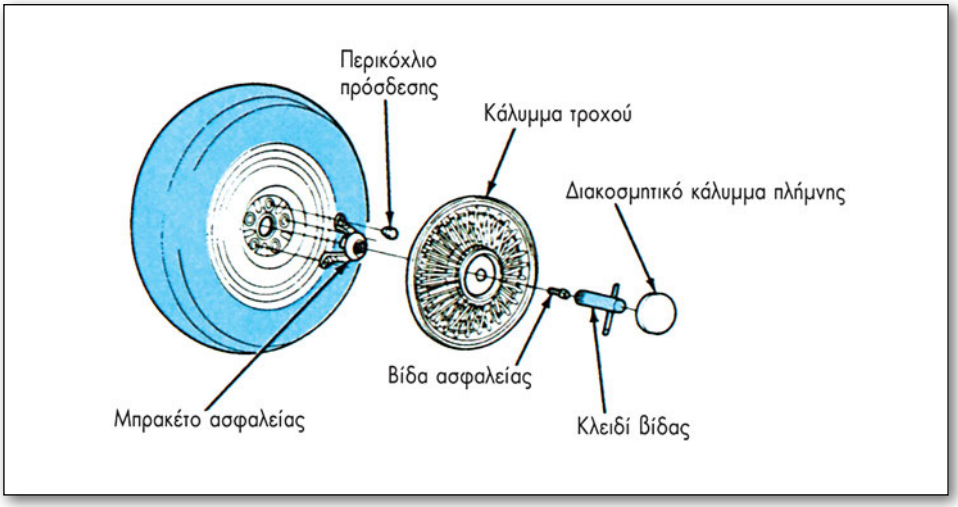
Τέλος, στα βαριά φορτηγά οχήματα χρησιμοποιείται η διμερής ζάντα *(Σχ. 5.39),* που έχει στο ένα μόνο άκρο της την «πτέρνα» του ελαστικού, η οποία είναι διμερής για να είναι δυνατή η αφαίρεσή της και έτσι τα ελαστικά να μπορούν να αντικαθίστανται εύκολα. Πάντως, ορισμένες θέσεις «πτερνών» απαιτούν τη χρήση ενός δακτυλιδιού ασφαλείας για να κρατηθούν στη θέση τους. Σήμερα, πολλά επιβατικά οχήματα φέρουν σώτρα (ζάντες) αλουμινίου τα οποία συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα χαλύβδινα, παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

α) Έχουν πολύ μικρότερο βάρος, οπότε το όχημα απαλλαγμένο από το περιττό βάρος κινείται ευκολότερα και γρηγορότερα.

β) Απομακρύνουν γρηγορότερα τη θερμότητα, με αποτέλεσμα το τύμπανο πέδησης να θερμαίνεται λιγότερο, γεγονός που συντελεί στο να έχουμε, αφενός βελτιωμένα φρένα, και



Σχ.5.39 Σώτρο διμερές.



Σχ.5.40 Τροχός αλουμινίου ασφαλιζόμενος με ειδικό αντικλεπτικό περικόχλιο ασφαλείας, το οποίο αφαιρείται μόνο με τη χρησιμοποίηση ειδικού κλειδιού.

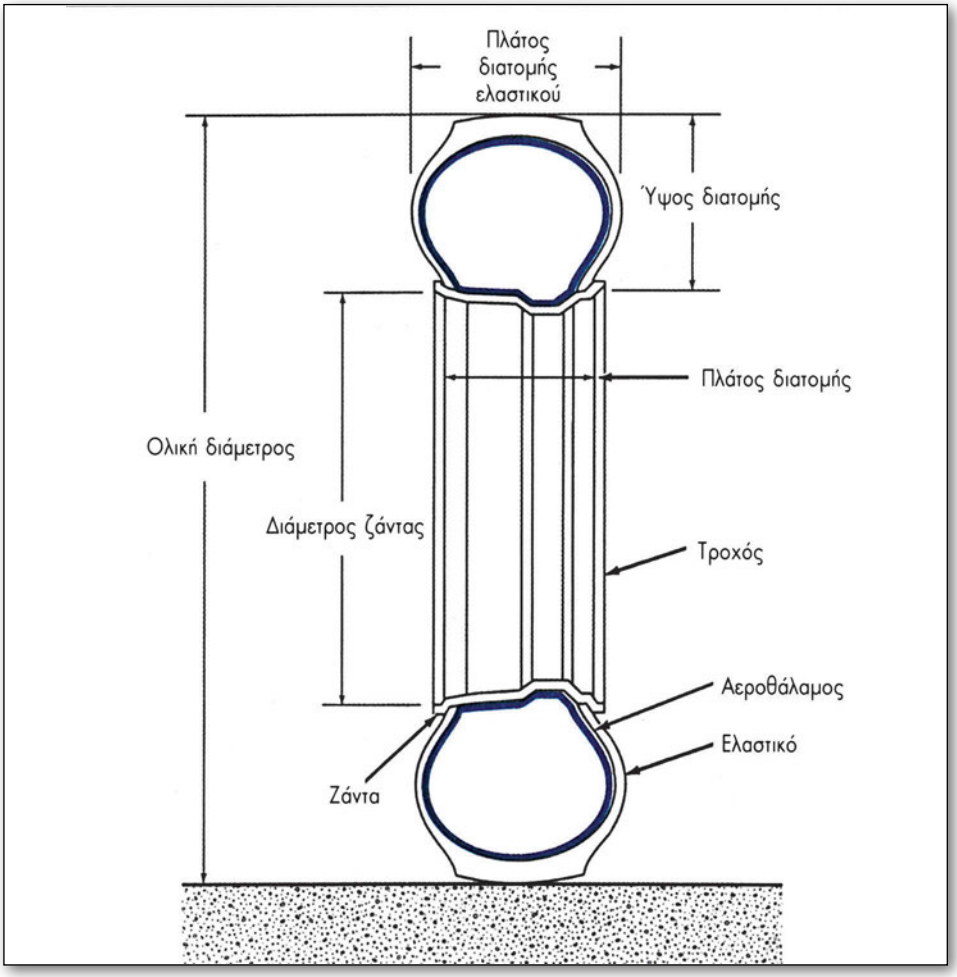
αφετέρου καλύτερες επιδόσεις των ελαστικών στον τομέα της πρόσφυσής τους στο δρόμο. Το μόνο μειονέκτημα είναι, ότι έχουν σχετικά μεγάλο κόστος και αποτελούν πρόκληση για τους κλέφτες, και γι' αυτό πρέπει να ασφαλίζονται με ειδικά αντικλεπτικά περικόχλια ασφαλείας, αντιπροσωπευτικό δείγμα των οποίων παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 5.40.

5.2.2 Επίσωτρα ή ελαστικά

5.2.2.1 Ιδιότητες - τύποι ελαστικών

Τα φουσκωμένα με αέρα επίσωτρα (ελαστικά) εξασφαλίζουν την εύκαμπτη σύνδεση (επαφή) του οχήματος με το έδαφος και πρέπει να έχουν τις παρακάτω ιδιότητες:

1) Να μεταφέρουν τις δυνάμεις του κινητήρα στο οδόστρωμα.
2) Να κατευθύνουν ομαλά το όχημα στην πορεία του.
3) Να συμμετέχουν στο «κράτημα» (πρόσφυση) του οχήματος επάνω στο δρόμο.
4) Να αμβλύνουν και να απορροφούν ένα μέρος των ταλαντώσεων που προέρχονται από τις ανωμαλίες του εδάφους.
5) Να ανθίστανται στη φθορά.

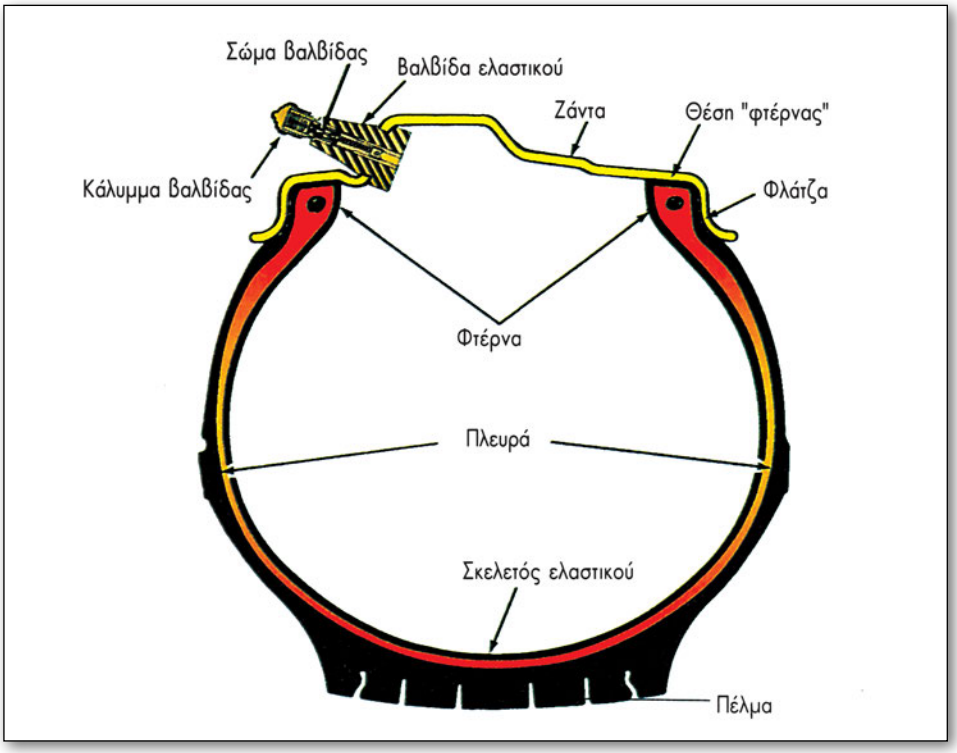


Σχ.5.41 Τομή ελαστικού επισώτρου με αεροθάλαμο (σαμπρέλα).

6) Να αφαιρούνται και να τοποθετούνται στη ζάντα εύκολα.

Τα ελαστικά, από τότε που επινοήθηκαν, κατασκευάζονται από θειωμένο (βουλκανισμένο) φυσικό ελαστικό με προσμίξεις ενεργού άνθρακα και οξειδίων του ψευδαργύρου και ενισχύονται με σειρές από στρώματα νημάτων («λινών»). Τα νήματα αυτά κατά τα πρώτα χρόνια ήταν από λινό, ύστερα όμως χρησιμοποιήθηκε βαμβάκι, ρεγιόν, νάϋλον, υαλοβάμβακας, χαλυβδοελάσματα ή πολυεστέρας. Αυτά, λοιπόν, τα υλικά σχημάτιζαν τον σκελετό του ελαστικού, ενώ για τη στερέωσή του επάνω στο σώτρο (ζάντα) τα χείλη του κατέληγαν σε στεφάνες («φτέρνες» ή «τακούνια») στερέωσης φτιαγμένες από χαλύβδινα σύρματα.

Για την πλήρωση του ελαστικού με αέρα υπό πίεση, χρησιμοποιείται ο ελαστικός αεροθάλαμος (σαμπρέλα) που σήμερα όμως έχει σχεδόν καταργηθεί για τα επιβατικά οχήματα και έχει αντικατασταθεί από το ελαστικό χωρίς αεροθάλαμο (tubeless). Η τελική μορφή του ελαστικού προκύπτει με βουλκανισμό, δηλαδή θέρμανση υπό πίεση του σκελετού - που συγκροτείται από στρώματα νημάτων εμποτισμένων με φυσικό ή συνθετικό ελαστικό - μαζί με το ελαστικό του πέλματος και των πλευρών του μέσα σε ειδικά χαλύβδινα καλούπια, που ονομάζονται «μήτρες». Εδώ, το ελαστικό θερμαίνεται υπό πίεση, λειώνει και λαμβάνει



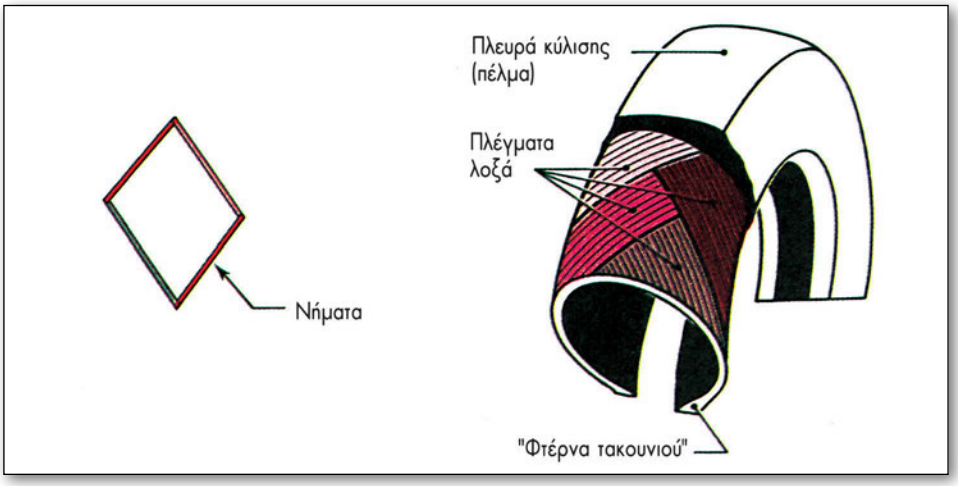
Σχ.5.42 Τομή ελαστικού επισώτρου χωρίς αεροθάλαμο (Tubeless).

την επιθυμητή μορφή του καλουπιού. Στο Σχήμα 5.41 φαίνεται, σε τομή, τροχός με ελαστικό επίσωτρο και με τον αεροθάλαμό του, ενώ στο Σχήμα 5.42 φαίνεται η τομή και η ονοματολογία των μερών ενός ελαστικού χωρίς αεροθάλαμο (Tubeless).

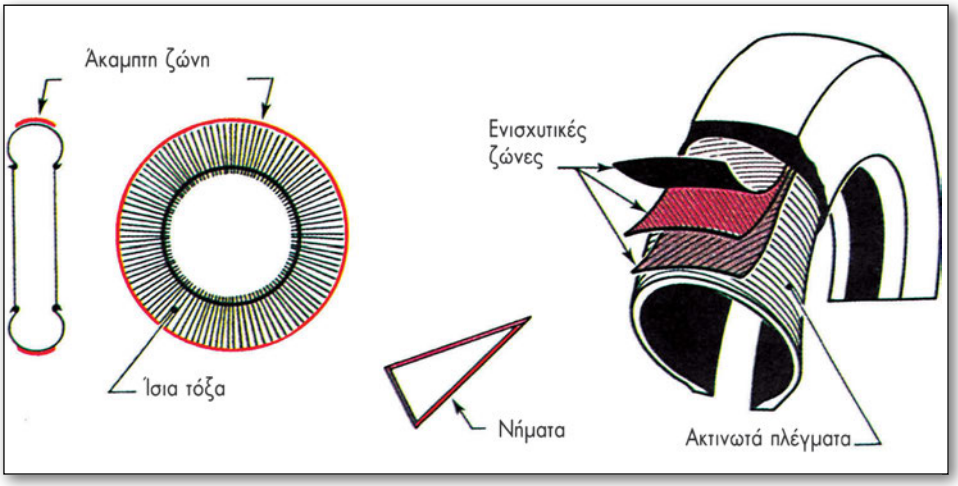
Ανάλογα με τον τρόπο που τοποθετούνται οι στρώσεις με τα ενισχυτικά νήματα για να σχηματίσουν το επίσωτρο, τα ελαστικά διακρίνονται σε:

1) Ελαστικά με λοξά (διαγώνια) πλέγματα

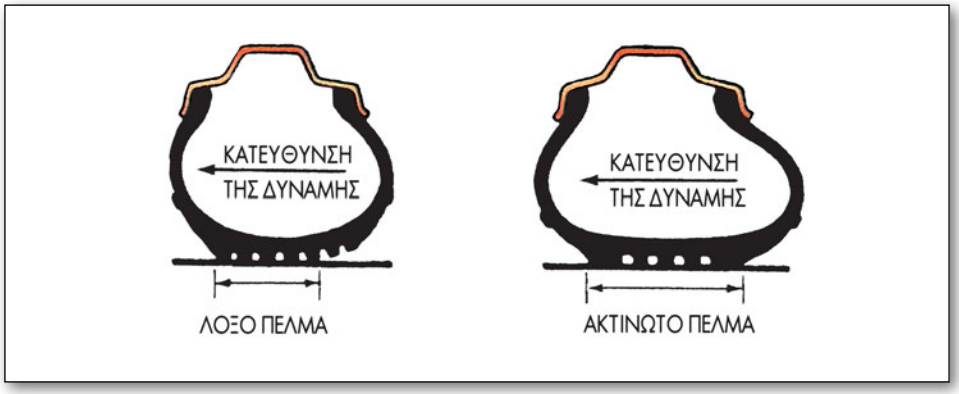
(ή συνηθισμένα ή κοινά) (Σχ.5.43), όπου οι στρώσεις με τα λινά τοποθετούνται λοξά η μια πάνω στην άλλη, έτσι ώστε τα νήματα να σχηματίζουν



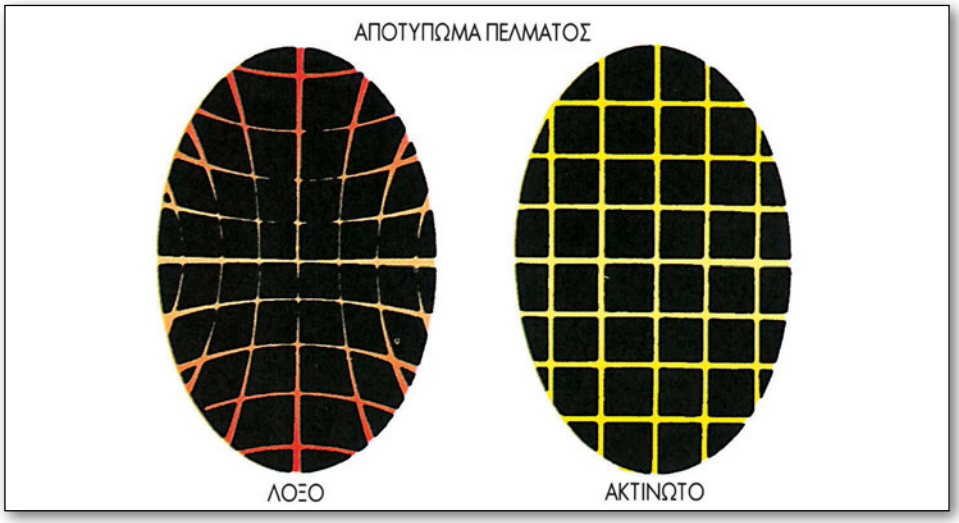
Σχ.5.43 Ελαστικό επίσωτρο με λοξά πλέγματα.



Σχ.5.44 Ελαστικό επίσωτρο με πλέγματα ακτινωτά και ενισχυτική ζώνη.



Σχ.5.45 Η διαφορά στο μέρος (ποσοστό) του πέλματος μεταξύ ενός ελαστικού με λοξά πλέγματα και ενός με ακτινωτά πλέγματα που εφάπτεται στο δρόμο, κατά τη διάρκεια της στροφής του οχήματος.



Σχ.5.46 Στα ελαστικά με λοξά πλέγματα, το πέλμα τείνει να συστραφεί, καθώς αυτό εφάπτεται του δρόμου, ενώ στα ελαστικά με ακτινωτά πλέγματα, το πέλμα παραμένει σταθερό.

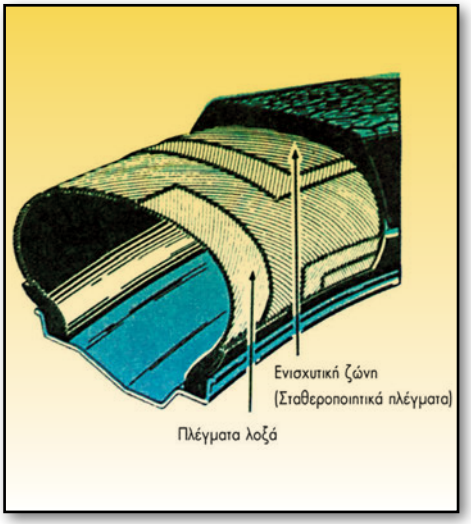
γωνία περίπου 90 μοιρών. Αυτή η διάταξη των λινών κάνει το ελαστικό ισχυρό προς όλες τις κατευθύνσεις, γιατί τα νήματα υπερκαλύπτονται το ένα από το άλλο και δημιουργούν μια στιβαρή κατασκευή. Έχει όμως το μειονέκτημα ότι τα λινά αυτά τείνουν να κινηθούν το ένα σε σχέση με το άλλο, παράγοντας έτσι θερμότητα, ειδικά σε υψηλές ταχύτητες, ενώ και το πέλμα τείνει να κλείσει ή να συστραφεί, καθώς αυτό εφάπτεται στο δρόμο.

2) Ελαστικά με ακτινωτά πλέγματα (Radial), με ζώνη (Cinturato, Belted-ζωσμένα) ή και χωρίς ζώνη *(Σχ.5.44).*

Στα ελαστικά αυτά, τα νήματα των λινών είναι τοποθετημένα κατά τη διεύθυνση της ακτίνας του τροχού, διαθέτοντας έτσι μια ακόμη ενισχυτική περιφερειακή ζώνη.

Ο τύπος αυτός του ελαστικού, επειδή έχει τα πλεονεκτήματα που αναφέρονται παρακάτω, έχει επικρατήσει στα επιβατικά οχήματα. Έτσι, τα ακτινωτά ελαστικά, λόγω της κατασκευής τους, είναι περισσότερο εύκαμπτα από τα αντίστοιχα με τα λοξά πλέγματα, με αποτέλεσμα να αντισταθμίζουν καλύτερα τις πλευρικές δυνάμεις, ενώ όταν το όχημα διαγράφει κυκλική τροχιά, αυτά δεν ανασηκώνονται τόσο πολύ από το οδόστρωμα *(Σχήματα 5.45 και 5.46),* οπότε το μεγαλύτερο μέρος του πέλματος τους εφάπτεται στο δρόμο, γεγονός που μειώνει την τάση του τροχού να ολισθήσει.

Τα ελαστικά με ακτινωτά πλέγματα προσφέρουν μεγαλύτερη οικονομία στην κατανάλωση καυσίμου από τα αντίστοιχα με λοξά, και αυτό επειδή έχουν μικρότερο συντελεστή τριβής κύλισης, πράγμα που απαιτεί μικρότερη ισχύ από τον κινητήρα για να περιστρέψει τον τροχό. Επίσης, τα ελαστικά αυτού του τύπου (Radial) φθείρονται πολύ αργότερα, δημιουργούν λιγότερη θερμότητα κατά την κίνηση, και το πέλμα δεν συστρέφεται, καθώς το ελαστικό συναντά το οδόστρωμα.



Σχ.5.47 Ελαστικά με λοξά πλέγματα και ενισχυτική ζώνη.

3) Ελαστικά με λοξά (διαγώνια) πλέγματα και με ενισχυτική (σταθεροποιητική) ζώνη *(Σχήμα 5.47).*

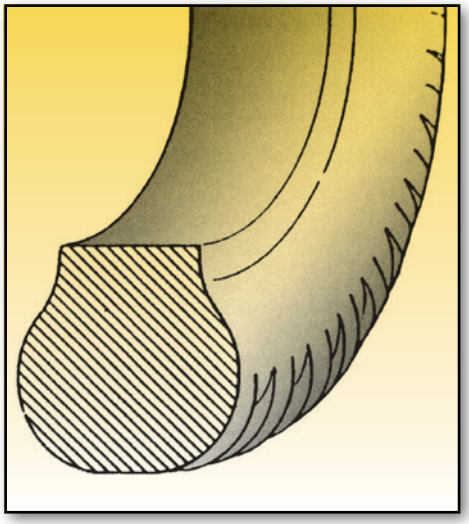
Επειδή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, κάθε είδος διάταξης των νημάτων έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της, εμφανίσθηκε και ένας άλλος τύπος ελαστικών με λοξά λινά πλέγματα και ενισχυτική ζώνη. Αυτά τα ενισχυτικά πλέγματα τοποθετούνται απευθείας κάτω από το πέλμα, προσδοκώντας να εξαλείψουν τα μειονεκτήματα των προηγούμενων πλεγμάτων.

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις, οι επάλληλες στρώσεις αποτελούνται από καουτσούκ στο οποίο έχουν ενσωματωθεί χαλύβδινα σύρματα, λινά ή υαλονήματα. Η ενισχυτική ζώνη βρίσκεται επάνω από το σκελετό και είναι κατασκευασμένη με τέτοιον τρόπο, ώστε τα νήματα ή τα σύρματά της να διασταυρώνονται. Ο αριθμός των στρωμάτων με νήματα

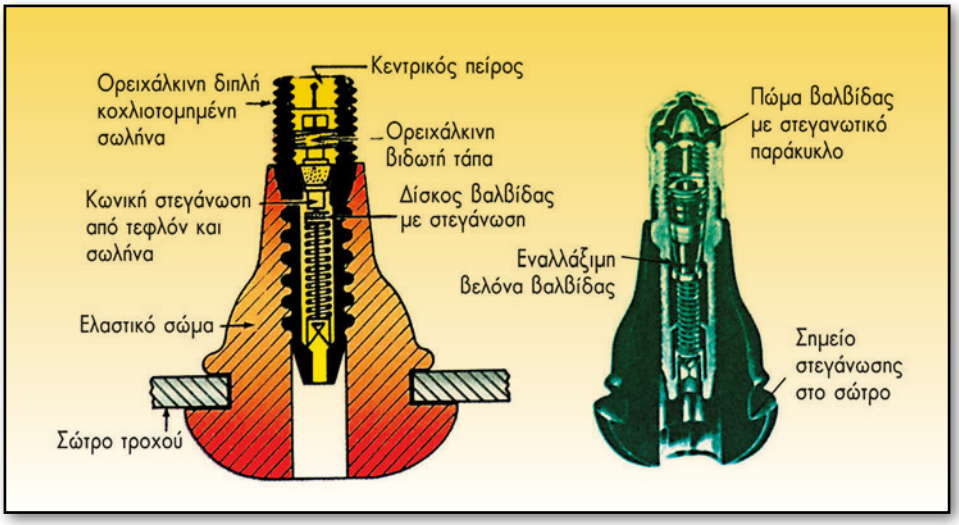
ή λινά ποικίλλει. Έτσι, τα ελαστικά των επιβατικών οχημάτων έχουν 2, 4 ή 6 στρώματα με λινά, ενώ τα ελαστικά των ελαφρών φορτηγών και των λεωφορείων μπορεί να έχουν μέχρι και 14 στρώματα. Επίσης, τα ελαστικά των μεγάλων φορτηγών όπως και των μηχανημάτων μηχανικού ή γεωργικού χαρακτήρα (γαιοπροωθητές, σκαπτικά μηχανήματα, τρακτέρ κ.λ.π.) μπορεί να έχουν μέχρι και 32 στρώματα με λινά νήματα.

4) Ακόμη, υπάρχουν και τα **ολόσωμα (συμπαγή) ελαστικά** *(Σχ.5.48),* τα οποία χρησιμοποιούνται σε ειδικά οχήματα (κλάρκ κ.λ.π.) που κινούνται με μικρή ταχύτητα σε μικρές αποστάσεις και αναλαμβάνουν σχετικά μεγάλα φορτία.

5) Τέλος, μια άλλη εξέλιξη στα ελαστικά επίσωτρα είναι η απουσία από αυτά αεροθαλάμου **(Tubeless)**, όπως αναφέραμε και παραπάνω *(Σχήμα 5.42).* Σ' αυτά η εσωτερική επιφάνειά τους επενδύεται με στρώμα ελαστικού, στεγανού στον αέρα. Το στρώμα αυτό περιβάλλει τις «φτέρνες» έτσι, ώστε να παίζει ρόλο στεγανωτικού παρεμβύσματος μεταξύ σώτρου και επισώτρου. Τα ελαστικά αυτά παρέχουν

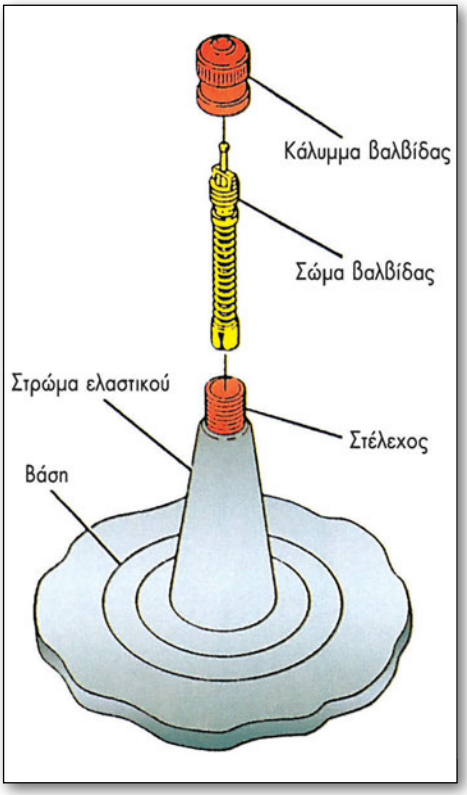


Σχ.5.48 Ολόσωμο ελαστικό.



Σχ.5.49 Βαλβίδα πληρώσεως ελαστικού επισώτρου χωρίς αεροθάλαμο (tubeless).

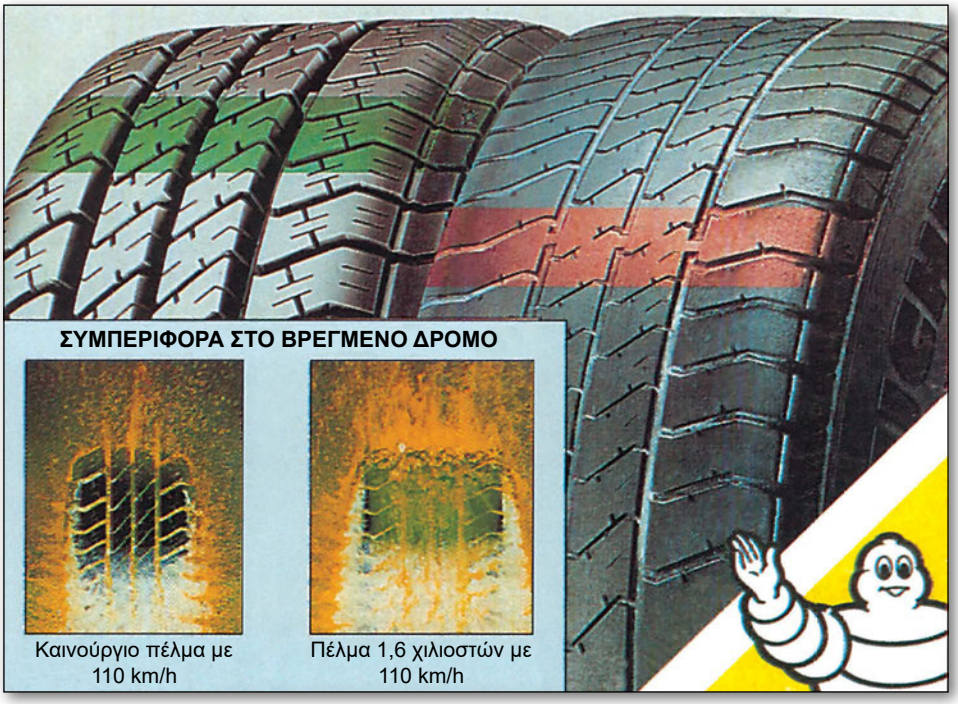
μεγάλη ασφάλεια κατά την κίνηση, ακριβώς επειδή δεν έχουν αεροθάλαμο, οπότε η διάρρηξη του ελαστικού είναι σχεδόν αδύνατη, ενώ και σε περίπτωση τρυπήματος, η απώλεια της πίεσης του αέρα θα είναι αργή. Επίσης, αναπτύσσουν μικρότερη θερμότητα γιατί δεν υπάρχει τριβή μεταξύ αεροθαλάμου και ελαστικού και, τέλος, έχουν μικρότερο βάρος και η αφαίρεση - επανατοποθέτησή τους είναι ευκολότερη. Έχουν, όμως, το μειονέκτημα ότι σε στρέβλωση μετά από χτύπημα της ζάντας, χάνουν απότομα τον αέρα.
Για να γεμίσει το ελαστικό ή ο αεροθάλαμος με αέρα, χρησιμοποιείται μια ειδική βαλβίδα με βελόνη *(Σχ.5.49 και Σχ.5.50)*.



Σχ.5.50 Βαλβίδα πληρώσεως ελαστικού επισώτρου με αεροθάλαμο.

- **Υδρολίσθηση:** Όταν η ταχύτητα του ελαστικού είναι μεγάλη (μεγαλύτερη από 80 Km/h) και το οδόστρωμα είναι βρεγμένο, μεταξύ του πέλματος του ελαστικού και της επιφάνειας του δρόμου σχηματίζεται ένας υγρός υμένας (μεμβράνη), ο οποίος εξουδετερώνει την πρόσφυση και προκαλεί την ολίσθηση του οχήματος, το οποίο μένει ακυβέρνητο. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται υδρολίσθηση *(Σχήμα 5.51)*. Το όριο έναρξης της υδρολίσθησης ενός ελαστικού εξαρτάται εκτός από την ταχύτητα και από το προφίλ (σχήμα) των αυλακώσεων που έχει το πέλμα, καθώς και από το βάθος τους που σκοπό έχουν, αφενός να παραλαμβάνουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα νερού και αφετέρου να την εκδιώκουν αμέσως προς τα έξω. Το επίσημο ελάχιστο όριο ασφαλείας του βάθους των αυλακώσεων αυτών είναι 1,6 mm (δηλαδή ίσο με το ύψος του δείκτη φθοράς που υπάρχει στο ελαστικό) ώστε να αποφεύγεται η υδρολίσθηση. Το όριο αυτό πρέπει να τηρείται με μεγάλη αυστηρότητα για λόγους ασφάλειας και καλής πρόσφυσης του ελαστικού στο οδόστρωμα.

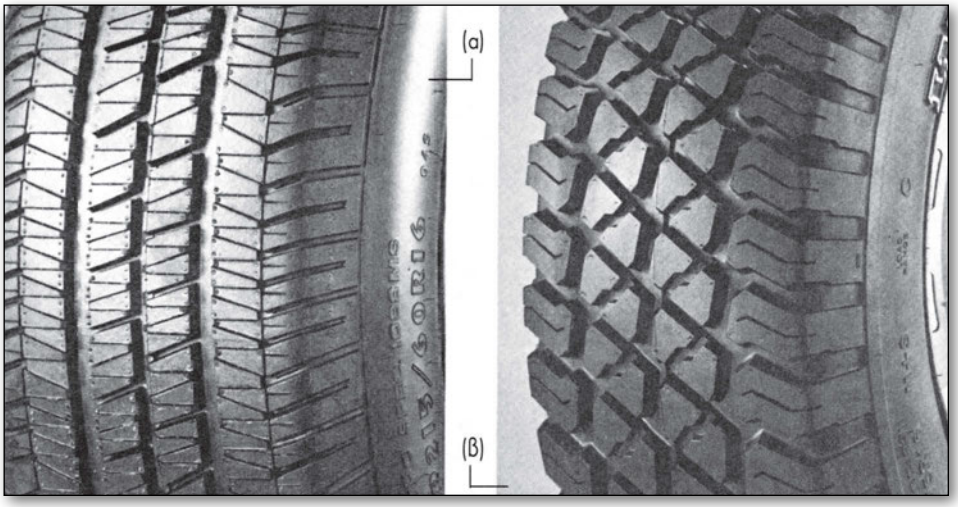
Στο ίδιο αυτό σχήμα *(Σχήμα 5.51)* παρατηρούμε, ότι τα ίχνη ενός καινούργιου ελαστικού στο έδαφος είναι απολύτως ευδιάκριτα και η αποστράγγιση του νερού είναι πλήρης. Απεναντίας, τα ίχνη του φθαρμένου ελαστικού με εναπομένον βάθος αυλάκωσης 1,6 mm (σύμφω-



Σχ.5.51 Συμπεριφορά καινούργιου και φθαρμένου ελαστικού σε βρεγμένο δρόμο.

να με τον Κ.Ο.Κ.), τείνουν να εξαφανιστούν στο έδαφος και το νερό πλέον δεν αποστραγγίζεται πλήρως, βρίσκεται δηλαδή, το πέλμα αυτό στο όριο της έναρξης του φαινομένου της υδρολίσθησης.

- **Το πέλμα:** Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το πέλμα είναι το μέρος εκείνο του ελαστικού που έρχεται σε επαφή με το έδαφος και, συνεπώς, από το προφίλ και την κατάσταση του εξαρτάται η καλή ή όχι πρόσφυση του ελαστικού στο οδόστρωμα. Πιο συγκεκριμένα, το προφίλ των περιμετρικών αυλακιών έχει σχέση με την πλευρική ευστάθεια του ελαστικού, ενώ το προφίλ (σχέδιο) των εγκάρσιων αυλακιών μεταφέρει τις δυνάμεις της κίνησης. Υπάρχουν διάφορα προφίλ πελμάτων, ανάλογα με τη χρήση τους. Έτσι, διακρίνουμε ελαστικά με πέλματα κατάλληλα να κινούνται σε ασφαλτικό τάπητα και γενικά, σε επίπεδες και λείες επιφάνειες· αυτά είναι τα συνήθη τυποποιημένα πέλματα. Άλλοι τύποι πέλματος είναι αυτοί που είναι κατάλληλοι για κίνηση σε ανώμαλα εδάφη, ή αυτοί που φέρουν π.χ. τον χαρακτηρισμό M+S ο οποίος σημαίνει ότι τα πέλματα αυτά είναι κατάλληλα για έδαφος λασπώδες ή για έδαφος σκεπασμένο με χιόνι. Εάν,

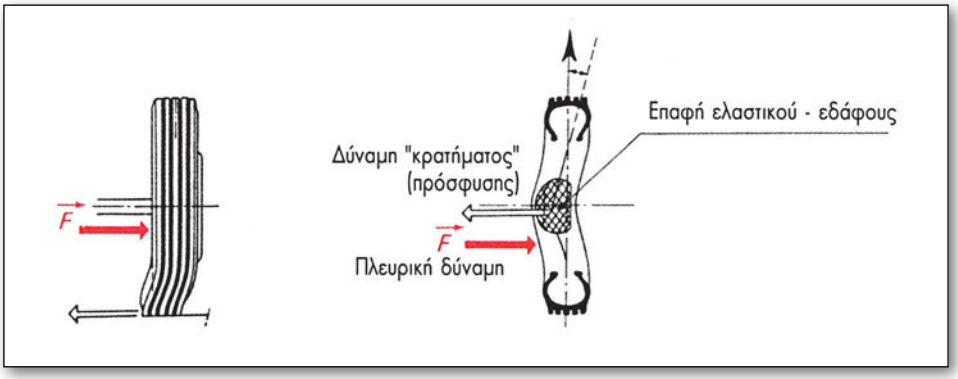


Σχ.5.52 (α): Πέλμα επιβατικού οχήματος κατάλληλο για λασπώδες και χιονισμένο έδαφος. (β): Πέλμα φορτηγού οχήματος κατάλληλο για λασπώδες και χιονισμένο έδαφος.

Σχ.5.53 Γωνία παρέκκλισης (α) ελαστικού.

πάλι, είναι εφοδιασμένα και με χαλύβδινα καρφιά, τότε τα ελαστικά αυτά φέρουν τον χαρακτηρισμό M+S+EIS που σημαίνει ότι τα πέλματά τους είναι κατάλληλα για πάγο. Οι τελευταίες δύο κατηγορίες πελμάτων, συνήθως φέρουν οριζόντιες αυλακώσεις, για να διευκολύνουν την πρόσφυση και προς τις δύο κατευθύνσεις κίνησης, ή αυλακώσεις σε γωνία σχήματος V που έχουν μεγάλη πρόσφυση, τόσο σε έδαφος λασπώδες ή σκεπασμένο με χιόνι, όσο και σε ανώμαλο έδαφος. Στο παρακάτω Σχήμα 5.52, φαίνονται διάφοροι τύποι πελμάτων ελαστικών.

- **Παρέκκλιση (λοξοδρόμηση) του ελαστικού.** *(Σχήμα 5.53)*
  Στο ελαστικό ενός κινούμενου αυτοκινήτου ενεργούν δύο εξωτερικές δυνάμεις: μία δύναμη P που οφείλεται στο φορτίο και μία εγκάρσια δύναμη F, που οφείλεται σε πλάγιο άνεμο,



Σχ.5.54 Με την επίδραση της πλευρικής δύναμης F, το ελαστικό παραμορφώνεται και η επαφή ελαστικού - εδάφους γίνεται εκκεντρική (παράκεντρη).

ή στη φυγόκεντρη δύναμη κατά τη στροφή του οχήματος. Αποτέλεσμα αυτών των δυνάμεων είναι το ελαστικό να μην ακολουθεί την αρχική του τροχιά επάνω στο δρόμο, αλλά μια άλλη τροχιά που σχηματίζει γωνία α με την αρχική του τροχιά. Αυτή η γωνία α ονομάζεται γωνία παρέκκλισης ή γωνία λοξοδρόμησης.

Το ελαστικό, δηλαδή, υπό την επίδραση της πλευρικής δύναμης F, παραμορφώνεται περισσότερο ή λιγότερο, ανάλογα με το προφίλ και την ποιότητα της κατασκευής του. Η επιφάνεια του περιστρεφόμενου πέλματος, κατά την επαφή της με το έδαφος αναγκάζεται να παραμορφωθεί σε σχέση με τον άξονά της, προκαλώντας - λόγω της πρόσφυσης - μια δύναμη αντίθετη της F, η οποία μαζί με αυτήν σχηματίζει ένα ζεύγος ροπής που αναγκάζει το ελαστικό να περιστραφεί κατά γωνία α, επιφέροντας τελικά τη διαφορετική τροχιά του.

Παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή της γωνίας παρέκκλισης (α) και τη μεταβάλλουν, είναι:

α) Η αύξηση της ταχύτητας του οχήματος.

β) Η αύξηση της πλευρικής δύναμης F που ενεργεί στο όχημα.

γ) Η μείωση της πίεσης των ελαστικών.

δ) Η αύξηση της πίεσης των ελαστικών και

ε) Η αύξηση του πλάτους του πέλματος του ελαστικού με τη μείωση του λόγου διατομής (σειράς).

- **Πίεση των ελαστικών:**

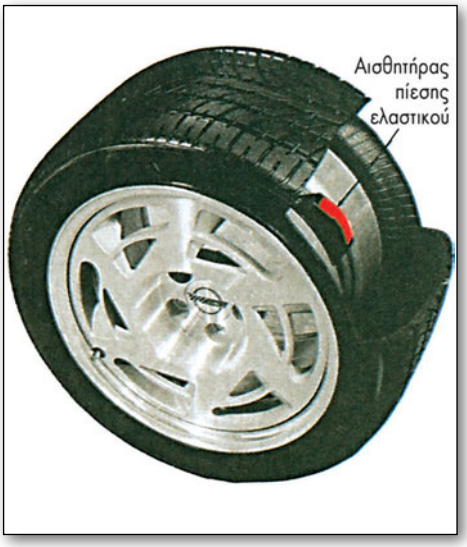
Η τιμή της πίεσης του αέρα μέσα στο ελαστικό εξαρτάται τόσο από τον τύπο του ελαστικού, όσο και από τη χρήση και το φορτίο του. Έτσι, για τα επιβατικά αυτοκίνητα η πίεση των ελαστικών πρέπει να είναι περίπου από 1,52 έως 2,48 ατμόσφαιρες (kp/cm2), δηλαδή από 22 έως 36psi ή από 152 έως 248KPα περίπου,

ενώ τα ελαστικά των μεγάλων φορτηγών και λεωφορείων μπορεί να θέλουν πίεση αέρα μέχρι και 100Psi (690KPα). Οι κατασκευαστές, πάντως, αναγράφουν στα τεχνικά εγχειρίδια συντήρησης ή σε πινακίδες που τοποθετούν στο άνοιγμα της πόρτας του οχήματος, τις συνιστώμενες πιέσεις τόσο των εμπρόσθιων όσο και των οπίσθιων ελαστικών, ανάλογα με το φορτίο καθώς και τον τύπο του ελαστικού.

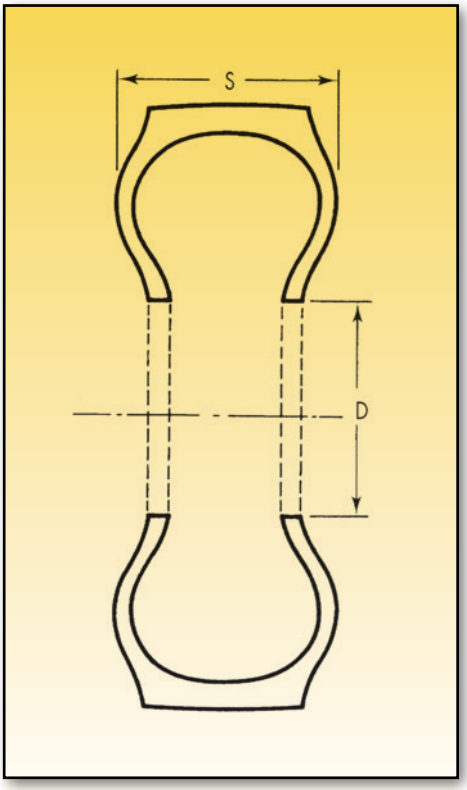
Σήμερα υπάρχουν και ελαστικά με ελεγχόμενη πίεση. Μέσα δηλαδή σ' αυτά τοποθετείται αισθητήρας *(Σχήμα 5.55)* που λειτουργεί με τη μέθοδο του «πιεζοηλεκτρισμού,» οπότε για την ενεργοποίησή του δεν χρειάζεται ρεύμα από συσσωρευτή, αλλά αρκεί μόνο η κίνηση του οχήματος, γιατί χάρη σ' αυτήν στα άκρα του πιεζοηλεκτρικού στοιχείου αναπτύσσεται μια μικρή τάση, η οποία μετατρέπεται σε ένδειξη στο ταμπλό του οδηγού, κι έτσι αυτός ανά πάσα στιγμή γνωρίζει την πίεση των ελαστικών.

5.2.2.2 Διαστάσεις των Ελαστικών *(Σχ.5.56)* και Συμβολισμοί

Τα ελαστικά επίσωτρα ταξινομούνται σε διάφορα μεγέθη, ανάλογα με το είδος του οχήματος στο οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθούν (επιβατικά, μικρά φορτηγά, λεωφορεία, φορτηγά, αγροτικά οχήματα κλπ).



Σχ.5.55 Ελαστικό με αισθητήρα πίεσης επάνω στη ζάντα και μέσα στο ελαστικό. Έτσι, όταν η πίεση του ελαστικού γίνει μικρότερη από 25psi (172KPα), στέλνει σήμα στο ταμπλό των οργάνων και ανάβει μια λυχνία, που δηλώνει ότι η πίεση του ελαστικού είναι χαμηλή.



Σχ.5.56 Διαστάσεις ελαστικού.

Πιο αναλυτικά:

- **Το μέγεθος του ελαστικού**, γενικά, καθορίζεται από δύο αριθμούς:

Ο πρώτος δείχνει το μέγεθος της διατομής S του ελαστικού (το πλάτος του) *(Σχ.5.57)*΄ υποδηλώνει, δηλαδή, τη μεγαλύτερη επιτρεπόμενη διατομή του ελαστικού όταν αυτό είναι φουσκωμένο και τοποθετημένο πάνω στο σώτρο (ζάντα), χωρίς φορτίο.

Ο δεύτερος αριθμός δείχνει την εσωτερική διάμετρο του ελαστικού D (από «φτέρνα σε φτέρνα»), και στην πραγματικότητα αυτή είναι ίδια με τη διάμετρο του σώτρου (ζάντας).

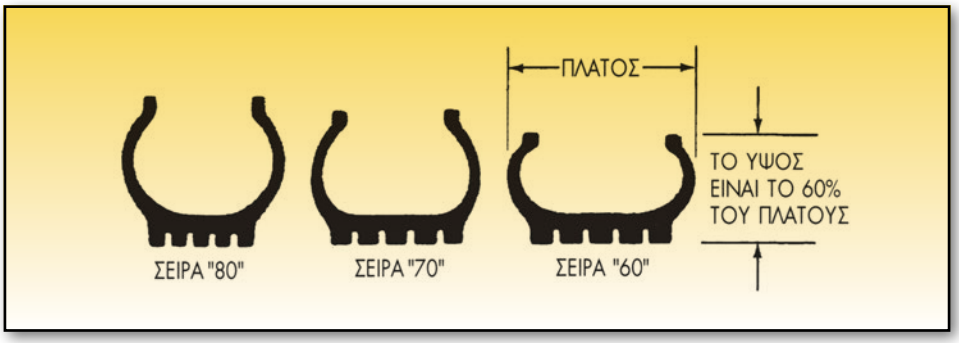
Και οι δύο αυτοί αριθμοί εκφράζονται σε χιλιοστά του μέτρου (mm) ή σε ίντσες (inch.).(1": ίντσα = 25,4 mm).

Παράδειγμα: 5,6"-12" ή 142mm-305mm, όπου ο πρώτος αριθμός - είτε σε ίντσες (56"), είτε σε mm (142) - αντιστοιχεί στη διατομή S, ενώ ο δεύτερος (12" ή 305 mm) στη διάμετρο D του ελαστικού.

Έτσι, η αναγραφή των διαστάσεων επί των ελαστικών μπορεί να έχει μία από τις παρακάτω μορφές:

- ίντσες - ίντσες π.χ. 6,45 - 13
- mm - ίντσες π.χ. 165 - 13 (ίσως η συνηθέστερη μορφή στα Ι.Χ.)
- mm - mm π.χ. 165 - 380
- **Λόγος διατομής** («σειρά»): Όλα τα ελαστικά δεν έχουν το ίδιο σχήμα και προφίλ (διατομή), οπότε και ο λόγος των βασικών διαστάσεων της διατομής τους διαφέρει. Σαν λόγος διαστάσεων ορίζεται το πηλίκο του ύψους προς το πλάτος της διατομής του ελαστικού *(Σχήμα 5.57)*. Αυτός ο λόγος στο εμπόριο των ελαστικών ονομάζεται «σειρά» και εκφράζεται συνήθως επί τις εκατό (%).

Έτσι, οι κατασκευαστές μπορούν να σχηματίσουν διάφορους λόγους («σειρές»), οι κυριότεροι των οποίων για τα επιβατικά οχήματα είναι οι: 80, 70, 65 και 60. Σύμφωνα, λοιπόν, με τα παραπάνω, στο ελαστικό π.χ. της σειράς 60, το ύψος της διατομής του είναι μόνο το 60% του πλάτους αυτής, ενώ στις σημάνσεις των ελαστικών ο λόγος διατομής δίνεται σε ποσοστά (%). Πέρα από το κριτήριο της διατομής (σειράς), τα ελαστικά διακρίνονται και ως εξής:



Σχ.5.57 Τρεις λόγοι διαστάσεων (σειρές) για τα επιβατικά οχήματα, με την παρατήρηση ότι, όσο μικρότερος είναι ο αριθμός του λόγου, τόσο πλατύτερο (φαρδύτερο) εμφανίζεται το πέλμα του ελαστικού.

- **Ελαστικά τύπου «μπαλονέ» (Ballon):**

  Αυτά έχουν λόγο διαστάσεων διατομών (ύψος προς πλάτος) 0,98:1 και παρουσιάζουν μεν καλή ελαστικότητα, αλλά κακή πλευρική ευστάθεια. Τυπικό παράδειγμα τέτοιου τύπου, είναι το ελαστικό 4,50"-16".

- **Ελαστικά τύπου «υπερμπαλονέ» (Surerballoon):**

  Αυτά έχουν λόγο 0,95:1 και είναι ελαστικά μεγάλου όγκου, με ανάλογες ιδιότητες με τα προηγούμενα. Τυπικό παράδειγμα τέτοιου τύπου, είναι το ελαστικό 5,60"-15".

- **Ελαστικά χαμηλού «προφίλ» (Low-profile):**

  Έχουν λόγο 0,88:1, όπως π.χ. το ελαστικό 6,00"- 14".

- **Ελαστικά υπερχαμηλού «προφίλ» (Superlow-profile):**

  Έχουν λόγο 0.80:1, όπως π.χ. το ελαστικό 165 R13.

- Συμπερασματικά, όσο μικρότερος είναι ο αριθμός της σειράς, τόσο περισσότερο γίνονται εμφανή τα παρακάτω πλεονεκτήματα του ελαστικού:

1. Μεγαλύτερη αντίστασή του σε πλευρικές εκτροπές.
2. Καλύτερη ανταπόκρισή του στις κινήσεις του τιμονιού.
3. Δύσκολη παραμόρφωσή του από πλευρικές δυνάμεις.
4. Δυνατότητα τοποθέτησης ισχυρών και περισσότερο αεριζόμενων φρένων.
5. Μεγάλη πλευρική ευστάθεια, κατά την είσοδο σε στροφές.
6. Καθ' ύψος μείωση του κέντρου βάρους του οχήματος, με αποτέλεσμα καλύτερο «κράτημα» (πρόσφυση) στις στροφές.

Αντίθετα, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός σειράς, τόσο περισσότερο εμφανή γίνονται τα παρακάτω μειονεκτήματα του ελαστικού:

1. Απομάκρυνση του ορίου έναρξης της υδρολίσθησης, φαινόμενο το οποίο αναπτύσσεται παρακάτω.
2. Μικρή ελαστική συμπεριφορά του, με αποτέλεσμα τη δημιουργία κραδασμών και θορύβου κατά την οδήγηση.
3. Καταβολή μεγαλύτερης δύναμης από τον οδηγό για την περιστροφή του τιμονιού.

- **Τύπος του ελαστικού**

Η παρουσία του γράμματος R, που τοποθετείται μεταξύ των δύο αριθμών που δείχνουν τις διαστάσεις του ελαστικού, δηλώνει ότι αυτό το ελαστικό έχει πλέγματα ακτινωτά (Radial). Η αντίστοιχη παρουσία του γράμματος D δηλώνει, ότι το ελαστικό έχει πλέγματα λοξά, ενώ το γράμμα B δηλώνει, ότι έχει πλέγματα λοξά με ενισχυτική ζώνη. Π.χ.:

165R15 → Ελαστικό με ακτινωτά πλέγματα.

165D15 → Ελαστικό με πλέγματα διαγώνια (λοξά)

165B15 → Ελαστικό με πλέγματα διαγώνια με ενισχυτική ζώνη

- **Ικανότητα σε μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα**

Αυτή συμβολίζεται, συνήθως, με τα

Πίνακας 5.1 Μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας ελαστικού

Κωδικό γράμμα	Μεγίστη επιτρεπομένη ταχύτητα σε Km/h
Z	Μεγαλύτερη από 240
V	Μέχρι 240
H	« 210
U	« 200
T	« 190
S	« 180
Q	« 160

γράμματα S, T, V ή H και όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, αντιστοιχούν στη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για κάθε κατηγορία ελαστικού. Τοποθετούνται μεταξύ των δύο αριθμών που δηλώνουν τις διαστάσεις του ελαστικού, ενώ σε περίπτωση που έχουμε ακτινωτό πλέγμα - και φυσικά υπάρχει και το γράμμα R - αυτά τοποθετούνται πριν από το γράμμα R (κάτι αντίστοιχο γίνεται για τα γράμματα D και B ανάλογα με τον τύπο του ελαστικού).
Π.χ. 165HR13 ή 165DR13 κ.ο.κ.

Προσοχή!

Όταν αντικαθιστούμε ένα ελαστικό μιας επιτρεπομένης ταχύτητας, το νέο ελαστικό πρέπει να έχει το αυτό χαρακτηρισμό (γράμμα) που αντιστοιχεί στην ταχύτητα του παλαιού ελαστικού, διότι εάν έχει χαρακτηρισμό γράμματος που καλύπτει μικρότερη ταχύτητα, το όχημα δεν θα πρέπει να ξεπεράσει αυτή την τελευταία ταχύτητα. Όταν ένα ελαστικό τρυπήσει και στη συνέχεια επισκευασθεί, ο χαρακτηρισμός του γράμματος που αφορά την ταχύτητα δεν πρέπει να ισχύει πλέον, για λόγους ασφάλειας.

Πίνακας 5.2 Μέγιστη ικανότητα φόρτισης ελαστικού

Κωδικός αριθμός φορτίου	Μέγιστη ικανότητα φορτίσεως ελαστικού σε Kg (lbs)	
75	387	(851)
76	400	(880)
77	412	(906)
78	425	(935)
79	437	(961)
80	450	(990)
81	462	(1016)
82	475	(1045)
83	487	(1071)
84	500	(1100)
85	515	(1133)
86	530	(1166)
87	545	(1199)
88	560	(1232)
89	580	(1276)
90	600	(1320)
91	615	(1353)
92	630	(1386)
93	650	(1430)

Επίσης, όταν ένα ελαστικό αναγομωθεί, ο χαρακτηρισμός του γράμματος που δήλωνε τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα δεν πρέπει να γράφεται στη νέα αυτή μορφή του ελαστικού, διότι δεν ισχύει πλέον, αφού αφορούσε μόνο το καινούργιο ελαστικό.

- **Ικανότητα σε μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο του ελαστικού.**

Αυτή δίδεται σε kg (ή lbs) από τον Πίνακα 5.2 και καθορίζεται από τον κατασκευαστή του αυτοκινήτου, σε συνάρτηση με τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα και την πίεση του αέρα του ελαστικού.

- **Συμβολισμοί ελαστικών**

Συμπερασματικά, οι ανάγλυφες ενδείξεις στις πλευρές των ελαστικών επιτρέπουν να πιστοποιήσουμε τα κύρια χαρακτηριστικά τους. Έτσι, για παράδειγμα, η σήμανση: 195 70 R1488H, ερμηνεύεται ως εξής:

195 = Πλάτος διατομής σε mm.
70 = Σειρά (λόγος διατομής - φάρδος πέλματος) σε ποσοστό (%).
R = Ελαστικό ακτινωτών πλεγμάτων.
14 = Διάμετρος ζάντας σε ίντσες.
88 = Ικανότητα φορτίου: 560 Kg.
H = Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα 210 Km/h

Άλλοι συμβολισμοί που μπορεί να αναγράφονται επί των ελαστικών, είναι:

- Το όνομα του κατασκευαστή, η χώρα και ο χρόνος κατασκευής - ο οποίος γράφεται συνήθως σε εβδομάδα έτους - και το έτος κατασκευής. Π.χ., η ένδειξη 22-01 δηλώνει, ότι το ελαστικό κατασκευάσθηκε την 22η εβδομάδα του έτους 2001.
- Η κανονική πίεση του αέρα εντός του αεροθαλάμου.
- Σύμβολα μεγέθους και αριθμού λινών.
- Σύμβολο αναγνώρισης συνθετικών επισώτρων (π.χ. rayon, nylon, polyester κ.λ.π.).
- Χαρακτηρισμός για στρατιωτική χρήση.
- Αύξων αριθμός κατασκευής και αριθμός μήτρας.
- Χαρακτηρισμός εάν το ελαστικό προέρχεται από αναγόμωση, οπότε αναγράφεται η λέξη αναγομωμένο ή recapping ή retreated.
- Θερμοκρασίες κανονικής λειτουργίας, κ.λ.π.

Τέλος, και οι αεροθάλαμοι διακρίνονται στους παρακάτω τρεις τύπους:

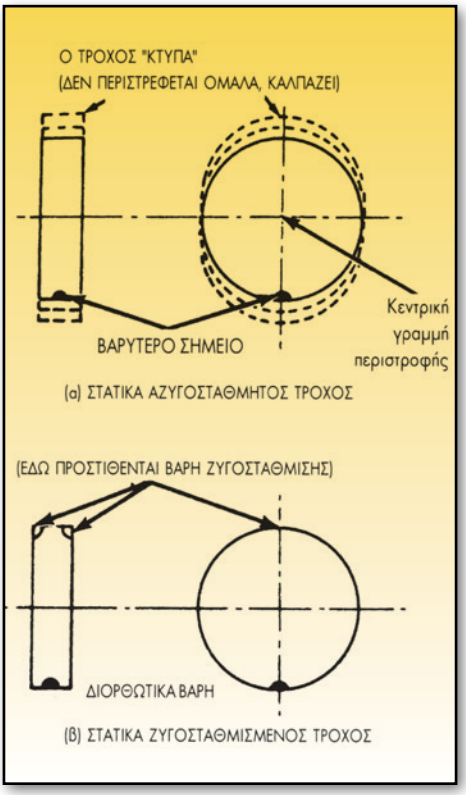
α) Συνήθης αεροθάλαμος (STANDAR)
β) Στρατιωτικός αεροθάλαμος
γ) Αλεξίσφαιρος αεροθάλαμος.

5.2.3 Ζυγοστάθμιση τροχών

5.2.3.1 Γενικά

Το σύστημα του τροχού (ζάντα και ελαστικό) μπορεί να ελεγχθεί με ζυγοστάθμιση, είτε επάνω στο όχημα, είτε εκτός αυτού. Υπάρχουν δύο τρόποι ζυγοστάθμισης των τροχών: Ο Στατικός (κατά τον οποίο ο τροχός μένει ακίνητος) και ο Δυναμικός (κατά τον οποίο ο τροχός περιστρέφεται) που είναι και ο περισσότερο συνηθισμένος σήμερα τρόπος ζυγοστάθμισης για το λόγο ότι ο τροχός (ζάντα και λάστιχο) μπορεί μεν να είναι ζυγοσταθμισμένος με τη στατική μέθοδο, αλλά να παραμένει ακόμη αζυγοστάθμιστος δυναμικά.

Ένας τροχός αζυγοστάθμιστος (είτε στατικά, είτε δυναμικά) κάνει το σύστημα διεύθυνσης του οχήματος να κινείται (εκτινάσσεται, τρέμει) από πλευρό σε πλευρό, ειδικά στις υψηλές ταχύτητες. Πάντως, πριν προχωρήσουμε στον έλεγχο της ζυγοστάθμισης ενός τροχού, θα πρέπει να εξετάσουμε εάν αυτός έχει διάφορες ζημιές, όπως π.χ. εάν η ζάντα ή ο δίσκος της έχουν παραμορφωθεί, ή εάν οι οπές στήριξης της ζάντας στο μουαγιέ με τα μπουλόνια έχουν γίνει οβάλ, οπότε το ελαστικό δεν είναι καλά κεντραρισμένο και έτσι δεν βρίσκεται σε κανονική κατάσταση χρήσης. Αφού, λοιπόν, διαπιστώσουμε ότι δεν υπάρχει κανένα τέτοιο πρόβλημα, στη συνέχεια καθαρίζουμε το ελαστικό αφαιρώντας τυχόν ξένα σωματίδια (λάσπες, χαλίκια κ.α.) που έχουν εισχωρήσει στο πέλμα, και τέλος αφού το πληρώσουμε με αέρα πίεσης, σύμφωνα με αυτή που προβλέπει ο κατασκευαστής, προχωρούμε στη ζυγοστάθμισή του.

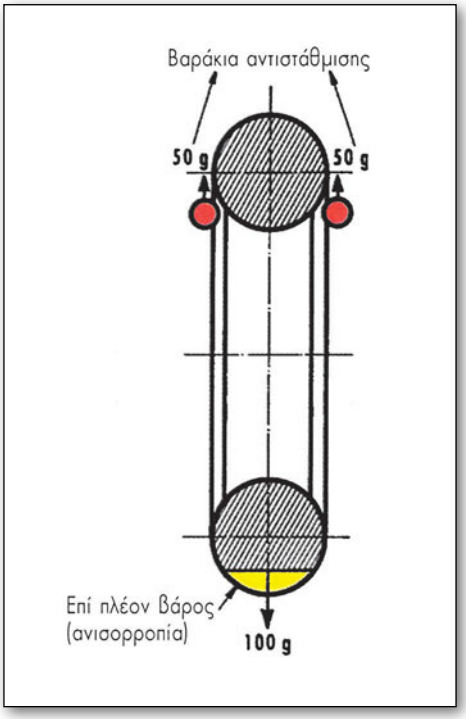


Σχ.5.58 Στατική ζυγοστάθμιση τροχού: (α) Στατικά αζυγοστάθμιστος τροχός προκαλεί κτυπήματα (καλπάζει). (β) Προσθέτοντας βάρη αποκαθίσταται η ίση κατανομή του βάρους περιφερειακά του τροχού.

5.2.3.2 Στατική ζυγοστάθμιση

Ο έλεγχος αυτός συνίσταται στο να εξασφαλίσουμε την προϋπόθεση ότι το κέντρο βάρους του τροχού πρέπει να βρίσκεται επάνω στον άξονα περιστροφής του. Για να συμβεί αυτό, θα πρέπει να υπάρχει ίση κατανομή του βάρους γύρω (περιφερειακά) στον τροχό, πράγμα το οποίο διαπιστώνεται με τον εξής τρόπο: Εάν περιστρέφουμε λίγο τον τροχό γύρω από τον άξονα του και αυτός επιστρέφει πάντα στην ίδια θέση μετά από μερικές ταλαντώσεις, αυτό σημαίνει πως υπάρχει ανομοιόμορφη κατανομή της μάζας του, η οποία εντοπίζεται στο χαμηλότερο μέρος του τροχού (Σχήμα 5.58). Μάλιστα, όταν οι εμπρόσθιοι τροχοί είναι στατικά αζυγοστάθμιστοι, μπορεί να προκαλέσουν την αναπήδηση πάνω - κάτω του εμπρόσθιου μέρους του οχήματος στις περισσότερες ταχύτητες, γεγονός που, ενδεχομένως, μπορεί να προκαλέσει μεγάλη φθορά στα ελαστικά.

Σχ.5.59 Ζυγοστάθμιση ενός τροχού σε «αλφάδι» ή στατικό ζυγοσταθμιστή.

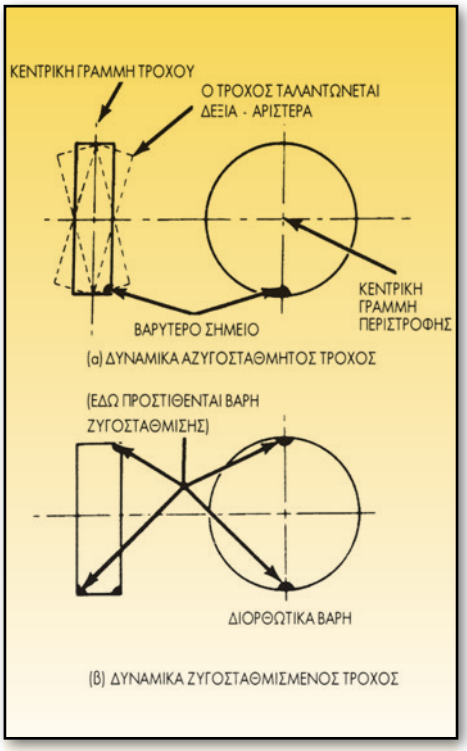


Σχ.5.60 Στατική ζυγοστάθμιση τροχού.

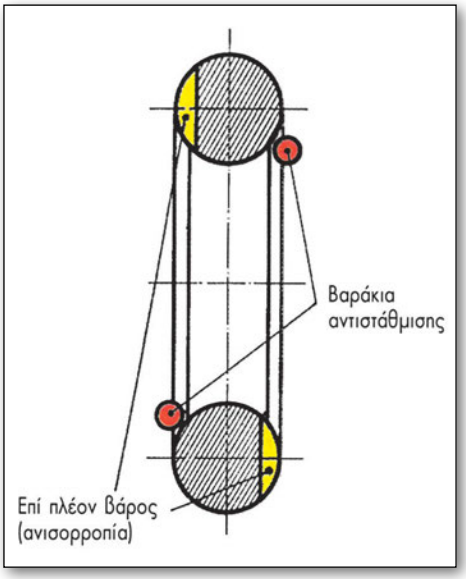
Για να κάνουμε τη στατική ζυγοστάθμιση ενός τροχού, τον αφαιρούμε από το όχημα και τον τοποθετούμε σε ένα μηχάνημα που ονομάζεται «αλφάδι» ή στατικός ζυγοσταθμιστής (Σχήμα 5.59). Εάν ο τροχός είναι βαρύτερος σε μία του διατομή και άρα είναι αζυγοστάθμιστος, το αλφάδι θα κινηθεί από το κέντρο του ζυγοσταθμιστή. Ζυγοσταθμίζουμε και πάλι τον τροχό, προσθέτοντας ειδικά μαγνητικά βάρη ή από μόλυβδο στη ζάντα (Σχήμα 5.60), μέχρις ότου το αλφάδι έρθει στο κέντρο. Αυτά τα επιπρόσθετα ειδικά φορτία (βάρη) τοποθετούνται διαμετρικά αντίθετα από τη βαρύτερη διατομή του τροχού μετά από επανειλημμένες προσπάθειες, μέχρις ότου να πετύχουμε την αδιάφορη ισορροπία του τροχού και το αλφάδι να παραμένει κεντραρισμένο. Συνήθως, αυτό το επιπλέον βάρος που προστίθεται, μοιράζεται ομοιόμορφα τόσο στην εσωτερική όσο και στην εξωτερική πλευρά του τροχού επάνω στη ζάντα.

5.2.3.3 Δυναμική ζυγοστάθμιση

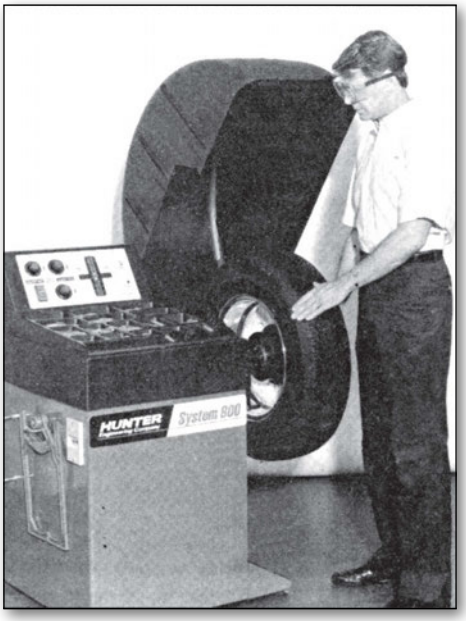
Η στατική ζυγοστάθμιση δεν είναι ικανοποιητική, διότι δεν λαμβάνει υπόψη τις φυγοκεντρικές δυνάμεις που αναπτύσσονται, ιδιαίτερα στις μεγάλες ταχύτητες. Κατά τη δυναμική, όμως, ζυγοστάθμιση, προσπαθούμε να επιτύχουμε την ίση κατανομή του βάρους σε κάθε πλευρά του τροχού σε σχέση με τους άξονες συμμετρίας του *(Σχήμα 5.61)*. Δηλαδή, στη δυναμική ζυγοστάθμιση προσπαθούμε να κατανέμουμε σωστά το πρόσθετο φορτίο (το ένα μέρος του σε αντίθετη θέση ως προς τον ένα άξονα συμμετρίας και το άλλο μέρος σε αντίθετη θέση ως προς τον άλλο άξονα συμμετρίας του τρο-



Σχ.5.61 Δυναμική ζυγοστάθμιση τροχού: (α) Τροχός δυναμικά αζυγοστάθμιστος προκαλεί πλευρικές ταλαντώσεις, (β) Προσθέτοντας βάρη, αποκαθιστούμε την ίση κατανομή της μάζας σε κάθε πλευρά του τροχού σε σχέση με τους άξονες συμμετρίας του.



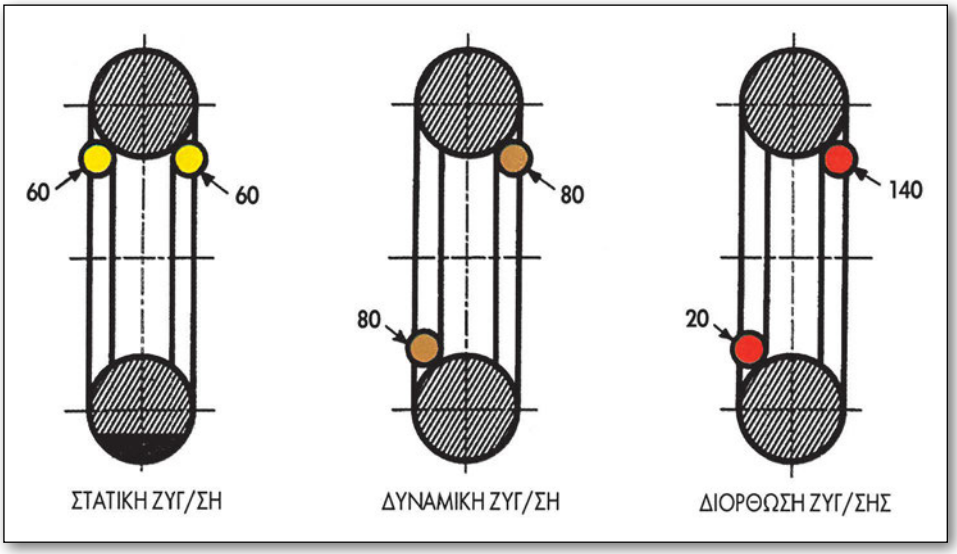
Σχ.5.62 Δυναμική ζυγοστάθμιση τροχού.



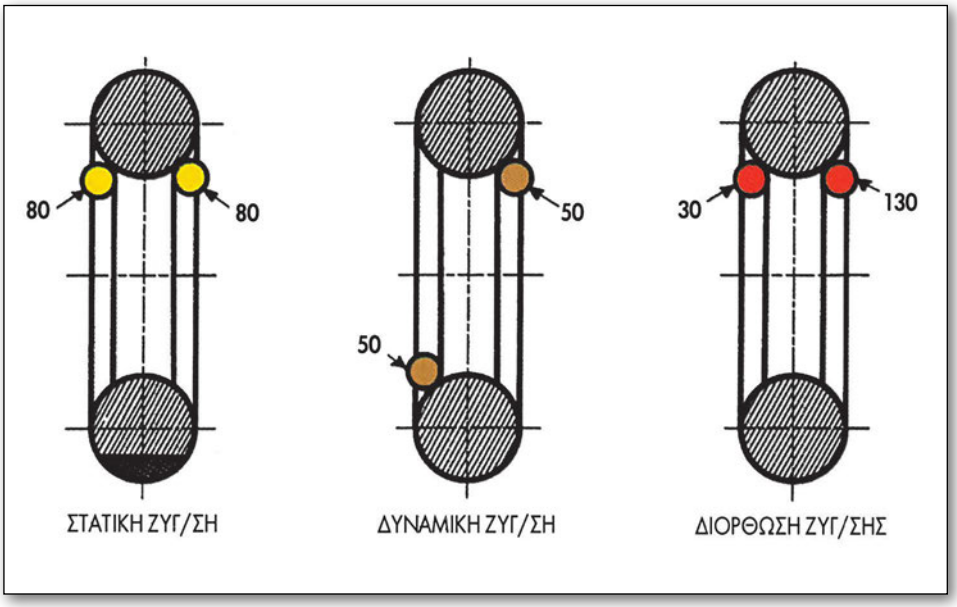
Σχ.5.63 Σύγχρονο μηχάνημα ζυγοστάθμισης, το οποίο δείχνει πού και πόσο βάρος είναι αναγκαίο να προστεθεί, για να διορθωθεί η ζυγοστάθμιση του τροχού.

χού) για να επιτύχουμε την αντιστάθμιση του φορτίου αυτού *(Σχήμα 5.62)*. Σ' αυτή την περίπτωση, το κέντρο βάρος του τροχού συμπίπτει με το κέντρο της περιστροφής του.

Όταν ο τροχός είναι δυναμικά ζυγοσταθμισμένος, δεν υπάρχει τάση να κινείται από πλευρό σε πλευρό καθώς η ταχύτητά του αυξάνει. Η δυναμική ζυγοστάθμιση γίνεται είτε με τον τροχό επάνω στο όχημα είτε εκτός αυτού,



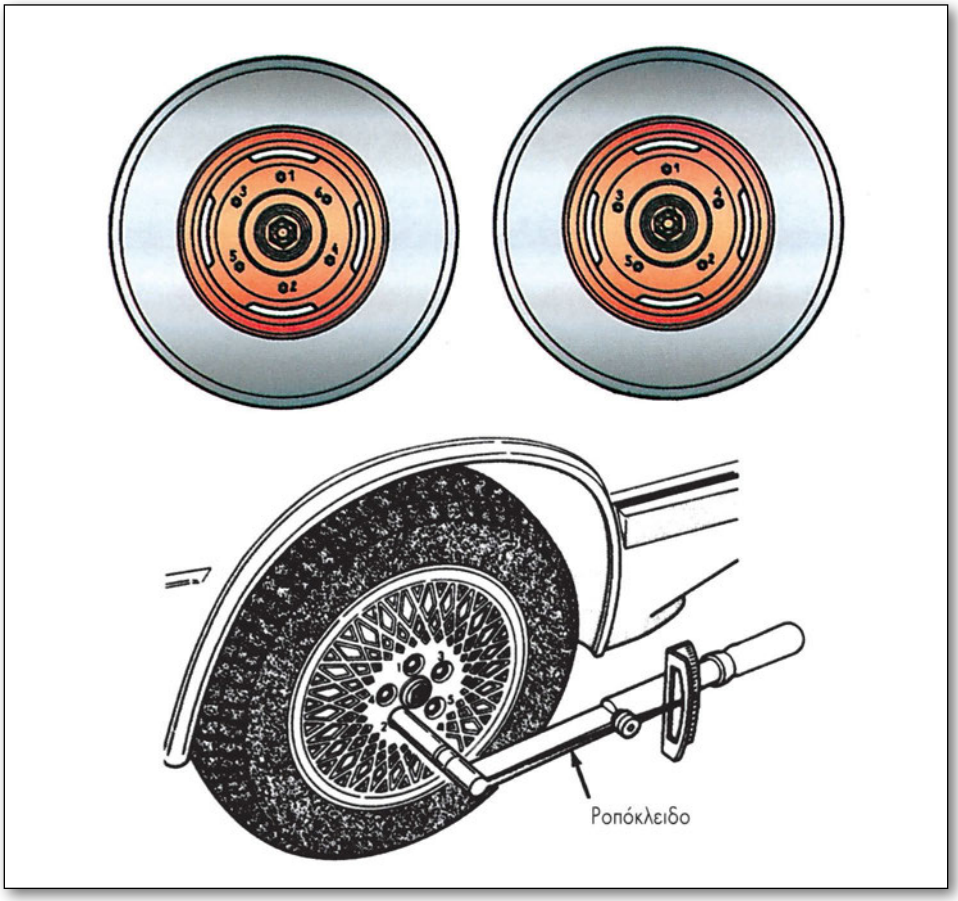
Σχ.5.64 Στη συγκεκριμένη περίπτωση η δυναμική ζυγοστάθμιση είναι περισσότερο ενδιαφέρουσα, αφού απαιτεί μεγαλύτερα βάρη από την αντίστοιχη στατική. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι να τοποθετούμε μόνο 120gr βάρους για να διορθώσουμε τη ζυγοστάθμιση, διότι 280 - 160 = 120gr.



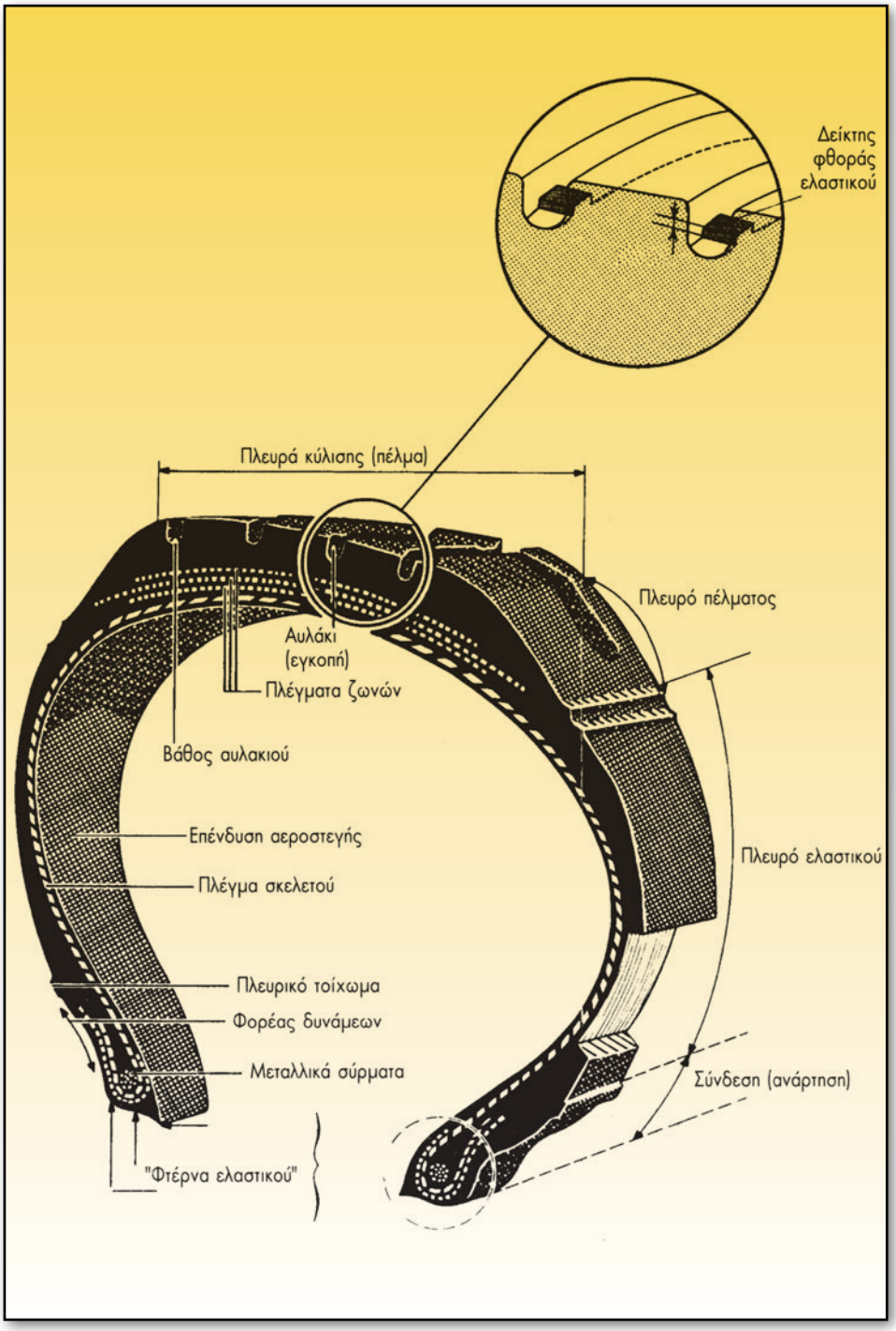
Σχ.5.65 Εδώ, η δυναμική ζυγοστάθμιση είναι λιγότερο ενδιαφέρουσα, αφού απαιτεί μικρότερα βάρη από την αντίστοιχη στατική. Το συνολικό αποτέλεσμα είναι να τοποθετούμε μόνο 100gr βάρους για να διορθώσουμε τη ζυγοστάθμιση, διότι 260- 160 = 100gr βάρους.

και αυτό εξαρτάται από τον τύπο του μηχανήματος ζυγοστάθμισης που χρησιμοποιείται. Στο Σχήμα 5.63 φαίνεται ένας σύγχρονος ζυγοσταθμιστής, ο οποίος κάνει ταυτόχρονα και στατική και δυναμική ζυγοστάθμιση και ο οποίος δείχνει πόσο βάρος είναι αναγκαίο και σε ποια θέση της ζάντας πρέπει να τοποθετηθεί, για να ζυγοσταθμιστεί σωστά ο τροχός. Αυτό το μηχάνημα φέρει αισθητήρες που καταγράφουν και μεταδίδουν τις ταλαντώσεις του τροχού σε μία ηλεκτρονική μονάδα, όπου είναι ενσωματωμένος ένας ανακλαστήρας με στροβοσκοπικό λαμπτήρα, ο οποίος εντοπίζει τη θέση της ανισορροπίας του περιστρεφόμενου τροχού και ταυτόχρονα δείχνει το αναγκαίο βάρος και τη θέση που πρέπει αυτό να προστεθεί, για να ζυγοσταθμισθεί ο τροχός. Επίσης, διαθέτει και ένα γαλβανόμετρο που δείχνει το μέγεθος της ανισορροπίας, της συγκέντρωσης δηλαδή μάζας σε κάποια διατομή του τροχού.

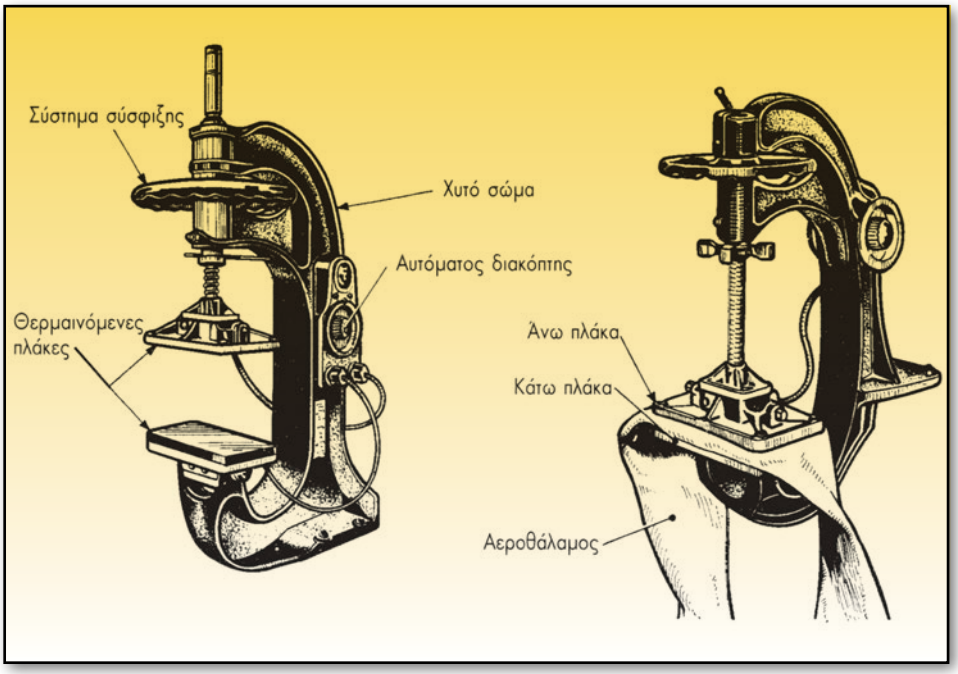
Εάν η αντιστάθμιση της δυναμικής ανισορροπίας συμπίπτει με τα βάρη της



Σχ.5.66 Σειρά σύσφιξης περικοχλίων τροχού.



Σχ.5.67 Δείκτης φθοράς ελαστικού.



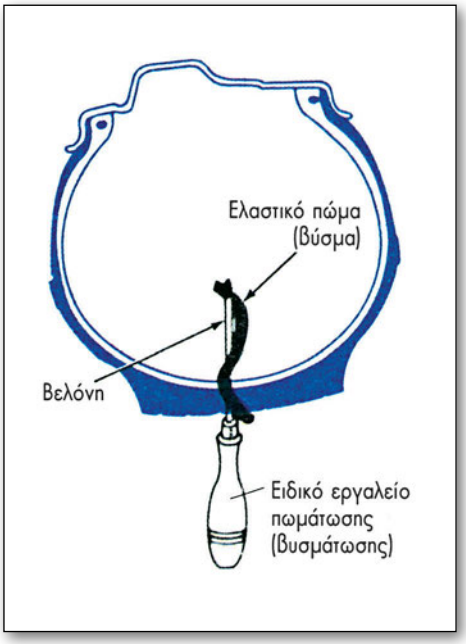
Σχ.5.68 Συσκευή θερμής συγκόλλησης αεροθαλάμου.

στατικής ζυγοστάθμισης, είναι δυνατές ορισμένες διορθώσεις της συνολικής ζυγοστάθμισης, όπως αυτές φαίνονται στα Σχήματα 5.64 και 5.65.

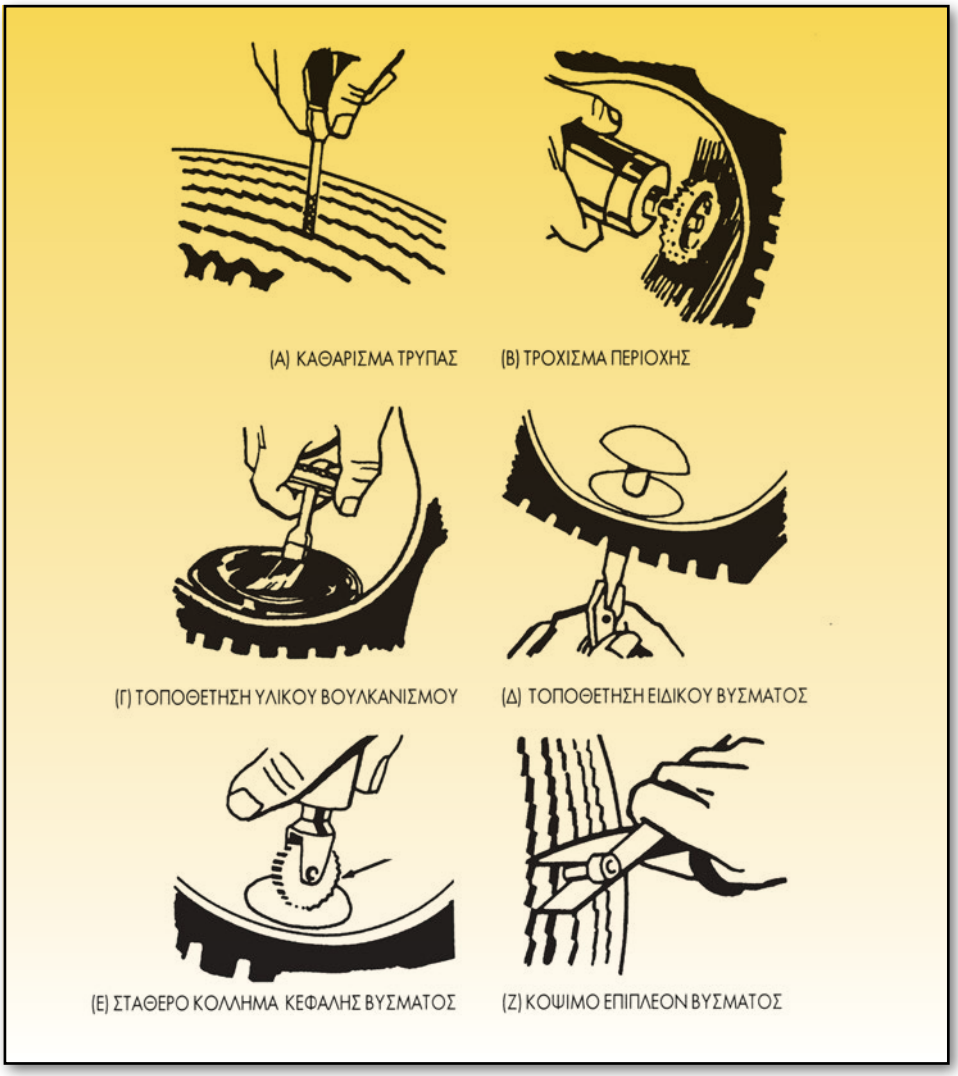
5.2.4 Έλεγχοι - Φθορές - Βλάβες - Επισκευές - Συντήρηση

5.2.4.1 Γενικά

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, οι τροχοί πρέπει να είναι ανθεκτικοί και ταυτόχρονα ελαστικοί για να μεταφέρουν το βάρος του οχήματος, να μεταβιβάζουν την ελκτική δύναμη του κινητήρα και τη ροπή στρέψης που δημιουργείται κατά την πέδηση στα επίσωτρα (ελαστικά), αλλά και να αντιστέκονται σε πλευρικές δυνάμεις κάτω από διαφορετικές συνθήκες φορτίου,



Σχ.5.69 Επισκευή ελαστικού επισώτρου.



Σχ.5.70 Μόνιμη επισκευή ελαστικού χωρίς αεροθάλαμο (Tubeless).

ταχύτητας και εδάφους. Οι μεγάλες ταχύτητες απαιτούν το κέντρο βάρους του οχήματος να βρίσκεται χαμηλά και επιβάλλουν την ανάγκη χρησιμοποίησης τροχών μικρής διαμέτρου και τελείως ζυγοσταθμισμένων.

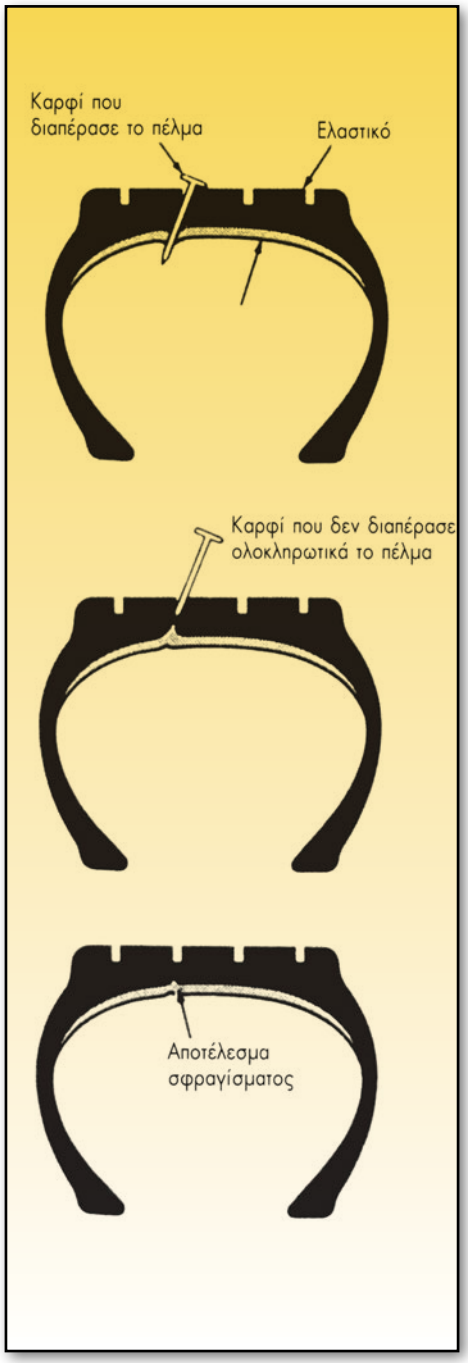
5.2.4.2 Φθορές - Βλάβες - Επισκευές

Οι πιο συνηθισμένες φθορές των τροχών είναι οι παραμορφώσεις των δίσκων και των σώτρων (ζαντών) από μεγάλες ή μικρές προσκρούσεις και οι ρωγμές τους είτε από προσκρού-

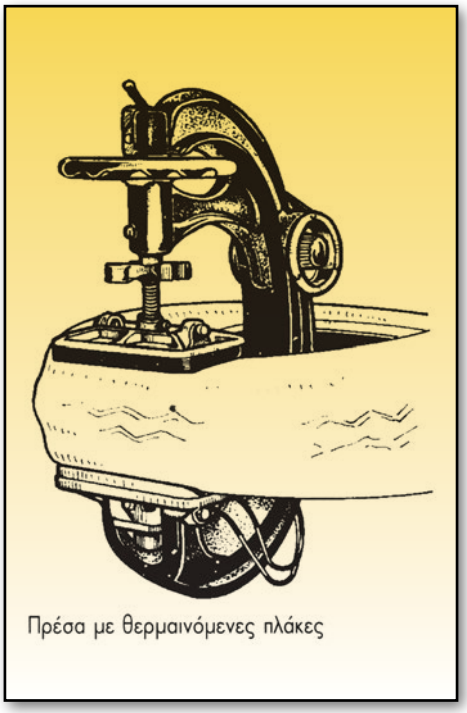
σεις, είτε από υπερβολική σύσφιγξη των περικοχλίων (παξιμαδιών) ή των μπουλονιών στερεώσεως των τροχών. Μια ορθή σειρά σύσφιγξης των περικοχλίων ενός τροχού με 5 και 6 περικόχλια φαίνεται στο Σχήμα 5.66. Αν τα περικόχλια είναι 4, αυτά συσφίγγονται σταυρωτά, ενώ αν είναι 3, συσφίγγεται πρώτα το περικόχλιο που βρίσκεται στο υψηλότερο επίπεδο, μετά αυτό που είναι χαμηλότερα - για να «καθίσει» καλά ο τροχός στη θέση του - και τέλος το τρίτο. Η όλη διαδικασία επαναλαμβάνεται, μέχρις ότου επιτύχουμε την αριθμητική τιμή της ροπής σύσφιγξης που ορίζει ο κατασκευαστής. Μικρές παραμορφώσεις σε διάφορα σημεία της ζάντας επανορθώνονται με σφυρηλασία, ενώ σοβαρότερες παραμορφώσεις και ρωγμές αχρηστεύουν το δίσκο και ίσως ολόκληρη τη ζάντα, οπότε επιβάλλεται η αντικατάστασή της με καινούργια.

Για τα ελαστικά, η πιο συνηθισμένη φθορά είναι η μείωση του βάθους των αυλακώσεων του πέλματος τους μετά από μεγάλη χρήση. Έτσι, όταν το βάθος φθάσει τα 1,6mm, το ελαστικό πρέπει να αντικαθίσταται, γιατί μειώνεται κατά πολύ η ικανότητά του για ικανοποιητική πρόσφυση στο οδόστρωμα. Για το σκοπό αυτό, υπάρχει ειδικό εργαλείο που μετρά το βάθος της αυλάκωσης του πέλματος, ενώ σε ορισμένα ελαστικά υπάρχουν σχετικοί δείκτες φθοράς *(Σχ.5.67)*. Όταν, δηλαδή, το βάθος των αυλακώσεων είναι μικρότερο από το ελάχιστο επιτρεπόμενο βάθος, η φθορά έχει φτάσει μέχρι το δείκτη και το ελαστικό πρέπει να αντικατασταθεί.

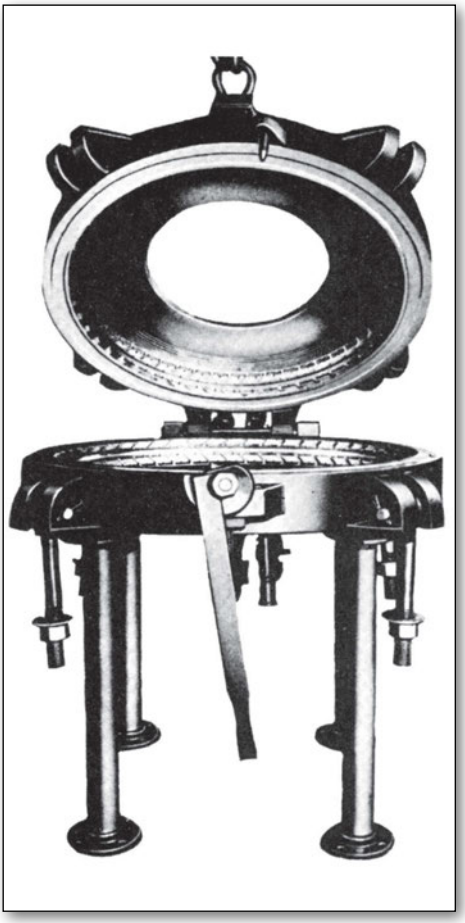
Άλλη συνηθισμένη φθορά του ελαστικού



Σχ.5.71 Φάσεις αυτοσυγκόλλησης σε αυτοσυγκολλούμενο ελαστικό χωρίς αεροθάλαμο (Tubeless).



Σχ.5.72 Συσκευή τοπικής αναγόμωσης ελαστικού.



Σχ.5.73 Συσκευή ολικής αναγόμωσης ελαστικού.

είναι το τρύπημα ή το κόψιμο από καρφί, γυαλί ή άλλο αιχμηρό αντικείμενο, με άμεση συνέπεια την απώλεια στεγανότητας και άρα του αέρα.

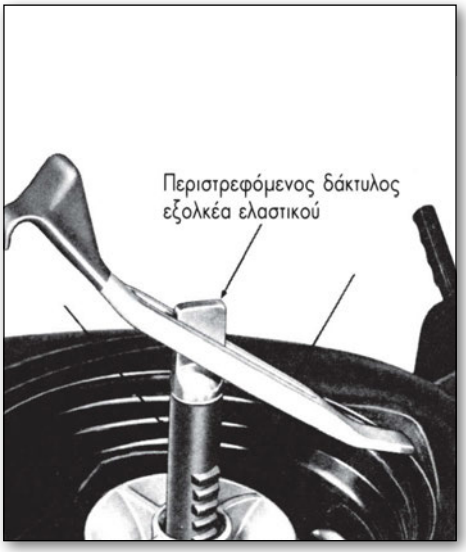
Βέβαια, αν η οπή είναι μικρή και το ελαστικό έχει αεροθάλαμο (σαμπρέλα), η επανόρθωση γίνεται με θερμή ή ψυχρή συγκόλλησή του *(Σχ.5.68)*.

Αν, όμως, το ελαστικό δεν έχει αεροθάλαμο, είναι δηλαδή τύπου tubeless, επισκευάζεται προσωρινά με ειδικό ελαστικό βύσμα ή κορδόνι και κόλλα, με τη βοήθεια ειδικού εργαλείου *(Σχ.5.69)*.

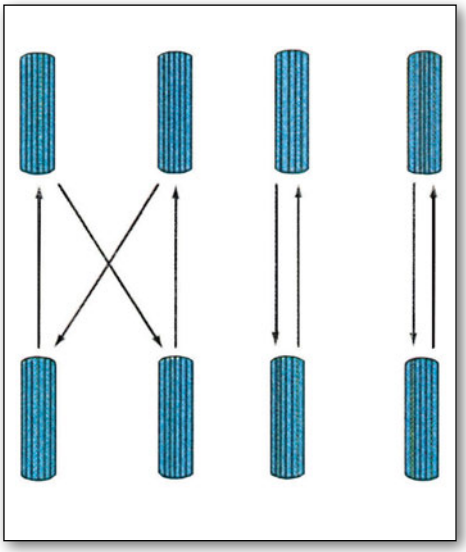
Πάντως, για τη μόνιμη επισκευή ενός ελαστικού χωρίς αεροθάλαμο, ακολουθούμε τα βήματα του Σχήματος 5.70.

Υπάρχουν και ελαστικά tubeless τα οποία αυτοσυγκολλούνται, όταν γίνει σ' αυτά μικρή τρύπα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.71.

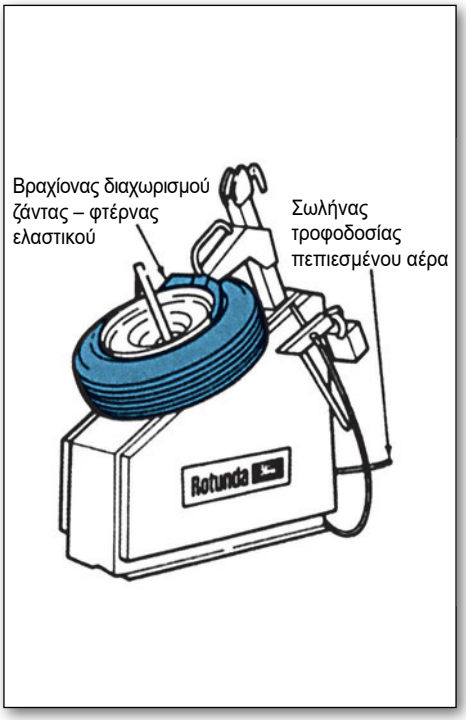
Οι μεγαλύτερες οπές ή τα σχισίματα του ελαστικού απαιτούν επισκευές με τοπική θερμική αναγόμωση (βουλκανισμό) *(Σχ.5.72),* ή ολική αναγόμωση *(Σχ.5.73)*. Τέλος, το ελαστικό μπορεί να σπάσει («κλατάρει») είτε μετά από πρόσκρουση σε αιχμηρό αντικείμενο, είτε από υπερθέρμανση ή και από



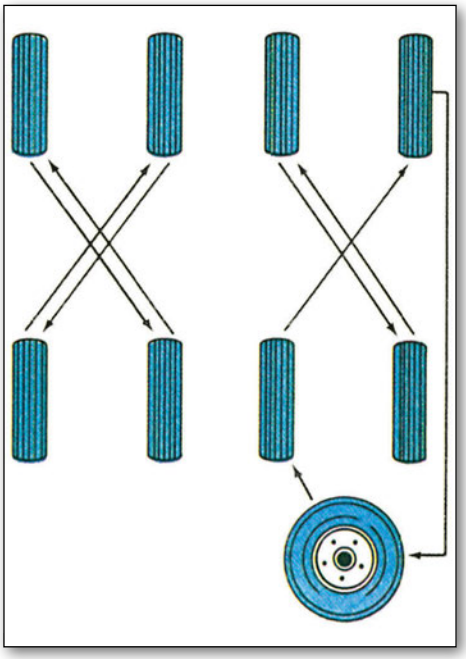
Σχ.5.74 Εργαλεία αποσυναρμολόγησης τροχού.



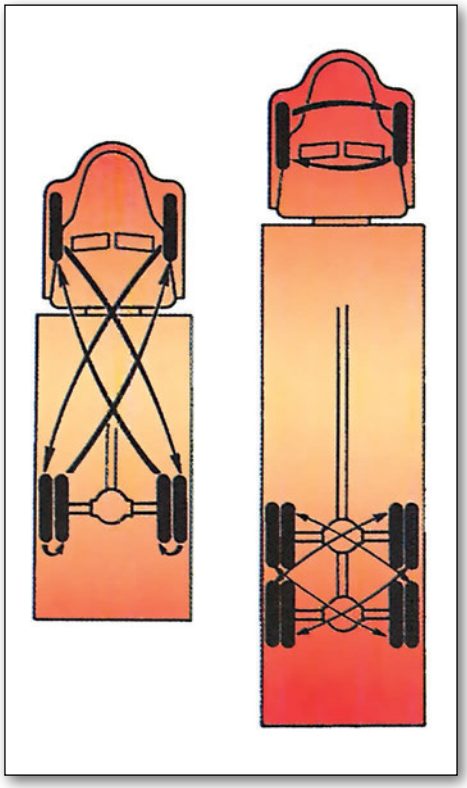
Σχ.5.76 Διάγραμμα εναλλαγής τροχών για αυτοκίνητα με κίνηση πίσω, χωρίς εφεδρικό τροχό.



Σχ.5.75 Μηχάνημα αποσυναρμολόγησης τροχού.



Σχ.5.77 Διάγραμμα εναλλαγής τροχών για αυτοκίνητα με κίνηση μπροστά, χωρίς εφεδρικό τροχό και με εφεδρικό τροχό.



Σχ.5.78 Διάγραμμα εναλλαγής τροχών σε φορτηγό διαξονικό και τριαξονικό.

υπερπίεση. Ανάλογα με τη ζημιά μπορεί να επισκευασθεί με μερική ή ολική αναγόμωση, μπορεί όμως και να αχρηστευθεί, οπότε χρειάζεται η αντικατάστασή του με καινούργιο του ίδιου τύπου και των ίδιων ακριβώς προδιαγραφών.

Η (απο)συναρμολόγηση του τροχού γίνεται με ειδικά εργαλεία και μηχανήματα που φαίνονται στα Σχήματα 5.74 και 5.75.

Επίσης, βλάβη στο ελαστικό μπορεί να προέρχεται και από κακή λειτουργία της βαλβίδας του αεροθαλάμου, η οποία πρέπει να αλλαχθεί.

5.2.4.3 Συντήρηση

Τα ελαστικά δεν φθείρονται ομοιόμορφα σε όλους τους τροχούς του οχήματος και γι' αυτό πρέπει κάθε 10.000 έως 15.000 km να γίνεται κυκλική εναλλαγή των θέσεών τους με τέτοιον τρόπο, ώστε κατά τη διάρκεια της ζωής τους να χρησιμοποιηθούν όλα τα ελαστικά σε όλες τις θέσεις. Τα τελευταία, πάντως χρόνια, ολοένα και περισσότεροι κατασκευαστές συστήνουν όχι την κυκλική εναλλαγή θέσης των τροχών, αλλά μόνο την εναλλαγή του εμπρός με τον πίσω τροχό και μάλιστα της ίδιας πλευράς του αυτοκινήτου.

Στα Σχήματα 5.76 και 5.77 δίνονται μερικές ιδέες τυπικής εναλλαγής τροχών για μικρά επιβατικά οχήματα και φορτηγά.

Επίσης, η κανονική πίεση στα ελαστικά έχει μεγάλη σημασία για τη διάρκεια ζωής τους, γι' αυτό και πρέπει να ελέγχεται μία φορά την εβδομάδα και πάντα με κρύα τα ελαστικά. Συχνά ο κατασκευαστής δίνει διαφορετική πίεση στους εμπρόσθιους τροχούς από τους οπίσθιους, επειδή ακριβώς αυτό είναι συνάρτηση τόσο της κατανομής του φορτίου όσο και του συστήματος διεύθυνσής του.

5.2.4.4 Αιτίες γρήγορης και ακανόνιστης φθοράς των ελαστικών

Αυτές μπορεί να είναι:

- Η ανεπαρκής πλήρωση των ελαστικών με αέρα (χαμηλή πίεση αέρα ελαστικού).
- Η μη κανονική γωνία Κάμπερ και σύγκλισης.
- Οι αζυγοστάθμιστοι τροχοί.

- Η φθορά των πείρων των δακτυλιδιών των ακραξονίων, των ρουλεμάν, καθώς και η κακή ρύθμισή τους.
- Η στρέβλωση του βραχίονα του συστήματος διεύθυνσης και η έλλειψη κοινού κέντρου περιστροφής των τροχών (κακή ευθυγράμμιση).
- Τα εξασθενισμένα ελάσματα του ελατηρίου της ανάρτησης ή ο σπασμένος κεντρικός πείρος του ελατηρίου ή τα χαλαρωμένα βλήτρα (μπουλόνια) σύνδεσης (ελαττωματική ανάρτηση).
- Η υπερφόρτωση του οχήματος.
- Τα μη ρυθμισμένα φρένα, τα οβάλ τύμπανα πέδησης (ταμπούρα) και τα στρεβλωμένα σώτρα (ζάντες).
- Η «γήρανση» του ελαστικού μετά από παρατεταμένη έκθεση του στον ήλιο ή η αποθήκευσή του για μεγάλο χρονικό διάστημα, πράγμα που μειώνει τη διάρκεια ζωής του, επειδή υφίσταται την επίδραση του όζοντος της ατμόσφαιρας, οπότε σκληραίνει και χάνει την ελαστικότητά του.

5.2.5 Περίληψη της ενότητας

1. Ο τροχός είναι το μόνο εξάρτημα που φέρει σε επαφή ένα όχημα με το έδαφος και μέσω του οποίου γίνεται η κίνησή του, γεγονός που επηρεάζει τα περισσότερα συστήματα του οχήματος, όπως της παραγωγής ισχύος, της μετάδοσης της κίνησης, της διεύθυνσης, της ανάρτησης και της πέδησης. Επίσης επηρεάζει σημαντικά την ασφάλεια του ίδιου του οχήματος.
2. Ο τροχός αποτελείται από δύο μέρη: το μεταλλικό που περιλαμβάνει την πλήμνη, το δίσκο και το σώτρο (ζάντα), και το ελαστικό μέρος που αποτελείται από το επίσωτρο (ελαστικό) και τον αεροθάλαμο (σε ορισμένα ελαστικά).
3. Τα ελαστικά διακρίνονται σε τρεις γενικές κατηγορίες: α) Στα ελαστικά με λοξά (διαγώνια) πλέγματα, β) Στα ελαστικά με ακτινωτά πλέγματα (Radial) και γ) Στα ελαστικά με λοξά πλέγματα που φέρουν ενισχυμένη ζώνη, ενώ υπάρχει και ο τύπος των ολόσωμων ελαστικών.
4. Τα ελαστικά μπορεί να φέρουν, εσωτερικά, είτε αεροθάλαμο (σαμπρέλα) με τη βαλβίδα πληρώσεώς του με αέρα, είτε όχι (Tubeless).
5. Μεγάλο ρόλο στο ελαστικό παίζει η μορφή του πέλματος για να μπορεί αυτό να κινείται εύκολα και με ασφάλεια σε διάφορα είδη οδοστρωμάτων και κάτω από ποικίλες συνθήκες (χιόνι, βροχή κλπ.).
6. Στα πλευρά ενός ελαστικού είναι ανάγλυφα χαραγμένες διάφορες σημάνσεις που δηλώνουν τα χαρακτηριστικά στοιχεία του. Οι κύριες διαστάσεις των ελαστικών δίδονται με δύο αριθμούς σε χιλιοστά ή ίντσες, ενώ μεταξύ αυτών υπάρχει το γράμμα R για τα ελαστικά με ακτινωτά πλέγματα, ή το γράμμα D για ελαστικά με πλέγματα λοξά, ή το γράμμα B για ελαστικά με πλέγματα λοξά με ενισχυμένη ζώνη. Ο πρώτος από τους παραπάνω αριθμούς συμβολίζει τη διατομή του ελαστικού (πλάτος) και ο δεύτερος την εσωτερική διάμετρο του (δηλαδή

την απόσταση μεταξύ των «φτερνών», που είναι η διάμετρος της ζάντας). Επίσης, μεταξύ των δύο αυτών αριθμών και πριν από το χαρακτηριστικό γράμμα, είναι γραμμένος και ο αριθμός της σειράς. Μετά τον δεύτερο αριθμό, συνήθως, ακολουθεί το χαρακτηριστικό σύμβολο της ικανότητας μεταφοράς του μέγιστου φορτίου, καθώς και το αντίστοιχο χαρακτηριστικό της μέγιστης επιτρεπόμενης ταχύτητας.

7. Οι τροχοί, λόγω της μεγάλης τους σπουδαιότητας στην όλη λειτουργία

5.2.6 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποια η αποστολή του τροχού ενός οχήματος και από ποια μέρη αυτός αποτελείται;
2. Ποια τα αίτια της ταχείας και ακανόνιστης φθοράς του ελαστικού;
3. Ποιες οι συνηθέστερες βλάβες που παρουσιάζονται στα ελαστικά, πώς και με ποια μέσα αυτές επισκευάζονται;
4. Πώς γίνεται και γιατί επιβάλλεται η εναλλαγή της θέσεως των τροχών στα οχήματα;
5. Ποιες ιδιότητες πρέπει να έχουν τα ελαστικά επίσωτρα;
6. Σε τι διαφέρουν τα ελαστικά με λοξά πλέγματα από τα αντίστοιχα με ακτινωτά πλέγματα;
7. Τι συμβολίζουν οι δύο αριθμοί των διαστάσεων των ελαστικών, σε ποιες μονάδες μετρώνται και τι συμβολίζουν τα γράμματα R, D και B;
8. Τι ορίζουμε ως «σειρά» ενός ελαστικού και ποια πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα παρουσιάζει αυτό, όταν ο αριθμός της σειράς του είναι μικρότερος;
9. Πώς δημιουργείται η «γωνία παρέκκλισης» στο ελαστικό κατά την οδήγηση και από ποιους παράγοντες αυτή εξαρτάται;
10. Εξηγήστε τι δηλώνουν οι παρακάτω αριθμοί και τα γράμματα που είναι αποτυπωμένα στο πλευρό ενός ελαστικού:

    α. 145 60R 14-84Z

    β. 165 80HR 13-86V

του οχήματος, πρέπει να ελέγχονται περιοδικά και σε τακτά χρονικά διαστήματα για τυχόν μη φυσιολογικές φθορές, αλλά και να συντηρούνται προληπτικά. Πάντως, οι κάθε είδους φθορές και βλάβες τους πρέπει να αποκαθίστανται άμεσα, ενώ για τη συντήρηση και τις επισκευές τους απαιτείται ειδικός εξοπλισμός (ειδικά εργαλεία και συσκευές) που τον διαθέτουν μόνο εξειδικευμένα συνεργεία.

11. Ποια τα είδη των σώτρων (ζαντών) και σε ποιες κατηγορίες οχημάτων χρησιμοποιείται το καθένα;
12. Είναι καλύτερο ή όχι να χαλαρώνεις τα περικόχλια των τροχών, πριν ανυψώσεις το όχημα και γιατί;
13. Τι γνωρίζεις για τη στατική και δυναμική ζυγοστάθμιση; Γιατί πρέπει να ελέγχονται οι τροχοί για απόλυτη ζυγοστάθμιση;
14. **Ατομική εργασία**

    Να συντάξεις ένα κατάλογο με τις διάφορες μορφές και αιτίες των πιο ασυνήθιστων φθορών των ελαστικών. Έτσι, καθώς ενημερώνεσαι γι' αυτές τις φθορές και για το τι σημαίνουν για ένα όχημα, θα μπορείς να προσφέρεις μία διάγνωση όταν παρατηρήσεις ένα ελαστικό με ασυνήθιστη φθορά.
15. **Ατομική εργασία**

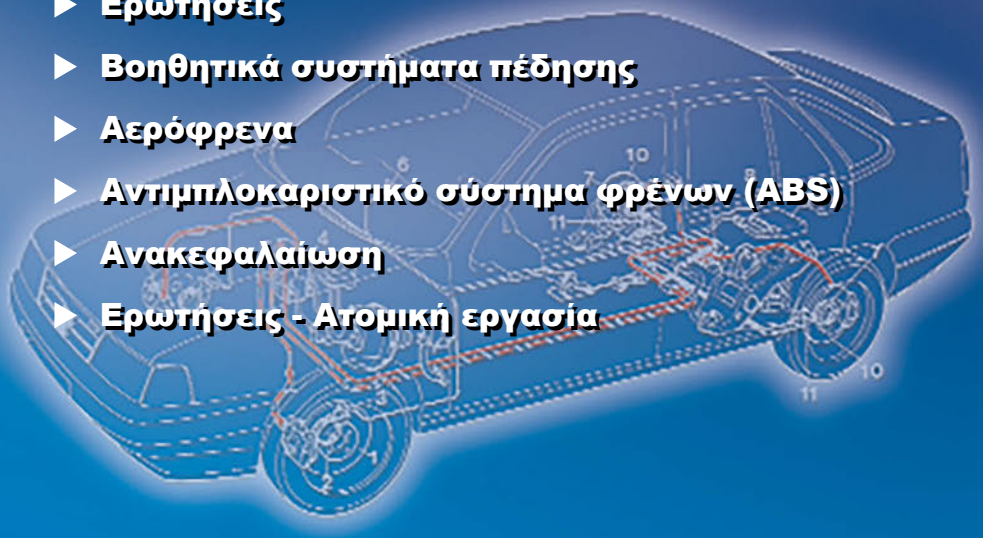
    Εάν μπορείς να επισκεφθείς ένα συνεργείο επισκευής ελαστικών, παρατήρησε τους ειδικευμένους τεχνίτες πώς αυτοί αφαιρούν και επανατοποθετούν ένα ελαστικό και πώς το επισκευάζουν. Κράτησε τις απαραίτητες σημειώσεις για κάθε ενδιαφέρουσα εργασία ή φαινόμενο που παρατήρησες και σου έκανε εντύπωση.
16. **Ατομική εργασία**

    Να εξετάσεις, πότε τα λάστιχα του οικογενειακού αυτοκινήτου ή της μηχανής σου πρέπει να αντικατασταθούν και να σημειώσεις την ανώτερη επιτρεπόμενη ταχύτητα, το ανώτερο επιτρεπόμενο βάρος και γενικά τα βασικά τους χαρακτηριστικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Σύστημα Πέδησης

- Σκοπός του συστήματος πέδησης
- Ενέργεια πέδησης
- Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση
- Είδη συστημάτων πέδησης
- Διατάξεις υδραυλικών συστημάτων πέδησης
- Υγρά φρένων
- Βοηθητικά συστήματα πέδησης
- Φθορές - Βλάβες
- Συντήρηση
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις
- Βοηθητικά συστήματα πέδησης
- Αερόφρενα
- Αντιμπλοκαριστικό σύστημα φρένων (ABS)
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική εργασία



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ορίζουν το σύστημα πέδησης ενός αυτοκινήτου.
- Να προσδιορίζουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση ενός οχήματος.
- Να διακρίνουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, πραγματικών κατασκευών) και να αναφέρουν τα διάφορα είδη των συστημάτων πέδησης.
- Να αξιολογούν και να περιγράφουν, μέσα από λειτουργικά ή κατασκευαστικά σχέδια, τον τρόπο λειτουργίας του χειρόφρενου (μηχανικού φρένου).
- Να διακρίνουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων και πραγματικών εξαρτημάτων) και να περιγράφουν τα μέρη που απαρτίζουν ένα πλήρες συγκρότημα συστήματος υδραυλικής πέδησης.
- Να αξιολογούν και να εξηγούν, μέσα από λειτουργικά σχέδια, τη λειτουργία του υδραυλικού συστήματος πέδησης.
- Να αναφέρουν τα μέρη του συστήματος υποβοήθησης του κυρίως συστήματος πέδησης και να περιγράφουν, με τη βοήθεια εποπτικών μέσων, τη λειτουργία του συστήματος αυτού με υποπίεση κινητήρα και πεπιεσμένο αέρα.
- Να μπορούν να συσχετίζουν τις βασικότερες βλάβες του συστήματος πέδησης με τα πιθανά αίτια, που τις προκαλούν.
- Να εξηγούν, μέσα από λειτουργικά σχέδια, τη λειτουργία των αερόφρενων.
- Να περιγράφουν, μέσα από λειτουργικά σχέδια, την αρχή λειτουργίας του συστήματος ABS.
- Να ακολουθούν τους τρόπους συντήρησης των συστημάτων πέδησης, σύμφωνα με τις προδιαγραφές των κατασκευαστών.

6.1 Σκοπός του συστήματος πέδησης

Σκοπός του συστήματος πέδησης ή φρένων είναι να επιτρέπει στον οδηγό να μειώνει προοδευτικά την ταχύτητα του οχήματός του, να το σταματά τελείως, όταν αυτό κινείται, ή να το αποτρέπει από αυτόματη και ανεπιθύμητη εκκίνηση, όταν είναι σταματημένο, ανεξάρτητα από την κλίση του δρόμου.

Η λειτουργία του συστήματος αυτού βασίζεται στην τριβή. Τα ενεργά μέρη του συστήματος διακρίνονται, κυρίως, σε δύο ομάδες: Στην πρώτη ομάδα ανήκουν όσα μέρη είναι ακίνητα και σταθερά συνδεμένα με τα ακίνητα μέρη των αξόνων των τροχών, ενώ στη δεύτερη ομάδα ανήκουν όσα μέρη είναι κινούμενα.

Όταν οι σταθερές επιφάνειες τριβής πιεσθούν με μεγάλη δύναμη επάνω στις κινητές, αναπτύσσεται ισχυρή τριβή, η οποία εξουδετερώνει την κινητική ενέργεια, που έχει αναπτύξει το όχημα, και η οποία τριβή μετατρέπεται σε θερμότητα, που στη συνέχεια απάγεται στο περιβάλλον.

Η δύναμη που φέρνει σε επαφή τις επιφάνειες τριβής, είναι αυτή που καταβάλλει ο οδηγός με το πόδι ή με το χέρι του και μεταφέρεται σ' αυτές από το σημείο εφαρμογής της, δηλαδή από το πεντάλ του φρένου (ποδόπληκτρο) ή το μοχλό του χειρόφρενου.

Όταν η δύναμη πέδησης μεταφέρεται με μηχανικά μέσα, το σύστημα της πέδησης ονομάζεται μηχανικό, ενώ, όταν μεταφέρεται με υδραυλικά μέσα, ονομάζεται υδραυλικό. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως π.χ. σε βαριά φορτηγά, λεωφορεία ή ακόμη και σε μικρότερα επιβατικά αυτοκίνητα, όπου η δύναμη πέδησης δεν επαρκεί, ή είναι μεγάλη και κοπιαστική η προσπάθεια του οδηγού, τότε χρησιμοποιούνται και βοηθητικά συστήματα. Αυτά ενισχύουν το υδραυλικό σύστημα πέδησης, είτε με τη χρησιμοποίηση του κενού του κινητήρα, είτε με τη χρήση άλλης δύναμης, όπως είναι συνήθως ο πεπιεσμένος αέρας, οπότε ο οδηγός περιορίζεται στο να ελέγχει μόνον τη νέα αυτή δύναμη, με την καταβολή πολύ μικρής προσπάθειας.

6.2. Ενέργεια πέδησης

Είναι γνωστό από τη Μηχανική, ότι κάθε σώμα που κινείται, εμπεριέχει ένα ποσό ενέργειας - και, άρα, αποκτά την ικανότητα για παραγωγή έργου - και η οποία ενέργεια αποδίδεται, όταν υποχρεωθεί το σώμα να σταματήσει την κίνηση.

Η ενέργεια αυτή ονομάζεται κινητική ($E_κ$) και είναι γνωστό από τη Φυσική, ότι ισούται με:

$$E_κ = \frac{1}{2} m \cdot \upsilon^2 \qquad (1)$$

όπου, m η μάζα του σώματος που κινείται, σε kg, και υ η ταχύτητα του σώματος σε m/sec.

Σημειώνεται ότι το βάρος B του σώματος μάζας m, θα είναι: B = m·g, και m = B/g, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας.

Παράδειγμα:

Ένα αυτοκίνητο με μάζα 1000 kg, που κινείται με ταχύτητα 72 km/h (δηλαδή:

$$\frac{72.000\ \text{m}}{3.600\ \text{sec}} = 20\ \text{m/sec}),$$

αν θεωρήσουμε: g = 9,81 m/sec^2 , θα έχει βάρος:

$$B = m \cdot g = 1000 \cdot 9{,}81 = 9810\ \text{N}$$

και κινητική ενέργεια:

$$E_κ = \frac{1}{2} m \cdot \upsilon^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{B}{g} \cdot \upsilon^2 =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{9810}{9{,}81} \cdot \frac{\text{N}}{\frac{\text{m}}{\text{sec}^2}} \cdot 20^2 \frac{\text{m}^2}{\text{sec}^2} =$$

$$= 400.000\ \text{N} \cdot \text{m}\ [\text{Joule}] = 400\text{kJ}.$$

Σημειώνεται ότι: $1N = 1kg \cdot m/sec^2$.
Έτσι, για να σταματήσει το όχημα που κινείται, πρέπει να απαλλαγεί από την κινητική του ενέργεια, πρέπει, δηλαδή, η **κινητική ενέργεια** $E_κ$ να μετατραπεί - μέσω του έργου τριβής - σε θερμότητα ($E_κ = E_{πεδησης}$). Η ενέργεια αυτή ονομάζεται **έργο τριβής** ή **έργο πέδησης**. Αν, λοιπόν, ονομάσουμε $S_π$ το διάστημα σε μέτρα (m), κατά το οποίο μετακινήθηκε το κέντρο βάρους ενός οχήματος, και $F_π$ τις δυνάμεις (σε N), που αντιστέκονται στην κίνηση του οχήματος και προσπαθούν να το φρενάρουν, τότε το γινόμενο θα ισούται με την κινητική ενέργεια ($E_κ$) ή Έργο Πέδησης ($E_{πεδ.}$). Θα έχουμε, δηλαδή:

$$E_{πέδησης} = F_π \cdot S_π \ (N \cdot m) \qquad (2)$$

και

$$E_{πέδησης} = F_π \cdot S_π = \frac{1}{2} m \cdot υ^2 \Leftrightarrow$$

$$S_π = \frac{m \cdot υ^2}{2F_π} \ σε \ \frac{kg \cdot \frac{m^2}{sec^2}}{\frac{kg \cdot m}{sec^2}} = m \qquad (3)$$

Είναι φανερό, ότι για συγκεκριμένο όχημα και ταχύτητα, το διάστημα $S_π$, το οποίο ονομάζεται διαδρομή πέδησης, είναι τόσο μικρότερο, όσο μεγαλύτερη είναι η δύναμη πέδησης $F_π$. Η δύναμη αυτή ($F_π$), είναι φυσικό, ότι δεν μπορεί να εφαρμοσθεί πουθενά αλλού, εκτός από τα σημεία επαφής των τροχών με το οδόστρωμα και ότι δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από τη δύναμη τριβής μεταξύ τροχών και οδοστρώματος.

Αν, λοιπόν, ονομασθεί Τ η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη τριβής σε οριζόντιο έδαφος, αυτή θα είναι ίση με:

$$T_{max} = F_π = μ_{max} \cdot B \qquad (4)$$

όπου, $μ_{max}$ ο μέγιστος συντελεστής τριβής ολίσθησης μεταξύ τροχών και οδοστρώματος και Β το βάρος του οχήματος σε (N).
Επειδή, όμως, η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη πέδησης είναι η Τ (οπότε $F_π = T$, σύμφωνα με τις προηγούμενες σχέσεις), η μικρότερη δυνατή διαδρομή πέδησης θα είναι $S_π$, (όταν $μ = μ_{max}$ και όπου g = η επιτάχυνση της βαρύτητας), δηλαδή:

$$S_π = \frac{m \cdot υ^2}{2 \cdot μ_{max} \cdot B} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{B}{g} \cdot υ^2}{μ_{max} \cdot B} =$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{υ^2}{μ_{max} \cdot g} \qquad (5)$$

Αν μελετηθεί η κίνηση του οχήματος, από τη στιγμή που αρχίζει το φρενάρισμα μέχρι την πλήρη ακινητοποίηση του, θα συμπεράνουμε ότι η κίνηση, θεωρητικά, είναι μία ομαλά επιβραδυνόμενη κίνηση. Αν ονομασθεί α η επιβράδυνση (δηλαδή η αρνητική επιτάχυνση της κίνησης αυτής), τότε με εφαρμογή του 2ου Νόμου του Νεύτωνα (Newton) στο κινούμενο όχημα, θα έχουμε:

$$\Sigma F = m \cdot a \Rightarrow F_π = m \cdot a \qquad (6)$$

<u>Σημείωση:</u> Ήδη, από πριν έχουμε προχωρήσει στη σήμανση του άξονα της κίνησης με + κατά τη φορά της επιβράδυνσης.
Αφού, όπως είπαμε πιο πάνω, η μεγαλύτερη δυνατή δύναμη πέδησης είναι

η Τ, δηλαδή η μέγιστη δύναμη τριβής μεταξύ τροχών και εδάφους, άρα και η μεγαλύτερη επιβράδυνση που μπορεί να ασκηθεί στο όχημα, θα είναι τόση, ώστε το άθροισμα των δυνάμεων πέδησης (ΣF_{π}) να ισούται με την τριβή (Τ), δηλαδή:

$$\Sigma F_{\pi} = T \Rightarrow m \cdot \alpha = \mu \cdot B \Rightarrow$$
$$\Rightarrow m \cdot \alpha = \mu \cdot m \cdot g = m \cdot \alpha$$

και

$$\alpha = \mu \cdot g \Rightarrow \alpha_{max} = \mu_{max} \cdot g \qquad (7)$$

Έτσι, εφόσον η επιβραδύνουσα δύναμη (άθροισμα δυνάμεων αδράνειας κατά την πέδηση) $\Sigma F_{\pi} = m \cdot \alpha$ είναι ίση με τη δύναμη Τριβής Τ ($T = \mu \cdot B$), οι τροχοί παύουν να κυλίονται στο έδαφος και αρχίζουν να ολισθαίνουν, η δε μορφή της τριβής μεταξύ τροχών και οδοστρώματος αλλάζει και από τριβή κύλισης γίνεται τριβή ολίσθησης.

Θεωρητικά, λοιπόν, το καλύτερο και πιο αποτελεσματικό φρενάρισμα γίνεται όταν η δύναμη τριβής ολίσθησης $T_{ολ}$ είναι ίση με το βάρος Β του οχήματος, ή ακόμη όταν ο συντελεστής τριβής (μ) είναι ίσος με το 1 ($\mu_{max} = 1$), γιατί τότε η επιβράδυνση (α) είναι ίση με την επιτάχυνση της βαρύτητας (g), δηλαδή:

$$\alpha = g \qquad (8)$$

Στην πράξη, συνήθως, για στεγνό οδόστρωμα με άσφαλτο, παίρνουμε $\mu_{ολίσθησης}$:

$\mu_{ολ} = 0,60$ $\mu_{max} = 0,60$

οπότε, η αντίστοιχη επιβράδυνση θα είναι:

$\alpha = \mu_{ολ} \cdot g = 0,60 \cdot g = 0,6 \cdot 9,81$
$m/sec^2 \approx 6\ m/sec^2$

Υπολογισμός πραγματικής διαδρομής και χρόνου πέδησης

Εάν γίνει η ακινητοποίηση των τροχών, το ζεύγος της πέδησης είναι ίσο με το ζεύγος της αδράνειας, οπότε αρχίζει η ολίσθηση του αυτοκινήτου και ο συντελεστής τριβής κύλισης γίνεται συντελεστής ολίσθησης, ενώ θεωρώντας τον $\mu = \mu_{ολ} = 0,6$, η διαδρομή πέδησης (S_{π}) θα είναι:

$$S_{\pi} = \frac{m \cdot \upsilon^2}{2\mu_{ολ} \cdot B} = \frac{\frac{B}{g} \cdot \upsilon^2}{2\mu_{ολ} \cdot B} =$$
$$= \frac{B \cdot \upsilon^2}{2\mu_{ολ} \cdot g \cdot B} = \frac{\upsilon^2}{2\mu_{ολ} \cdot g} \Leftrightarrow$$
$$\Leftrightarrow S_{\pi} = \frac{20^2}{2 \cdot 0,6 \cdot 9,81} \frac{\frac{m^2}{sec^2}}{\frac{m}{sec^2}} = 33,98\,m$$

Άρα, η πραγματική διαδρομή της πέδησης $S_{\pi} = 33,98m$

Εάν υπολογισθεί και 1 sec, ως καθυστερημένη αντίδραση του οδηγού, μέχρις ότου αυτός ενεργήσει επάνω στο πεντάλ, δηλαδή 20 m επιπλέον, τότε:

$S_{\pi} = 33,98 + 20 = 53,98m$

Είναι γνωστό, ότι κατά την επιβραδυνόμενη κίνηση, η τελική ταχύτητα υ, θα είναι:

$\upsilon = \upsilon_o - \alpha \cdot t$

όπου υ_0, η αρχική ταχύτητα του οχήματος τη στιγμή που εφαρμόζεται η πέδη και αρχίζει, ταυτόχρονα, και η ολίσθηση του τροχού, και αν $\upsilon = 0$, έχουμε:

$$0 = \upsilon_o - \alpha \cdot t \quad \text{και} \quad t = \frac{\upsilon_o}{\alpha}$$

Επίσης, είναι γνωστό από τη σχέση (7), ότι γενικά, $\alpha = \mu \cdot g$

Εφόσον $\upsilon_0 = 20\text{m/sec}$, ο θεωρητικός χρόνος πέδησης (t_θ), θα είναι:

$$t_\theta = \frac{\upsilon_o}{\mu_{o\lambda} \cdot g} = \frac{20}{0,6 \cdot 9,81} = 3,39\,\text{sec}$$

οπότε, με την προσθήκη του χρόνου της καθυστερημένης αντίδρασης του οδηγού και του συστήματος πέδησης, ο πραγματικός χρόνος πέδησης (t_π) θα είναι:

$$t_\pi = 3,39 + 1 = 4,39\ \text{sec}$$

6.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση ενός οχήματος είναι:

α) Ο συντελεστής τριβής, ο οποίος εξαρτάται από το είδος και την κατάσταση των ελαστικών (πίεση, ποιότητα και σχεδίαση ελαστικών), από το είδος και την κατάσταση του οδοστρώματος (πάγος, νερό, χώμα κ.λπ.), από την ταχύτητα του οχήματος, από το βαθμό επαφής των ελαστικών με το οδόστρωμα, καθώς και από την κλίση του κινητήριου άξονα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

β) Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται στις επιφάνειες τριβής (σιαγόνες - τύμπανα, ή πλακίδια - δίσκους) κατά τη διάρκεια της πέδησης. Ιδιαίτερα, εάν δεν απάγεται εύκολα η αναπτυσσόμενη θερμότητα, όπως συμβαίνει στην περίπτωση των σιαγόνων - τυμπάνων, τότε αυξάνεται η θερμοκρασία στις επιφάνειες τριβής και ελαττώνεται ο συντελεστής τριβής, οπότε μειώνεται και η αποτελεσματικότητα της πέδησης και παρουσιάζεται ολίσθηση - [φαινόμενο Fading (Φέϊντιγκ)], που σημαίνει «κόπωση», λόγω υπερθέρμανσης του υλικού τριβής, με αποτέλεσμα η απόσταση πέδησης να αυξάνεται.

γ) Κακή κατάσταση του συστήματος πέδησης, που οφείλεται σε φθορές, βλάβες και έλλειψη, γενικά, συντήρησής του.

δ) Στην περίπτωση μπλοκαρίσματος των τροχών, αυτοί ακινητοποιούνται και το όχημα αρχίζει να ολισθαίνει. Έτσι, ο συντελεστής της τριβής ολίσθησης ελαττώνεται δραματικά, όταν είναι πλήρως ακινητοποιημένοι οι τροχοί (ολίσθηση 100%), γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα να ελαττώνεται η αποτελεσματικότητα της πέδησης και να αυξάνεται, αντίστοιχα, η διαδρομή του φρεναρίσματος.

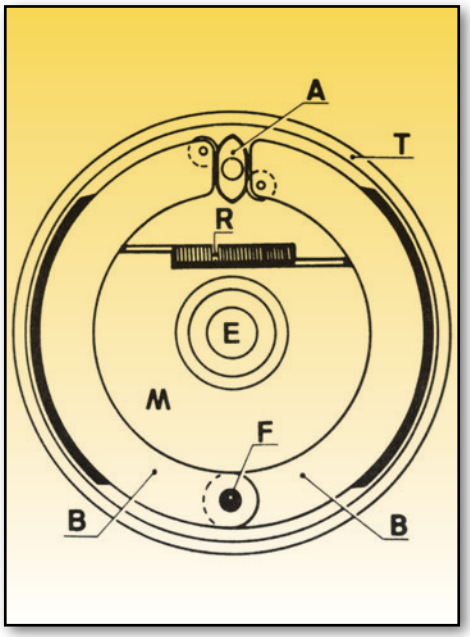
Το μεγαλύτερο μειονέκτημα της ολίσθησης, βέβαια, είναι ότι χάνεται η δυνατότητα ελέγχου της κατευθυντικότητας του οχήματος, με αποτέλεσμα να μη μπορεί ο οδηγός να κατευθύνει το όχημα στη συγκεκριμένη πορεία που επιθυμεί.

6.4 Είδη συστημάτων πέδησης

6.4.1 Μηχανικά φρένα

Τα ενεργά μέρη στο σύστημα φρένων, εκείνα δηλαδή που περιλαμβάνουν τις επιφάνειες τριβής, είναι, κατά κανόνα, οι σιαγόνες μαζί με τα τύμπανα (ταμπούρα), ή τα πλακίδια (τακάκια) με τους δίσκους, ανάλογα βέβαια με το είδος του συστήματος πέδησης.

Είναι φανερό ότι, όσο πιο κοντά στους τροχούς βρίσκονται οι επιφάνειες τριβής, τόσο λιγότερο θα καταπονηθεί το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, που περιλαμβάνεται μεταξύ τροχών και φρένων, από τις μεγάλες δυνάμεις που δημιουργούνται κατά το φρενάρισμα. Για το λόγο αυτό, τόσο τα τύμπανα όσο και οι δίσκοι τοποθετούνται στο εσωτερικό της ζάντας του τροχού, με τον οποίο και συνδέονται, μέσω του κινούμενου τμήματος του άξονα, ενώ οι σιαγόνες και τα πλακίδια συνδέονται με το ακίνητο τμήμα του άξονα.



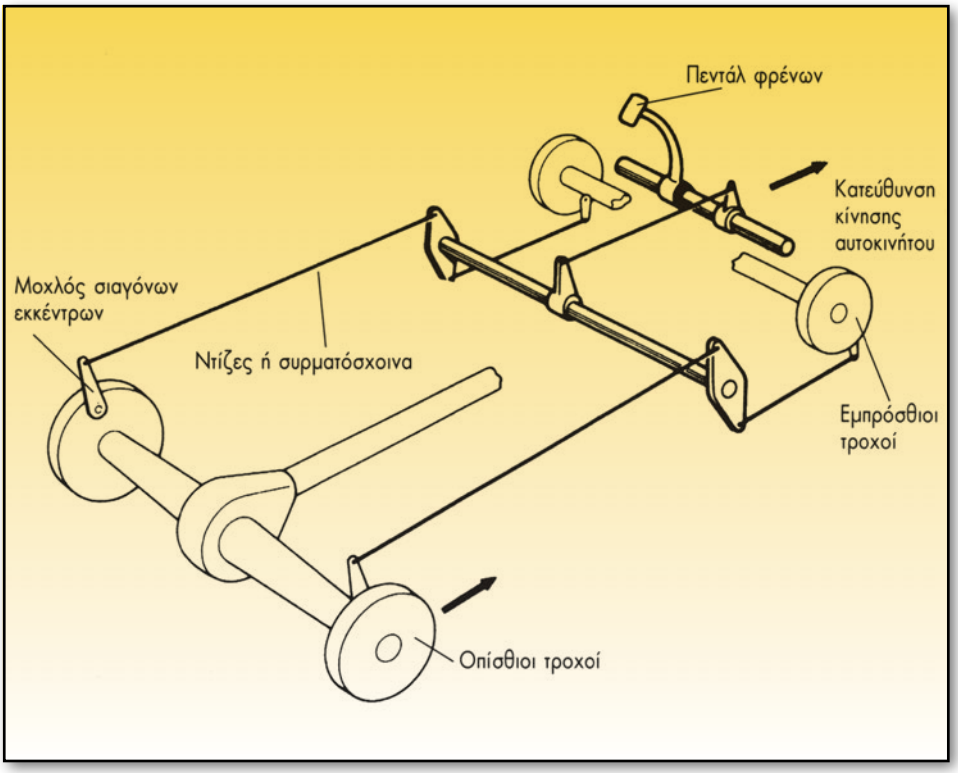
Σχ.6.1 Σχηματική διάταξη μηχανικού συστήματος πέδησης.

Στο Σχ.6.1 παρουσιάζεται μία απλή μορφή συγκροτήματος φρένων ενός τροχού, που αποτελείται από το τύμπανο με τις σιαγόνες του.

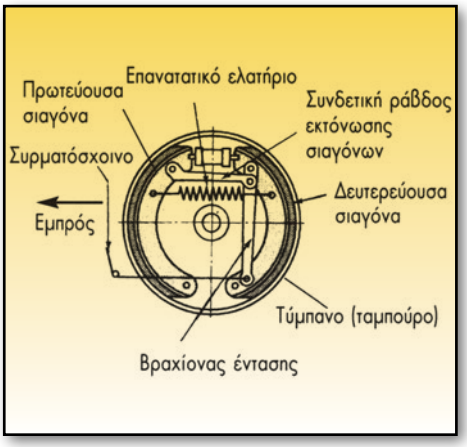
Οι σιαγόνες, λοιπόν, είναι στερεωμένες με ένα πείρο (F) στο «πλάτυσμα» ή φορέα του συγκροτήματος των φρένων (M) (πλάκα ή κιθάρα) του άξονα. Μπορούν, όμως, «να ανοίγουν και να κλείνουν» ελισσόμενες γύρω από αυτόν τον πείρο (F).

Τα άνω άκρα των σιαγόνων συγκρατούνται με ένα ελατήριο (R), που ονομάζεται ελατήριο επαναφοράς, και κρατούνται σε μικρή απόσταση από το τύμπανο (T), ενώ βρίσκονται σε επαφή με το έκκεντρο (A). Το έκκεντρο αυτό, που βρίσκεται ανάμεσα στις σιαγόνες και είναι στερεωμένο με άξονα πάνω στο ίδιο πλάτυσμα (M), [όπου στερεώνεται και ο πείρος (F)], μπορεί να στραφεί ελεύθερα με ένα μοχλό - στον οποίο καταλήγει η δύναμη του οδηγού - και να ανοίγει, έτσι, τις σιαγόνες, οι οποίες έρχονται σε επαφή με το τύμπανο (T) του τροχού και ακινητοποιώντας το, ακινητοποιούν τους τροχούς E, οπότε ακινητοποιείται και το αυτοκίνητο.

Στα μηχανικά συστήματα πέδησης, η μεταφορά της σχετικής δύναμης, την οποία ασκεί ο οδηγός μέχρι τις σιαγόνες, γίνεται με μοχλούς και ελκυστήρες (ντίζες ή συρματόσχοινα). Στο Σχ. 6.2 φαίνεται μια τέτοια διάταξη που χρη-



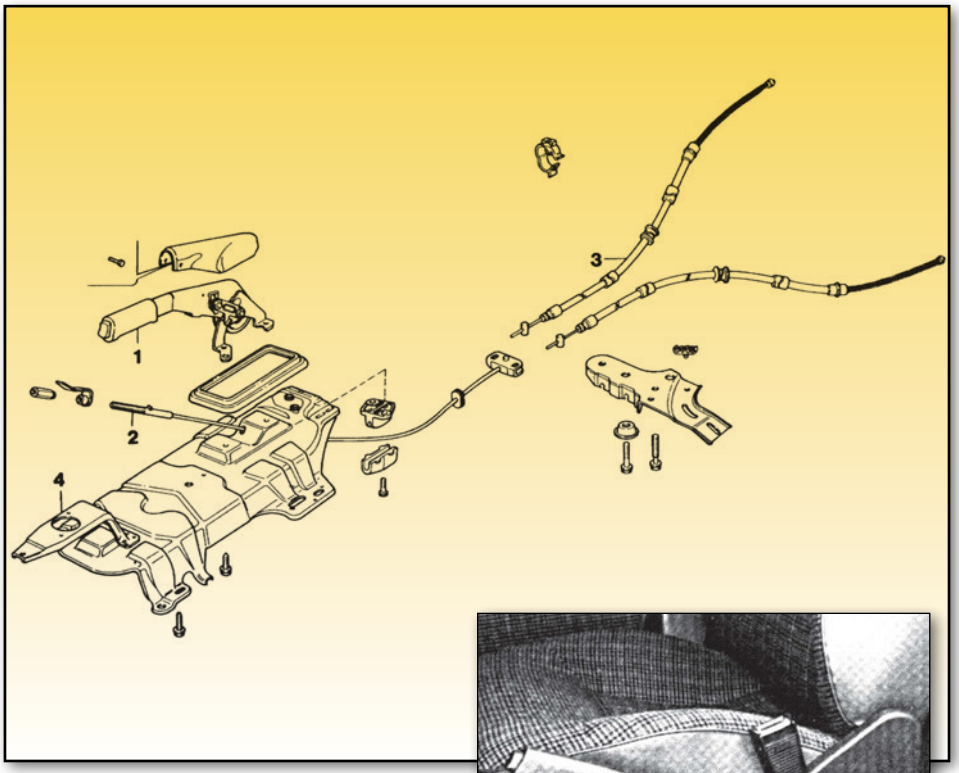
Σχ.6.2 Μηχανικό σύστημα πέδησης.



Σχ.6.3 Λειτουργία χειρόφρενου σε απλή διάταξη φρένων (τύμπανου - σιαγόνων) τύπου Σίμπλεξ.

σιμοποιόταν στα πρώτα αυτοκίνητα, σύμφωνα με την οποία, η εξασκούμενη δύναμη στο πεντάλ των φρένων φθάνει τελικά στους αντίστοιχους μοχλούς ενεργοποίησης των εκκέντρων, τα οποία ανοίγουν τις σιαγόνες.

Θα πρέπει να σημειωθεί, εδώ, ότι τα μηχανικά συστήματα πέδησης, που ενεργοποιούνταν με τη χρήση - πίεση του ποδόπληκτρου (πεντάλ φρένου) στα πρώτα αυτοκίνητα, δεν υπάρχουν πλέον, αφού τα μηχανικά αυτά συστήματα που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα αυτοκίνητα, αφορούν μόνον τις διατάξεις των χειρόφρενων.

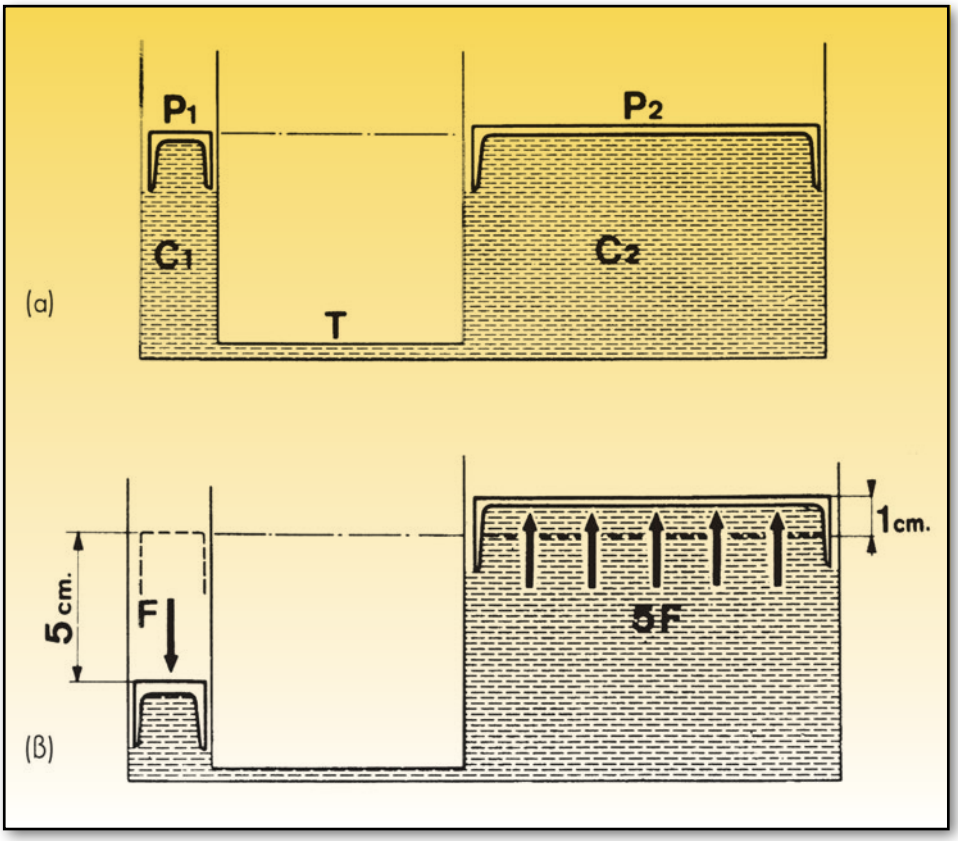


Σχ.6.4 Γενική διάταξη χειρόφρενου.
1. Μοχλός ενεργοποίησης χειρόφρενου μαζί με την οδοντωτή κατάνια. 2. Ντίζα χειρόφρενου με τις σχετικές αρθρώσεις. 3. Συρματόσχοινα. 4. Βάση στήριξης.

Στο Σχ.6.3 φαίνεται μία τυπική διάταξη χειρόφρενου (τύμπανου - σιαγόνων), τύπου «Σίμπλεξ», για τους οπίσθιους τροχούς, που είναι και υποχρεωτική αλλά και αναγκαία για μικρά επιβατικά αυτοκίνητα. Σημειώνεται εδώ, ότι για τα βαριά οχήματα (φορτηγά κ.λπ.), η διάταξη του χειρόφρενου μπορεί να έχει πρόσθετη ενισχυτική υποβοήθηση, η οποία εφαρμόζεται σε όλους τους τροχούς του οχήματος.

Η εντολή ενεργοποίησης του χειρόφρενου δίνεται από τον ίδιο το μοχλό του, ο οποίος μέσω της ντίζας και του συρματόσχοινου, αλλά και μέσω του βραχίονα ενεργοποίησης ή έντασης, συνδέεται με την οπίσθια δευτερεύουσα (δεξιά) σιαγόνα του τροχού *(βλ. και Σχ. 6.4)*. Ταυτόχρονα, μέσω της συνδετικής ράβδου εκτόνωσης, η εντολή ενεργοποίησης μεταφέρεται και στην εμπρόσθια πρωτεύουσα (αριστερή) σιαγόνα.

Έτσι, με την έλξη του μοχλού του χειρόφρενου, ανοίγουν και οι δύο σιαγόνες του καθενός από τους οπίσθιους



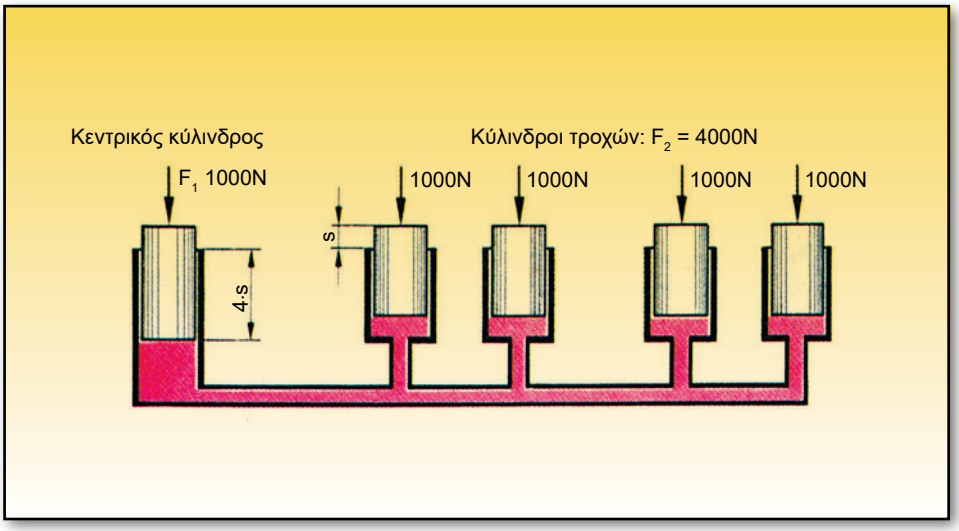
Σχ.6.5 Αρχή λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος φρένων.

τροχούς μόνον και ακινητοποιούν το αυτοκίνητο όταν αυτό δεν κινείται, ή έχουν τη δυνατότητα να το φρενάρουν χωρίς την παρέμβαση του κανονικού υδραυλικού συστήματος, στην περίπτωση, βέβαια, που δεν επενεργούν τα υδραυλικά του φρένα, αλλά και ανεξάρτητα από αυτά. Στο Σχ.6.4 παρουσιάζεται μία γενική διάταξη του χειρόφρενου, που ενεργεί στους οπίσθιους τροχούς, και η οποία αρχίζει από το μοχλό του χειρόφρενου και φθάνει στην άκρη των συρματόσχοινων, που συνδέονται με το συγκρότημα των σιαγόνων των φρένων.

6.4.2 Υδραυλικά φρένα (τύπου τύμπανου - σιαγόνων)

Είναι γνωστό από τη Φυσική ότι, όταν έχουμε υγρό μέσα σε κλειστά και συγκοινωνούντα δοχεία και το πιέσουμε σε κάποιο σημείο, η πίεση μεταδίδεται εξίσου σε όλα τα σημεία της επιφάνειάς του. Αυτός είναι ο Νόμος του Πασκάλ και σ' αυτόν στηρίζεται η λειτουργία των υδραυλικών πιεστηρίων, των υδραυλικών γρύλλων κ.λπ.

Σ' αυτόν ακριβώς το Νόμο στηρίζεται και η λειτουργία του υδραυλικού συστήματος των φρένων του αυτοκινήτου.

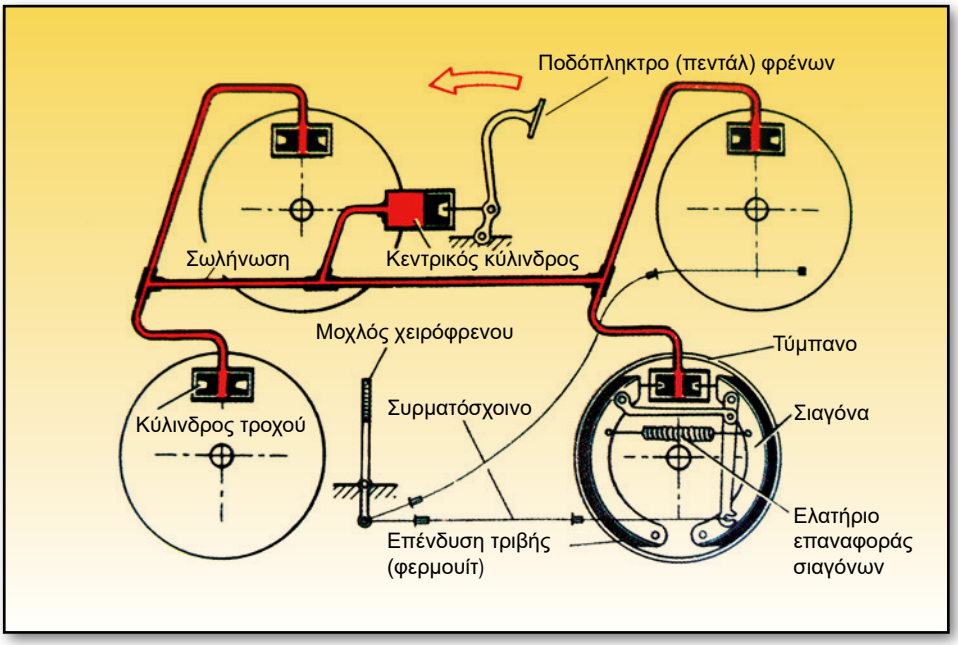


Σχ.6.6 Εφαρμογή του Νόμου του Πασκάλ σε υδραυλικό σύστημα πέδησης απλοποιημένης μορφής.

Έτσι, η διάταξη του Σχ. 6.5 (α) περιλαμβάνει δύο κυλίνδρους, τον C_1 και C_2, οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους με ένα σωλήνα Τ. Στους κυλίνδρους έχουν τοποθετηθεί αντίστοιχα έμβολα. Το έμβολο του κυλίνδρου C_1 έχει επιφάνεια 1 cm^2, ενώ του κυλίνδρου C_2 5 cm^2. Εάν στην επιφάνεια του εμβόλου του κυλίνδρου C_1 (Σχ.6.5 (β), ασκηθεί μία δύναμη F=10N (Νιούτον) και το μετακινήσει κατά απόσταση S = 5 cm, τότε η ποσότητα αυτή του υγρού (των 5 cm^3) καταθλίβεται στον κύλινδρο C_2, με αποτέλεσμα να μεταθέτει το έμβολο του κυλίνδρου κατά απόσταση 1 cm, δεδομένου ότι η επιφάνειά του είναι 5 cm^2. Η πίεση που ασκεί το έμβολο στον κύλινδρο C_1 είναι 10 N/1cm^2 = 1 Bar και μεταφέρεται αναλλοίωτη στην επιφάνεια του εμβόλου του κυλίνδρου C_2. Επειδή, όμως, η πίεση αυτή ασκείται σε επιφάνεια 5 cm^2, ωθεί το έμβολο προς τα επάνω με μία δύναμη F = 10N/cm^2 X 5 cm^2 = 50N.

Έτσι, δημιουργείται ένας πολλαπλασιαστής φυσικού μεγέθους, που είναι η δύναμη, με αποτέλεσμα στην προκειμένη περίπτωση, αυτή να πενταπλασιάζεται.

Στο Σχ. 6.6 παρουσιάζεται μία διάταξη με έναν κεντρικό κύλινδρο που τροφοδοτεί 4 κυλίνδρους τροχών. Πιο συγκεκριμένα, το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου, καθώς και καθένα από τα έμβολα των κυλίνδρων των τροχών, έχουν επιφάνεια 1 cm^2. Εάν στο έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου ασκηθεί δύναμη F_1 = 1000 N, τότε αναπτύσσεται μία πίεση επάνω του 1000 N/cm^2 (= 100 Bar). Έστω, ότι το έμβολο μετατίθεται κατά διάστημα 4S (εάν S = 1cm, τότε μετατίθεται κατά 4 cm). Η πίεση αυτή των 100 Bar μεταβιβάζεται αναλλοίωτη μέσω της σωλήνωσης σε καθένα από τους κυλίνδρους και μετατίθετι το αντίστοιχο έμβολό τους κατά απόσταση S = 1cm. Έτσι, σε κάθε ένα



Σχ.6.7 Εφαρμογή του Νόμου του Πασκάλ σε υδραυλικό σύστημα φρένων.

από τα έμβολα ασκείται δύναμη 1.000 Ν, εφόσον δεχθήκαμε ότι η επιφάνεια του κάθε εμβόλου είναι 1 cm^2. Συνολικά, δηλαδή, και στα 4 έμβολα ασκείται μία δύναμη $F_2 = 1000N \cdot 4 = 4000N$.

Έχουμε, λοιπόν, ένα σύστημα πολλαπλασιαστή δύναμης, με αποτέλεσμα η δύναμη που εφαρμόστηκε στο έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου να αυξηθεί κατά 4 φορές, συνολικά, στα έμβολα των κυλίνδρων των τροχών.

Το σύστημα αυτό (Σχ. 6.7) αποτελείται: α) Από ένα κεντρικό κύλινδρο, μέσα στον οποίο κινείται ένα έμβολο, που συνδέεται μέσω βάκτρου (ράβδου) με το ποδόπληκτρο της πέδης (πεντάλ φρένων), και β) Από τέσσερις άλλους κυλίνδρους, που επικοινωνούν με τον κεντρικό μέσω σωληνώσεων. Οι κύλινδροι αυτοί ονομάζονται κύλινδροι των τροχών και αντιστοιχούν στους τέσσερις τροχούς, ενώ ο καθένας τους έχει δύο έμβολα, τα οποία βρίσκονται ανάμεσα στις σιαγόνες των φρένων κάθε τροχού. Όλοι οι κύλινδροι και οι συνδετικοί τους σωλήνες είναι γεμάτοι με υγρό.

Ο κεντρικός κύλινδρος ονομάζεται εντολοδότης κύλινδρος, ενώ οι κύλινδροι των τροχών εντολοδόχοι κύλινδροι («κυλινδράκια»).

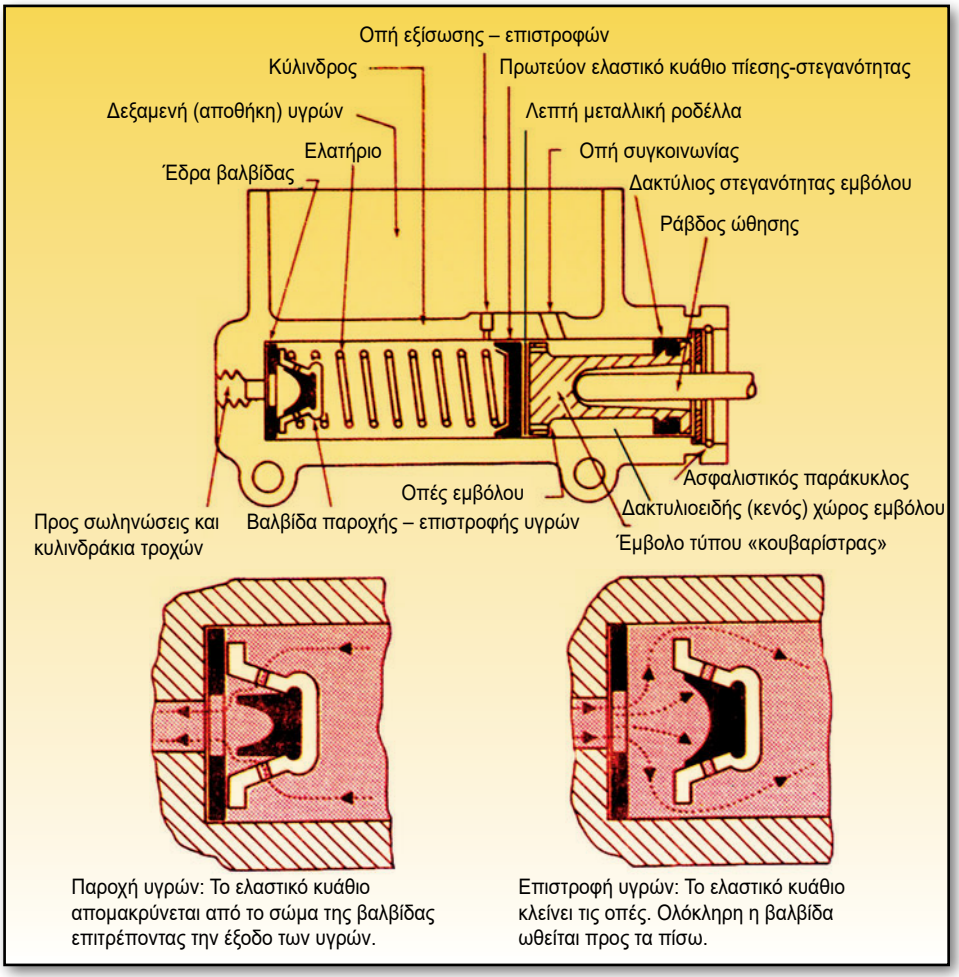
Έτσι, αν πιεσθεί το πεντάλ των φρένων, η πίεση (δύναμη ανά τετραγωνικό εκατοστό), που θα δημιουργηθεί μέσα στον κεντρικό κύλινδρο από την κίνηση του εμβόλου, θα μεταδοθεί αμέσως (ακαριαία) στα έμβολα των κυλίνδρων των τροχών. Τότε, οι σιαγόνες υποχωρούν και έρχονται σε επαφή με το τύμπανο του τροχού. Εκεί δημιουργείται τριβή από την επαφή αυτή, με αποτέλεσμα η κινητική ενέργεια του αυτοκι-

νήτου να μετατρέπεται σε θερμότητα και, ταυτόχρονα, να επιτυγχάνεται το φρενάρισμα.

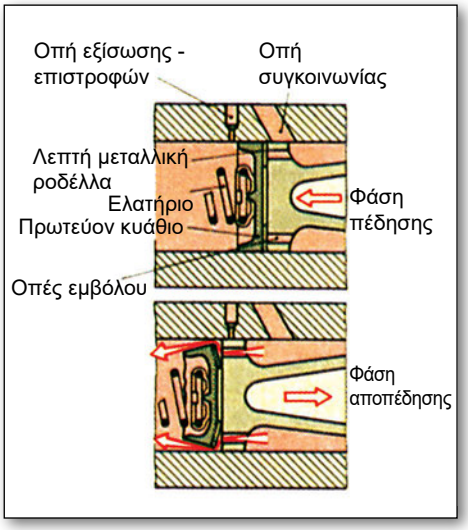
Περιγραφή λειτουργίας των κυριοτέρων στοιχείων ενός υδραυλικού κυκλώματος.

1. Κεντρικός κύλινδρος (εντολοδότης κύλινδρος).

Ο κεντρικός κύλινδρος *(Σχ. 6.8)* αποτελείται από το σώμα του κυλίνδρου, το έμβολο, το ελαστικό κυάθιο στεγανότητας προσαρμοσμένο στο σώμα του εμβόλου, το πρωτεύον ελαστικό κυάθιο, το ελατήριο επιστροφής του εμβόλου και από τη βαλβίδα διπλής ενέργειας (παροχής και επιστροφής υγρών).
Το σώμα του κυλίνδρου συνδέεται με τη δεξαμενή υγρών φρένων μέσω δύο οπών, η μία από τις οποίες είναι μεγαλύτερη σε διάμετρο και έχει την έξοδό της (όταν το έμβολο βρίσκεται σε θέση ηρεμίας) στον «κενό» δακτυλιοειδή



Σχ.6.8 Ο κεντρικός (εντολοδότης) κύλινδρος υδραυλικού συστήματος πέδησης.



Σχ.6.9 Συμπεριφορά πρωτεύοντος κυάθιου στεγανότητας κατά την πέδηση και αποπέδηση.

χώρο που δημιουργεί το έμβολο τύπου «κουβαρίστρας» και ονομάζεται οπή συγκοινωνίας. Η άλλη οπή, η μικρότερη, έχει την έξοδό της εμπρός από το πρωτεύον ελαστικό κυάθιο του εμβόλου (όταν το έμβολο και πάλι βρίσκεται σε θέση ηρεμίας) και ονομάζεται οπή επιστροφής υγρών ή οπή εξίσωσης.

Όταν, λοιπόν, πιεσθεί το πεντάλ του φρένου, η ενεργοποίηση αυτή μεταφέρεται, μέσω ενός βάκτρου ή ράβδου ώθησης στο έμβολο, το οποίο με τη σειρά του κινείται, συμπιέζοντας το υγρό. Αρχικά, το υγρό συμπιεζόμενο επιστρέφει, μέσω της οπής εξίσωσης - επιστροφών στη δεξαμενή υγρών, επειδή στη φάση αυτή η οπή αυτή παραμένει ανοικτή. Μόλις, όμως, το έμβολο καλύψει (κλείσει) την οπή εξίσωσης - επιστροφών, αναπτύσσεται πίεση στο χώρο κατάθλιψης του κυλίνδρου, που αναγκάζει τη βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρών να ανοίξει και έτσι το υγρό κατευθύνεται, μέσω των σωληνώσεων, προς τους κυλίνδρους των τροχών (κυλινδράκια).

Όταν σταματήσει η πίεση στο ποδόπληκτρο εκ μέρους του οδηγού, τότε το έμβολο - με τη βοήθεια του ελατηρίου του αλλά και με τη βοήθεια ενός ακόμη εξωτερικού ελατηρίου, που επαναφέρει το πεντάλ των φρένων σε θέση ηρεμίας του - επιστρέφει αμέσως προς τα πίσω (θέση ηρεμίας), ενώ η αδράνεια και οι τριβές εμποδίζουν το υγρό, που είναι μέσα στους σωλήνες, να γυρίσει πίσω γρήγορα. Έτσι, δημιουργείται υποπίεση με την υποχώρηση του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο, με αποτέλεσμα να παραμορφωθούν τα χείλη του πρωτεύοντος ελαστικού κυαθίου του εμβόλου *(Σχ.6.9)* και τότε, το πρωτεύον κυάθιο αποκολλάται από τις παρειές του κυλίνδρου. Επίσης, ανασηκώνεται η λεπτή μεταλλική ροδέλα, που βρίσκεται μεταξύ πρωτεύοντος κυαθίου και εμβόλου και έτσι το υγρό περνά από το πίσω μέρος του εμβόλου, δηλαδή το δακτυλιοειδή χώρο, στο εμπρόσθιο μέρος του εμβόλου και συγκεκριμένα στο χώρο του ελατηρίου, μέσω των περιφερειακών οπών του που βρίσκονται στο εμπρόσθιο τοίχωμα του ίδιου του σώματος του εμβόλου. Τη στιγμή εκείνη μέσα στο χώρο του κυλίνδρου και στις σωληνώσεις υπάρχει περισσότερο υγρό από αυτό που είχε, πριν αρχίσει η πίεση του ποδόπληκτρου.

Έτσι, εξηγείται η απουσία ικανοποιητικού φρεναρίσματος, όταν το σύστημα πέδησης δεν λειτουργεί καλά. Δηλαδή, ενώ, όταν πιεσθεί το πεντάλ για πρώτη

φορά, κατεβαίνει ελεύθερα (βαθιά) μέχρι κάτω, όταν επαναληφθεί η κίνηση αυτή δύο και τρεις συνεχόμενες φορές, (όπως ακριβώς ενεργούμε και για τη λειτουργία μιας αντλίας) το πεντάλ παύει να υποχωρεί ελεύθερα μέχρι κάτω και «σκληραίνει», ενώ οι σιαγόνες «πιάνουν», έστω και προσωρινά. Ο κύλινδρος, δηλαδή, λειτουργεί όπως μία αντλία και γεμίζει το κενό που έχει, ενδεχομένως, δημιουργηθεί από φθορά ή κακή ρύθμιση των σιαγόνων.

Σημειώνεται εδώ, ότι τόσο η παροχή υγρού φρένων από το δακτυλιοειδή χώρο του εμβόλου προς το χώρο εμπρός από το πρωτεύον κυάθιο, όσο και η πλήρωσή του, λόγω της δημιουργούμενης υποπίεσης, βοηθά ώστε:

α) Να μην εισέλθει αέρας στο σύστημα

β) Να κινηθεί ταχύτατα το έμβολο προς τα πίσω, προς τη θέση, δηλαδή, της αρχικής του ηρεμίας, για να δοθεί έτσι η δυνατότητα επανάληψης της κίνησης του εμβόλου και

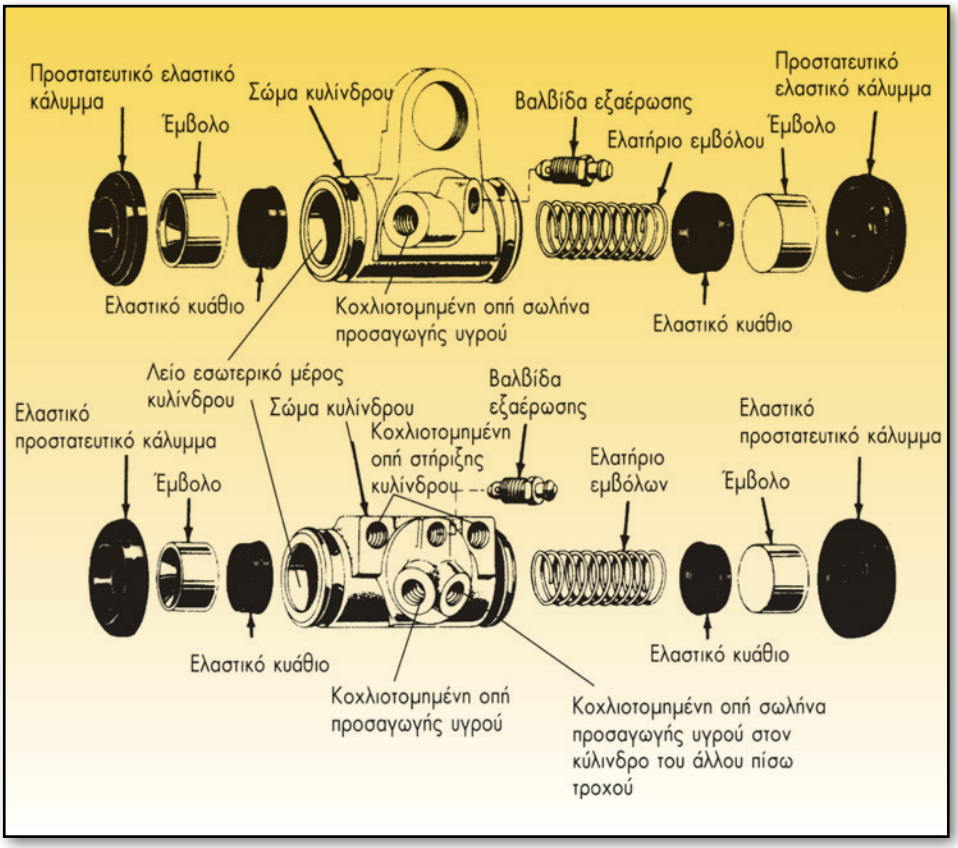
γ) Να γίνει σχετικά γρήγορα η απενεργοποίηση των φρένων με την απελευθέρωση του τυμπάνου από τις σιαγόνες.

Όταν το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου έλθει στη θέση ηρεμίας του, τότε με τη βοήθεια των ελατηρίων επαναφοράς των σιαγόνων, πιέζεται το υγρό από τα κυλινδράκια των τροχών και το οποίο ανοίγει τη βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρών και μάλιστα την ανασηκώνει ολόκληρη *(Σχ.6.8)*. Η βαλβίδα αυτή βρίσκεται αρχικά σε κλειστή θέση με τη βοήθεια του ελατηρίου του εμβόλου, ενώ όταν ανοίξει, το υγρό επιστρέφει σιγά - σιγά στον κύλινδρο, και από εκεί ταυτόχρονα, μέσω της οπής εξίσωσης - επιστροφών περνά στη δεξαμενή υγρών. Αυτό γίνεται μέχρις ότου η δύναμη των επανατακτικών ελατηρίων (ή ελατηρίων επαναφοράς) των σιαγόνων εξισωθεί με τη δύναμη του ελατηρίου του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου, οπότε η βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρών κλείνει. Έτσι, υπάρχει πάντα κάποια πίεση στις σωληνώσεις του συστήματος πέδησης, που εμποδίζει την είσοδο αέρα στο κύκλωμα, αλλά και που το ενεργοποιεί ακαριαία με την πίεση του ποδόπληκτρου.

2. Κύλινδροι τροχών (κυλινδρίσκοι ή κυλινδράκια των τροχών)

Οι κύλινδροι του υδραυλικού συστήματος πέδησης των τροχών (κύλινδροι των τροχών ή κυλινδρίσκοι ή κυλινδράκια των τροχών) *[Σχ.6.10 και Σχ.6.18(β)]* στηρίζονται και αυτοί στην πλάκα στήριξης των σιαγόνων («κιθάρα»), η οποία, όπως είπαμε, αποτελεί μέρος του ακίνητου άξονα. Το σώμα, λοιπόν, ενός τέτοιου κυλίνδρου παρουσιάζει μία λεία εσωτερική κυλινδρική διαμόρφωση, ανοικτή στα άκρα της, ενώ φέρει και μία κοχλιοτομημένη (με σπείρωμα) οπή στο μέσον του, για τη σύνδεση με τον σωληνίσκο προσαγωγής του υγρού των φρένων, όπως επίσης και άλλη μία τέτοια οπή, για την προσαρμογή της βαλβίδας εξαέρωσης. Επιπροσθέτως φέρει και άλλες, συνήθως κοχλιοτομημένες, οπές για τη στήριξή του στην πλάκα στήριξης των σιαγόνων (κιθάρα).

Έτσι, μέσα στον κύλινδρο τοποθετούνται - το ένα απέναντι στο άλλο - δύο στεγανωτικά ελαστικά κυάθια και δύο έμβολα (εφόσον ο κύλινδρος είναι διπλής



Σχ.6.10 Τεμάχια που συγκροτούν ένα κύλινδρο τροχού υδραυλικού συστήματος πέδησης: (α) Κύλινδρος εμπρόσθιου τροχού. (β) Κύλινδρος οπίσθιου τροχού.

ενέργειας). Ανάμεσα στα κυάθια υπάρχει ένα ελατήριο, που τα κρατά σε απόσταση, αλλά και τα ευθυγραμμίζει στην κίνησή τους μέσα στον κύλινδρο.

Εναλλακτικά, μπορεί τα ελαστικά αυτά κυάθια να έχουν μορφή δακτυλιδιού και να τοποθετούνται σε περιφερειακό αυλάκι (εγκοπή), που διαθέτουν τα έμβολα.

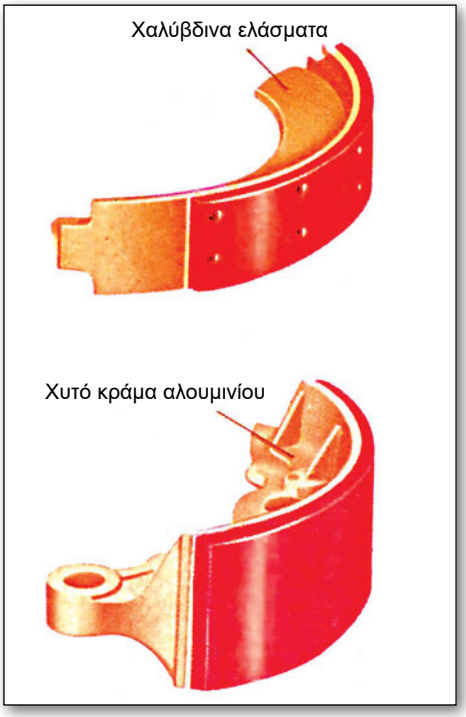
Κατά το φρενάρισμα, λοιπόν, το υγρό που έρχεται από τον κεντρικό κύλινδρο, πιέζει το χώρο μεταξύ των ελαστικών κυαθίων, οπότε και αυτά με τη σειρά τους ωθούν τα έμβολα τα οποία, μέσω ωστηρίων, πιέζουν τις σιαγόνες που έρχονται σε επαφή με το τύμπανο. Όταν πάψει η πίεση του υγρού, τα ελατήρια επαναφοράς των σιαγόνων πιέζουν τα έμβολα του κυλίνδρου του τροχού και αναγκάζουν έτσι το υγρό να επιστρέψει στον κεντρικό κύλινδρο.

3. Οι σιαγόνες

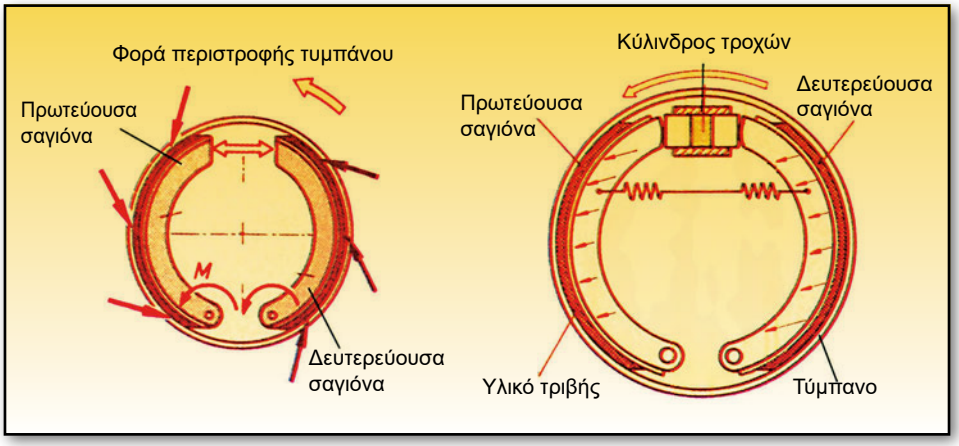
Οι σιαγόνες είναι από χυτό χάλυβα ή συγκολλημένα φύλλα ελατού χάλυβα

και έχουν διατομή σχήματος απλού Τ (Σχ.6.11). Το πέλμα της σιαγόνας διαμορφώνεται σε τμήμα κύκλου, με ακτίνα μικρότερη από την ακτίνα του τυμπάνου, κατά το πάχος της επένδυσης τριβής (θερμουίτ). Επάνω σ' αυτό το πέλμα στερεώνεται η επένδυση τριβής (θερμουίτ) με κόλληση ή κάρφωμα (πριτσίνωμα). Η κόλληση γίνεται με θέρμανση θερμοπλαστικών ρητινών και παράλληλη συμπίεση του θερμουίτ και του πέλματος. Το κάρφωνα γίνεται με ημισωληνωτά ορειχάλκινα ή αλουμινένια περτσίνια, των οποίων η κεφαλή είναι βυθισμένη σε φρέζα («πατούρα»), που διαμορφώνεται στο υλικό τριβής (θερμουίτ), ώστε αυτά να μη έρχονται καθόλου σε επαφή με το τύμπανο.

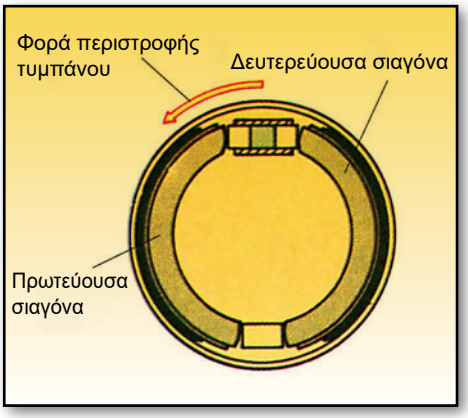
Ένα ζεύγος σιαγόνων αποτελείται από την πρωτεύουσα ή οδηγό σιαγόνα και τη δευτερεύουσα ή οδηγούμενη σιαγόνα. Στο Σχ.6.12 παρουσιάζονται δύο είδη σιαγόνων με τις αντίστοιχες μορφές τους, καθώς και η διάταξη της «αυτοενίσχυσης» που παρουσιάζεται μόνο στην πρωτεύουσα σιαγόνα.



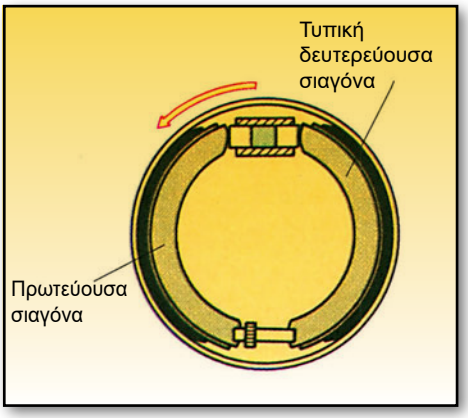
Σχ.6.11 Σιαγώνες (α) Από συγκολλημένα φύλλα ελατού χάλυβα με περτσίνωμα του υλικού τριβής (θερμουίτ) (β) Από χυτό χάλυβα ή χυτό κράμα αλουμινίου με συγκόλληση του υλικού τριβής (θερμουίτ)



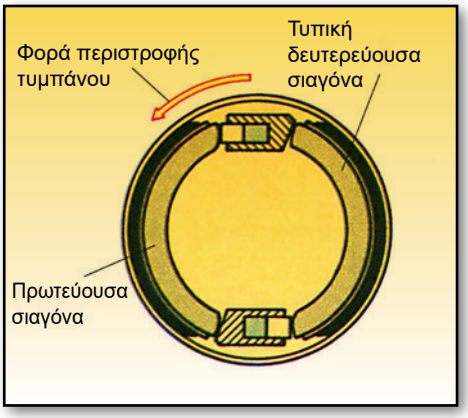
Σχ.6.12 Αυτοενίσχυση στην πρωτεύουσα σιαγόνα.



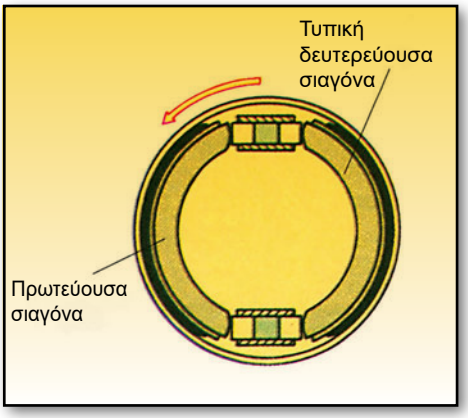
Σχ.6.13 Διάταξη Simplex.



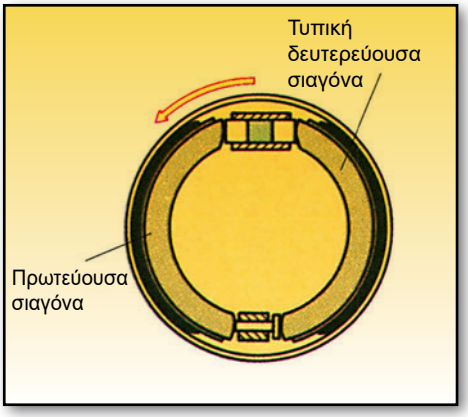
Σχ.6.16 Διάταξη Servo.



Σχ.6.14 Διάταξη Duplex.



Σχ.6.17 Διάταξη Duo-Servo.



Σχ.6.15 Διάταξη Duo-Duplex.

Έτσι, ανάλογα με τη διάταξη στήριξης των σιαγόνων, παρουσιάζεται αυτοενίσχυση στη μία ή και στις δύο σιαγόνες, από ροπές που δημιουργούνται από την τριβή. Κατά την αυτοενίσχυση, λοιπόν, η τριβή δημιουργεί μία ροπή στρέψης (Μ) στην πρωτεύουσα σιαγόνα, η οποία τη συμπαρασύρει στην επιφάνεια του τυμπάνου, δηλαδή ωθεί τη σιαγόνα προς το τύμπανο, με αποτέλεσμα να ενισχύεται το αποτέλεσμα της πέδησης.

Στην περίπτωση του Σχ.6.12, στην

πρωτεύουσα σιαγόνα - λόγω της ροπής Μ δημιουργείται αυτοενίσχυση, ενώ δεν δημιουργείται στη δευτερεύουσα. Αποτέλεσμα αυτής της διάταξης είναι η πρωτεύουσα σιαγόνα να είναι πιο αποτελεσματική στην πέδηση, αλλά να φθείρεται γρηγορότερα από τη δευτερεύουσα, η οποία δευτερεύουσα σιαγόνα τείνει, λόγω της αντίθετης ροπής, να απομακρυνθεί από το τύμπανο, με αποτέλεσμα να είναι λιγότερο αποτελεσματική, κατά την πέδηση.
Έτσι, έχουν αναπτυχθεί διάφορες διατάξεις και συνδυασμοί κυλίνδρων - σιαγόνων, όπως:

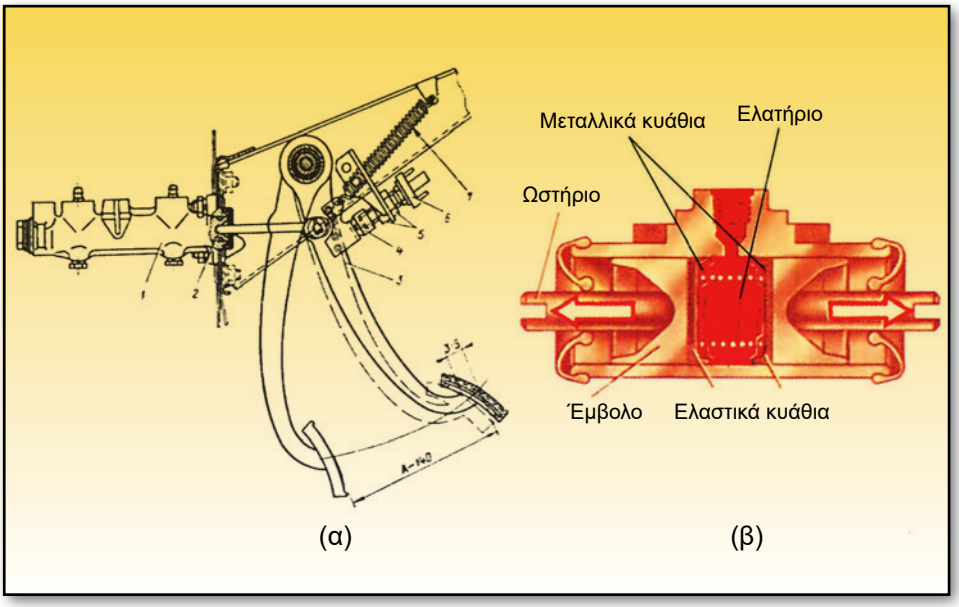
- Η διάταξη σιαγόνων Simplex (Σίμπλεξ), όπου συνυπάρχει μια πρωτεύουσα και μια δευτερεύουσα σιαγώνα *(Σχ.6.13)*.
- Η διάταξη σιαγόνων Duplex (Ντούμπλεξ), που περιλαμβάνει δύο πρωτεύουσες σιαγόνες ωθούμενες από δύο κυλίνδρους απλής ενέργειας, που λειτουργούν κανονικά, κατά την προς τα εμπρός μόνο κίνηση του οχήματος *(Σχ.6.14)*.
- Η διάταξη Duo - Duplex (Ντούο - Ντούμπλεξ), με δύο κυλίνδρους τροχών διπλής ενέργειας, που περιλαμβάνει δύο πρωτεύουσες σιαγόνες, οι οποίες λειτουργούν και κατά την προς τα εμπρός, αλλά και κατά την προς τα οπίσω κίνηση του οχήματος *(Σχ.6.15)*.
- Η διάταξη Servo (Σέρβο), με δύο πρωτεύουσες σιαγόνες και κύλινδρο διπλής ενέργειας *(Σχ.6.16)*.
- Η διάταξη Duo - Servo (Ντούο-σέρβο), με δύο πρωτεύουσες σιαγόνες και κύλινδρο διπλής ενέργειας, αλλά, ταυτόχρονα, και με κινητό σύστημα στα σημεία στήριξης των σιαγόνων *(Σχ.6.17)* στην «κιθάρα».

4. Σωληνώσεις

Το δίκτυο μεταφοράς του υγρού των φρένων αποτελείται από τμήματα χαλύβδινων ενισχυμένων σωληνίσκων, που ξεκινούν από την κεντρική αντλία και φέρουν κατάλληλη διαμόρφωση (εκτόνωση) στο κάθε άκρο τους και ρακόρ με σπειρώματα σωλήνων για τη μεταξύ τους σύνδεση. Έτσι οι σωληνίσκοι αυτοί φθάνουν σ' ένα σημείο του πλαισίου ή του αμαξώματος, απ' όπου τους «υποδέχονται» πλέον - με κατάλληλη σύνδεση - εύκαμπτοι ενισχυμένοι ελαστικοί σωλήνες («μαρκούτσια») που φθάνουν μέχρι το στόμιο προσαγωγής του υγρού στους κυλινδρίσκους των τροχών, αφού βιδωθούν σε συνδετικά άκρα (ρακόρ), που φέρουν σπειρώματα σωλήνων για το σκοπό αυτό.

5. Λειτουργία

Στο Σχ.6.18 (α) παρουσιάζεται μία συνήθης διάταξη του πεντάλ του φρένου με την κεντρική αντλία. Η συνολική διαδρομή του πεντάλ, στην περίπτωση αυτή, είναι 140 mm μέχρι αυτό να τερματίσει, ενώ η ελεύθερη διαδρομή του, πριν αρχίσει να ωθεί το έμβολο, είναι 3 - 5 mm. Διακρίνεται, επίσης, και ο διακόπτης των φώτων STOP, ο οποίος με τη βοήθεια ενός αποπιεστικού ελατηρίου θέτει το κύκλωμα των φώτων σε λειτουργία, όταν ο οδηγός πιέζει το πεντάλ των φρένων. Στο Σχ.6.18 (β) παρουσιάζεται ένας κύλινδρος τροχού, σε τομή. Στο Σχ.6.19 (α) παρουσιάζεται το σύστημα πέδησης σε ηρεμία, ενώ στην περίπτωση (β) έχουμε το σύστημα

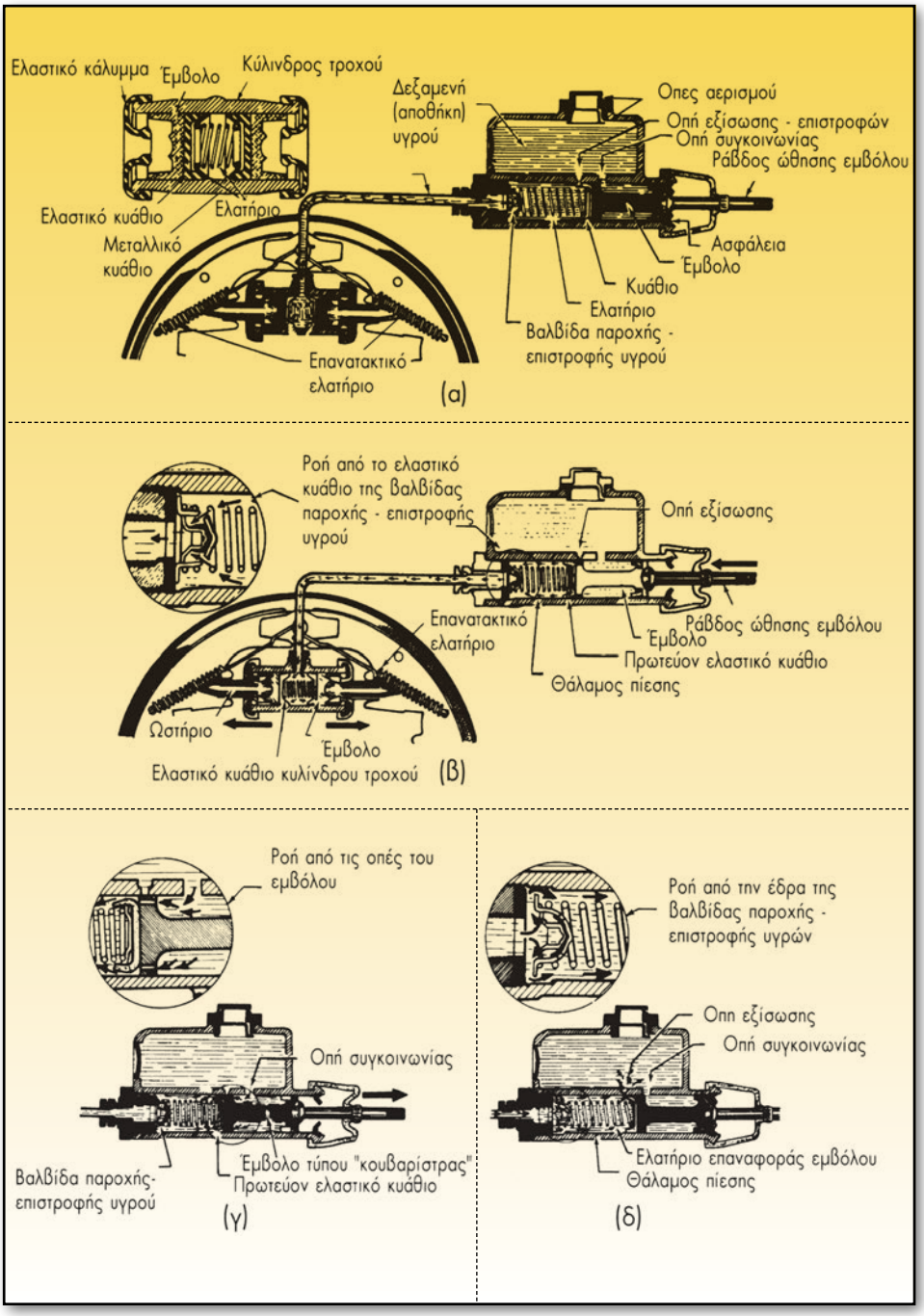


Σχ.6.18 α. Πεντάλ και αντλία πέδησης Α - 140 Συνολική διαδρομή πεντάλ (140 mm). Ελεύθερη διαδρομή πεντάλ (3-5 mm).
1. Κεντρικός κύλινδρος. 2. Ωστική ράβδος. 3. Πεντάλ φρένου. 4. Ωστήριο φώτων στοπ φρένων. 5. Περικόχλιο ρύθμισης θέσης φώτων στοπ φρένων. 6. Διακόπτης φώτων στοπ. 7. Ελατήριο επαναφοράς πεντάλ φρένων.

β. Κύλινδρος τροχών.

πέδησης σε λειτουργία. Όταν, δηλαδή, ο οδηγός πατήσει το πεντάλ του φρένου (ποδόπληκτρο), η ωστική ράβδος, που είναι συνδεμένη με το πεντάλ, ωθεί το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου, οπότε το υγρό πιέζοντας το κυάθιο διέρχεται από τις οπές της βαλβίδας παροχής υγρών, περνά μέσα από τις σωληνώσεις και καταλήγει στους κυλίνδρους (κυλινδρίσκους) του τροχών. Εκεί αναγκάζει τα δύο έμβολα του κάθε κυλινδρίσκου να απομακρυνθούν και να πιέσουν με τα ωστήριά τους τις σιαγόνες, οι οποίες ανοίγουν και πιέζουν έτσι το τύμπανο του τροχού, με τελικό αποτέλεσμα να το ακινητοποιούν.

Στην περίπτωση (γ) του ίδιου σχήματος, παρατηρούμε ότι, όταν ο οδηγός αφήσει ελεύθερο το πεντάλ, τότε το ελατήριο του κεντρικού κυλίνδρου πιέζει το έμβολο προς τα οπίσω και, επειδή το υγρό που βρίσκεται ήδη στους κυλινδρίσκους των τροχών και στις σωληνώσεις δεν προλαβαίνει να γυρίσει πίσω και να καταλάβει τον κενό χώρο που υπάρχει, το χώρο αυτό καταλαμβάνει άλλο υγρό, το οποίο έρχεται από τη δεξαμενή υγρών, μέσω της οπής συγκοινωνίας και των περιφερειακών οπών του άκρου του εμβόλου. Έτσι, αυτό περνά από τα ανασηκωμένα χείλη του πρωτεύοντος ελαστικού



Σχ.6.19 Λειτουργία υδραυλικού συστήματος πέδησης
(α) Πέδη σε ηρεμία, (β) Πέδη σε λειτουργία, (γ) Αρχή απελευθέρωσης της πέδης, (δ) Τέλος ελευθέρωσης της πέδης.

κυαθίου και γεμίζει το κενό, που δημιουργήθηκε με την προς τα οπίσω κίνηση του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου, με αποτέλεσμα να έχουμε ταχεία επιστροφή του εμβόλου του κυλίνδρου προς τα οπίσω. Στο διάστημα αυτό, όμως, τα ελατήρια επαναφοράς των σιαγόνων πιέζουν με τα ωστήριά τους τα έμβολα των κυλινδρίσκων και εκείνα με τη σειρά τους αναγκάζουν το υγρό να φύγει αρχικά από τους κυλινδρίσκους των τροχών, να περάσει στη συνέχεια από τις σωληνώσεις, να ανασηκώσει τη βαλβίδα επιστροφής (βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρών) στον κεντρικό κύλινδρο *[Σχ.6.19(δ)]* μετά να φθάσει στο χώρο εμπρός από το πρωτεύον κυάθιο του εμβόλου και από εκεί - λόγω του ότι το έμβολο έχει πλέον τερματίσει στη θέση αρχικής ηρεμίας του - το υγρό, μέσω της οπής εξίσωσης, να καταλήξει, τελικά, στη δεξαμενή υγρών.

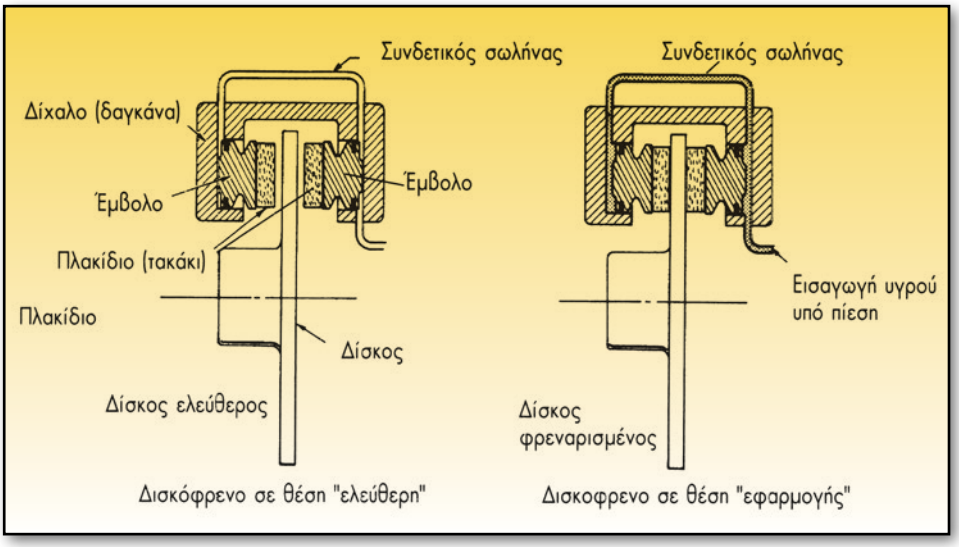
Όταν τέλος, η πίεση του υγρού εκείνου που επιστρέφει από τους κυλίνδρους των τροχών (πίεση η οποία ασκείται από τα ελατήρια επαναφοράς των σιαγόνων στα έμβολα των κυλίνδρων των τροχών), εξισωθεί με την πίεση που ασκεί το ελατήριο του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου στη βαλβίδα παροχής - επιστροφής υγρού, τότε κλείνει η βαλβίδα αυτή και σταματά η επιστροφή των υγρών στον κεντρικό κύλινδρο και κατ' επέκταση στη δεξαμενή υγρών, μέσω της οπής επιστροφής των υγρών, οπότε ομιλούμε για το τέλος της απελευθέρωσης της πέδησης.

Έτσι, η βαλβίδα επιστροφής υγρών (παροχής - επιστροφής υγρών) κλείνει και όλο το σύστημα σωληνώσεων και κυλινδρίσκων τροχών παραμένει με πίεση λίγο μεγαλύτερη του μισού bar (περίπου 0,6 bar), όση δηλαδή είναι και η τάση που δημιουργεί το ελατήριο του εμβόλου. Με τον τρόπο αυτό, τα χείλη των κυαθίων των εμβόλων, που κινούνται στα κυλινδράκια των τροχών, μένουν σε σταθερή επαφή με αυτά και γι' αυτό αποφεύγεται η είσοδος αέρα στο κύκλωμα, ενώ το σύστημα πέδησης μπορεί να ενεργοποιηθεί ακαριαία, με την παραμικρή κίνηση του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου όπως αναφέρθηκε και παραπάνω. Ας σημειωθεί, εδώ, ότι ο κεντρικός κύλινδρος βρίσκεται μόνον υπό ατμοσφαιρική πίεση, δεδομένου ότι η δεξαμενή υγρών με μια οπή που διαθέτει το κάλυμμά της, συγκοινωνεί με την ατμόσφαιρα.

6.4.3 Δισκόφρενα

Στο σύστημα πέδησης με τύμπανο και σιαγόνες δεν υπάρχει αρκετός αερισμός στα σημεία που αναπτύσσεται η τριβή, οπότε παρουσιάζεται υπερθέρμανση στις παραπάνω αυτές επιφάνειες, ιδίως σε περίπτωση εντατικής χρήσης τους ή σε κατηφορικές διαδρομές μεγάλου μήκους, όπου απαιτείται συνεχής προσπάθεια πέδησης.

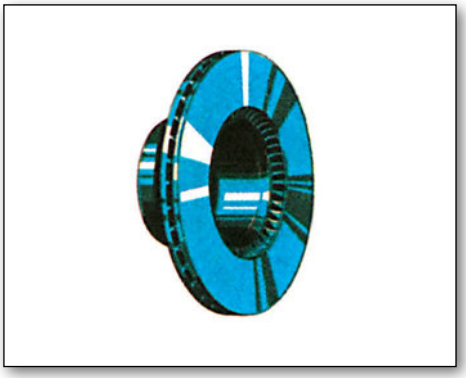
Έτσι, για να βελτιωθούν οι δυνατότητες του όλου συστήματος, ώστε να είναι πιο αποτελεσματικό, τα τύμπανα έχουν αντικατασταθεί με δίσκους και οι σιαγόνες με πλακίδια (τακάκια), οπότε ο κάθε τροχός, αντί για τύμπανο, έχει δίσκο. Ο δίσκος αυτός κινείται ανάμεσα στα σκέλη ενός σταθερού δίχαλου («δαγκάνας»), που καλύπτει ένα μικρό τομέα του δίσκου. Κάθε σκέλος του δίχαλου αυτού («δαγκάνας») έχει ένα ή δύο κυλίνδρους με τα αντίστοιχα έμβολα,



Σχ.6.20 Σύστημα φρένων με δίσκους τριβής (αρχή λειτουργίας).

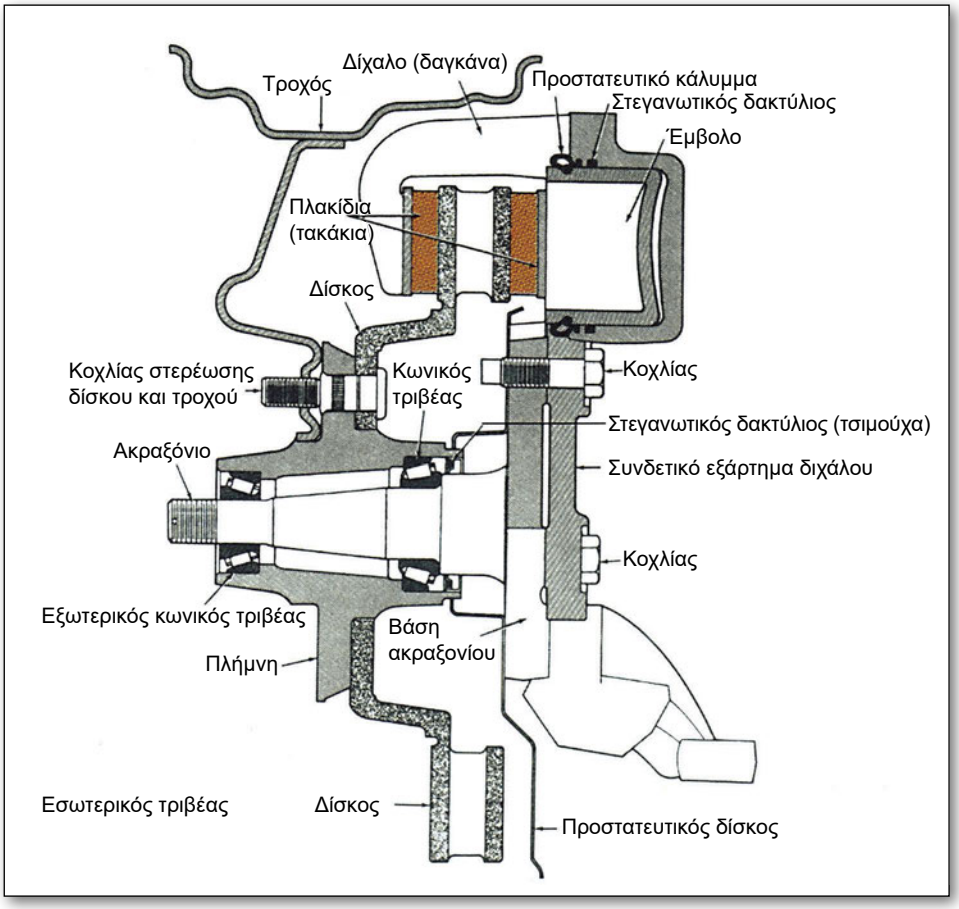
που εφάπτονται σε χαλύβδινο πέδιλο, όπου είναι κολλημένη η επένδυση της τριβής (θερμουίτ) και έτσι, ο δίσκος περιστρέφεται ανάμεσα στα πέδιλα τριβής (τακάκια) *(Σχ.6.20)*. Όταν, λοιπόν, ο οδηγός πιέσει το πεντάλ του φρένου, το υγρό έρχεται με πίεση στον ένα ή στους δύο κυλίνδρους - ανάλογα με τη σχεδίαση του συστήματος - όπως ακριβώς και στα φρένα με τύμπανο, μόνο που εδώ ο δίσκος είναι αυτός ο οποίος περισφίγγεται από τα τακάκια και τελικά ακινητοποιείται, όπως εξάλλου και ο τροχός.

Η ψύξη του δίσκου είναι πολύ καλύτερη από την αντίστοιχη του τυμπάνου και γι' αυτό επιτρέπει να επενεργούν μεγαλύτερες δυνάμεις για φρενάρισμα-ακινητοποίηση του αυτοκινήτου σε πολύ μικρότερο χρόνο, χωρίς να δημιουργηθεί υπερθέρμανση, η οποία θα επέφερε επικίνδυνη επιβράδυνση στη λειτουργία της πέδησης.



Σχ.6.21 Δίσκος με διαμόρφωση πτερωτής για αποτελεσματικότερη ψύξη (αεριζόμενος δίσκος).

Υπάρχουν και δίσκοι με μορφή πτερωτής φυγοκεντρικής αντλίας για ακόμη καλύτερη ψύξη *(Σχ.6.21)*. Αυτοί έχουν δύο λεία τοιχώματα, όπου εφαρμόζεται η πίεση των αντίστοιχων θερμουίτ των πλακιδίων (τακακιών), ενώ ανάμεσα σ' αυτά (τα τοιχώματα) σχηματίζονται

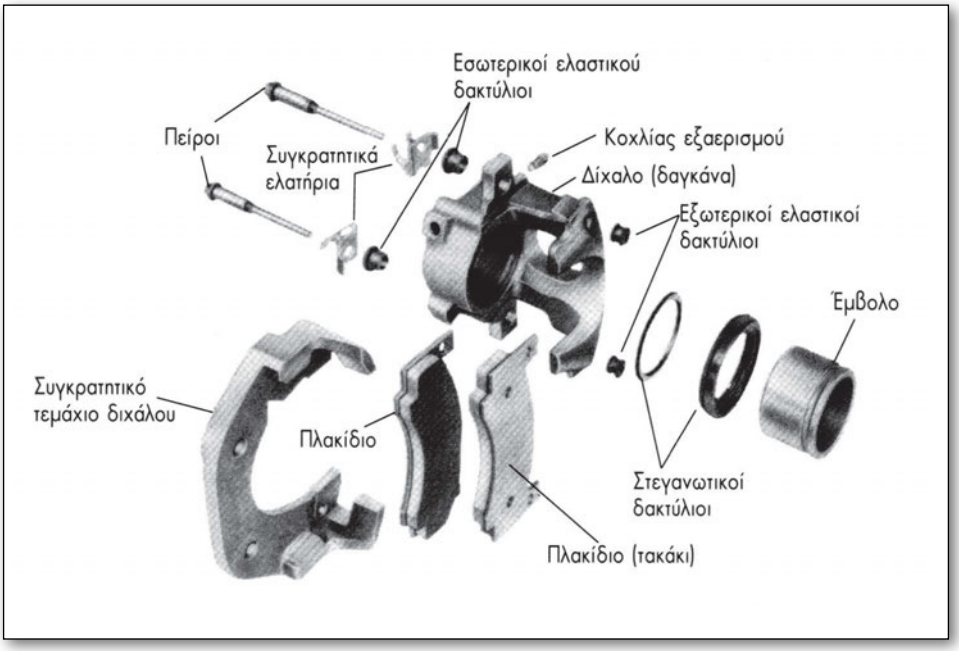


Σχ.6.22 Τομή συστήματος δισκόφρενου με ένα έμβολο στο ένα σκέλος της δαγκάνας.

δίοδοι ροής αέρα. Έτσι, κατά την περιστροφή του δίσκου, ρεύματα αέρος περνούν γρήγορα, λόγω της φυγοκεντρικής δύναμης, από τις διόδους αυτές και τον ψύχουν πολύ αποτελεσματικά.

Σε μερικά συστήματα δισκόφρενων, το δίχαλο (δαγκάνα) έχει συνήθως ένα έμβολο, μόνο στο ένα σκέλος του, όπως φαίνεται σε τομή και στο Σχ.6.22. Η όλη διάταξη του σχήματος αυτού αφορά τον εμπρόσθιο τροχό αυτοκινήτου (όπου φαίνεται το ακραξόνιο των εμπρόσθιων τροχών), αλλά με κίνηση του αυτοκινήτου στους οπίσθιους τροχούς, ενώ ο δίσκος συγκρατείται με κοχλίες στην πλήμνη του τροχού. Στο Σχ.6.23 φαίνονται περισσότερες λεπτομέρειες που αφορούν το δίχαλο (δαγκάνα).

Στην περίπτωση, λοιπόν, που υπάρχει έμβολο στο ένα σκέλος της δαγκάνας, τότε αυτή δεν στερεώνεται κατευθείαν στη βάση του ακραξόνιου, αλλά σε ένα ειδικό συνδετικό και ταυτόχρονα συγκρατητικό εξάρτημα, με δύο πείρους και ελαστικά δακτυλίδια ή με ολισθαί-



Σχ.6.23 Εξαρτήματα συστήματος δισκοφρένου με ένα έμβολο στο ένα σκέλος της δαγκάνας.

νουσα διάταξη «χελιδονοουράς», έτσι ώστε να είναι δυνατή μια μικρή μετακίνηση της δαγκάνας, κάθετα προς τον δίσκο. Τη στιγμή, λοιπόν, του φρεναρίσματος, η δαγκάνα υποχωρεί λίγο και έτσι προσαρμόζονται στο δίσκο τα πλακίδια (τακάκια) ομοιόμορφα και στις δύο επιφάνειές του.

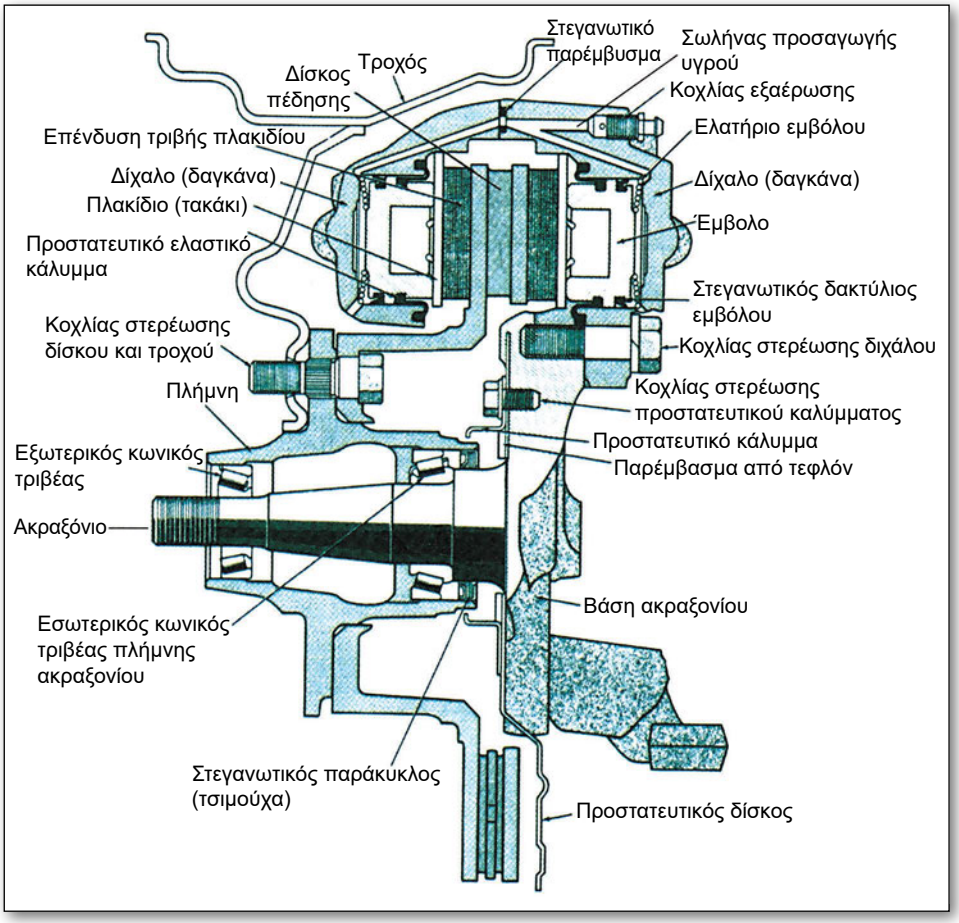
Υπάρχουν, όμως, και δαγκάνες, οι οποίες έχουν από ένα έμβολο σε κάθε σκέλος τους *(Σχ.6.24)*. Στις περιπτώσεις αυτές η δαγκάνα είναι ενιαία, φέρει δύο έμβολα - ένα από κάθε πλευρά του δίσκου - και στερεώνεται με κοχλίες, απευθείας στη βάση του ακραξονίου. Το υγρό των φρένων από την κεντρική αντλία καταθλίβεται στο σωλήνα προσαγωγής του και από εκεί διοχετεύεται στους χώρους κατάθλιψης των δύο εμβόλων, ενώ ο δίσκος του συγκροτήματος συγκρατείται με κοχλίες στην πλήμνη του τροχού. Σημειώνεται, ότι το συγκρότημα ανήκει σε πρόσθιο τροχό αυτοκινήτου, αλλά με κίνηση στους οπίσθιους τροχούς του.

Στα περισσότερα οχήματα οι δίσκοι έχουν αντικαταστήσει τα τύμπανα των δύο μόνο πρόσθιων τροχών, ενώ σε άλλα και των τεσσάρων τροχών.

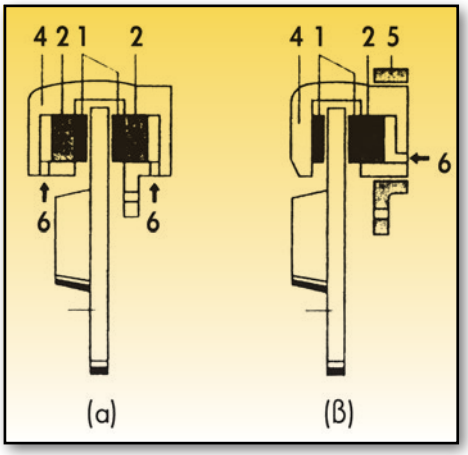
Ανακεφαλαιώνοντας, στο Σχ.6.25 φαίνονται με παραστατική σχεδίαση:

(α) Σύστημα δισκόφρενου ενιαίας δαγκάνας με δύο έμβολα, καθένα από τα οποία έχει παροχές υγρού στα σημεία που φαίνονται με τα βέλη.

(β) Σύστημα δισκόφρενου με «ολισθαίνουσα» διάταξη δαγκάνας και ένα έμβολο.



Σχ.6.24 Δισκόφρενο με ένα έμβολο σε κάθε ένα σκέλος της δαγκάνας.



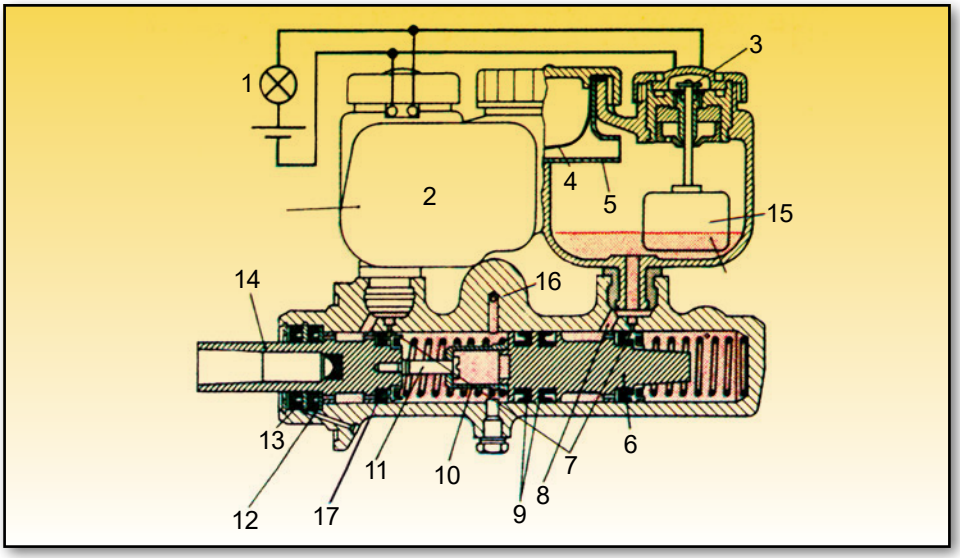
Σχ.6.25 α) Σύστημα δισκόφρενου με ενιαία δαγκάνα
(β) Σύστημα δισκόφρενου με «ολισθαίνουσα» διάταξη δαγκάνας.

1. Τακάκια
2. Έμβολο
3. Δίσκος
4. Δαγκάνα
5. Συγκρατητικό τεμάχιο διχάλου
6. Παροχή υγρού

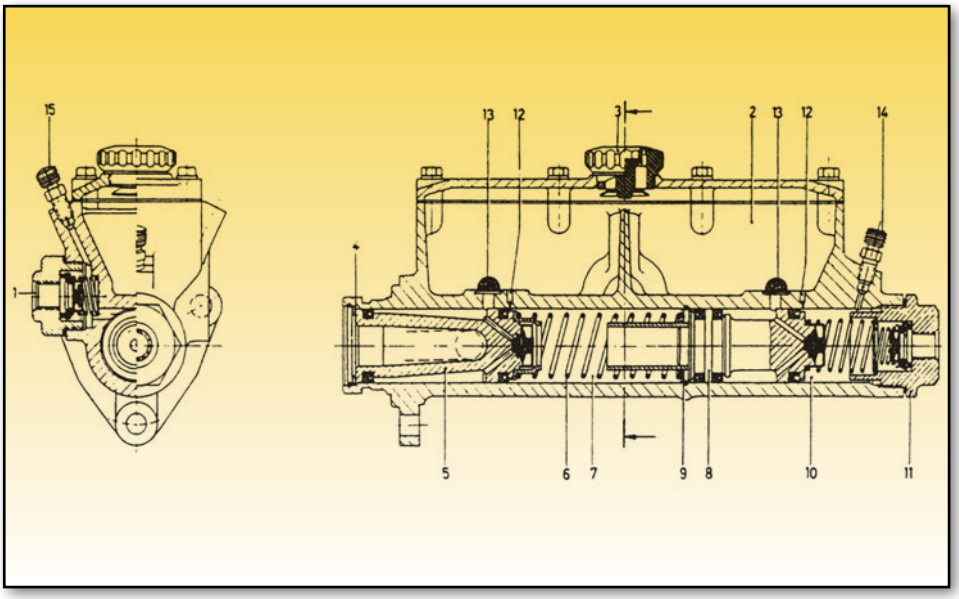
6.4.4. Συστήματα φρένων με διπλά κυκλώματα

Τα υδραυλικά συστήματα φρένων, όπως τα περιγράψαμε παραπάνω, είναι πολύ αποτελεσματικά, έχουν όμως ένα σοβαρό μειονέκτημα. Αν, δηλαδή, παρουσιασθεί διαρροή του υγρού σε οποιοδήποτε σημείο των σωληνώσεων ή των κυλίνδρων, τότε αχρηστεύεται ολόκληρο το σύστημα των φρένων και το όχημα παύει να έχει πέδηση (εκτός φυσικά από το χειρόφρενο, το οποίο, όπως είδαμε, χρησιμεύει μόνο για την εξασφάλιση ακινησίας κατά τη στάθμευση και δεν είναι ικανό να ακινητοποιήσει απότομα το αυτοκίνητο, όταν κινείται με σχετικά μεγάλη ταχύτητα).

Για να εξαλείψουν το μειονέκτημα αυτό, οι κατασκευαστές επινόησαν διάφορα συστήματα, στα οποία το κύκλωμα σωληνώσεων είτε χωρίζεται σε δύο υποκυκλώματα είτε διπλασιάζεται. Και στις δύο, πάντως, αυτές περιπτώσεις, που αποτελούν τον κανόνα για τα σύγχρονα αυτοκίνητα, χρησιμοποιείται δίδυμος κεντρικός κύλινδρος *(Σχ.6.26)*. Όπως, δηλαδή, φαίνεται στο συγκεκριμένο σχήμα, ο κύλινδρος έχει δύο χώρους κατάθλιψης και δύο έμβολα. Ο κάθε χώρος κατάθλιψης τροφοδοτείται από ανεξάρτητη δεξαμενή υγρών, ενώ τροφοδοτεί ένα ανεξάρτητο κύκλωμα σωληνώσεων· λειτουργεί, δηλαδή, το κάθε κύκλωμα όπως



Σχ.6.26 Δίδυμος κεντρικός κύλινδρος.
1. Ενδεικτική λυχνία υγρών φρένων. 2. Δεξαμενή ή δοχείο υγρών. 3. Πλάκα γεφύρωσης επαφών ενδεικτικής λυχνίας. 4. Κάλυμμα πλήρωσης υγρών. 5. Είσοδος υγρών προς δεξαμενή. 6. Δευτερεύον έμβολο. Οπή εξίσωσης - επιστροφών. 8. Οπή συγκοινωνίας. 9. Δακτύλιος στεγανότητας. 10. Κυάθιο. 11. Κοχλίας απόστασης. 12. Στεγανωτικός δακτύλιος εμβόλου. 13. Στεγανωτικός δακτύλιος υποπίεσης. 14. Πρωτεύον έμβολο.15. Πλωτήρας. 16. Έξοδος υγρού από τον χώρο κατάθλιψης για τον οπίσθιο άξονα. 17. Πρωτεύων ελαστικός δακτύλιος πίεσης - στεγανότητας.



Σχ.6.27 Δίδυμος κεντρικός κύλινδρος σύγχρονης κατασκευής.
1. Στόμιο σύνδεσης πέδης πρόσθιων τροχών. 2. Δοχείο υγρών πέδης. 3. Τάπα πλήρωσης υγρών. 4. Τέρμα πρόσκρουσης. 5. Πρωτεύον (κύριο) έμβολο. 6. Ελατήριο επιτροφής πρωτεύοντος εμβόλου. 7. Χώρος πίεσης. 8. Δευτερεύον έμβολο. 9. Δακτύλιος ασφάλειας και τέρματος. 10. Χώρος πίεσης. 11. Κοχλίας με βαλβίδα πυθμένος. 12. Οπή εξίσωσης - επιστροφών. 13. Οπή συγκοινωνίας ή συμπλήρωσης. 14. 15. Κοχλίες εξαέρωσης.

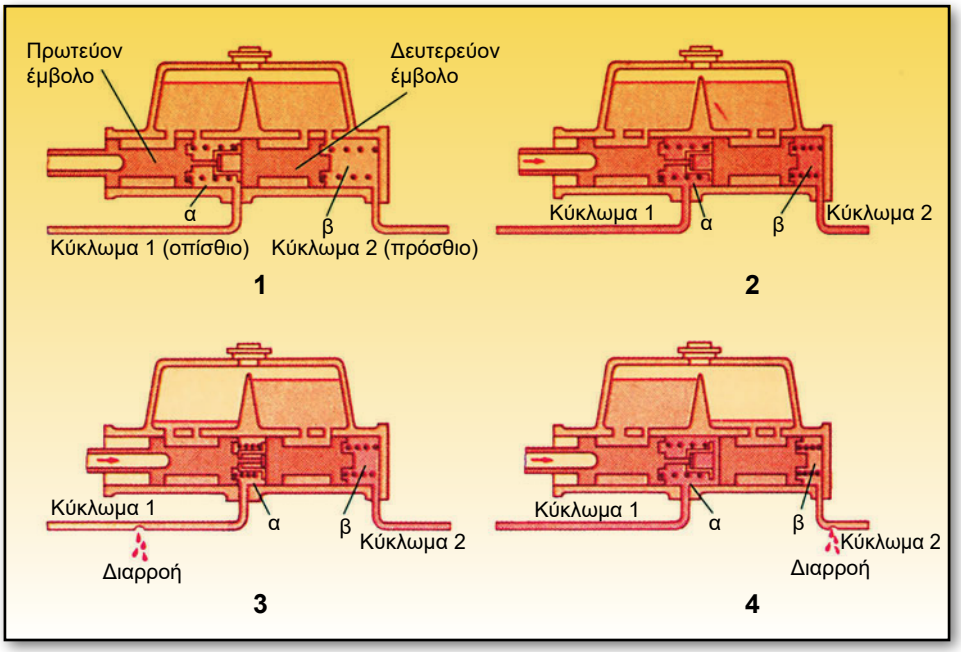
και ο απλός κεντρικός κύλινδρος, που περιγράψαμε παραπάνω. Ο χώρος κατάθλιψης, που βρίσκεται πριν από το πρωτεύον έμβολο - το οποίο πιέζεται απευθείας από το πεντάλ του φρένου - παρέχει υγρό με πίεση στο οπίσθιο κύκλωμα φρένων, ενώ ο χώρος, που είναι πριν από το δευτερεύον έμβολο, τροφοδοτεί το πρόσθιο κύκλωμα. Το δευτερεύον έμβολο κινείται ελεύθερα (πλέει), μεταξύ του πρωτεύοντος εμβόλου και του άκρου του κεντρικού κυλίνδρου.

Στο Σχ. 6.27 παρουσιάζεται σε διαμήκη τομή και σε πλάγια ημιόψη-ημιτομή, δίδυμος κεντρικός κύλινδρος σύγχρονης κατασκευής, με τις ονομασίες των μερών του.

Λειτουργία του δίδυμου κεντρικού κυλίνδρου.

Πιο αναλυτικά:

- Στο Σχ.6.28 (1), το σύστημα των φρένων είναι σε ηρεμία, αφού οι δύο χώροι κατάθλιψης, (α και β), είναι γεμάτοι με υγρό.
- Στο Σχ.6.28 (2), το σύστημα βρίσκεται με τα δύο κυκλώματά του (πρόσθιο και οπίσθιο) σε καλή κατάσταση, δηλαδή δεν παρουσιάζει διαρροές. Καθώς πιέζεται το πρωτεύον έμβολο και αναπτύσσεται πίεση στο χώρο α, κινείται και το δευτερεύον έμβολο, το οποίο αναπτύσσει πίεση στο χώρο β.

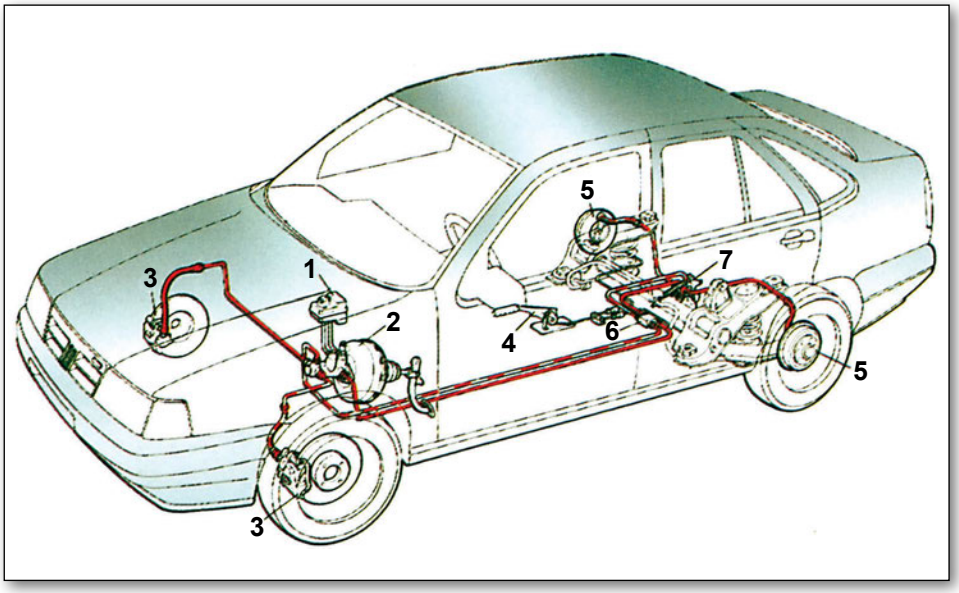


Σχ.6.28 Η λειτουργία του δίδυμου κεντρικού κυλίνδρου.

Οι πιέσεις στο χώρο α και β είναι ίσες, οπότε αναπτύσσονται ίσες πιέσεις και στα δύο κυκλώματα.

- Στο Σχ.6.28 (3), φαίνεται ότι υπάρχει διαρροή στο οπίσθιο κύκλωμα και ο χώρος α αδειάζει. Το πρωτεύον έμβολο έρχεται σε επαφή με το δευτερεύον και έτσι μεταδίδει την πίεση στον χώρο β, που δημιουργεί πίεση στο πρόσθιο κύκλωμα των φρένων. Εκείνο που παρατηρείται στην περίπτωση αυτή είναι, ότι η διαδρομή του πεντάλ είναι μεγαλύτερη, γεγονός το οποίο προειδοποιεί τον οδηγό, για προβληματική λειτουργία του κυκλώματος.
- Στο Σχ.6.28 (4), φαίνεται ότι υπάρχει διαρροή στο πρόσθιο σύστημα και ο χώρος β αδειάζει. Το δευτερεύον έμβολο υποχωρεί και τερματίζει στο άκρο του κυλίνδρου χωρίς να αναπτύξει πίεση, οπότε το πρόσθιο σύστημα «νεκρώνεται». Καθώς όμως το δευτερεύον έμβολο τερματίζει, αρχίζει να αναπτύσσεται πίεση μεταξύ των εμβόλων, δηλαδή στο χώρο α, οπότε το οπίσθιο κύκλωμα παραμένει σε λειτουργία. Και εδώ παρατηρείται, ότι η διαδρομή του πεντάλ είναι μεγαλύτερη και άρα το κύκλωμα λειτουργεί πλημμελώς.

Με το σύστημα αυτό του διπλού κυκλώματος εξασφαλίζεται, τουλάχιστον, η ομαλή λειτουργία του ενός από τα δύο κυκλώματα φρένων, έστω και αν στο άλλο παρουσιασθεί διαρροή. Κατά



Σχ.6.29 Γενική διάταξη υδραυλικού συστήματος φρένων με δίδυμο κεντρικό κύλινδρο.
1. Δοχείο υγρών φρένων. 2. Σεβρόφρενο με υποπίεση και δίδυμη κεντρική αντλία κυκλωμάτων σε διαγώνια διάταξη. 3. Δισκόφρενα πρόσθιων τροχών. 4. Μοχλός χειρόφρενου. 5. Τύμπανα (ταμπούρα) οπίσθιων τροχών. 6. Διακλαδωτήρας τεσσάρων οδών. 7. Βαλβίδα κατανομής πίεσης υγρών.

την κατασκευή των συστημάτων αυτών λαμβάνεται υπόψη η κατάλληλη ρύθμιση των σιαγόνων των φρένων ή των τακακιών, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται, μέσω της διαθέσιμης ωφέλιμης διαδρομής και των δύο εμβόλων, η καλύτερη δυνατή επαφή των υλικών τριβής με τα ταμπούρα ή τους δίσκους, αντίστοιχα.
Στο Σχ.6.29, παρουσιάζεται γενική διάταξη ενός υδραυλικού συστήματος φρένων με δίδυμο κεντρικό κύλινδρο, καθώς και η διάταξη του χειρόφρενου.

6.4.5. Κατανομή του έργου πέδησης μεταξύ των αξόνων

Όταν ένα όχημα κινείται ευθύγραμμα και με την ίδια ταχύτητα σε οριζόντιο έδαφος, οι αντιδράσεις στην κίνησή του (αντίδραση αέρα, αντίσταση κύλισης, τριβές κ.λπ.) εξουδετερώνονται, τελείως, από την προωθητική δύναμη των κινητήριων τροχών και η κατανομή του βάρους του οχήματος στους δύο άξονές του είναι εκείνη που έχει, όταν βρίσκεται σε στάση. Βέβαια, η αντίσταση του αέρα προκαλεί τη δημιουργία ενός ζεύγους δυνάμεων αντίθετων προς το ζεύγος των δυνάμεων της αδράνειας, που τείνουν να ελαφρώσουν τον πρόσθιο και να επιβαρύνουν τον οπίσθιο άξονα. Αυτές όμως οι δυνάμεις είναι μικρές και μπορεί να θεωρηθούν αμελητέες.
Ταυτόχρονα, το βάρος του οχήματος αναλύεται σε δύο συνιστώσες που ενεργούν στα σημεία επαφής των τροχών και του εδάφους. Επειδή το

κέντρο βάρους του οχήματος βρίσκεται περίπου στο μέσον και κοντά στον άξονα μετάδοσης της κίνησης σε αυτοκίνητα με κίνηση στους οπίσθιους τροχούς, για την καλή πέδησή τους μια ίση κατανομή του έργου πέδησης ανάμεσα στους δύο άξονες θα ήταν ό,τι καλύτερο, οπότε το ζεύγος των δυνάμεων πέδησης των τροχών του οπίσθιου άξονα θα ήταν ίσο με το ζεύγος των τροχών του πρόσθιου άξονα.

Τη στιγμή, όμως, της πέδησης, μεταφέρεται ένα σημαντικό μέρος του βάρους από τον οπίσθιο στον πρόσθιο άξονα, που βυθίζει το πρόσθιο μέρος του οχήματος και τροποποιεί, έτσι, σημαντικά, την κατανομή του βάρους μεταξύ των αξόνων.

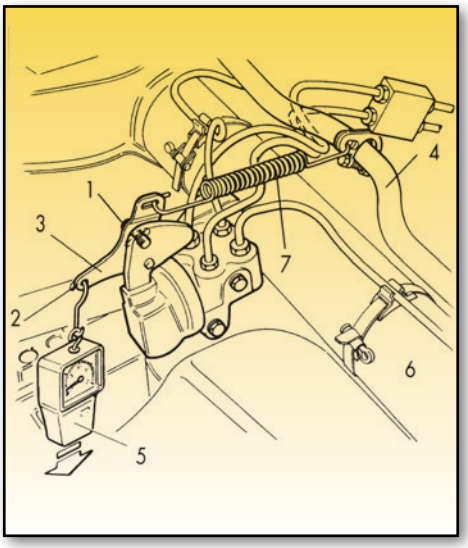
Η νέα αυτή κατανομή εξαρτάται από την επιβράδυνση και τις συνθήκες φόρτωσης του οχήματος και μπορεί να φθάσει μέχρι τη μετάθεση του 75% του φορτίου στον πρόσθιο άξονα. Στην πράξη, όμως, για τον υπολογισμό των συστημάτων πέδησης, δέχονται οι κατασκευαστές ως λογική κατανομή την αναλογία 60 προς 40, και κατασκευάζουν έτσι το σύστημα πέδησης, ώστε η σχέση μεταξύ πρόσθιου και οπίσθιου ζεύγους δυνάμεων πέδησης να στηρίζεται στην αναλογία που πιο πάνω αναφέρθηκε.

Ας σημειωθεί, ότι στην περίπτωση αυτοκινήτων με πρόσθια κίνηση, ο πρόσθιος άξονας φέρει περισσότερο βάρος από τον οπίσθιο.

Η προσπάθεια αναλογικής κατανομής του έργου της πέδησης έχει ως βασικό σκοπό να εκμεταλλευθεί, όσο το δυνατόν, περισσότερο μέρος του βάρους του οχήματος, που υπάρχει σε κάθε άξονα και σε κάθε στιγμή, και να εξασφαλίσει σε περίπτωση ακινητοποίησης των τροχών, την ακινητοποίηση πρώτα των πρόσθιων και μετά των οπίσθιων. Αυτό πρέπει να γίνεται, γιατί η ακινητοποίηση των πρόσθιων τροχών προκαλεί μόνο μία οριζόντια αιώρηση του πρόσθιου τμήματος του αυτοκινήτου, δεξιά και αριστερά από τον άξονα πορείας, ενώ η ακινητοποίηση (μπλοκάρισμα) των οπίσθιων τροχών προκαλεί πλαγιολίσθηση ή και πλήρη αναστροφή της κίνησης, κατά την οποία το οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου έρχεται εμπρός, με σοβαρό κίνδυνο ανατροπής (φαινόμενο «Μπάκ Χέαντ», ή «τετ α κέ»).

Για φορτηγά, λεωφορεία κ.λπ., όπου οι ταχύτητες και οι επιταχύνσεις είναι μικρές και η κατανομή του βάρους είναι διαφορετική, κατά κανόνα το μεγαλύτερο μέρος του βάρους πέφτει στον οπίσθιο άξονα, οπότε το μεγαλύτερο μέρος του έργου της πέδησης αναλαμβάνει ο οπίσθιος άξονας. Έτσι, τα ζεύγη πέδησης πρόσθιων και οπίσθιων τροχών μπορεί να έχουν σχέση 30 προς 70.

Όταν οι τροχοί, ή έστω μόνο ο ένας της μιας πλευράς, επιβραδύνονται περισσότερο από τους αντίστοιχους τροχούς της άλλης πλευράς, τότε δημιουργείται τάση εκτροπής του οχήματος προς την πλευρά του τροχού ή των τροχών που επιβραδύνονται περισσότερο, με κίνδυνο όχι μόνο εκτροπής αλλά και ανατροπής του. Για να αποφευχθεί αυτό, γίνεται προσπάθεια, ώστε οι δυνάμεις σύσφιξης των τροχών σε κάθε άξονα να είναι ίσες, ενώ και οι τροχοί σε κάθε άξονα πρέπει να έχουν ελαστικά ίδιου τύπου και ίδιας πίεσης αέρα και να βρίσκονται στην ίδια κατάσταση από άποψη φθοράς.



Σχ. 6.30 Κατανεμητής πίεση υδραυλικού συστήματος πέδησης.
1. Κοχλίας ρύθμισης. 2. Σημείο πρόσδεσης δυναμόμετρου για τον έλεγχο τάσης του ελατηρίου. 3. Βραχίονας ελέγχου. 4. Αντιστρεπτική δοκός. 5. Δυναμόμετρο ελέγχου. 6. Οπίσθιος άξονας. 7. Εξωτερικό ρυθμιστικό ελατήριο.

Άλλος λόγος που προκαλεί το ανομοιόμορφο φρενάρισμα του οχήματος είναι, όταν οι τροχοί κινούνται σε δρόμο με διαφορετικό συντελεστή τριβής τροχού - οδοστρώματος. Τέτοιες περιπτώσεις παρουσιάζονται, όταν η άσφαλτος είναι λεία στο μεσαίο τμήμα της, ενώ είναι ανώμαλη και τραχεία στα άκρα. Έτσι, οι οδηγοί πρέπει να φροντίζουν πάντα, ώστε όλοι οι τροχοί του αυτοκινήτου να κινούνται σε ομοιόμορφο οδόστρωμα.
Τέλος, η άνιση κατανομή φορτίου μεταξύ δεξιών και αριστερών τροχών, προκαλεί ζεύγος δυνάμεων ανατροπής, όταν το αυτοκίνητο κινείται σε καμπύλη τροχιά, και για το λόγο αυτό, πρέπει να αποφεύγεται το φρενάρισμα - και ιδίως το ισχυρό και το απότομο - όταν το όχημα κινείται σε στροφή.

Αντιολισθητικά συστήματα

Οι ικανότητες φρεναρίσματος του αυτοκινήτου μειώνονται σημαντικά, αν για οποιονδήποτε λόγο ακινητοποιηθούν οι τροχοί, πάψουν δηλαδή να περιστρέφονται.
Για να μην γίνεται αυτό, τα αυτοκίνητα έχουν συστήματα που αναστέλλουν ελαφρά τη δύναμη των φρένων, συνήθως των οπίσθιων, ή και των τεσσάρων ακόμη τροχών, όταν κάποιος από αυτούς πλησιάζει να ακινητοποιηθεί (ABS).
Ένα από αυτά τα συστήματα, που χρησιμοποιούνται σήμερα στα συστήματα πέδησης, είναι η «Βαλβίδα Κατανομής Πίεσης» των υγρών των φρένων, γνωστή και ως «κατανεμητής πίεσης».
Το σύστημα αυτό είναι απλό, δρα μόνο στους οπίσθιους τροχούς και ενεργοποιείται με την αλλαγή (ελάφρυνση) του φορτίου του οπίσθιου άξονα, που παρουσιάζεται κατά το φρενάρισμα.
Έτσι, κατά το απότομο φρενάρισμα, το πρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου βυθίζεται («μπρουμουτίζει»), ενώ αντίστοιχα ανυψώνεται το οπίσθιο. Αυτό, όπως αναλύθηκε παραπάνω, οφείλεται στην αλλαγή της κατανομής των φορτίων ανάμεσα στους δύο άξονες.
Στο Σχ. 6.30, φαίνεται μία βαλβίδα κατανομής πίεσης υγρών φρένων (κατανεμητής), τοποθετημένη στον οπίσθιο τυπικό άξονα ενός αυτοκινήτου, στο οποίο η κίνηση δίδεται στους πρόσθιους τροχούς, ενώ υπάρχουν δισκόφρενα εμπρός και τύμπανα (ταμπούρα) για τον οπίσθιο άξονα.

Εδώ ο κατανεμητής είναι τοποθετημένος στον τυπικό οπίσθιο άξονα και συνδέεται, μέσω ενός ρυθμιστικού ελατηρίου ελέγχου, με την αντιστρεπτική δοκό (ράβδο) (4).

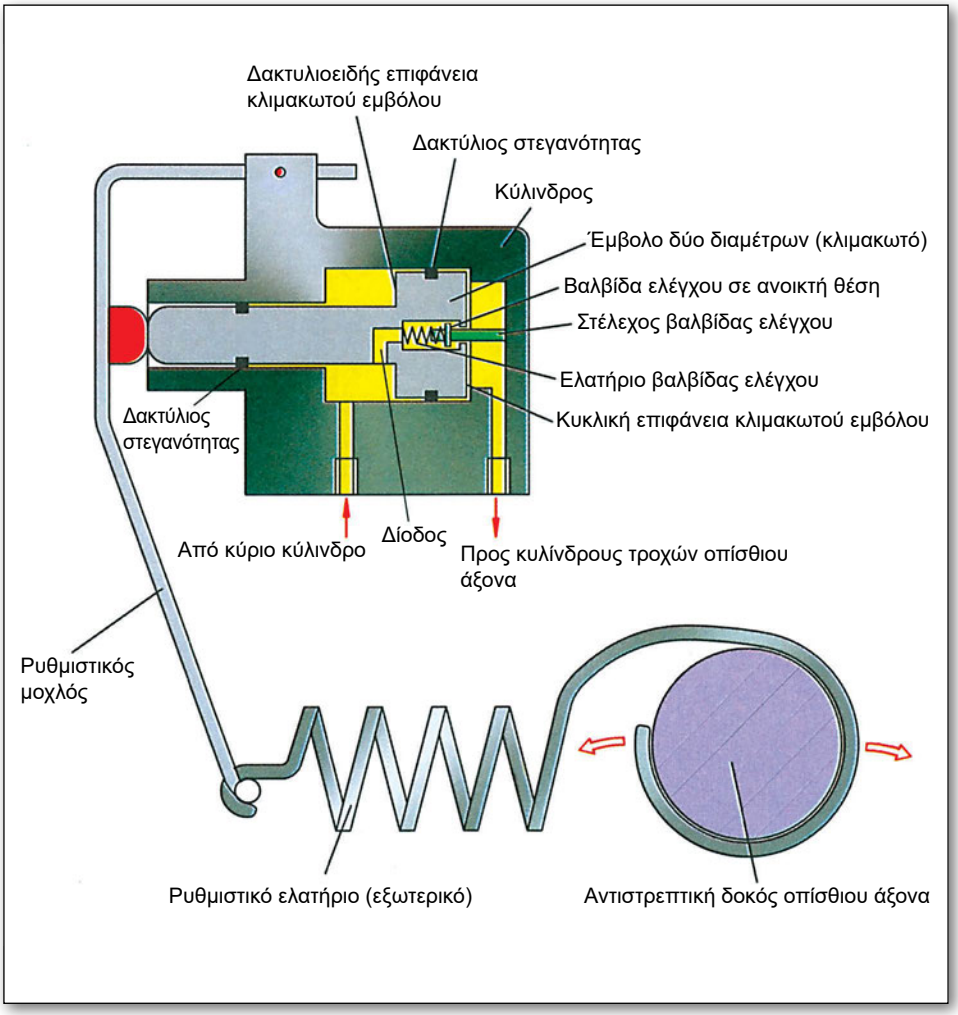
Κατά την κανονική πορεία, το φορτίο κατανέμεται κανονικά ανάμεσα στους δύο άξονες και επομένως το ελατήριο ελέγχου, που επενεργεί και ελέγχει τον κατανεμητή, έχει ορισμένη τάση. Η τάση αυτή ελέγχεται κατά τη ρύθμιση του με το δυναμόμετρο (5), με το αυτοκίνητο σε στάση χωρίς φορτίο και ρυθμίζεται από το σημείο (1).

Τη στιγμή, λοιπόν, του φρεναρίσματος, η αδράνεια προκαλεί αλλαγή στην κατανομή των φορτίων, με αποτέλεσμα ο πρόσθιος άξονας να φορτίζεται περισσότερο, ενώ ο οπίσθιος να ανακουφίζεται (αποφορτίζεται), με συνέπεια, όταν ανασηκώνεται το οπίσθιο μέρος του αυτοκινήτου, οι υστερούντες βραχίονες των τροχών κινούνται προς τα κάτω, δηλαδή κατεβαίνουν *(βλ. και Σχ. 4.49)*. Κατά την κίνησή τους αυτή στρέφουν την αντιστρεπτική δοκό (4), έτσι ώστε να μειώνεται η τάση (δύναμη) του ρυθμιστικού ελατηρίου και να περιορίζεται η παροχή υγρού υπό πίεση στους κυλίνδρους των οπίσθιων τροχών.

Η βαλβίδα ρυθμίζεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε κατά την πορεία και το ελαφρό φρενάρισμα να μην εμποδίζεται καθόλου η παροχή υγρού υπό πίεση προς τους κυλίνδρους των οπίσθιων τροχών. Η βαλβίδα επεμβαίνει μόνο, όταν το φρενάρισμα είναι απότομο, σε βαθμό που να βυθίζεται αρκετά το πρόσθιο μέρος και όταν υπάρχει κίνδυνος να ακινητοποιηθούν (μπλοκάρουν) οι οπίσθιοι τροχοί. Η επέμβασή της, λοιπόν, μειώνει τη δύναμη πέδησης και προλαβαίνει την ακινητοποίησή («μπλοκάρισμά») τους.

Ο κατανεμητής αυτός περιλαμβάνει ένα έμβολο με διαβάθμιση (κλιμακωτό έμβολο) *(Σχ. 6.31)*, το οποίο διαθέτει ένα έμβολο με δύο διαφορετικές διαμέτρους. Από τη δεξιά πλευρά του, η πίεση του υγρού ασκείται στην κυκλική επιφάνεια της μεγάλης διαμέτρου του εμβόλου, ενώ από την αριστερή πλευρά, το υγρό ασκείται σε μία δακτυλιοειδή επιφάνεια πολύ μικρότερη από εκείνη της δεξιάς πλευράς. Το έμβολο έχει στο σώμα του μία δίοδο, μέσα από την οποία διέρχεται το υγρό από τον κεντρικό κύλινδρο του συστήματος πέδησης προς τους κυλίνδρους των τροχών του οπίσθιου άξονα και αντίστροφα. Η δίοδος αυτή ελέγχεται από μία βαλβίδα ελέγχου η οποία ανοίγει, όταν το κλιμακωτό έμβολο έλθει προς τα δεξιά και το στέλεχος της βαλβίδας ελέγχου «πατήσει» στο πρόσωπο του κυλίνδρου. Έτσι, το κλείσιμο ή το άνοιγμα της βαλβίδας ελέγχου εξαρτάται από τις δυνάμεις που ασκούνται στο κλιμακωτό έμβολο, δεξιά και αριστερά του.

Το κλιμακωτό, λοιπόν, αυτό έμβολο, από τη δεξιά πλευρά του δέχεται δύναμη αντίστοιχη με την πίεση του υγρού που αντιστοιχεί στην κυκλική επιφάνειά του, ενώ από την αριστερή πλευρά του δέχεται δύναμη που αντιστοιχεί στην πίεση, που ασκείται στη δακτυλιοειδή επιφάνειά του, αλλά και επιπλέον δύναμη, που ασκείται στο έμβολο - κατά την ίδια κατεύθυνση - και η οποία δύναμη προέρχεται από το εξωτερικό ρυθμιστικό ελατήριο. Η τάση, βέβαια, του εξωτερικού ρυθμιστικού ελατηρίου εξαρτάται από τις συνθήκες επιβράδυνσης, αλλά και φόρτωσης του αυτοκινήτου.



Σχ.6.31 Κατανεμητής πίεσης στο υδραυλικό σύστημα πέδησης.

Συγκεκριμένα, κατά το ελαφρό φρενάρισμα, το υγρό από τον κεντρικό κύλινδρο εισέρχεται στον κατανεμητή μέσω της διόδου, που διαθέτει το κλιμακωτό έμβολο και στη συνέχεια μέσω της βαλβίδας ελέγχου η οποία είναι ανοικτή - αφού το κλιμακωτό έμβολο είναι τελείως δεξιά και την ανοίγει - περνά με αμείωτη πίεση και κατευθύνεται προς τους κυλίνδρους των οπίσθιων τροχών. Όταν, τώρα, το φρενάρισμα αυξάνεται προοδευτικά, αυξάνεται και η πίεση από την κεντρική αντλία, πίεση η οποία εφαρμόζεται στην κυκλική επιφάνεια του κλιμακωτού εμβόλου (στη δεξιά πλευρά του), το οποίο και πιέζει προς τα αριστερά. Στην αριστερή πλευρά του κλιμακωτού εμβόλου, όπου υπάρχει η δακτυλιοειδής επιφάνεια, ασκείται μικρότερη δύναμη, λόγω

της μικρότερης επιφάνειας που παρουσιάζει, δύναμη η οποία ενισχύεται από την τάση του ρυθμιστικού εξωτερικού ελατηρίου. Εάν η δύναμη που ασκείται στην κυκλική επιφάνεια του κλιμακωτού εμβόλου είναι μεγαλύτερη από το άθροισμα της δύναμης που ασκείται στη δακτυλιοειδή επιφάνεια στην άλλη πλευρά του εμβόλου και της δύναμης του εξωτερικού ρυθμιστικού ελατηρίου, τότε το έμβολο μετατοπίζεται προς τα αριστερά και κλείνει η βαλβίδα ελέγχου. Όταν αυτή κλείσει, τότε μειώνεται η πίεση της κεντρικής αντλίας φρένων προς τους κυλίνδρους των οπίσθιων τροχών.

Μέχρι την πίεση των 15 bar στο υδραυλικό κύκλωμα, δεν υπάρχει διαφοροποίηση της πίεσης του κυκλώματος προς τους οπίσθιους τροχούς. Από το σημείο, όμως, αυτό και ανάλογα με την επιβράδυνση και τα φορτία του αυτοκινήτου, μπορεί να αναπτυχθεί μία πίεση έως 70 bar στους πρόσθιους τροχούς, ενώ ταυτόχρονα η πίεση στους οπίσθιους τροχούς να μη ξεπερνά τα 30 bar.

Μία συνήθης τυποποιημένη βαλβίδα (κατανεμητής) είναι η «3/15», που σημαίνει, ότι η βαλβίδα αρχίζει να επενεργεί από τα 15 bar. Μετά από αυτό το όριο, επιτρέπεται να περάσει μόνον το 30% της μέγιστης πίεσης, που θα αναπτυχθεί στο υδραυλικό κύκλωμα των οπίσθιων τροχών.

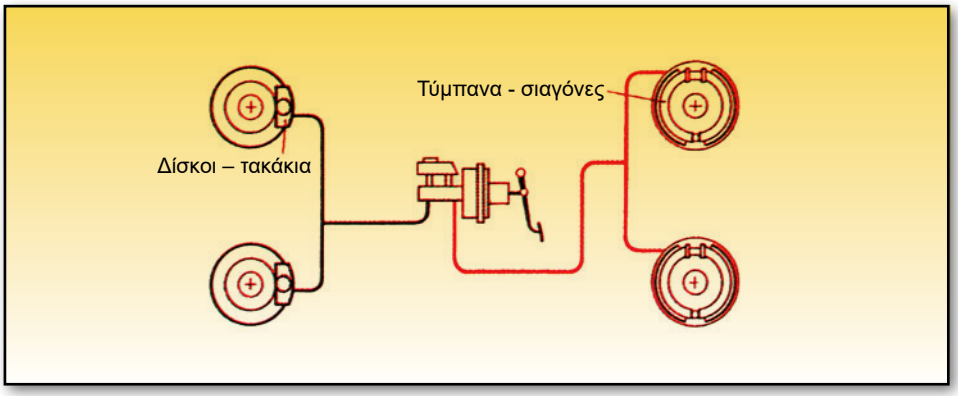
Έτσι, οι βαλβίδες αυτές (κατανεμητές) είναι ανενεργές («αναίσθητες») σε μικρές πιέσεις του συστήματος πέδησης (ελαφρές πεδήσεις), ενώ μειώνεται σημαντικά, μέχρι και 70%, σε έντονες πεδήσεις (πεδήσεις κινδύνου).

Η μείωση της πίεσης στους οπίσθιους τροχούς (στον οπίσθιο άξονα) καθορίζεται από την τάση που αναπτύσσει το ρυθμιστικό ελατήριο, το οποίο είναι συνδεμένο με κατάλληλο σημείο της αντιστρεπτικής ράβδου (No 4) του οπίσθιου άξονα *(Σχ.6.30).* Έτσι, η ράβδος αυτή εκτελεί έκκεντρη στροφή *(Σχ.6.31)* ανάλογη με το φορτίο του πίσω άξονα που προκαλείται από την ανύψωση ή μη ανύψωση των βραχιόνων των τροχών, οι οποίοι επηρεάζονται από την κίνηση του αμαξώματος του αυτοκινήτου κατά την πέδηση. Δηλαδή, ο βαθμός στροφής της αντιστρεπτικής ράβδου είναι αντίστοιχος με το ύψος, που δημιουργεί το οπίσθιο μέρος του οχήματος.

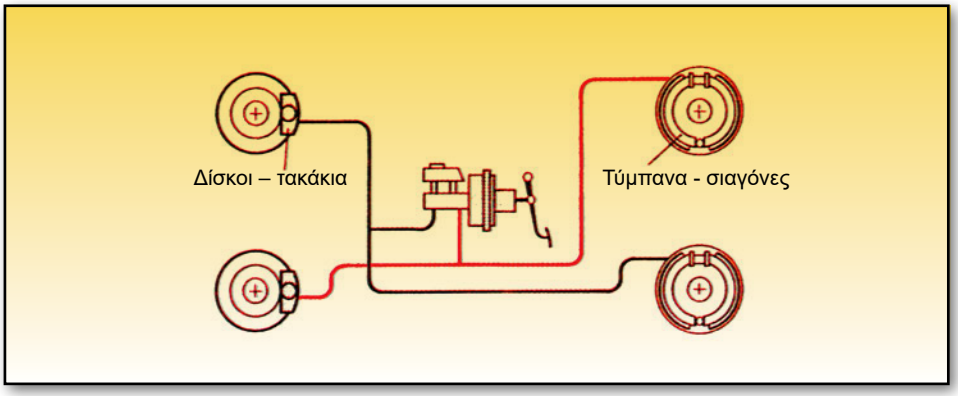
Κατ' επέκταση εάν το φρενάρισμα γίνει ακόμα πιο ισχυρό και απότομο, μειώνεται ακόμα περισσότερο η τάση του ρυθμιστικού ελατηρίου, διότι ανυψώνεται περισσότερο το πίσω μέρος του αυτοκινήτου, και οι τροχοί κατεβαίνουν προς τα κάτω, οπότε και η αντιστρεπτική ράβδος στρέφεται, με αποτέλεσμα να μειώνεται η τάση (δύναμη) του ρυθμιστικού ελατηρίου, που ασκείται στο κλιμακωτό έμβολο με αποτέλεσμα να κλείνει η βαλβίδα ελέγχου, και έτσι η πίεση προς τους οπίσθιους τροχούς είναι ελαττωμένη.

Αντίθετα, εάν φορτωθεί το πίσω μέρος του αυτοκινήτου, κατεβαίνει προς τα κάτω, με αποτέλεσμα η αντιστρεπτική ράβδος να στρέφεται έτσι, ώστε να αυξάνεται η τάση του ρυθμιστικού ελατηρίου και τελικά η πίεση, που φθάνει στους πίσω τροχούς, να είναι αυξημένη.

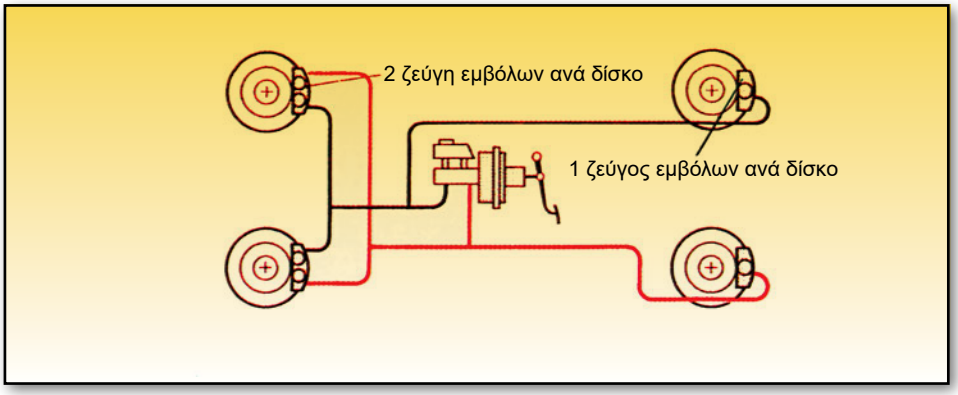
Το σύστημα του Σχ.6.30 διαθέτει ανεξάρτητο έλεγχο (δίδυμο) για τον οπίσθιο δεξιό και αριστερό τροχό, λόγω της διαγώνιας (χιαστί) διάταξης σύνδεσης των τροχών.



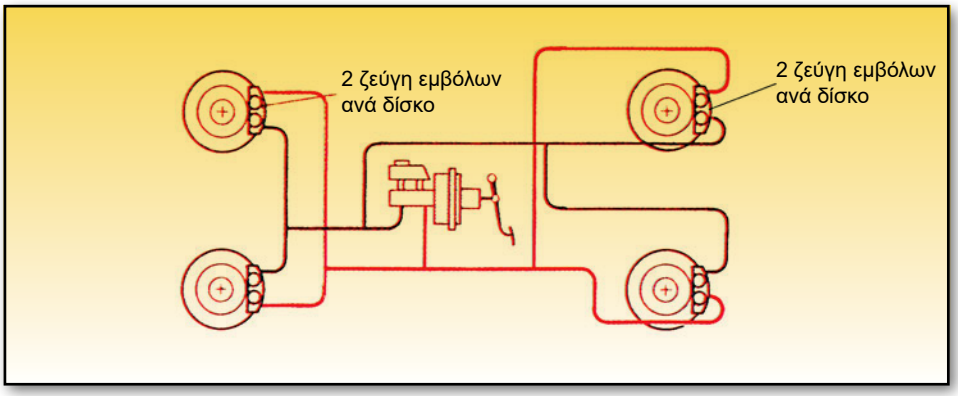
Σχ.6.32 Σύστημα πέδησης σε διάταξη Τ-Τ (εμπρόσθιος - οπίσθιος άξονας).



Σχ.6.33 Σύστημα πέδησης σε διάταξη χιαστί (Χ).



Σχ.6.34 Σύστημα πέδησης σε διάταξη L-L.



Σχ.6.35 Σύστημα πέδησης σε διάταξη Η-Η.

6.5 Διατάξεις υδραυλικών συστημάτων πέδησης

Τα συστήματα, που εφαρμόζονται σήμερα, χρησιμοποιούν δίδυμο κεντρικό κύλινδρο και αποσκοπούν στο να ενεργοποιείται, όπως είπαμε, τουλάχιστον το μισό κύκλωμα του συστήματος των φρένων.

Έτσι, στο Σχ.6.32 φαίνεται το σύστημα σε διάταξη Τ - Τ, όπου ο πρόσθιος και ο οπίσθιος άξονας αποτελούν ανεξάρτητα (ξεχωριστά) κυκλώματα, καθώς στον ένα κύλινδρο του δίδυμου κεντρικού κυλίνδρου συνδέονται οι πρόσθιοι και στον άλλο οι οπίσθιοι τροχοί.

Στο Σχ.6.33, φαίνεται ένα σύστημα σε διάταξη Χ (χιαστί), δηλαδή με διαγώνια σύνδεση κυκλωμάτων. Εδώ, με το ένα κύκλωμα συνδέεται ο πρόσθιος αριστερός τροχός με τον οπίσθιο δεξιό, και ο πρόσθιος δεξιός τροχός με τον οπίσθιο αριστερό.

Στο Σχ.6.34, φαίνεται το σύστημα σε τριγωνική διάταξη L- L. Το σύστημα αυτό εφαρμόζεται σε συστήματα δισκόφρενων στον πρόσθιο άξονα με δύο έμβολα (ή ζεύγη εμβόλων) ανά δαγκάνα και με ένα ζεύγος δισκόφρενων ή ταμπούρων, αντίστοιχα, στον οπίσθιο άξονα. Έτσι, συνδέονται κάθε φορά οι δύο εμπρόσθιοι τροχοί και ο ένας από τους δύο τροχούς του οπίσθιου άξονα. Σε περίπτωση διαρροής του ενός κυκλώματος, θα φρενάρουν οι τρεις τροχοί, δηλαδή οι δύο πρόσθιοι και ο ένας οπίσθιος. Με αυτό τον τρόπο, το αυτοκίνητο διατηρεί την ικανότητα φρεναρίσματός του κατά 80%, στην περίπτωση που λειτουργεί το ένα μόνον κύκλωμα.

Στο Σχ.6.35, φαίνεται ένα άλλο σύστημα σε διάταξη (Η-Η), που εφαρμόζεται σε συστήματα με δίσκους και με δύο έμβολα (ή ζεύγη εμβόλων) ανά δαγκάνα και στους τέσσερις τροχούς. Έτσι, σε περίπτωση που λειτουργεί μόνον το ένα κύκλωμα, το αυτοκίνητο διατηρεί σχεδόν την ικανότητα φρεναρίσματος του κατά 100%.

Σε όλα τα παραπάνω συστήματα, σε περίπτωση διαρροής στο ένα από τα δύο κυκλώματα, γεφυρώνονται δύο επαφές από τον πλωτήρα της δεξαμενής υγρών του συγκεκριμένου

κυλίνδρου και «ανάβει» στον πίνακα οργάνων ενδεικτική λυχνία απώλειας υγρού από το κύκλωμα. Επίσης, όπως αναφέρθηκε, ο οδηγός μπορεί να αντιληφθεί την απώλεια υγρών από το ένα κύκλωμα, διότι αυξάνεται η διαδρομή του πεντάλ.

Στα δύο τελευταία, συνήθως, συστήματα, ανάμεσα στον δίδυμο κεντρικό κύλινδρο και στα επιμέρους κυκλώματα υπάρχει μία διαφορική βαλβίδα με έμβολο, του οποίου η κάθε πλευρά υφίσταται την πίεση ενός από τα δύο κυκλώματα. Έτσι, σε περίπτωση μείωσης της πίεσης σε ένα από τα δύο κυκλώματα, το έμβολο μετακινείται προς το μέρος του κυκλώματος με τη μικρότερη πίεση και κλείνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, οπότε με μία ενδεικτική λυχνία ειδοποιείται ο οδηγός για την ελαττωματική λειτουργία του συστήματος φρένων.

Σημειώνεται εδώ, ότι εκτός από τον ενιαίο δίδυμο κύλινδρο, υπάρχει και άλλος δίδυμος κύλινδρος με διαφορετικές διαμέτρους, οπότε κάθε ένα από τα δύο κυκλώματα μπορεί να εργάζεται με διαφορετική πίεση.

6.6 Υγρά φρένων

Σήμερα, για τα υδραυλικά συστήματα πέδησης χρησιμοποιούνται υγρά, τα οποία έχουν ως βάση τη γλυκόλη με χαμηλό σημείο πήξης, υψηλό σημείο ζέσης και με τελείως ουδέτερη αντίδραση προς τον σίδηρο και το ελαστικό. Σύμφωνα, λοιπόν, με τις διεθνείς προδιαγραφές DOT (Dipartment of Transportation) του Υπουργείου Μεταφορών των ΗΠΑ, χρησιμοποιούνται τα υγρά DOT 3 για συμβατικά υδραυλικά συστήματα φρένων, που χρησιμοποιούν μόνον τύμπανα (ταμπούρα), και τα DOT 4 για υδραυλικά συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν τύμπανα και δισκόφρενα ή μόνον δισκόφρενα. Τα DOT 4 πλεονεκτούν έναντι των DOT 3, λόγω του ότι έχουν μεγαλύτερη ρευστότητα σε πολύ χαμηλή θερμοκρασία (-50° C) και σημείο ζέσης στους 230° C. Επίσης, το τελευταίο διάστημα κυκλοφόρησαν και τα Super DOT 5, με βελτιωμένη σύσταση και αντοχή σε ακόμη υψηλότερες θερμοκρασίες και με ικανότητα απορρόφησης ελάχιστων ποσών υγρασίας.

Επιπλέον, τα υγρά αυτά πρέπει να έχουν τη μικρότερη δυνατή συμπιεστότητα και να είναι ελάχιστα υγροσκοπικά, δηλαδή πρέπει να απορροφούν πολύ ελάχιστα ποσά υγρασίας - νερού, και γενικά να διατηρούν τα χαρακτηριστικά τους τόσο σε υψηλές όσο και σε χαμηλές θερμοκρασίες. Να σημειωθεί εδώ, ότι εάν ένα υγρό έχει απορροφήσει υγρασία, μπορεί να ατμοποιηθεί στα σημεία των κυλίνδρων των τροχών και να παρουσιάσει υψηλή συμπιεστότητα - σαν να έχουμε αέρα στο υδραυλικό κύκλωμα - με αποτέλεσμα, η πέδηση να γίνεται αναποτελεσματική και η απόσταση πέδησης να αυξάνεται υπερβολικά. Τα υγρά των φρένων πρέπει να ελέγχονται για ποσοστό υγρασίας και εάν αυτό είναι άνω του 4%, πρέπει να αντικαθίστανται.

Επίσης, δεν πρέπει για κανένα λόγο να αναμιχθούν με ορυκτά λάδια (πετρέλαια, λιπαντέλαια, παραφίνες κ.λπ.), γιατί προσβάλλονται (φθείρονται) τα ελαστικά κυάθια των κυλίνδρων.

Ταυτόχρονα, πρέπει να αποφεύγεται η ανάμιξη υγρών φρένων διαφόρων

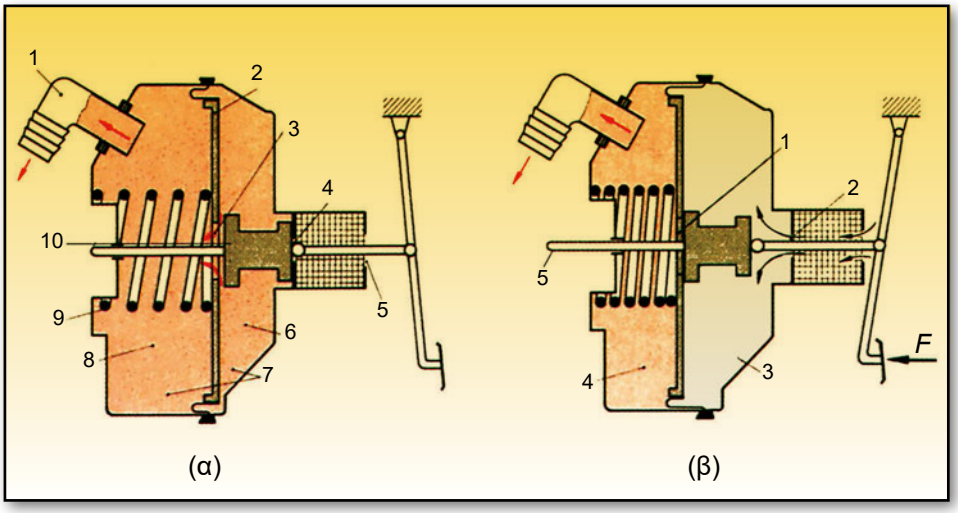
εργοστασίων, γιατί ο κάθε κατασκευαστής ίσως χρησιμοποιεί για την παρασκευή τους διαφορετικά χημικά συστατικά και θα είναι άγνωστη, επομένως, η αντίδραση από τη μεταξύ τους ανάμιξη. Τα υγρά, όμως, της ίδιας σύστασης έχουν τη δυνατότητα να αναμειγνύονται μεταξύ τους.

6.7 Βοηθητικά συστήματα πέδησης

Το ικανοποιητικό φρενάρισμα του αυτοκινήτου εξαρτάται, κατά πολύ, από τη δύναμη που εξασκεί ο οδηγός στο πεντάλ του φρένου. Για να μεγαλώσει η δύναμη αυτή και να γίνει, όσο το δυνατόν, ανετότερη η οδήγηση, επινοήθηκαν διάφορα συστήματα, όπου μία πρόσθετη δύναμη ισχυροποιεί το κύκλωμα των φρένων και επιτρέπει ισχυρό φρενάρισμα με μικρή σχετικά προσπάθεια από την πλευρά του οδηγού.

Η βοηθητική αυτή δύναμη είναι η υποπίεση (αναρρόφηση), που δημιουργείται στους αγωγούς εισαγωγής του κινητήρα, κατά την ώρα της λειτουργίας του.

Η υποπίεση αυτή, λοιπόν οδηγείται σε ένα σερβομηχανισμό (σύστημα κυλίνδρου - εμβόλου), όπως ονομάζουμε κάθε βοηθητικό σύστημα, με το οποίο εκτελείται ευκολότερα μια εργασία. Το έμβολο του σερβομηχανισμού συνδέεται, είτε άμεσα, είτε έμμεσα - όπως περιγράφεται παρακάτω με λεπτομέρειες - με το



Σχ. 6.36 Ενιαίο σύστημα φρένων με κενό.
(α) Θέση ηρεμίας 1. Ακροσωλήνιο, που συνδέεται με την πολλαπλή εισαγωγής. 2. Έμβολο - διάφραγμα. 3. Δίοδος υποπίεσης (ανοικτή). 4. Δίοδος ατμοσφαιρικής πίεσης (κλειστή). 5. Είσοδος ατμοσφαιρικής πίεσης. 6. Θάλαμος ατμοσφαιρικής πίεσης. 7. Υποπίεση. 8. Θάλαμος υποπίεσης. 9. Ελατήριο. 10. Ελεγκτική βαλβίδα.
(β) Θέση λειτουργίας 1. Δίοδος υποπίεσης (κλειστή). 2. Δίοδος ατμοσφαιρικής πίεσης (ανοικτή). 3. Ατμοσφαιρική πίεση. 4. Υποπίεση. 5. Βάκτρο εμβόλου κεντρικής αντλίας.

έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου και έτσι στη δύναμη του οδηγού προστίθεται και η δύναμη του σερβομηχανισμού, οπότε και το φρενάρισμα γίνεται ανετότερο. Σε περίπτωση βλάβης του σερβομηχανισμού, ο οδηγός για την αποτελεσματική πέδηση δεν πρέπει να καταβάλλει δύναμη μεγαλύτερη από 700 Ν, περίπου.

Είδη βοηθητικών συστημάτων πέδησης.

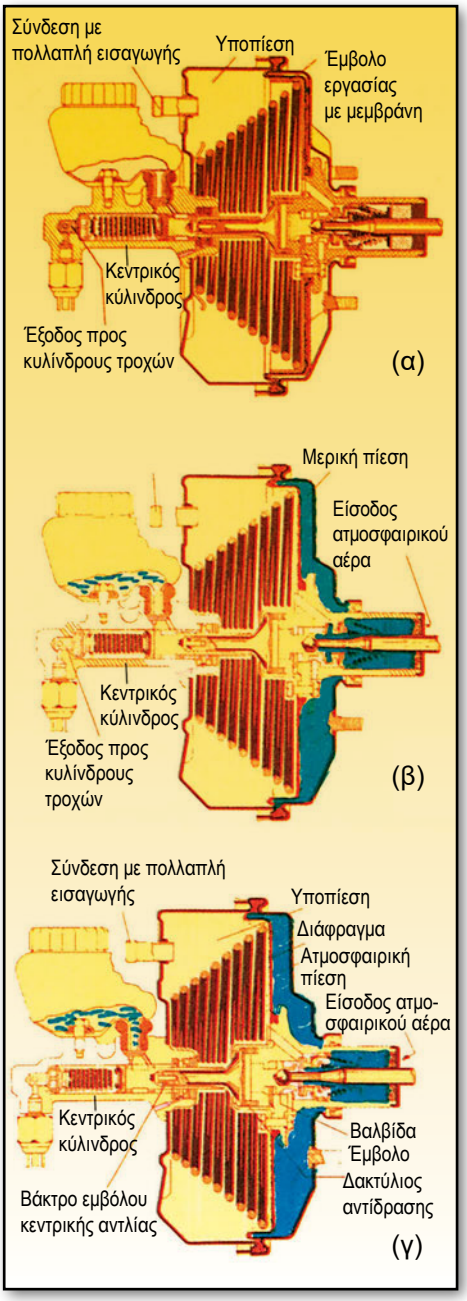
Ανάλογα με τον τρόπο που ο σερβομηχανισμός υποβοηθά τον κεντρικό κύλινδρο στο έργο του, διακρίνουμε τα παρακάτω δύο κυρίως είδη συστημάτων φρένων που λειτουργούν με το «κενό» του κινητήρα:

1. Το ενιαίο, όπου η δύναμη του σερβομηχανισμού ενεργεί κατευθείαν στον κεντρικό κύλινδρο.
2. Το έμμεσο.

Στο Σχ. 6.36, παρουσιάζεται, σε τομή, παραστατική σχεδίαση του ενιαίου συστήματος φρένων με «κενό» σε ηρεμία (α) και σε λειτουργία (β).

Έτσι, όταν ο κινητήρας λειτουργεί και το φρένο είναι ελεύθερο (σε ηρεμία) *Σχ.6.36 (α),* τότε το «κενό» της αναρρόφησης είναι αισθητό και στις δύο πλευρές του εμβόλου - διαφράγματος (2), μέσω της ανοικτής διόδου (3), που με την πίεση του ελατηρίου του (9) βρίσκεται στην ακρότατη δεξιά θέση του. Η ελεγκτική βαλβίδα, όπου δρα η ατμοσφαιρική πίεση, εδράζεται στη δίοδο - έδρα του αέρα, κλείνει τη δίοδο (4) και απαγορεύει την είσοδο του αέρα στον δεξιό θάλαμο του διαφράγματος (6).

Όταν πιεσθεί το πεντάλ Σχ.6.36 (β), ωθείται το ωστήριο του (και μαζί του και το βάκτρο του (5) που αναγκάζει το



Σχ.6.37 Σύστημα σερβομηχανισμού με υποπίεση (α) Θέση ηρεμίας. (β) Απαρχή επενέργειας στο πεντάλ των φρένων. (γ) Πλήρης λειτουργία συστήματος.

έμβολο - διάφραγμα να υποχωρήσει. Τότε η ελεγκτική βαλβίδα (10) κλείνει τη δίοδο του κενού (1) προς το δεξιό θάλαμο του διαφράγματος και ανοίγει τη δίοδο αέρα (2) προς τον θάλαμο αυτό. Έτσι, το διάφραγμα, που βρίσκεται σε διαφορά πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών του (κενού αναρρόφησης αριστερά και ατμοσφαιρικής πίεσης δεξιά), υποχωρεί (κινείται προς τα αριστερά) και πιέζει ισχυρά το έμβολο του κεντρικού κυλίνδρου με το βάκτρο (5).

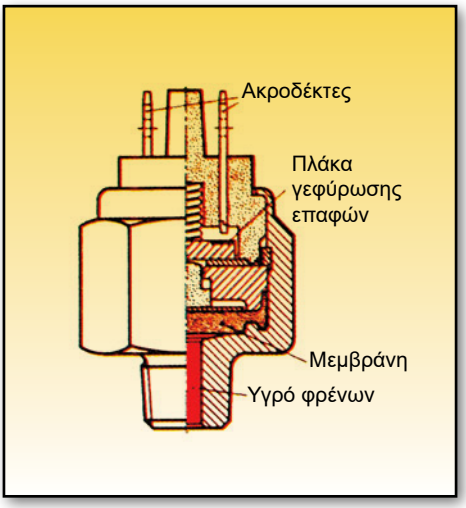
Όταν το πεντάλ αφεθεί και πάλι ελεύθερο, η ελεγκτική βαλβίδα κλείνει τη δίοδο του ατμοσφαιρικού αέρα και ανοίγει τη δίοδο του «κενού» προς το δεξιό θάλαμο του διαφράγματος, οπότε το έμβολο - διάφραγμα έρχεται δεξιά και ελευθερώνεται έτσι το φρένο.

Σε περίπτωση έλλειψης «κενού» (διακοπή λειτουργίας κινητήρα ή διαρροή σωληνώσεων), το φρένο εξακολουθεί να λειτουργεί, αλλά απαιτεί πολύ μεγαλύτερη προσπάθεια για ένα ικανοποιητικό φρενάρισμα.

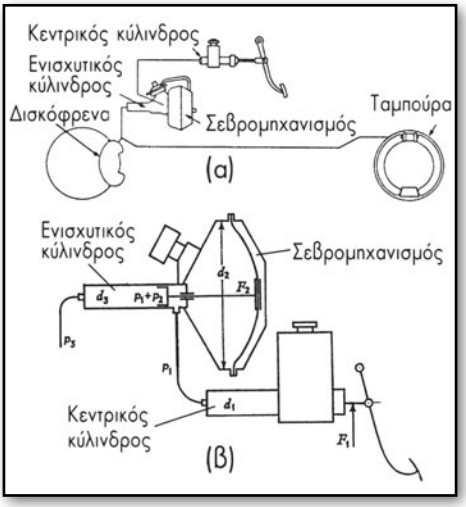
Στο Σχ. 6.37, φαίνεται η τομή από μία πραγματική σχεδίαση ενός ενιαίου συστήματος φρένων με «κενό».

Συγκεκριμένα, στη θέση (α) το σύστημα παρουσιάζεται σε θέση ηρεμίας, στη θέση (β) το σύστημα παρουσιάζεται στην απαρχή επενέργειας του πεντάλ του φρένου και στη θέση (γ) το σύστημα παρουσιάζεται σε κανονική λειτουργία.

Επίσης, στο άκρο του κεντρικού κυλίνδρου *(Σχ. 6.37)* διακρίνεται και η βαλβίδα του STOP των φρένων *(βλέπε και Σχ.6.38),* η οποία ενεργοποιείται με την ανάπτυξη πίεσης στο υδραυλικό σύστημα των σωληνώσεων, όπου γεφυρώνονται οι δύο επαφές της, με αποτέλεσμα να ανάβουν στο πίσω μέρος του αυτοκινήτου - δεξιά και αριστερά - τα φώτα των στοπ και έτσι να προειδοποιείται το όχημα που ακολουθεί, ότι το αυτοκίνητο ελαττώνει ταχύτητα.



Σχ.6.38 Βαλβίδα ενεργοποίησης φώτων (STOP) φρένων.



Σχ. 6.38α Έμμεσο σύστημα φρένων με σερβομηχανισμό κενού.

Στην περίπτωση του έμμεσου συστήματος φρένων με σερβομηχανισμό κενού, *[Σχ. 6.38α (α) και (β)]* το υγρό από τον κεντρικό κύλινδρο (διαμέτρου d_1) κατευθύνεται σε ένα δεύτερο (ενισχυτικό κύλινδρο) (διαμέτρου d_3) στον οποίο δρα ένα έμβολο, που πιέζεται από τον σερβομηχανισμό. Έτσι, η τελική πίεση του υγρού p_3 αυξάνεται με το άθροισμα των δύο πιέσεων (p_1+p_2)(του κεντρικού κυλίνδρου και του ενισχυτικού κυλίνδρου του σερβομηχανισμού). Από τον ενισχυτικό κύλινδρο πλέον το υγρό κατευθύνεται προς τους κυλίνδρους των τροχών.

6.8 Φθορές - Βλάβες

Η καλή λειτουργία του συστήματος φρένων έχει πολύ μεγάλη σημασία και ο οδηγός πρέπει να την παρακολουθεί συνεχώς, ενώ για κάθε παρέκκλιση από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας, πρέπει να απευθύνεται αμέσως στους ειδικούς τεχνίτες.

Πιο αναλυτικά:

α) Φρένα με σιαγόνες

Το σύστημα δεν λειτουργεί ικανοποιητικά όταν:

1) **Το πεντάλ ενώ πιέζεται, κατεβαίνει (υποχωρεί) ελεύθερα μέχρι το δάπεδο.**

   Αυτό μπορεί να οφείλεται ή σε κακή ρύθμιση της κινηματικής αλυσίδας του πεντάλ, ή σε μεγάλο κενό διάστημα ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες, ή σε υπερβολικά φθαρμένες επενδύσεις, ή σε φθαρμένο έμβολο, ή κυάθιο εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου, ή τέλος, σε απώλεια υγρών.

2) **Το πεντάλ των φρένων δεν έχει ελεύθερη διαδρομή, είναι δηλαδή «σκληρό» πριν αρχίσει να μεταδίδει πίεση στον κεντρικό κύλινδρο.**

   Στην περίπτωση αυτή, είναι ενδεχόμενο να μην υπάρχει ελεύθερη διαδρομή πλήρους επιστροφής του εμβόλου του κεντρικού κυλίνδρου και, επομένως, παρουσιάζεται τριβή ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο (ή τα τακάκια και τους δίσκους), με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση και τη φθορά του υλικού τριβής.

3) **Το πεντάλ παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα, όταν το πιέζουμε.**

   Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει αέρας στο σύστημα των φρένων και χρειάζεται οπωσδήποτε εξαέρωση.

4) **Το πεντάλ απαιτεί ασυνήθιστα μεγάλη δύναμη για το φρενάρισμα.**

   Αυτό σημαίνει, ή ότι έχουν βραχεί από νερό ή λάδια οι επενδύσεις τριβής, ή ότι υπάρχει υπερβολικό διάκενο ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο, ή ότι είναι ακατάλληλες οι επενδύσεις (έχουν δηλαδή πολύ μικρό συντελεστή τριβής), ή ότι υπάρχει υπερθέρμανση πέρα από το όριο, μέχρι το οποίο διατηρείται σταθερός ο συντελεστής τριβής, ή τέλος, ότι δεν λειτουργεί ο μηχανισμός του σερβόφρενου (όπου υπάρχει).

5) **Το ένα από τα φρένα σφηνώνει («μαγκώνει»).**

   Αυτό είναι δυνατό να οφείλεται, είτε σε κακή ρύθμιση του διάκενου ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο (όταν δεν υπάρχει αυτόματη διάταξη ρύθμισης του διακένου), είτε σε απόφραξη (φράξιμο) του σωληνί-

σκου, που οδηγεί στο σφηνωμένο φρένο, είτε σε κόλλημα του κυάθιου μέσα στον κύλινδρο, είτε σε σπάσιμο ή χαλάρωση του ελατηρίου επαναφοράς, είτε, τέλος, σε πολύ φθαρμένα ρουλεμάν του τροχού.

6) **Όλα τα φρένα σφηνώνουν («μαγκώνουν»).**

Την ολική αυτή σφήνωση των φρένων μπορεί να προκαλέσει: α) η κακή ρύθμιση της κινηματικής αλυσίδας του πεντάλ, β) το φράξιμο της οπής εξίσωσης στον κεντρικό κύλινδρο από ξένο σώμα, ή από διόγκωση του στεγανωτικού κυαθίου του κεντρικού κυλίνδρου λόγω πολύχρονης χρήσης ή από ακατάλληλα υγρά και γ) το φράξιμο της εξαεριστικής οπής του πώματος του δοχείου πλήρωσης υγρών στον κεντρικό κύλινδρο.

7) **Το όχημα κατά το φρενάρισμα εκτρέπεται («τραβάει») προς τη μία πλευρά.**

Αυτό σημαίνει ότι το ένα ή και τα δύο φρένα - στην πλευρά που «τραβάει» το όχημα - σφηνώνονται («πιάνουν») περισσότερο από τα φρένα της άλλης πλευράς. Το γεγονός αυτό μπορεί να οφείλεται: α) σε εισαγωγή λαδιών ή γράσου ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες του ενός φρένου - πιθανώς του οπίσθιου άξονα - της αντίθετης προς το «τράβηγμα» πλευράς, β) σε κακή και άνιση ρύθμιση των διακένων ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες, γ) σε φράξιμο σωληνίσκου, δ) σε καταστροφή ενός κυάθιου, ε) σε άνιση φθορά μεταξύ των δύο πλευρών της επένδυσης τριβής (θερμουίτ), στ) στη χρησιμοποίηση επενδύσεων διαφορετικής κατασκευής, και τέλος, σε εισαγωγή αέρα σε κάποιο κύλινδρο των φρένων της ασθενέστερης, από πλευράς φρεναρίσματος, πλευράς.

8) **Τα φρένα σφηνώνονται απότομα («αρπάζουν» απότομα).**

Πιθανώς το φαινόμενο αυτό να οφείλεται είτε σε ρύπανση των σιαγόνων με κολλητικό υλικό (ρητίνες κ.λπ.), είτε σε πολύ μικρό διάκενο ανάμεσα στις σιαγόνες και το τύμπανο, είτε σε κακής ποιότητας επένδυση, ή τέλος σε χαλαρή στήριξη του δίσκου («κιθάρας»), πάνω στον οποίο στηρίζονται οι σιαγόνες των φρένων.

9) **Τα φρένα κάνουν θόρυβο.**

Ο θόρυβος μπορεί να οφείλεται είτε σε υπερβολική φθορά των επενδύσεων τριβής, μέχρι του σημείου να έχουν αποκαλυφθεί οι κεφαλές των περτσινιών, είτε σε παραμόρφωση των σιαγόνων, είτε σε ανομοιόμορφη φθορά του τυμπάνου ή των δίσκων, είτε τέλος, σε χαλάρωση του δίσκου στήριξης των φρένων.

10) **Τρέμουλο στο πεντάλ**

Στην περίπτωση αυτή, το τρέμουλο μπορεί να οφείλεται σε μη ομόκεντρη (κεντραρισμένη) - συγκεντρική περιστροφή των ταμπούρων, λόγω παραμόρφωσής τους και μετατροπής του σχήματός τους σε οβάλ, παρά την υποτιθέμενη σωστή ρύθμιση των σιαγόνων.

β) Δισκόφρενα

Δεδομένου ότι, εκτός από τα φρένα, όλο το υπόλοιπο σύστημα είναι το ίδιο με το αντίστοιχο σύστημα των

φρένων με σιαγόνες, δεν χρειάζεται να αναφερθούν οι αιτίες της κακής λειτουργίας των κοινών και στα δύο συστήματα εξαρτημάτων. Για τις υπόλοιπες, όμως, περιπτώσεις δυσλειτουργίας των δισκόφρενων, ως πιθανά αίτια θα πρέπει να θεωρηθούν τα παρακάτω, που αντιστοιχούν βέβαια και στην ανάλογη δυσλειτουργία.

Έτσι, όταν:

1. Το πεντάλ κατεβαίνει μέχρι το δάπεδο, χωρίς φρενάρισμα, τα αίτια είναι:

α) Κάποιο έμβολο είναι αντικανονικά τοποθετημένο μέσα στον κύλινδρό του.

β) Διαρροή ανάμεσα στον κύλινδρο και το έμβολο σε κάποιο άλλο σημείο του δίχαλου («δαγκάνας»).

γ) Είσοδος αέρα μέσα στους κυλίνδρους.

2. Το πεντάλ κάνει υπερβολικά μεγάλη διαδρομή για το φρενάρισμα, τα αίτια είναι:

α) Υπερβολική φθορά είτε της επένδυσης τριβής των τακακιών, είτε του δίσκου.

β) Διαρροές υγρού από τους κυλίνδρους της δαγκάνας.

3. Το αυτοκίνητο, κατά το φρενάρισμα, εκτρέπεται («τραβάει») προς τη μία πλευρά, τα αίτια είναι:

α) Άνιση φθορά του υλικού τριβής των τακακιών.

β) Τα τακάκια στη μία πλευρά τους είναι διαφορετικού τύπου.

γ) Κάποιο έμβολο σφηνώνεται («μαγκώνει») ή παγώνει μέσα στον κύλινδρό του.

δ) Κάποιο τακάκι διαποτίζεται με λάδι.

ε) Κάποιος ελαστικός σωλήνας («μαρκούτσι») έχει υποστεί διόγκωση και εμποδίζει τα υγρά να επιστρέψουν ελεύθερα προς την κεντρική αντλία φρένων.

4. Το πεντάλ θέλει υπερβολική πίεση από τον οδηγό για το φρενάρισμα, τα αίτια είναι:

α) Υπερβολική φθορά της επένδυσης στα τακάκια.

β) Ακατάλληλα τακάκια.

5. Το πεντάλ παράγει τρέμουλο, το πιθανό αίτιο είναι το «στραβογύρισμα» των δίσκων.

γ) Ρυθμίσεις

1) Ρύθμιση του διάκενου ανάμεσα στο τύμπανο και τις σιαγόνες.

Γενικά

Το διάκενο ανάμεσα στη σιαγόνα και το τύμπανο έχει μεγάλη σημασία για την καλή λειτουργία των φρένων, γιατί αν το διάκενο είναι μεγαλύτερο από το κανονικό, το πεντάλ των φρένων εκτελεί μεγάλη διαδρομή μέχρι να φέρει τη σιαγόνα σε επαφή με το τύμπανο και να αρχίσει το φρενάρισμα. Έτσι, μπορεί να πραγματοποιηθεί ολόκληρη η διαδρομή του πεντάλ, χωρίς να επιτευχθεί η απαιτούμενη δύναμη σύσφιγξης και, επομένως, να μην επέλθει, τελικά, το σωστό φρενάρισμα.

Αν το διάκενο, πάλι, είναι μικρότερο από το κανονικό, υπάρχει κίνδυνος τριβής και υπερθέρμανσης, και το σπουδαιότερο, υπάρχει κίνδυνος αυτοσφήνωσης όλων των φρένων ή τουλάχιστον της πρωτεύουσας σι-

αγόνας, με απρόβλεπτες συνέπειες για την πορεία του οχήματος και την ασφάλεια των επιβατών.

Το διάκενο πρέπει να έχει την κανονική του τιμή, όχι μόνο σε ένα σημείο, αλλά σε όλο το μήκος και των δύο σιαγόνων. Αυτό προϋποθέτει, ότι οι περιφέρειες (η εσωτερική στο τύμπανο και η εξωτερική στις επενδύσεις τριβής) πρέπει να είναι ομόκεντρες, ή όπως λέγεται, οι σιαγόνες πρέπει να είναι «κεντραρισμένες».

Το κεντράρισμα αυτό των σιαγόνων γίνεται - ανάλογα βέβαια με τον τρόπο στήριξής τους - με επέμβαση στα σημεία στήριξής τους. Συνήθως, τα στηρίγματα των σιαγόνων, είτε είναι ένα σημείο ανά ζεύγος σιαγόνων, είτε δύο, τοποθετούνται έκκεντρα (ως προς τον πείρο στήριξής τους) επάνω στην κιθάρα.

Έτσι, βιδώνοντας ή ξεβιδώνοντας λίγο το «παξιμάδι» του πείρου του στηρίγματος στο οπίσθιο μέρος της κιθάρας, στρέφουμε τον πείρο, οπότε και ο άξονας του στηρίγματος των φρένων ανεβαίνει ή κατεβαίνει, αντίστοιχα.

Τέλος, πρέπει να σημειωθεί, ότι σε νεότερες κατασκευές, γίνεται ακριβής κατεργασία των διαφόρων εξαρτημάτων των φρένων (κιθάρας, σιαγόνων, στηριγμάτων), έτσι ώστε το στήριγμα να είναι σταθερό και το κεντράρισμα να γίνεται αυτόματα.

2) Η ρύθμιση του διάκενου σε φρένα με ανεξάρτητη στήριξη σιαγόνων

Εδώ, το διάκενο ρυθμίζεται με ειδικά έκκεντρα, που βρίσκονται μέσα στο χώρο στήριξης των σιαγόνων και των οποίων η κεφαλή εξέχει στο οπίσθιο μέρος της κιθάρας.

Το τύμπανο, σε παλαιότερες κατασκευές, στο άκρο του επίπεδου μέρους του έχει, συνήθως, μία μικρή επιμήκη σχισμή, που αντιστοιχεί ακριβώς στο διάκενο ανάμεσα στο τύμπανο και τη σιαγόνα. Στη σχισμή αυτή, αφού αφαιρεθεί ο τροχός και τοποθετηθεί διαδοχικά το τύμπανο στο μέσο κάθε σιαγόνας, τοποθετούμε «φίλερ» (παχυμετρικό έλασμα) και σε πάχος σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών (συνήθως 0,2 έως 0,25 mm). Στρέφουμε στη συνέχεια την κεφαλή του ρυθμιστικού έκκεντρου της σιαγόνας, μέχρις ότου σφηνωθεί ελαφρά το φίλερ. Στρέφουμε μετά το τύμπανο δεξιά και αριστερά, προσπαθώντας να πετύχουμε ίσο διάκενο σε όλο το μήκος της σιαγόνας.

Η ίδια εργασία επαναλαμβάνεται και στην άλλη σιαγόνα.

Αν δεν υπάρχει σχισμή για την εισαγωγή του φίλερ, η ρύθμιση γίνεται ως εξής:

Ανυψώνουμε τον τροχό και χωρίς να αφαιρέσουμε το επίσωτρο (ελαστικό), χαλαρώνουμε τελείως και τα δύο έκκεντρα. Μετά στρέφουμε το ένα έκκεντρο, μέχρις ότου πετύχουμε να ακινητοποιηθεί ο τροχός και ύστερα στρέφουμε το έκκεντρο αντίθετα, κατά μικρά βήματα, μέχρις ότου απελευθερωθεί εντελώς ο τροχός, έτσι ώστε να μπορεί να στραφεί με το χέρι χωρίς τριβές. Κατά τον ίδιο τρόπο ρυθμίζεται και η άλλη σιαγόνα.

Στα φρένα συνδυασμένης στήριξης των σιαγόνων, το διάκενο ρυθμίζεται με τον ειδικό ρυθμιστικό σύνδεσμο των σιαγόνων, ως εξής:

Η κιθάρα έχει άνοιγμα, που αντιστοιχεί στο οδοντωτό περικόχλιο

(παξιμάδι) του ρυθμιστικού συνδέσμου. Βάζουμε, λοιπόν, στο άνοιγμα αυτό το κατσαβίδι, αφού βέβαια ανασηκώσουμε τον τροχό, και στρέφουμε το παξιμάδι από τις οδοντώσεις του, μέχρι να ακινητοποιηθεί ο τροχός και μετά ξεβιδώνουμε το παξιμάδι από τις οδοντώσεις, μέχρις ότου ο τροχός απελευθερωθεί. Ο κατασκευαστής δίνει, συνήθως, τον αριθμό των οδοντώσεων (συνήθως 5 -10), κατά τις οποίες πρέπει να ξεβιδωθεί ο ρυθμιστικός σύνδεσμος, για να δημιουργηθεί το απαιτούμενο διάκενο.

3) Αυτορυθμιζόμενα φρένα

Στις νεότερες κατασκευές, το διάκενο ρυθμίζεται αυτόματα, ως εξής:
Ένα σύστημα μοχλών συνδεμένων μεταξύ των σιαγόνων, μεταδίδει κίνηση σε ελατηριωτό «νύχι», που κινείται επάνω στις εγκοπές του οδοντωτού περικοχλίου του ρυθμιστικού συνδέσμου. Σε κάθε άνοιγμα και κλείσιμο των σιαγόνων μιας τυπικής διάταξης, ο όνυχας διαγράφει τόξο το οποίο - εφόσον η κίνηση των σιαγόνων είναι έξω από τα όρια του διάκενου - είναι μικρότερο από το τόξο μιας εγκοπής του οδοντωτού περικοχλίου (παξιμαδιού).
Αν η κίνηση των σιαγόνων γίνει μεγαλύτερη, τότε και το τόξο του όνυχα γίνεται μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της εγκοπής, οπότε παρασύρει το περικόχλιο σε στροφή κατά αντίστοιχο τόξο και μειώνει, έτσι, το διάκενο. Κατά την επιστροφή του ο όνυχας περνά στην επόμενη εγκοπή κ.ο.κ.

4) Δισκόφρενα

Στα φρένα με δίσκους δεν υπάρχει, φυσικά, ζήτημα «κεντραρίσματος», αφού τα πέδιλα (τακάκια) έχουν μόνιμη θέση, αλλά ούτε και πρόβλημα ρύθμισης του διάκενου, γιατί υπάρχει, συνεχώς, μικρή επαφή ανάμεσα στο δίσκο και το πέδιλο. Η επαφή αυτή εξασφαλίζεται, είτε με ασθενές ελατήριο, είτε με τη βοήθεια του εμβόλου του δίχαλου (δαγκάνας) το οποίο είναι ελεύθερο - την ώρα της εφαρμογής του φρένου - να προχωρήσει μέχρις ότου καλύψει την απόσταση πέδιλου - δίσκου. Όταν, όμως, ελευθερωθεί το φρένο, το έμβολο θα επιστρέψει μόνο κατά το μέρος της διαδρομής του, που του επιβάλλει η παραμόρφωση του προστατευτικού ελαστικού του δακτυλίου.

6.9 Συντήρηση

Υδραυλικά συστήματα

Η συντήρηση του υδραυλικού συστήματος φρένων θέλει σχολαστική καθαριότητα, τακτική παρακολούθηση της στάθμης του υγρού στη δεξαμενή υγρών φρένων αλλά και επιθεώρηση των σωληνώσεων και των υδραυλικών κυλίνδρων (κεντρικού και τροχών) για τυχόν διαρροές υγρού.

6.10 Ανακεφαλαίωση

- Σκοπός του συστήματος της πέδησης (φρένων) είναι, είτε να μειώνει την ταχύτητα ενός οχήματος, είτε να το σταματά τελείως όταν αυτό κινείται, είτε να το εξασφαλίζει από ανεπιθύμητη κίνηση, όταν είναι σταματημένο.
- Η λειτουργία του συστήματος των φρένων βασίζεται στην τριβή και τα ενεργά του μέρη συγκροτούνται

από: α) Τα ακίνητα (σταθερά) μέρη, που είναι συνδεμένα με τα ακίνητα μέρη των αξόνων των τροχών και β) Τα κινούμενα μέρη, που περιστρέφονται μαζί με τους τροχούς.

- Όταν τα σταθερά μέρη πιεσθούν επάνω στα κινητά, αναπτύσσεται ισχυρή τριβή που εξουδετερώνει την κινητική ενέργεια του οχήματος, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητά του ή και να επέρχεται η πλήρης ακινητοποίησή του.
- Τα είδη των συστημάτων πέδησης συνίστανται στα μηχανικά συστήματα, τα οποία αφορούν μόνον τις διατάξεις των χειρόφρενων, και στα υδραυλικά συστήματα, των οποίων η αρχή λειτουργίας στηρίζεται στον Νόμο του Πασκάλ.
- Τα κύρια μέρη, που αποτελούν ένα υδραυλικό κύκλωμα, είναι:

α) Ο κεντρικός (εντολοδότης) κύλινδρος (συνήθως δίδυμος στις σύγχρονες κατασκευές).

β) Οι σωληνώσεις μεταφοράς της υδραυλικής ενέργειας.

γ) Ο εντολοδόχος κύλινδρος (κύλινδρος τροχών).

δ) Το συγκρότημα των φρένων, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει, είτε σιαγόνες και τύμπανα - με ποικίλες διατάξεις στήριξης των σιαγόνων - είτε τακάκια και δίσκους (δισκόφρενα). Ειδικά αυτά τα τελευταία αποτελούν διατάξεις που βοηθούν, λόγω αφενός της καλύτερης ψύξης του συγκροτήματός τους και αφετέρου της αρχής λειτουργίας τους, στο να βελτιώνονται οι συνθήκες πέδησης του οχήματος.

- Η διάταξη των φρένων με διπλά κυκλώματα, που εφαρμόζεται σήμερα, δίνει τη δυνατότητα στο όλο σύστημα πέδησης να είναι ασφαλές, ακόμη και σε περίπτωση βλάβης του ενός κυκλώματος.
- Για την καλύτερη κατανομή του έργου της πέδησης μεταξύ των αξόνων του οχήματος, χρησιμοποιείται βαλβίδα κατανομής της πίεσης (κατανεμητής πίεσης). Αυτή ρυθμίζει τις πιέσεις και, αντίστοιχα, τις δυνάμεις πέδησης στους άξονες, ώστε ανάλογα με το φορτίο, το οποίο φέρουν, να υπάρχει αποτελεσματική πέδηση.
- Οι διατάξεις των υδραυλικών συστημάτων πέδησης είναι σχεδιασμένες έτσι, ώστε να αποτελούν δύο ανεξάρτητα κυκλώματα με σύνδεση πρόσθιων - οπίσθιων τροχών, είτε σε διαγώνια διάταξη (χιαστί), είτε σε τριγωνική διάταξη (L-L), είτε και σε διάταξη Η-Η, όπου έχουμε δύο ζεύγη εμβόλων ανά δαγκάνα, σε κάθε συγκρότημα τροχού.
- Για ανετότερη οδήγηση, χρησιμοποιούνται σήμερα βοηθητικά συστήματα πέδησης, που επιτρέπουν στον οδηγό ισχυρό φρενάρισμα με καταβολή μικρής δύναμης στο πεντάλ. Ένα από αυτά είναι ο σερβομηχανισμός (σερβόφρενο), ο οποίος χρησιμοποιεί ως βοηθητική δύναμη την υποπίεση (αναρρόφηση), που δημιουργείται στους αγωγούς εισαγωγής, κατά την ώρα λειτουργίας του κινητήρα.
- Η συντήρηση του συστήματος πέδησης θέλει τακτική παρακολούθηση της στάθμης των υγρών των φρένων και έλεγχο - συντήρηση κατά τακτά χρονικά διαστήματα.

6.11 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποιος είναι ο προορισμός του συστήματος της πέδησης;
2. Πόσα και ποια είδη συστημάτων πέδησης χρησιμοποιούνται;
3. Ποια είναι τα κυριότερα μέρη του χειρόφρενου;
4. Να αναφέρετε, με λίγα λόγια, την αρχή λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος πέδησης.
5. Ποιος λόγος επέβαλε να αντικατασταθούν τα τύμπανα με δίσκους και οι σιαγόνες με πέδιλα (τακάκια);
6. Ποιος λόγος επέβαλε να χρησιμοποιηθεί ο δίδυμος κεντρικός κύλινδρος στα υδραυλικά συστήματα φρένων;
7. Για ποιον σκοπό χρησιμοποιούνται συστήματα φρένων με βοηθητική δύναμη και ποια είναι αυτή η βοηθητική δύναμη;
8. Τι είναι ο σερβομηχανισμός των φρένων;
9. Ποια είναι τα κυριότερα εξαρτήματα του σερβομηχανισμού;
10. Πότε γίνεται η καλύτερη και πιο αποτελεσματική πέδηση;
11. Πώς πρέπει να γίνεται η κατανομή του έργου πέδησης, από ποιον μηχανισμό, και πώς αυτός λειτουργεί;
12. **Ατομική εργασία**

    Μετά από την εκτέλεση των εργαστηριακών ασκήσεων του συστήματος πέδησης στο εργαστήριο αυτοκινήτων, να συλλέξετε και να καταγράψετε πληροφορίες εξετάζοντας προσεκτικά επιτόπου το σύστημα αλλά και με τη βοήθεια του Owner's Handbook (βιβλίο του ιδιοκτήτη του αυτοκινήτου) ή άλλων σχετικών βοηθημάτων όπως των Service ή Workshop Manuals ή Technical Datas, για το οικογενειακό αυτοκίνητό σας ή για τα αυτοκίνητα του «εργαστηρίου αυτοκινήτων» του σχολείου σας, σχετικά με το υδραυλικό σύστημα πέδησης (τύπο, κατασκευαστή κεντρικής αντλίας φρένων, διάταξη υδραυλικού κυκλώματος, διάταξη σιαγόνων - ταμπούρων ή τακακιών - δίσκων, χρησιμοποιούμενα υγρά φρένων κ.λπ.) που τα παραπάνω οχήματα διαθέτουν.
13. **Ατομική εργασία**

    Να συλλέξετε πληροφορίες για τον τύπο και τις λεπτομέρειες του σερβόφρενου και του κατανεμητή πίεσης υγρών φρένων των παραπάνω αυτοκινήτων.

6.12. Βοηθητικά συστήματα πέδησης

Ηλεκτρική πέδη (ηλεκτρόφρενο ή ηλεκτρομαγνητικός επιβραδυντής)

Η ηλεκτρική πέδη θεωρείται βοηθητικός μηχανισμός πέδησης *[(Σχ. 6.39 (α) και (β)]*. Αναφέρεται και ως ηλεκτρομαγνητικός επιβραδυντής και τοποθετείται σε βαριά φορτηγά και λεωφορεία, ενώ επενεργεί μόνον στους οπίσθιους τροχούς του οχήματος και χρησιμοποιείται σε όσες κατηφορικές διαδρομές είναι απαραίτητο ο οδηγός να φρενάρει συνεχώς, προσφέρονται στην οικονομία και στην ασφάλεια του οχήματος και των επιβατών. Έτσι, έχουμε αποφυγή υπερθέρμανσης των υλικών τριβής και των ταμπούρων, ενώ ταυτόχρονα έχουμε μείωση της φθοράς των υλικών τριβής (θερμουίτ).

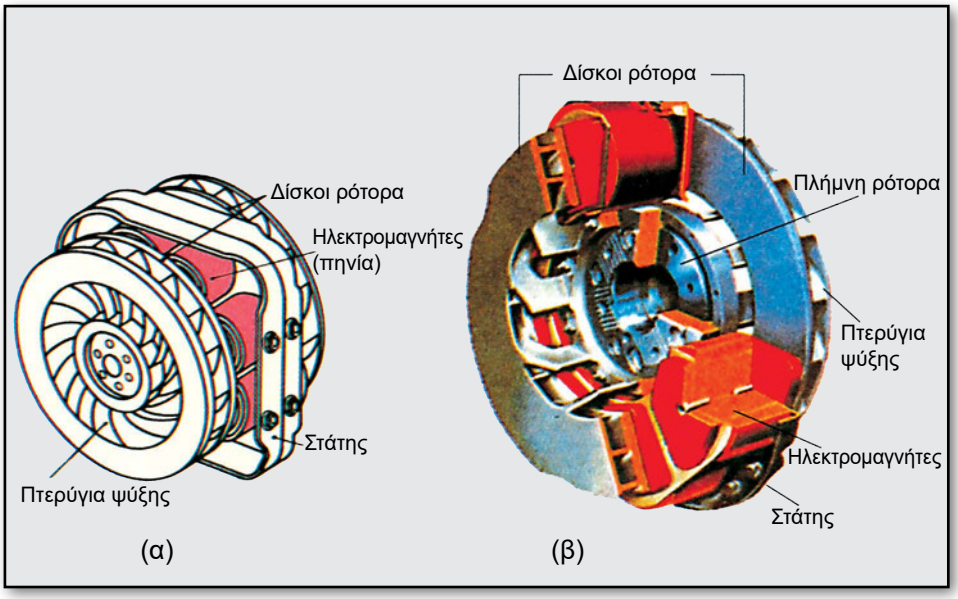
Ο μηχανισμός αυτός εγκαθίσταται «σε σειρά» με τον άξονα μετάδοσης της κίνησης, είτε αμέσως μετά το κιβώτιο ταχυτήτων, είτε ενδιάμεσα στον άξονα μετάδοσης της κίνησης, είτε πριν από το διαφορικό.

Μέρη ηλεκτρικής πέδης

Η ηλεκτρική πέδη αποτελείται:

α) Από το ακίνητο μέρος της, που περιλαμβάνει τον στάτη με τους ηλεκτρομαγνήτες, και είναι προσαρμοσμένο στο πλαίσιο του οχήματος.

β) Το κινητό μέρος, που περιλαμβάνει τον ρότορα, ο οποίος αποτελείται αφενός από έναν άξονα, που εδράζεται σε δύο ρουλεμάν και αφετέρου από δύο δίσκους σφηνωμένους πάνω στον άξονα αυτό.



Σχ.6.39 Ηλεκτρική πέδη (ηλεκτρόφρενο) α. Εξωτερική όψη. β. Σε τομή.

Λειτουργία

Όταν περάσει ηλεκτρικό ρεύμα, που προέρχεται από τον συσσωρευτή (μπαταρία) του οχήματος, διεγείρει τα πηνία του στάτη, τα οποία γίνονται ηλεκτρομαγνήτες που ασκούν ηλεκτρομαγνητικές δυνάμεις επάνω στους δίσκους, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ροπή πέδησης στον ρότορα, μόνον όταν αυτός περιστρέφεται.

Για να μην υπερθερμαίνεται το όλο σύστημα των πηνίων, σε περίπτωση πέδησης μεγάλης διάρκειας (π.χ. σε μεγάλες κατηφορικές διαδρομές), οι δίσκοι είναι διαμορφωμένοι έτσι, ώστε τα πτερύγια που διαθέτουν, να λειτουργούν σαν ανεμιστήρας και να δημιουργείται έτσι ένα ρεύμα αέρα, το οποίο ψύχει τους δίσκους και τα πηνία.

6.13. Αερόφρενα

6.13.1 Γενικά

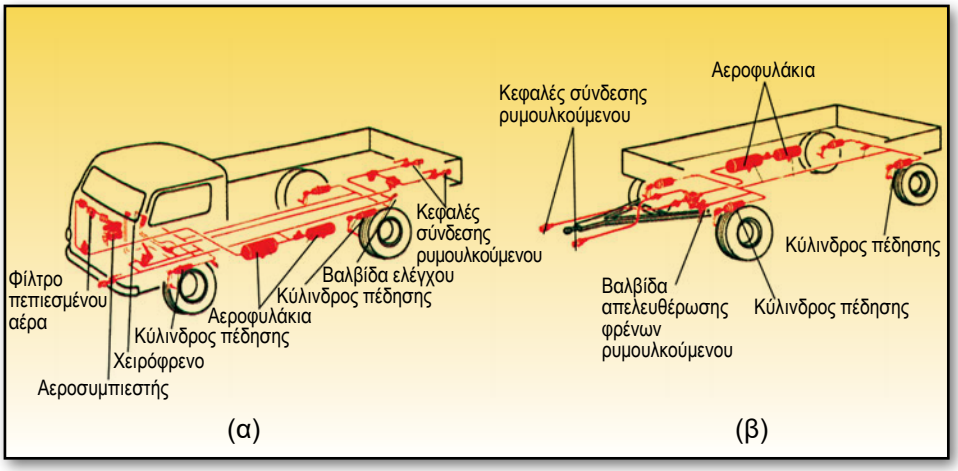
Στα πολύ βαριά οχήματα (λεωφορεία, φορτηγά, συρμούς, αρθρωτά οχήματα), όπου δεν είναι αρκετό το φρενάρισμα μόνο με τη δύναμη του οδηγού - έστω και ενισχυμένο με το κενό της αναρρόφησης της εισαγωγής του κινητήρα - χρησιμοποιούνται, γενικά, φρένα με πεπιεσμένο αέρα.

Στο Σχ. 6.40 φαίνεται ένα τυπικό ρυμουλκό όχημα (φορτηγό) και ένα ρυμουλκούμενο με σύστημα πέδησης αερόφρενων.

Το σύστημα αυτό της πέδησης περιλαμβάνει:

α) Πέδη πορείας με προοδευτική επίδραση.

Η πέδη αυτή επενεργεί σε όλους τους τροχούς του οχήματος. Δηλαδή επενεργεί στους τροχούς του οχήματος, συνήθως, με δύο ανεξάρτητα κυκλώματα σε κάθε άξονα (πρόσθιο - οπίσθιο) *(Σχ.6.41)*. Μπορεί, όμως, να ενεργεί, είτε με διαγώνια σύνδεση, είτε με σύνδεση παρόμοια με τις αντίστοιχες συνδέσεις των μικρών επιβατικών αυτοκινήτων.



Σχ.6.40 α. Ρυμουλκό όχημα (φορτηγό). β. Ρυμουλκούμενο με σύστημα πέδησης τα αερόφρενα.

Στην περίπτωση των δύο ανεξάρτητων κυκλωμάτων, αυτά τροφοδοτούνται από δύο αντίστοιχα ανεξάρτητα αεροφυλάκια, ενώ όταν υπάρχει και ρυμουλκούμενο όχημα, τότε αυτό τροφοδοτείται από τρίτο ξεχωριστό αεροφυλάκιο.

Για την ενεργοποίηση της πέδησης, χρησιμοποιείται το πεντάλ των φρένων («παντόφλα») με προοδευτική επίδραση, η οποία συνίσταται στο ότι ανάλογα με την πίεση που ασκεί ο οδηγός στο πεντάλ των φρένων («παντόφλα»), δημιουργείται μια προοδευτικά αυξανόμενη δύναμη πέδησης στους τροχούς.

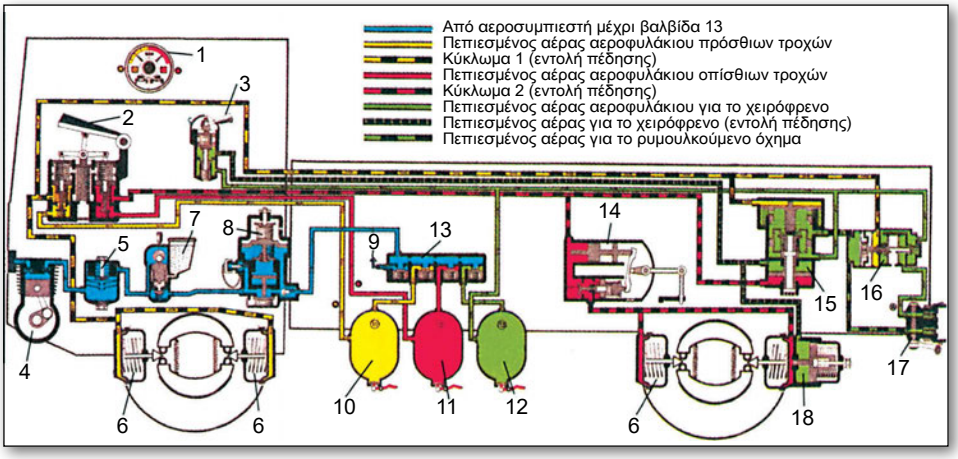
β) Πέδη ανάγκης.

Αυτή επενεργεί, επίσης, προοδευτικά - σε περίπτωση που έχει πάθει βλάβη η πέδη πορείας - στους τροχούς, που ανήκουν στο δεύτερο κύκλωμα, με την προϋπόθεση ότι αυτό λειτουργεί. Η ενέργεια εφαρμόζεται με τέτοιον τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται η πέδηση του οχήματος με ασφάλεια και σταθερότητα, έως ότου αυτό ακινητοποιηθεί.

Για την ενεργοποίηση αυτής της πέδης μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είτε το ίδιο πεντάλ φρένων («παντόφλα»), είτε ο χειρομοχλός του χειρόφρενου, που χρησιμοποιείται για τη στάθμευση του οχήματος.

γ) Πέδη στάθμευσης (χειρόφρενο).

Αυτή είναι καθαρά μηχανικής επενέργειας με τη χρήση ελατηρίων και έχει τη δυνατότητα να διατηρεί ακινητοποιημένο το όχημα, ακόμη και σε δρόμους με μεγάλη κλίση.



Σχ.6.41 Διάγραμμα συστήματος πέδησης με πεπιεσμένο αέρα.

1. Διπλό μανόμετρο 2. Ποδοκίνητη βαλβίδα ρύθμισης πέδησης (παντόφλα) 3. Χειρόφρενο 4. Αεροσυμπιεστής 5. Φίλτρο σωληνώσεων 6. Απλός κύλινδρος πέδησης (φυσούνα) 7. Αντλία έκχυσης αντιπηκτικού 8. Ρυθμιστής πίεσης 9. Προς δεξαμενή βοηθητικών λειτουργιών 10. Προς τα πρόσθια φρένα 11. Προς τα οπίσθια φρένα 12. Προς το χειρόφρενο 13. Προστατευτική βαλβίδα πολλαπλών κυκλωμάτων 14. Αυτόματος ρυθμιστής δύναμης πέδησης 15. Οδηγός βαλβίδα του ρυμουλκουμένου 16. Δίοδος βαλβίδα 17. Σταθερή κεφαλή σύνδεσης ρυμουλκού - ρυμουλκουμένου 18. Σύνθετος κύλινδρος πέδησης (φυσούνα διπλής ενέργειας)

Η ενεργοποίηση της πέδης αυτής γίνεται, είτε από ξεχωριστό χειριστήριο (χειρομοχλό), είτε από χειριστήριο που ενεργοποιεί, ταυτόχρονα, και την πέδη ανάγκης.

6.13.2. Περιγραφή των εξαρτημάτων των αερόφρενων

Ένα σύγχρονο σύστημα φρένων, που λειτουργεί μόνον με την ενέργεια του πεπιεσμένου αέρα, περιλαμβάνει:

1. Αεροσυμπιεστή
2. Σωληνώσεις πεπιεσμένου αέρα
3. Φίλτρο πεπιεσμένου αέρα
4. Ρυθμιστή ελέγχου πίεσης παροχής πεπιεσμένου αέρα
5. Συσκευή έγχυσης (αντλία) αντιπηκτικού υγρού
6. Πιεσόμετρα (μανόμετρα) και ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας
7. Προστατευτική βαλβίδα πολλαπλών κυκλωμάτων
8. Αεροφυλάκια («καζανάκια»)
9. Ποδοκίνητη κεντρική βαλβίδα φρένων που ενεργοποιείται από το πεντάλ των φρένων («παντόφλα»)
10. Χειροκίνητη βαλβίδα στάθμευσης (χειρόφρενο)
11. Αυτόματο ρυθμιστή δύναμης πέδησης
12. Κύλινδρο πέδησης, απλό και σύνθετο («φυσούνες» απλής και διπλής ενέργειας)
13. Βαλβίδα προστασίας υψηλής φόρτισης «φυσουνών» διπλής ενέργειας
14. Συγκρότημα φρένων τροχού

Στην περίπτωση που, εκτός του κυρίως οχήματος (ρυμουλκού) υπάρχει και ρυμουλκούμενο όχημα *(βλέπε και Σχ.6.40),* τότε το σύστημα πέδησης με πεπιεσμένο αέρα περιλαμβάνει επιπλέον:

1. Οδηγό - βαλβίδα του ρυμουλκούμενου οχήματος
2. Δίοδο - βαλβίδα του ρυμουλκούμενου οχήματος
3. Κεφαλές σύνδεσης του ρυμουλκούμενου οχήματος
4. Βαλβίδα απελευθέρωσης φρένων του ρυμουλκούμενου οχήματος που βρίσκεται στο όχημα αυτό.
5. Χειροκίνητο μοχλό ελευθέρωσης φρένων του ρυμουλκούμενου οχήματος, που επίσης βρίσκεται στο όχημα αυτό.
6. Αεροφυλάκιο στο ρυμουλκούμενο όχημα.

Επίσης, το σύστημα πεπιεσμένου αέρα αποτελείται από αεροσυμπιεστή, που παίρνει κίνηση από τον κινητήρα και αποθηκεύει αέρα υπό πίεση (7 περίπου bar) μέσα σε δύο, τουλάχιστον, αεροφυλάκια («καζανάκια»). Στο Σχ. 6.41 βλέπουμε τη γενική παραστατική διάταξη της συνδεσμολογίας των διαφόρων στοιχείων του συστήματος σε φορτηγό αυτοκίνητο με τρία αεροφυλάκια.

Πιο αναλυτικά:

1. Αεροσυμπιεστής

Ο αεροσυμπιεστής που είναι μονοκύλινδρος *(Σχ.6.42)* ή δικύλινδρος, είναι, συνήθως, αερόψυκτος και παίρνει κίνηση από τον κινητήρα του οχήματος, μέσω τροχαλιών και ιμάντα. Μπορεί, όμως, να

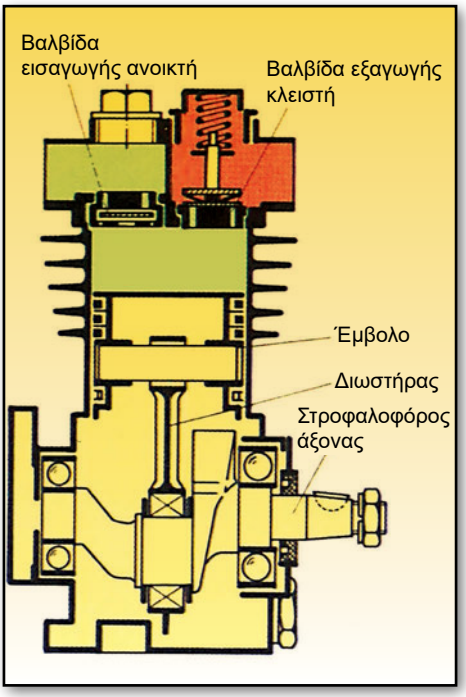
κινείται και από τον εκκεντροφόρο άξονα του κινητήρα, με τη βοήθεια οδοντωτών τροχών (γραναζιών).
Διαθέτει, είτε ανεξάρτητο, είτε κοινό με τον κινητήρα, φίλτρο αέρα.
Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του αεροσυμπιεστή συνίστανται στον όγκο εμβολισμού, στις στροφές ανά λεπτό, στη μέγιστη παροχή αέρα που προσφέρει, στη σχέση συμπίεσης κ.λπ.
Στα αυτοκίνητα, συνήθως, ο συμπιεστής αυτός είναι μονοβάθμιος. Έτσι, ένας συμπιεστής που χρησιμοποιείται για το σύστημα πέδησης με αεροφυλάκιο π.χ. 40 lit.(λίτρων), μπορεί να έχει κυλινδρισμό 150 cm^3 και να αποδίδει 118 lit/min στις 1400 R.P.M. (στροφές ανά λεπτό).

2. Σωληνώσεις πεπιεσμένου αέρα

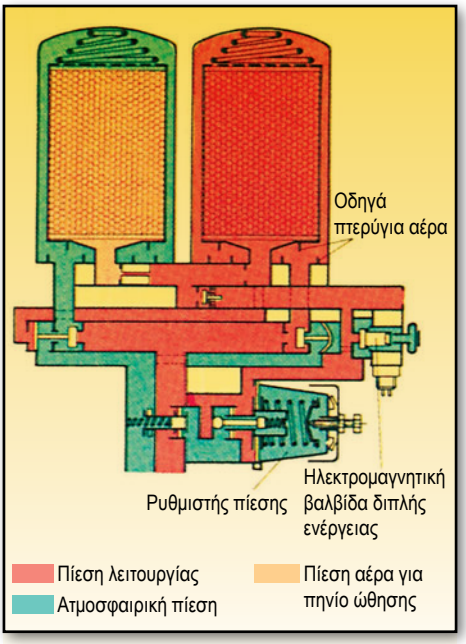
Οι σωληνώσεις του πεπιεσμένου αέρα είναι χαλύβδινες χωρίς ραφή μέχρι ένα σημείο, ενώ από εκεί μέχρι τα φρένα των τροχών είναι ελαστικές με μεταλλική επένδυση. Οι σωληνώσεις, οι οποίες συνδέουν το ρυμουλκό όχημα με το ρυμουλκούμενο (αν υπάρχει), είναι ελαστικές με κατάλληλη ενίσχυση, ώστε να διευκολύνονται οι ελιγμοί του ρυμουλκούμενου, κυρίως, οχήματος.

3. Φίλτρο - ξηραντής πεπιεσμένου αέρα

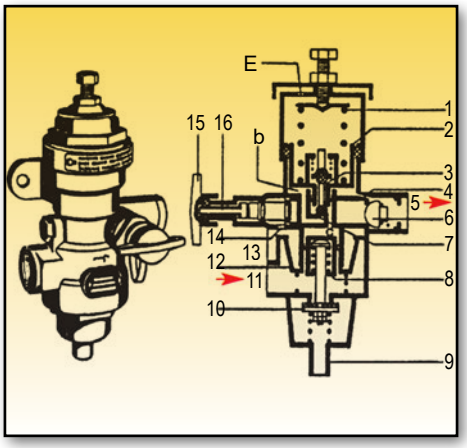
Ανάμεσα στον αεροσυμπιεστή και τα αεροφυλάκια υπάρχει φίλτρο αέρα. Οι σταγόνες νερού και λαδιών που παρασύρει ο αέρας, συγκεντρώνονται στο κάτω μέρος του κελύφους του φίλτρου και κατά περιόδους πρέπει να τις απομακρύνουμε, ξεβιδώνοντας το πώμα του κατά μία ή δύο στροφές, οπότε ο πεπιεσμένος αέρας τις διώχνει από μία



Σχ.6.42 Μονοκύλινδρος αερόψυκτος αεροσυμπιεστής.



Σχ.6.43 Φίλτρο-ξηραντής αέρα.



Σχ.6.44 Ρυθμιστής πίεσης πεπιεσμένου αέρα Westinhouse.

μικρή οπή. Επίσης, υπάρχουν σήμερα συστήματα με τα οποία, αυτόματα, μπορεί να γίνεται η παραπάνω διαδικασία *(Σχ. 6.43)*.

4. Ρυθμιστής πίεσης παροχής πεπιεσμένου αέρα

Στον μονοκύλινδρο αεροσυμπιεστή, ο ρυθμιστής πίεσης παροχής αέρα *(Σχ. 6.44)* είναι μία σύνθετη αυτόματη βαλβίδα, που, εφόσον η πίεση είναι κάτω από το προκαθορισμένο από τον ρυθμιστικό κοχλία όριο (συνήθως τα 6,5 bar ή την «πίεση ζεύξης»), επιτρέπει τη διέλευση αέρα από τον αεροσυμπιεστή προς τα αεροφυλάκια. Όταν, όμως, η πίεση υπερβεί ένα συγκεκριμένο όριο (συνήθως τα 7,3 bar), τότε η ρυθμιστική βαλβίδα σταματά την τροφοδότηση του αεροφυλακίου με αέρα.

Συγκεκριμένα, ο αέρας, που παρέχεται από τον αεροσυμπιεστή, περνά από τη δίοδο (11) του προαναφερθέντος σχήματος και στη συνέχεια μέσα από ένα φίλτρο (12) διοχετεύεται στο αεροφυλάκιο διά μέσου της σωλήνωσης, που συνδέεται στο στόμιο σύνδεσης (5). Συγχρόνως, μέσω της συνδετικής οπής (4), δημιουργείται πίεση στον θάλαμο (b), κάτω από το έμβολο (2), το οποίο - όταν δημιουργηθεί η «πίεση απόζευξης» - κινείται προς τα επάνω, πιέζοντας το ελατήριο πίεσης (1).

Με τον τρόπο αυτό κλείνει η εξαγωγή (3) και ανοίγει η εισαγωγή (7), έτσι ώστε ο αέρας να εισέλθει και στο θάλαμο (c), που βρίσκεται επάνω από το έμβολο (8). Τότε εξισώνεται η πίεση στις δύο πλευρές του εμβόλου (8) και εξουδετερώνεται η αντίσταση του ωστηρίου, που συνδέεται με τη βαλβίδα χωρίς φορτίο (10), με αποτέλεσμα αυτή να ανοίγει, και ο αέρας που έρχεται από τον αεροσυμπιεστή, να διαφεύγει στην ατμόσφαιρα μέσα από το στόμιο της εξόδου (9).

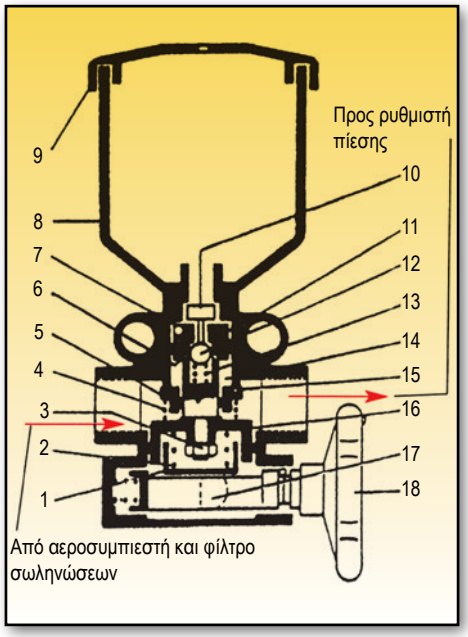
Έτσι, η κάτω πλευρά του εμβόλου (8) μένει χωρίς πίεση, ενώ η επάνω πλευρά του, που εξακολουθεί να έχει πίεση από τον θάλαμο (c), πιέζει το ωστήριο και συνεπώς παραμένει ανοικτή η βαλβίδα (10). Ο αεροσυμπιεστής εργάζεται τόσο χρόνο χωρίς φορτίο, μέχρις ότου η κατανάλωση δημιουργήσει πίεση στο θάλαμο (b) μικρότερη της πίεσης ζεύξης (σύμπλεξης) του ρυθμιστή. Τότε, το έμβολο (2) πιέζεται πάλι από το ελατήριο (1) προς τα κάτω. Η εισαγωγή (7) κλείνει, ενώ ανοίγει η εξαγωγή (3) και γίνεται η εξαέρωση του χώρου (c) μέσω αυτής, και συγκεκριμένα από την οπή επικοινωνίας με την ατμόσφαιρα (E).

Με τον τρόπο αυτό αποφορτίζεται η επάνω πλευρά του εμβόλου (8) και κλείνει η βαλβίδα χωρίς φορτίο (10), οπότε ο αέρας διοχετεύεται στο αεροφυλάκιο, μέχρι να δημιουργηθεί πάλι

η πίεση απόζευξης (αποσύμπλεξης).
Αν κάτω από δυσμενείς συνθήκες (εσωτερική ακαθαρσία, οξείδωση, παραμόρφωση ορισμένων μερών), παρεμποδίζεται η απρόσκοπτη κίνηση των εσωτερικών μηχανισμών, και η λειτουργία χωρίς φορτίο του αεροσυμπιεστή δεν γίνεται βάσει της παραπάνω περιγραφής, τότε επενεργεί η βαλβίδα λειτουργίας χωρίς φορτίο (10) ως βαλβίδα, πλέον, ασφαλείας, χωρίς την ενέργεια του εμβόλου (8) και απελευθερώνει την περιττή ποσότητα του πεπιεσμένου αέρα από το στόμιο εξόδου (9).

5. Συσκευή έγχυσης (αντλία) αντιπηκτικού υγρού.

Όταν το όχημα πρόκειται να κινηθεί σε ψυχρά μέρη ή κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ανάμεσα στον αεροσυμπιεστή και τα αεροφυλάκια τοποθετείται συσκευή (αντλία) για την έγχυση αντιπηκτικού υγρού (οινοπνεύματος ή γλυκόλης).
Έτσι, για την προστασία του συστήματος των αερόφρενων, το αντιπηκτικό υγρό ρέει μέσα στο σύστημα και αναμιγνυόμενο με τις τυχόν μικροποσότητες νερού που υπάρχουν, εμποδίζει την πήξη τους, και, κατ' επέκταση, την αχρήστευση του ίδιου του συστήματος των φρένων. Επίσης, το αντιπηκτικό βοηθά να μην παγώνουν τα εξαρτήματα του συστήματος πέδησης στις χαμηλές θερμοκρασίες.
Η αυτόματη αντλία του αντιπηκτικού υγρού *(Σχ.6.45)* συνδέεται στον αγωγό αέρα πριν από τον ρυθμιστή πίεσης, ακριβώς γιατί αυτή διεγείρεται από τους παλμούς πίεσης που δημιουργούνται, όταν ο ρυθμιστής πίεσης δίνει



Σχ.6.45 Συσκευή έγχυσης (αντλία) αντιπηκτικού υγρού.

εντολή για να λειτουργήσει ο αεροσυμπιεστής με φορτίο.
Συγκεκριμένα, κατά το χρόνο ηρεμίας, μία ορισμένη ποσότητα αντιπηκτικού υγρού φεύγει από το δοχείο (8), περνά μεταξύ του σώματος της συσκευής έγχυσης (αντλίας) και του τεμαχίου απόστασης (10), στη συνέχεια διέρχεται τόσο από την οπή (6) που βρίσκεται στο σώμα, όσο και από το έμβολο (7) και φθάνει στο χώρο (14), όπου σταματά μπροστά στην πλάκα (5), η οποία πιέζεται μεταξύ του ελατηρίου (4) και της έδρας στεγανοποίησης (15).
Σε κάθε παλμό πίεσης, το έμβολο (16), που είναι συνδεμένο στο έμβολο (7) με το περικόχλιο (3), μετακινείται προς τα κάτω, ενάντια στη δύναμη του ελατηρίου (2). Ταυτόχρονα, η σφαίρα (12), πιεζόμενη από το ελατήριο (13), κλεί-

νει την είσοδο (11) που βρίσκεται μεταξύ σώματος εμβόλου (7) και σφαίρας (12). Το αντιπηκτικό, που βρίσκεται στο χώρο (14), πιέζει την πλάκα (5) προς τα κάτω, ενάντια στη δύναμη του ελατηρίου (4) και καθώς περνά μεταξύ της έδρας στεγανοποίησης (15) και της πλάκας (5), παρασύρεται από τη ροή του πεπιεσμένου αέρα και εισέρχεται στο σύστημα των αερόφρενων.

Επίσης, με την περιστροφή και πίεση του χειρομοχλού (18), το έκκεντρο (17) που υπάρχει στον άξονα, ανεβάζει ή κατεβάζει ανάλογα το «ποτήρι» (1), που πιέζεται από το ελατήριο (2) και έτσι μεταβάλλεται η διαδρομή μεταξύ του εμβόλου (16) και του «ποτηριού» (1). Με τον τρόπο αυτό, ρυθμίζεται η ποσότητα παροχής του αντιπηκτικού υγρού προς το σύστημα του αέρα.

6. Πιεσόμετρα (μανόμετρα) και ενδεικτικές λυχνίες

Επειδή το σύστημα των φρένων με πεπιεσμένο αέρα παύει να λειτουργεί όταν η πίεση του αέρα πέσει κάτω από ένα καθορισμένο όριο (συνήθως κάτω από 4 bar), έχει μεγάλη σημασία να γνωρίζει ο οδηγός, σε κάθε στιγμή, την πίεση του αέρα στο σύστημα.

Γι' αυτό, τα συστήματα αυτά εφοδιάζονται με δύο, συνήθως, διπλά μανόμετρα (με δύο δείκτες). Σε κάθε διπλό μανόμετρο, ο ένας δείκτης μετρά την πίεση στο αεροφυλάκιο και ο άλλος την πίεση στους θαλάμους των φρένων και έτσι δίνεται μία πρώτη ένδειξη για τυχόν ύπαρξη διαρροής στο σύστημα των σωληνώσεων και των βαλβίδων.

Τα συστήματα φρένων με πεπιεσμένο αέρα, εκτός από τα μανόμετρα, έχουν και δείκτη χαμηλής πίεσης, που συνήθως είναι είτε μία σειρήνα, που λειτουργεί όταν η πίεση πέσει κάτω από ένα όριο ασφαλείας, είτε ένας δείκτης, ο οποίος σηκώνεται όταν η πίεση φθάσει το ανώτερο όριο.

Εκτός, όμως, από τα παραπάνω, υπάρχουν και ενδεικτικές λυχνίες στον πίνακα οργάνων, που προειδοποιούν τον οδηγό για την κατάσταση των επί μέρους πιέσεων στο σύστημα. Έτσι, το κύκλωμα φρένων, π.χ. στην περίπτωση που διαθέτει δύο υποκυκλώματα (ένα στον πρόσθιο και ένα στον οπίσθιο άξονα) διαθέτει ανεξάρτητες λυχνίες στον πίνακα των οργάνων, για τη διαπίστωση της καλής λειτουργίας όλων των επιμέρους κυκλωμάτων του.

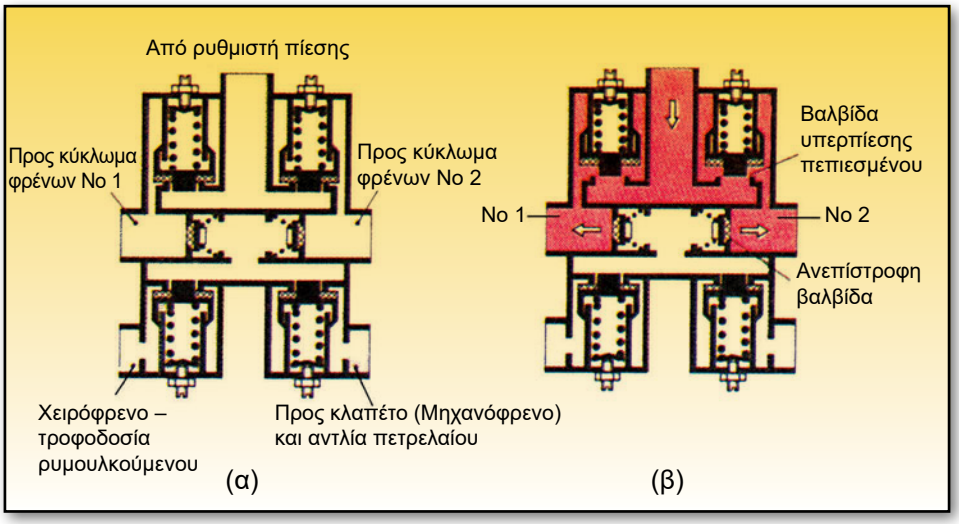
7. Προστατευτική βαλβίδα πολλαπλών κυκλωμάτων

Η προστατευτική βαλβίδα πολλαπλών κυκλωμάτων τροφοδοτείται από τον ρυθμιστή πίεσης, αναφέρεται δε και ως «βαλβίδα ασφαλείας ή εγκέφαλος» *(Σχ.6.46)*. Η βαλβίδα αυτή εκτελεί τη διανομή του πεπιεσμένου αέρα σε τέσσερα ανεξάρτητα κυκλώματα:

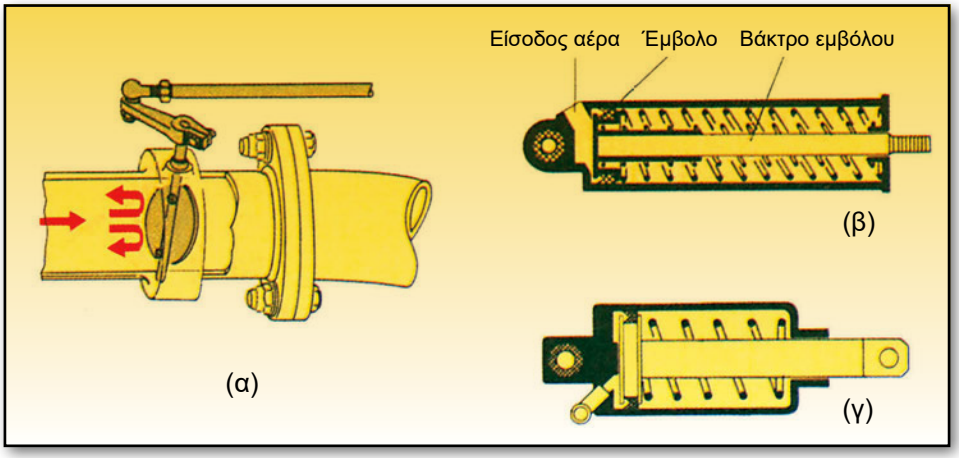
1) Στα δύο κυκλώματα των φρένων πορείας (21) και (22), αντίστοιχα.
2) Στο κοινό κύκλωμα του χειροφρένου και της παροχής αέρα στο ρυμουλκούμενο όχημα (23) και
3) Στο κοινό κύκλωμα του μηχανόφρενου («κλαπέτου») και του χειρισμού της αντλίας έγχυσης πετρελαίου (24).

Τα πιο πάνω αυτά κυκλώματα τροφοδοτούνται σύμφωνα με την παρακάτω, συνήθως, διαδικασία:

Αρχικά γίνεται η πλήρωση του 1ου κυκλώματος των φρένων πορείας (πρώτου αεροφυλακίου) και του κυ-



Σχ.6.46 Προστατευτική βαλβίδα πολλαπλών κυκλωμάτων.
(α) Θέση χωρίς πίεση, (β) Θέση λειτουργίας των δύο κυκλωμάτων 21 (No 1) και 22 (No 2).



Σχ.6.47 (α) Κλαπέτο πολλαπλής εξαγωγής (β) Κύλινδρος εργασίας για το κλαπέτο (μηχανόφρενο) (γ) Κύλινδρος εργασίας για το «κόψιμο» της παροχής πετρελαίου από την αντλία έγχυσης.

κλώματος των φρένων στάθμευσης (χειρόφρενου) - τροφοδότησης του ρυμουλκούμενου οχήματος, αν υπάρχει, (δεύτερου αεροφυλακίου).

Στη συνέχεια, γίνεται πλήρωση του 2ου κυκλώματος φρένων πορείας, του κυκλώματος φρένων στάθμευσης (χειρόφρενου) και του κυκλώματος *(Σχ.6.47)* κλεισίματος του «κλαπέτου» της πολλαπλής εξαγωγής (μηχανόφρενου), με ταυτόχρονο κλείσιμο («κόψιμο») της παροχής πετρελαίου από την αντλία

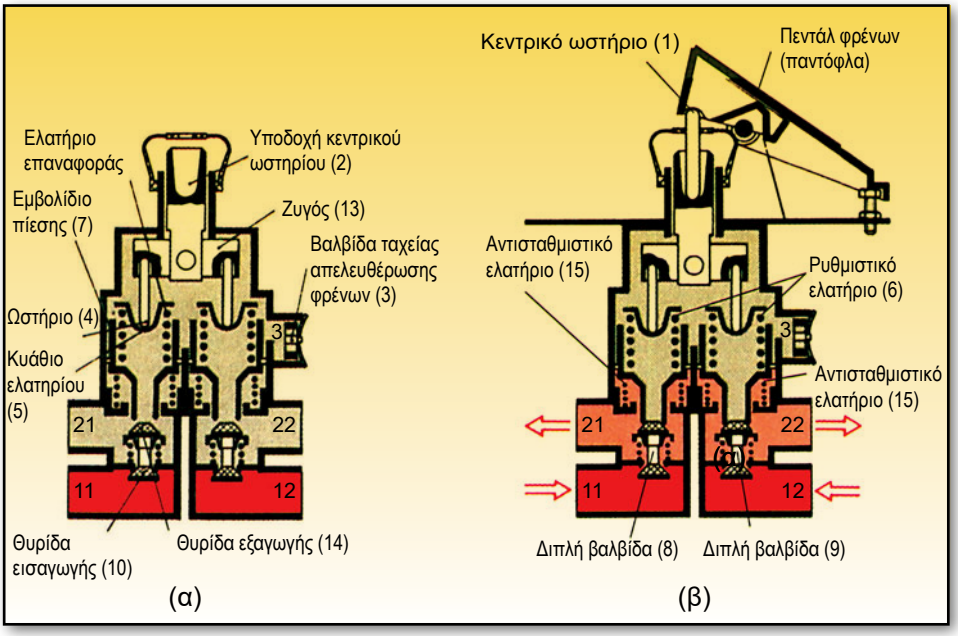
έγχυσης (τρίτου αεροφυλακίου).
Επίσης, μία αποστολή της προστατευτικής βαλβίδας των πολλαπλών κυκλωμάτων είναι και η αυτόματη απομόνωση των κυκλωμάτων, που παρουσιάζουν διαρροές αέρα.

8. Αεροφυλάκια («καζανάκια»)

Τα αεροφυλάκια είναι, συνήθως, πάνω από δύο *(Στο Σχ.6.41, φαίνονται τρία)* και έχουν κατά κανόνα κρουνούς, για την εξαγωγή τυχόν σταγόνων νερού ή λαδιών, αλλά και ασφαλιστική βαλβίδα για την αντιμετώπιση της υπερπίεσης.

9. Ποδοκίνητη κεντρική βαλβίδα φρένων

Για να ενεργοποιηθεί το σύστημα των φρένων, πρέπει να ασκηθεί πίεση στο ποδόπληκτρό τους (πεντάλ ή «παντόφλα») που μεταδίδεται, είτε άμεσα, είτε έμμεσα στην κεντρική βαλβίδα των φρένων. Στο Σχ.6.48 παρουσιάζεται μια δίδυμη κεντρική βαλβίδα φρένων, που αποτελείται από δύο επιμέρους βαλβίδες, κάθε μία από τις οποίες τροφοδοτεί και ένα ανεξάρτητο κύκλωμα.
Έτσι όταν ο οδηγός πιέζει το πεντάλ των φρένων (παντόφλα), μετακινείται το κεντρικό ωστήριο (1), το οποίο πιέζει - μέσω του στελέχους υποδοχής ωστηρίου (2) και του ελάσματος ζεύξης (ζυγού) (13) - ένα μικρότερο ωστήριο (4) σε κάθε πλευρά, ενώ μέσω του ρυθμιστικού ελατηρίου πίεσης (6) πιέζεται το εμβολίδιο πίεσης (7), το οποίο ανοίγει



Σχ.6.48 Δίδυμη ποδοκίνητη κεντρική βαλβίδα φρένων.
(α) Θέση εκτός λειτουργίας. (β) Θέση σε λειτουργία των δύο κυκλωμάτων 21 (Νο 1) και 22 (Νο2).

κάθε μία από τις δύο βαλβίδες (8) και (9). Κάθε βαλβίδα από αυτές είναι διπλή, έτσι ώστε με την επαφή του κάτω μέρους του εμβολιδίου πίεσης (7), η μεν θυρίδα εισαγωγής (10)(στο κάτω μέρος) να ανοίγει, η δε θυρίδα εξαγωγής (14) (στο επάνω μέρος) να κλείνει, ενώ αέρας υπό πίεση να οδηγείται στα φρένα από το αεροφυλάκιο (είσοδος 11) με κατεύθυνση προς τον κύλινδρο πέδησης (έξοδος 21) για το ένα κύκλωμα, και από την είσοδο (12) προς την έξοδο (22) για το δεύτερο κύκλωμα, οπότε και επέρχεται το φρενάρισμα και με τα δύο ανεξάρτητα κυκλώματα.

Όταν ο οδηγός κρατά σταθερά πιεσμένο και σε ορισμένη θέση το πεντάλ των φρένων, αποκαθίσταται η ισορροπία των πιέσεων ανάμεσα στις δύο πλευρές του εμβολιδίου πίεσης (7), στην κάτω πλευρά του οποίου υπάρχει η πίεση του μικρού αντισταθμιστικού ελατηρίου (15), το οποίο είναι πολύ ασθενέστερο από το επάνω ρυθμιστικό ελατήριο (6) οπότε και η πίεση του πεπιεσμένου αέρα, που ασκείται στην κάτω πλευρά του εμβολιδίου πίεσης (7), έχει ως αποτέλεσμα να ανυψωθεί λίγο το κάτω άκρο του εμβολιδίου (στέλεχος) και να κλείσει η θυρίδα εισαγωγής (10) σε κάθε ένα κύκλωμα. Έτσι, ο αέρας που εισήλθε στο κάθε κύκλωμα, μένει εγκλωβισμένος μέσα σ' αυτό και διατηρεί σταθερό φρενάρισμα, για όσο διάστημα το πεντάλ των φρένων μένει ακίνητο σε μία ενδιάμεση θέση ανάμεσα στην ηρεμία και το μέγιστο φρενάρισμα.

Αν ο οδηγός πιέσει περισσότερο την «παντόφλα», πιέζεται με μεγαλύτερη δύναμη και το εμβολίδιο πίεσης προς τα κάτω, με αποτέλεσμα να απαιτείται μεγαλύτερη πίεση αέρα για την ισορροπία των πιέσεων στις δύο πλευρές του εμβολιδίου πίεσης (7) και, ως εκ τούτου να αυξάνεται η δύναμη πέδησης.

Όταν, τώρα, ο οδηγός ελευθερώσει το πεντάλ των φρένων, το εμβολίδιο πίεσης (7) ανυψώνεται και σε κάθε κύκλωμα κλείνει η θυρίδα εισαγωγής (10), ενώ παραμένει ανοικτή η θυρίδα εξαγωγής (14). Έτσι, ο πεπιεσμένος αέρας επιστρέφει από τα φρένα, περνά από το άνοιγμα της θυρίδας εξαγωγής (14) και συγκεκριμένα από το μέσον του κάθε εμβολιδίου πίεσης (7) και οδηγείται στην ατμόσφαιρα από τη βαλβίδα ταχείας ελευθέρωσης (3), οπότε και ελευθερώνονται τα φρένα.

10. Χειροκίνητη βαλβίδα στάθμευσης

Η πέδη στάθμευσης (χειρόφρενο) είναι, αποκλειστικά, μηχανικής επενέργειας και αποτελεί ανεξάρτητο σύστημα από το σύστημα της πέδης πορείας. Η πέδη στάθμευσης, όπως έχουμε αναφέρει και στο υδραυλικό σύστημα πέδησης, έχει σκοπό να κρατά ακινητοποιημένο το όχημα, ακόμα και σε δρόμους με μεγάλη κλίση.

Η πέδη αυτή εξασφαλίζεται με ελατήρια, τα οποία βρίσκονται στις φυσούνες διπλής ενέργειας και με τη δράση τους ανοίγουν τις σιαγόνες και ακινητοποιούν τα τύμπανα των τροχών.

- Για να **απενεργοποιηθεί** το σύστημα του χειρόφρενου, πρέπει ο οδηγός χειροκίνητα να επενεργήσει στη βαλβίδα στάθμευσης (Θέση OFF), η οποία συνδέεται με τις φούσκες (φυσούνες) των οπίσθιων τροχών, οι οποίες, όπως είπαμε, είναι δι-

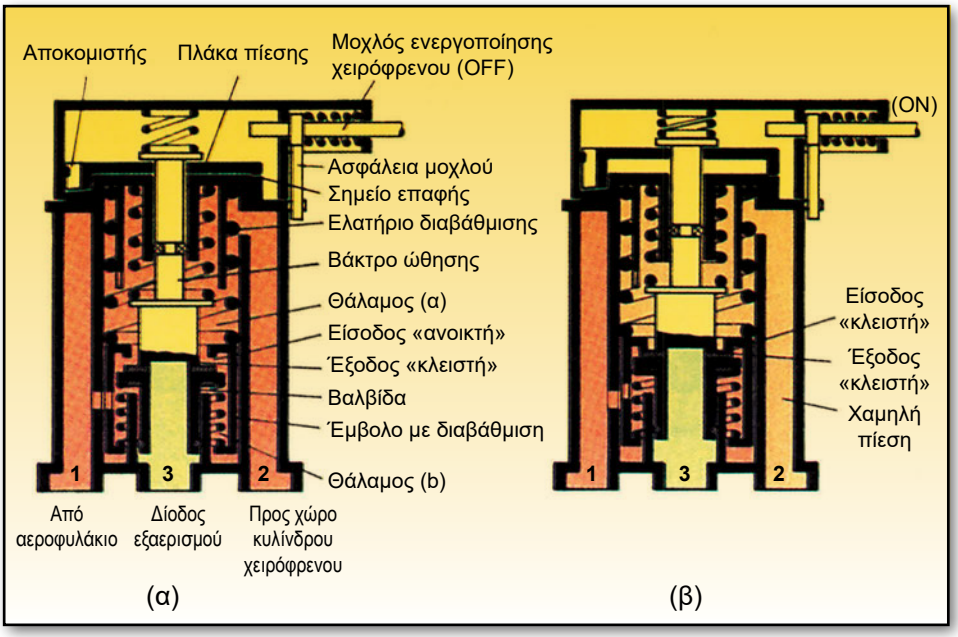
πλής ενέργειας. Ο πεπιεσμένος αέρας, μέσω της βαλβίδας αυτής [Σχ.6.49(α)], φθάνει στον θάλαμο της φυσούνας και συμπιέζει τα ελατήρια *[βλ. και Σχ. 6.54 (α), θάλαμος b]*, οπότε οι **τροχοί ελευθερώνονται**.

- Για να **ενεργοποιηθεί** το σύστημα του χειρόφρενου, ο οδηγός τοποθετεί τη βαλβίδα στάθμευσης στη **θέση ΟΝ**, οπότε αυτή ελευθερώνει τον αέρα που έχει η φυσούνα στην ατμόσφαιρα, και το ελατήριο, ελεύθερο πλέον, ανοίγει τις σιαγόνες και **ακινητοποιεί τον τροχό του οχήματος** *[βλ. και Σχ. 6.54 (β)]*.

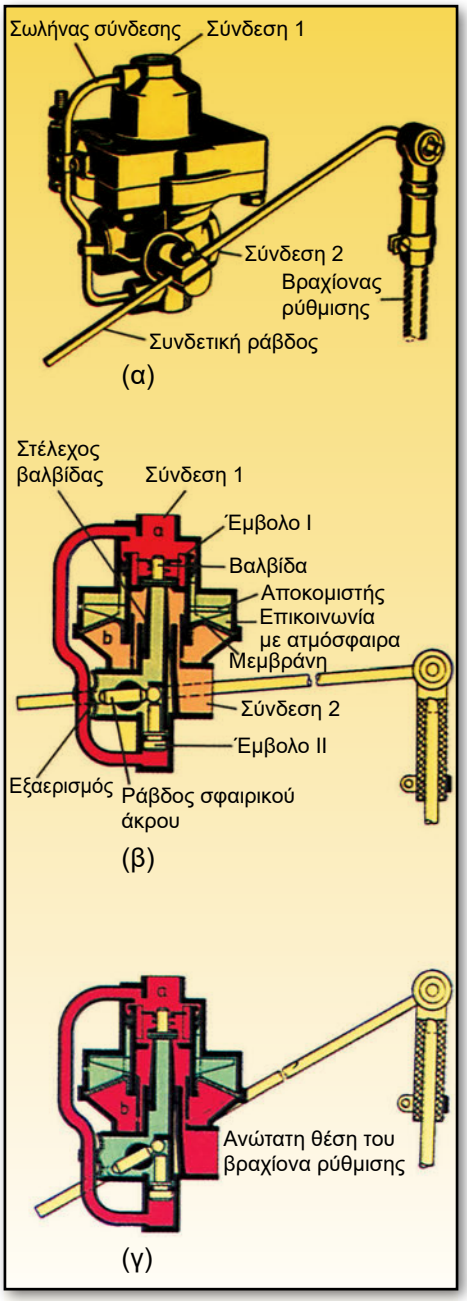
Στο Σχ. 6.49 φαίνεται η χειροκίνητη βαλβίδα φρένων, αφενός εκτός λειτουργίας (α), όπου ο πεπιεσμένος αέρας περνά από τη δίοδο 1 (αεροφυλάκιο) στη δίοδο 2 και κατευθύνεται προς τη φυσούνα, και αφετέρου σε λειτουργία (β), οπότε ο αέρας από τη φυσούνα έρχεται στη δίοδο 2, απ' όπου βγαίνει στην ατμόσφαιρα, μέσω της διόδου 3.

11. Αυτόματος Ρυθμιστής Δύναμης Πέδησης

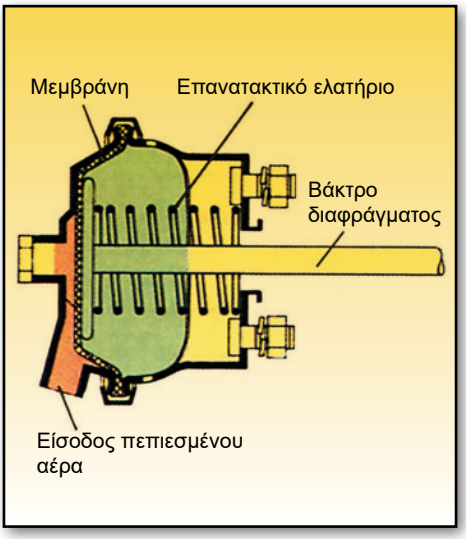
Ο ρυθμιστής αυτός *(Σχ.6.50)* ρυθμίζει την πίεση που ασκείται στις φυσούνες, ανάλογα με τη φόρτωση που δέχεται το όχημα. Είναι κάτι αντίστοιχο με τον κατανεμητή της πίεσης στα υδραυλικά κυκλώματα φρένων και τοποθετείται σταθερά στο πλαίσιο του οχήματος, συνδεόμενος με τον άξονα των οπίσθιων τροχών, μέσω συνδετικής ράβδου και βραχίονα. Έτσι, η ράβδος αυτή επενεργεί στον αυτόματο ρυθμιστή της δύναμης πέδησης, ρυθμίζοντας την πίεση που μεταφέρεται στις φυσούνες.



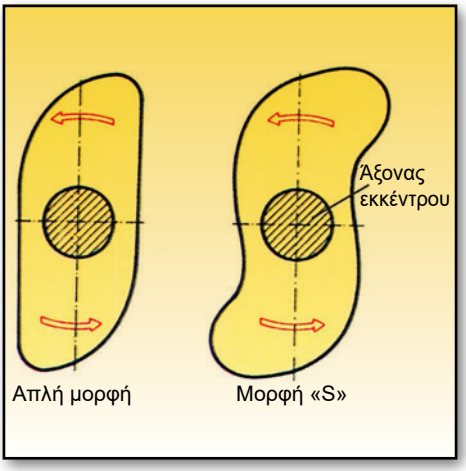
Σχ.6.49 Χειροκίνητη βαλβίδα φρένων (χειρόφρενο) (α) εκτός λειτουργίας (β) σε θέση λειτουργίας.



Σχ.6.50 Αυτόματος ρυθμιστής δύναμης πέδησης.
(α) Εξωτερική μορφή
(β) Σε φάση μερικής φόρτισης
(γ) Σε φάση πλήρους φόρτισης.



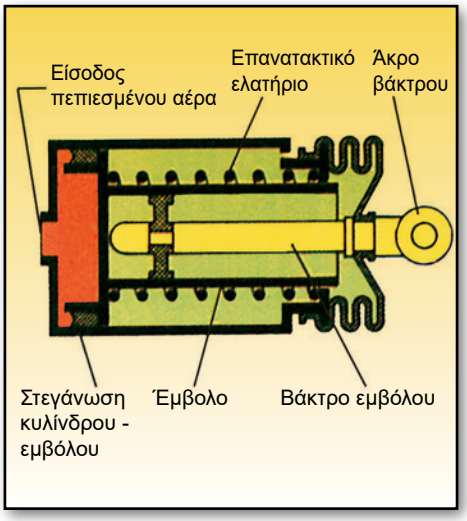
Σχ.6.51 Απλός κύλινδρος πέδησης με μεμβράνη (διάφραγμα).



Σχ.6.52 Έκκεντρα συγκροτήματος φρένων.

12. Κύλινδρος πέδησης (απλός και σύνθετος)

Το ενεργό στοιχείο σε κάθε τροχό είναι, συνήθως, ένας θάλαμος πίεσης με διάφραγμα (φούσκα ή φυσούνα) *(Σχ. 6.51)* ή ένας κύλινδρος πίεσης.

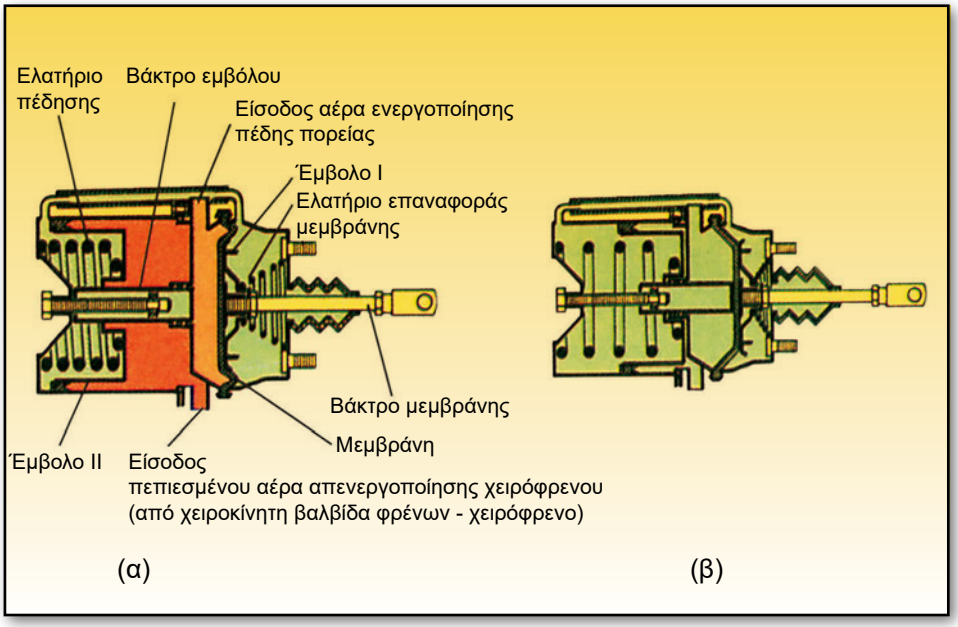


Σχ.6.53 Απλός κύλινδρος πέδησης (φυσούνα) με έμβολο.

Ο πεπιεσμένος, λοιπόν, αέρας έρχεται στο χώρο που είναι πίσω από το διάφραγμα και τον πιέζει ισχυρά προς τα δεξιά, υπερνικώντας τη δύναμη του επανατακτικού ελατηρίου του.

Το βάκτρο του διαφράγματος προσαρμόζεται στο άκρο ενός ρυθμιζόμενου μοχλού-βραχίονα που συνδέεται με πολύσφηνα στον άξονα του ενός εκκέντρου. Το έκκεντρο είναι τοποθετημένο ανάμεσα στις σιαγόνες των φρένων *(Σχ.6.52)*.

Έτσι, η προς τα δεξιά κίνηση του διαφράγματος στρέφει τον άξονα του εκκέντρου και προκαλεί το άνοιγμα των σιαγόνων και κατ' επέκταση το φρενάρισμα του οχήματος.



Σχ.6.54 Σύνθετος κύλινδρος πέδησης (φυσούνα).
(α) Φάση ελεύθερης πέδης χειρόφρενου και ελαφράς εφαρμογής πέδης πορείας (β) Φάση εφαρμογής χειρόφρενου και μη εφαρμογής πέδης πορείας.

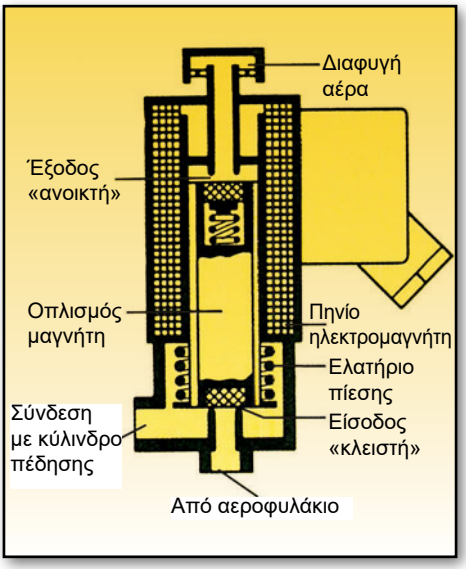
Επίσης, σε μερικά συστήματα φρένων με πεπιεσμένο αέρα, αντί διαφράγματος για την ενεργοποίηση της πέδησης, χρησιμοποιείται έμβολο με κύλινδρο. *(Σχ.6.53).*

Στους σύνθετους κυλίνδρους πέδησης (φυσούνες διπλής ενέργειας) *[Σχ.6.54 (α)],* ο πεπιεσμένος αέρας, όταν εργάζεται η πέδη πορείας ή η πέδη ανάγκης, έρχεται στο χώρο ακριβώς πίσω από τη μεμβράνη την οποία και πιέζει προς τα δεξιά, ενώ συσπειρώνει και το επαναστατικό της ελατήριο. Ταυτόχρονα, μετακινείται το βάκτρο προς τα δεξιά και στρέφεται το έκκεντρο, κατά τα γνωστά, για να γίνει η πέδηση. Στο Σχ.6.54 (β) φαίνεται η αφαίρεση του πεπιεσμένου αέρα, από τον χώρο (b) και η εφαρμογή του χειρόφρενου με την πίεση, η οποία ασκεί μηχανικά το ελατήριο πέδησης.

Για τη γρήγορη απενεργοποίηση (απεμπλοκή) των φρένων, τοποθετείται βαλβίδα ταχείας απελευθέρωσης στις διακλαδώσεις των σωλήνων προς τα πρόσθια και οπίσθια φρένα.

Στο Σχ.6.55 φαίνεται μια τέτοια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ταχείας απελευθέρωσης των φρένων, της οποίας η αρχή λειτουργίας έχει ως εξής:

Όταν ο πεπιεσμένος αέρας έρχεται προς τα φρένα, πιέζει τη βαλβίδα και κλείνει την έξοδο, οπότε ο αέρας υποχρεώνεται να κινηθεί αποκλειστικά προς τα φρένα. Όταν, όμως, η θυρίδα εξαγωγής της κεντρικής βαλβίδας ανοίξει, τότε η πίεση στον σωλήνα προσαγωγής πέφτει και το ελατήριο πίεσης της βαλβίδας τη μετακινεί προς τα κάτω και ανοίγει την έξοδο διαφυγής, οπότε ο αέρας των φρένων εξέρχεται ελεύθερα, χωρίς να υποχρεώνεται να περάσει από τις σωληνώσεις προσαγωγής. Έτσι, ελευθερώνονται ταχύτερα τα φρένα.



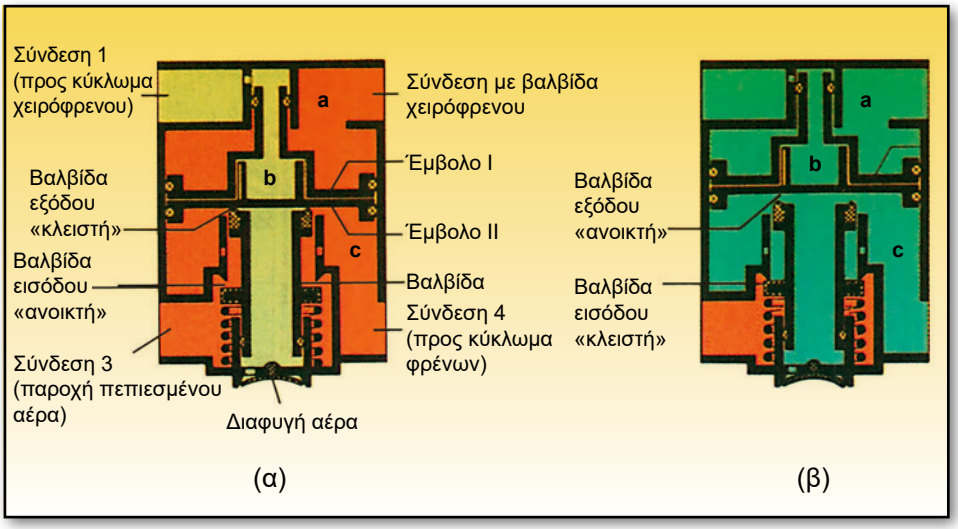
Σχ.6.55 Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ταχείας απελευθέρωσης των φρένων.

13. Βαλβίδα για προστασία υψηλής φόρτισης φυσουνών διπλής ενέργειας *(Σχ.6.56)*

Εάν κατά την περίοδο που ήδη είναι ενεργοποιημένο το φρένο στάθμευσης (χειρόφρενο), ενεργοποιηθεί και το φρένο πορείας, η βαλβίδα αυτή στέλνει αέρα στο θάλαμο της φυσούνας διπλής ενέργειας, με αποτέλεσμα να συμπιέζεται το ελατήριο στη φυσούνα και να μην προστίθενται οι δυνάμεις πέδησης. Έτσι, δεν καταπονούνται, άσκοπα τα αντίστοιχα εξαρτήματα του συστήματος.

14. Συγκρότημα φρένων τροχού

Το συγκρότημα αυτό, συνήθως, αποτελείται από τα αντίστοιχα κομμάτια σι-



Σχ.6.56 Βαλβίδα προστασίας, έναντι υψηλής φόρτισης φυσούνων διπλής ενέργειας.
(α) Θέση κατά τη διάρκεια πορείας του οχήματος
(β) Θέση βαλβίδας, κατά τη διάρκεια που είναι εφαρμοσμένο το χειρόφρενο.

αγόνων - τυμπάνων που έχουν και τα επιβατικά αυτοκίνητα, με τη διαφορά, όμως, ότι είναι πιο στιβαρής κατασκευής για να μεταφέρει, αντίστοιχα, μεγαλύτερες δυνάμεις πέδησης.

6.13.3 Αρχή λειτουργίας των αερόφρενων

Ο πεπιεσμένος αέρας, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, παράγεται από τον αεροσυμπιεστή, και περνά τόσο από το φίλτρο για τον σχετικό καθαρισμό, όσο και από την αντλία αντιπηκτικού υγρού, ενώ στη συνέχεια - αφού ελέγχεται η πίεση μέσω της προστατευτικής βαλβίδας πολλαπλών κυκλωμάτων - αποθηκεύεται κατά προτεραιότητα, όπως αυτή έχει προκαθορισθεί *(Σχ.6.41),* στα τρία αεροφυλάκια του συστήματος, μέχρι την επιτρεπόμενη ανώτατη πίεση. Μετά την πλήρωση των αεροφυλακίων, ο αέρας εξέρχεται προς την ατμόσφαιρα.

Εάν, λόγω των πεδήσεων, μειωθεί η πίεση στα αεροφυλάκια, τότε ο ρυθμιστής πιέσεων επιτρέπει την επαναπλήρωσή τους με αέρα.

Εάν η πίεση στα αεροφυλάκια πέσει κάτω από μία ορισμένη τιμή, τότε ανάβει στο ταμπλό του αυτοκινήτου η ενδεικτική προειδοποιητική λυχνία. Στην περίπτωση αυτή, εάν το όχημα κινείται, πρέπει ο οδηγός να το σταματήσει αμέσως, ενώ θα το θέτει και πάλι σε κίνηση, μόνον εφόσον σβήσει η λυχνία, ένδειξη δηλαδή, ότι το αεροφυλάκιο έχει πλέον την κανονική πίεση λειτουργίας του συστήματος.

α) Πέδη πορείας με προοδευτική επίδραση

Όταν ο οδηγός πατήσει το ποδόπληκτρο (πεντάλ ή «παντόφλα») των φρένων, τότε μέσω της κεντρικής βαλβί-

δας φρένων στέλνεται πεπιεσμένος αέρας από τα αεροφυλάκια - διά μέσου των αντίστοιχων σωληνώσεων - προς τις φυσούνες. Η πίεση που θα ασκηθεί στις φυσούνες, και αντίστοιχα η δύναμη πέδησης, εξαρτώνται από τη δύναμη, που ασκεί ο οδηγός στην «παντόφλα». Έτσι, ανάλογα με τη δύναμη που ασκεί ο οδηγός στην «παντόφλα» (πεντάλ), ρυθμίζεται και η επιθυμητή πέδηση.

Από την άλλη πλευρά, όταν ο οδηγός αφήσει το πεντάλ των φρένων («παντόφλα»), διακόπτεται η παροχή πεπιεσμένου αέρα από τα αεροφυλάκια προς τις φυσούνες μέσω της κεντρικής βαλβίδας, και ο αέρας είτε μέσω της ίδιας της κεντρικής βαλβίδας ρύθμισης είτε μιας ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας, διοχετεύεται προς την ατμόσφαιρα *(βλ. και Σχ.6.55).*

β) Πέδη ανάγκης

Όταν σπάσει ένας αγωγός προσαγωγής πεπιεσμένου αέρα μεταξύ της κεντρικής βαλβίδας φρένων και των φυσούνων, τότε αυτές, που τροφοδοτούνται από τον αγωγό, δεν λειτουργούν και άρα δεν υπάρχει δυνατότητα πέδησης στους αντίστοιχους τροχούς. Εάν το σπάσιμο του αγωγού βρίσκεται μεταξύ αεροφυλακίου και κεντρικής βαλβίδας φρένων, τότε αδειάζει από αέρα μόνο το συγκεκριμένο αεροφυλάκιο, και έτσι στην περίπτωση αυτή, το φρενάρισμα γίνεται μεν με ασφάλεια από το δεύτερο κύκλωμα, το οποίο βρίσκεται σε καλή κατάσταση, με τη διαφορά, όμως, ότι αυξάνεται η απόσταση της πέδησης.

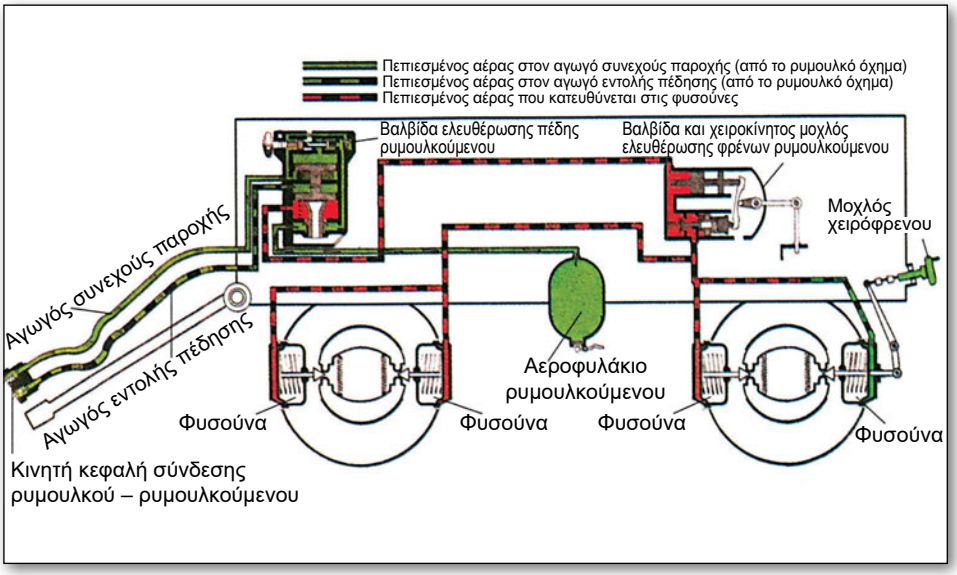
γ) Πέδη στάθμευσης (χειρόφρενο)

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η επενέργεια της πέδης στάθμευσης είναι καθαρά μηχανική.

Δηλαδή, ο οδηγός από τη θέση (ΟΝ) του ειδικού χειριστηρίου (χειρόφρενου) επενεργεί στη σύνθετη (διπλή) φυσούνα διπλής ενέργειας και αφαιρεί τον πεπιεσμένο αέρα *[Σχ. 6.41 - (γραμμή με διακεκομμένο πράσινο χρώμα)],* διοχετεύοντάς τον στην ατμόσφαιρα. Τότε, ακριβώς, επενεργεί το ελατήριο, το οποίο ήταν συσπειρωμένο λόγω της παρουσίας του πεπιεσμένου αέρα και μετακινείται το βάκτρο της φυσούνας, το οποίο ανοίγει τις σιαγόνες για να έλθουν σε επαφή με τα τύμπανα, με αποτέλεσμα να ακινητοποιηθεί το όχημα. Να σημειωθεί εδώ, ότι το χειρόφρενο μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα, αλλά και ταυτόχρονα με τη χρήση της πέδης πορείας, οπότε και θα βελτιώσει την απόδοση της πέδησης στο όχημα.

Στην περίπτωση, τώρα, κατά την οποία ο οδηγός επιθυμεί να ελευθερώσει το χειρόφρενο, μετακινεί το ειδικό χειριστήριο (χειρομοχλό) στην κατάλληλη θέση (OFF), οπότε διοχετεύεται αέρας στη διπλή φυσούνα, συσπειρώνεται το ελατήριο και έτσι ελευθερώνονται οι σιαγόνες των φρένων, με άμεσο επακόλουθο την κίνηση του οχήματος.

Εάν για οποιοδήποτε λόγο η πίεση στο αεροφυλάκιο είναι κάτω από 5 bar, το όχημα παραμένει ακινητοποιημένο, έως ότου και πάλι η πίεση, με τη βοήθεια του αεροσυμπιεστή, υπερβεί την παραπάνω αυτή τιμή.



6.57 Διάγραμμα συστήματος πέδησης με πεπιεσμένο αέρα ρυμουλκούμενου οχήματος.

δ) Περίπτωση πέδησης ρυμουλκούμενων οχημάτων

Όταν τα ρυμουλκούμενα οχήματα έχουν μικτό βάρος μεγαλύτερο των 3,5 Ton, τότε πρέπει να έχουν και αυτά πέδη πορείας αλλά και στάθμευσης (χειρόφρενο).

Η σύνδεση ρυμουλκού και ρυμουλκούμενου γίνεται μέσω μιας κινητής κεφαλής σύνδεσης, ενώ το σύστημα των φρένων τροφοδοτείται με δύο ελαστικούς σωλήνες που έρχονται από το ρυμουλκό. Η μία σωλήνα δίδει παροχή αέρα σε αεροφυλάκιο, που βρίσκεται στο ρυμουλκούμενο όχημα, ενώ η άλλη δίνει την εντολή σύνδεσης με την «οδηγό - βαλβίδα», που βρίσκεται στο ρυμουλκό όχημα και παρέχει αέρα, μόνον, όταν φρενάρει ο οδηγός *(Σχ. 6.57)*.

Θα πρέπει να αναφέρουμε εδώ, ότι η πέδη πορείας θα πρέπει να είναι ταυτόχρονη και αυτόματη και στα δύο οχήματα (ρυμουλκό και ρυμουλκούμενο). Πιο συγκεκριμένα, η πέδη πορείας:

- Για να είναι ταυτόχρονη, πρέπει το φρενάρισμα να γίνεται με ένα χειρισμό από τον οδηγό και για τα δύο οχήματα.
- Για να είναι αυτόματη, πρέπει - σε περίπτωση βλάβης ή αποσύνδεσης των αγωγών πεπιεσμένου αέρα του ρυμουλκού και του ρυμουλκούμενου - να εγγυάται την αυτόματη ακινητοποίηση του ρυμουλκούμενου οχήματος.

Έτσι, λοιπόν, όταν η κινητή κεφαλή σύνδεσης είναι αποσυνδεδεμένη, μία ενδεικτική λυχνία στον πίνακα των ορ-

γάνων προειδοποιεί τον οδηγό, ενώ όταν κοπούν οι αγωγοί σύνδεσης και ταυτόχρονα αποσυνδεθεί το ρυμουλκούμενο από το ρυμουλκό όχημα, τότε ο πεπιεσμένος αέρας που βρίσκεται στο αεροφυλάκιο του ρυμουλκούμενου οχήματος, επενεργεί στις φυσούνες και το ρυμουλκούμενο όχημα ακινητοποιείται αυτόματα.

Σε περίπτωση μάλιστα που ο οδηγός θέλει να μετακινήσει το ρυμουλκούμενο όχημα, για να ελευθερώσει την πέδη του τραβά προς τα έξω ένα μοχλό («μανίλια»), που βρίσκεται επάνω στη βαλβίδα απελευθέρωσης της πέδης του. Σε περίπτωση που θέλει, πάλι, να ακινητοποιήσει το ρυμουλκούμενο όχημα, πιέζει τον μοχλό («μανίλια») προς τα μέσα.

6.13.4. Πνευματική υποβοήθηση (με πεπιεσμένο αέρα) υδραυλικού συστήματος φρένων

Ο μηχανισμός αυτός χρησιμοποιείται σε φορτηγά, συνήθως μεσαίου μεγέθους. Στην περίπτωση αυτή, το σύστημα πέδησης είναι υδραυλικό με επιπρόσθετη υποβοήθηση από τον ενισχυτή της πέδης, με χρήση πεπιεσμένου αέρα.

Ο ενισχυτής της πέδης, δηλαδή, ενισχύει την ασκούμενη από το πόδι του οδηγού δύναμη στον κεντρικό κύλινδρο του υδραυλικού συστήματος (που είναι το βασικό σύστημα πέδησης), με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα.

Απεναντίας, με την έλλειψη πεπιεσμένου αέρα, η δύναμη του ποδιού μεταδίδεται μεν απευθείας στον κεντρικό κύλινδρο του υδραυλικού συστήματος πέδησης, χωρίς όμως την ενισχυτική επίδραση του πεπιεσμένου αέρα.

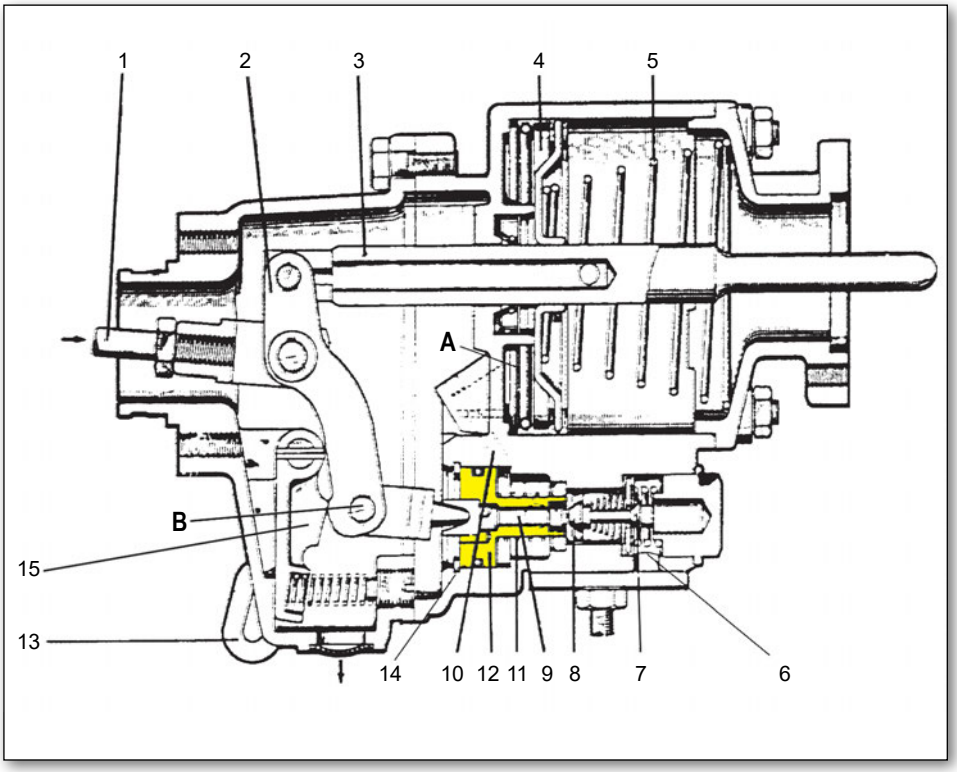
Ο ενισχυτής αυτός ενεργεί, επίσης, και με την έλξη του μοχλού του χειρόφρενου, ενώ όταν δεν υπάρχει παροχή πεπιεσμένου αέρα, παραμένει μόνον η μηχανική ενέργεια της πέδης (ελατήριο φυσούνας) για τους οπίσθιους τροχούς του οχήματος, κατά τα γνωστά.

Πιο αναλυτικά και σύμφωνα με το Σχ. 6.58:

Όταν το πεντάλ των φρένων βρίσκεται σε θέση ηρεμίας, τότε το μεγάλο έμβολο της πέδης (4) και η ράβδος του εμβόλου (3) ωθούνται από το ελατήριο (5) προς τα αριστερά. Τότε το κλιμακωτό έμβολο (12) πιέζεται επάνω στον δακτύλιο ασφάλειας (14) από το ελατήριο (11). Στη θέση αυτή, ο χώρος (6), που τροφοδοτείται από το αεροφυλάκιο δεν συγκοινωνεί με το θάλαμο (Α) του ενισχυτικού κυλίνδρου, επειδή η βαλβίδα προσαγωγής πεπιεσμένου αέρα (7) είναι κλειστή. Ταυτόχρονα, ο ίδιος χώρος (Α) συγκοινωνεί, μέσω της βαλβίδας επικοινωνίας με τον ατμοσφαιρικό αέρα (8), που είναι ανοικτή, με τον ατμοσφαιρικό αέρα.

Με την πίεση, λοιπόν, του πεντάλ των φρένων, ωθούνται από τη ράβδο ώθησης (1) τόσο η ράβδος του εμβόλου (3) προς τον κεντρικό κύλινδρο των φρένων, όσο και το κλιμακωτό έμβολο (12) προς τα δεξιά. Ο κώνος της βαλβίδας (8) κλείνει και διακόπτει την επικοινωνία του χώρου Α με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Ταυτόχρονα, η κωνική βαλβίδα προσαγωγής πεπιεσμένου αέρα (7) ανοίγει και συνδέει, το αεροφυλάκιο και το χώρο (Α), μέσω της ενδιάμεσης δίοδου (10).

Έτσι, η πίεση του αέρα η οποία ενεργεί επάνω στο μεγάλο έμβολο (4),



Σχ.6.58 Ενισχυτής πέδης πεπιεσμένου αέρα.
1. Ράβδος ώθησης πεντάλ φρένων. 2. Μοχλός. 3. Ράβδος εμβόλου. 4. Μεγάλο έμβολο ενισχυτή. 5. Ελατήριο. 6. Χώρος επικοινωνίας με αεροφυλάκιο πεπιεσμένου αέρα. 7. Βαλβίδα προσαγωγής πεπιεσμένου αέρα. 8. Βαλβίδα επικοινωνίας με ατμοσφαιρικό αέρα. 9. Πείρος. 10. Ενδιάμεση δίοδος. 11. Ελατήριο κλιμακωτού εμβόλου. 12. Κλιμακωτό έμβολο. 13. Μοχλός χειρόφρενου. 14. Τερματικός δακτύλιος ασφάλειας. 15. Δάκτυλος χειρόφρενου.

προσδίδει μία επιπρόσθετη (ενισχυτική) δύναμη στο πόδι του οδηγού, η οποία μεταβιβάζεται, ταυτόχρονα, μέσω της ράβδου του εμβόλου (3) και στον κεντρικό κύλινδρο των φρένων. Όταν το κλιμακωτό έμβολο (12) προσκρούει επάνω στο σώμα του κιβωτίου, με τη βοήθεια του μοχλού (2) που έχει σημείο περιστροφής το άκρο του πείρου πίεσης (Β), μεταδίδεται άμεσα η δύναμη του ποδιού στον κεντρικό κύλινδρο των φρένων.

Από την άλλη πλευρά, η χαλάρωση (απελευθέρωση) των φρένων πετυχαίνεται κατά την αντίθετη σειρά των παραπάνω ενεργειών.

Επίσης, κατά την έλξη του χειρόφρενου, συμπαρασύρεται, με τη βοήθεια μιας ράβδου, και ο μοχλός (13), ο οποίος μέσω του δακτύλου (15) και του μοχλού (2), πιέζει και ενεργοποιεί το κλιμακωτό έμβολο (12). Έτσι, επαναλαμβάνεται η διαδικασία της πέδησης, όπως ακριβώς γίνεται και με την πέδηση του οχήματος με το πόδι.

6.13.5 Συνηθέστερες φθορές και βλάβες στα αερόφρενα

Το σύστημα των φρένων με πεπιεσμένο αέρα θέλει προσεκτική παρακολούθηση και συντήρηση για να μπορεί να αποδώσει ικανοποιητικά. Έτσι:

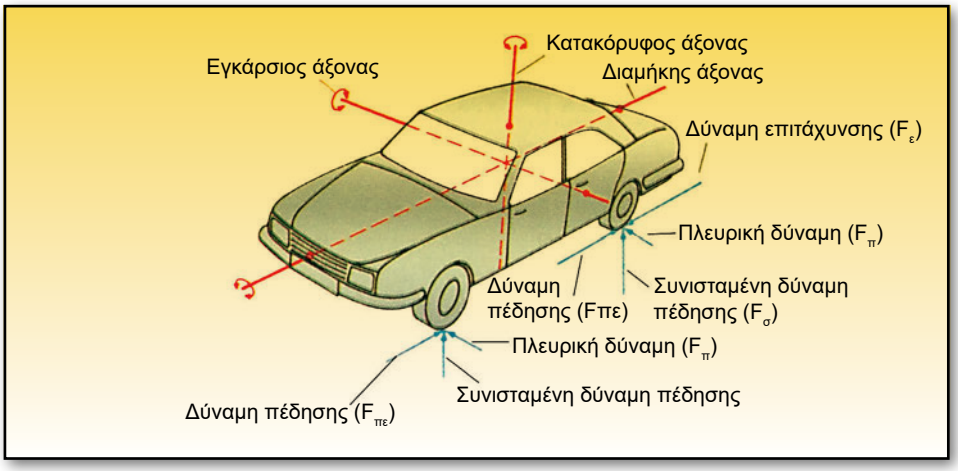
- Κάθε φορά, πριν ξεκινήσει ο οδηγός, πρέπει να βεβαιωθεί ότι ο αεροσυμπιεστής λειτουργεί καλά και ότι το ή τα αεροφυλάκια είναι επαρκώς γεμάτα με αέρα.
- Ο δείκτης της χαμηλής πίεσης, οπτικός ή ακουστικός, πρέπει να μη δείχνει την ύπαρξη χαμηλής πίεσης και το σύστημα ρύθμισης της παροχής του αεροσυμπιεστή πρέπει να λειτουργεί καλά.
- Όταν το μανόμετρο είναι διπλής ένδειξης, πρέπει, κατά τη στιγμή του φρεναρίσματος οι δύο δείκτες να συμπίπτουν, γιατί διαφορά ένδειξης σημαίνει διαρροή στις σωλήνες ή στις βαλβίδες.
- Ο κρουνός εκκένωσης του αεροφυλακίου πρέπει να μένει ανοικτός για λίγο χρόνο, για να απελευθερώνονται οι τυχόν συμπυκνώσεις των υδρατμών.
- Όταν γίνεται έλεγχος της στάθμης του λαδιού του κινητήρα, πρέπει να γίνεται αντίστοιχος έλεγχος και στον αεροσυμπιεστή (αν δεν λιπαίνεται με το ίδιο λάδι του κινητήρα), ενώ, συγχρόνως, πρέπει να ελέγχεται και η τάση των ιμάντων κίνησής του.

Ειδικότερα, ελέγχονται:

1. Ο **Αεροσυμπιεστής**, για:
- Καθαρότητα αφενός του φίλτρου αέρα αναρρόφησης και αφετέρου των πλευρικών επιφανειών ψύξης του, από πλευράς ακαθαρσιών και ξένων σωματιδίων.
- Διαρροή στο δακτύλιο στεγανότητας του άξονα του αεροσυμπιεστή.
- Στάθμη του λιπαντικού λαδιού.
- Σωστή τάση των ιμάντων κίνησής του.
- Ανεπαρκή παροχή αέρα.
- Υπερθέρμανση και ανεπαρκή παροχή αέρα.
- Υπερθέρμανση και τρίξιμο, μικρή απόδοση και θορυβώδη λειτουργία.

2. Ο **Ρυθμιστής πίεσης**, εάν:
- Παρέχει συνεχώς, αέρα.
- Εξάγει αέρα από το ελαστικό σωληνωτό κάλυμμα, όταν ο αεροσυμπιεστής δεν λειτουργεί και όταν η πίεση είναι κάτω από 6,3 bar.
- Δεν κάνει «απόζευξη», η δε πίεση του ανεβαίνει και αρχίζει να λειτουργεί η βαλβίδα ασφαλείας.
- Κάνει «ζεύξη» στη θέση «εκτός φορτίου», στην περίπτωση που δεν έχει δημιουργηθεί ακόμη η πίεση «απόζευξης».
- Κάνει «ζεύξη» και «απόζευξη», κατά μικρά διαστήματα.
- Με εκτός λειτουργίας τον κινητήρα, εξέρχεται αέρας από το φίλτρο του αεροσυμπιεστή.
- Με αποσπασμένο (βγαλμένο) το περικόχλιο της πεταλούδας από τη σύνδεση πλήρωσης των ελαστικών, εξέρχεται αέρας.
- Παρουσιάζεται απώλεια λαδιού από την οπή της αποπίεσής του.

3. Η **Κεφαλή σύνδεσης ελαστικών αγωγών με βαλβίδα (ταχυσύνδεσμος)**, εάν:



Σχ.6.59 Άξονες του αυτοκινήτου και δυνάμεις που ασκούνται στα ελαστικά των τροχών.

- Στη θέση χαλάρωσης της πέδης εξάγει αέρα.
- Παρουσιάζεται διαρροή αέρα από το ωστήριο της βαλβίδας.
- Παρουσιάζεται διαφυγή αέρα μεταξύ των δύο κεφαλών, με συνδεμένο τον αγωγό του αέρα του ρυμουλκούμενου.
- Η πέδη του ρυμουλκούμενου χαλαρώνει και η πέδηση επιβραδύνεται.

4. Η **Βαλβίδα πέδης του ρυμουλκούμενου**, εάν:
- Υπάρχει διαφυγή αέρα από την οπή εξόδου της εξαέρωσης (απαέρωσης).
- Παρουσιάζει απώλειες από τον αποσυνδεμένο ταχυσύνδεσμο των αγωγών αέρα.

5. Η **Ποδοκίνητη βαλβίδα πέδης της πορείας («παντόφλα»)**, για:
- Κακή ρύθμιση της νεκρής διαδρομής της.
- Έλλειψη προοδευτικής λειτουργίας της.

6. Ο Αυτόματος ρυθμιστής δύναμης πέδησης, για:
- Εσφαλμένη ρύθμιση του βραχίονά του.
- Παραμόρφωση ή μη ελεύθερη μετακίνηση του ρυθμιστικού βραχίονα και βάκτρου του.

6.14 Αντιμπλοκαριστικό σύστημα φρένων (ABS)

Το «αντιμπλοκαριστικό» σύστημα (Anti - lock Braking System) είναι ένα αντιολισθητικό σύστημα ελέγχου, που χρησιμοποιείται κατά την πέδηση (φρενάρισμα) και βοηθά στην κατευθυντικότητα του οχήματος, εξασφαλίζοντας καλύτερο έλεγχο και σταθερότητα στην οδήγησή του.

Είδαμε παραπάνω στο σύστημα πέδησης, τι συμβαίνει κατά τη στιγμή που ακινητοποιούνται («μπλοκάρουν») οι τροχοί: Ο οδηγός δεν μπορεί να ελέγξει την πορεία του οχήματος, ενώ, ταυτόχρονα, έχουμε μία πολύ μεγαλύτερη απόσταση πέδησης, μέχρι αυτό να ακινητοποιηθεί.

Παράλληλα, εάν παρατηρήσουμε το Σχ. 6.59, θα δούμε, ότι οι δυνάμεις που ασκούνται στα ελαστικά του αυτοκινήτου, είναι:

1. Η δύναμη επιτάχυνσης (Fε) η οποία, εδώ, λόγω της παρουσίας του οπίσθιου κινητήριου άξονα, φαίνεται ότι υπάρχει στους οπίσθιους τροχούς.
2. Η δύναμη της επιβράδυνσης, η οποία εμφανίζεται και στους πρόσθιους και στους οπίσθιους τροχούς, ως δύναμη πέδησης (Fπε).

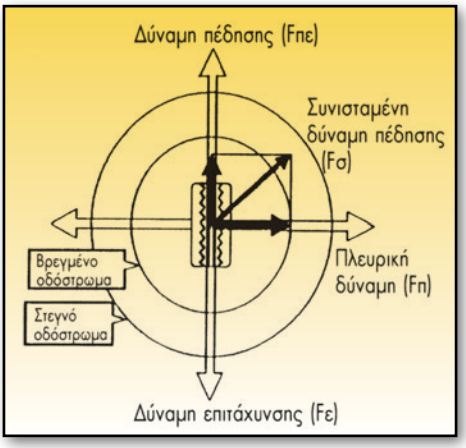
Και οι δύο αυτές δυνάμεις είναι παράλληλες προς τον διαμήκη άξονα του αυτοκινήτου.

3. Η πλευρική δύναμη (Fπ) η οποία μπορεί να προέλθει, είτε από κίνηση σε καμπύλη τροχιά (φυγόκεντρος), είτε από πλάγιο άνεμο, είναι παράλληλη προς τον εγκάρσιο άξονα του αυτοκινήτου και άρα κάθετη προς τις προηγούμενες δύο.

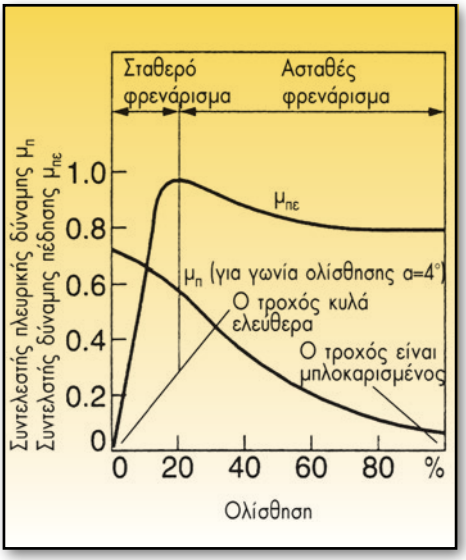
Σημειώνεται, ότι η δύναμη του κέντρου βάρους του αυτοκινήτου που κατανέμεται, αντίστοιχα, σε 4 δυνάμεις και στους 4 τροχούς, καθώς και η αντίδραση του οδοστρώματος στις δυνάμεις αυτές, είναι παράλληλες προς τον κατακόρυφο άξονα του αυτοκινήτου.

Στο Σχ.6.60, παρουσιάζεται ο κύκλος «Χαμ», όπου φαίνονται και πάλι οι δυνάμεις που επενεργούν στο ελαστικό του αυτοκινήτου (βλ. και Σχ.6.59) και οι οποίες μνημονεύθηκαν μόλις πριν.

Έτσι, η συνισταμένη των δυνάμεων αυτών (Fσ) κατά την πέδηση είναι το αποτέλεσμα της δύναμης πέδησης (Fε) και της πλευρικής δύναμης (Fπ), και είναι εκείνη, η οποία προσδιορίζει την οδική συμπεριφορά του αυτοκινήτου και καθορίζει, εάν αυτό θα έχει το απαιτούμενο «κράτημα» και θα παραμείνει με ευστάθεια στο δρόμο.



Σχ.6.60 Ο κύκλος «Χαμ».



Σχ.6.61 Συντελεστής δύναμης πέδησης ή φρεναρίσματος ($\mu_{\pi\varepsilon}$) και συντελεστής πλευρικής δύναμης (μ_{π}) σε συνάρτηση με την ολίσθηση επί τοις %.

Οι δύο κύκλοι του Σχ.6.60 οριοθετούν τα πλαίσια του «κρατήματος», τόσο σε στεγνό, όσο και σε βρεγμένο οδόστρωμα. Στο ίδιο σχήμα φαίνεται, επίσης, ότι τα περιθώρια πρόσφυσης του οχήματος σε στεγνό οδόστρωμα είναι μεγαλύτερα, με αποτέλεσμα να κρατιέται, καλύτερα, το αυτοκίνητο στο δρόμο και να μην εκτρέπεται εύκολα από την πορεία του, τόσο κατά την πέδηση, όσο και κατά την πορεία του.

Κατά τη διάρκεια της πέδησης, εκτός της τριβής που αναπτύσσεται μεταξύ των σιαγόνων και των τυμπάνων (ταμπούρων) αφενός, ή των τακακιών και των δίσκων αφετέρου, αναπτύσσονται και δυνάμεις τριβής μεταξύ του ελαστικού και του οδοστρώματος, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Οι δυνάμεις αυτές της τριβής πρέπει να υπάρξουν, για να σταματήσει το όχημα. Όμως, κατά τη διάρκεια της πέδησης παρατηρείται, ότι οι τροχοί ολισθαίνουν στο οδόστρωμα, δηλαδή παρουσιάζεται μία ολίσθηση μεταξύ ελαστικού και οδοστρώματος. Αυτό σημαίνει, ότι η περιφερειακή ταχύτητα του τροχού καθυστερεί πάντα, χρονικά, σε σχέση με τη γραμμική ταχύτητα του αυτοκινήτου. Επίσης, στο διάγραμμα του Σχ.6.61, βλέπουμε ότι ο συντελεστής της δύναμης πέδησης ή φρεναρίσματος ($\mu_{\pi\varepsilon}$) παίρνει τη μεγαλύτερη τιμή του, όταν η ολίσθηση κυμαίνεται περίπου στο 20%. Στη συνέχεια, ο συντελεστής αυτός μειώνεται σημαντικά, ενώ αυξάνεται η ολίσθηση.

Όταν, λοιπόν, ο τροχός ακινητοποιηθεί (μπλοκάρει), τότε η ολίσθηση που έχει ο τροχός, είναι 100%. Στην περίπτωση αυτή αυξάνεται κατά πολύ η απόσταση ακινητοποίησης του οχήματος, διότι, όπως αναφέρθηκε και στο σύστημα πέδησης, ο συντελεστής της τριβής κύλισης μετατρέπεται σε συντελεστή τριβής ολίσθησης, που είναι σημαντικά μικρότερος.

Εκτός, όμως, από την πολύ μεγάλη απόσταση πέδησης που δημιουργεί η ολίσθηση (όταν αυτή αυξάνεται) μειώνεται κατά την πέδηση και ο συντελεστής της πλευρικής δύναμης (μ_{π}), η οποία είναι κάθετη στη δύναμη τριβής και, ως εκ τούτου, μειώνεται και η πρόσφυση των ελαστικών στο οδόστρωμα. Αυτό πρακτικά σημαίνει, ότι οι ακινητοποιημένοι (μπλοκαρισμένοι) τροχοί (δηλαδή οι τροχοί που ολισθαίνουν) δεν έχουν τη δυνατότητα να ασκήσουν πλευρικές δυνάμεις στο οδόστρωμα, με αποτέλεσμα το αυτοκίνητο να μην μπορεί να «στρίψει», κατά τη διάρκεια της πέδησης οπότε και παραμένει ακυβέρνητο.

Το σύστημα ABS επεμβαίνει στο σύστημα πέδησης, είτε στην ευθεία, είτε σε στροφή, είτε και σε περίπτωση οδοστρώματος με ελλιπή πρόσφυση και διαμορφώνει τέτοιες δυνάμεις πέδησης - οι οποίες ασκούνται από τον κύλινδρο του τροχού του συστήματος πέδησης προς τα ταμπούρα ή τους δίσκους - ώστε η ολίσθηση που δημιουργείται μεταξύ των ελαστικών και του οδοστρώματος να παραμένει στην περιοχή ολίσθησης του 20%, όπου η πρόσφυση του ελαστικού είναι η μέγιστη. Όμως, τα περιθώρια του ABS καλύπτουν περιοχή ολίσθησης που κυμαίνεται, συνήθως, μεταξύ 8% και 35%, ενώ ταυτόχρονα, η πλευρική δύναμη (κάθετη στη δύναμη τριβής, κατά την πέδηση) είναι αρκετά μεγάλη για να μπορεί ο οδηγός να στρίψει το τιμό-

νι και να κατευθύνει το όχημα με ικανοποιητικό έλεγχο.
Εάν, πάντως, μπλοκάρουν οι τροχοί σε ένα αυτοκίνητο, η επιπλέον αύξηση των δυνάμεων της πέδησης στον τροχό δεν αλλάζει το αποτέλεσμα, δηλαδή η ολίσθηση παραμένει στο 100% και δεν υπάρχει κανένα νόημα να παρατείνεται η πέδηση.
Έχει, όμως, παρατηρηθεί ότι, όταν ο οδηγός αφήνει το πεντάλ του φρένου και το επαναπιέζει με τέτοιο τρόπο, ώστε να μην μπλοκάρουν οι τροχοί, μπορεί να κατευθύνει όπου επιθυμεί το αυτοκίνητο, αφού οι δυνάμεις τριβής που ασκούνται από το ελαστικό του τροχού στο οδόστρωμα, είναι επαρκείς, ώστε να ελέγχεται το όχημα. Αυτό συμβαίνει, διότι οι δυνάμεις τριβής είναι παρούσες σε τροχό που δεν έχει ακινητοποιηθεί, αλλά κυλά ακόμη στο οδόστρωμα.
Αυτήν, ακριβώς, την παραπάνω ενέργεια που κάνει ο οδηγός, την εκτελεί με ηλεκτρονικό τρόπο το ABS *(βλέπε και Σχ. 6.62)* με τους αισθητήρες ταχύτητας που διαθέτει στους τροχούς του το αυτοκίνητο και οι οποίοι παρακολουθούν συνεχώς την ταχύτητα του κάθε τροχού. Έτσι, το μπλοκάρισμα ενός τροχού και επομένως η ολίσθησή του γίνονται αμέσως αντιληπτά, μέσω αυτών των αισθητήρων, ως απότομη αύξηση της γωνιακής επιβράδυνσης του τροχού.
Όταν, λοιπόν, η τιμή αυτή της επιβράδυνσης του κάθε τροχού υπερβεί ένα ορισμένο όριο πρόσφυσης, τότε το σύστημα ABS πληροφορείται, μέσω των αισθητήρων, τη μεγάλη ολίσθηση που τείνει να δημιουργηθεί και μειώνει άμεσα την πίεση στο υδραυλικό κύκλωμα των φρένων, έως ότου η ολίσθηση μηδενισθεί και εξαφανισθεί ο κίνδυνος του μπλοκαρίσματος. Αμέσως μετά, όμως, η πίεση στο υδραυλικό κύκλωμα των φρένων αυξάνεται και πάλι, μέχρις ότου φθάσει σε «όρια» μπλοκαρίσματος, για να επαναληφθεί εκ νέου η ίδια διαδικασία.

Πιο αναλυτικά, η όλη διαδικασία συνίσταται:

α) Στην αύξηση της πίεσης στο υδραυλικό κύκλωμα.

β) Στη διατήρηση της πίεσης αυτής σε συγκεκριμένη τιμή και

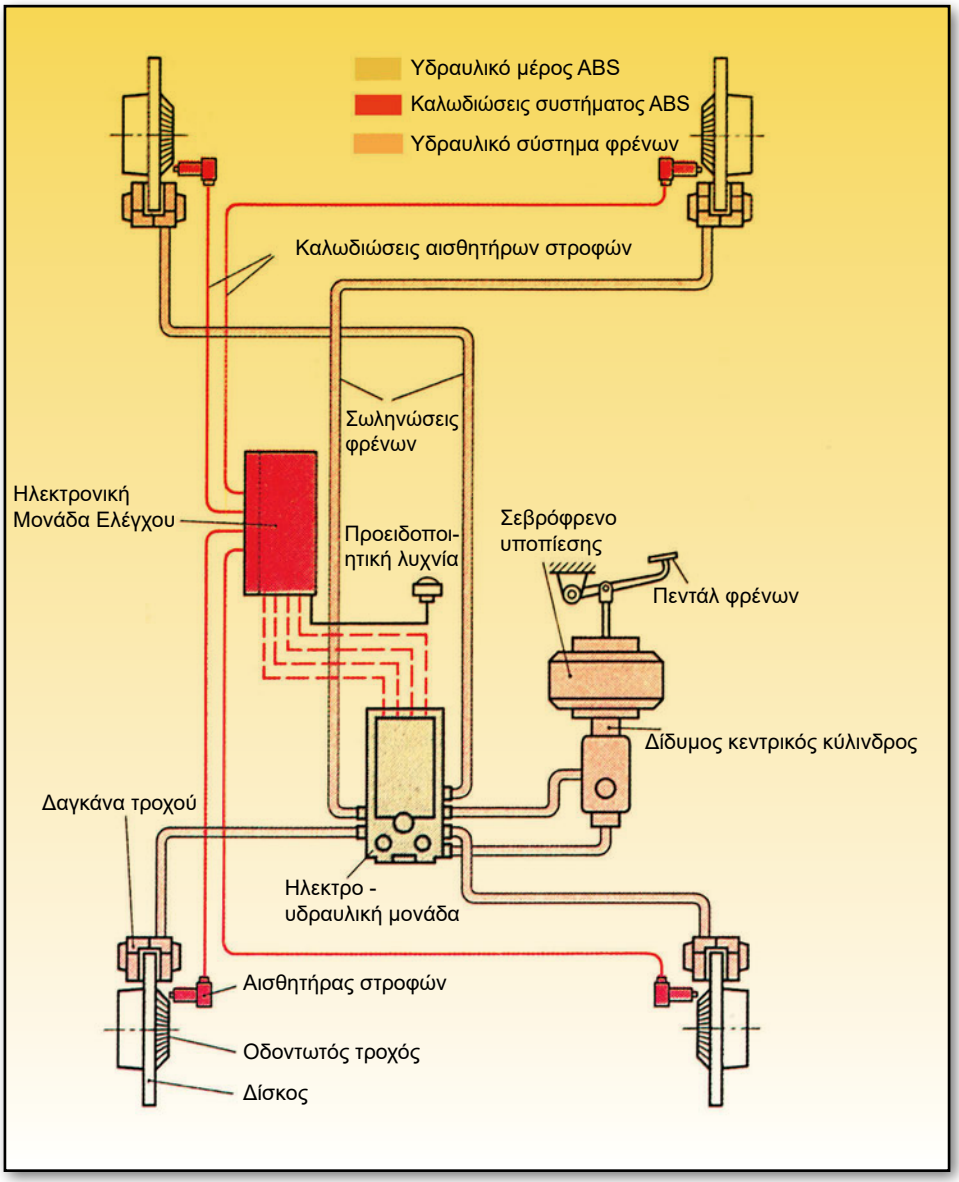
γ) Στη μείωση της πίεσης.

Όλα αυτά γίνονται με συνεχή επανάληψη πολλές φορές στο δευτερόλεπτο, έως ότου το αυτοκίνητο σταματήσει εντελώς.
Το ABS, εκτός από το συμβατικό υδραυλικό σύστημα πέδησης και τη δίδυμη κεντρική αντλία με τη σχετική υποβοήθηση του σερβόφρενου - με χρήση του κενού του κινητήρα *(Σχ.6.62)* περιλαμβάνει και τα εξής τμήματα:

1) Τους αισθητήρες των τροχών.
2) Την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.
3) Την υδραυλική μονάδα με τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες και
4) Την προειδοποιητική λυχνία.

Πιο αναλυτικά:

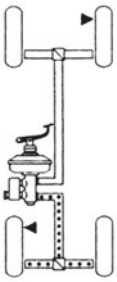
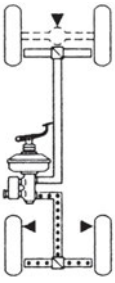
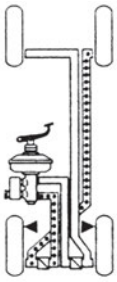
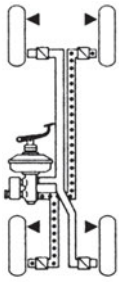
1. **Αισθητήρες τροχών.** Αυτοί ελέγχουν τον αριθμό των στροφών που εκτελούν οι τροχοί και τοποθετούνται, είτε σε κάθε τροχό ξεχωριστά, είτε στο συγκρότημα του διαφορικού για τον έλεγχο των στροφών του οπίσθιου άξονα. Κάθε τέτοιος



Σχ.6.62 Διάγραμμα ABS για τετρακάναλο σύστημα.

αισθητήρας συνεργάζεται με έναν οδοντωτό τροχό (γρανάζι), ο οποίος περιστρέφεται μαζί με τον τροχό του αυτοκινήτου.

2. **Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.** Αυτή δέχεται τις πληροφορίες από τους αισθητήρες των τροχών, με τη μορφή ηλεκτρονικών σημάτων. Έχει δύο μικροεπεξεργαστές (micro-processors) και δύο μονάδες

2 κανάλια			3 κανάλια	4 κανάλια	
2 αισθητήρες	3 αισθητήρες	2 αισθητήρες	3 αισθητήρες	4 αισθητήρες	
Εμπρός-πίσω	Εμπρός-πίσω	Διαγώνια	Εμπρός-πίσω	Εμπρός-πίσω	Διαγώνια
					
ΤΥΠΟΣ 1	**ΤΥΠΟΣ 2**	**ΤΥΠΟΣ 3**	**ΤΥΠΟΣ 4**	**ΤΥΠΟΣ 5**	**ΤΥΠΟΣ 6**

Σχ.6.63 Τύποι συστημάτων ABS.

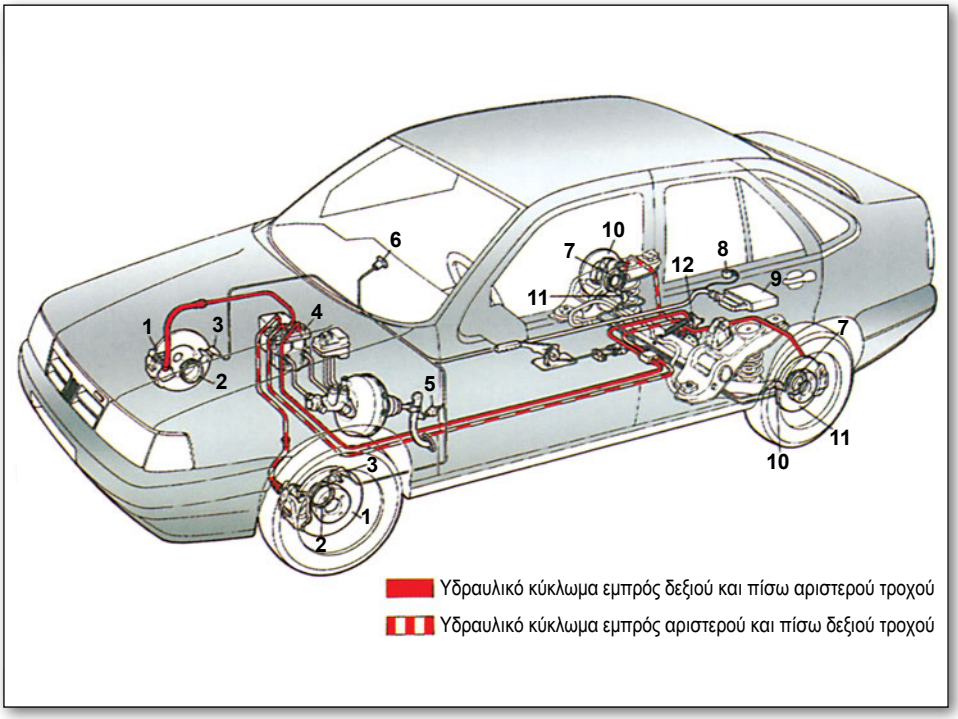
σύγκρισης δεδομένων για λόγους ασφαλείας, όπου οι πληροφορίες επεξεργάζονται, διασταυρώνονται και συγκρίνονται. Στη συνέχεια, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου δίνει εντολές (σήματα) προς τους «ενεργοποιητές» (ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες της υδραυλικής μονάδας) για παραπέρα ενέργειες. Σε περίπτωση βλάβης του συστήματος, η ηλεκτρονική μονάδα που ασκεί τον έλεγχο στην όλη εγκατάσταση του ABS, σύμφωνα με προκαθορισμένο πρόγραμμα, ειδοποιεί τον οδηγό με ενδεικτική λυχνία στο ταμπλό του αυτοκινήτου.

3. **Υδραυλική μονάδα.** Είναι μία ηλεκτροϋδραυλική μονάδα που περιλαμβάνει 3 ή 4 βαλβίδες ελέγχου διέλευσης υγρού ηλεκτρονικά ελεγχόμενες, έναν ταμιευτήρα υγρού για κάθε κύκλωμα τροχού ανάλογα με το σύστημα και μία, συνήθως, διπλή ηλεκτροκίνητη αντλία υψηλής πίεσης, για την επιστροφή του υγρού στη δίδυμη κεντρική αντλία των φρένων.

Ο αριθμός των βαλβίδων εξαρτάται από τον αριθμό των καναλιών που έχει το ABS. Έτσι, κάθε βαλβίδα μπορεί να είναι είτε διπλή - με δύο, δηλαδή, έδρες (μία εισόδου και μία εξόδου) ανά κανάλι - είτε απλή, οπότε περιλαμβάνει δύο επιμέρους βαλβίδες (μία εισόδου και μία εξόδου) ανά κανάλι.

Τα παλαιότερα συστήματα ABS διαθέτουν 2 κανάλια, τα οποία διαμορφώνονται, συνήθως, σε τρεις διαφορετικούς τύπους:

1. Ένα κανάλι για κάθε άξονα, με κατανομή των δύο υδραυλικών κυκλωμάτων τόσο στον πρόσθιο όσο και στον οπίσθιο άξονα, καθώς και με δύο αισθητήρες, αντίστοιχα. *[Σχ.6.63 (τύπος 1)].*



Σχ.6.64 Τετρακάναλο σύστημα ABS με διαγώνια διάταξη (τύπος 6).
1. Πρόσθια δισκόφρενα. 2. Πρόσθιοι οδοντωτοί τροχοί. 3. Αισθητήρες στροφών πρόσθιων τροχών. 4. Υδραυλική μονάδα ελέγχου. 5. Διακόπτης φώτων στοπ. 6. Ενδεικτική λυχνία βλάβης ABS. 7. Οπίσθιοι οδοντωτοί τροχοί. 8. Κύριο ρελέ προστασίας υπέρτασης. 9. Ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. 10. Οπίσθια δισκόφρενα. 11. Αισθητήρες οπίσθιων τροχών. 12. Διορθωτής (κατανεμητής) πίεσης.

2. Ένα κανάλι για κάθε άξονα, με κατανομή των δύο υδραυλικών συστημάτων τόσο στον πρόσθιο, όσο και στον οπίσθιο άξονα, καθώς και με τρεις αισθητήρες (ένα για κάθε πρόσθιο τροχό και ένα για τον οπίσθιο άξονα) *[Σχ.6.63 (τύπος 2)].*

Στην περίπτωση των δύο παραπάνω συστημάτων (τύπου 1 και 2), ο έλεγχος των τροχών γίνεται με βάση τον τροχό που έχει τη μεγαλύτερη πρόσφυση, δηλαδή τον τροχό, που θα ακινητοποιηθεί δεύτερος.

3. Δύο κανάλια, καθένα από τα οποία ελέγχει ένα υδραυλικό κύκλωμα σε διάταξη χιαστί (Χ) *[Σχ.6.63 (τύπος 3)],* με έναν αισθητήρα ανά κανάλι. Η πίεση, εδώ, των πρόσθιων τροχών ρυθμίζεται ξεχωριστά, ενώ η πίεση των οπίσθιων τροχών (διαγώνια) είναι ανάλογη.

Θα πρέπει, εδώ, να αναφερθεί, ότι η αποτελεσματικότητα του δικάναλου αυτού συστήματος είναι περιορισμένη, δεδομένου ότι δεν εξασφαλίζεται η αποτροπή μπλοκαρίσματος των οπίσθιων τροχών.

Πάντως, τα περισσότερα εξελιγμένα συστήματα ABS διαθέτουν 3, 4 ή και 5 κανάλια. Έτσι:

- Στην περίπτωση των 3 καναλιών *[Σχ.6.63 (τύπος 4)],* τα μεν δύο κανάλια ελέγχουν ξεχωριστά τους πρόσθιους τροχούς με δύο αισθητήρες που διαθέτουν (ένα στον πρόσθιο αριστερό τροχό και ένα στον πρόσθιο δεξιό), ενώ το τρίτο κανάλι ελέγχει τους τροχούς του οπίσθιου άξονα με ένα τρίτο αισθητήρα.
- Στην περίπτωση των 4 καναλιών, κάθε κανάλι διαθέτει ένα αισθητήρα που ελέγχει από ένα τροχό, είτε σε διάταξη πρόσθιων - οπίσθιων τροχών *[Σχ.6.63 (τύπος 5)],* είτε σε διαγώνια διάταξη (τύπος 6).

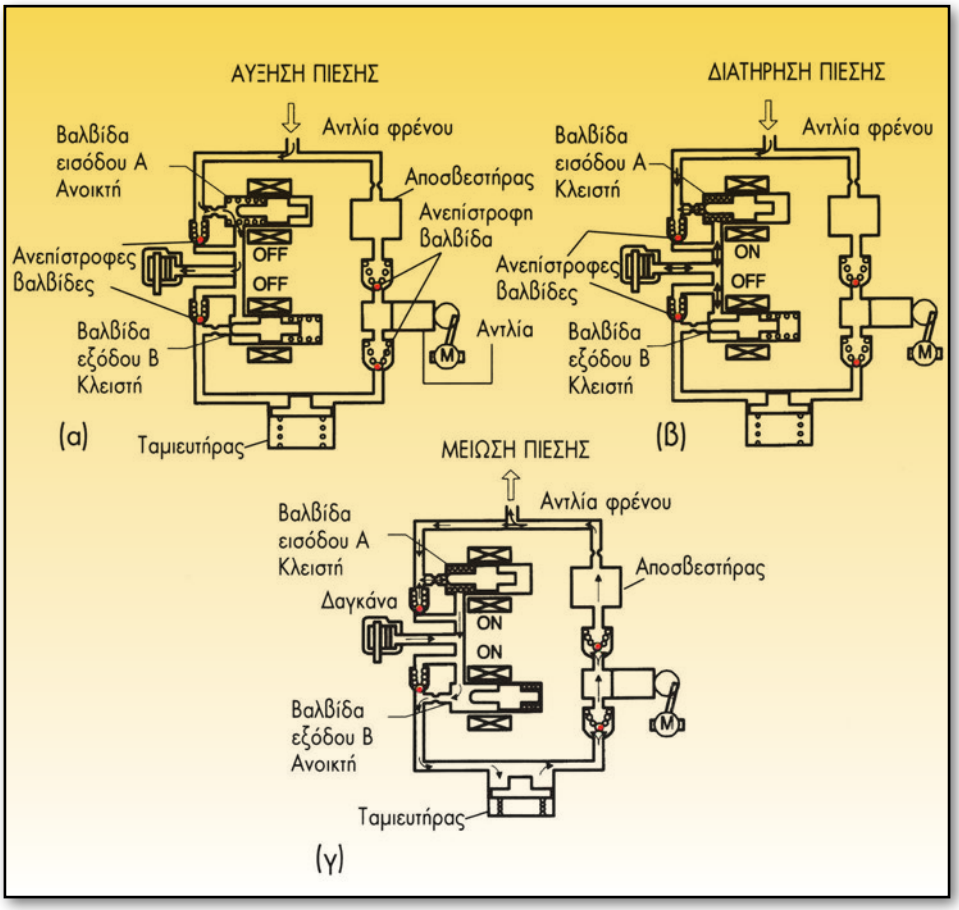
Κάθε τροχός ελέγχεται από μία βαλβίδα και έτσι εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή ευστάθεια του αυτοκινήτου κατά το φρενάρισμα. Μάλιστα, στον τύπο 6 *(Σχ.6.63)* οι οπίσθιοι τροχοί ελέγχονται από κοινού, με βάση τον τροχό που έχει τη μικρότερη πρόσφυση, δηλαδή του τροχού που ακινητοποιείται (μπλοκάρει) πρώτος.

- Στην περίπτωση των 5 καναλιών, που εφαρμόζεται σε τετρακίνητα οχήματα, το 5ο κανάλι χρησιμοποιείται για να θέσει εκτός λειτουργίας την τετρακίνηση - σε ορισμένες περιπτώσεις - ώστε να προκύψει καλύτερο φρενάρισμα.

4. **Προειδοποιητική λυχνία.** Μετά την εκκίνηση του κινητήρα του οχήματος, το άναμμα της προειδοποιητικής λυχνίας δείχνει εάν το σύστημα ABS είναι σε κατάσταση ετοιμότητας, ώστε να λειτουργήσει κανονικά κατά τη διάρκεια της πορείας του οχήματος, ενώ στη συνέχεια, η λυχνία αυτή σβήνει, εφόσον όλα βαίνουν καλώς.

Λειτουργία του συστήματος

Στο Σχ.6.64, φαίνεται ένα αυτοκίνητο FIAT Tempra με σύστημα ABS της BOSCH, όπου η σύνδεση των τροχών με το σύστημα είναι διαγώνια (X), το ένα, δηλαδή, κύκλωμα συνδέει τον πρόσθιο δεξιό τροχό με τον οπίσθιο αριστερό, ενώ το άλλο τον πρόσθιο αριστερό με τον οπίσθιο δεξιό τροχό.
Οι οδοντωτοί τροχοί (2,2) και (7,7) είναι συνδεμένοι στους τροχούς, περιστρέφονται μαζί με αυτούς και έχουν μεγάλο αριθμό «δοντιών», για ακριβέστερη μέτρηση των στροφών που διαγράφουν οι τροχοί. Στο «πρόσωπο» των δοντιών είναι τοποθετημένοι οι αισθητήρες των στροφών (3,3) και (11,11). Έτσι, κάθε φορά που ένα «δόντι» περνά στο «πρόσωπο» του αισθητήρα, αλλάζει το μαγνητικό πεδίο και δίνει, μέσω του αισθητήρα, ένα σήμα στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (9), οπότε ο αριθμός των σημάτων που στέλνει ο αισθητήρας ανά δευτερόλεπτο (sec), καθορίζει και τον αριθμό των στροφών με τον οποίο περιστρέφεται ο συγκεκριμένος τροχός. Όταν αυτός ο αριθμός στροφών ανά sec. (συχνότητα σήματος) αλλάζει πολύ γρήγορα και υπερβεί ένα προκαθορισμένο σημείο, τότε το σύστημα ABS - το οποίο μέχρι αυτή τη στιγμή ήταν σε αδράνεια - αντιλαμβάνεται ότι ο τροχός φθάνει σε οριακή ολίσθηση (όριο πρόσφυσης τροχού) και ενεργοποιείται προκειμένου να αποτραπεί το μπλοκάρισμα. Συνεπώς, τα σήματα



Σχ.6.65 Λειτουργία ηλεκτροϋδραυλικού συστήματος με δύο βαλβίδες (που διαθέτουν μία μόνον έδρα) ανά κανάλι.
(α) Αύξηση της πίεσης. (β) Διατήρηση της πίεσης. (γ) Μείωση της πίεσης.

που στέλνονται στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου αξιολογούνται (δηλαδή η μονάδα ελέγχου ανιχνεύει μέσω αυτών, έμμεσα, τις συνθήκες τριβής μεταξύ ελαστικών και οδοστρώματος ή αντίστοιχα την ολίσθηση), και έτσι αυτή (η μονάδα) επεμβαίνει την κατάλληλη στιγμή με βάση ένα συγκεκριμένο και προδιαγεγραμμένο πρόγραμμα ενεργοποίησης.
Έτσι, από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου - μετά την αξιολόγηση και σύγκριση των σημάτων - στέλνονται πλέον νέα σήματα στις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες της υδραυλικής μονάδας No 4, η οποία ρυθμίζει κάθε στιγμή την απαιτούμενη πίεση στο σύστημα.

- Η υδραυλική μονάδα περιλαμβάνει τις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, οι οποίες ενεργοποιούνται για **τρεις σκοπούς:**

α) Για **τη σχετική σύνδεση και αύξηση της πίεσης** που ασκείται από την κεντρική αντλία στο υδραυλικό κύκλωμα, δηλαδή για την αύξηση της πίεσης στον υδραυλικό κύλινδρο του διχάλου (δαγκάνας) του τροχού *[Σχ.6.65 (α)]*.

Στο Σχ.6.65 (α) φαίνεται η επενέργεια του ABS σε ένα τροχό, (μπορεί όμως να υπάρχει και δεύτερος τροχός) που περιλαμβάνει ένα παρόμοιο σύστημα βαλβίδων, το οποίο να είναι παράλληλα συνδεμένο με το προηγούμενο.

Πιο συγκεκριμένα, το υγρό καταθλίβεται από τη δίδυμη κεντρική αντλία των φρένων, ενώ η βαλβίδα εισαγωγής (εισόδου) του υγρού προς τον κύλινδρο του διχάλου (δαγκάνας) του τροχού είναι ανοικτή, διότι το ελατήριό της είναι αποσυσπειρωμένο και έτσι η βαλβίδα δεν πατά στην έδρα της για να την κλείσει. Η βαλβίδα έχει την ένδειξη OFF, διότι το πηνίο του ηλεκτρομαγνήτη της δεν τροφοδοτείται από ρεύμα, οπότε δεν έλκεται ο οπλισμός της για να κλείσει. Η βαλβίδα της εξαγωγής υγρών (εξόδου) από τον κύλινδρο της δαγκάνας είναι κλειστή, διότι επενεργεί μηχανικά το ελατήριό της και ωθεί την κεφαλή της βαλβίδας στην αντίστοιχη έδρα της· και η βαλβίδα αυτή έχει την ένδειξη OFF, διότι το πηνίο του ηλεκτρομαγνήτη της δεν τροφοδοτείται από ρεύμα. Έτσι, το υγρό των φρένων, μη έχοντας άλλη δυνατότητα, κατευθύνεται αναγκαστικά προς τον κύλινδρο της δαγκάνας, αυξάνοντας την πίεση σ' αυτόν.

Οι δύο ανεπίστροφες βαλβίδες που υπάρχουν εδώ, παραμένουν κλειστές, επειδή η μεν πρώτη δέχεται και από τις δύο πλευρές της την ίδια πίεση του υγρού, οπότε υπερισχύει η δύναμη του ελατηρίου της, και την κλείνει, η δε δεύτερη πιέζεται πάνω στην έδρα της και από τη δύναμη των υγρών και από τη δύναμη του ελατηρίου της, οπότε και αυτή κλείνει.

β) Για τη **διατήρηση της πίεσης** στον κύλινδρο του τροχού σε πρώτη φάση, εφόσον ανιχνευθεί ότι ο τροχός τείνει να ακινητοποιηθεί (μπλοκαρισθεί), μετά από διακοπή της επικοινωνίας της κεντρικής αντλίας με τον κύλινδρο του τροχού *[Σχ.6.65 (β)]*.

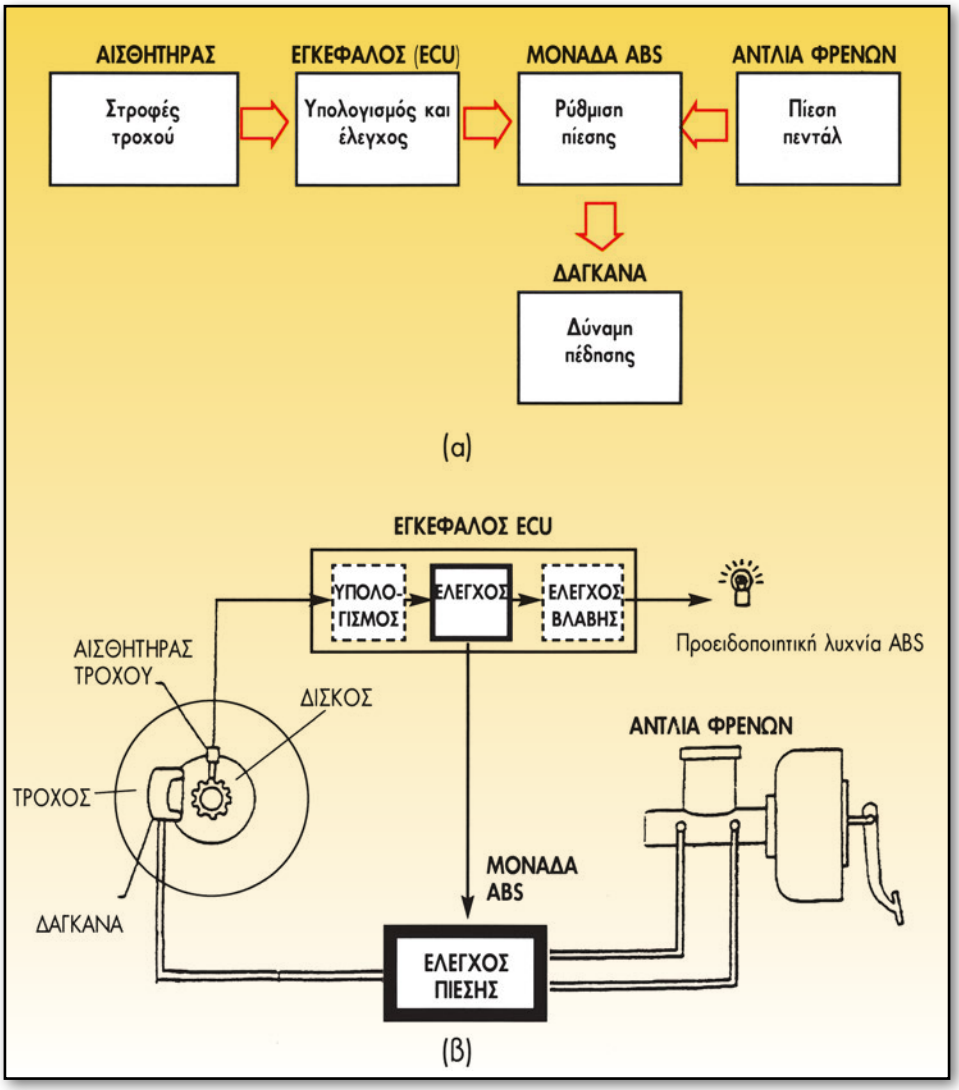
Στη φάση αυτή η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει, αφού το πηνίο της βαλβίδας τροφοδοτείται με ρεύμα έντασης 2 έως 2,5 A μετά από εντολή της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου, ενώ ταυτόχρονα συσπειρώνεται και το ελατήριό της. Στην περίπτωση αυτή η βαλβίδα έχει την ένδειξη ON, τροφοδοτείται, δηλαδή, με ρεύμα.

Η βαλβίδα της εξαγωγής παραμένει ως έχει, (κλειστή) πιεζόμενη στην έδρα της από το ελατήριό της και έχει την ένδειξη OFF, δηλαδή δεν τροφοδοτείται από ρεύμα.

Έτσι, το υγρό είναι εγκλωβισμένο στον κύλινδρο της δαγκάνας και η πίεσή του παραμένει σταθερή.

Οι δύο ανεπίστροφες βαλβίδες που υπάρχουν εδώ, παραμένουν κλειστές (η μεν πρώτη, επειδή η πίεση από την κεντρική αντλία των φρένων, είναι μεγαλύτερη της πίεσης του κυλίνδρου της δαγκάνας, η δε δεύτερη επειδή πιέζεται στην έδρα της από το εγκλωβισμένο υγρό και το ελατήριό της.)

γ) Για τη **μείωση της πίεσης** στον κύλινδρο του τροχού με σύνδεση της ηλεκτροκίνητης αντλίας, με σκοπό



Σχ.6.66 Αρχή λειτουργίας του συστήματος ABS.
(α) Μπλοκ διάγραμμα (β) παραστατική σχεδίαση.

την επιστροφή του υγρού από τον κύλινδρο του τροχού και ιδιαίτερα από τον ταμιευτήρα (ρεζερβουάρ υψηλής πίεσης) - που βρίσκεται στην υδραυλική μονάδα και στο κύκλωμα της αντίστοιχης βαλβίδας - προς τον αντίστοιχο χώρο κατάθλιψης της κεντρικής αντλίας των φρένων *[Σχ.65 (γ)]*.

Κατά τη φάση αυτή, η βαλβίδα εισαγωγής παραμένει κλειστή, ενώ η ένδειξη ON σημαίνει ότι το πηνίο της βαλβίδας συνεχίζει να διαρρέεται από ρεύμα.

Η βαλβίδα εξαγωγής ανοίγει, συσπειρώνοντας ταυτόχρονα το ελατήριό της, ενώ η ένδειξη ON σημαίνει ότι το πηνίο της βαλβίδας διαρρέεται από ρεύμα (συνήθως 5 A) μετά από εντολή της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου.
Το υγρό, έτσι, εξέρχεται από τον κύλινδρο της δαγκάνας και κατευθύνεται, αρχικά, προς τον ταμιευτήρα, τον οποίο και γεμίζει.
Ταυτόχρονα, η ηλεκτροκίνητη αντλία επιστροφών αντλεί το υγρό αυτό, ανοίγοντας τις ανεπίστροφες βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής της, στέλνοντας, σε πρώτη φάση, το υγρό στον αποσβεστήρα και στη συνέχεια στο αντίστοιχο κύκλωμα (θάλαμο κατάθλιψης) της κεντρικής αντλίας φρένων.
Να σημειωθεί εδώ, ότι η ηλεκτροκίνητη αντλία επιστροφής υγρών είναι υψηλής πίεσης και συνεργάζεται με ταμιευτήρα πίεσης 140 έως 180 bar, οπότε με αυτή την πίεση επιστρέφει το υγρό στην κεντρική αντλία. Στην περίπτωση αυτή, λόγω της παρουσίας του ταμιευτήρα πίεσης, το σύστημα αναφέρεται ως «κλειστό σύστημα», σε αντίθεση με το «ανοικτό σύστημα», στο οποίο υπάρχει το συμβατικό υδραυλικό κύκλωμα μαζί με υποβοήθηση σερβόφρενου, ενώ σε ορισμένα άλλα συστήματα το ABS και το σερβόφρενο έχουν κοινή λειτουργία.
Σε κάθε περίπτωση, πάντως, λόγω της υψηλής πίεσης επιστροφής της ηλεκτροκίνητης αντλίας επιστροφής, η οποία έχει δύο έμβολα - ένα για κάθε κύκλωμα της δίδυμης κεντρικής αντλίας - αυτή η τελευταία δεν διαθέτει βαλβίδες με ελαστικά κυάθια ή δακτυλίους, αλλά χαλύβδινες ένσφαιρες βαλβίδες.
Κατά τη φάση, λοιπόν, της ενεργοποίησης του ABS, ο οδηγός αντιλαμβάνεται ότι αυτό έχει τεθεί σε λειτουργία, αφού κατά την πίεση του πεντάλ του φρένου αισθάνεται ελαφρούς παλμούς (δονήσεις - τρέμουλο) στο πέλμα του ποδιού του από το πεντάλ.
Στο Σχ.6.66 (α) και (β) φαίνεται σε μπλοκ διάγραμμα και παραστατική σχεδίαση, τι συμβαίνει από τη στιγμή που ο αισθητήρας ανιχνεύει τον αριθμό στροφών κάθε τροχού, έως ότου η υδραυλική μονάδα ρυθμίσει τη δύναμη πέδησης στο δισκόφρενο του τροχού.

6.15. Ανακεφαλαίωση

1) Αερόφρενα

- Στα βαριά οχήματα, (φορτηγά, λεωφορεία), όπου το φρενάρισμα δεν είναι αρκετό μόνο με την άσκηση δύναμης του οδηγού ή ακόμη και με ενίσχυση της δύναμης πέδησης με το «κενό» της μηχανής (σεβρόφρενο), χρησιμοποιούνται φρένα με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα (αερόφρενα).
- Το σύστημα πέδησης με αερόφρενα περιλαμβάνει:
  Α) Πέδη πορείας με προοδευτική επίδραση.
  Β) Πέδη ανάγκης και
  Γ) Πέδη στάθμευσης (χειρόφρενο).
- Ένα σύγχρονο σύστημα πέδησης με πεπιεσμένο αέρα περιλαμβάνει συσκευές και εξαρτήματα τα οποία πρέπει να έχουν μεγάλη αξιοπιστία, ώστε να παράγουν, να αποθηκεύουν και να αξιοποιούν τον πεπιεσμένο αέρα κάτω από απόλυτη ασφάλεια, με σκοπό την αποτελεσματική λειτουργία των φρένων.

- Η συντήρηση του συστήματος των αερόφρενων πρέπει να γίνεται σχολαστικά, για να μπορεί το σύστημα να είναι σε πλήρη ετοιμότητα και απόδοση.

2) ABS

- Το ABS (Anti - lock Braking System) είναι ένα αντιολισθητικό σύστημα ελέγχου των φρένων, το οποίο, με την αποτροπή του μπλοκαρίσματος (ακινητοποίησης) των τροχών, βοηθά στην ελεγχόμενη κατευθυντικότητα του οχήματος εξασφαλίζοντας την καλύτερη δυνατή σταθερότητα και αποτελεσματική απόσταση πέδησης, ακόμη και σε κατάσταση πανικού του οδηγού. Οι λόγοι που

6.16 Ερωτήσεις- Ατομική εργασία

1. Ποια είναι τα κυριότερα μέρη του συστήματος φρένων με πεπιεσμένο αέρα και ποια η χρησιμότητα του καθενός;
2. Τι είναι η συσκευή (αντλία) έγχυσης αντιπηκτικού, ποιος ο προορισμός της και πώς γίνεται;
3. Πώς λειτουργεί η πέδη με προοδευτική επίδραση στα αερόφρενα;
4. Πώς λειτουργεί η πέδη ανάγκης στα αερόφρενα;
5. Πώς λειτουργεί η πέδη στάθμευσης (χειρόφρενο) στα αερόφρενα;
6. Τι θεωρείται ως «πνευματική υποβοήθηση» με πεπιεσμένο αέρα ενός υδραυλικού συστήματος φρένων και πώς αυτή λειτουργεί;
7. Ποιες είναι οι συνηθέστερες βλάβες στα αερόφρενα;
8. Ποια είναι τα βασικά μέρη του και πώς λειτουργεί το αντιμπλοκαριστικό σύστημα φρένων (ABS).
9. Ποια τα διάφορα συστήματα ABS που έχουν αναπτυχθεί μέχρι σήμερα;

εξελίχθηκε το συγκεκριμένο αυτό σύστημα είναι ότι:

Α) Σε αυτοκίνητο με ακινητοποιημένους τροχούς, αυξάνεται η απόσταση της πέδησης του.

Β) Εάν ακινητοποιηθούν οι τροχοί, το αυτοκίνητο παραμένει ακυβέρνητο.

10. Ατομική εργασία

Να συλλέξετε και να καταγράψετε στο τετράδιο σας, εξετάζοντας προσεκτικά επιτόπου την πορεία του πεπιεσμένου αέρα σε ένα σύστημα αερόφρενων φορτηγού αυτοκινήτου.

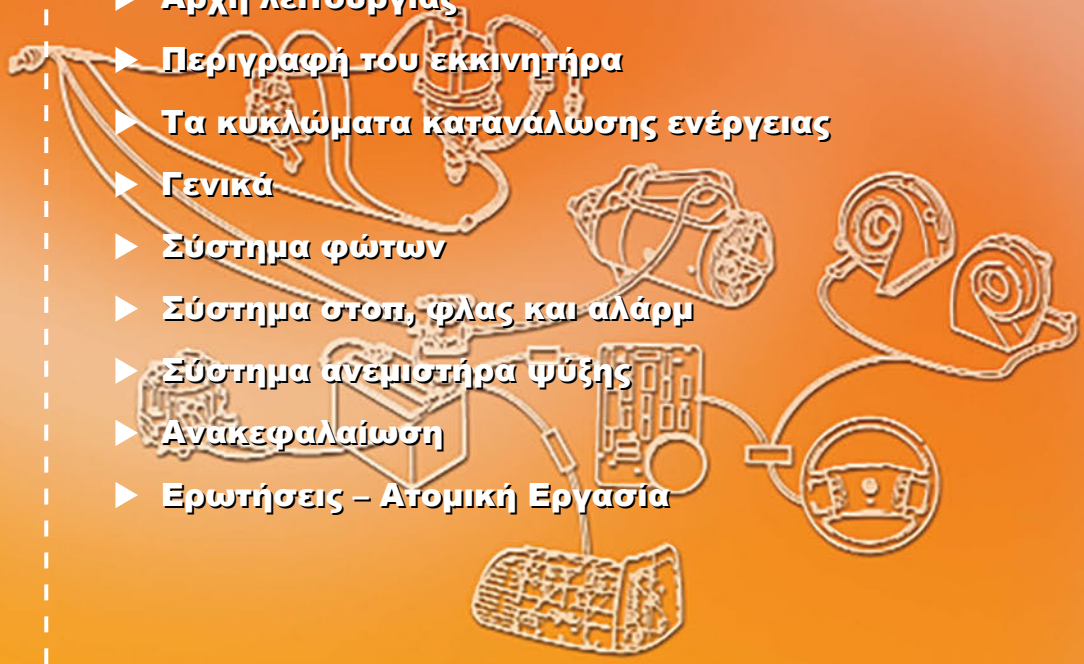
11. Ατομική εργασία

Να συλλέξετε πληροφορίες για το οικογενειακό σας αυτοκίνητο ή τα αυτοκίνητα του «εργαστηρίου αυτοκινήτων» του σχολείου σας, σχετικά με το αντιολισθητικό σύστημα (ABS) που αυτά διαθέτουν (τύπο, κατασκευαστή, κ.λπ.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Ηλεκτρικο Συστημα

- Σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας
- Γενικά
- Σύστημα φόρτισης
- Το κύκλωμα εκκίνησης
- Γενικά
- Αρχή λειτουργίας
- Περιγραφή του εκκινητήρα
- Τα κυκλώματα κατανάλωσης ενέργειας
- Γενικά
- Σύστημα φώτων
- Σύστημα στοπ, φλας και αλάρμ
- Σύστημα ανεμιστήρα ψύξης
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις – Ατομική Εργασία



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

7.1 Σύστημα Παραγωγής και Αποθήκευσης Ηλεκτρικής Ενέργειας (Σύστημα Φόρτισης)

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Να περιγράφουν και να εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος αυτού.

7.1.1 Γενικά

Για την τροφοδοσία του ηλεκτρικού συστήματος του αυτοκινήτου είναι αναγκαία η παρουσία ηλεκτρικής ενέργειας η οποία, όταν ο κινητήρας δεν λειτουργεί, προέρχεται από ένα συσσωρευτή (μπαταρία). Αν, όμως, λειτουργεί ο κινητήρας, τότε αυτός κινεί μια γεννήτρια η οποία παρέχει στους καταναλωτές την ενέργεια που χρειάζονται, ενώ ταυτόχρονα φορτίζει και το συσσωρευτή. *(Σχ.7.1)*. Γι' αυτό το λόγο, το αυτοκίνητο είναι εφοδιασμένο με μια πλήρη ηλεκτρική εγκατάσταση, η οποία αποτελείται από τα παρακάτω κυκλώματα:

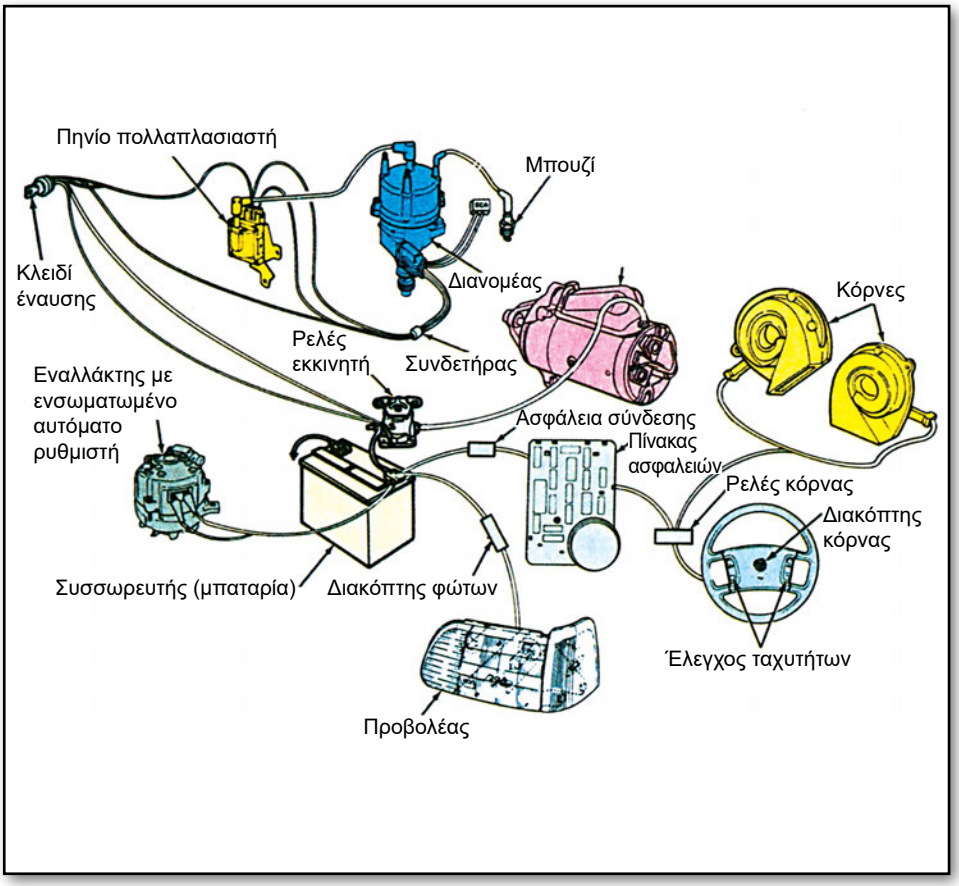
α. Το κύκλωμα φόρτισης *(Σχ. 7.2)*

Όλες οι ηλεκτρικές καταναλώσεις χρειάζονται ηλεκτρική ενέργεια, την οποία και λαμβάνουν είτε από τον συσσωρευτή είτε από τη γεννήτρια, ή και από τις δύο αυτές πηγές μαζί.

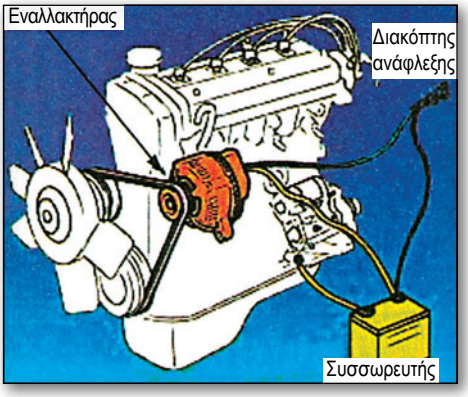
Από τα παραπάνω, βγαίνει το συμπέρασμα ότι το σύστημα φόρτισης είναι ο σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι, υπάρχει η κινητήρια μηχανή (βενζινομηχανή ή πετρελαιομηχανή) από την οποία παίρνει κίνηση η γεννήτρια. Η παραγόμενη τάση σταθεροποιείται σε ορισμένη τιμή από τον αυτόματο ρυθμιστή, ενώ στη συνέχεια φορτίζεται ο συσσωρευτής.

β. Το κύκλωμα ανάφλεξης *(Σχ. 7.3)*

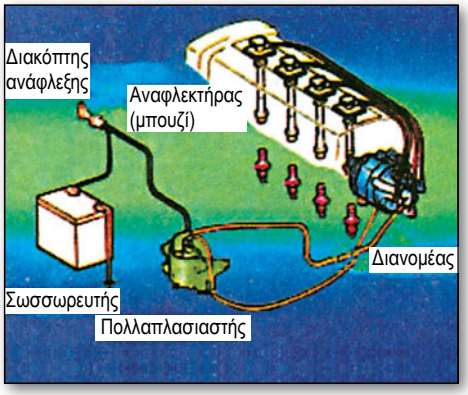
Όταν κλείνει το ηλεκτρικό κύκλωμα ανάφλεξης με το κλειδί (διακόπτη), τότε από επαγωγή αναπτύσσεται υψηλή τάση στο δευτερεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή και μέσω του διανομέα έχουμε σπινθήρα, την κατάλληλη στιγμή, σε κάθε κύλινδρο δια μέσου των ηλεκτροδίων του (μπουζί). Έτσι, με αυτόν τον σπινθήρα καίγεται το καύσιμο μίγμα. Πάντως, το κύκλωμα αυτό δεν υπάρχει στα πετρελαιοκίνητα οχήματα.



Σχ.7.1 Το ηλεκτρικό σύστημα, το οποίο παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στα περισσότερα όργανα του αυτοκινήτου.



Σχ.7.2 Σύστημα φόρτισης.



Σχ.7.3 Σύστημα ανάφλεξης.

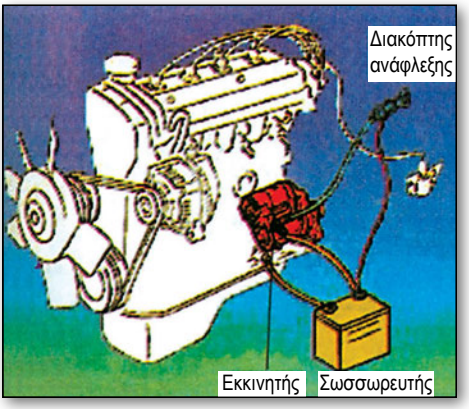
γ. Το κύκλωμα εκκίνησης *(Σχ. 7.4)*

Όταν γυρίζουμε το διακόπτη ανάφλεξης με το κλειδί, ένας οδοντωτός τροχός του εκκινητή (μίζας) εμπλέκεται με τον σφόνδυλο (βολάν) και έτσι η μηχανή αρχίζει να περιστρέφεται.

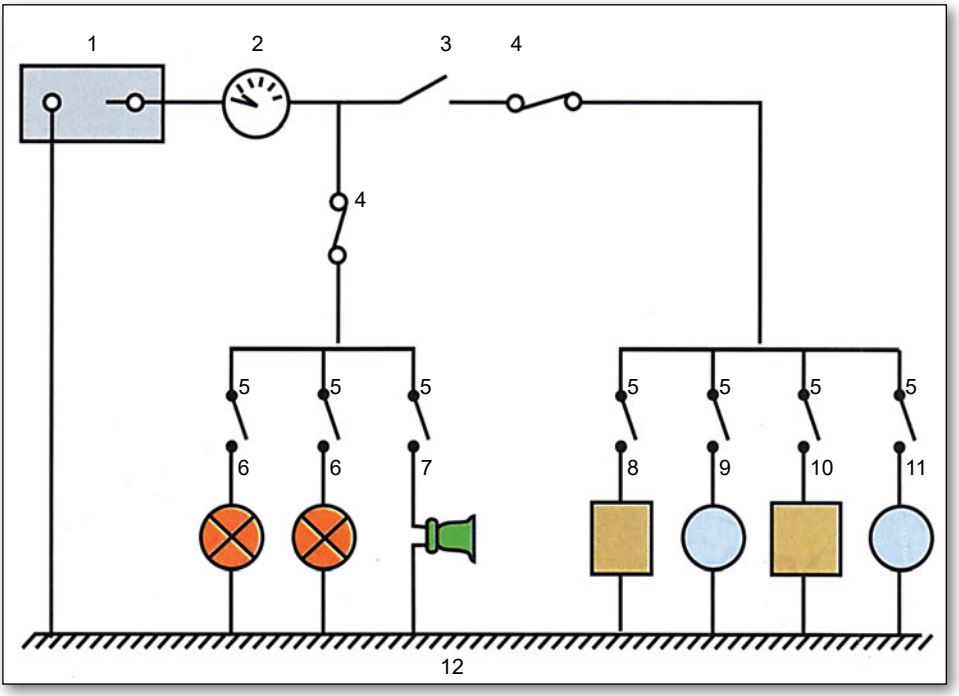
δ. Το κύκλωμα φωτισμού και βοηθητικών εξαρτημάτων *(Σχ. 7.5)*

Σ' αυτό το κύκλωμα περιλαμβάνονται τα εμπρόσθια φώτα (μεσαία - μεγάλα), τα φώτα πορείας (εμπρός - πίσω), τα φλας, τα στοπ, όπως και η κόρνα, το ραδιόφωνο, οι υαλοκαθαριστήρες, το αντικλεπτικό σύστημα, το σύστημα ανεμιστήρα ψύξης κλπ.

Παρακάτω δίδεται μια πολύ συνοπτική περιγραφή και ο ρόλος των κυριοτέ-



Σχ.7.4 Κύκλωμα εκκίνησης.



Σχ.7.5 Κύκλωμα φωτισμού και των διαφόρων βοηθητικών εξαρτημάτων.
1.Συσσωρευτής - 2.Αμπερόμετρο - 3.Διακόπτης έναυσης - 4.Ασφάλειες - 5.Ατομικοί διακόπτες καταναλώσεων - 6.Φωτισμός - 7.Σειρήνα - 8.Θέρμανση - 9.Αναπτήρας - 10.Ραδιόφωνο - 11.Υαλοκαθαριστήρες - 12.Γείωση

ρων μερών των παραπάνω κυκλωμάτων του ηλεκτρικού συστήματος ενός αυτοκινήτου, εκτός από το κύκλωμα ανάφλεξης που αναπτύσσεται στο αντίστοιχο βιβλίο των μηχανών εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ.).

7.1.2 **Σύστημα Φόρτισης** *(Σχ. 7.6)*

Οι κύριοι σκοποί του συστήματος αυτού είναι:

α) Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε όλες τις καταναλώσεις που μπορεί να υπάρχουν στο όχημα.

β) Η διατήρηση του συσσωρευτή πάντα φορτισμένου και η συνεχής αποτροπή υπερφόρτισής του.

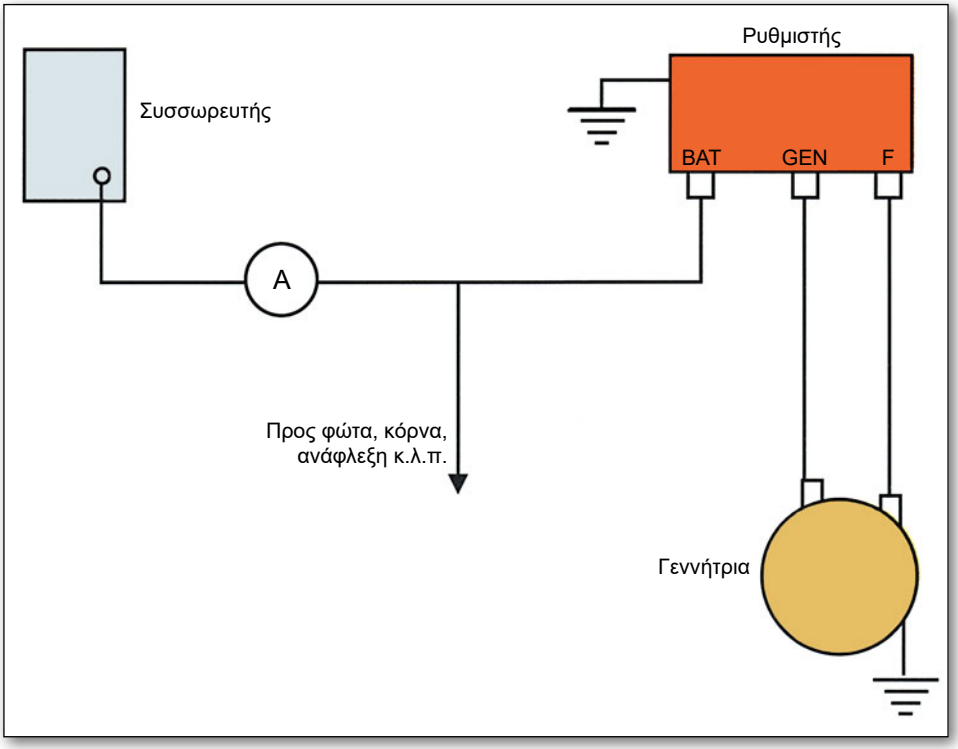
Το κύκλωμα φόρτισης αποτελείται από τέσσερα βασικά μέρη: τον συσσωρευτή, τη γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τον αυτόματο ρυθμιστή και τους αγωγούς τροφοδοσίας.

Πιο αναλυτικά:

7.1.2.1 **Ο Συσσωρευτής (Μπαταρία)** *(Σχ. 7.7)*

Ο συσσωρευτής σε ένα όχημα εκτελεί τρεις βασικές λειτουργίες:

α. Παρέχει ηλεκτρική ενέργεια για να τροφοδοτηθεί ο εκκινητής (μίζα) και να επιτευχθεί η ανάφλεξη, μέχρι να αρχίσει να λειτουργεί ο κινητήρας.



Σχ.7.6 Κύκλωμα φόρτισης με γεννήτρια συνεχούς ρεύματος.

β. Τροφοδοτεί με ηλεκτρική ενέργεια τις καταναλώσεις του αυτοκινήτου, όταν δεν επαρκεί η ενέργεια που παράγει η γεννήτρια, ή όταν η μηχανή του αυτοκινήτου δεν λειτουργεί.

γ. Δίδει σταθεροποιημένη τάση για τη λειτουργία των καταναλώσεων του οχήματος.

Έτσι, ο συσσωρευτής μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί μια αποθήκη, στην οποία αποθηκεύομε ηλεκτρική ενέργεια, χωρίς να είναι πηγή ενέργειας, όπως η γεννήτρια.

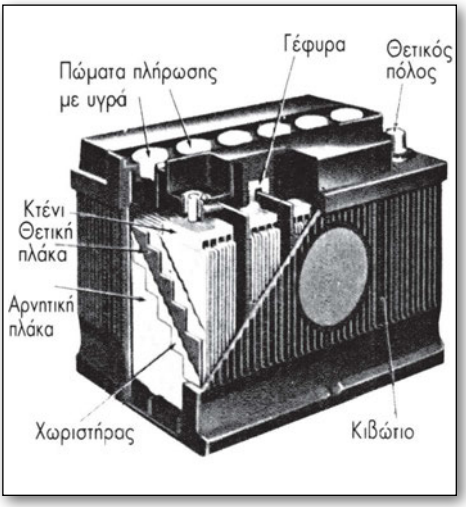
Ο συσσωρευτής του αυτοκινήτου πρέπει να έχει την ικανότητα να παρέχει μια σχετικά υψηλή ένταση (150 μέχρι 300 Α) σε ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα κατά τη στιγμή της εκκίνησης του κινητήρα, και αποτελείται από στοιχεία που φέρουν θετικές και αρνητικές πλάκες μολύβδου. Από τον αριθμό των στοιχείων καθορίζεται και η ονομαστική τάση του συσσωρευτή (π.χ. για 3 στοιχεία έχει ονομαστική τάση 6 V, ενώ για 6 στοιχεία έχει ονομαστική τάση 12V).

Συνήθως, όλα τα Ι.Χ. αυτοκίνητα είναι εφοδιασμένα με μία μπαταρία μολύβδου ονομαστικής τάσης 12V.

Η αρχή λειτουργίας του συσσωρευτή (φόρτιση και εκφόρτιση) βασίζεται σε χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στα θετικά και στα αρνητικά ηλεκτρόδια του μολύβδου του.

Επίσης, ο συσσωρευτής πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω δύο απαιτήσεις:

α. ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ: Το βάρος του, δηλαδή, και ο όγκος του πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερα, προκειμένου να μπορεί να αξιοποιηθεί στο χώρο της μηχανής του οχήματος.



Σχ.7.7 Δωδεκάβολτος συσσωρευτής (μπαταρία).

β. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ: Η ηλεκτρική χωρητικότητά του πρέπει να είναι συμβατή με τον τύπο του οχήματος στο οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί, ενώ και η εσωτερική του αντίσταση να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

Ο συσσωρευτής αποτελείται από:

- Ένα δοχείο ή θήκη μαζί με το κάλυμμά (καπάκι) του.
- Τις πλάκες μολύβδου, θετικές και αρνητικές.
- Τους διαχωριστήρες μεταξύ των πλακών.
- Τον ηλεκτρολύτη (από θεϊκό οξύ και νερό, του οποίου η συγκέντρωση καθορίζει μια πυκνότητα της τάξεως 30° Baume ή 1.263 kg/dm^3). Η πυκνότητα και ο όγκος του ηλεκτρολύτη μειώνονται με το βαθμό εκφόρτισης και βάσει αυτού μπορούμε να προσδιορίσουμε την κατάσταση φόρτισης του συσσωρευτή.

- Τις γέφυρες σύνδεσης και τους ακροδέκτες.

Τα βασικά ονομαστικά χαρακτηριστικά ενός συσσωρευτή είναι:

α. Η ονομαστική τάση (π.χ. 6 V των 3 στοιχείων, ή 12V των 6 στοιχείων).

β. Η ονομαστική χωρητικότητα
Αυτή είναι η θεωρητική ποσότητα του ηλεκτρικού φορτίου που μπορεί να δώσει ο συσσωρευτής και μεταφράζεται σε Αμπέρ x Ώρες (A·Ω), δηλαδή σε Αμπερώρια (Ah).

7.1.2.2. Η γεννήτρια

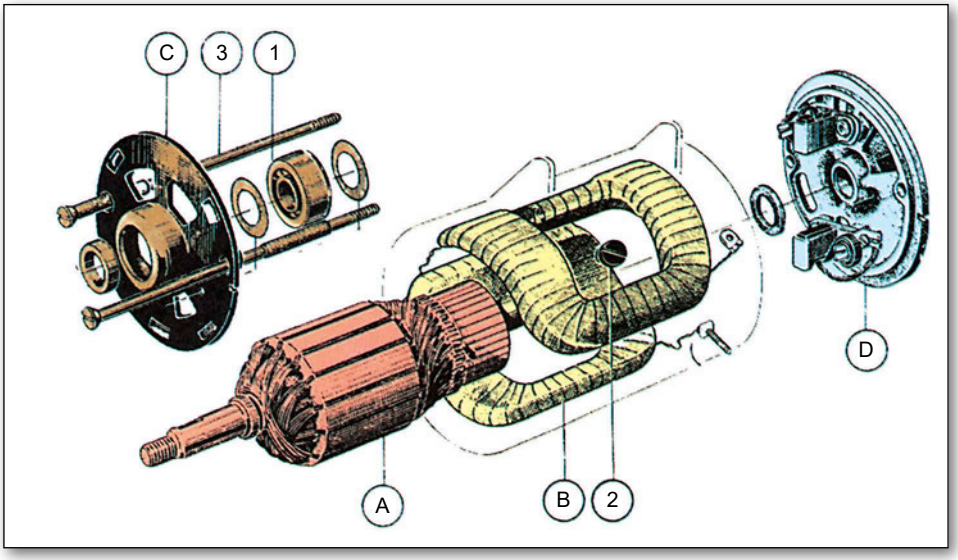
7.1.2.2.1 Γενικά

Η γεννήτρια μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια που παίρνει από τον κινητήρα σε ηλεκτρική και έτσι επιτυγχάνεται, αφενός η συνεχής φόρτιση του συσσωρευτή και αφετέρου η τροφοδότηση των καταναλώσεων του αυτοκινήτου.
Υπάρχουν δύο κατηγορίες γεννητριών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας:
Οι γεννήτριες συνεχούς ρεύματος (ΣΡ ή DC) και οι γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος (ΕΡ ή AC).

Πιο αναλυτικά:

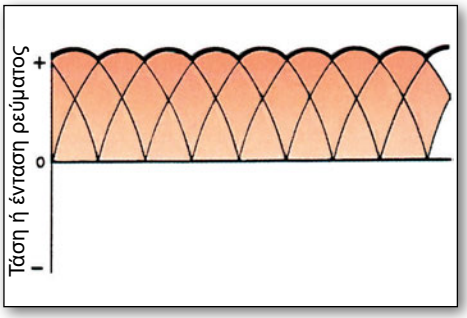
7.1.2.2.2 Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος (δυναμό)

Οι γεννήτριες αυτές που λέγονται και δυναμό, (Σχ.7.8), χρησιμοποιούνταν παλαιότερα στα οχήματα, όπου ο αυτόματος ρυθμιστής της τάσης ήταν

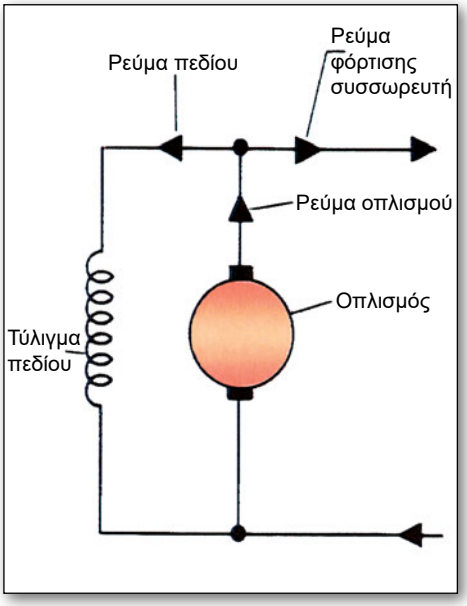


Σχ.7.8 Γεννήτρια συνεχούς ρεύματος (δυναμό).
(A: Ρότορας ή δρομέας ή επαγωγικό τύμπανο. B: Τύμπανο ή επαγωγέας με το τύλιγμα τυμπάνου ή τύλιγμα διέγερσης. C: Κάλυμμα από την πλευρά της τροχαλίας. D: Κάλυμμα - φορέας ψηκτρών, γνωστών και ως «καρβουνάκια» από την πλευρά του συλλέκτη. 1: Ρουλεμάν. 2: Βίδες σταθεροποίησης μάζας πόλων. 3: Βίδες συναρμολόγησης)

πάντοτε μία ξεχωριστή συσκευή, ενώ σήμερα έχει επικρατήσει ο τύπος των γεννητριών εναλλασσόμενου ρεύματος. Η αρχή λειτουργίας των συγκεκριμένων γεννητριών στηρίζεται στο γνωστό θεώρημα, ότι για την παραγωγή ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) με επαγωγή επάνω σε ένα αγωγό, πρέπει να μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που



Σχ.7.9 Κυμάτωση, λόγω συλλέκτη, γεννήτριας Σ.Ρ.



Σχ.7.10 Δυναμό παράλληλης διέγερσης.

«κόβει» τον αγωγό, ή και αντίστροφα, δηλαδή η μαγνητική ροή πρέπει να είναι σταθερή και να κινείται ο αγωγός μέσα στο μαγνητικό πεδίο, «κόβοντας» τις μαγνητικές γραμμές του.

Το τύλιγμα των πόλων («τυμπάνου») ονομάζεται τύλιγμα διέγερσης ή πεδίου της μηχανής και οι πόλοι αυτοί είναι στερεωμένοι στο κέλυφος («ζύγωμα») της μηχανής, ενώ το μαγνητικό τους κύκλωμα κλείνει μέσα από αυτά το «ζύγωμα» της μηχανής.

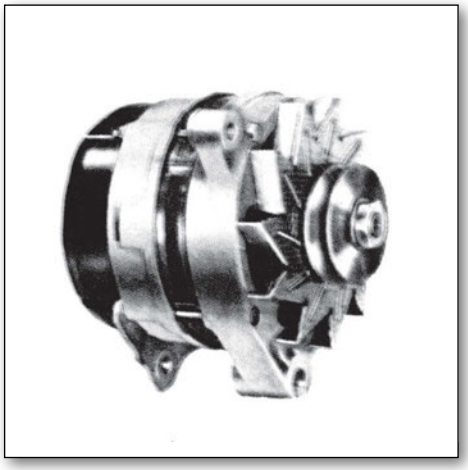
Ο «δρομέας» περιστρέφεται μέσα στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν οι πόλοι της μηχανής. Το «τύμπανο» είναι κατασκευασμένο από ελάσματα με περιφερειακές εγκοπές, ενώ στην περιφέρειά του σχηματίζονται αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετούνται οι αγωγοί. Όταν, λοιπόν, περιστρέφεται το «τύμπανο» μέσα στο μαγνητικό πεδίο των πόλων, αναπτύσσεται στους αγωγούς τάση εξ' επαγωγής. Τα άκρα των αγωγών καταλήγουν στους τομείς του συλλέκτη, οι οποίοι είναι μονωμένοι μεταξύ τους αλλά και ως προς τον άξονα της μηχανής με μονωτικό υλικό. Στην επιφάνεια του συλλέκτη εφάπτονται οι ψήκτρες («καρβουνάκια») που πιέζονται ελαφρά από ένα ελατήριο για να επιτυγχάνεται καλή επαφή. Δια μέσου των ψηκτρών περνάει η ηλεκτρική ενέργεια από το δρομέα και μεταφέρεται στα φορτία, και όσο πιο πολλούς τομείς έχει ο συλλέκτης, τόσο πιο σταθερή και μικρότερης κυμάτωσης τάση έχουμε στην έξοδο. *(Σχ.7.9)*.

Ο συλλέκτης λειτουργεί σαν ένα μηχανικό ανορθωτικό σύστημα και ανάλογα με τον τρόπο που είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους το τύλιγμα του τυμπάνου και το τύλιγμα της διέγερσης, έχουμε: Γεννήτρια με διέγερση σειράς, Γεννήτρια παράλ-

ληλης διέγερσης και Γεννήτρια μικτής διέγερσης. Στην πράξη έχει επικρατήσει η γεννήτρια παράλληλης διέγερσης, που φαίνεται στο παρακάτω Σχ.7.10.

7.1.2.2.3 Γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος (ΕΡ) *(Σχ. 7.11)*

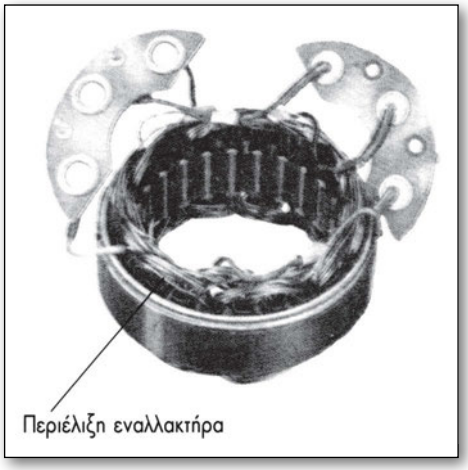
Οι γεννήτριες αυτού του τύπου λέγονται και εναλλακτήρες. Σήμερα όλα, σχεδόν, τα οχήματα χρησιμοποιούν τέτοιες γεννήτριες, οι οποίες παράγουν μεν τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα αλλά υπάρχουν στο εσωτερικό τους ανορθωτικές διατάξεις, που μετατρέπουν την εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή.



Σχ.7.11 Γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος (εναλλακτήρας).

Έτσι, ο εναλλακτήρας αποτελείται από τα εξής κύρια μέρη:

α. Από το επαγώγιμο (στάτη), *(Σχ.7.12),* όπου βρίσκονται οι περιελίξεις τοποθετημένες στο εσωτερικό ενός κυλίνδρου που σχηματίζεται από φύλλα μαλακού σιδήρου. Τα τυλίγματα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους και βρίσκονται μέσα στη μεταβαλλόμενη μαγνητική ροή του επαγωγέα, αποτελούνται από ένα αριθμό σπειρών ανάλογο με την επιθυμητή ΗΕΔ (ηλεκτρεγερτική δύναμη) στους ακροδέκτες του εναλλακτήρα. Τα τυλίγματα αυτά μπορεί να είναι είτε μονοφασικά είτε δύο φάσεων, ή και τριφασικά. Στην τελευταία αυτή περίπτωση, που κατά κανόνα είναι η πλέον εφαρμόσιμη, αυτά μπορεί να συνδεθούν μεταξύ τους υπό μορφή αστέρα *(Σχ.7.13)* ή τριγώνου *(Σχ.7.14).*

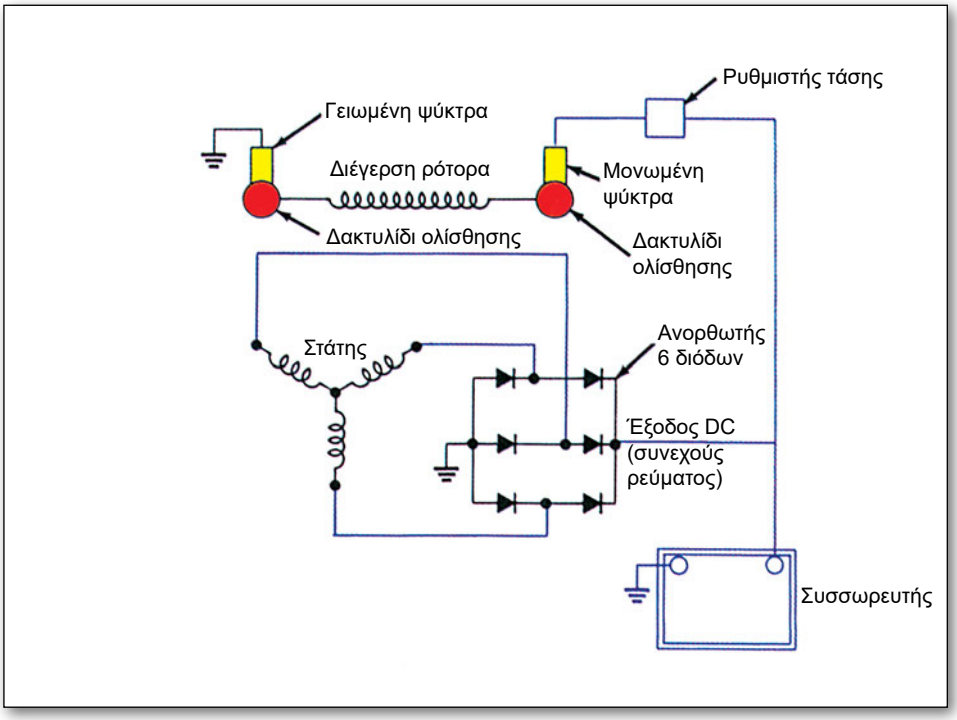


Σχ.7.12 Επαγώγιμο του εναλλάκτη (Στάτης).

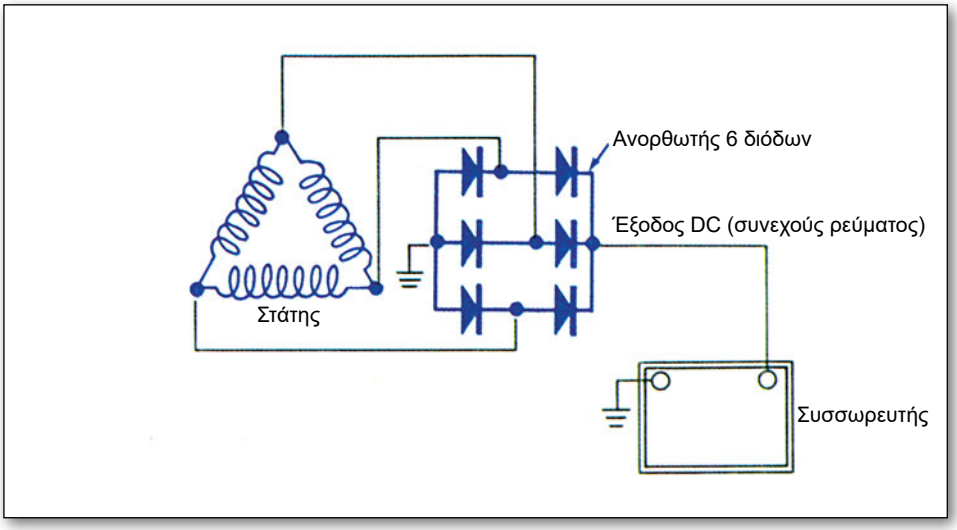
β. Από τον επαγωγέα (ρότορα) ή δρομέα *(Σχ.7.15)*

Ο ρότορας του εναλλακτήρα αποτελείται από ένα σιδηρομαγνητικό πυρήνα μεγάλης μαγνητικής διαπερατότητας και είναι εφοδιασμένος με πολικά «πέδιλα» (πόλους), ενώ η μορφή του εξαρτάται από τον αριθμό των πόλων του, οπότε έχουμε είτε:

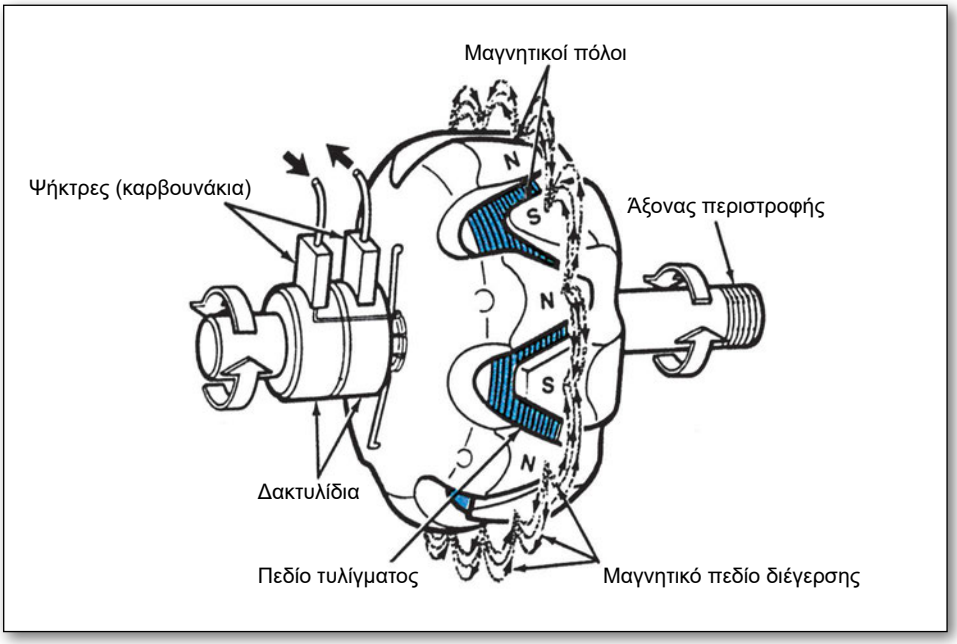
- Επαγωγέα διπολικό, είτε



Σχ.7.13 Σύνδεση «αστέρα» με ανορθωτικό στοιχείο 6 διόδων.



Σχ.7.14 Σύνδεση τριγώνου με ανορθωτικό στοιχείων 6 διόδων.



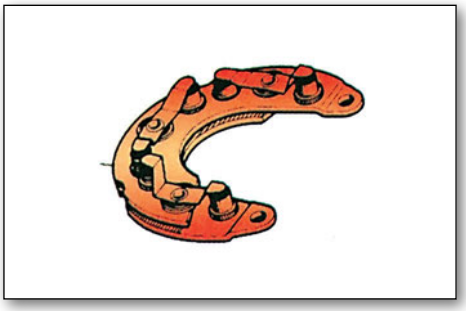
Σχ.7.15 Ρότορας με «νύχια».

- Επαγωγέα με 8 μέχρι 12 πόλους, που δημιουργείται με δύο «νύχια» αντίθετα, εναλλασσόμενα και συνδεόμενα με ένα κεντρικό κύλινδρο.

Έτσι, επάνω στον πυρήνα βρίσκεται το τύλιγμα του επαγωγέα, ενώ το όλο σύστημα - κεντραρισμένο και ζυγοσταθμισμένο - περιστρέφεται σε κοινό άξονα. Αυτή η ιδιαιτερότητα διευκολύνει πολύ την ανάπτυξη υψηλών στροφών περιστροφής του ρότορα, που φθάνουν μέχρι τις 15.000 στροφές ανά λεπτό. Επίσης, δύο συλλεκτικά δακτυλίδια επιτρέπουν την τροφοδότηση του τυλίγματος του ρότορα, καθώς αυτός κινείται.

γ. Από το στοιχείο ανόρθωσης *(Σχ.7.16)*

Η εμφάνιση στην αγορά και η εκτεταμένη εφαρμογή των διόδων (ημιαγωγών) στα ηλεκτρονικά κυκλώματα και μάλιστα με χαμηλό κόστος, ευνόησαν την επικράτηση του εναλλακτήρα έναντι του παλαιού δυναμό. Έτσι, η ανόρθωση τώρα γίνεται στατικά, δηλαδή χωρίς την παρουσία περιστρεφόμενων μερών.



Σχ.7.16 Στοιχείο ανόρθωσης.

Οι δίοδοι έχουν το πλεονέκτημα της

ανόρθωσης των εντάσεων των ρευμάτων μέσα από ένα πολύ μικρό όγκο κατασκευής, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν σε θερμοκρασίες σχετικά υψηλές. Σήμερα, όπως αναφέραμε και παραπάνω, το δυναμό τείνει να εξαφανισθεί από τα αυτοκίνητα λόγω των μεγάλων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν οι εναλλακτήρες, και τα οποία είναι τα εξής:

α. Έχουν μειωμένο όγκο και βάρος.

β. Παρέχουν ρεύμα φόρτισης στο συσσωρευτή σε χαμηλή ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα (ρελαντί).

γ. Έχουν ρότορα καλύτερα ζυγοσταθμισμένο από αυτόν του δυναμό, οπότε μπορεί να περιστρέφεται ακίνδυνα με μεγαλύτερο αριθμό στροφών.

δ. Έχουν στατικό σύστημα ανόρθωσης, που αποτελείται από διόδους και ημιαγωγούς, ενώ λόγω της μη περιστροφής τους δεν παρουσιάζουν συχνά βλάβες και δεν απαιτούν συντήρηση.

ε. Δεν χρειάζεται να έχουν συλλέκτη όπως το δυναμό, αλλά δακτυλίους.

7.1.2.3 Ο αυτόματος ρυθμιστής

Η παραγωγή και κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο αυτοκίνητο, όπως και σε κάθε άλλο συγκρότημα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ανάγκη από ένα σύστημα οργάνων και εξαρτημάτων τα οποία να είναι σε θέση να ρυθμίζουν την παραγωγή, να τη διατηρούν, δηλαδή, μέσα σε ορισμένα όρια ως προς την τάση και την ένταση, και να εξασφαλίζουν (προφυλάσσουν) το σύστημα παραγωγής και κατανάλωσης σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων τους.

Στις γεννήτριες η παραγόμενη τάση είναι ανάλογη του ρεύματος διέγερσης και των στροφών της μηχανής. Έτσι, επειδή η διακύμανση των στροφών της μηχανής ποικίλλει - περίπου από 400 στροφές ανά λεπτό (R.P.M.) στο ρελαντί μέχρι περισσότερο από 4.000 R.P.M. σε πλήρη λειτουργία - είναι φανερό, ότι η παραγόμενη τάση θα είναι τουλάχιστον 10 φορές μεγαλύτερη στις 4.000 R.P.M. από τις στροφές του ρελαντί.

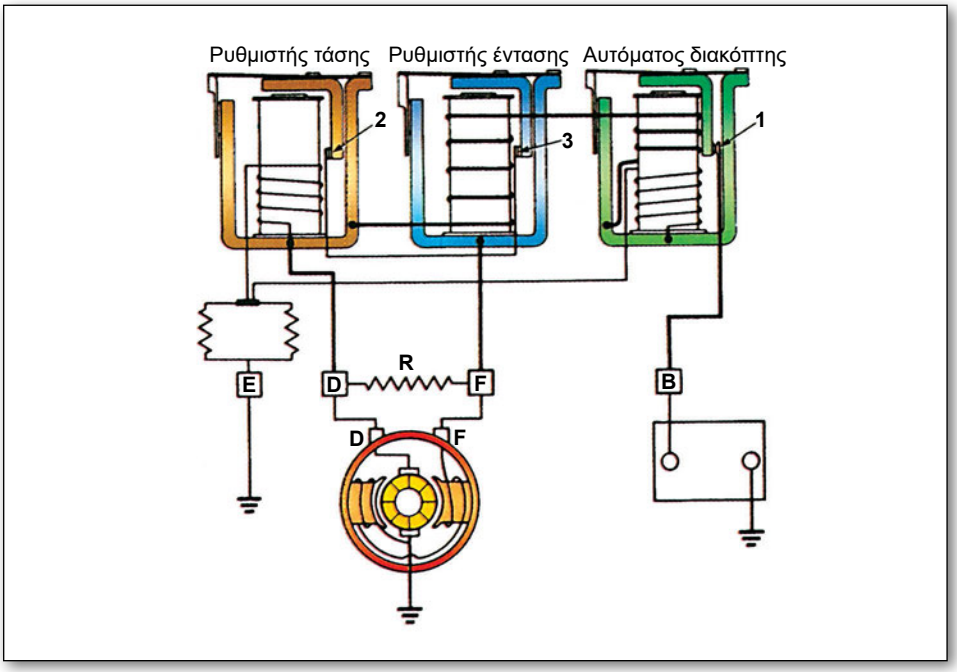
Αυτό, λοιπόν, που χρειαζόμαστε, είναι μια σταθερή τάση του ρεύματος σ' όλο το φάσμα των στροφών για πολλούς λόγους, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

- Η προστασία των καταναλωτών, γιατί αν αυτοί τροφοδοτηθούν με τάση μεγαλύτερη από την κανονική, θα καταστραφούν.
- Η φόρτιση του συσσωρευτή, που πρέπει να γίνεται με σταθερή τάση για να μην καταστραφεί.

Συνεπώς, για να πετύχουμε αυτή τη σταθερή τάση, πρέπει κάθε φορά να ρυθμίζουμε το ρεύμα του πεδίου, πράγμα που επιτυγχάνεται με τους αυτόματους ρυθμιστές.

Επίσης, με μια ακόμη ρύθμιση που την εξασφαλίζουν οι ρυθμιστές αυτοί, επιτυγχάνεται η προστασία της γεννήτριας από το ρεύμα φορτίου, έτσι ώστε να μην καταστραφεί όταν το φορτίο είναι μεγαλύτερο από το ονομαστικό φορτίο της γεννήτριας.

Παράλληλα, υπάρχουν ρυθμιστές για γεννήτριες Σ.Ρ. και ρυθμιστές για γεννήτριες Ε.Ρ. (εναλλακτήρες). Πιο συγκεκριμένα:



Σχ.7.17 Αυτόματος ρυθμιστής Σ.Ρ.

α. Ρυθμιστές Σ.Ρ. *(Σχ.7.17)*

Ο πιο διαδεδομένος ρυθμιστής αυτού του τύπου, είναι εκείνος που περιλαμβάνει:

- **Τον αυτόματο διακόπτη**
- **Το ρυθμιστή τάσης και**
- **Το ρυθμιστή έντασης.**

Πιο αναλυτικά:

- **Ο αυτόματος διακόπτης** κλείνει το κύκλωμα μεταξύ της γεννήτριας και της μπαταρίας, όταν η τάση της πρώτης είναι μεγαλύτερη από αυτή της μπαταρίας. Αυτό γίνεται για να έχουμε ροή ενέργειας μόνο από τη γεννήτρια προς τη μπαταρία και όχι αντίστροφα, γιατί τότε θα υπήρχε εκφόρτιση της μπαταρίας και ενδεχομένως κίνδυνος καταστροφής της γεννήτριας. Έτσι, όταν οι στροφές της μηχανής είναι χαμηλές και η τάση της γεννήτριας είναι μικρότερη από την αντίστοιχη της μπαταρίας, τότε ο διακόπτης ανοίγει αυτόματα και δεν επιτρέπει αντίστροφη ροή ενέργειας.
- **Ο ρυθμιστής τάσης** ρυθμίζει το ρεύμα διέγερσης, δηλαδή το ρεύμα από το οποίο δημιουργείται το μαγνητικό πεδίο, ώστε η τάση να μην είναι δυνατό να υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπτή τιμή.
- **Ο ρυθμιστής έντασης** ρυθμίζει την ένταση του ρεύματος του φορτίου της γεννήτριας, έτσι ώστε να μην

υπερβεί την ονομαστική της ένταση και καταστραφεί.

β. Ρυθμιστής Ε.Ρ. *(Σχ. 7.18)*

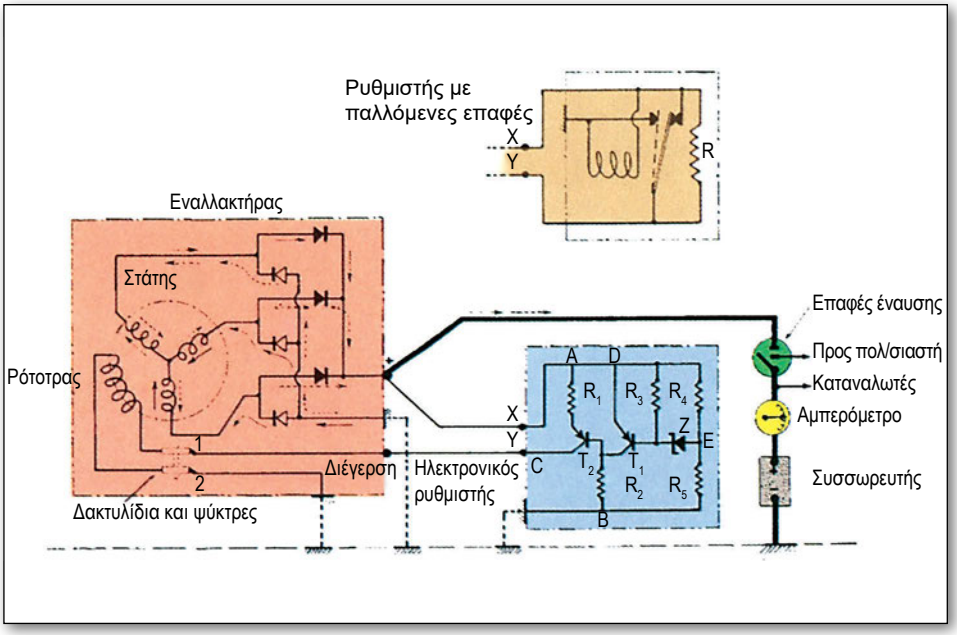
Ο στάτης του εναλλακτήρα είναι μόνιμα συνδεδεμένος με την μπαταρία δια μέσου των διόδων, οι οποίες δεν επιτρέπουν αντίστροφη ροή ενέργειας από την μπαταρία στον εναλλακτήρα.

Έτσι, για να μπορούμε να παρακολουθούμε αν φορτίζεται η μπαταρία, χρησιμοποιούμε μια ενδεικτική λυχνία που όταν ανάβει, μας πληροφορεί ότι δεν φορτίζεται η μπαταρία.

Δεν είναι, πάντως, δυνατό να ελέγχεται η φόρτιση της μπαταρίας με αμπερόμετρο, γιατί όταν το φορτίο είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο ονομαστικό της γεννήτριας, τροφοδοτείται το επιπλέον από την μπαταρία, οπότε η βελόνα του αμπερόμετρου θα εκκινείτο προς την αντίθετη κατεύθυνση.

Αν, όμως, τοποθετήσουμε αμπερόμετρο (ψηφιακό ή αναλογικό) με το «0» στη μέση της κλίμακας, ελέγχουμε και τη φόρτιση και ακόμη πότε το ρεύμα του εναλλακτήρα δεν επαρκεί για τις καταναλώσεις.

Είναι γνωστό, ότι η τάση του εναλλακτήρα εξαρτάται τόσο από τις στροφές της μηχανής, όσο και από το ρεύμα πεδίου, αλλά και από το φορτίο. Στους εναλλακτήρες όμως, ο αυτόματος διακόπτης είναι ένας απλός ρυθμιστής τάσης, και αυτό γιατί ο εναλλακτήρας

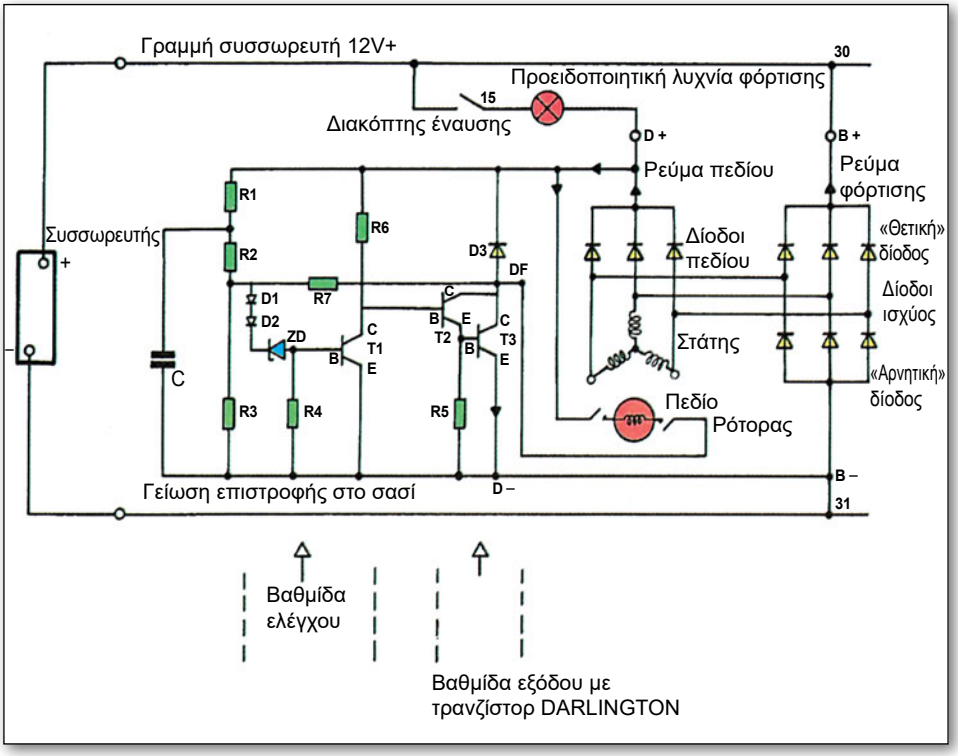


Σχ.7.18 Εναλλάκτης με το ρυθμιστή και το κύκλωμα φόρτισης.
[□: Ακροδέκτες εναλλάκτη, □: Δίοδοι ανορθωτή (θετική σύνδεση προς εναλλάκτη), ◁: Δίοδοι ανορθωτή (αρνητική σύνδεση προς εναλλάκτη), R_1, R_2, R_3... αντιστάσεις, T_1, T_2 Τρανζίστορ, Z δίοδος Zener.]

δεν έχει ανάγκη από ρυθμιστή έντασης επειδή είναι αυτορυθμιζόμενος, οπότε το ρόλο του «αυτομάτου αντεπιστροφής» τον παίζουν τα ανορθωτικά στοιχεία.

Για να διατηρούμε, λοιπόν, την τάση εξόδου σταθερή, πρέπει να μεταβάλλουμε συνεχώς το ρεύμα διέγερσης, πράγμα το οποίο επιτυγχάνουμε με διάφορους τρόπους. Στους πρώτους ρυθμιστές εχρησιμοποιείτο ρυθμιστής τάσης με παλλόμενες επαφές, παρόμοιος με αυτόν που υπήρχε στο δυναμό. Σήμερα, όμως, χρησιμοποιούνται διάφορα κυκλώματα με στοιχεία ημιαγωγών, τα οποία έχουν μικρό όγκο, μεγάλη αξιοπιστία και δεν απαιτούν συντήρηση, ενώ το όλο κύκλωμα είναι ενσωματωμένο στον εναλλακτήρα.

Στο Σχήμα 7.19 φαίνεται το ηλεκτρικό κύκλωμα του ρυθμιστή τάσης εναλλακτήρα - συσσωρευτή, όπου ο εναλλακτήρας είναι τριφασικός, σύνδεσης αστέρα και αυτοδιεγειρόμενος. Διακρίνουμε, πέρα από τους τρεις θετικούς ανορθωτές (διόδους) εξόδου (+) και τους τρεις αρνητικούς (-), τρεις ακόμη ανορθωτές (διόδους) για την τροφοδότηση με συνεχές ρεύμα του τυλίγματος διέγερσης.

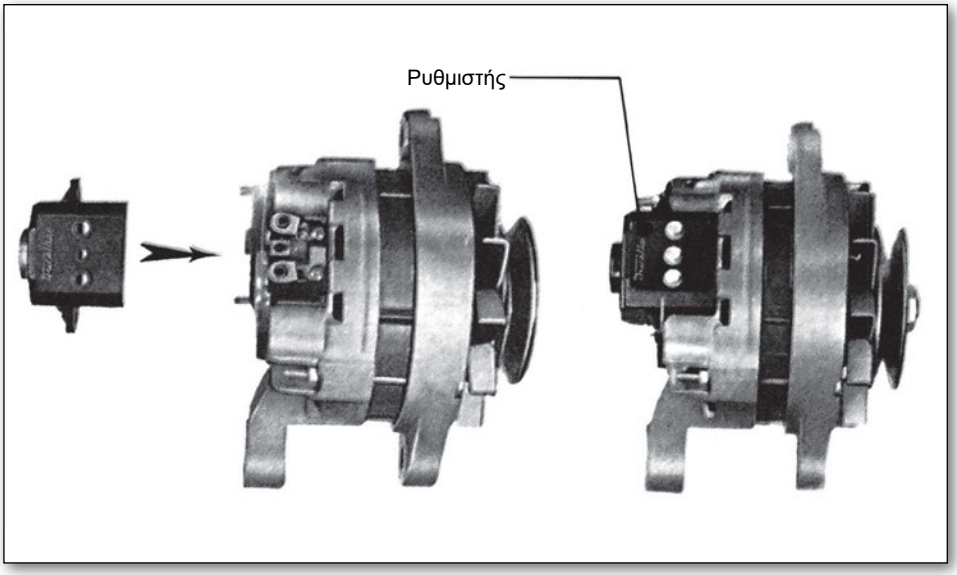


Σχ. 7.19 Ηλεκτρονικός ρυθμιστής τάσης εναλλάκτη.

7.1.2.4 Οι αγωγοί (ή καλώδια) σύνδεσης

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται για τις διάφορες ηλεκτρολογικές συνδέσεις των αυτοκινήτων, εκτός βέβαια από τους αγωγούς υψηλής τάσης στο σύστημα ανάφλεξης, είναι περίπου όμοιοι με τους κοινούς αγωγούς που χρησιμοποιούνται και στις άλλες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, δηλαδή είναι αγωγοί πολύκλωνοι, εύκαμπτοι και με πολύ καλή μόνωση, ώστε να είναι ανθεκτικοί στη θερμότητα, στα λάδια και στα καύσιμα. Στο σύστημα ανάφλεξης χρησιμοποιούνται αγωγοί με ειδική ισχυρή μόνωση.

Αν και το αμάξωμα χρησιμοποιείται σαν αγωγός επιστροφής (μονοπολική εγκατάσταση), οι αγωγοί που τροφοδοτούν τις διάφορες καταναλώσεις του είναι αρκετοί και ο κατασκευαστής τις ομαδοποιεί σε «πλεξούδες», των οποίων τα καλώδια - για να εντοπίζονται οι αντίστοιχες καταναλώσεις - είναι χαρακτηρισμένα με αριθμούς ή φέρουν διαφορετικά χρώματα.



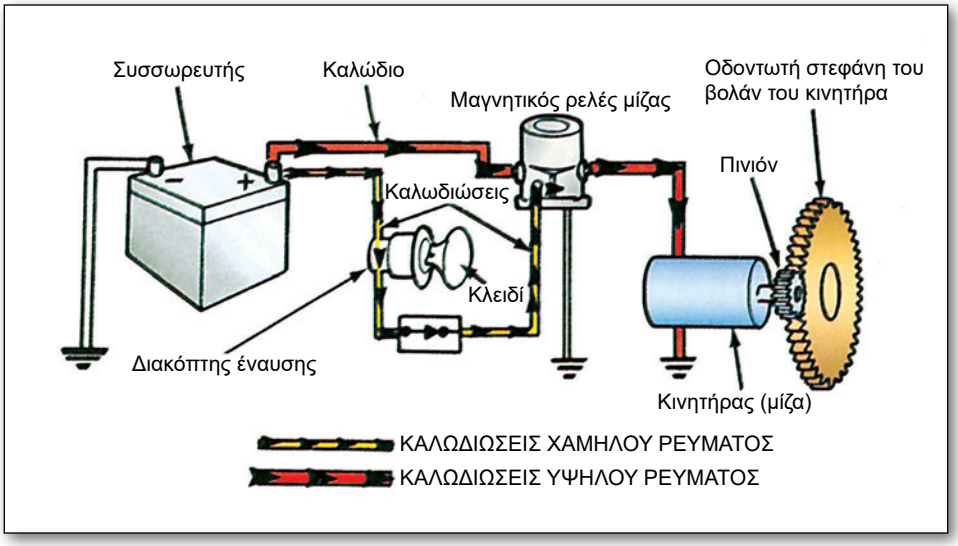
Σχ.7.20 Ενσωμάτωση ρυθμιστή στον εναλλακτήρα.

7.2 Το κύκλωμα εκκίνησης

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το σύστημα εκκίνησης.
- Να περιγράφουν και να εξηγούν τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος αυτού.

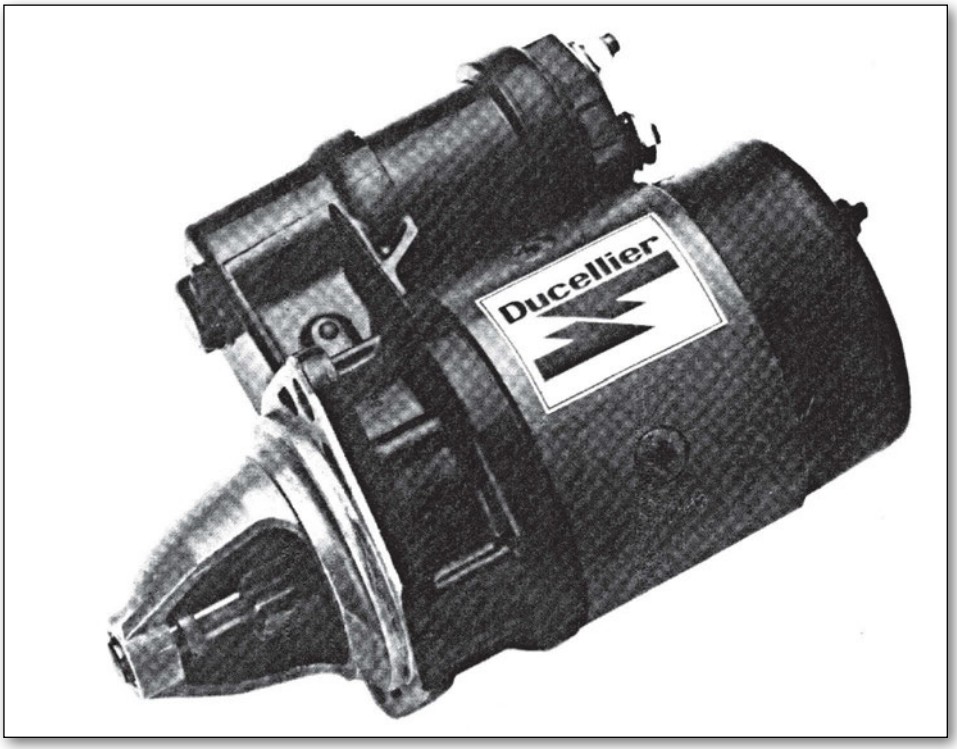


Σχ.7.21 Σύστημα εκκίνησης αυτοκινήτου.

7.2.1 Γενικά

Η εκκίνηση των πρώτων αυτοκινήτων γινόταν με τη χρήση της γνωστής «μανιβέλας», η οποία απαιτούσε την καταβολή ανθρώπινης δύναμης. Όμως, η ανάγκη για ένα εκκινητήρα γρήγορα έγινε αισθητή.

Σήμερα, οι εκκινητήρες (μίζες) είναι ηλεκτρικοί κινητήρες που χρησιμοποιούν συνεχές ρεύμα από το συσσωρευτή και είναι σχεδιασμένοι να αποδίδουν μεγάλη αρχική ροπή στρέψης. Έτσι, όταν εμπλακεί ο εκκινητήρας για να περιστρέψει ένα κινητήρα με κυβισμό π.χ. 1500cm^3, εκείνη ακριβώς τη στιγμή της εμπλοκής, η ένταση του ρεύματος μπορεί να φτάσει περίπου τα 400 Α, δίδοντας μία ροπή στον άξονα της τάξης των 2Kp.m.



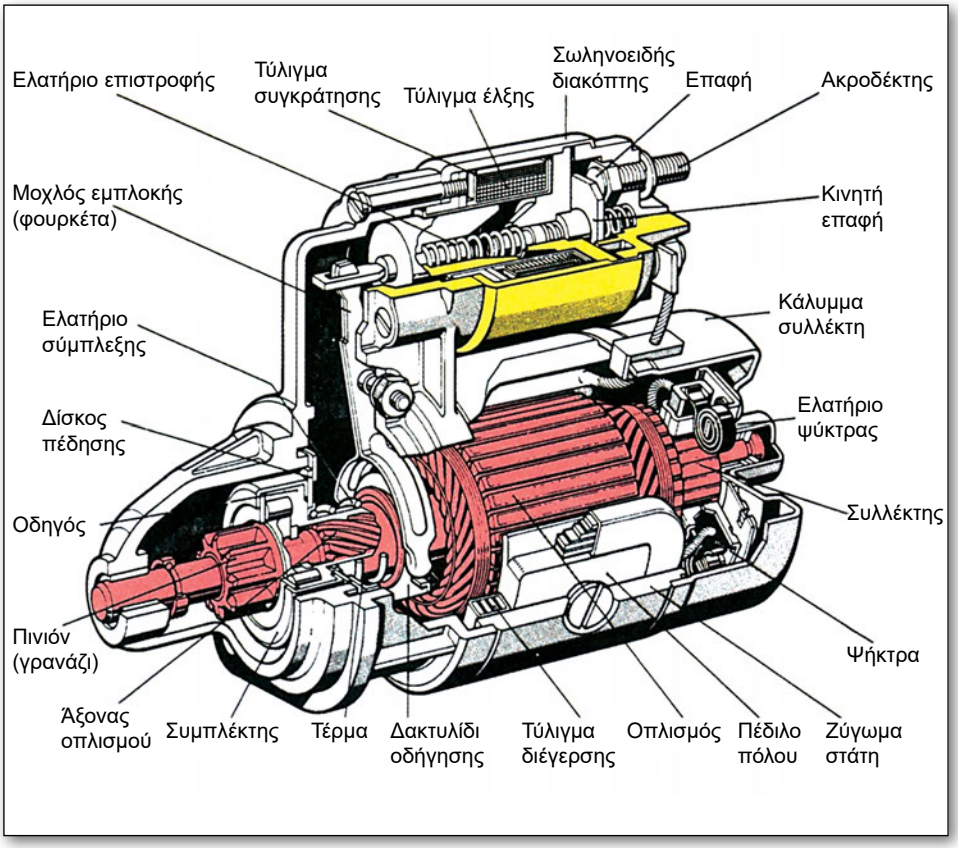
Σχ.7.22 Εκκινητής (μίζα).

Στη συνέχεια, πρέπει να υπάρχει όσο το δυνατόν μικρότερη αντίσταση στο κύκλωμα συσσωρευτή - εκκινητή, γι' αυτό και χρησιμοποιούνται χοντρά καλώδια, καθώς επίσης απαιτείται, αφενός να είναι καθαροί οι πόλοι του συσσωρευτή και αφετέρου αυτός να έχει χαμηλή εσωτερική αντίσταση.

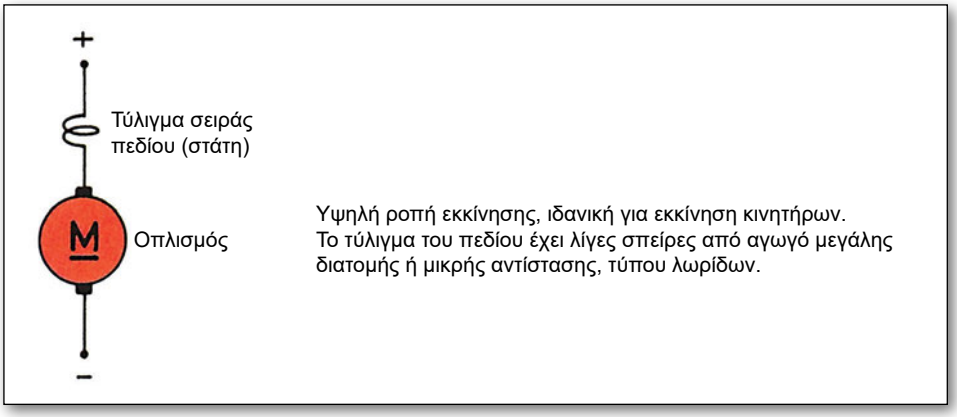
Οι κινητήρες Σ.Ρ. ταξινομούνται σύμφωνα με τον τρόπο σύνδεσης των τυλιγμάτων του πεδίου με τον οπλισμό. Έτσι, π.χ. ο κινητήρας με διέγερση «σειράς» - στον οποίο το τύλιγμα του πεδίου και του οπλισμού είναι συνδεδεμένα σε σειρά - έχει ιδανικά χαρακτηριστικά ροπής για την εκκίνηση του κινητήρα, γιατί η μέγιστη ροπή εμφανίζεται ταυτόχρονα με την έναρξη της λειτουργίας του, όπως ακριβώς επιθυμούμε όταν θέλουμε να εκκινήσουμε τον κινητήρα.

7.2.2 Αρχή λειτουργίας *(Σχ.7.25)*

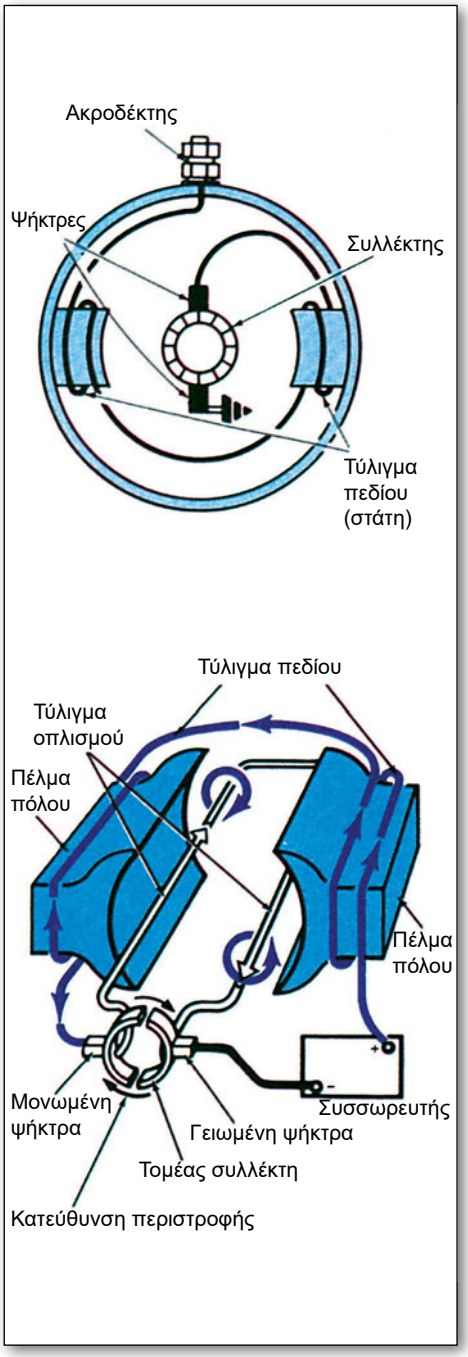
Η αρχή λειτουργίας του εκκινητή είναι παρόμοια με εκείνη της γεννήτριας. Βασικά, η μόνη πραγματική διαφορά είναι ότι στη γεννήτρια έχουμε προσφορά μηχανικής ενέργειας και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ στον ηλεκτροκινητήρα του εκκινητή έχουμε προσφορά ηλεκτρικής ενέργειας και παραγωγή μηχανικής ενέργειας στον άξονά του.



Σχ.7.23 Τομή εκκινητή.



Σχ.7.24 Εκκινητήρας με διέγερση «σειράς».



Σχ.7.25 Απλό ηλεκτρικό διάγραμμα εκκινητή Σ.Ρ.

7.2.3 Περιγραφή του εκκινητήρα

Ο εκκινητήρας αποτελείται από:

α) Το ρότορα με το συλλέκτη,

β) Το στάτη (πεδίο),

γ) Το πινιόν (γρανάζι εκκίνησης) και

δ) Το ηλεκτρομαγνητικό κύκλωμα ελέγχου του πινιόν.

Πιο αναλυτικά:

- **Ο ρότορας**

  Είναι ένας μαγνητικός πυρήνας επί του οποίου είναι τυλιγμένοι οι ενεργοί αγωγοί μέσα σε εγκοπές.

  Ο πυρήνας αυτός κατασκευάζεται από μαλακά φύλλα σιδήρου, για να αποφεύγονται τα ρεύματα Foucault.

  Οι αγωγοί στους οποίους αναπτύσσεται η αντιηλεκτρεγερτική δύναμη (ΑΗΕΔ) είναι μεγάλης διατομής με μικρή αντίσταση, ενώ ο τρόπος των τυλιγμάτων είναι παρόμοιος με αυτόν των αντίστοιχων τυλιγμάτων της γεννήτριας (δυναμό).

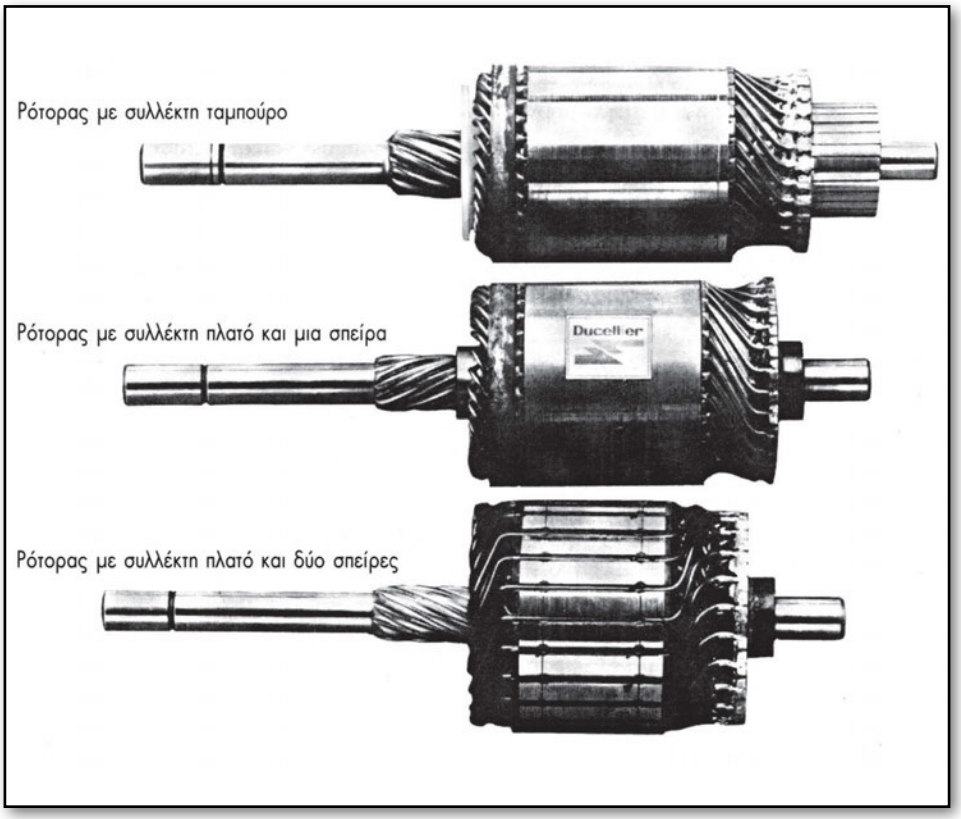
  Ο συλλέκτης είναι και αυτός της ίδιας δομής με αυτή του δυναμό και διακρίνεται *(Σχ.7.26):*

  α. Σε συλλέκτη «τύπου ταμπούρου»,

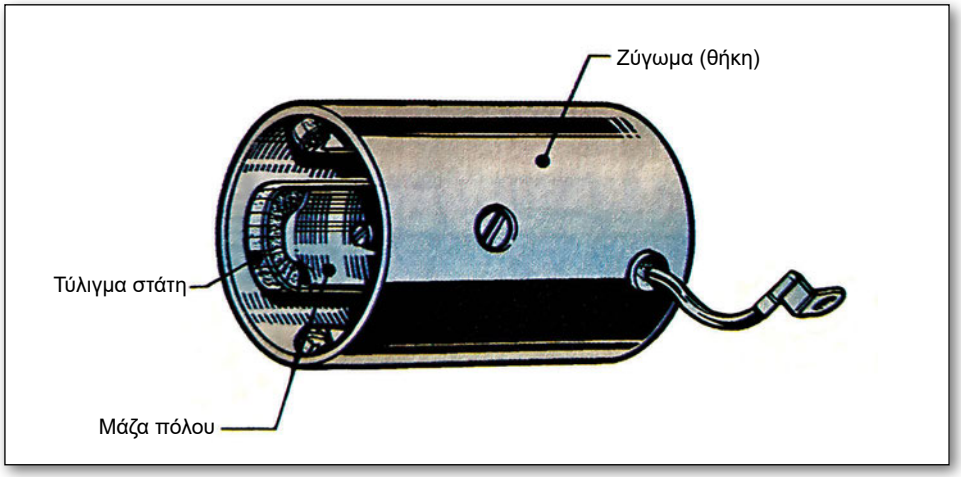
  β. Σε συλλέκτη «τύπου πλατό», με μια σπείρα τυλίγματος και

  γ. Σε συλλέκτη «τύπου πλατό», με δύο σπείρες τυλίγματος.

  Η τεχνολογία του ρότορα με συλλέκτη πλατό, του επιτρέπει να έχει μικρότερο όγκο, να είναι πιο ελαφρύς και να έχει τις ίδιες επιδόσεις με τον αντίστοιχο ρότορα που διαθέτει συλλέκτη τύπου ταμπούρου.



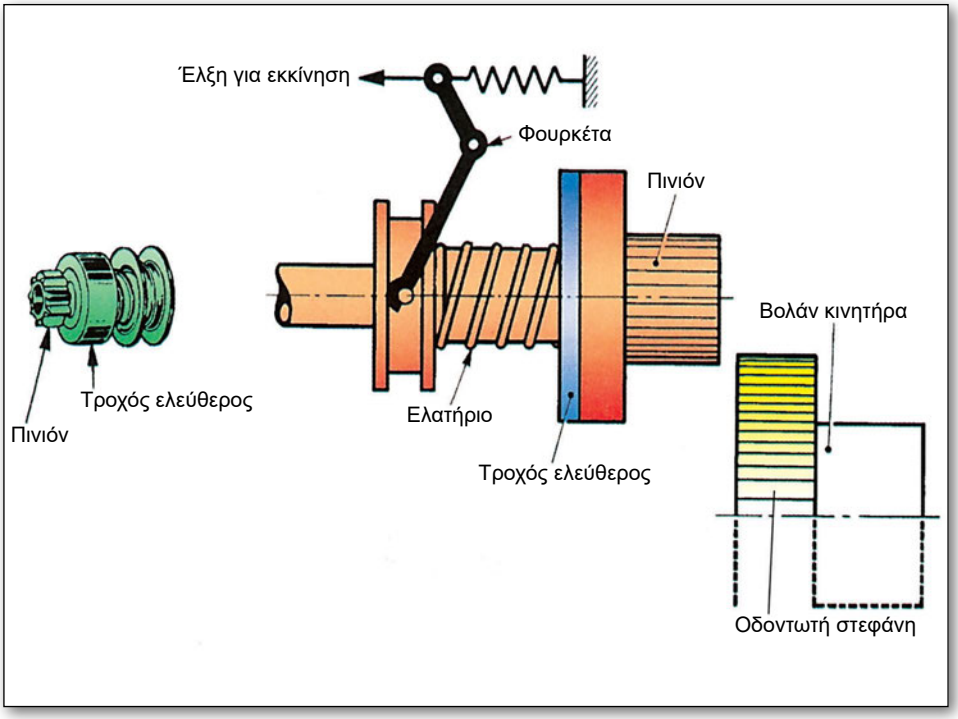
Σχ.7.26 Διάφοροι ρότορες εκκινητή.



Σχ.7.27 Στάτης ή επαγωγέας εκκινητή.

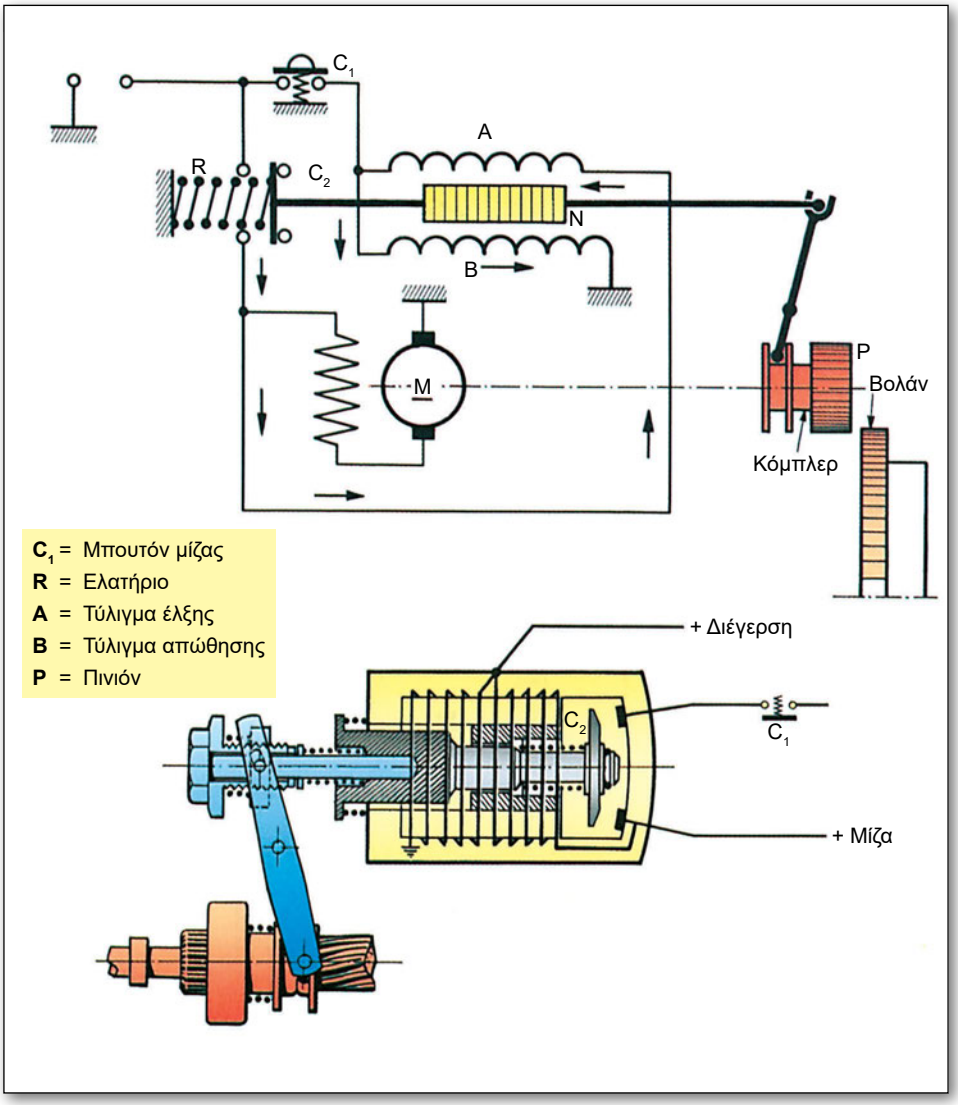
- **Ο στάτης ή επαγωγέας (πεδίο)** *(Σχ.7.27)*
  Αποτελείται από ένα κύλινδρο (ζύγωμα), στο εσωτερικό του οποίου υπάρχουν οι πόλοι (διπολικοί ή τετραπολικοί).
  Η μάζα του πόλου είναι ένας μαγνητικός πυρήνας, επάνω στον οποίο γίνεται το τύλιγμα με αγωγούς μεγάλης διατομής (τύπου λωρίδων), ενώ τα τυλίγματα των πόλων συνδέονται μεταξύ τους με διάφορους τρόπους (σε σειρά, παράλληλα, μικτά κλπ.).
- **Το πινιόν (γρανάζι του εκκινητή)** *(Σχ.7.28)*
  Είναι ένα γρανάζι, του οποίου ο αριθμός των «δοντιών» είναι, συνήθως, το 1/10 του αριθμού των «δοντιών» της οδοντωτής στεφάνης του σφονδύλου (βολάν) στον οποίο εμπλέκεται, επιτρέποντας έτσι τον δεκαπλασιασμό της ροπής στρέψης του. Αυτό το πινιόν ελέγχεται από μία «φουρκέτα» και μπορεί να μετατοπίζεται αξονικά μέσα σε εγκοπές, εξασφαλίζοντας:
  α) Τη φάση της ανάπαυσης, κατά την οποία (είτε ο κινητήρας λειτουργεί, είτε όχι) το πινιόν δεν είναι σε εμπλοκή με την οδοντωτή στεφάνη.
  β) Τη φάση της λειτουργίας, κατά την οποία γίνεται εκκίνηση του κινητήρα, οπότε το πινιόν είναι σε εμπλοκή με την οδοντωτή στεφάνη του σφονδύλου.
- **Το ηλεκτρομαγνητικό κύκλωμα ελέγχου του πινιόν** *(Σχ.7.29)*

Στην περίπτωση αυτή υπάρχουν δύο

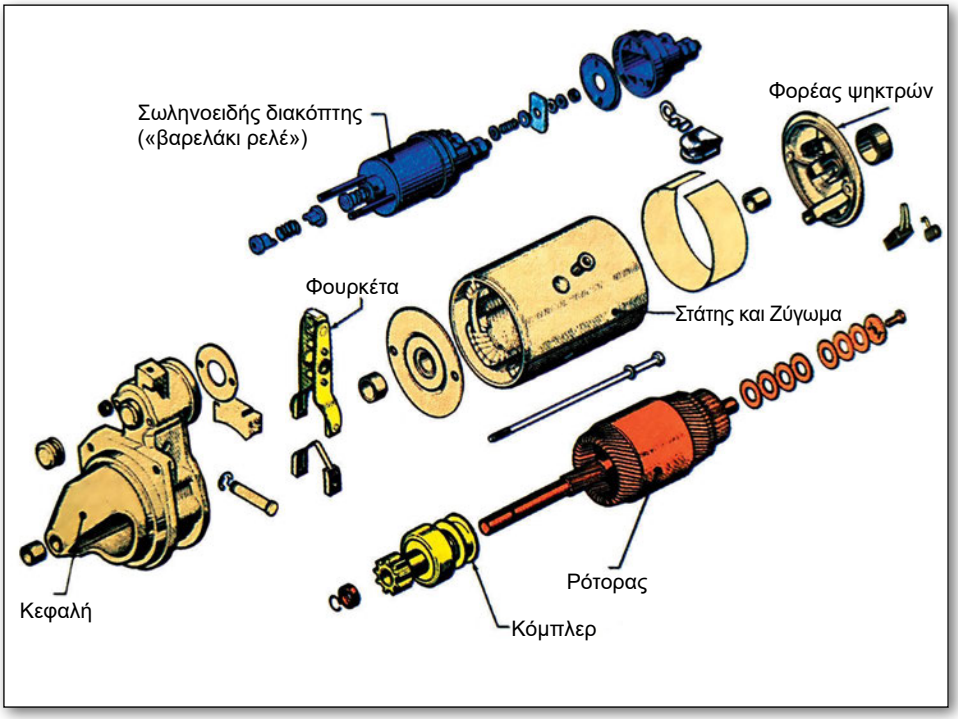


Σχ.7.28 Πινιόν εκκινητή.

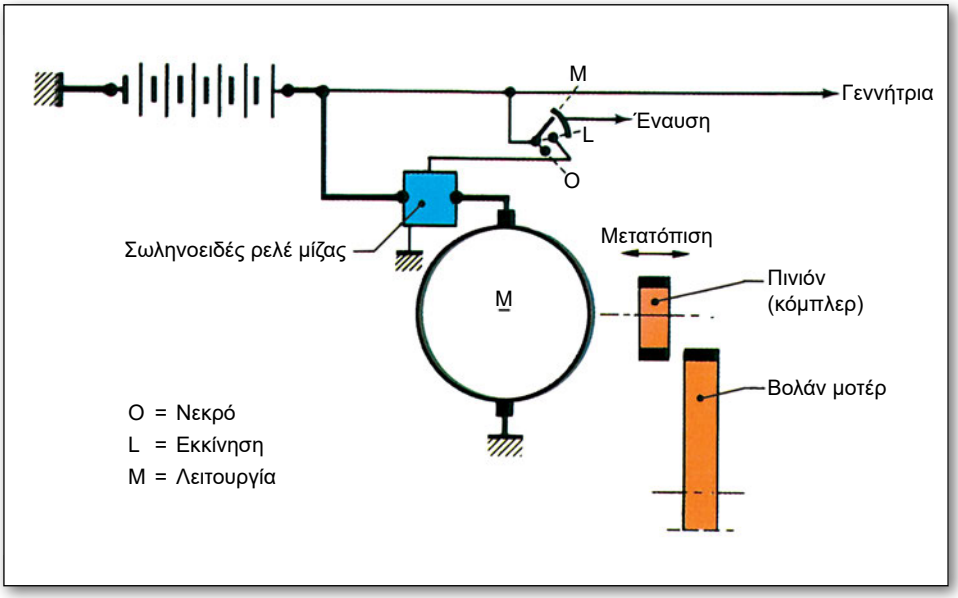
τρόποι εμπλοκής του πινιόν με τη στεφάνη:
Ο ένας - που είναι και ο περισσότερο διαδεδομένος στα μικρά-μεσαία αυτοκίνητα - προβλέπει η εμπλοκή να γίνεται με το κλείσιμο ενός ηλεκτρικού κυκλώματος και με τη βοήθεια μιας φουρκέτας, η οποία ελέγχεται ηλεκτρομαγνητικά με σωληνοειδές πηνίο. Ο άλλος τρόπος που εφαρμόζεται, κυρίως, στα μεγάλα αυτοκίνητα, προβλέπει την έμπλεξη (εμπλοκή) με αξονική μετατόπιση του ρότορα επί του στάτη.



Σχ.7.29 Κύκλωμα ελέγχου του πινιόν.



Σχ.7.30 Εκκινητής αποσυναρμολογημένος.



Σχ.7.31 Το ηλεκτρικό κύκλωμα του εκκινητή.

7.3 Τα κυκλώματα κατανάλωσης ενέργειας

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται το κάθε κύκλωμα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Να αναφέρουν το σκοπό, τον τρόπο λειτουργίας και σύνδεσης των κυκλωμάτων αυτών.

7.3.1 Γενικά

Στα κυκλώματα κατανάλωσης περιλαμβάνονται:

Το κύκλωμα ανάφλεξης που αναπτύσσεται στο βιβλίο μηχανών εσωτερικής καύσης, **το κύκλωμα εκκίνησης** που αναπτύχθηκε παραπάνω και το **κύκλωμα φωτισμού και βοηθητικών εξαρτημάτων**, μέρος του οποίου θα αναπτυχθεί στην παρούσα ενότητα.

Σήμερα, στα σύγχρονα αυτοκίνητα το κύκλωμα φωτισμού και βοηθητικών εξαρτημάτων περιλαμβάνει μία πληθώρα καταναλωτών, των οποίων η ανάπτυξη ευρίσκεται έξω από τους στόχους του παρόντος βιβλίου.

Πάντως, στην ενότητα αυτή θα αναπτύξουμε μόνο ορισμένους βασικούς καταναλωτές, που συνήθως διαθέτουν σήμερα όλα τα απλά και κλασσικά οχήματα, όπως:

α. Το σύστημα των φώτων (μεσαίων - μεγάλων)

β. Το σύστημα του στοπ, του φλας, του αλάρμ και

γ. Το σύστημα του ανεμιστήρα ψύξης.

7.3.2 Σύστημα εμπρός φώτων (μεσαίων - μεγάλων)

7.3.2.1 Γενικά

Ο φωτισμός των αυτοκινήτων πρέπει να είναι σύμφωνος με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας της κάθε χώρας. Σε κάθε περίπτωση, πάντως, το συγκεκριμένο σύστημα πρέπει να εξασφαλίζει στον οδηγό τις εξής δύο βασικές δυνατότητες:

- Να βλέπει τις δύο πλευρές και το προφίλ του δρόμου.
- Να μπορεί να βλέπει τους άλλους χρήστες του δρόμου (οδηγούς, πεζούς κ.λ.π.), χωρίς να τους τυφλώνει.

7.3.2.2 Συνθήκες φωτισμού

Για να φωτισθεί σωστά ο δρόμος, τα όργανα φωτισμού του αυτοκινήτου πρέπει να ικανοποιούν δύο αντίθετες μεταξύ τους προϋποθέσεις:

- Να φωτίζουν πολύ πιο μακριά (μπροστά) από το αυτοκίνητο.
- Να μη τυφλώνουν τους χρήστες του δρόμου που έρχονται από την αντίθετη κατεύθυνση.

7.3.2.3 Φωτισμός «μακρινός» (προβολείς, μεγάλα φώτα)

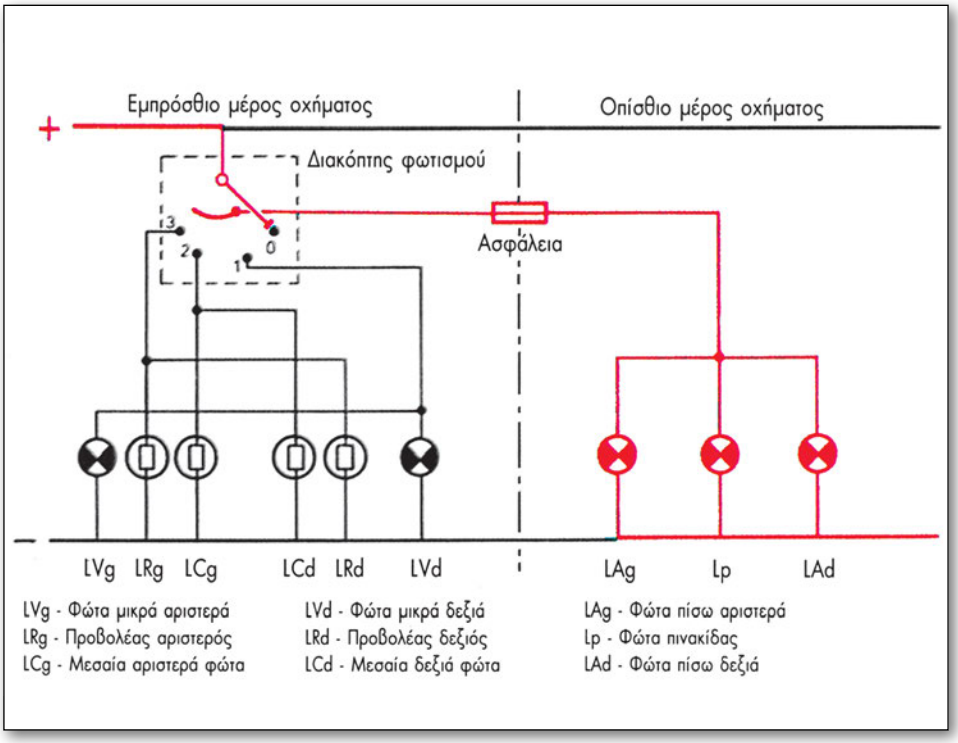
Οι φωτεινές ακτίνες που εκπέμπονται από το νήμα της λάμπας (πηγή φωτός), ανακλώνται προς το εμπρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου, από ένα παραβολικό κάτοπτρο. Αυτά είναι τα «μεγάλα» φώτα (φωτισμός μακρινός, προβολείς).

7.3.2.4 «Μεσαία φώτα» ή φώτα διασταύρωσης

Ένα μέρος των φωτεινών ακτίνων που εκπέμπονται από τη λάμπα εμποδίζεται να ανακλαστούν από το παραβολικό κάτοπτρο και έτσι δεν προκαλείται τύφλωση στους αντίθετα ερχόμενους οδηγούς. Ο φωτισμός αυτός είναι γνωστός σαν φωτισμός διασταύρωσης ή «μεσαία φώτα».

7.3.2.5 Οπίσθιος φωτισμός

Το πίσω μέρος του οχήματος φωτίζεται από δύο κόκκινα φώτα ασφαλείας, τα οποία ελέγχονται από τον διακόπτη φωτισμού στο ταμπλό του οχήματος. Γενικά, όλα τα φώτα είναι πάντα συνδεδεμένα παράλληλα στον συσσωρευτή, έτσι ώστε το συνολικό ρεύμα που απορροφάται, να είναι το σύνολο των επί μέρους ρευμάτων όλων των φώτων, όταν βέβαια αυτά είναι αναμμένα *(Σχ.7.32)*.



Σχ.7.32 Τυπικό κύκλωμα φωτισμού ενός οχήματος.

7.3.2.6 Λαμπτήρες

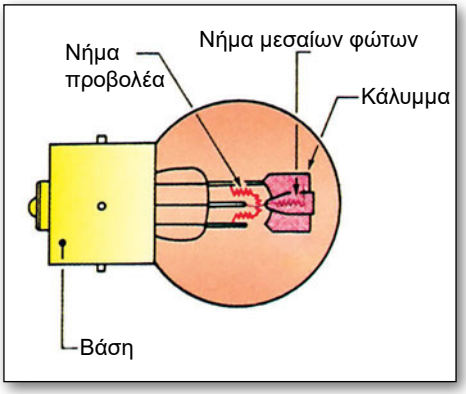
Στα οχήματα χρησιμοποιούνται διαφόρων τύπων λαμπτήρες, οι οποίοι συνήθως είναι διπλής λειτουργίας.

Πιο συγκεκριμένα:

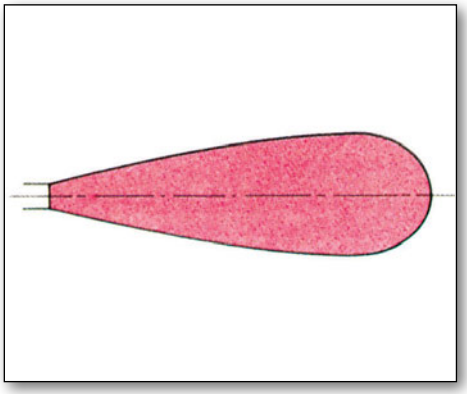
Λάμπες διπλής λειτουργίας (προβολείς - μεσαία)

Μια «φούσκα» από γυαλί γεμίζει με αδρανές αέριο και περιέχει τόσο το νήμα (αντίσταση) του προβολέα όσο και το νήμα των μεσαίων φώτων. Τρεις, κυρίως, τύποι τέτοιων λαμπτήρων διπλής ενέργειας κυκλοφορούν σήμερα στο εμπόριο, ενώ επάνω στο παραβολικό κάτοπτρο γράφεται, συνήθως, ο τύπος της λάμπας που είναι κατάλληλη για το κάθε φωτιστικό σώμα.

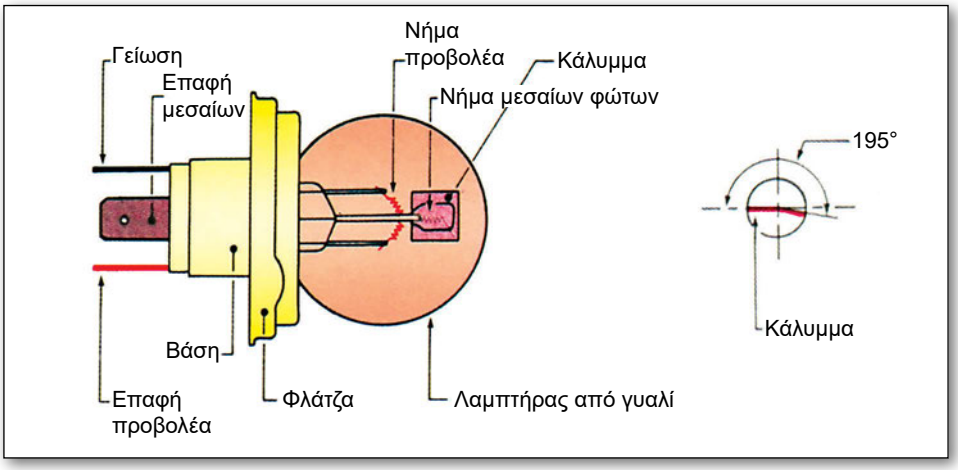
α. Λάμπα προβολέα - «μεσαίων» φώτων (κλασσική) *(Σχ. 7.33 και 7.34)*



Σχ.7.33 Λάμπα «κλασσικού τύπου».



Σχ.7.34 Φωτισμός που επιτυγχάνεται με λάμπα «κλασσικού τύπου».



Σχ.7.35 Λάμπα «ευρωπαϊκού τύπου».

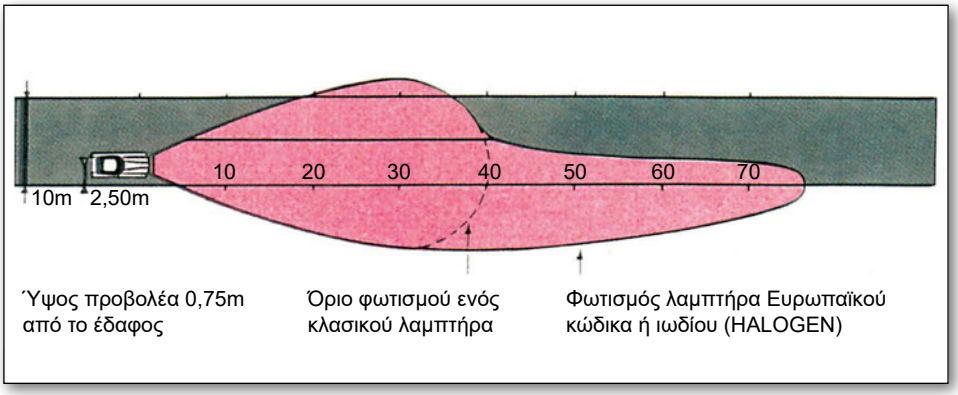
β. Λάμπα «ευρωπαϊκού τύπου», η οποία προσφέρει ασύμμετρο φωτισμό *(Σχ. 7.35 και 7.36)*

γ. Λάμπα αλογόνου απλής και διπλής ενεργείας *(Σχ.7.37)*

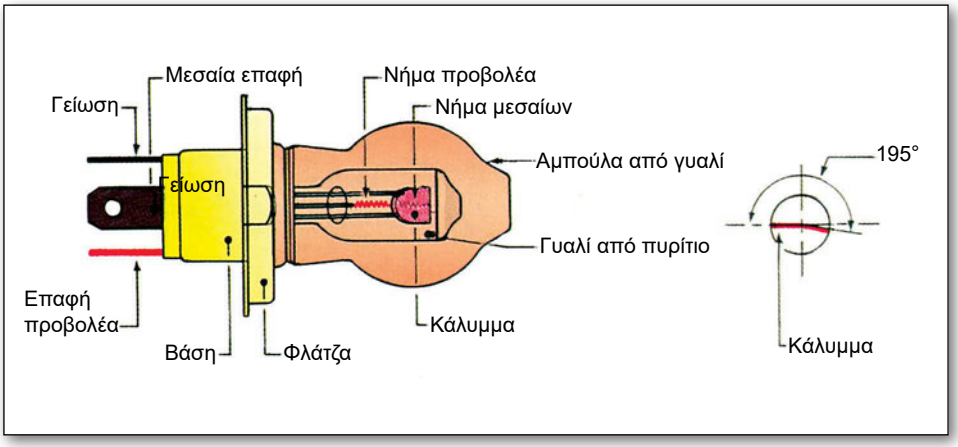
Ο συγκεκριμένος αυτός τύπος λαμπτήρα έχει ισχύ 55/60W, δηλαδή είναι κατά 10% μεγαλύτερης ισχύος από την αντίστοιχη λάμπα «ευρωπαϊκού τύπου» και κατ' επέκταση αποδίδει διπλάσια φωτεινή ένταση από εκείνη.

- **Λάμπες απλής λειτουργίας** *(Σχ.7.38)*

Οι λάμπες αυτές έχουν ένα μόνο νήμα και εξοπλίζουν τόσο τους προβολείς των μεγάλων και μεσαίων φώτων όσο και τους συμπληρωματικούς προβολείς, όπως είναι τα φώτα ομίχλης, τα φώτα μεγάλης εμβέλειας κ.λ.π.



Σχ.7.36 Φωτισμός «μεσαίων φώτων» που επιτυγχάνεται με μια λάμπα «ευρωπαϊκού τύπου» ή τύπου «ιωδίου».



Σχ.7.37 Λάμπα αλογόνου διπλής ενέργειας.

7.3.3 Σύστημα στοπ, φλας και αλάρμ («οπτικό σινιάλο»)

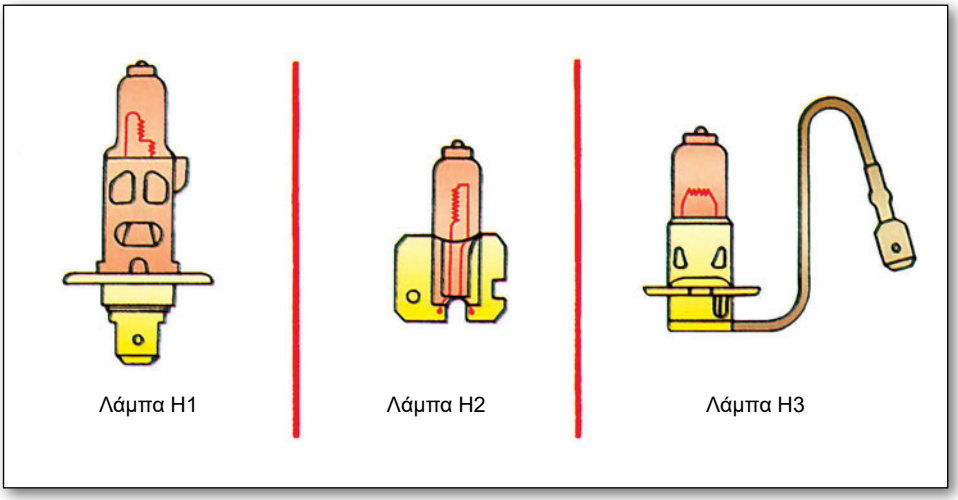
Το σύστημα αυτό επιτρέπει στον οδηγό να προειδοποιεί τους άλλους, οπτικά, για:

- Την πρόθεσή του να τροποποιήσει την κατεύθυνση κίνησης του οχήματός του (FLASH - φλας).
- Την ενεργοποίηση του συστήματος πέδησης (STOP).
- Την πρόθεσή του να εκπέμψει σήμα κινδύνου για τυχόν βλάβη στο όχημά του ή για προσωρινή στάθμευση (ALARM).

7.3.3.1 Κύκλωμα φώτων stop (στοπ) *(Σχ.7.39)*

Είναι δύο ειδικά κόκκινα φώτα (με λαμπτήρα 21 W το καθένα) - από ένα σε κάθε πλευρά του πίσω μέρους του οχήματος - τα οποία ανάβουν όταν ο οδηγός πατήσει φρένο, και σκοπό έχουν να προειδοποιήσουν τον επερχόμενο οδηγό ότι το προπορευόμενο όχημα (δηλαδή αυτό του οποίου ο οδηγός πατά το φρένο και ανάβουν τα κόκκινα φώτα) πρόκειται να μειώσει ταχύτητα ή ακόμη και να σταματήσει, με αποτέλεσμα να αποφεύγονται ατυχήματα σ' αυτή τη φάση της οδήγησης. Η σύνδεση του κυκλώματος είναι πολύ απλή και φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 7.39. Δηλαδή, το ένα άκρο της ειδικής βαλβίδας του στοπ συνδέεται - μέσω ασφάλειας 8 A - με το «+» του συσσωρευτή, ενώ το άλλο άκρο της συνδέεται με την ενδεικτική λυχνία και τα φώτα του στοπ (STOP).

Στο κύκλωμα αυτό των σημερινών αυτοκινήτων συνδέεται και μια ακόμη σειρά κόκκινων μικρών λαμπτήρων (συνήθως 3 μέχρι 6 σε «σειρά» μεταξύ τους), που τοποθετούνται στο πίσω τζάμι του αυτοκινήτου και ανάβουν και αυτά με την πίεση του πεντάλ του φρένου, για καλύτερη προειδοποίηση του οδηγού που ακολουθεί.



Σχ.7.38 Λάμπες αλογόνου απλής λειτουργίας.

7.3.3.2 Το κύκλωμα αλλαγής κατεύθυνσης (φλας)

Αυτό συμπεριλαμβάνει, κυρίως, το κεντρικό και το ηλεκτροθερμικό φλασέρ.

Πιο αναλυτικά:

α. Κεντρικό φλασέρ - Φώτα φλας

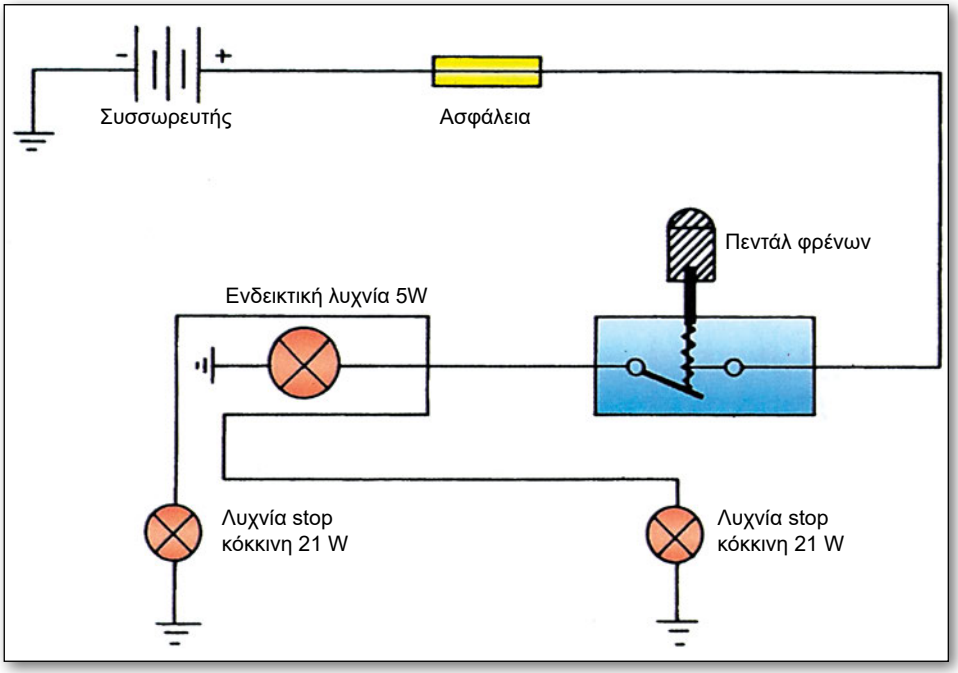
- **Τα φώτα των φλας** χρησιμοποιούνται για να δείχνουν την αλλαγή της κατεύθυνσης του οχήματος και αναβοσβήνουν (εμπρός και πίσω) από τη μία πλευρά, ενώ όταν αναβοσβήνουν όλα μαζί, ταυτόχρονα, και από τις δύο πλευρές του οχήματος, δηλώνουν ότι ο οδηγός εκτιμά πως υπάρχει κάποιος κίνδυνος ή ότι επιθυμεί να σταθμεύσει προσωρινά.

- **Συνθήκες που πρέπει να πληρούν τα φώτα φλας**

  Τα μεν εμπρός φώτα φλας πρέπει να έχουν χρώμα λευκό ή πορτοκαλί, ενώ τα πίσω, πορτοκαλί ή κόκκινο. Επίσης, η συχνότητα έναυσής τους πρέπει να ολοκληρώνεται μεταξύ 2 μέχρι 5 Hz, δηλαδή μέσα σε ένα δευτερόλεπτο πρέπει να αναβοσβήνουν 2 μέχρι 5 φορές.

- **Αρχή λειτουργίας** *(Σχ.7.40)*

  Το συνεχές ρεύμα που παρέχει η μπαταρία, γίνεται - χάρη σ' ένα εξάρτημα που καλείται κεντρικό φλασέρ - διακοπτόμενο, οπότε αναγκάζει τους λαμπτήρες που βρίσκονται στο κύκλωμα, να αναβοσβήνουν.

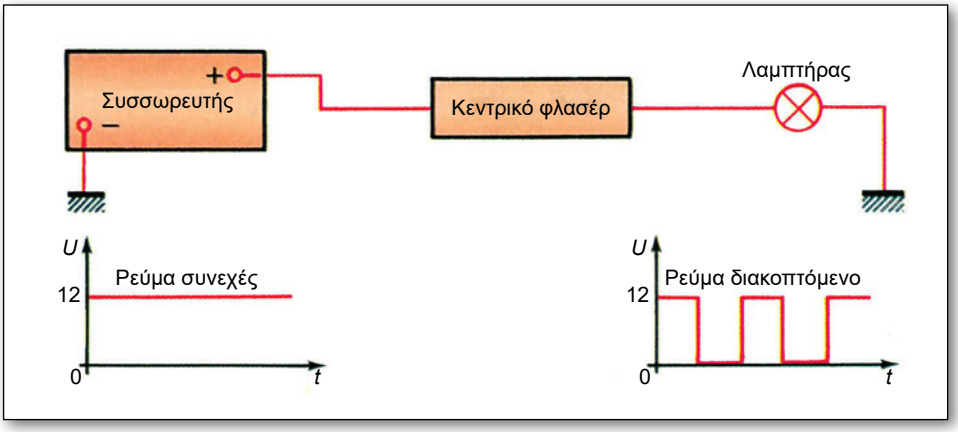


Σχ.7.39 Κύκλωμα φώτων στοπ.

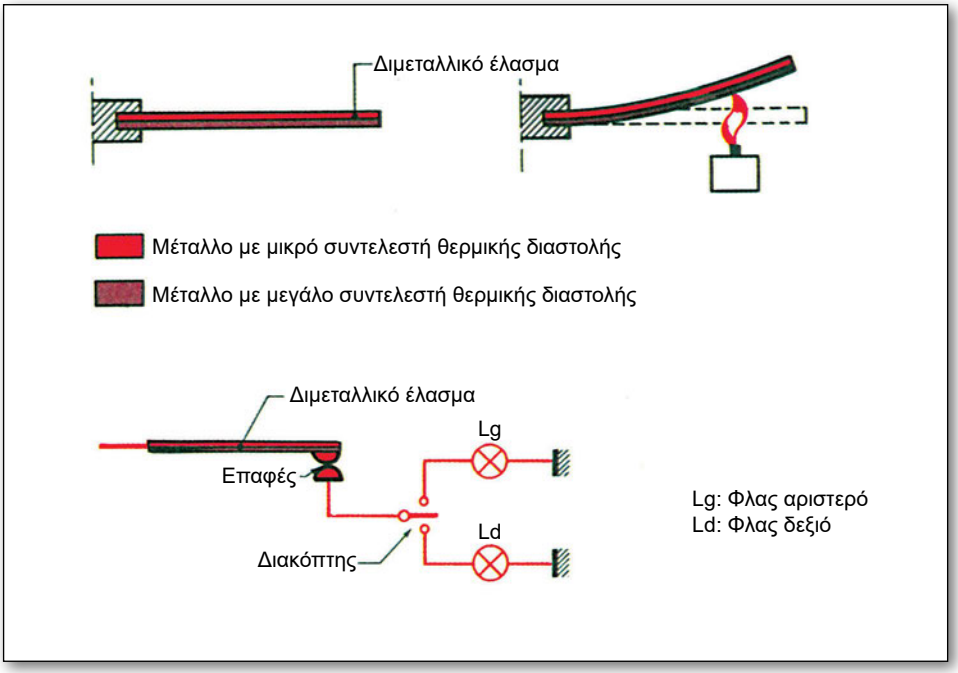
β. Κεντρικό ηλεκτροθερμικό φλασέρ *(Σχ.7.41 και 7.42)*

- **Αρχή λειτουργίας:**

Το ηλεκτρικό ρεύμα διαρρέει ένα ηλεκτροθερμικό στοιχείο, το οποίο παραμορφώνεται υπό την επίδραση της θερμότητας που εκλύεται, λόγω του φαινομένου Joule. Ως ηλεκτροθερμικό στοιχείο χρησιμοποιούμε,



Σχ.7.40 Αρχή λειτουργίας κεντρικού φλασέρ.

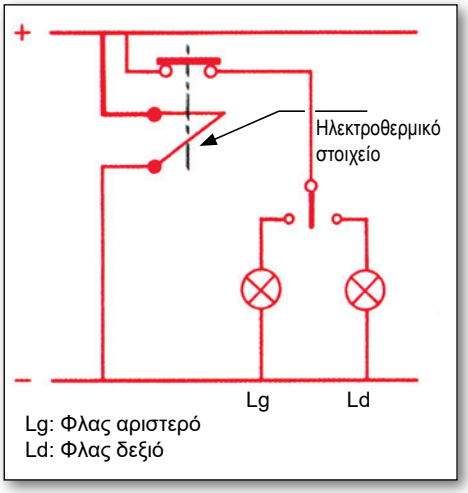


Σχ.7.41 Τεχνολογικό σχήμα του ηλεκτροθερμικού φλασέρ.

γενικά, ένα θερμαινόμενο σύρμα, το οποίο επιμηκύνεται υπό την επίδραση της θερμότητας, ή ένα διμεταλλικό έλασμα το οποίο καμπυλώνεται υπό την επίδραση της θερμότητας που δέχεται, όταν το ρεύμα διέρχεται από αυτό.

Εκτός από τα παραπάνω είδη φλασέρ, σήμερα υπάρχουν και άλλα πολλά, όπως αυτά που αναφέρονται παρακάτω, ενδεικτικά:

- Το κεντρικό φλασέρ με δύο διμεταλλικά ελάσματα, όπου η θέρμανση είναι έμμεση.
- Το κεντρικό ηλεκτροθερμικό φλασέρ με θερμαινόμενο σύρμα και ρελέ.
- Το κεντρικό φλασέρ με ρελέ και πυκνωτή.
- Το κεντρικό ηλεκτρονικό φλασέρ.
- Το κεντρικό ηλεκτρονικό φλασέρ με ρελέ.



Σχ.7.42 Ηλεκτρικό σχήμα του ηλεκτροθερμικού φλασέρ.

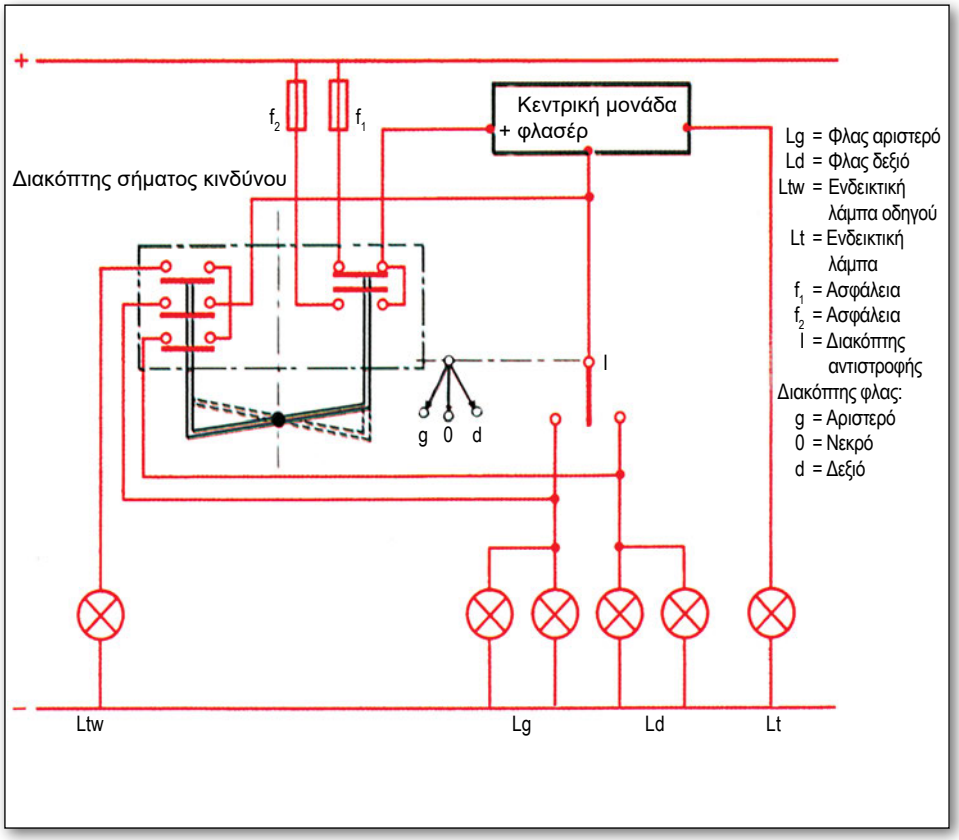
7.3.3.3 Το κύκλωμα κινδύνου (αλάρμ) *(Σχ. 7.43)*

Αυτό επιτρέπει στον οδηγό να θέτει, ταυτόχρονα, σε λειτουργία όλα τα φώτα - φλας του οχήματός του και φαίνεται παραστατικά στο παρακάτω Σχέδιο 7.43. Εδώ, ένας διακόπτης επιτρέπει το άναμμα όλων των λαμπτήρων των φλας του οχήματος, ενώ μία ενδεικτική λυχνία Ltw στο ταμπλό υπενθυμίζει στον οδηγό ότι έχει θέσει σε λειτουργία το σήμα κινδύνου (ALARM).

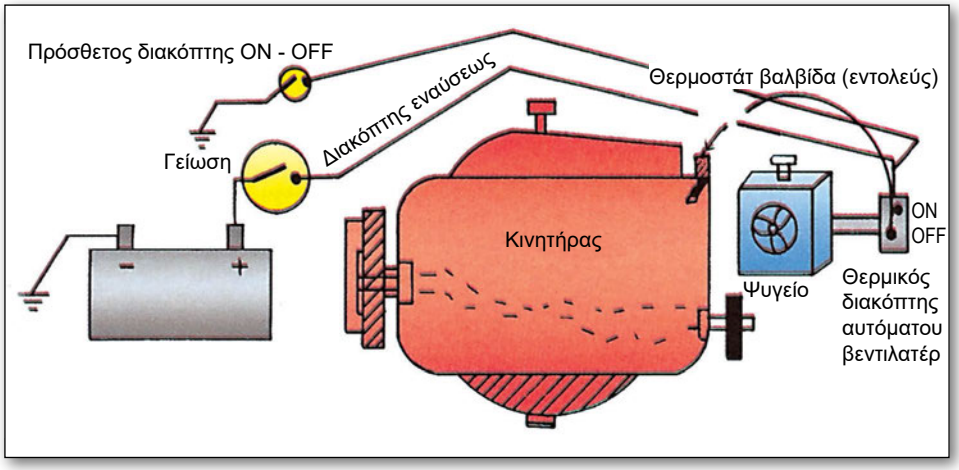
7.3.4 Σύστημα ανεμιστήρα ψύξης *(Σχ. 7.44)*

Η συνεχής λειτουργία του βεντιλατέρ («φτερωτής») στα παλαιάς τεχνολογίας αυτοκίνητα είχε επιπτώσεις στην απόδοση του κινητήρα, διότι αφενός καθυστερούσε να ανυψώσει τη θερμοκρασία του μέχρι αυτή να φθάσει στα επίπεδα της κανονικής, και αφετέρου υπήρχαν περιπτώσεις, όπου σε μεγάλες ταχύτητες ή με χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος, δεν ήταν απαραίτητη η ψύξη του κινητήρα, και επομένως, με τη συνεχή ενεργοποίηση του βεντιλατέρ είχαμε απώλεια μέρους της ισχύος του κινητήρα. Έτσι, στα οχήματα νέας τεχνολογίας το βεντιλατέρ μετατράπηκε σε ηλεκτρικό ανεμιστήρα, ο οποίος, μέσω ενός θερμικού διακόπτη, λειτουργεί μόνον όταν η θερμοκρασία υπερβεί κάποιο καθορισμένο όριο και άρα υπάρχει ανάγκη ψύξης του κινητήρα και του νερού του ψυγείου.

Πολλές φορές, μάλιστα, προστίθεται, εκ των υστέρων, και για μεγαλύτερη προστασία του κινητήρα από υπερθέρμανση, ένας πρόσθετος διακόπτης



Σχ.7.43 Ηλεκτρικό κύκλωμα των φώτων φλας με σήμα κινδύνου (αλάρμ).



Σχ.7.44 Διάγραμμα λειτουργίας ανεμιστήρα ψύξης με επιπρόσθετη σύνδεση διακόπτου ON-OFF.

ON-OFF που συνδέεται απευθείας με τον ανεμιστήρα, παρακάμπτοντας έτσι το θερμοστάτη και το θερμικό διακόπτη, με σκοπό να χρησιμοποιείται, συνήθως, μέσα στις πόλεις και σε κυκλοφοριακή συμφόρηση (μποτιλιάρισμα) ή σε ανηφορικές διαδρομές, ιδιαίτερα κατά τους θερινούς μήνες. Στις περιπτώσεις αυτές και προτού φθάσει η θερμοκρασία υψηλά, τοποθετείται ο διακόπτης στο ON, οπότε ο ανεμιστήρας λειτουργεί συνεχώς για να ψυχθεί το νερό και η μηχανή. Αυτή η επί πλέον λειτουργία δεν προβλέπεται από τους κατασκευαστές, και γι' αυτό ο οδηγός θα πρέπει να την ενεργοποιεί μόνο σε επείγουσες καταστάσεις υπερθέρμανσης του κινητήρα, γιατί διαφορετικά αυτός θα εργάζεται με μειωμένη απόδοση.

7.4 Ανακεφαλαίωση

- Το ηλεκτρικό σύστημα αποτελεί το σπουδαιότερο σύστημα για τη λειτουργία ενός οχήματος, γιατί δίνει την απαιτούμενη ενέργεια, ώστε να λειτουργήσουν όλα σχεδόν τα άλλα συστήματά του. Εάν τολμούσαμε να παρομοιάσουμε το όχημα με τον άνθρωπο, θα μπορούσαμε να πούμε ότι το μεν αμάξωμα αντιστοιχεί στο σκελετό του ανθρώπου, το δε ηλεκτρικό σύστημα στο νευρικό ή το κυκλοφορικό σύστημα του.
- Τα κύρια τμήματα του ηλεκτρικού συστήματος είναι:
  α) Το κύκλωμα παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας (σύστημα φόρτισης).
  β) Τα κυκλώματα των καταναλωτών, κυριότερα των οποίων είναι:
  - Το κύκλωμα της εκκίνησης,
  - Το κύκλωμα της ανάφλεξης και
  - Το κύκλωμα του φωτισμού και των βοηθητικών εξαρτημάτων.
- Το σύστημα φόρτισης αποτελείται από τον συσσωρευτή, τη γεννήτρια, τον αυτόματο ρυθμιστή και τις καλωδιώσεις.
- Ο συσσωρευτής αποτελεί την «αποθήκη» της ηλεκτρικής ενέργειας την οποία αποδίδει στους καταναλωτές του οχήματος όταν ο κινητήρας δεν λειτουργεί, ενώ τους δίδει και συμπληρωματική ηλεκτρική ενέργεια, όταν η γεννήτρια δεν μπορεί να τους την παρέχει εξ ολοκλήρου.
- Η γεννήτρια έχει σκοπό να μετατρέπει ένα μέρος της μηχανικής ενέργειας του κινητήρα σε ηλεκτρική. Στη συνέχεια αυτή αποθηκεύεται στο συσσωρευτή φορτίζοντάς τον, ενώ με ένα άλλο μέρος της ηλεκτρικής ενέργειας της γεννήτριας τροφοδοτούνται οι καταναλωτές, όταν εργάζεται ο κινητήρας του οχήματος· δηλαδή, η γεννήτρια αποτελεί πηγή ενέργειας.
- Οι γεννήτριες διακρίνονται σε δύο είδη: Στις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος (Σ.Ρ.) («δυναμό»), οι οποίες σπάνια πλέον χρησιμοποιούνται, και στις γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος (Ε.Ρ.) («εναλλακτήρες»), οι οποίες σήμερα χρησιμοποιούνται κατά κανόνα στα οχήματα, λόγω των μεγάλων πλεονεκτημάτων που έχουν.
- Στις γεννήτριες, η παραγόμενη τάση είναι ανάλογη του ρεύματος διέγερσης, των στροφών του κινητήρα και του φορτίου. Επειδή, όμως, η λειτουρ-

γία των καταναλωτών και η φόρτιση της μπαταρίας πρέπει να γίνονται με σταθερή τάση, υπάρχει ένα εξάρτημα που ονομάζεται «αυτόματος ρυθμιστής», το οποίο στις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος έχει σκοπό να επιτρέπει - με τον αυτόματο διακόπτη - τη ροή ρεύματος μόνο από τη γεννήτρια προς τον συσσωρευτή, ενώ με τα πηνία εντάσεως και τάσεως ρυθμίζει την ένταση και την τάση που παράγει η ίδια η γεννήτρια, ώστε να βρίσκονται μέσα στα επιθυμητά όρια. Στις γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος ο αυτόματος ρυθμιστής είναι ένας απλός ρυθμιστής τάσης, διότι εδώ το σύστημα ανόρθωσης με ημιαγωγούς (διόδους) δεν επιτρέπει τη ροή του ρεύματος προς τη γεννήτρια και επί πλέον δεν υπάρχει ανάγκη ρυθμιστή έντασης, επειδή είναι αυτορρυθμιζόμενη σε ό,τι αφορά την παραγόμενη ένταση του ρεύματος.

- Η όλη ηλεκτρική εγκατάσταση στα οχήματα είναι μονοπολική και χρησιμοποιείται ως καλώδιο επιστροφής το αμάξωμα (σασί).
- Το κύκλωμα εκκίνησης έχει σκοπό να εκτελεί την αρχική εκκίνηση του κινητήρα, και για να το επιτύχει αυτό, χρησιμοποιεί ένα κινητήρα με διέγερση σειράς, ο οποίος παίρνει ηλεκτρική ενέργεια από τον συσσωρευτή και τη μετατρέπει σε μηχανική ενέργεια στον άξονά του. Εδώ, ένα γρανάζι (πινιόν), με τη βοήθεια ενός ηλεκτρομαγνητικού συστήματος, εμπλέκεται με την οδοντωτή στεφάνη που υπάρχει στο βολάν του κινητήρα και τον περιστρέφει μέχρις ότου αρχίσει η έναυση (ανάφλεξη) του καυσίμου.
- Άλλα συστήματα κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας - εκτός από αυτό της ανάφλεξης που αναπτύσσεται σε άλλο βιβλίο - είναι:

1) Το σύστημα των φώτων. Αυτό περιλαμβάνει δύο λαμπτήρες διπλής λειτουργίας για τα μεσαία και τα μεγάλα φώτα, αντίστοιχα, στο εμπρόσθιο μέρος του οχήματος. Οι λαμπτήρες αυτοί με τη μία «σκάλα» (ένα «νήμα») φωτίζουν το δρόμο πολύ μακριά (μεγάλα φώτα), ενώ με την άλλη (άλλο «νήμα») φωτίζουν το δρόμο πιο κοντά (μεσαία φώτα) και είναι τα κατάλληλα κατά τη στιγμή της διασταύρωσης του αυτοκινήτου με άλλο όχημα. Εκτός από τα παραπάνω φώτα, υπάρχουν τέσσερα ακόμη μικρά (δύο εμπρός και δύο πίσω) καθώς και ο φωτισμός της πινακίδας. Για επιπλέον φωτισμό, υπάρχουν στο εμπόριο λαμπτήρες και διαφόρων άλλων τύπων.
2) Το σύστημα των στοπ, φλας και αλάρμ. Αυτό αποτελείται από ηλεκτρικά κυκλώματα τα οποία επιτρέπουν στον οδηγό να προειδοποιεί οπτικά, ότι:
   α) Προτίθεται να αλλάξει την κατεύθυνση κίνησης του οχήματός του,
   β) Έχει ενεργοποιήσει το σύστημα πέδησης και
   γ) Το όχημά του έχει κάποιο πρόβλημα.

Πιο συγκεκριμένα:

- Στο κύκλωμα αλλαγής κατεύθυνσης (φλας), βασικό εξάρτημα είναι το κεντρικό φλασέρ που ρυθμίζει όλες τις εναλλαγές των φώτων.
- Στο κύκλωμα κινδύνου (αλάρμ),

ένας ειδικός διακόπτης επιτρέπει το ταυτόχρονο άναμμα όλων των φλας.

- Στο κύκλωμα στοπ, ένας ειδικός διακόπτης (βαλβίδα στοπ) που συνδέεται με το ποδόπληκτρο, συντελεί στο να ανάβουν δύο κόκκινα φώτα στο πίσω μέρος του οχήματος.
- Τέλος, στο σύστημα του ανεμιστήρα ψύξης, ένας ανεμιστήρας τίθεται σε λειτουργία με τη βοήθεια ενός θερμι-

7.5 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποια είναι τα κύρια μέρη της ηλεκτρικής εγκατάστασης ενός αυτοκινήτου;
2. Σε τι χρησιμεύει η γεννήτρια Σ.Ρ. ή ο εναλλακτήρας Ε.Ρ. στα αυτοκίνητα και σε τι ο συσσωρευτής;
3. Τι χρειάζεται ο αυτόματος ρυθμιστής στις γεννήτριες Σ.Ρ.;
4. Στη γεννήτρια Ε.Ρ. ο αυτόματος ρυθμιστής εκτελεί τις ίδιες ρυθμίσεις με αυτόν της γεννήτριας Σ.Ρ.;
5. Σε τι χρησιμεύει ο συσσωρευτής και σε τι ο εκκινητής;
6. Με πόσα καλώδια τροφοδοτείται ένας λαμπτήρας και με πόσα ο ανεμιστήρας ψύξης του οχήματος;
7. Από ποια εξαρτήματα αποτελείται ο εκκινητής και ποια εργασία κάνει το καθένα;
8. Σε τι διαφέρουν τα «μεσαία» από τα «μεγάλα» φώτα και τι είδους λαμπτήρες χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία τους;
9. Περιγράψτε τη λειτουργία του κυκλώματος των φώτων «στοπ» (STOP).
10. Ποιες συνθήκες πρέπει να πληρούν τα φώτα «φλας» και ποια η αρχή λειτουργίας του ηλεκτροθερμικού κεντρικού φλασέρ;
11. Σε τι διαφέρει το κύκλωμα των φλας από το κύκλωμα κινδύνου αλάρμ (ALARM);
12. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας του ανεμιστήρα ψύξης του κινητήρα.
13. Ποιος ο σκοπός του συστήματος φόρτισης;

κού διακόπτη (θερμοστάτη), προκειμένου να ψυχθεί τόσο ο κινητήρας όσο και το υγρό του ψυγείου, όταν έχουν θερμανθεί πάνω από το επιτρεπόμενο όριο.

14. Ποια η πορεία του παραγόμενου από τη γεννήτρια ρεύματος;

15. Ποιος ο σκοπός του συστήματος φωτισμού σ' ένα όχημα;

16. Εξηγήστε, γιατί το «πινιόν» του εκκινητή πρέπει να αποσυμπλέκεται από την οδοντωτή στεφάνη του βολάν, όταν ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί.

17. Ποιες είναι οι κυριότερες διαφορές μεταξύ μιας γεννήτριας Σ.Ρ. και ενός εναλλακτήρα; (Αναφερθείτε, ειδικότερα, στα πλεονεκτήματα).

18. Όταν πρόκειται να συνδέσεις την κύρια μπαταρία ενός αυτοκινήτου με μία άλλη βοηθητική, προκειμένου αυτό να εκκινήσει, πρέπει να συνδέσεις τον θετικό πόλο της μίας με τον θετικό πόλο της άλλης ή τον αρνητικό με τον άλλο αρνητικό;

19. Ατομική εργασία

Εάν μπορείς να βρεις ένα άχρηστο και ελαττωματικό εκκινητή, αποσυναρμολόγησέ τον, καθάρισε τα εξαρτήματά του και συναρμολόγησε τον εκ νέου. Το ίδιο μπορείς να κάνεις και με μια γεννήτρια Σ.Ρ. ή Ε.Ρ.

19. Ατομική εργασία

Δώσε γραπτώς μια σύντομη εξήγηση των διαφορών που υπάρχουν στη σχεδίαση και στην κατασκευή μιας γεννήτριας Σ.Ρ. και ενός εναλλάκτη. Εξήγησε, γιατί οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων, τα τελευταία χρόνια, χρησιμοποιούν, σχεδόν αποκλειστικά, γεννήτριες Ε.Ρ.

19. Ατομική εργασία

Σχεδίασε σε σκαρίφημα το Ηλεκτρικό Σύστημα ενός αυτοκινήτου και προσπάθησε να περιλάβεις σ' αυτό, όσο πιο πολλά από τα εξαρτήματά του αναφέρονται σ' αυτό το κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Σύστημα Αερισμού - Θέρμανσης & Κλιματισμού

- Γενικά
- Σύστημα αερισμού
- Σύστημα θέρμανσης
- Σύστημα ψύξης
- Λειτουργία της ψυκτικής μονάδας
- Βλάβες
- Συντήρηση - έλεγχος - ρυθμίσεις
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική Εργασία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ - ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ορίζουν το σύστημα αερισμού (εξαερισμού) - θέρμανσης και κλιματισμού ενός οχήματος.
- Να προσδιορίζουν τα στοιχεία που επηρεάζουν τον κλιματισμό σε ένα αυτοκίνητο.
- Να διακρίνουν με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, πραγματικών κατασκευών) και να αναφέρουν τα μέρη που αποτελούν το σύστημα αερισμού - εξαερισμού - θέρμανσης και κλιματισμού ενός αυτοκινήτου.
- Να αξιολογούν και να εξηγούν με τη βοήθεια εποπτικών μέσων (σχεδίων, διαγραμμάτων κ.λπ.), τον τρόπο λειτουργίας του πιο πάνω αυτού συστήματος στο χώρο των επιβατών.
- Να εξηγούν, μέσα από λειτουργικά σχέδια, τη λειτουργία του ψυκτικού κύκλου του συγκεκριμένου συστήματος.
- Να αναφέρουν τις πιθανές βλάβες του όλου συστήματος αερισμού - θέρμανσης - κλιματισμού.

8.1 Γενικά

Ο κλιματισμός στα αυτοκίνητα εφαρμόστηκε για να προσφέρει άνεση και υγιεινό περιβάλλον παραμονής στον οδηγό και τους επιβάτες.

Λέγοντας κλιματισμό, εννοούμε, γενικά, τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του αερισμού σε κλειστούς χώρους.

Παράμετροι, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και ο αερισμός στο χώρο των επιβατών πρέπει να διατηρούνται σταθερά στο επίπεδο που απαιτείται, ενώ μία ενδεχόμενη αλλαγή τους εκ μέρους του οδηγού πρέπει να γίνεται με τέτοιο ρυθμό, ώστε να μην ενοχλεί τους επιβάτες.

Σε χώρους που είναι ερμητικά κλειστοί, και στους οποίους υπάρχουν συγκεντρωμένοι πολλοί άνθρωποι, όπως π.χ. στα αυτοκίνητα, όταν οι καιρικές συνθήκες δεν επιτρέπουν το άνοιγμα των παραθύρων, οι συνθήκες περι-

βάλλοντος γίνονται γρήγορα δυσάρεστες για τους επιβάτες και μειώνουν την ικανότητα του οδηγού, αφού προκαλούν κόπωση και υπνηλία.

Έτσι δημιουργήθηκαν, αρχικά, συστήματα με ελεγχόμενο αερισμό στα επιβατικά αυτοκίνητα, αλλά και στα φορτηγά.

Στο σύστημα αερισμού, που είναι βασικό για τον κλιματισμό, τοποθετούνται «εναλλάκτες θερμότητας», δηλαδή θερμαντικά ή ψυκτικά στοιχεία. Έτσι, ανάλογα με το επίπεδο εξοπλισμού και πολυτέλειας, εκτός του συστήματος αερισμού και θέρμανσης, τα περισσότερα αυτοκίνητα πωλούνται σήμερα με κλιματιστικό (air condition) στον βασικό εξοπλισμό τους.

Η λειτουργία των κινητήρων εσωτερικής καύσης αφήνει μεγάλα ποσά θερμότητας, τόσο στα καυσαέρια (περίπου 33%), όσο και στο υγρό της ψύξης (περίπου 33%). Ένα, λοιπόν, μέρος της θερμότητας, απάγεται από το υγρό ψύξης του κινητήρα (νερού ή μίγματος νερού και αντιπηκτικής - αντιοξειδωτικής διάλυσης), και για να διατηρείται η θερμοκρασία του κινητήρα σε συγκεκριμένο θερμοκρασιακό επίπεδο -προκειμένου αυτός να έχει καλή απόδοση - μπορεί η συγκεκριμένη θερμότητα να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση του χώρου των επιβατών.

Ο πλήρης κλιματισμός του αυτοκινήτου, με την προσθήκη μονάδας ψύξης του αέρα είναι σήμερα ένας από τους απαραίτητους εξοπλισμούς του αυτοκινήτου και μπορεί να θεωρηθεί και ως σύστημα ενεργητικής ασφάλειας του αυτοκινήτου, σε περίπτωση ακραίων θερμοκρασιών περιβάλλοντος, με την έννοια ότι διατηρεί σε εγρήγορση τον οδηγό.

8.2 Σύστημα αερισμού

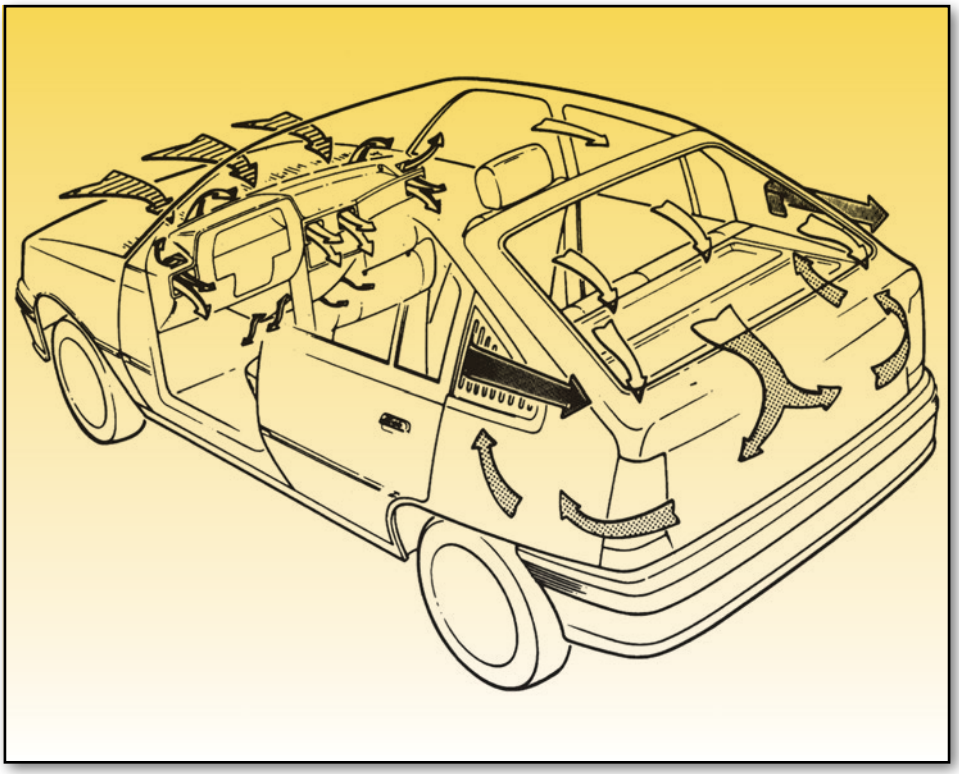
Το πρώτο βήμα για τον κλιματισμό των κλειστών αμαξωμάτων είναι ο ελεγχόμενος αερισμός τους, ο οποίος επιτυγχάνεται με αγωγούς προσαγωγής (αεραγωγούς) εξωτερικού αέρα (νωπού αέρα). Στη διαδρομή τους, λοιπόν, οι αεραγωγοί έχουν κατάλληλα διαφράγματα (θυρίδες) για το άνοιγμα, το κλείσιμο και τη ρύθμιση της παροχής του αέρα προσαγωγής, ενώ υπάρχουν και κατάλληλα διαμορφωμένα στόμια (ακροφύσια) για τη διανομή του αέρα στο χώρο του αμαξώματος.

Η διαδικασία προσαγωγής του αέρα στο χώρο των επιβατών του αυτοκινήτου, είτε με τη βοήθεια ανεμιστήρα, είτε με την κίνηση του αυτοκινήτου αναφέρεται ως αερισμός, ενώ η εξαγωγή του αέρα από το χώρο του αμαξώματος, μέσω θυρίδων που παραμένουν μονίμως ανοικτές, αναφέρεται ως εξαερισμός.

Απαραίτητη προϋπόθεση καλής λειτουργίας του συστήματος αερισμού είναι να προσάγεται στο εσωτερικό του αυτοκινήτου επαρκής ποσότητα αέρα και να κατανέμεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε να μη μένουν περιοχές στις οποίες δεν ανανεώνεται ο αέρας τους, αλλά και να μην υπάρχουν έντονοι στροβιλισμοί και συριγμοί κατά τη διέλευσή του.

Ο αερισμός - εξαερισμός του εσωτερικού του αυτοκινήτου αποτελεί, συνεπώς, βασικό συντελεστή ασφαλείας, γιατί κρατά τον οδηγό σε καλή φυσική κατάσταση, ώστε να αντιδρά σωστά και έγκαιρα σε κάθε φάση της οδήγησης του οχήματος.

Έτσι, για να εξασφαλισθεί η θετική προώθηση του αέρα, τοποθετείται στους αεραγωγούς ένας ηλεκτρικός κινητήρας με τρεις ή τέσσερις ταχύτητες.



Σχ.8.1 Είσοδος, διαδρομή μέσα από το αμάξωμα και έξοδος του αέρα από τυπικό επιβατικό όχημα.

Η θυρίδα ή οι θυρίδες εισόδου του αέρα, για τον αερισμό του αμαξώματος, συνήθως βρίσκονται, είτε στο «τροπέτο» του υαλοκαθαριστήρα, δηλαδή εμπρός από το πρόσθιο κρύσταλλο του αυτοκινήτου (ανεμοθώρακα ή παρ-μπρίζ), είτε στο πρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου (μάσκα), δεξιά και αριστερά από το ψυγείο. Στην είσοδο του αέρα τοποθετούνται περσίδες (γρίλιες) και δικτυωτό πλέγμα, για να μην εισέρχονται στο σύστημα ακαθαρσίες, φύλλα δένδρων, έντομα κ.ά. Στη συνέχεια, μπορεί να υπάρχει και φίλτρο για λεπτότερο καθαρισμό (διήθηση) του αέρα από σκόνη, γύρη ανθέων κ.λπ.

Η κατανομή του αέρα στο εσωτερικό του αμαξώματος γίνεται με στόμια, τα οποία βρίσκονται, συνήθως, γύρω από τον πίνακα οργάνων (ταμπλώ) του αυτοκινήτου.

Στο Σχ. 8.1 φαίνεται η κατανομή του αέρα με:

α) Στόμια (ακροφύσια), συνήθως δύο, που στέλνουν αέρα στην εσωτερική πλευρά του παρ-μπρίζ και έχουν προορισμό το ξεθάμπωμά του από υδρατμούς, που δημιουργούνται από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού χώρου του αμαξώματος και του περιβάλλοντος, συνήθως κατά τη χειμερινή περίοδο.

β) Στόμια, συνήθως δύο, τα οποία μπορεί να καταλήγουν σε κινητά ακροφύσια και τα οποία βρίσκονται στο κέντρο και στο ύψος του πίνακα των οργάνων και στέλνουν αέρα στο εσωτερικό του αμαξώματος προς το πρόσωπο και το σώμα του οδηγού και του συνοδηγού.

γ) Στόμια, συνήθως δύο, που βρίσκονται κάτω από τα προηγούμενα και στέλνουν αέρα στο κάτω μέρος, προς το δάπεδο του εσωτερικού χώρου του αμαξώματος, όπου και τα πόδια των επιβατών.

δ) Στόμια, συνήθως δύο, που βρίσκονται δεξιά και αριστερά από τον πίνακα των οργάνων και καταλήγουν σε κινητές ρυθμιστικές περσίδες, έτσι ώστε να κατευθύνεται ο αέρας όπου θέλουμε.

ε) Σταθερά στόμια, συνήθως δύο, τα οποία βρίσκονται δεξιά και αριστερά από τον πίνακα οργάνων, που προορισμό έχουν το ξεθάμπωμα των πλαϊνών παραθύρων του οδηγού και του συνοδηγού σε περίπτωση ψυχρού καιρού, για καλύτερη ορατότητα. Σε ορισμένα, μάλιστα, μοντέλα αυτοκινήτων τα στόμια αυτά βρίσκονται τοποθετημένα στις πόρτες του οδηγού και του συνοδηγού.

Επίσης, σε αρκετά αυτοκίνητα οι αεραγωγοί μπορεί να φέρνουν αέρα και στο χώρο των πίσω καθισμάτων.

Γενικά, ο αέρας προσάγεται στα διάφορα τμήματα του εσωτερικού χώρου, με τη βοήθεια, όπως είπαμε, του ηλεκτρικού ανεμιστήρα, μπορεί όμως αυτό να γίνεται και με φυσική ροή, καθώς, το ίδιο το αυτοκίνητο κινείται και ανάλογα με την ταχύτητα που έχει. Την αποστολή αυτή εκτελούν, συνήθως, δύο στόμια, δεξιά και αριστερά από το ταμπλώ, που καταλήγουν σε κινητές περσίδες (γρίλιες).

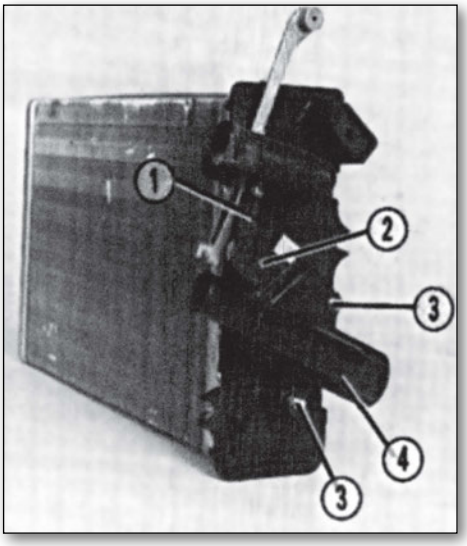
Οι στροφές του ανεμιστήρα ρυθμίζονται με ένα μεταγωγικό διακόπτη, ο οποίος κάθε φορά επιλέγει μία ορισμένη ηλεκτρική αντίσταση για τις 3 ή 4 ταχύτητες που συνήθως διαθέτει.

Η έξοδος του αέρα από το χώρο του αμαξώματος, λόγω της μικρής υπερπίεσης που δημιουργείται από την εισαγωγή του, γίνεται από τις ειδικές θυρίδες εξαερισμού, οι οποίες βρίσκονται, κατά κανόνα, στο οπίσθιο μέρος του αμαξώματος, δεξιά και αριστερά κοντά στα πίσω παράθυρα ή στο παρ-μπριζ, και είναι πάντα ανοικτές. Η σχεδίαση των θυρίδων εξαερισμού είναι τέτοια, ώστε να διευκολύνεται κατά την κίνηση του αυτοκινήτου, η έξοδος του αέρα από τον χώρο του αμαξώματος.

8.3 Σύστημα θέρμανσης

Κατά τους χειμερινούς μήνες, η εισαγωγή εξωτερικού (νωπού) αέρα στο χώρο των επιβατών είναι και δυσάρεστη αλλά και επικίνδυνη για την υγεία των επιβατών. Έτσι, είναι αναγκαίο, ο αέρας αυτός πριν εισαχθεί στον εσωτερικό χώρο του αμαξώματος, να θερμανθεί.

Ένα μέρος της θερμότητας που δημιουργείται από την καύση του καυσίμου, (το 33% περίπου) αφαιρείται για την ψύξη του κινητήρα, είτε απευθείας μέσω του αέρα στους αερόψυκτους κινητήρες, είτε έμμεσα μέσω του υγρού ψύξης (συνήθως νερού και αντιπηκτικού διαλύματος) στους υγρόψυκτους



Σχ.8.2 Εναλλάκτης θερμότητας (καλοριφέρ).
1. Ντίζα ενεργοποίησης διακόπτη.
2. Μοχλός ενεργοποίησης διακόπτη.
3. Περικόχλια συγκράτησης διακόπτη.
4. Διακόπτης ρύθμισης κυκλοφορίας θερμού νερού (υγρού).

κινητήρες, και η οποία θερμότητα τελικά απάγεται από τον αέρα. Πάντως, το ποσό αυτό της θερμότητας είναι αρκετό για να θερμάνει τον αέρα που έχει προορισμό το εσωτερικό του αμαξώματος.

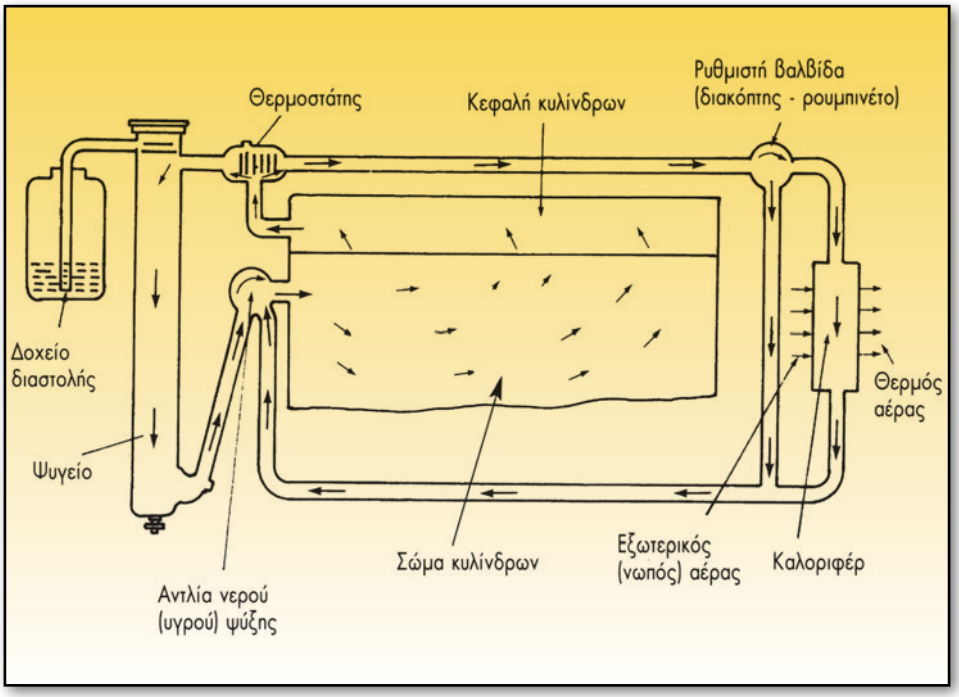
Στους αερόψυκτους κινητήρες υπάρχει μία φτερωτή η οποία παίρνει κίνηση από τον κινητήρα και η οποία στέλνει, μέσω αεραγωγών, ποσότητα νωπού αέρα η οποία περνά εξωτερικά των πτερυγίων των κυλίνδρων του κινητήρα και θερμαίνεται. Στη συνέχεια, πάλι μέσω αεραγωγών, η ποσότητα αυτή του αέρα εξέρχεται από στόμια προς το χώρο των επιβατών και μέσω θυρίδων ελέγχεται η παροχή του στα διάφορα τμήματα της καμπίνας. Το σύστημα αυτό παρουσιάζει ένα σοβαρό μειονέκτημα, καθώς μεταφέρει δυσάρεστες οσμές από τον κινητήρα, ενώ υπάρχει κίνδυνος να μεταφέρει και καυσαέρια σε περίπτωση διαρροών, πράγμα πολύ επικίνδυνο, λόγω του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) που περιέχουν.

Για τη θέρμανση του αέρα στους υγρόψυκτους κινητήρες, τοποθετείται σε «σειρά» με το σύστημα αερισμού ο εναλλάκτης θερμότητας (καλοριφέρ) (Σχ.8.2), ο οποίος έχει την ίδια μορφή με το ψυγείο του κινητήρα, αλλά είναι μικρότερος. Έχει δύο υδροθαλάμους, μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ο σωληνωτός πυρήνας. Οι σωλήνες του πυρήνα εξωτερικά φέρουν πτερύγια για να αυξάνεται η επιφάνειά τους, ενώ μέσα από αυτούς περνά το θερμό νερό πού έρχεται από τον κινητήρα, με σκοπό να θερμαίνει τον αέρα που κυκλοφορεί ανάμεσα στα πτερύγια.

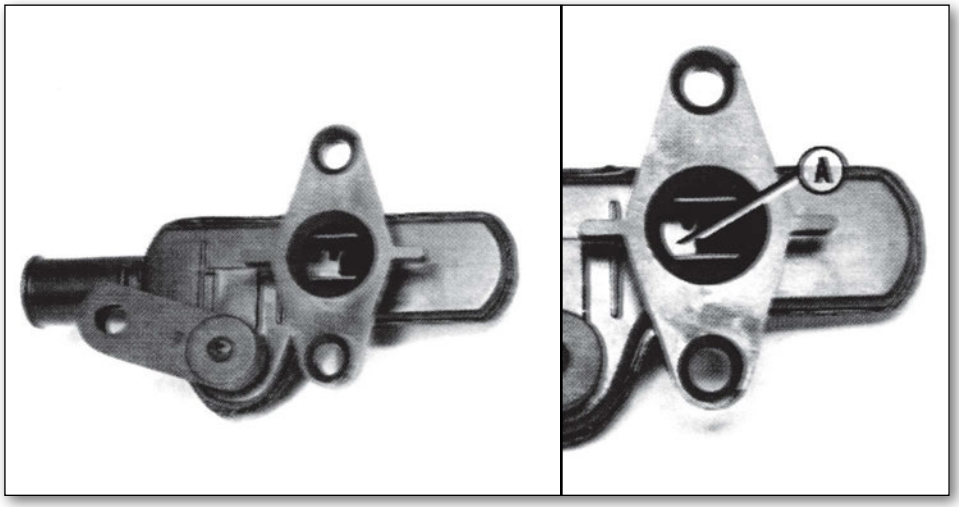
Στο Σχ. 8.3 φαίνεται μία απλουστευμένη συνολική διάταξη του συστήματος ψύξης του κινητήρα και παράλληλα το σύστημα θέρμανσης.

Ο εναλλάκτης θερμότητας (καλοριφέρ) συνδέεται στο κύκλωμα ψύξης του κινητήρα και ταυτόχρονα με το ψυγείο, με αποτέλεσμα να τροφοδοτείται με θερμό νερό που έρχεται από τον κινητήρα, από σημείο που βρίσκεται πριν από το θερμοστάτη του συστήματος ψύξης του κινητήρα. Η παροχή θερμού νερού προς το καλοριφέρ ελέγχεται από τον οδηγό του αυτοκινήτου με διακόπτη (ρουμπινέτο ή βάνα) το χειριστήριο του οποίου *(Σχ. 8.4)* βρίσκεται στον πίνακα οργάνων του αυτοκινήτου.

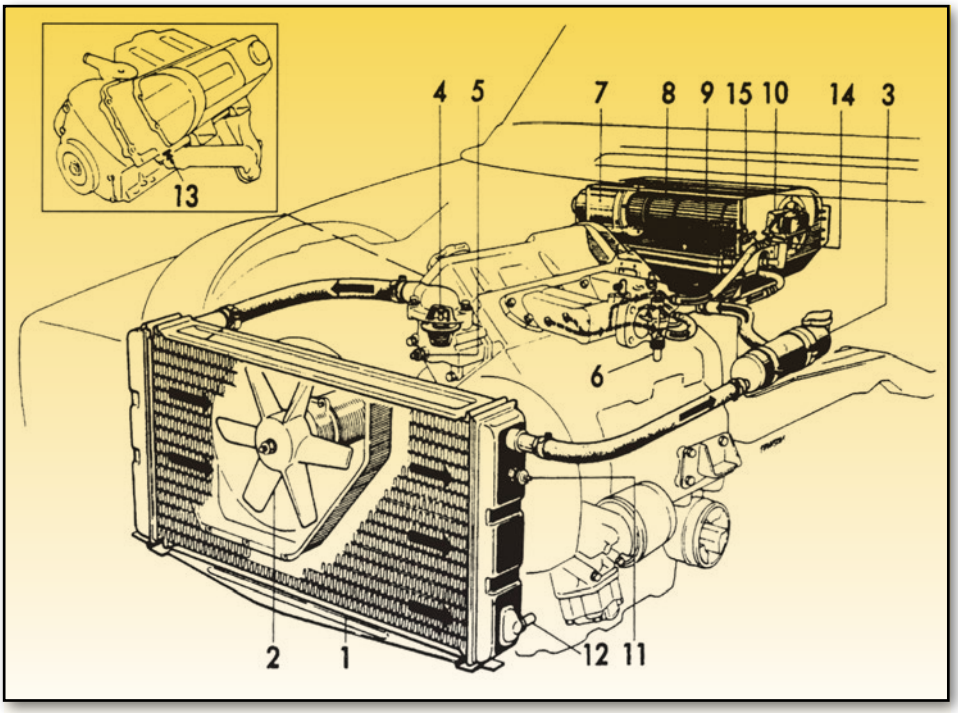
Στο Σχ.8.5 φαίνεται, λεπτομερώς, ένα τυπικό σύστημα θέρμανσης, όπου τα μεγάλα βέλη δείχνουν την κίνηση του



Σχ.8.3 Απλουστευμένη μορφή του συστήματος θέρμανσης.



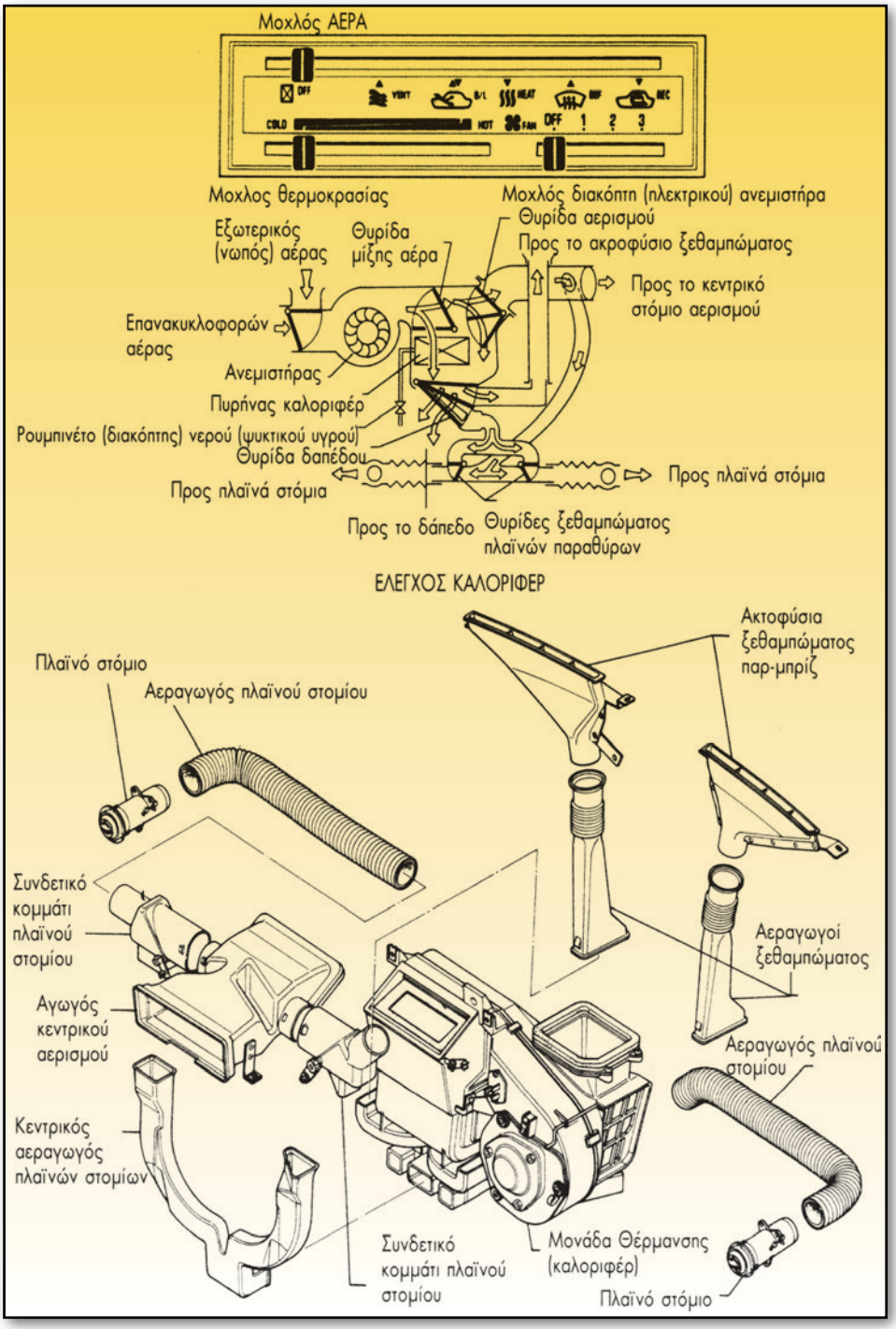
Σχ.8.4 Διακόπτης ρύθμισης κυκλοφορίας θερμού νερού (υγρού).
Στο σημείο Α φαίνεται το διάφραγμα του διακόπτη, που κινούμενο μειώνει και στο τέλος κλείνει το πέρασμα του θερμού νερού (υγρού ψύξης κινητήρα).



Σχ.8.5 Τυπικό σύστημα θέρμανσης αυτοκινήτου.
1. Ψυγείο κινητήρα. 2. Ηλεκτρικός ανεμιστήρας ψυγείου. 3. Δοχείο διαστολής ψυγείου και πώμα. 4. Θερμοστάτης κινητήρα. 5. Αισθητήρας θερμοκρασίας θερμού νερού (ψυκτικού υγρού κινητήρα). 8. Φτερωτή ανεμιστήρα καλοριφέρ. 9. Πυρήνας καλοριφέρ. 10. Διακόπτης ρύθμισης κυκλοφορίας θερμού νερού (ψυκτικού υγρού κινητήρα). 11. Θερμοστατικός διακόπτης ανεμιστήρα ψυγείου κινητήρα. 12. Κρουνός εκκένωσης νερού (υγρού) ψυγείου. 13. Κρουνός εκκένωσης νερού (υγρού) κινητήρα. 14. Βαλβίδα εξαέρωσης συστήματος ψύξης κινητήρα, που όμως δεν χρησιμοποιείται σε όλα τα αυτοκίνητα. 15. Βαλβίδα νωπού αέρα, που επιτρέπει τη ρύθμιση νωπού αέρα, αλλά δεν χρησιμοποιείται σε όλα τα αυτοκίνητα.

νερού (του ψυκτικού δηλαδή υγρού από τον κινητήρα προς το ψυγείο και το δοχείο διαστολής), και τα μικρά βέλη την κυκλοφορία του από τον κινητήρα προς το καλοριφέρ.

Έτσι, ο οδηγός μετακινεί τα διάφορα χειριστήρια (μοχλούς) ή περιστρέφει τα αντίστοιχα κουμπιά, ανάλογα με την κατασκευή, έτσι ώστε να ανοίγει ή να κλείνει ο διακόπτης του θερμού νερού (υγρού), οπότε η παροχή του προς το καλοριφέρ να είναι σταθερή, όπως εξάλλου και η θερμοκρασία του. Πρόκειται, δηλαδή, για ένα σύστημα καλοριφέρ «σταθερής παροχής» και σταθερής θερμοκρασίας νερού. Παράλληλα, ρυθμίζεται η θυρίδα ανάμιξης του νωπού αέρα ενώ, εναλλακτικά, μπορεί να υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της παροχής θερμού νερού μέσω της βαλβίδας (διακόπτη) προς το



Σχ.8.6 Γενική διάταξη αερισμού - θέρμανσης αυτοκινήτου.

καλοριφέρ, στα πλαίσια του συστήματος καλοριφέρ «μεταβλητής παροχής θερμού νερού».
Επιπλέον, και στα δύο αυτά είδη καλοριφέρ τίθεται σε λειτουργία, μέσω διακόπτη, ανεμιστήρας με την κατάλληλη ταχύτητα, ώστε να ρυθμίζεται η ποσότητα του θερμού αέρα που εισέρχεται στο χώρο των επιβατών.

Περιγραφή μονάδας θέρμανσης (καλοριφέρ).

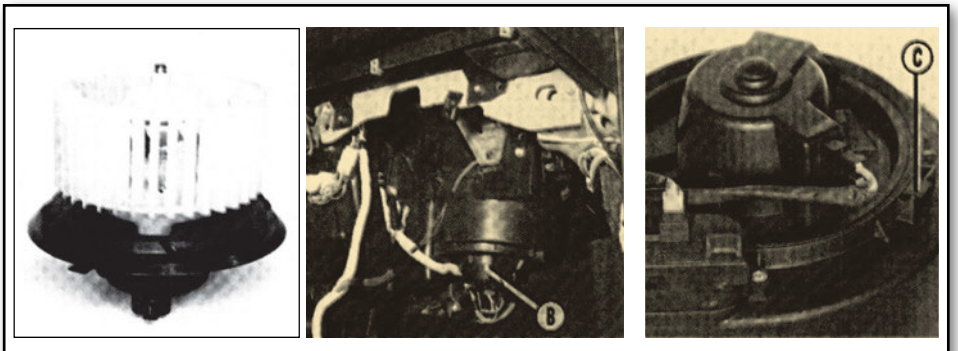
Στο Σχ.8.6 φαίνεται, τόσο ο πίνακας με τους χειροκίνητους μοχλούς ρύθμισης του καλοριφέρ, όσο και μια τυπική διάταξη κυκλοφορίας αέρα, όπως επίσης και μια γενική διάταξη που περιλαμβάνει τα μέρη από τα οποία αποτελείται ένα συμβατικό σύστημα αερισμού - θέρμανσης αυτοκινήτου.

Πιο αναλυτικά:

Ο εξωτερικός (νωπός) αέρας αναρροφάται από τις γρίλιες (ανοίγματα) του επάνω μέρους του καπώ του αυτοκινήτου και οδηγείται, μέσω του κελύφους της εισαγωγής αέρα, στη μονάδα θέρμανσης (καλοριφέρ) με τη βοήθεια του ηλεκτρικού ανεμιστήρα *(Σχ.8.7)*.
Έτσι, η μονάδα θέρμανσης (καλοριφέρ) περιλαμβάνει τρεις θυρίδες: α) μία θυρίδα ανάμιξης αέρα η οποία ελέγχει τη θερμοκρασία του αέρα, ανάλογα με το σύστημα, β) μία θυρίδα αερισμού, και γ) μία θυρίδα κατεύθυνσης του αέρα προς το δάπεδο του αυτοκινήτου. Όλες αυτές οι θυρίδες ελέγχουν τη διανομή της ροής του αέρα στο εσωτερικό του αυτοκινήτου. Η θυρίδα εισαγωγής νωπού αέρα μπορεί να κλείνει κατ' επιλογή του οδηγού, εμποδίζοντας την εισαγωγή του, όταν η θέρμανση δεν λειτουργεί (είναι κλειστή).
Επίσης, τα χειριστήρια θέρμανσης σε ένα τυπικό χειροκίνητο σύστημα *(Σχ.8.8)* αποτελούνται από τρεις μοχλούς οι οποίοι τοποθετούνται, συνήθως, στο μέσον του ταμπλό (πίνακα ελέγχου) και είναι:

α) Το χειριστήριο του ΑΕΡΑ, το οποίο επιλέγει/ενεργοποιεί την εισαγωγή του αέρα και την αυτόματη εξαγωγή του.

β) Το χειριστήριο της ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ, το οποίο ελέγχει το άνοιγμα/



(α) (β) (γ)

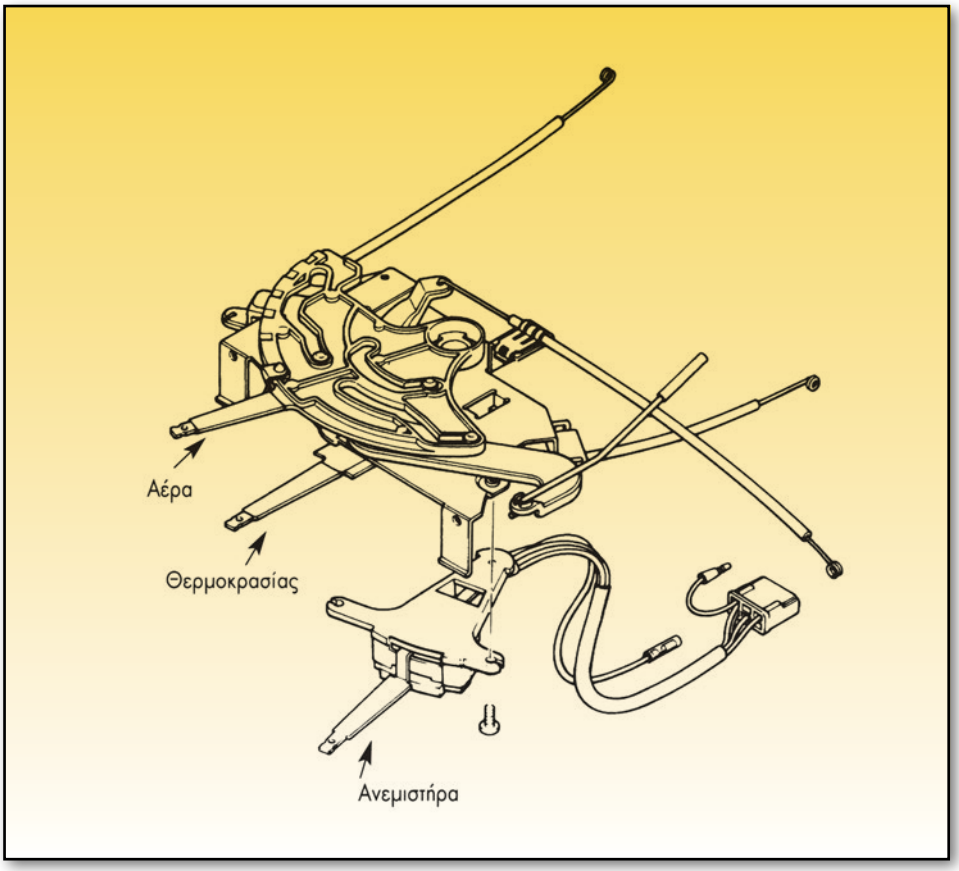
Σχ.8.7 Ηλεκτρικός ανεμιστήρας (κινητήρας και φτερωτή)
α. Φτερωτή. β. Ηλεκτρικός ανεμιστήρας, γ. Κλείστρο συγκράτησης ανεμιστήρα.

κλείσιμο του διακόπτη ή τη ρύθμιση της παροχής, μέσω του διακόπτη προσαγωγής θερμού νερού στο καλοριφέρ, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία.

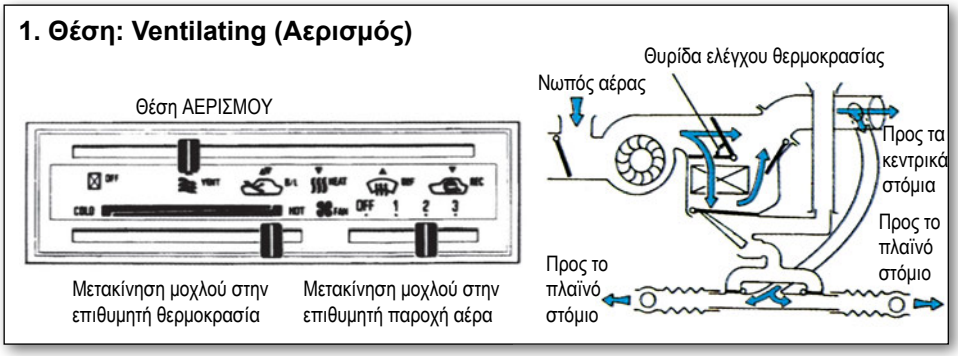
γ) Το χειριστήριο - διακόπτης του κινητήρα του ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ, το οποίο ρυθμίζει την παροχή του αέρα, μέσω της φτερωτής του ανεμιστήρα.

Στα σχήματα που ακολουθούν, φαίνεται η ροή του αέρα:

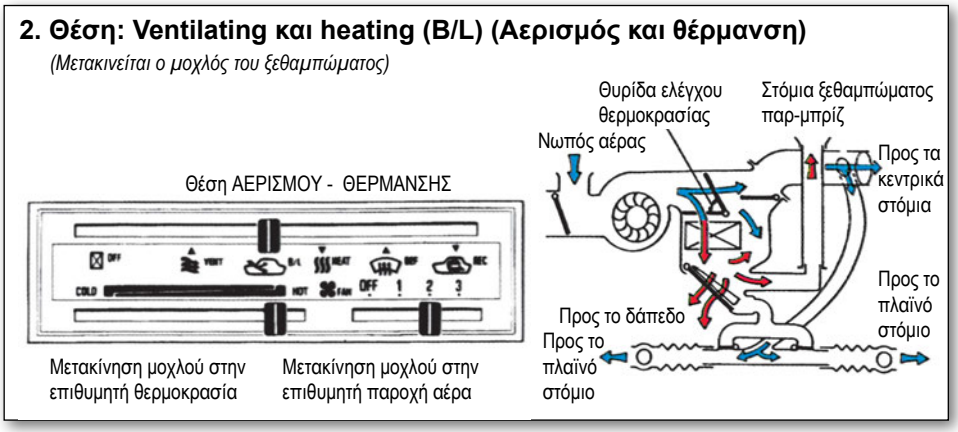
1. Κατά τον αερισμό *(Σχ.8.9)*.
2. Κατά τον αερισμό και θέρμανση *(Σχ.8.10)*.
3. Κατά τη θέρμανση *(Σχ.8.11)*.
4. Κατά το ξεθάμπωμα του παρ-μπριζ (με επιλογή παράλληλης θέρμανσης αέρα) *(Σχ.8.12)*.
5. Κατά την ανακυκλοφορία του αέρα *(Σχ.8.13)*.
6. Κατά το ξεθάμπωμα του παρ-μπριζ και των πλαϊνών παραθύρων οδηγού και συνοδηγού (με επιλογή παράλληλης θέρμανσης αέρα) *(Σχ.8.14)*.



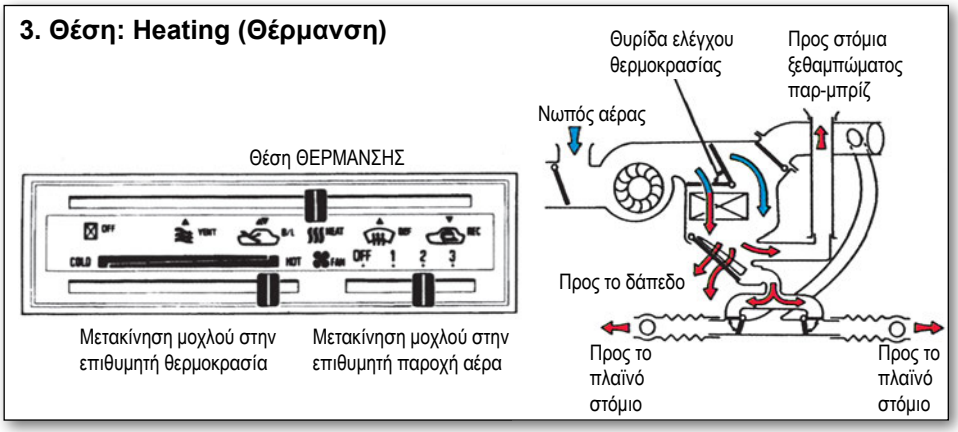
Σχ.8.8 Χειριστήρια τυπικού χειροκίνητου συστήματος αερισμού θέρμανσης αυτοκινήτου.



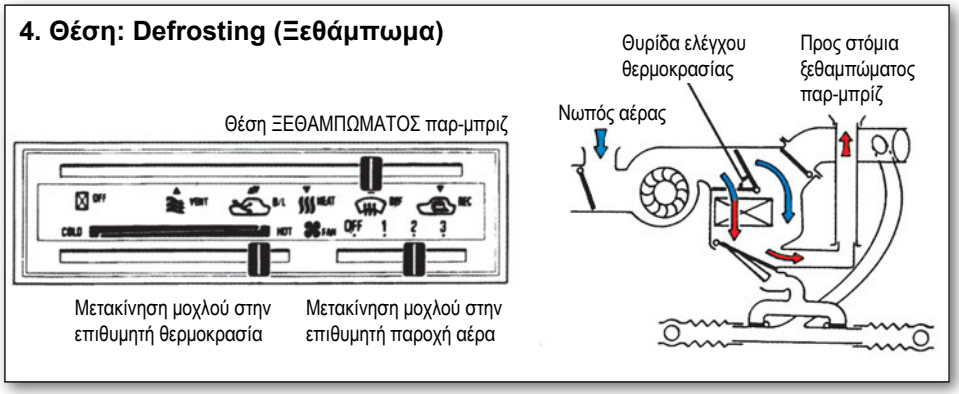
Σχ.8.9 Ροή αέρα κατά τον αερισμό (ρουμπινέτο καλοριφέρ κλειστό).



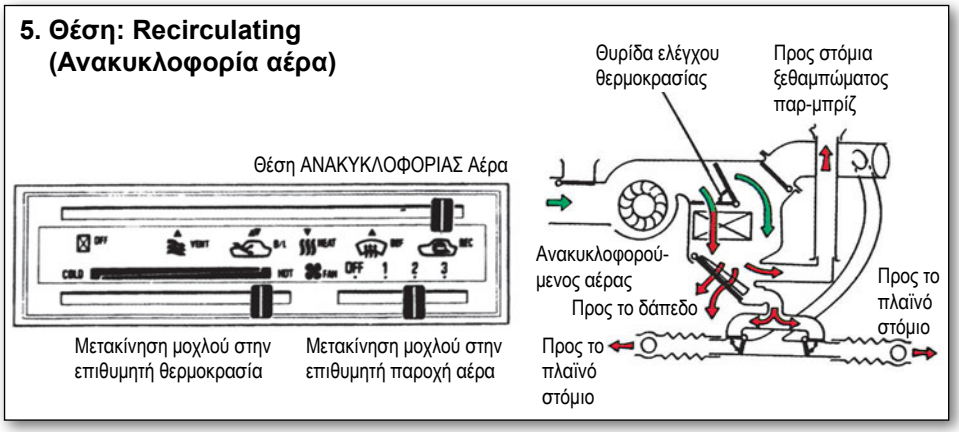
Σχ.8.10 Ροή αέρα κατά τον αερισμό και θέρμανση.



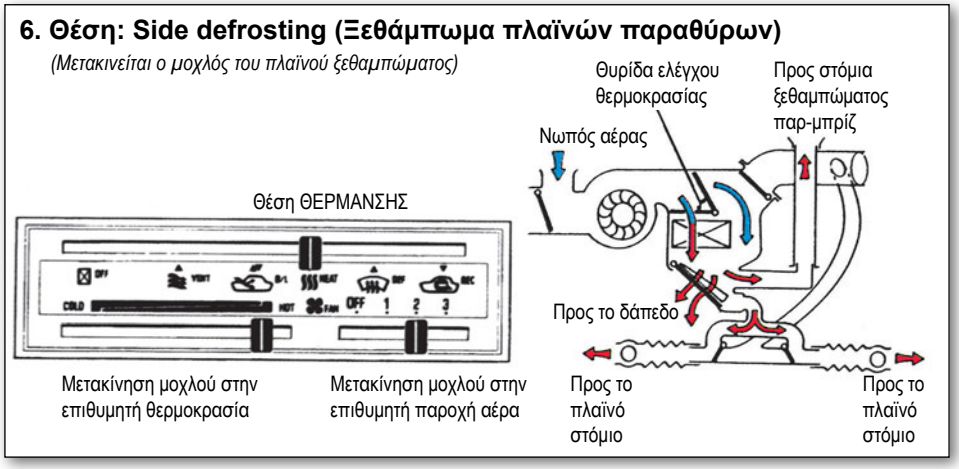
Σχ.8.11 Ροή αέρα κατά τη θέρμανση.



Σχ.8.12 Ροή του αέρα κατά το ξεθάμπωμα του παρ-μπριζ



Σχ.8.13 Ροή αέρα κατά την ανακυκλοφορία του αέρα.



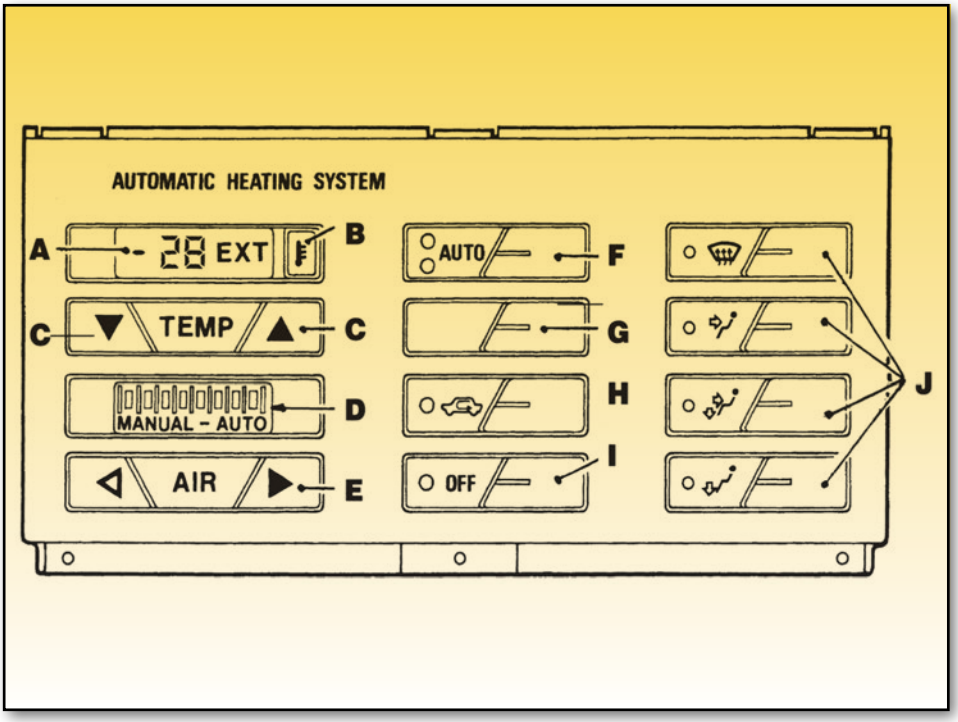
Σχ.8.14 Ροή αέρα κατά το ξεθάμπωμα του παρ-μπριζ και των πλαϊνών παραθύρων οδηγού και συνοδηγού (με επιλογή παράλληλης θέρμανσης του αέρα).

Εκτός από τα χειροκίνητα χειριστήρια θέρμανσης που αναφέρθηκαν παραπάνω, σήμερα χρησιμοποιούνται και αυτοματισμοί που ελέγχονται από μία ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου και από το αντίστοιχο χειριστήριο του αυτόματου αυτού καλοριφέρ.

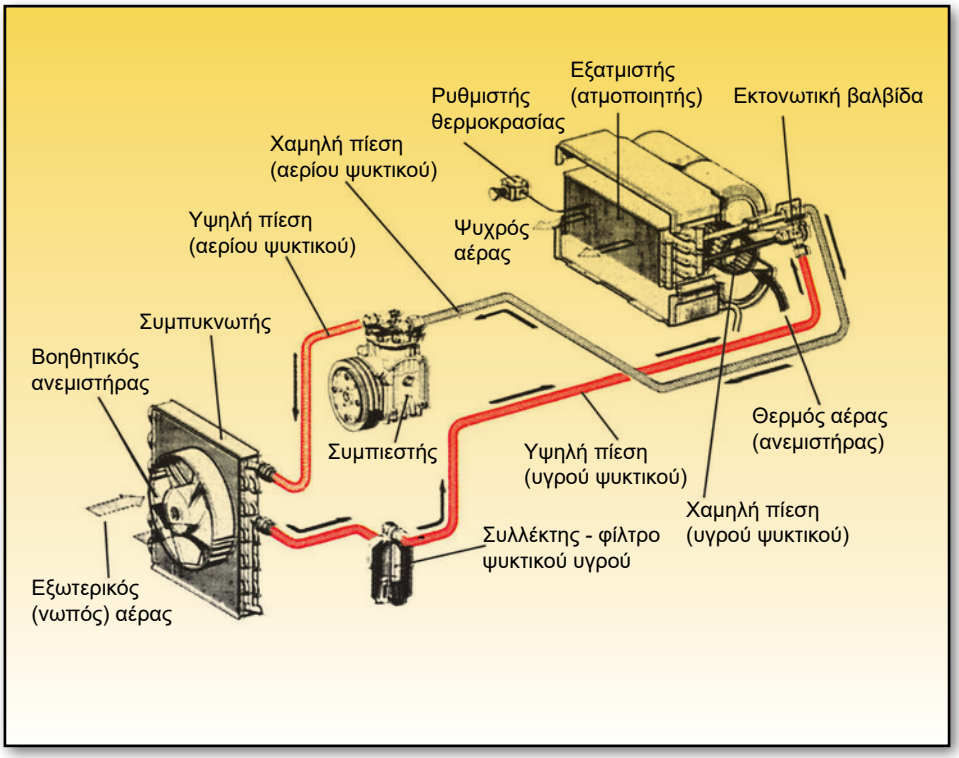
Στο Σχ.8.15 παρουσιάζεται ένα τέτοιο τυπικό χειριστήριο αυτομάτου καλοριφέρ.

8.4 Σύστημα ψύξης (κλιματισμού)

Με την προσθήκη της ψυκτικής μονάδας της οποίας το πλήρες συγκρότημα φαίνεται στο Σχ.8.16, έχουμε την ολοκλήρωση του κλιματισμού του αυτοκινήτου (Air Conditioning), με τον οποίο επιδιώκουμε και φροντίζουμε, ώστε στον κλειστό χώρο του αυτοκινήτου οι συνθήκες παραμονής να είναι ευχά-



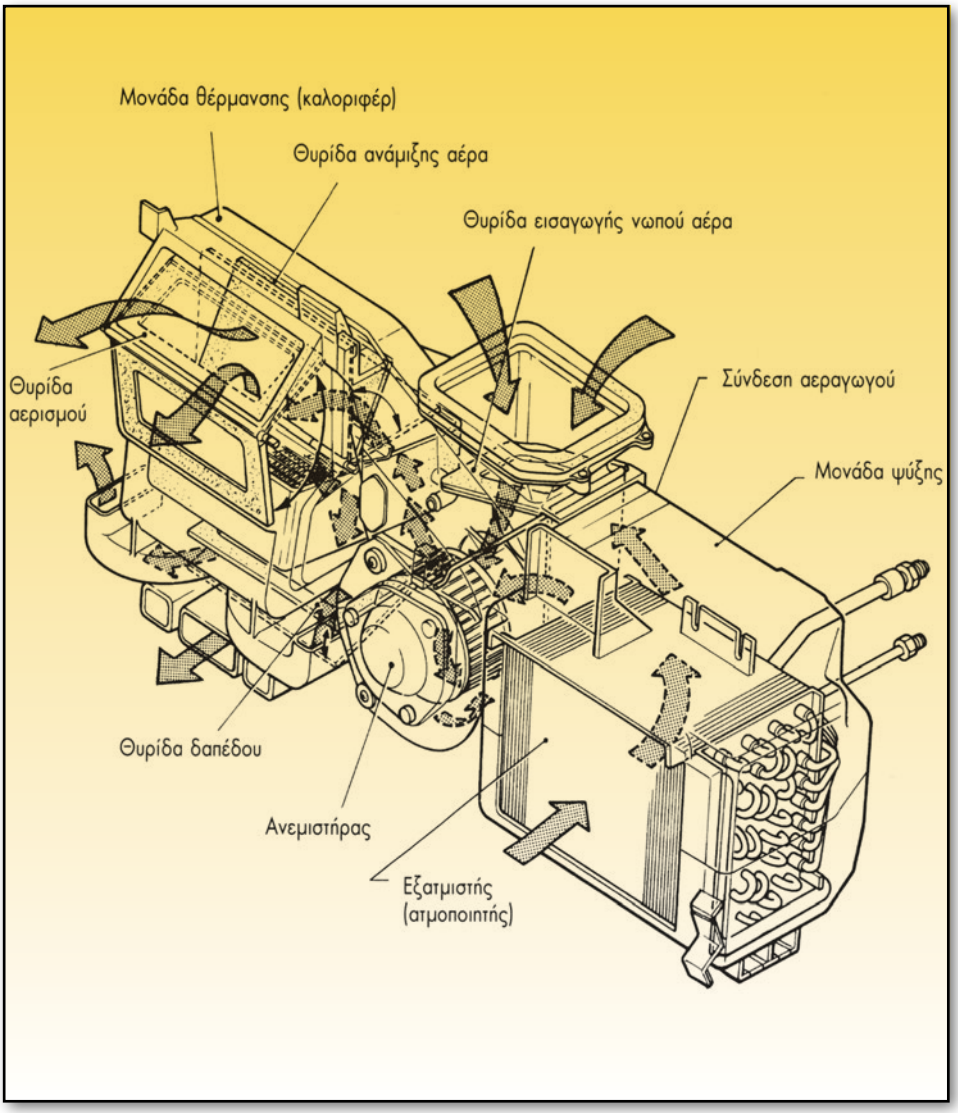
Σχ. 8.15 Χειριστήριο αυτομάτου καλοριφέρ.
Α. Πλήκτρο εμφάνισης επιθυμητής εσωτερικής θερμοκρασίας. Β. Πλήκτρο εμφάνισης εξωτερικής θερμοκρασίας. C. Πλήκτρα επιλογής εσωτερικής θερμοκρασίας (αύξησης - μείωσης θερμοκρασίας στο εσωτερικό του αυτοκινήτου). D. Πλήκτρο χειροκίνητης ή αυτόματης ρύθμισης της ταχύτητας του αέρα. Ε. Πλήκτρο χειροκίνητης ρύθμισης ποσότητας αέρα. F. Πλήκτρο αυτόματης λειτουργίας (ενεργοποίησης) του συστήματος. G. Μη χρησιμοποιούμενο εφεδρικό πλήκτρο. Η. Πλήκτρο ελέγχου λειτουργίας του κυκλώματος της ανακυκλοφορίας του αέρα. Ι. Πλήκτρο απενεργοποίησης του συστήματος. J. Πλήκτρα επιλογής διανομής αέρα στα διάφορα στόμια εξαγωγής του.



Σχ.8.16 Συγκρότημα ψυκτικής μονάδας σε αυτοκίνητο.

ριστες και υγιεινές, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Σε ορισμένες, βέβαια, περιπτώσεις και ανάλογα με την επιθυμία του οδηγού, το Air Conditioning μπορεί να χρησιμοποιηθεί και κατά τις άλλες εποχές του έτους. Επίσης, θα πρέπει να αναφερθεί εδώ, ότι από πλευράς κατανάλωσης ενέργειας, όταν τίθεται σε λειτουργία η ψυκτική μονάδα, αφαιρούνται από την ισχύ του κινητήρα του αυτοκινήτου από 2 έως 5 PS, ενώ, ταυτόχρονα, αυξάνεται και η κατανάλωση καυσίμου από 0,4 έως 0,8 lit/100 km, περίπου.
Στο Σχ.8.17 φαίνονται λεπτομέρειες του όλου συγκροτήματος του κλιματισμού, το οποίο περιλαμβάνει το σύστημα αερισμού, τη μονάδα θέρμανσης και τη μονάδα ψύξης.
Τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά του αέρα στο χώρο των επιβατών του αυτοκινήτου, στα οποία αποδίδεται μεγάλη σημασία μετά την προσθήκη της ψυκτικής μονάδας, είναι:

1. **Η θερμοκρασία:** Ο αέρας, δηλαδή, πρέπει να έχει θερμοκρασία ανάλογη με την αντίστοιχη του εξωτερικού περιβάλλοντος.
2. **Υγρασία:** Ο αέρας πρέπει να υφίσταται αφύγρανση, έτσι ώστε η σχετική υγρασία του να κυμαίνεται σε



Σχ.8.17 Πλήρες σύστημα κλιματισμού και κυκλοφορίας αέρα.

επίπεδα υγιεινού περιβάλλοντος (περίπου 45-55%), χωρίς όμως να θαμπώνουν τα τζάμια του αυτοκινήτου.

3. **Η καθαρότητα του αέρα:** Ο προσαγόμενος αέρας πρέπει να είναι φιλτραρισμένος με ειδικά φίλτρα («μικροφίλτρα»), ώστε να είναι απαλλαγμένος από ξένα σωματίδια, σκόνη κ.λπ.
4. **Η κίνηση του αέρα μέσα στο χώρο των επιβατών:** Ο αέρας πρέπει να ανανεώνεται αλλά και να κατανέμεται ομοιόμορφα, χωρίς να δημιουργούνται επικίνδυνα για την

υγεία των επιβατών ρεύματα.

5. **Η στάθμη του θορύβου:** Είναι πολύ σημαντικό η στάθμη του θορύβου στο εσωτερικό - που προέρχεται από τον συμπιεστή - να μην ξεπερνά ορισμένα επίπεδα, διότι η παραμονή των επιβατών στο χώρο δεν θα είναι ευχάριστη αλλά ενοχλητική, ιδιαίτερα αν ο θόρυβος είναι υψηλός.

Σχεδιασμός ενός τυπικού συστήματος κλιματισμού.

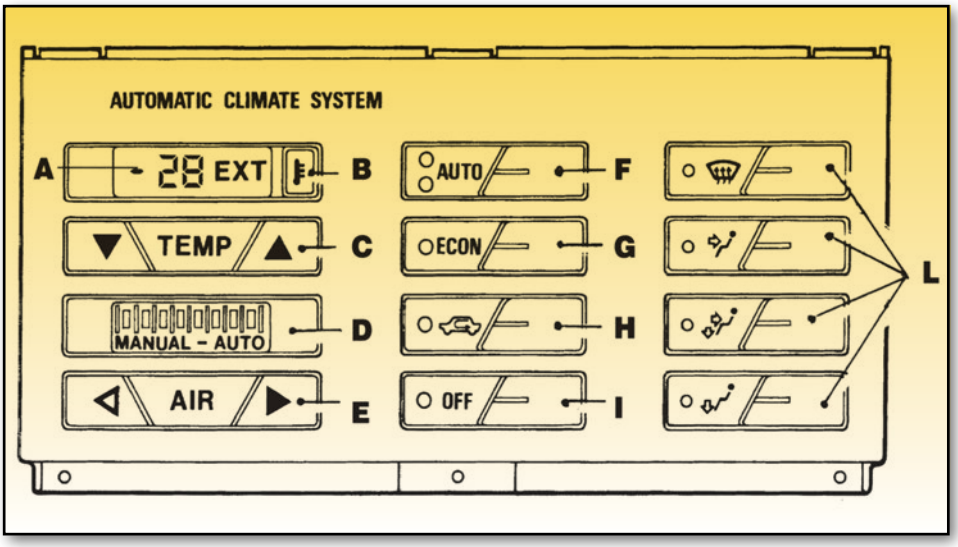
Ένα πλήρες σύστημα κλιματισμού συνδυάζει έναν εξατμιστή (που αποτελεί μέρος του συστήματος του αέρα της ψυκτικής μονάδας) και έναν ανεμιστήρα. Επιπρόσθετα, η όλη διάταξη προσφέρει συνδυασμένες λειτουργίες ροής του αέρα από τα διάφορα στόμια που διαθέτει.

Έτσι, ο συμπιεστής και ο συμπυκνωτής τοποθετούνται στο διαμέρισμα (χώρο) του κινητήρα, ενώ ο εξατμιστής, το καλοριφέρ, ο ανεμιστήρας και τα χειριστήρια ελέγχου τους στο χώρο των επιβατών.

Ο μηχανισμός ελέγχου του συστήματος μπορεί να είναι μηχανικός, να χρησιμοποιεί, δηλαδή, συρματόσχοινα ελέγχου, το «κενό» του κινητήρα και το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου. Εναλλακτικά, μπορεί να χρησιμοποιηθούν χειριστήρια, κουμπιά ελέγχου ή πλήκτρα, ανάλογα με τον βαθμό της αυτοματοποίησής του. Στην τελευταία μάλιστα περίπτωση, ο έλεγχος του κλιματιστικού γίνεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του αυτοκινήτου (ECU), μέσω πληροφοριών που έρχονται σ' αυτήν από αισθητήρες εγκατεστημένους σε διάφορα σημεία του συστήματος. Στη συνέχεια, οι εντολές από την ηλεκτρονική μονάδα στέλνονται με μορφή ηλεκτρομαγνητικών σημάτων προς τους ενεργοποιητές, οι οποίοι με τη σειρά τους ενεργοποιούν τα αντίστοιχα εξαρτήματα που ρυθμίζουν π.χ. τις θυρίδες του αέρα, τις στροφές του ανεμιστήρα, τον ηλεκτρομαγνητικό συμπλέκτη του συμπιεστή κ.λπ.

Ανάλογα, λοιπόν, με το βαθμό αυτοματοποίησης του συστήματος, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU) μπορεί να προσφέρει:

1. Ενεργοποίηση ή διακοπή του κλιματιστικού, μέσω σχετικού διακόπτη (ON-OFF).
2. Οικονομική λειτουργία του κλιματιστικού, όταν ο συμπιεστής τίθεται σε λειτουργία λιγότερο συχνά.
3. Αυτόματη λειτουργία του κλιματιστικού, ανάλογα με τις θερμοκρασίες που έχει επιλέξει ο οδηγός.
4. Αυτόματο έλεγχο, μέσω διακοπτών αυξομείωσης της θερμοκρασίας του αέρα.
5. Έλεγχο ροής του αέρα προς το δάπεδο ή το παρ-μπρίζ.
6. Έλεγχο λειτουργίας του κινητήρα του ανεμιστήρα για τέσσερις, συνήθως, ταχύτητες προώθησης του αέρα.
7. Έλεγχο ανακύκλωσης του εσωτερικού αέρα.
8. Έλεγχο ροής του αέρα προς το πρόσωπο του οδηγού και του συνοδηγού.
9. Έλεγχο ροής του αέρα προς τα πόδια και το κάτω μέρος του χώρου των επιβατών.
10. Έλεγχο ροής του αέρα προς το παρ-μπριζ και τα πλαϊνά παράθυρα, για το ξεθάμπωμά τους.



Σχ.8.18 Λεπτομέρειες τυπικού χειριστηρίου αυτόματου κλιματιστή.
Α Οθόνη θερμοκρασίας. Β. Πλήκτρο εμφάνισης εξωτερικής θερμοκρασίας. C. Επαναφερόμενο πλήκτρο επιλογής επιθυμητής θερμοκρασίας. D. Οθόνη ταχύτητας ηλεκτρικού ανεμιστήρα (χειροκίνητης - αυτόματης ρύθμισης). Ε. Επαναφερόμενο πλήκτρο επιλογής επιθυμητής ταχύτητας ηλεκτρικού ανεμιστήρα. F. Πλήκτρο ενεργοποίησης αυτοματισμού. G. Πλήκτρο ενεργοποίησης οικονομικής λειτουργίας. Η. Πλήκτρο ανακυκλοφορίας αέρα χώρου επιβατών. Ι. Πλήκτρο απενεργοποίησης του κυκλώματος. L. Πλήκτρα επιλογής διανομής αέρα στα διάφορα στόμια εξαγωγής του.

Στο Σχ.8.18 παρουσιάζονται λεπτομέρειες από ένα τυπικό χειριστήριο αυτόματου κλιματισμού (Automatic Air Conditioning ή Automatic Climate System), που ελέγχεται από ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.
Ας σημειωθεί, ότι το σύστημα αυτό μπορεί να περιλαμβάνει και διαδικασία - διάταξη αυτοδιάγνωσης των βλαβών του.

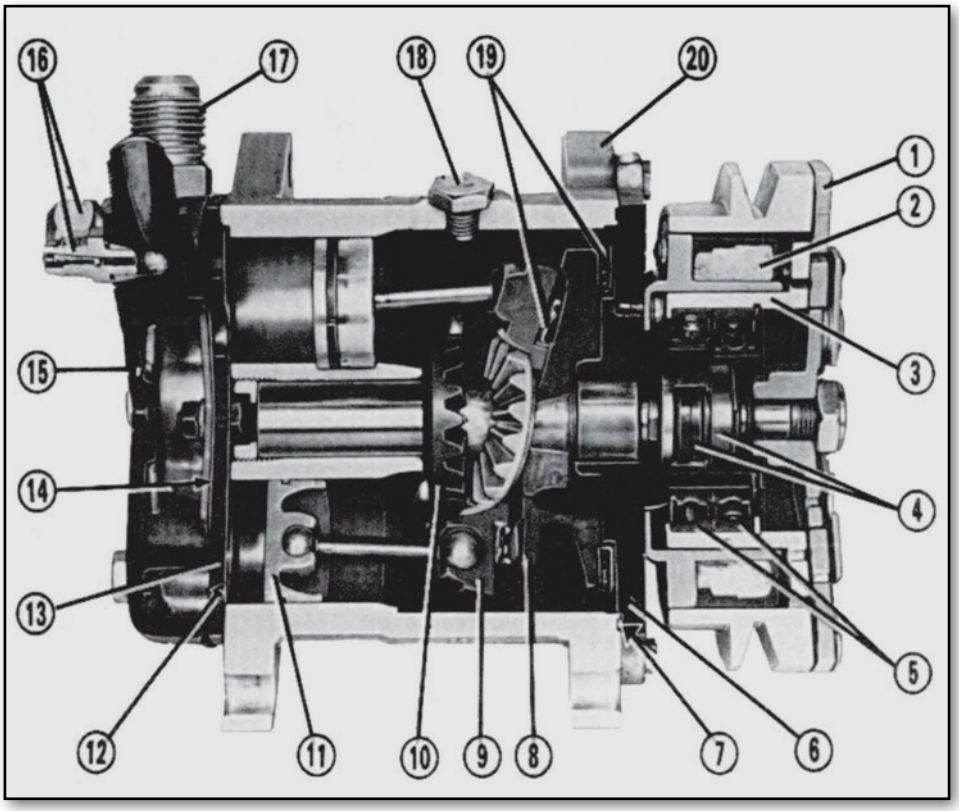
Μέρη - εξαρτήματα ψυκτικής μονάδας

Το συγκρότημα ψύξης του αέρα περιλαμβάνει το συμπιεστή με τον ηλεκτρομαγνητικό συμπλέκτη, το συμπυκνωτή με τον βοηθητικό του ανεμιστήρα, τον εξατμιστή με τον ανεμιστήρα του, την εκτονωτική βαλβίδα και το ρυθμιστή θερμοκρασίας.
Ο συμπιεστής και ο συμπυκνωτής τοποθετούνται στο διαμέρισμα (χώρο) του κινητήρα, ενώ ο εξατμιστής, το καλοριφέρ, ο ανεμιστήρας και τα χειριστήρια ελέγχου τους στο χώρο των επιβατών (καμπίνα).

Πιο αναλυτικά:

- **Συμπιεστής.**

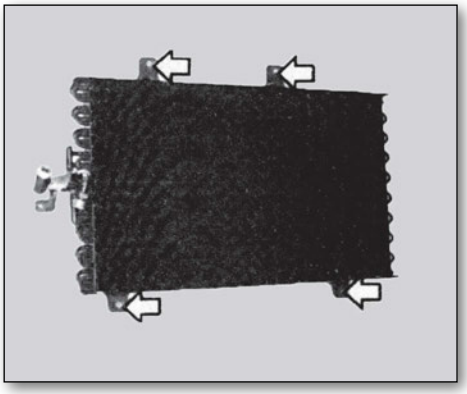
Τοποθετείται στο διαμέρισμα του κινητήρα και παίρνει κίνηση, μέσω ιμάντα, από τροχαλία του στροφαλοφόρου άξονα. Στα χειροκίνητα συστήματα κλι-



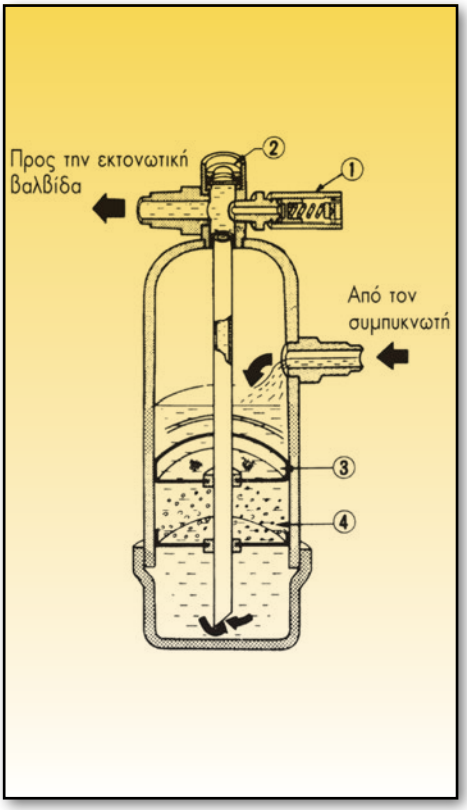
Σχ.8.19 Διαμήκης τομή περιστροφικού συμπιεστή.
1. Δίσκος συμπλέκτη. 2. Ηλεκτρομαγνήτης. 3. Ρότορας με τροχαλία. 4. Τσιμούχες. 5. Ένσφαιρα ρουλεμάν. 6. Εμπρόσθια βάση. 7. Στεγανοποιητικός δακτύλιος. 8. Ρότορας. 9. Βάση διωστήρων. 10. Γρανάζι εμπλοκής περιστροφής. 11. Έμβολο. 12. Φλάντζα δίσκου βαλβίδων. 13. Δίσκος βαλβίδων. 14. Φλάντζα κεφαλής κυλίνδρων. 15. Κεφαλή κυλίνδρων. 16. Βελονοειδείς βαλβίδες. 17. Αγωγοί αναρρόφησης και κατάθλιψης. 18. Τάπα εισαγωγής λαδιού. 19. Βαρελοειδή ρουλεμάν. 20. Σώμα συμπιεστή.

ματισμού, η λειτουργία του συμπιεστή ενεργοποιείται χειροκίνητα όταν τίθεται σε λειτουργία το σύστημα, μέσω ενός ηλεκτρικού διακόπτη. Η λειτουργία του συμπιεστή (εκκίνηση - διακοπή) στη συνέχεια ελέγχεται αυτόματα από το θερμοστάτη χώρου, όταν η θερμοκρασία φθάσει στην προκαθορισμένη τιμή, οπότε προκαλείται η εμπλοκή ή η απεμπλοκή ενός ηλεκτρομαγνητικού συνδέσμου ομοαξονικού με την τροχαλία του συμπιεστή και ο συμπιεστής εκκινεί ή σταματά, αντίστοιχα.

Στην περίπτωση αυτή, το χαμηλής πίεσης ψυκτικό μέσο με τη μορφή αερίου αναρροφάται από τον εξατμιστή και στη συνέχεια συμπιέζεται με τον συμπιεστή σε υψηλή πίεση και υψηλή θερμοκρασία. Στο Σχ.8.19 φαίνεται μία διαμήκης τομή ενός περιστροφικού συμπιεστή.



Σχ.8.20 Συμπυκνωτής.



Σχ.8.21 Συλλέκτης/αφυγραντήρας.
1. Ασφαλιστική βαλβίδα υψηλής πίεσης. 2. Τζαμάκι επιθεώρησης. 3. Φίλτρο. 4. Αφυγραντικό υλικό (Silicagel).

- **Συμπυκνωτής** *(Σχ.8.20)*

Τοποθετείται, συνήθως, στο πρόσθιο μέρος του ψυγείου του κινητήρα (τα βέλη δείχνουν τα ακριβή σημεία στήριξης του), και η αρχή λειτουργίας του έχει ως εξής:
Το ψυκτικό αέριο που έχει συμπιεσθεί και θερμανθεί από τον συμπιεστή, συμπυκνώνεται, μετατρέπεται δηλαδή σε υγρό στον συμπυκνωτή, ψυχόμενο από τον αέρα του περιβάλλοντος που περνά ανάμεσα στα πτερύγια των σωλήνων του συμπυκνωτή. Πιο συγκεκριμένα, ο συμπυκνωτής εξασφαλίζει τόσο στην αφυπερθέρμανση του ατμού του ψυκτικού μέσου, όσο και τη συμπύκνωσή του, καθώς και την υπόψυξη του ίδιου του υγρού.

- **Συλλέκτης ψυκτικού υγρού/συσσωρευτής** *(Σχ.8.21)*

Είναι δοχείο που αποθηκεύει το ψυκτικό υγρό και αφαιρεί από αυτό αφενός πιθανή υγρασία (νερό) - μέσω αφυγραντικών υλικών - και αφετέρου ξένα σωματίδια, όταν το ψυκτικό κυκλοφορεί μέσα στο σύστημα, σε περίπτωση που το τελευταίο χρησιμοποιεί εκτονωτική βαλβίδα. Σε περίπτωση, όμως, που το σύστημα χρησιμοποιεί τριχοειδή σωλήνα, τοποθετείται δοχείο που αναφέρεται ως συσσωρευτής, οπότε υπάρχει ανεξάρτητο φίλτρο για την αφύγρανση του ψυκτικού υγρού.

- **Εκτονωτική βαλβίδα/τριχοειδής σωλήνας.**

Η εκτονωτική βαλβίδα «στραγγαλίζει» (υποβιβάζει) την πίεση του ψυκτικού υγρού προς τον εξατμιστή, ελέγχοντας ταυτόχρονα το ποσό του ψυκτικού που περνά μέσα από αυτόν, καθορίζοντας

έτσι την ψυκτική ισχύ του συστήματος. Εναλλακτικά, χρησιμοποιείται σταθερός τριχοειδής σωλήνας (capillary tube), ο οποίος πάντως μειονεκτεί σε σχέση με τη βαλβίδα, διότι ένας παγοφραγμός του (φράξιμο) επιφέρει τη διακοπή της λειτουργίας του συστήματος ψύξης.

- **Εξατμιστής.**

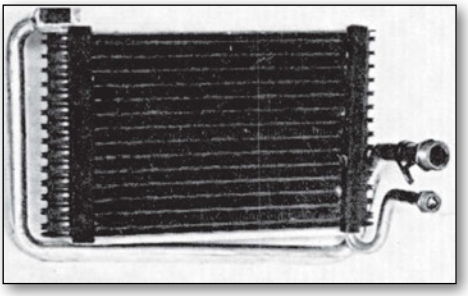
Η θερμότητα του εσωτερικού αέρα ο οποίος προωθείται (κυκλοφορεί) στο χώρο των επιβατών με τη βοήθεια του ανεμιστήρα, απορροφάται από το υγρό ψυκτικό μέσο το οποίο και ατμοποιείται, με αποτέλεσμα, καθώς αυτός (ο αέρας) περνά εξωτερικά των σωλήνων αλουνιμίου του εξατμιστή, να ψύχεται. Στο Σχ. 8.22, φαίνεται ένας κλασσικός τύπος εξατμιστή ή ατμοποιητή.

- **Βαλβίδες σέρβις αναρρόφησης και κατάθλιψης.**

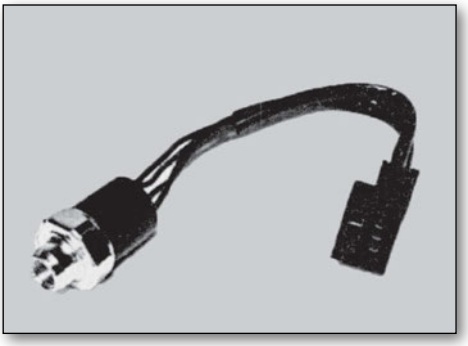
Από τις βαλβίδες αυτές γίνεται η πρόσθεση - φόρτιση (συμπλήρωση ή πλήρωση) και η αφαίρεση του ψυκτικού μέσου. Σημειώνεται ότι, για να λειτουργήσει σωστά μία ψυκτική διάταξη, πρέπει να έχει μέσα της τη συγκεκριμένη ποσότητα ψυκτικού μέσου, όπως αυτή προδιαγράφεται από τον κατασκευαστή.

- **Πρεσοστάτης τριών επιπέδων.**

Αυτός *(Σχ.8.23)* θέτει σε λειτουργία τον ηλεκτροκινητήρα του ανεμιστήρα του συμπυκνωτή, όταν το αυτοκίνητο είναι ακίνητο ή κινείται πολύ αργά λόγω κυκλοφοριακής συμφόρησης, ώστε να συμπυκνωθεί το ψυκτικό υγρό. Επίσης, ενεργοποιεί τον ηλεκτρομαγνητικό συμπλέκτη της τροχαλίας του συμπιεστή, όταν η πίεση (πλευρά υψηλής πίεσης) κατά την έναρξη λειτουργίας ή



Σχ.8.22 Εξατμιστής.



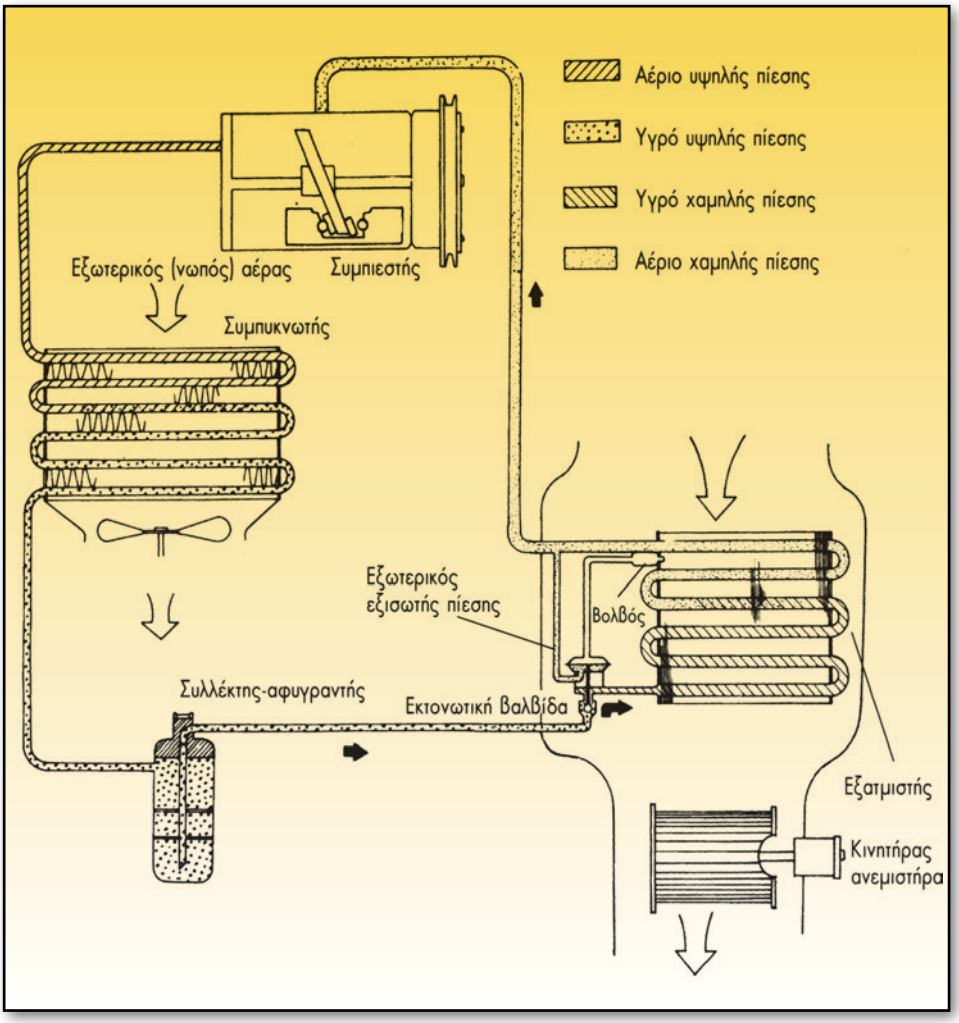
Σχ.8.23 Πρεσοστάτης τριών επιπέδων.

κατά την παύση του ανεμιστήρα του συμπυκνωτή, φθάσει σε πολύ υψηλές τιμές, όπως και όταν λόγω απωλειών ψυκτικού μέσου ή λόγω εξωτερικής θερμοκρασίας μικρότερης των 10° C - οπότε δεν υπάρχουν συνθήκες θερμικού φορτίου ικανοποιητικές για την εξάτμιση του ψυκτικού μέσου R12 ή R134α - η πίεση είναι μικρότερη συνήθως των 2,5 bar.

Σε περίπτωση που ο πρεσοστάτης δεν είναι τριών επιπέδων, περιλαμβάνεται επιπλέον μία ασφαλιστική βαλβίδα υψηλής πίεσης ή, εναλλακτικά, διάταξη πρεσοστάτη «υψηλής», για έλεγχο της πίεσης όταν αυτή φθάσει σε επικίνδυνες τιμές (συνήθως της τάξης των 20 bar).

8.5 Λειτουργία της ψυκτικής μονάδας

Εάν εμβαπτίζατε το δάκτυλό σας σε ένα ποτήρι με οινόπνευμα, αυτό θα κρύωνε (πάγωνε) γιατί το οινόπνευμα αφαιρεί θερμότητα από το δάκτυλό σας καθώς εξατμίζεται (μετατρέπεται σε αέριο).
Έτσι, λοιπόν, εάν ένα άλλο γρήγορα εξατμιζόμενο υγρό όπως το οινόπνευμα, τοποθετηθεί σε ένα δοχείο που βρίσκεται σε ένα κλειστό κιβώτιο, η θερμοκρασία του μέσα στο κιβώτιο θα πέσει. Αυτό συμβαίνει, διότι το οινόπνευμα ή το όμοιό του υγρό εξατμιζόμενο απορροφά τη θερμότητα εξάτμισής του από τον περιβάλλοντα αέρα του χώρου του



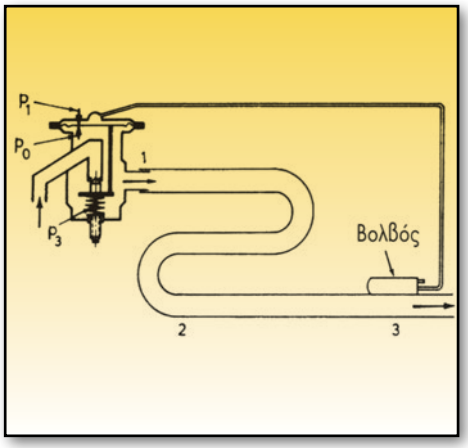
Σχ.8.24 Τυπικό διάγραμμα ψυκτικής μονάδας με συμπίεση ατμών.

κιβωτίου. Αν, λοιπόν, αυτό το εξατμισθέν υγρό περισυλλεγεί και ψυχθεί με κρύο αέρα ή νερό, δηλαδή εάν αφαιρεθεί η θερμότητά του, θα μετατραπεί και πάλι σε υγρό.

Κατ' επέκταση και το μηχάνημα ψύξης εργάζεται με την ίδια αρχή, το δε ψυκτικό υγρό που χρησιμοποιεί είναι το ψυκτικό μέσο R12 (R= Refrigerant: ψυκτικό μέσο) του οποίου η χημική σύσταση είναι: (CF_2CI_2 - δίχλωρο-δίφθορο-μεθάνιο). Τα τελευταία χρόνια, το χλώριο κυρίως, που περιέχεται στο R12, επειδή καταστρέφει το όζον της ατμόσφαιρας, έχει αντικατασταθεί από το μη επιβλαβές για το περιβάλλον ψυκτικό μέσο R134α (CH_2FCF_3 τετραφθορο-αιθάνιο). Ήδη από το 1993, υπάρχουν οδηγίες για τη διαδικασία μετατροπής των ψυκτικών διατάξεων κλιματισμού αυτοκινήτου από R12 σε R134α.

Συνεπώς, η θερμότητα στο χώρο των επιβατών απορροφάται από τον εξατμιστή, με αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας του αέρα, αφού μετατρέπεται αρχικά το ψυκτικό μέσο από υγρό σε αέριο και, κατόπιν, η θερμότητα αυτή αποβάλλεται μέσω του συμπυκνωτή προς το περιβάλλον, μετατρέποντας έτσι το ψυκτικό μέσο από αέριο πάλι σε υγρό. Μία τυπική ψυκτική μονάδα με συμπίεση ατμών φαίνεται στο Σχ. 8.24.

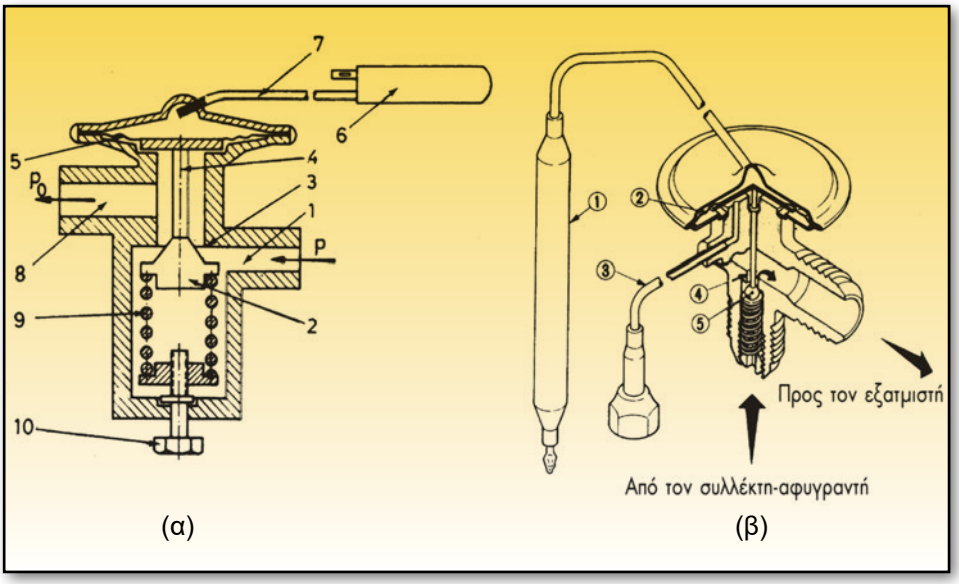
Συγκεκριμένα και συνοπτικά, μετά την έξοδό του από τον συμπυκνωτή, το ψυκτικό μέσο - το οποίο είναι υγρό - περνά από τον συλλέκτη-αφυγραντή, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, και φθάνει στην εκτονωτική βαλβίδα, η οποία ρυθμίζει ανάλογα την παροχή της μάζας του προς το στοιχείο ατμοποίησης (εξατμιστή).



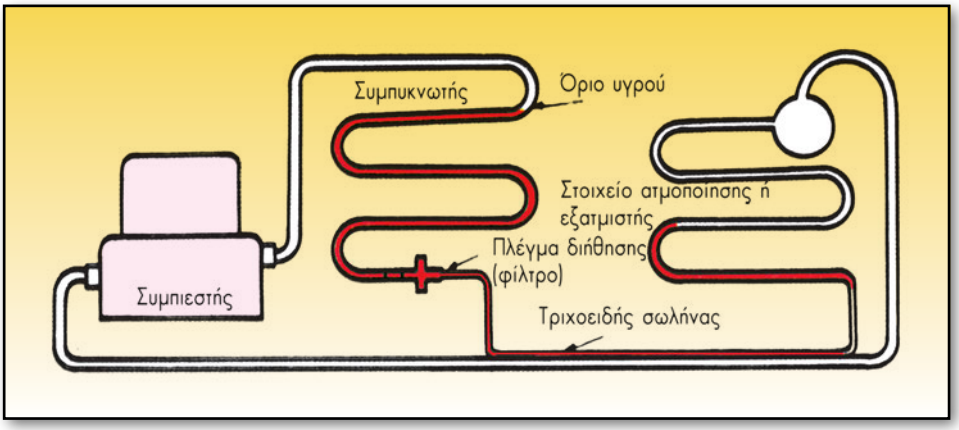
Σχ.8.25 Σχηματική διάταξη αρχής λειτουργίας θερμοστατικής βαλβίδας: Ρο πίεση ατμοποίησης, Ρ1 πίεση βολβού (αισθητηρίου), Ρ3 πίεση ελατηρίου.
1. Είσοδος ψυκτικού μέσου προς το στοιχείο ατμοποίησης. 2. Τέλος ατμοποίησης. 3. Θέση βολβού.

Στα σχήματα 8.25 και 8.26 αποδίδεται παραστατικά η αρχή λειτουργίας μιας θερμοστατικής εκτονωτικής βαλβίδας με εσωτερικό εξισωτή πίεσης. Έτσι, με αυτόν τον εξισωτή της πίεσης υπάρχει επικοινωνία του σημείου εξόδου του ψυκτικού μέσου από τη βαλβίδα, μέσω αγωγού που βρίσκεται στο σώμα της εκτονωτικής βαλβίδας, με το κάτω μέρος του διαφράγματος της βαλβίδας.

Σημειώνεται ότι, η ενέργεια της εκτονωτικής βαλβίδας συνίσταται στη μείωση της πίεσης του ψυκτικού μέσου («στραγγαλισμό»), με ταυτόχρονη αυξομείωση της παροχής ψυκτικού μέσου, μέσω μιας βελονοειδούς ή σφαιρικής βαλβίδας και της έδρας της. Η βελονοειδής ή σφαιρική αυτή βαλβίδα ενεργεί κατόπιν εντολής του



Σχ.8.26 (α) Αρχή λειτουργίας θερμοστατικής βαλβίδας εκτόνωσης.
1. Είσοδος υγρού ψυκτικού μέσου. 2. Βαλβίδα. 3. Έδρα βαλβίδας. 4. Στέλεχος βαλβίδας. 5. Διάφραγμα ή μεμβράνη. 6. Βολβός (αισθητήριο). 7. Σωληνίσκος. 8. Έξοδος. 9. Ελατήριο ρύθμισης υπερθέρμανσης. 10. Κοχλίας ρύθμισης υπερθέρμανσης.
(β) Θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα με διάφραγμα. Έχει σφαιρική βαλβίδα για μεγαλύτερη παροχή ψυκτικού μέσου.
1. Βολβός (αισθητήριο). 2. Διάφραγμα ή μεμβράνη. 3. Εξωτερικός εξισωτής πίεσης. 4. Έδρα βαλβίδας και άνοιγμα (διάκενο) διέλευσης ψυκτικού μέσου. 5. Σφαιρική βαλβίδα.



Σχ.8.27 Ψυκτική διάταξη με τριχοειδή σωλήνα.

διαφράγματος της εκτονωτικής βαλβίδας και ανάλογα με τις πιέσεις κατάθλιψης και αναρρόφησης που ασκούνται στο διάφραγμα της εκτονωτικής βαλβίδας, μέσω της πίεσης που δημιουργείται στον βολβό (αισθητήριο), ρυθμίζοντας έτσι την παροχή ψυκτικού μέσου με ταυτόχρονη ρύθμιση και της υπερθέρμανσης. Ο όρος υπερθέρμανση αναφέρεται στη διαφορά (αύξηση) θερμοκρασίας μεταξύ της θέσης του βολβού *(Σχ. 8.25 θέση 3)* και της θερμοκρασίας ατμοποίησης στο τέλος του στοιχείου ατμοποίησης (θέση 2). Η υπερθέρμανση αυτή αφορά την εκτονωτική βαλβίδα μόνο και όχι την υπερθέρμανση στην αναρρόφηση του συμπιεστή η οποία, φυσικά, είναι μεγαλύτερη από την πρώτη. Σημειώνεται, πάντως, ότι η υπερθέρμανση ρυθμίζεται με τον κοχλία 10 *[Σχ. 8.26(α)],* ανάλογα με την επιλογή που επιδιώκεται μέσα από τη συγκεκριμένη ψυκτική εγκατάσταση.

Εναλλακτικά, αντί εκτονωτικής βαλβίδας χρησιμοποιείται σταθερός τριχοειδής σωλήνας *(Σχ.8.27)*

Σκοπός του στοιχείου ατμοποίησης είναι η αφαίρεση θερμότητας από τον αέρα του χώρου των επιβατών και η απόδοσή της στο υγρό ψυκτικό μέσο, το οποίο αλλάζει φάση (κατάσταση) και γίνεται αέριο. Η αλλαγή φάσης γίνεται, γενικά, σε χαμηλή θερμοκρασία και σε χαμηλή πίεση του ψυκτικού μέσου.

Στη συνέχεια, ο ατμός του ψυκτικού μέσου με μικρή υπερθέρμανση αναρροφάται από τον συμπιεστή και καταθλίβεται στον συμπυκνωτή. Ο συμπιεστής διατηρεί σε κυκλοφορία το ψυκτικό μέσο μέσα στους αγωγούς και στις επιμέρους συσκευές της ψυκτικής εγκατάστασης, υπερνικώντας τόσο τις τριβές ροής του ίδιου του ψυκτικού, όσο και τη διαφορά πίεσης που επικρατεί μεταξύ του συμπυκνωτή και του στοιχείου ατμοποίησης (εξατμιστή). Ο συμπιεστής, όπως αναφέρθηκε, για να λειτουργήσει χρειάζεται μηχανική ενέργεια, η οποία δίδεται από τον κινητήρα του αυτοκινήτου.

Έτσι, ο συμπυκνωτής παραλαμβάνει το ψυκτικό μέσο με τη μορφή ατμού υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας, και με τη βοήθεια ρεύματος εξωτερικού αέρα μέσω ανεμιστήρα απορρίπτει προς το περιβάλλον τη θερμότητα του ατμού του ψυκτικού κύκλου, οπότε το ψυκτικό μέσο σταδιακά αλλάζει φάση και καταλήγει να εξέρχεται από τον συμπυκνωτή ως υγρό πλέον.

Στη συνέχεια, επαναλαμβάνεται ο ίδιος κύκλος λειτουργίας.

Πάντως, η ψυκτική εγκατάσταση έχει σωστή απόδοση, αν σε σχέση με την εξωτερική θερμοκρασία, η αντίστοιχη του αέρα - που εξέρχεται από τα στόμια προς τον χώρο των επιβατών - είναι μέσα στα πλαίσια του παρακάτω πίνακα:

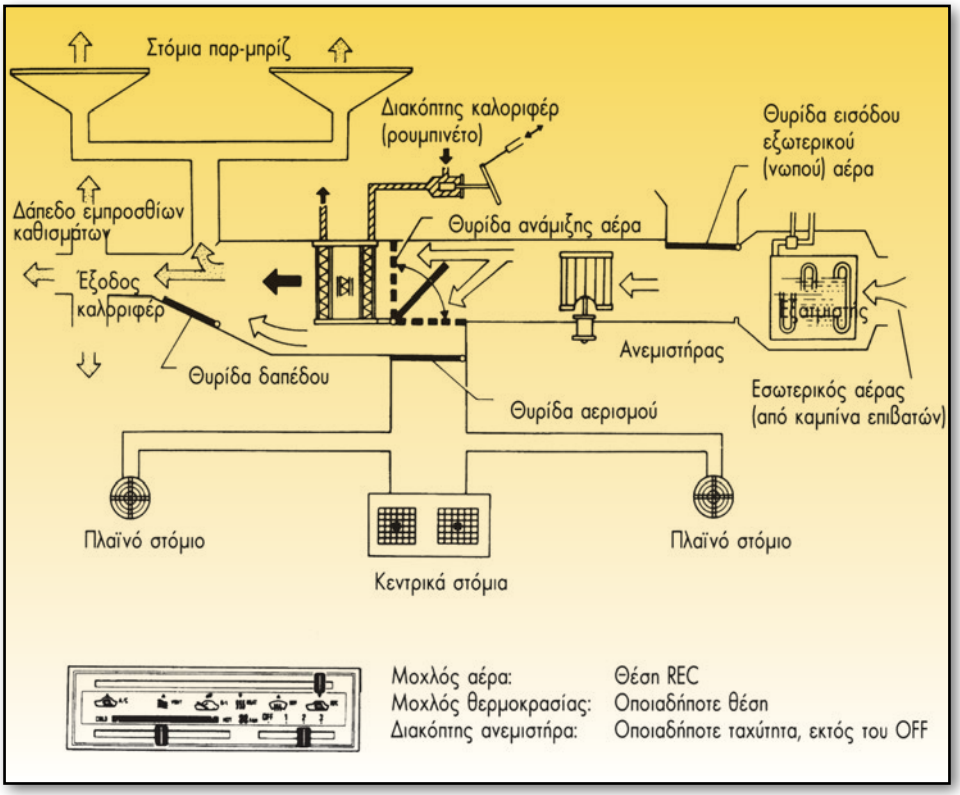
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	21° C	27° C	32° C	38° C	43° C
Θερμοκρασία προσαγόμενου αέρα στο χώρο των επιβατών	4° έως 7° C		6° έως 8° C		7° έως 10° C

Ας σημειωθεί, ότι η λειτουργία και η σύνθεση των ψυκτικών διατάξεων αποτελεί ιδιαίτερο κλάδο της μηχανολογίας που, λόγω της μεγάλης έκτασής της, δεν μπορεί να αποτελέσει λεπτομερές αντικείμενο του παρόντος βιβλίου.

Επίσης, στα σχήματα που ακολουθούν, φαίνεται η ροή του αέρα (εσωτερικού και εξωτερικού):

1. Κατά την ανακυκλοφορία του εσωτερικού αέρα, μόνον εντός του χώρου των επιβατών *(Σχ.8.28).*
2. Κατά την κυκλοφορία του, όταν λειτουργεί η ψυκτική μονάδα *(Σχ.8.29).* Σημειώνεται εδώ, ότι ο διακόπτης (ρουμπινέτο ή βάνα) του καλοριφέρ είναι κλειστός και ότι το ρελαντί του κινητήρα αυξάνεται για την αντιμετώπιση της ισχύος της ψυκτικής μονάδας, όταν αυτή εργάζεται στη φάση αυτή του ρελαντί. Η ενεργοποίηση του αυξανόμενου ρελαντί μπορεί και γίνεται με «κενό» (υποπίεση) προς τον «ενεργοποιητή γρήγορου ρελαντί», μέσω ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας η οποία ελέγχεται ηλεκτρονικά με μικροδιακόπτη.
3. Κατά την κυκλοφορία του εξωτερικού αέρα - στη φάση του αερισμού - με παράλληλη θέρμανσή του *(Σχ.8.30)* προς τα κεντρικά και πλαϊνά στόμια. Τονίζεται εδώ, ότι η θυρίδα ανάμιξης του αέρα συνδέεται με το διακόπτη του θερμού νερού (υγρού) προς το καλοριφέρ, και ελέγχεται, συνήθως, στα χειροκίνητα συστήματα, από το χειριστήριο της θερμοκρασίας στο ταμπλό του αυτοκινήτου.
4. Κατά την κυκλοφορία του εξωτερικού αέρα - με παράλληλη θέρμανσή του - προς τα κεντρικά και τα πλάγια στόμια, όπως και προς τα αντίστοιχα για το δάπεδο και το ξεθάμπωμα του παρ-μπριζ *(Σχ.8.31).* Σημειώνεται και εδώ, ότι η θυρίδα ανάμιξης του αέρα συνδέεται με το διακόπτη θερμού νερού προς το καλοριφέρ, και ελέγχεται, συνήθως, στα χειροκίνητα συστήματα από το χειριστήριο θερμοκρασίας στο ταμπλό του αυτοκινήτου.
5. Κατά την κυκλοφορία του εξωτερικού αέρα - με παράλληλη θέρμανσή του - προς τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ και προς τα αντίστοιχα του δαπέδου *(Σχ.8.32).* Στην προκειμένη περίπτωση, η θυρίδα ανάμιξης του αέρα συνδέεται με το διακόπτη του θερμού νερού προς το καλοριφέρ, και ελέγχεται, συνήθως, στα χειροκίνητα συστήματα από το χειριστήριο της θερμοκρασίας στο ταμπλό του αυτοκινήτου.
6. Κατά την κυκλοφορία του εξωτερικού αέρα με παράλληλη θέρμανσή του - προς τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπρίζ *(Σχ.8.33).* Συγκεκριμένα, η θυρίδα ανάμιξης αέρα συνδέεται με το διακόπτη θερμού νερού προς το καλοριφέρ, και ελέγχεται, συνήθως, σε χειροκίνητα συστήματα από το χειριστήριο της θερμοκρασίας στο ταμπλό του αυτοκινήτου.

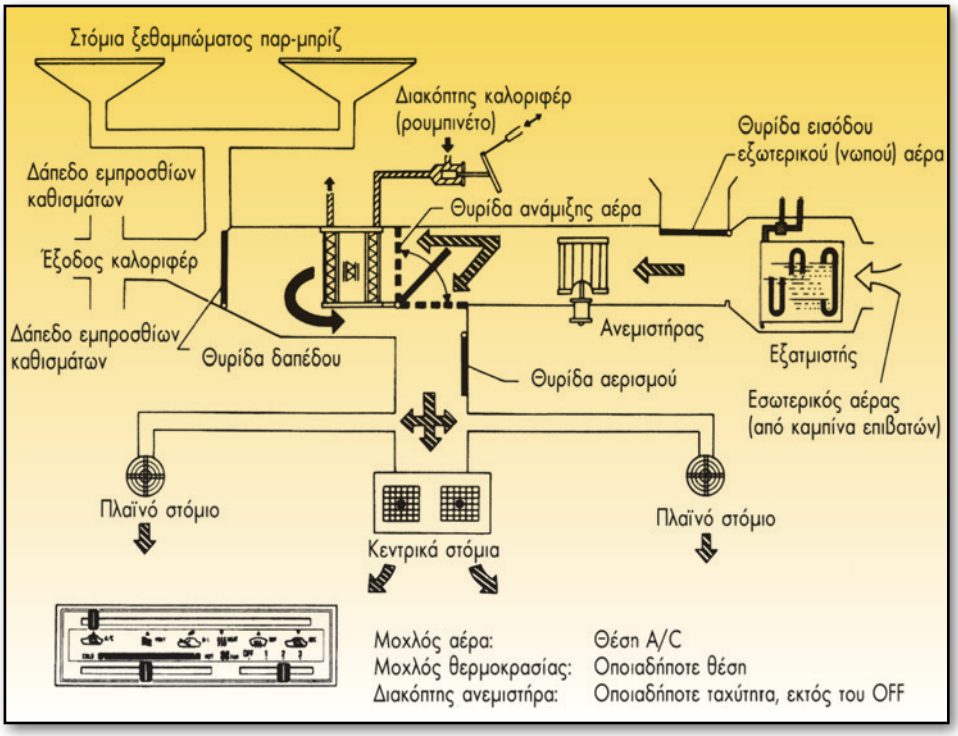
1. Θέση: REC (Ανακυκλοφορία του αέρα)



Σχ.8.28 Ανακυκλοφορία του αέρα στο χώρο των επιβατών.

Εξάρτημα	Περιγραφή
Θυρίδα εισόδου αέρα	Κλειστή στον εξωτερικό αέρα (εσωτερικός αέρας 100%)
Θυρίδα ανάμιξης αέρα και διακόπτης θερμού νερού (υγρού).	Η θυρίδα ανάμιξης αέρα είναι συνδεμένη με τον διακόπτη θερμού νερού και η θέση της ελέγχεται από τον μοχλό θερμοκρασίας. Το ποσό του αέρα που κυκλοφορεί μέσω του πυρήνα του καλοριφέρ, ελέγχεται από τη θυρίδα ανάμιξης, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα.
Θυρίδα αερισμού	Κλειστή προς τα κεντρικά στόμια
Θυρίδα δαπέδου	Τελείως ανοικτή προς την έξοδο του καλοριφέρ και τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ.
Κινητήρας ανεμιστήρα	ON (Διακόπτης ΕΝΤΟΣ λειτουργίας)
Συμπιεστής και ενεργοποιητής «γρήγορου» ρελαντί	OFF (Διακόπτης ΕΚΤΟΣ λειτουργίας)

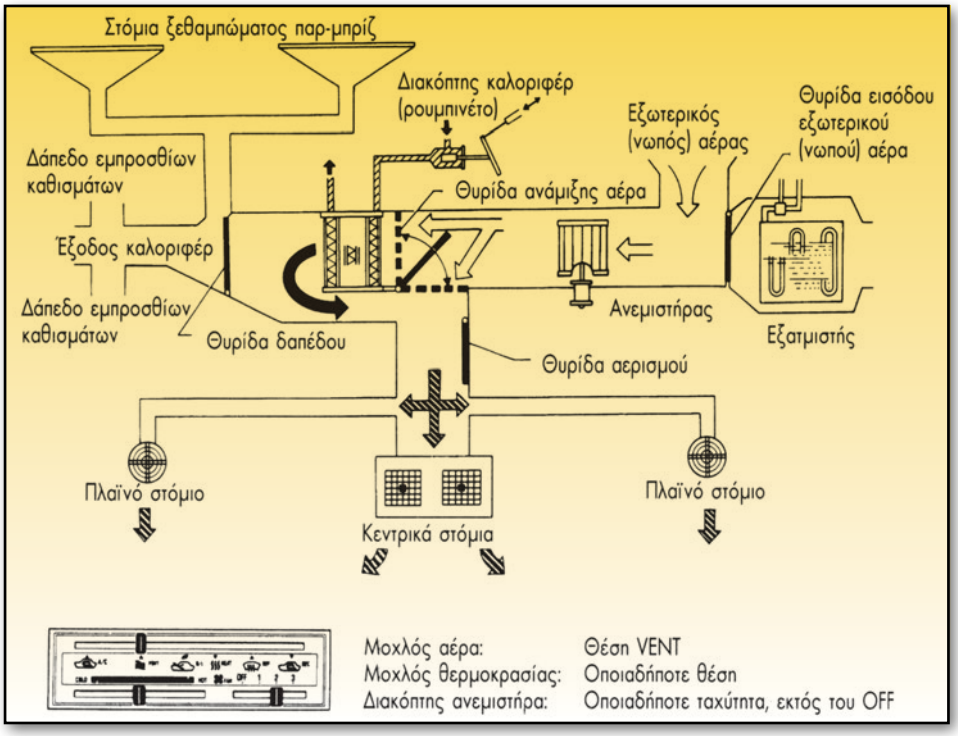
2. Θέση: A/C (Κυκλοφορία αέρα με θέση σε λειτουργία της ψυκτικής μονάδας)



Σχ.8.29 Κυκλοφορία αέρα στο εσωτερικό του αυτοκινήτου με λειτουργία της ψυκτικής μονάδας.

Εξάρτημα	Περιγραφή
Θυρίδα εισόδου εξωτ. αέρα	Κλειστή στον εξωτερικό αέρα (εσωτερικός αέρας 100%)
Θυρίδα ανάμιξης αέρα και διακόπτης θερμού νερού (υγρού).	Η θυρίδα ανάμιξης αέρα είναι συνδεμένη με τον διακόπτη θερμού νερού και η θέση της ελέγχεται από τον μοχλό θερμοκρασίας. Το ποσό του αέρα που κυκλοφορεί μέσω του πυρήνα του καλοριφέρ, ελέγχεται από τη θυρίδα ανάμιξης, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα.
Θυρίδα αερισμού	Ανοικτή προς τα κεντρικά και πλαϊνά στόμια
Θυρίδα δαπέδου	Κλειστή προς την έξοδο του καλοριφέρ και τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ.
Κινητήρας ανεμιστήρα	ON (Διακόπτης ΕΝΤΟΣ λειτουργίας)
Συμπιεστής και ενεργοποιητής «γρήγορου» ρελαντί	ON (Διακόπτης ΕΝΤΟΣ λειτουργίας) Εφαρμόζεται «κενό» (υποπίεση) στον ενεργοποιητή του «γρήγορου» ρελαντί, έτσι ώστε να ανοίξει την «πεταλούδα» του καρμπυρατέρ ελαφρώς, και να αυξήσει έτσι τον αριθμό στροφών του ρελαντί. Η εφαρμογή του «κενού» γίνεται από μία μαγνητική βαλβίδα, η οποία ελέγχεται ηλεκτρονικά με μικροδιακόπτη.

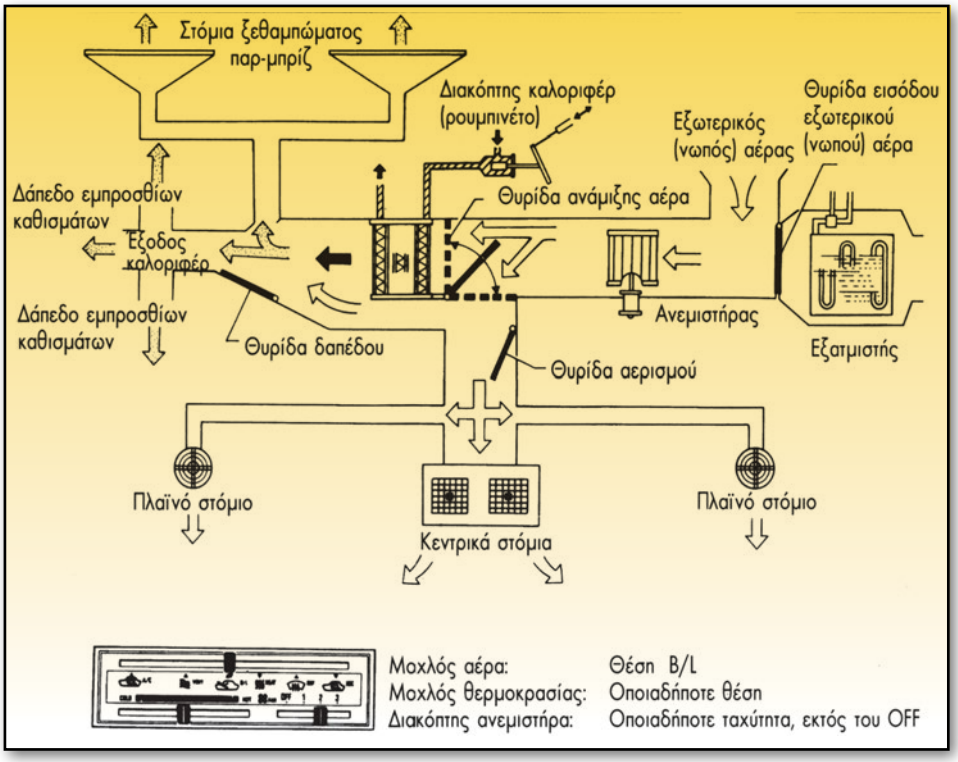
3. Θέση: VENT (Αερισμός)



Σχ.8.30 Αερισμός, με παράλληλη θέρμανση του αέρα, προς τα κεντρικά και πλαϊνά στόμια.

Εξάρτημα	Περιγραφή
Θυρίδα εισόδου αέρα	Ανοικτή στον εξωτερικό αέρα
Θυρίδα ανάμιξης αέρα και διακόπτης θερμού νερού (υγρού).	Η θυρίδα ανάμιξης αέρα είναι συνδεμένη με τον διακόπτη θερμού νερού και η θέση της ελέγχεται από τον μοχλό θερμοκρασίας. Το ποσό του αέρα που κυκλοφορεί μέσω του πυρήνα του καλοριφέρ, ελέγχεται από τη θυρίδα ανάμιξης, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα.
Θυρίδα αερισμού	Ανοικτή προς τα κεντρικά και πλαϊνά στόμια
Θυρίδα δαπέδου	Κλειστή προς την έξοδο του καλοριφέρ και τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ.
Κινητήρας ανεμιστήρα	ON (Διακόπτης ΕΝΤΟΣ λειτουργίας)
Συμπιεστής και ενεργοποιητής «γρήγορου» ρελαντί	OFF (Διακόπτης ΕΚΤΟΣ λειτουργίας)

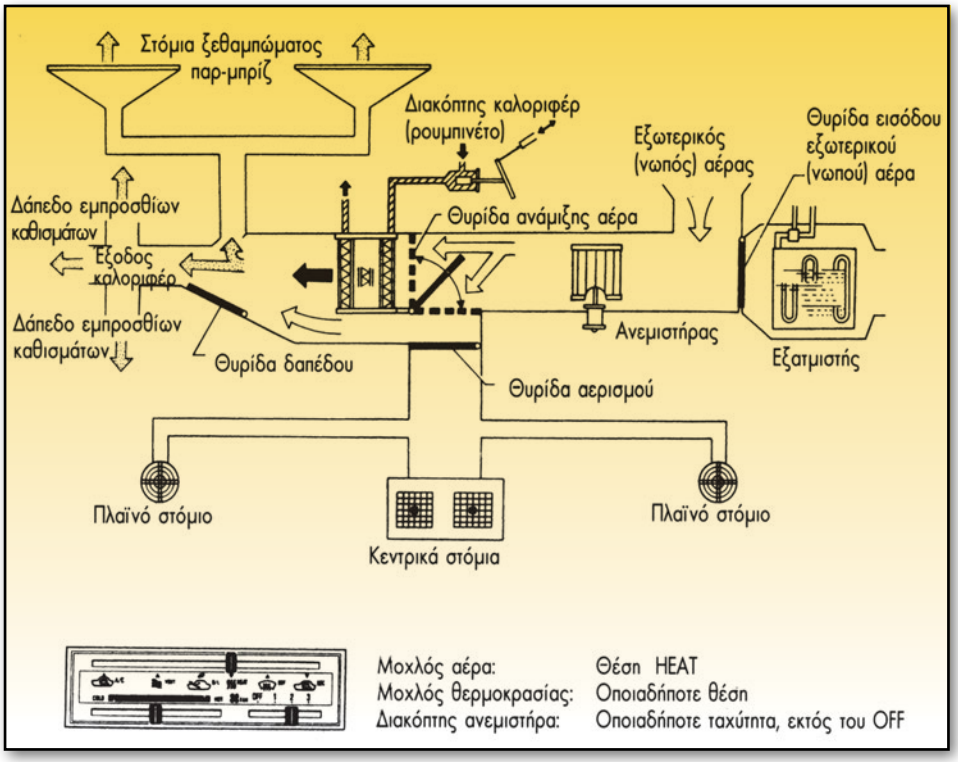
4. Θέση: B/L (Αερισμός - Θέρμανση - Ξεθάμπωμα)



Σχ.8.31 Κυκλοφορία εξωτερικού αέρα, με παράλληλη θέρμανσή του, προς τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ, προς τα κεντρικά και πλαϊνά στόμια.

Εξάρτημα	Περιγραφή
Θυρίδα εισόδου αέρα	Ανοικτή στον εξωτερικό αέρα
Θυρίδα ανάμιξης αέρα και διακόπτης θερμού νερού (υγρού).	Η θυρίδα ανάμιξης αέρα είναι συνδεμένη με τον διακόπτη θερμού νερού και η θέση της ελέγχεται από τον μοχλό θερμοκρασίας. Το ποσό του αέρα που κυκλοφορεί μέσω του πυρήνα του καλοριφέρ, ελέγχεται από τη θυρίδα ανάμιξης, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα.
Θυρίδα αερισμού	Ημι-ανοικτή προς τα κεντρικά και πλαϊνά στόμια
Θυρίδα δαπέδου	Τελείως ανοικτή προς την έξοδο του καλοριφέρ και τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ.
Κινητήρας ανεμιστήρα	ON (Διακόπτης ΕΝΤΟΣ λειτουργίας)
Συμπιεστής και ενεργοποιητής «γρήγορου» ρελαντί	OFF (Διακόπτης ΕΚΤΟΣ λειτουργίας)

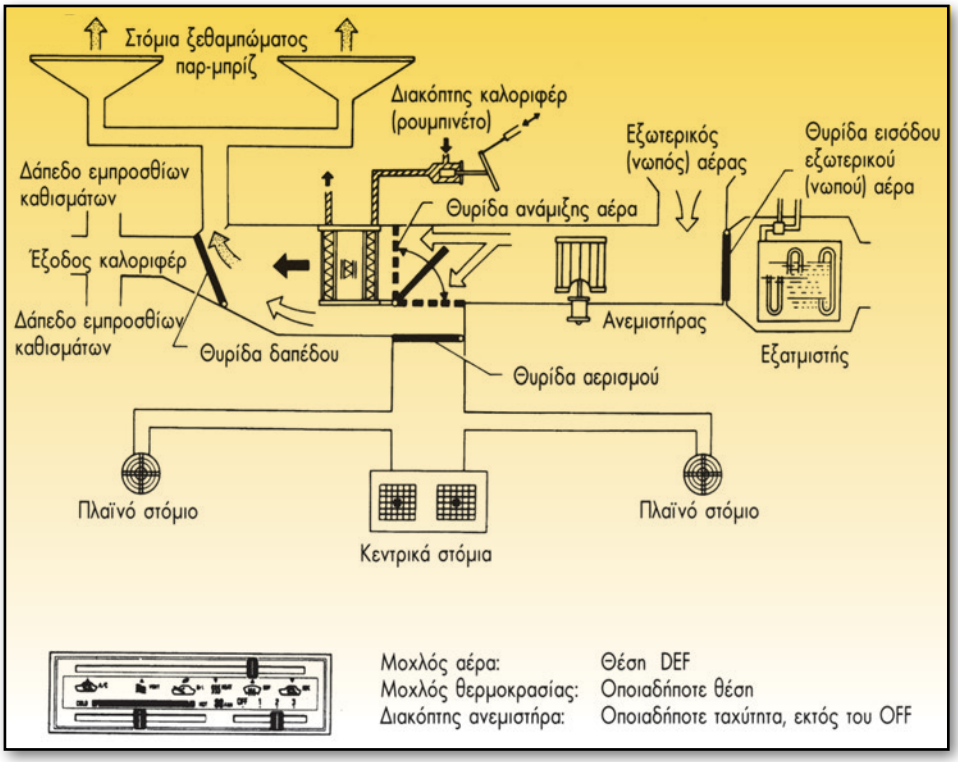
5. Θέση: HEAT (Θέρμανση)



Σχ.8.32 Κυκλοφορία εξωτερικού αέρα, με παράλληλη θέρμανσή του, προς τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ και προς τα στόμια για το δάπεδο.

Εξάρτημα	Περιγραφή
Θυρίδα εισόδου αέρα	Ανοικτή στον εξωτερικό αέρα
Θυρίδα ανάμιξης αέρα και διακόπτης θερμού νερού (υγρού).	Η θυρίδα ανάμιξης αέρα είναι συνδεμένη με τον διακόπτη θερμού νερού και η θέση της ελέγχεται από τον μοχλό θερμοκρασίας. Το ποσό του αέρα που κυκλοφορεί μέσω του πυρήνα του καλοριφέρ, ελέγχεται από τη θυρίδα ανάμιξης, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα.
Θυρίδα αερισμού	Κλειστή προς τα κεντρικά στόμια
Θυρίδα δαπέδου	Τελείως ανοικτή προς την έξοδο του καλοριφέρ και τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ.
Κινητήρας ανεμιστήρα	ON (Διακόπτης ΕΝΤΟΣ λειτουργίας)
Συμπιεστής και ενεργοποιητής «γρήγορου» ρελαντί	OFF (Διακόπτης ΕΚΤΟΣ λειτουργίας)

6. Θέση: DEF (Ξεθάμπωμα)



Σχ.8.33 Κυκλοφορία εξωτερικού αέρα, με παράλληλη θέρμανσή του, προς τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-μπριζ.

Εξάρτημα	Περιγραφή
Θυρίδα εισόδου αέρα	Ανοικτή στον εξωτερικό αέρα
Θυρίδα ανάμιξης αέρα και διακόπτης θερμού νερού (υγρού).	Η θυρίδα ανάμιξης αέρα είναι συνδεμένη με τον διακόπτη θερμού νερού και η θέση της ελέγχεται από τον μοχλό θερμοκρασίας. Το ποσό του αέρα που κυκλοφορεί μέσω του πυρήνα του καλοριφέρ, ελέγχεται από τη θυρίδα ανάμιξης, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία του προσαγόμενου αέρα.
Θυρίδα αερισμού	Κλειστή προς τα κεντρικά στόμια
Θυρίδα δαπέδου	Ανοικτή προς τα στόμια ξεθαμπώματος του παρ-πριζ.
Κινητήρας ανεμιστήρα	ON (Διακόπτης ΕΝΤΟΣ λειτουργίας)
Συμπιεστής και ενεργοποιητής «γρήγορου» ρελαντί	OFF (Διακόπτης ΕΚΤΟΣ λειτουργίας)

8.6. Βλάβες

Οι κυριότερες βλάβες του **καλοριφέρ** ενός αυτοκινήτου είναι:

1. Η ακανόνιστη παροχή θερμότητας παρά την κανονική λειτουργία του ανεμιστήρα, γεγονός που οφείλεται σε μειωμένη παροχή νερού (ψυκτικού υγρού) στο σύστημα ψύξης του κινητήρα ή και σε αντικανονική λειτουργία του θερμοστάτη.
2. Η ανεπαρκής παροχή θερμότητας παρά την κανονική λειτουργία του ανεμιστήρα, γεγονός που, συνήθως, οφείλεται, είτε σε αντικανονική λειτουργία του θερμοστάτη, είτε σε βλάβη του χειροκίνητου συστήματος ελέγχου της θερμοκρασίας στο ταμπλώ του αυτοκινήτου, είτε και σε εμπλοκή («κόλλημα») του διακόπτη θερμού νερού (ψυκτικού υγρού).
3. Η μηδενική παροχή θερμότητας ενώ ο ανεμιστήρας λειτουργεί κανονικά, γεγονός που οφείλεται, είτε σε έμφραξη του σωλήνα προσαγωγής, είτε σε έμφραξη του εναλλάκτη (ψυγείου), είτε και σε εμπλοκή («κόλλημα») του διακόπτη θερμού νερού (ψυκτικού υγρού), με αποτέλεσμα την είσοδο κρύου αέρα.
4. Η θορυβώδης λειτουργία του ανεμιστήρα, γεγονός πού είτε οφείλεται σε φθορά των ρουλεμάν του, είτε σε θραύση πτερυγίου της φτερωτής, είτε και σε αντικανονική τοποθέτηση του ανεμιστήρα στη βάση του.
5. Η διακοπή της λειτουργίας του ανεμιστήρα, γεγονός που οφείλεται, συνήθως, είτε σε βραχυκύκλωμα («κάψιμο») της ασφάλειας που είναι τοποθετημένη στον ανεμιστήρα ή σε ασφαλειοθήκη, είτε σε βραχυκύκλωμα («κάψιμο») του μοτέρ, είτε σε αντικανονική γείωση, είτε σε κατεστραμένο πυκνωτή, είτε σε αντικανονικές συνδέσεις, είτε και σε θραύση ή φθορά του διακόπτη στο ταμπλό του αυτοκινήτου.

Οι κυριότερες βλάβες της ψυκτικής μονάδας είναι:

1. Η ανεπαρκής ψύξη, συνήθως λόγω ύπαρξης μικρής ποσότητας ψυκτικού μέσου, ή λόγω απόφραξης του συμπυκνωτή ή του εξατμιστή.
2. Η θορυβώδης λειτουργία, που μπορεί να οφείλεται σε:
   - Μη ευθυγραμμισμένες τροχαλίες του συμπιεστή και του στροφαλοφόρου άξονα.
   - Σε ιμάντα χαλαρό, ή πολύ σφιγμένο ή φθαρμένο.
   - «Κτύπημα» του συμπιεστή, λόγω ύπαρξης μεγάλης ποσότητας ψυκτικού μέσου εντός του.
   - Χαλαρούς κοχλίες συγκράτησης του συμπιεστή στον κινητήρα.
   - Πρόβλημα του ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη.
   - Υπερβολική φθορά και ανοχές (τζόγο) του συμπιεστή.
   - Πρόβλημα των ψυκτρών του κινητήρα του ανεμιστήρα του καλοριφέρ.
3. Τα προβλήματα ηλεκτρικού χαρακτήρα, που μπορεί να οφείλονται:
   - Στην τροχαλία του ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη, όταν δεν λειτουργεί, συνήθως, είτε λόγω «καμένης» ασφάλειας προστασίας ή

κατεστραμμένου ρελέ, είτε λόγω κομμένης περιέλιξης, είτε λόγω κατεστραμμένου πρεσοστάτη, είτε λόγω τροφοδοσίας της περιέλιξης του ηλεκτρομαγνήτη με ρεύμα μικρότερης τάσης, είτε τέλος λόγω παρουσίας πίεσης κάτω από 1,5 έως 1,65 bar, στο κύκλωμα του ψυκτικού μέσου.

- Σε ολίσθηση («πατινάρισμα») της τροχαλίας του ηλεκτρομαγνητικού συμπλέκτη, γεγονός που, συνήθως, οφείλεται σε βραχυκύκλωμα της περιέλιξης του ηλεκτρομαγνήτη ή σε τροφοδοσία της περιέλιξης του ηλεκτρομαγνήτη με ρεύμα μικρότερης τάσης.
- Σε κακή λειτουργία του ηλεκτροκινητήρα του συμπυκνωτή και του καλοριφέρ, γεγονός που, συνήθως, οφείλεται είτε σε καμένη ασφάλεια προστασίας, είτε σε διακοπή ή βραχυκύκλωμα της περιέλιξης του κινητήρα.

8.7 Συντήρηση - έλεγχος - ρυθμίσεις

Στα διάφορα μοντέλα αυτοκινήτων εφαρμόζονται πολλά είδη συστημάτων ψυκτικών διατάξεων (air conditioning), η καλή λειτουργία των οποίων εξαρτάται από την ικανότητα του τεχνίτη - συντηρητή να ερμηνεύει τις ενδείξεις των πιέσεων της «κάσας μανομέτρων», που αποτελεί το κύριο εργαλείο του. Έτσι, λοιπόν, για τον έλεγχο, τη συντήρηση και τη ρύθμιση όλου αυτού του κυκλώματος, χρησιμοποιείται η κάσα μανομέτρων με την οποία γίνεται αντιληπτή οποιαδήποτε απόκλιση από τις κανονικές ενδείξεις που θα πρέπει να έχει μία σωστά λειτουργούσα διάταξη κλιματισμού.

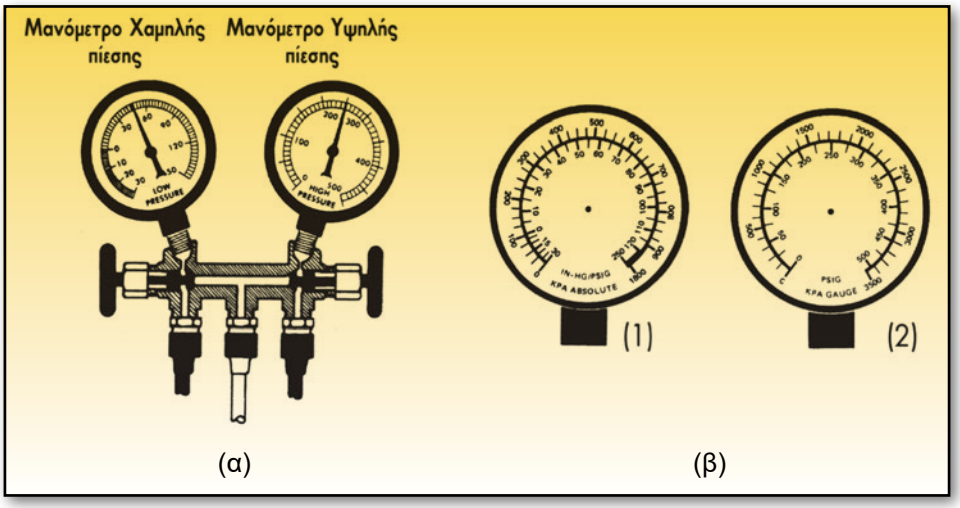
Συγκεκριμένα, στο Σχ. 8.34 φαίνεται, αφενός μεν μία κάσα μανομέτρων (α), που περιλαμβάνει μανόμετρο χαμηλής και μανόμετρο υψηλής πίεσης, αφετέρου δε τα επιμέρους μανόμετρα σε μετρικές και αγγλοσαξονικές μονάδες (β), από τα οποία το (1) μετρά τη χαμηλή πίεση της εγκατάστασης και το (2) την υψηλή.

Πάντως, για τη διατήρηση σε ετοιμότητα και καλή κατάσταση της ψυκτικής μονάδας, θα πρέπει αυτή να τίθεται σε λειτουργία τουλάχιστον μία ή δύο φορές το μήνα, κατά τις περιόδους που δεν χρησιμοποιείται συστηματικά.

Η διαδικασία διάγνωσης και αποκατάστασης βλαβών και ρυθμίσεων αναφέρεται στα επιμέρους εγχειρίδια λειτουργίας και επισκευών (Workshop και Service Manuals) των κατασκευαστών.

8.8 Ανακεφαλαίωση

- Ο κλιματισμός στα αυτοκίνητα εφαρμόστηκε για να προσφέρει άνεση και υγιεινό περιβάλλον παραμονής στον οδηγό και τους επιβάτες.
- Λέγοντας κλιματισμό εννοούμε, γενικά, τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του αερισμού σε κλειστούς χώρους.
- Παράμετροι, όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και ο αερισμός στο χώρο των επιβατών του αυτοκινήτου πρέπει να διατηρούνται σταθερά στο επίπεδο που απαιτείται, ενώ μία ενδεχόμενη αλλαγή τους εκ μέρους του οδηγού, πρέπει να γίνεται με τέτοια ρύθμιση, ώστε να μην ενοχλεί τους επιβάτες. Σε χώρους, λοιπόν, που είναι ερμητικά κλειστοί και στους



Σχ.8.34 Μανόμετρα κάσας μανομέτρων

οποίους υπάρχουν συγκεντρωμένοι πολλοί άνθρωποι, όπως π.χ. στα αυτοκίνητα, όταν τα καιρικά φαινόμενα δεν επιτρέπουν το άνοιγμα των παραθύρων, οι συνθήκες περιβάλλοντος γίνονται γρήγορα δυσάρεστες για τους επιβάτες και μειώνουν την ικανότητα του οδηγού, αφού προκαλούν κόπωση και υπνηλία.

- Έτσι, δημιουργήθηκαν στα αυτοκίνητα, αρχικά, συστήματα με ελεγχόμενο αερισμό. Η διαδικασία προσαγωγής του αέρα στο χώρο των επιβατών του αυτοκινήτου, είτε με τη βοήθεια ανεμιστήρα, είτε με τη φυσική ροή από την κίνηση του αυτοκινήτου, αναφέρεται ως αερισμός, ενώ η εξαγωγή του αέρα από το χώρο του αμαξώματος, μέσω θυρίδων που παραμένουν μονίμως ανοικτές, αναφέρεται ως εξαερισμός.
- Στο σύστημα αερισμού, που είναι βασικό για τον κλιματισμό, τοποθετούνται «εναλλάκτες θερμότητας», δηλαδή θερμαντικά ή ψυκτικά στοιχεία.
- Η λειτουργία των κινητήρων εσωτερικής καύσης αφήνει μεγάλα ποσά θερμότητας, τόσο στα καυσαέρια (περίπου 33%), όσο και στο υγρό της ψύξης (περίπου 33%). Ένα, λοιπόν, μέρος της θερμότητας αυτής, που απάγεται από το υγρό ψύξης του κινητήρα, επαρκεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση του χώρου των επιβατών.
- Η θέρμανση επιτυγχάνεται με παροχή θερμού νερού (υγρού) προς το καλοριφέρ του αυτοκινήτου μέσω διακόπτη που ελέγχεται, είτε χειροκίνητα από τον οδηγό, είτε αυτόματα μέσω προρύθμισης. Ταυτόχρονα, χρησιμοποιείται και ανεμιστήρας ο οποίος ωθεί νωπό αέρα που περνά μέσα από το καλοριφέρ και θερμαινόμενος καταλήγει στο χώρο των επιβατών.
- Ο πλήρης κλιματισμός του αυτοκινήτου με την προσθήκη μονάδας ψύξης του αέρα, είναι σήμερα ένας από

τους απαραίτητους εξοπλισμούς του αυτοκινήτου και μπορεί να θεωρηθεί και ως σύστημα ενεργητικής ασφάλειας ενός οχήματος, σε περίπτωση ακραίων θερμοκρασιών περιβάλλοντος, με την έννοια ότι διατηρεί σε εγρήγορση τον οδηγό.

- Για να εξασφαλισθεί η προώθηση επαρκούς ποσότητας του αέρα, είτε για τη θέρμανση, είτε για την ψύξη, τοποθετείται στους αεραγωγούς ένας ηλεκτρικός κινητήρας με τρεις ή τέσσερις ταχύτητες.
- Η κατανομή του αέρα στο εσωτερικό του αμαξώματος γίνεται με στόμια, τα οποία βρίσκονται, συνήθως, γύρω από τον πίνακα οργάνων (ταμπλό) του αυτοκινήτου.

8.9 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Ποιος ο ρόλος του αερισμού σ' ένα αυτοκίνητο;
2. Ποια τα κύρια μέρη του συστήματος του αερισμού και της θέρμανσης σ' ένα αυτοκίνητο;
3. Ποιος ο ρόλος της θέρμανσης και της ψύξης του αέρα στο χώρο των επιβατών του αυτοκινήτου;
4. Ποια τα κύρια μέρη της ψυκτικής μονάδας του αυτοκινήτου;
5. Να γίνει περιγραφή του ψυκτικού κύκλου με τη χρήση σχετικού λειτουργικού διαγράμματος.
6. Ποιες οι κυριότερες βλάβες του καλοριφέρ;
7. Ποιες οι κυριότερες βλάβες της ψυκτικής διάταξης του αυτοκινήτου;
8. **Ατομική εργασία**

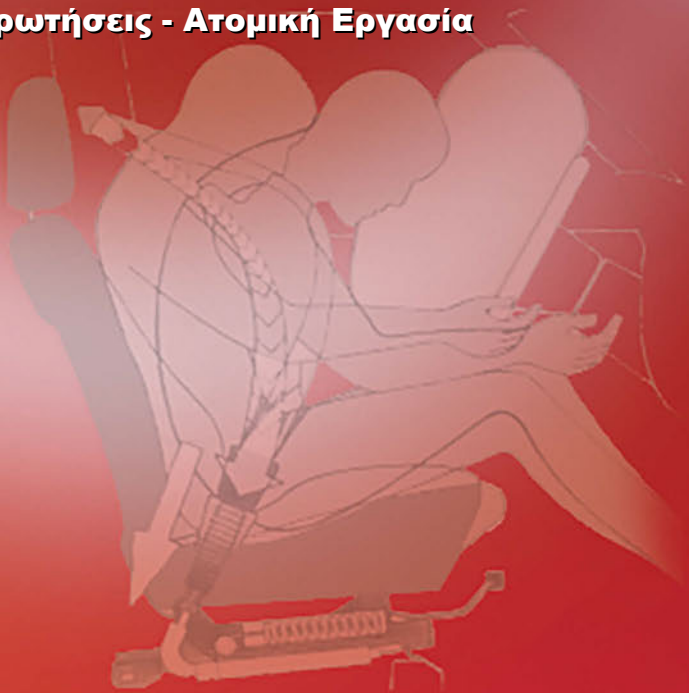
   Να δείτε, εξετάζοντας προσεκτικά είτε το οικογενειακό σας αυτοκίνητο είτε τα αυτοκίνητα του «εργαστηρίου αυτοκινήτων» του σχολείου σας, τη διαδρομή - πορεία του αέρα για:
   - Το σύστημα αερισμού - εξαερισμού.
   - Το σύστημα θέρμανσης (καλοριφέρ).
9. **Ατομική εργασία**

   Να συλλέξετε πληροφορίες, εξετάζοντας προσεκτικά είτε το οικογενειακό σας αυτοκίνητο είτε αυτοκίνητο του «εργαστηρίου αυτοκινήτων» του σχολείου σας που διαθέτει κλιματισμό για:
   - Τι είδους ψυκτικό μέσο χρησιμοποιείται και σε ποια ποσότητα.
   - Τι είδους συμπιεστή φέρει.
   - Τι βαθμού αυτοματισμό διαθέτει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Συστηματα Παθητικης Ασφαλειας

- Εσωτερική ασφάλεια αμαξώματος
- Αντίσταση των εσωτερικών τοιχωμάτων
- Ζώνες ασφαλείας
- Αερόσακοι
- Διάφορα
- Μέτρα ασφαλείας
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική Εργασία



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τα μέρη - εξαρτήματα από τα οποία αποτελούνται τα συστήματα της παθητικής ασφάλειας.
- Να μπορούν να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας των συστημάτων αυτών.
- Να αναφέρουν τα μέτρα ασφαλείας για εργασίες που γίνονται σε οχήματα με συστήματα παθητικής ασφάλειας.

9.1 Γενικά

Ασφάλεια του αυτοκινήτου θεωρείται το σύνολο των μέτρων που λαμβάνονται από τις δημόσιες αρχές κάθε χώρας και τα μέσα που διατίθενται από τους κατασκευαστές των αυτοκινήτων για τη μείωση του αριθμού των οδικών ατυχημάτων.

Έτσι, μπορούμε να ταξινομήσουμε την ασφάλεια του αυτοκινήτου σε τρεις κατηγορίες:

α) Ασφάλεια πρωτογενής ή Ενεργητική

β) Ασφάλεια δευτερεύουσα ή Παθητική

γ) Ασφάλεια τριτογενής ή Πρώτες Βοήθειες.

Πιο αναλυτικά:

- **Ασφάλεια Ενεργητική**

Είναι το σύνολο των μέτρων και των μέσων που τίθενται στη διάθεση του οδηγού και των επιβατών με σκοπό να αποτρέψουν να λάβει χώρα το ατύχημα. Μπορούμε να πούμε, δηλαδή, ότι αυτά ήδη αποτελούν την ασφάλεια, πριν συμβεί ένα ενδεχόμενο ατύχημα.

- **Ασφάλεια Παθητική**

Είναι το σύνολο των μέτρων και των μέσων, τα οποία παρεμβαίνουν κατά τη διάρκεια του ατυχήματος και προορίζονται για τον περιορισμό των σοβαρών σωματικών βλαβών του πληρώματος του οχήματος.

- **Ασφάλεια Πρώτων Βοηθειών**

Είναι το σύνολο των μέτρων, τα οποία διευκολύνουν την παρέμβαση της υπηρεσίας των «Πρώτων Βοηθειών» μετά το ατύχημα και τα οποία αποσκοπούν, αφενός στην ταχεία έξοδο των τραυματιών - θυμάτων από το τρακαρισμένο όχημα και αφετέρου στην επείγουσα μεταφορά τους στα πλησιέστερα νοσοκομεία.

- **Παρεμβάσεις**

Τα μέτρα και τα μέσα που λαμβάνονται στα πλαίσια και των τριών αυτών μορφών Ασφάλειας, μπορεί να αφορούν

είτε το εσωτερικό του οχήματος, είτε το εξωτερικό του περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα:

1. Παρεμβάσεις ενεργητικής ασφάλειας:

α. Παρεμβάσεις εξωτερικές του οχήματος:

- Βελτίωση της κατασκευής των δρόμων.
- Εκπαίδευση των οδηγών.
- Έλεγχοι για χρήση αλκοόλ από τους οδηγούς (alcotest).
- Εξαφάνιση των σκοτεινών σημείων στους δρόμους, με επαρκή φωτισμό.
- Έλεγχοι της Τροχαίας για παραβάσεις του Κ.Ο.Κ. κλπ.

β. Παρεμβάσεις εσωτερικές του οχήματος

- Αύξηση της ορατότητας.
- Βελτίωση του κρατήματος (πρόσφυσης) των οχημάτων στο δρόμο.
- Βελτίωση του φωτισμού των οχημάτων.
- Βελτίωση της άνεσης της οδήγησης κ.λ.π.

2. Παρεμβάσεις Παθητικής ασφάλειας

α. Παρεμβάσεις εξωτερικές του οχήματος:

Εγκατάσταση μπαρών ασφαλείας, κατά μήκος των δρόμων.

β. Παρεμβάσεις εσωτερικές του οχήματος:

- Βελτίωση της κατασκευής του αμαξώματος.
- Εγκατάσταση αποτελεσματικών μέσων συγκράτησης των επιβαινόντων στα καθίσματα τους.
- Επένδυση του θαλάμου (καμπίνας) των επιβατών με υλικά που απορροφούν ομαλά τις κρούσεις (υλικά ελεγχόμενης παραμόρφωσης) κλπ.

3. Παρεμβάσεις Πρώτων Βοηθειών

α. Παρεμβάσεις εξωτερικές:

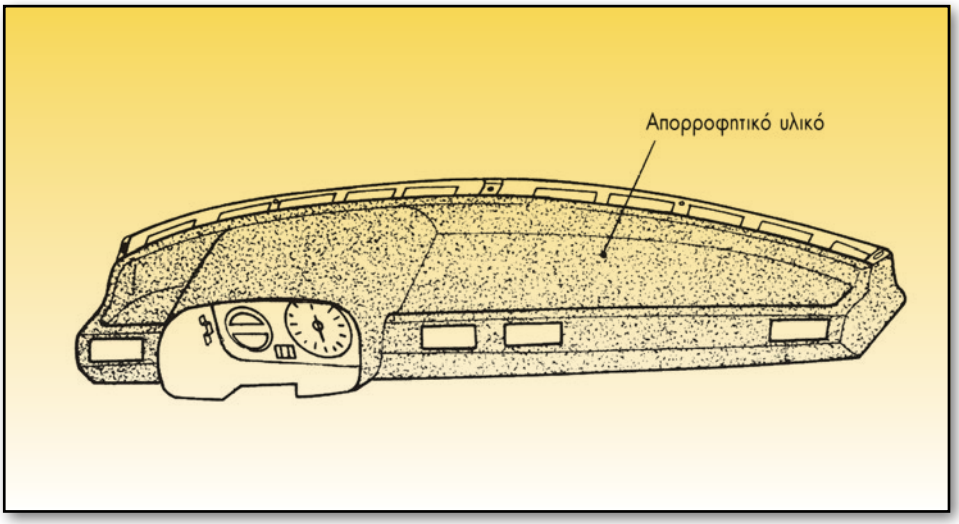
- Διάθεση σύγχρονων, εξοπλισμένων και γρήγορων οχημάτων Πρώτης Βοήθειας.
- Διάθεση ελικοπτέρων.
- Διάθεση κινητών μονάδων ταχείας επέμβασης (Πυροσβεστικών - Μηχανοκίνητων κ.λ.π.)

β. Παρεμβάσεις εσωτερικές:

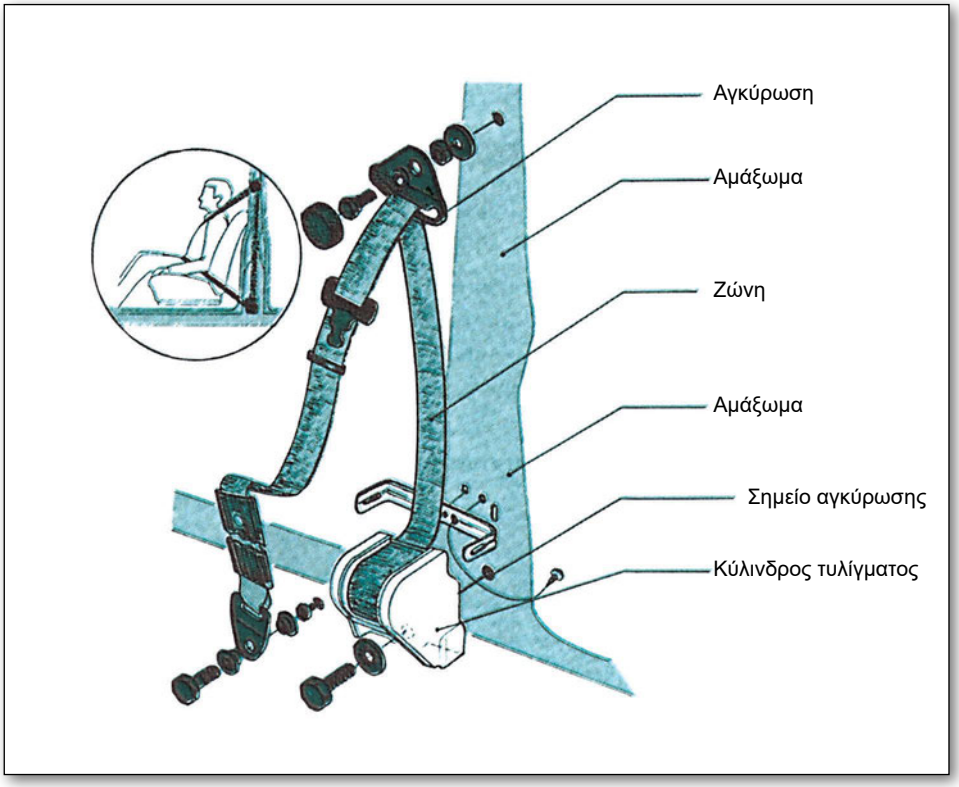
Κατασκευή του αμαξώματος με τέτοιο τρόπο που να επιτρέπει τον εύκολο απεγκλωβισμό του πληρώματος (τραυματιών, θυμάτων) αλλά και του φορτίου του οχήματος.

9.2 Εσωτερική ασφάλεια αμαξώματος

Η μελέτη που καταγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, απέδειξε ότι πρέπει να δίδεται από τους κατασκευαστές ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την επένδυση των εσωτερικών τοιχωμάτων του οχήματος με υλικά όχι σκληρά, αλλά αφρώδη-μαλακά τα οποία συντελούν, ώστε η ταχύτητα πρόσκρουσης των επιβαινόντων σ' αυτά να μειώνεται βαθμιαία, με σκοπό να πολλαπλασιάζονται οι πιθανότητες μικρών μόνο τραυματισμών, κατά τις συγκρούσεις του οχήματος.



Σχ.9.1 Πίνακας οργάνων με πλαίσιο από απορροφητικό υλικό.



Σχ.9.2 Ζώνη ασφαλείας με τρία (3) σημεία αγκύρωσης.

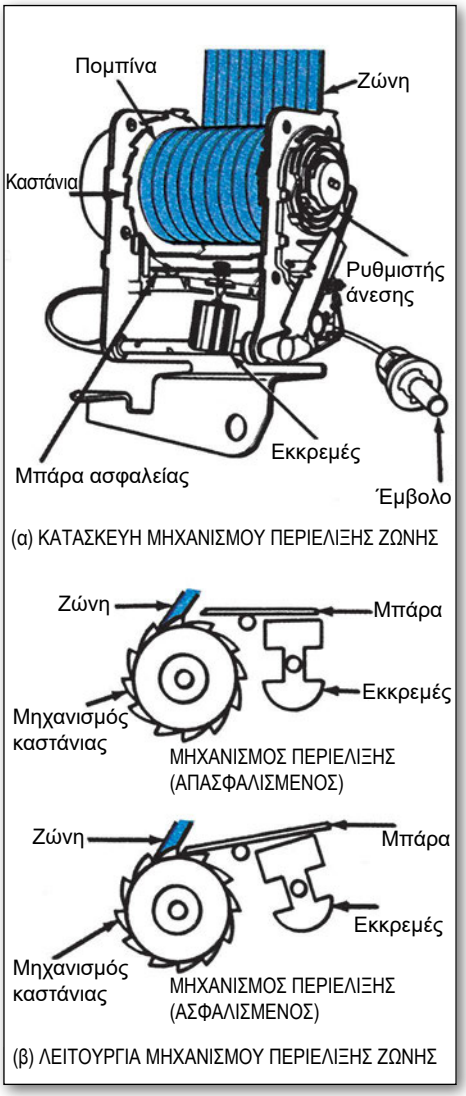
9.2.1 Αντίσταση των εσωτερικών τοιχωμάτων

Για τη μείωση, λοιπόν, των συνεπειών των συγκρούσεων, οι κατασκευαστές διαμορφώνουν τα εσωτερικά τοιχώματα των αυτοκινήτων όχι με σκληρά υλικά, αλλά με απορροφητικά (πορώδη - αφρώδη), και ιδιαίτερα, τα πιο επικίνδυνα για τραυματισμούς τμήματα της καμπίνας *(Σχ.9.1)*.

9.2.2 Ζώνες ασφαλείας

Το πλήρωμα που είναι μέσα στη, θεωρητικά, απαραμόρφωτη καμπίνα ασφαλείας (κελί επιβίωσης ή κλωβός ασφαλείας) του οχήματος, είναι προστατευμένο από σύνθλιψη, λόγω της αντοχής αυτής της ίδιας της καμπίνας. Για να αποτραπούν, όμως, όλες οι πιθανές σωματικές βλάβες, πρέπει η μετακίνηση των επιβατών, από τη θέση τους να είναι όσο το δυνατό μικρότερη. Αν, λοιπόν, αυτή η συνθήκη ικανοποιηθεί, δεν θα υπάρχει πρόσκρουση του πληρώματος στα εσωτερικά τοιχώματα του οχήματος (παρ-μπρίζ, τιμόνι, ταμπλό, πόρτες κ.λ.π.). Όμως η δυνατότητα αυτή, πρακτικά, προϋποθέτει τη σταθερή διατήρηση του πληρώματος επάνω στη θέση του με ζώνες ασφαλείας *(Σχ.9.2)*.
Παράλληλα, για να υπάρχει μια άνεση οδήγησης από πλευράς οδηγού και μεταφοράς των επιβατών, η ζώνη ασφαλείας αφήνει ένα κενό ανάμεσα σ' αυτήν και το σώμα, ενώ για να επιτραπεί στον οδηγό να έχει μία ακόμη αναπαυτική οδήγηση αλλά και στο πλήρωμα μία ανετότερη μεταφορά, οι κατασκευαστές επινόησαν και χρησιμοποιούν πλέον τις παρακάτω εξελιγμένες - βελτιωμένες μορφές ζωνών ασφαλείας:

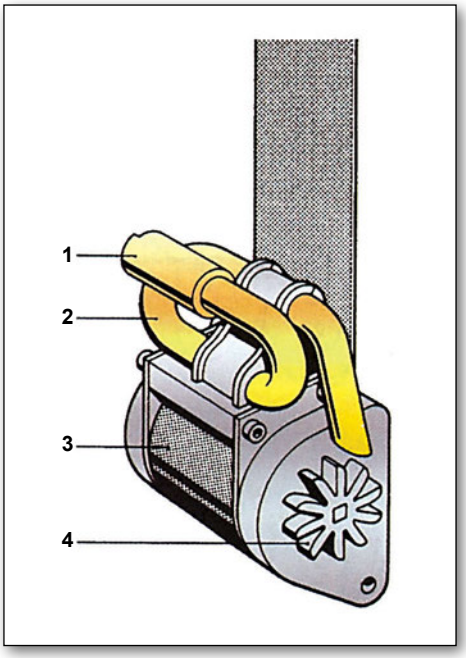
1. **Ζώνες ασφαλείας που ασφαλίζουν αυτόματα, με μηχανισμό ασφάλισης ευαίσθητο στην αδράνεια** και συνιστούν μορφή παθητικής ασφάλειας *(Σχ.9.2)*. Αυτές οι ζώνες



Σχ.9.3 Κατασκευή και λειτουργία ευαίσθητου αδρανειακά-μηχανισμού, που ασφαλίζει τη ζώνη, κατά τη σύγκρουση του οχήματος.

επιτρέπουν στον οδηγό και το συνοδηγό να μετακινούνται αργά, ενώ μπλοκάρουν όταν η ελάττωση της ταχύτητας του οχήματος ξεπεράσει μία κρίσιμη τιμή. Τόσο η λειτουργία, όσο και η κατασκευή του μηχανισμού αυτού φαίνονται στο Σχήμα 9.3.

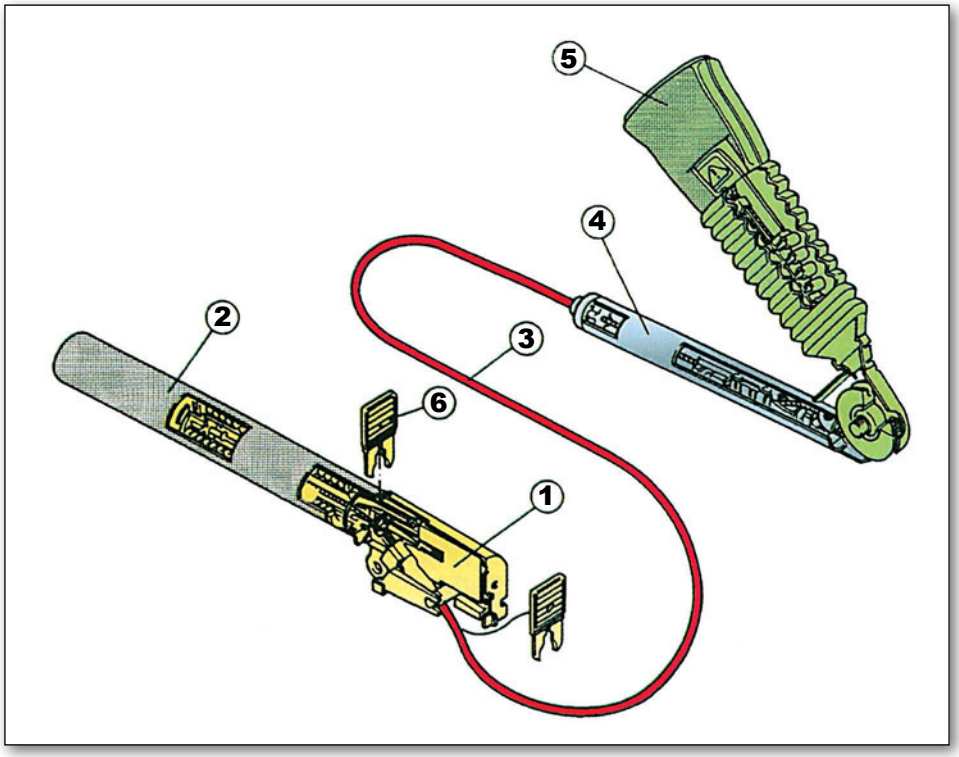
2. **Αυτόματες ζώνες ασφαλείας, με πυροκροτητή, και υψηλής ταχύτητας σύσφιξης,** που συνιστούν μορφή παθητικής ασφάλειας. Αυτές οι ζώνες συσφίγγονται με την ταυτόχρονη έκρηξη ενός γεμίσματος (κάψουλας), με την εξής διαδικασία: Με την επίδραση μιας σύγκρουσης, γίνεται έναυση (έκρηξη) της συγκεκριμένης κάψουλας που περιέχει πυρίτιδα, και προκαλείται έτσι απότομο περιτύλιγμα της ζώνης, με άμεσο επακόλουθο τη μείωση στο ελάχιστο του κενού μεταξύ αυτής και του σώματος, επιφέποντας τελικά την καλύτερη σταθεροποίηση (συγκράτηση) του σώματος του επιβάτη στο κάθισμά του (Σχ.9.4).



Σχ.9.4 Αυτόματη ζώνη ασφαλείας υψηλής ταχύτητας σύσφιγξης.
1. Θήκη με κάψουλα πυρίτιδας, θάλαμος ώσης και έμβολο, 2. Σωλήνας, 3. Άξονας περιτυλίγματος, 4. Πτερωτή στροβίλου (τουρμπίνας)

Πιο αναλυτικά, η αρχή λειτουργίας της συγκεκριμένης ζώνης ασφαλείας έχει ως εξής: Μετά από μια μετωπική σύγκρουση προκαλείται ένας ηλεκτρικός παλμός που κάνει την πυρίτιδα της κάψουλας να εκραγεί. Έτσι, δημιουργείται υψηλή πίεση που ωθεί το έμβολο μέσα στο σωλήνα που είναι γεμάτος με υδραυλικό υγρό, το οποίο προκαλεί το σκίσιμο μιας στεγανοποιητικής μεμβράνης στο άλλο άκρο του σωλήνα. Αυτό, λοιπόν, το υδραυλικό υγρό εκτοξεύεται με μεγάλη ταχύτητα στα πτερύγια της τουρμπίνας από ένα ακροφύσιο στο άκρο του σωλήνα, οπότε η περιστροφή της τουρμπίνας περιστρέφει τον άξονα περιτυλίγματος της ζώνης και, έτσι, η ζώνη συσφίγγεται.

3. **Αυτόματες ζώνες ασφαλείας με σύστημα προεντατήρα,** που συνιστούν μορφή παθητικής ασφάλειας *(Σχ.9.5)*. Αυτές τοποθετούνται συνήθως στα εμπρός καθίσματα των επιβατών. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται σε ένα μηχανικό εντατήρα ο οποίος επενεργεί στο μηχανισμό της ζώνης αναλαμβάνοντας να τη μαζέψει κατά 8 έως 10cm, σε περίπτωση σύγκρουσης. Η ενεργοποίηση του συστήματος γί-



Σχ.9.5 Ζώνη ασφαλείας με προεντατήρα.
1. Αισθητήρας επιβράδυνσης, 2. Σωλήνας εκτόνωσης ελατηρίου, 3. Συρματόσχοινο, 4. Ασφάλεια, 5. Κλείστρο ζώνης, 6. Ασφάλεια.

νεται με ένα αισθητήρα, μόνον όταν η ταχύτητα της σύγκρουσης του οχήματος υπερβαίνει μια κρίσιμη τιμή (περίπου 15km/h). Το πλεονέκτημα του συστήματος αυτού είναι η μείωση της απόστασης που διανύει η ζώνη λόγω αδράνειας. Μάλιστα, σε πολλά οχήματα, υπάρχει προειδοποιητικό σήμα για τη ΜΗ ασφάλιση (δέσιμο) της ζώνης ασφαλείας από το πλήρωμα, ενώ άλλα οχήματα δεν εκκινούν εάν δεν φορεθούν οι ζώνες ασφαλείας, και αυτό, επειδή η λειτουργία των αερόσακων χωρίς ασφάλιση των ζωνών, είναι επικίνδυνη για τους επιβάτες.

Σχ.9.6 Ζώνη ασφαλείας με σύστημα προεντατήρα και αερόσακο.

9.2.3 Αερόσακοι

Οι αερόσακοι (μαξιλαράκια αέρος) συνιστούν και αυτοί μορφή παθητικής ασφάλειας. Οι σάκοι αυτοί φουσκώνουν ακαριαία, τη στιγμή της σύγκρουσης και προστατεύουν «αγκαλιάζοντας» το πλήρωμα του οχήματος *(Σχ.9.7, Σχ.9.8 και Σχ.9.9)*.

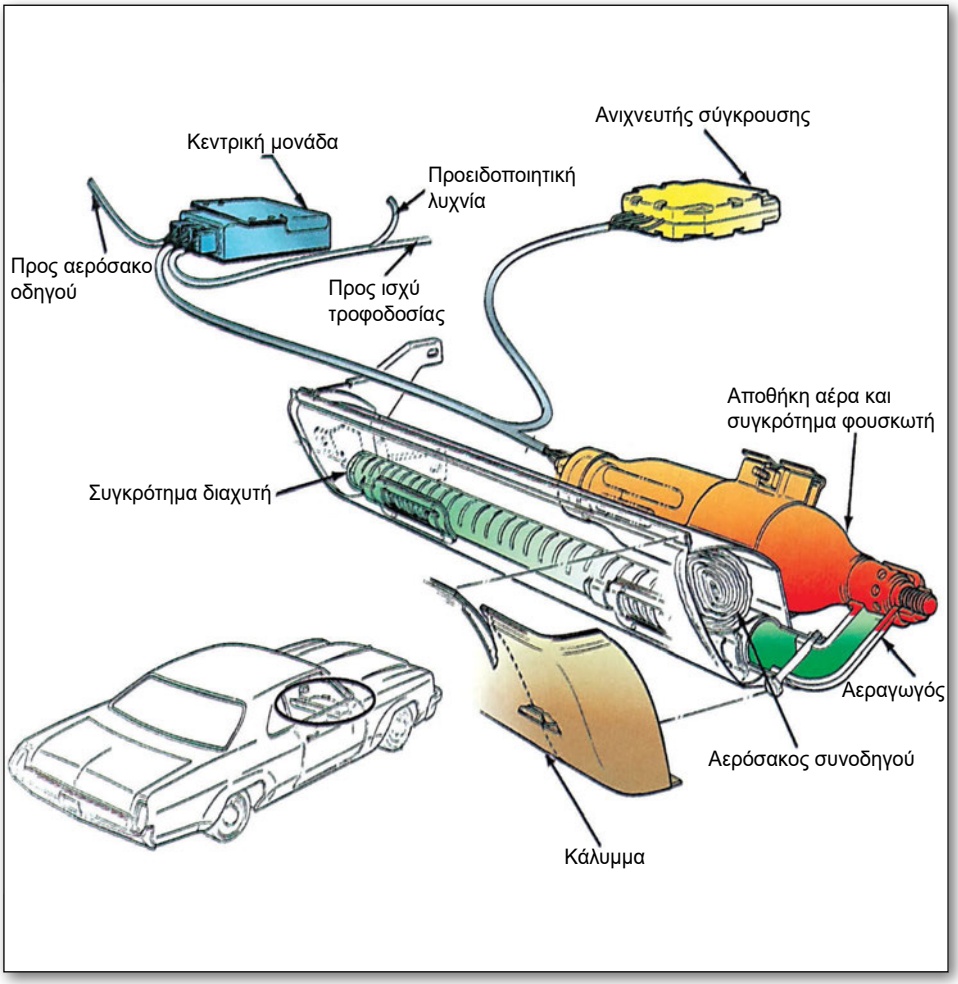
Σχ.9.7 Αερόσακος προστασίας από μετωπική σύγκρουση.

Σχ.9.8 Λειτουργία του αερόσακου της θέσης του οδηγού.

Η λειτουργία ενός αερόσακου της θέσης του οδηγού, φαίνεται και στο παρακάτω Σχήμα 9.8.

Πιο αναλυτικά:

Οι αερόσακοι ανήκουν στο «παθητικό» σύστημα ασφαλείας, το οποίο, αρχικά, περιελάμβανε ένα αερόσακο για κάθε άτομο και ήταν τοποθετημένος στο τιμόνι για τον οδηγό, και στο ταμπλό για τον συνοδηγό. Έτσι, προστάτευε δύο άτομα από μετωπική σύγκρουση, ενώ σήμερα, τα οχήματα μπορεί να έχουν μέχρι και τρεις αερόσακους για κάθε άτομο (εμπρός για προφύλαξη από μετωπική σύγκρουση), στα πλάγια (πόρτες ή κάθισμα) για προφύλαξη από πλάγια σύγκρουση, και στην οροφή για προφύλαξη από ανατροπή του οχήματος).

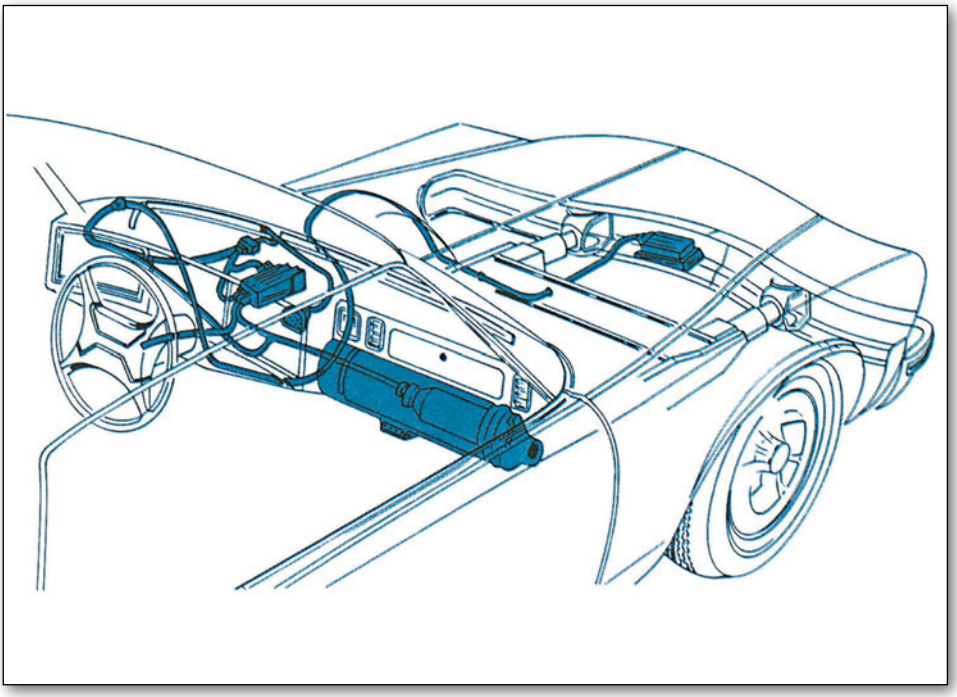


Σχ.9.9 Σύστημα αερόσακων.

Η αρχή λειτουργίας του αερόσακου είναι απλή, όπως αναφέραμε και παραπάνω: Κατά τη στιγμή της σύγκρουσης, οι αερόσακοι φουσκώνουν και λειτουργούν σαν ένα μαλακό μαξιλάρι από αέρα στον οδηγό και στον συνοδηγό, κατά την απότομη κίνησή τους προς τα εμπρός, ενώ αμέσως μετά ξεφουσκώνουν, συμβάλλοντας στην απελευθέρωσή τους. Όλος ο χρόνος λειτουργίας του μηχανισμού διαρκεί μόλις 4/10sec από τη στιγμή της σύγκρουσης και η ενεργοποίηση των αερόσακων γίνεται από ένα ανιχνευτή σύγκρουσης, ο οποίος κλείνει ένα διακόπτη μετά από απότομη επιβράδυνση, οπότε οι αερόσακοι φουσκώνουν απότομα (στιγμιαία). Μετά το χρόνο των 4/10sec, οι αερόσακοι αρχίζουν και ξεφουσκώνουν. Στο Σχήμα 9.9 φαίνεται η εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος. Ο αερόσακος του οδηγού είναι μέσα στο τιμόνι, ενώ στο Σχήμα 9.10 φαίνεται η εγκατάσταση ενός πλήρους συστήματος αερόσακου με τα εξαρτήματά του.

9.2.4 Διάφορα

Εκτός από τις ζώνες ασφαλείας και τους αερόσακους, υπάρχουν και άλλα μέσα που διαθέτει το όχημα και τα οποία συμβάλλουν στην ασφάλεια τόσο του ίδιου, όσο και του πληρώματός του. Ορισμένα, μάλιστα, από αυτά που αναφέρονται παρακάτω, έχουν αναλυθεί σε προηγούμενα κεφάλαια, ενώ άλλα απλώς θα αναφερθούν, όπως για παράδειγμα:



Σχ.9.10 Θέσεις των εξαρτημάτων του αερόσακου.

- Οι απορροφητές ενέργειας των προφυλακτήρων.
- Το σύστημα που προειδοποιεί ότι η πόρτα είναι ανοικτή.
- Το σύστημα κινδύνου (αλάρμ).
- Το σύστημα πέδησης (φρένων) και το σύστημα ABS.
- Το σύστημα διεύθυνσης.
- Οι αυτόματοι διακόπτες και οι ασφάλειες του ηλεκτρικού συστήματος.
- Ο έλεγχος του συστήματος εκπομπής καυσαερίων.
- Οι προβολείς, τα φλας, και τα στοπ.
- Όλα τα ενδεικτικά όργανα του ταμπλό του αυτοκινήτου.
- Η θέση του νεκρού σημείου (NEUTRAL) του αυτόματου κιβωτίου ταχυτήτων.
- Το κλείδωμα του συστήματος διεύθυνσης, όταν ο διακόπτης έναυσης είναι στη θέση OFF.
- Τα ελαστικά των τροχών.
- Οι υαλοκαθαριστήρες των παρπρίζ και τα τζάμια ασφαλείας.
- Το σύστημα αντιολίσθησης των τροχών (A.S.R.).
- Το σύστημα ελέγχου της πίεσης του αέρα των τροχών.
- Το σύστημα αποφυγής σύγκρουσης με προπορευόμενο όχημα που λειτουργεί με ακτίνες λέιζερ (LASER) και υπολογιστή κλπ.

9.3 Μέτρα ασφαλείας

Τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται για εργασίες που εκτελούνται σε οχήματα με συστήματα παθητικής ασφάλειας, είναι τα εξής:

α. Για τις αυτόματες ζώνες ασφαλείας και υψηλής ταχύτητας σύσφιγξης, αλλά και για τις αντίστοιχες με σύστημα προεντατήρα, πρέπει να ακολουθούμε πιστά τα μέτρα ασφαλείας που δίδει ο κάθε κατασκευαστής στο αντίστοιχο βιβλίο περί «Συντήρησης των ζωνών ασφαλείας».

β. Για το σύστημα των αερόσακων, και κατά τη συντήρηση και κατά την επισκευή τους, ενεργούμε ως εξής:

1. Πριν από τη συντήρηση ή επισκευή, το σύστημα πρέπει να αφοπλισθεί (σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή).
2. Αποσυνδέουμε το καλώδιο του αρνητικού πόλου (-) του συσσωρευτή και επί πλέον εκφορτίζουμε για 30 λεπτά το εφεδρικό σύστημα λειτουργίας των αερόσακων.
3. Για να αντικαταστήσουμε ένα αισθητήρα, ελέγχουμε τουλάχιστον δύο φορές εάν το σύστημα είναι αφοπλισμένο.
4. Φοράμε ελαστικά γάντια και γυαλιά.
5. Πριν από κάθε εργασία συγκόλλησης, ελέγχουμε εάν το σύστημα είναι αφοπλισμένο.
6. Κρατάμε τους βραχίονες των χεριών μας έξω από τις ακτίνες του τιμονιού.
7. Εάν ο αερόσακος είναι ελαττωματικός ή το όχημα πρέπει να αποσυναρμολογηθεί, τότε ο αερόσακος πρέπει να απενεργοποιηθεί.
8. Κατά τη μεταφορά ενός μη ενεργοποιημένου αερόσακου, αυτός

και το κάλυμμά του δεν πρέπει να «βλέπουν» προς το σώμα μας.

9. Δεν προσπαθούμε να επισκευάσουμε το οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος, εάν αυτό δεν προβλέπεται από τον κατασκευαστή.
10. Δεν τροφοδοτούμε με ηλεκτρική ενέργεια κανένα τμήμα του συστήματος, εάν αυτό δεν προβλέπεται από τον κατασκευαστή.
11. Γενικά, θα πρέπει να μη διστάζουμε να περιεργαζόμαστε τον εξοπλισμό του αερόσακου, να προσπαθούμε να τον συντηρούμε και να τον επισκευάζουμε, εφόσον ακολουθούμε πιστά τις οδηγίες του κατασκευαστή.

9.4 Ανακεφαλαίωση

- Η ασφάλεια του αυτοκινήτου είναι το σύνολο των μέτρων που λαμβάνονται και των μέσων που διατίθενται για την αποφυγή ατυχημάτων. Διακρίνεται στην «ενεργητική» ασφάλεια (που περιλαμβάνει μέτρα και μέσα που λαμβάνονται πριν λάβει χώρα ένα ενδεχόμενο ατύχημα), στην παθητική ασφάλεια (που περιλαμβάνει το σύνολο των μέσων και των μέτρων τα οποία παρεμβαίνουν κατά τη διάρκεια του ατυχήματος) και στην ασφάλεια των «Πρώτων Βοηθειών» (που είναι το σύνολο των μέσων και μέτρων, τα οποία διευκολύνουν την παρέμβαση της Υπηρεσίας των Πρώτων Βοηθειών, μετά το ατύχημα).
  Και στις τρεις αυτές περιπτώσεις, τα μέτρα και τα μέσα που λαμβάνονται, μπορεί να αφορούν τόσο το ίδιο το όχημα, όσο και το εξωτερικό του περιβάλλον.
- Τα κυριότερα μέσα της παθητικής ασφάλειας είναι οι αυτόματες ζώνες ασφαλείας και οι αερόσακοι.
- Όταν εκτελούμε εργασίες σε οχήματα που έχουν συστήματα παθητικής ασφάλειας, πρέπει να λαμβάνουμε τα αναγκαία μέτρα ασφαλείας και να εργαζόμαστε, ΠΑΝΤΟΤΕ, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή για την αποφυγή τυχόν ατυχημάτων.

9.5 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

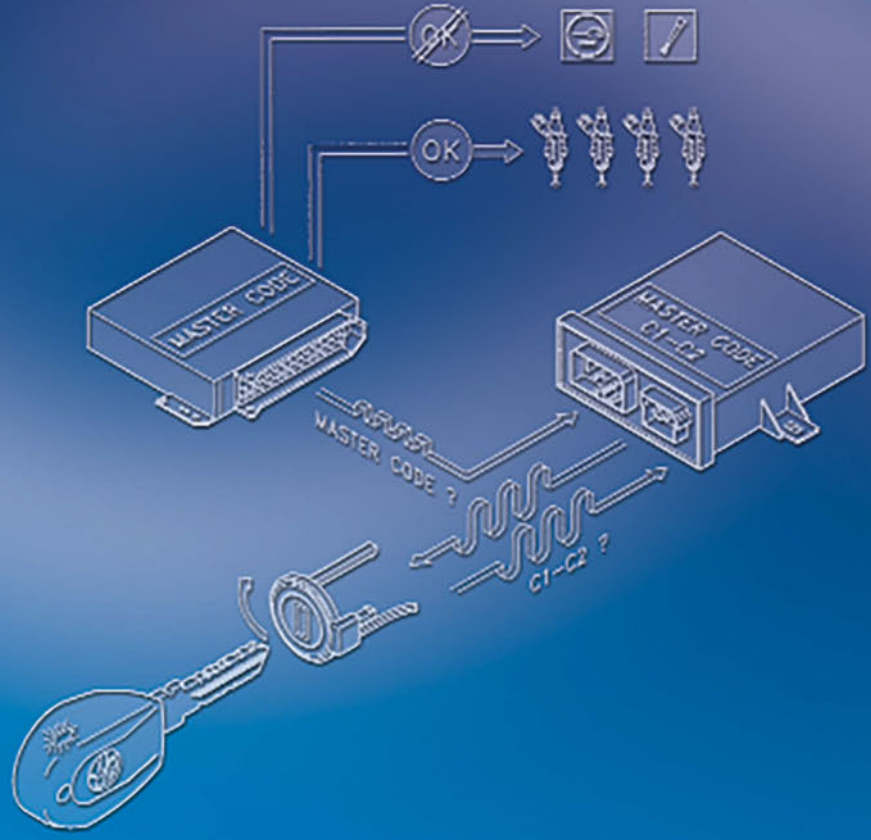
1. Ποια τα τρία είδη ασφάλειας των αμαξωμάτων και πώς αυτά ορίζονται;
2. Ποιος ο σκοπός των ζωνών ασφαλείας; Να αναφέρεις παραδείγματα με τα αποτελέσματα συγκρούσεων οχημάτων, των οποίων το πλήρωμα φορούσε ή δεν φορούσε ζώνες ασφαλείας.
3. Ποια τα τρία είδη των αυτομάτων ζωνών ασφαλείας και ποια η αρχή λειτουργίας της κάθε μίας;
4. Περιγράψτε την αρχή λειτουργίας των αερόσακων.
5. Ποια τα κυριότερα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται κατά τις εργασίες σε ένα όχημα, που διαθέτει παθητικά συστήματα ασφαλείας;
6. Ποια άλλα συστήματα (εκτός των ζωνών ασφαλείας και αερόσακων) ανήκουν, κατά τη γνώμη σας, στο σύστημα ασφαλείας ενός οχήματος;
7. **Ατομική εργασία**

   Εάν έχεις τη δυνατότητα, εξέτασε τον εξοπλισμό του συστήματος των αερόσακων ενός οχήματος και σημείωσε τις θέσεις των εξαρτημάτων τους στο σημειωματάριό σου. Κράτησε, επίσης, σημειώσεις για κάθε άλλη ενδιαφέρουσα παρατήρηση και πληροφορία σχετικά με τους αερόσακους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Αντικλεπτικα Συστηματα

- Είδη αντικλεπτικών συστημάτων
- Περιγραφή του Immobilizer
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις - Ατομική Εργασία



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΑΝΤΙΚΛΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
«Ακινητοποιητής κινητήρα» (Immobilizer)

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να ορίζουν το αντικλεπτικό σύστημα Immobilizer.
- Να εξηγούν, μέσα από σχηματικές παραστάσεις, τον τρόπο λειτουργίας του συγκεκριμένου συστήματος.

10.1 Είδη αντικλεπτικών συστημάτων

Σήμερα, τα πλέον διαδεδομένα αντικλεπτικά συστήματα, που προστατεύουν το αυτοκίνητο από κλοπή, είναι:

α) Ο «συναγερμός», ή επί το ορθότερο αντικλεπτικό σύστημα, το σύστημα, δηλαδή, εκείνο το οποίο μόλις αντιληφθεί, μέσω των αισθητήρων του, απόπειρα κλοπής διακόπτει την ηλεκτροδότηση διαφόρων κυκλωμάτων του αυτοκινήτου και ειδοποιεί με ήχο (σειρήνα) ή/και με οπτικό σήμα (φώτα συναγερμού - αλάρμ). Επίσης, μέσω του συναγερμού μπορεί να εκτελούνται και άλλες λειτουργίες, όπως είναι ο τηλεχειρισμός, η επιβεβαίωση ενεργοποίησης - απενεργοποίησης του συστήματος συναγερμού, ο έλεγχος του κεντρικού κλειδώματος, η ενεργοποίηση του ίδιου του συναγερμού μέσω αισθητήρων, η αυτοτροφοδοσία του, ο εντοπισμός του αυτοκινήτου σε περίπτωση κλοπής.

β) Ο «ακινητοποιητής κινητήρα» (immobilizer), το σύστημα, δηλαδή, εκείνο που επιτρέπει τη λειτουργία του κινητήρα μόνο όταν του δοθεί ένα συγκεκριμένο κωδικοποιημένο σήμα.

10.2 Περιγραφή του Immobilizer

Πιο αναλυτικά:

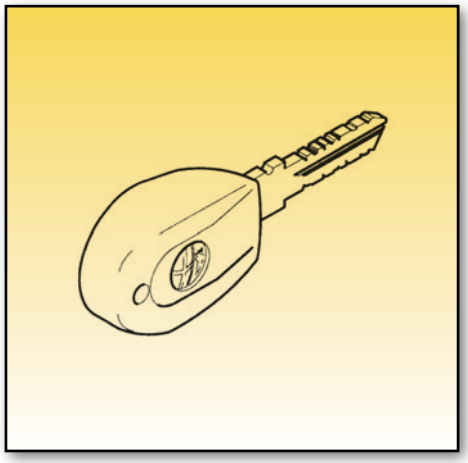
Ο ακινητοποιητής κινητήρα (immobilizer) είναι ηλεκτρονικό σύστημα, το οποίο χρησιμοποιείται για την ακινητοποίηση του κινητήρα σε όλα τα σύγχρονα αυτοκίνητα. Με την έννοια αυτή, αποτελεί ένα σύστημα προστασίας των αυτοκινήτων κατά της κλοπής και χρησιμοποιείται παράλληλα με το κλασσικό αντικλεπτικό σύστημα του συναγερμού, που μπορεί να είναι εγκατεστημένο σε ένα αυτοκίνητο.

Τα διάφορα συστήματα Immobilizer, που έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί στα αυτοκίνητα, λειτουργούν περίπου με την ίδια αρχή. Η περιγραφή

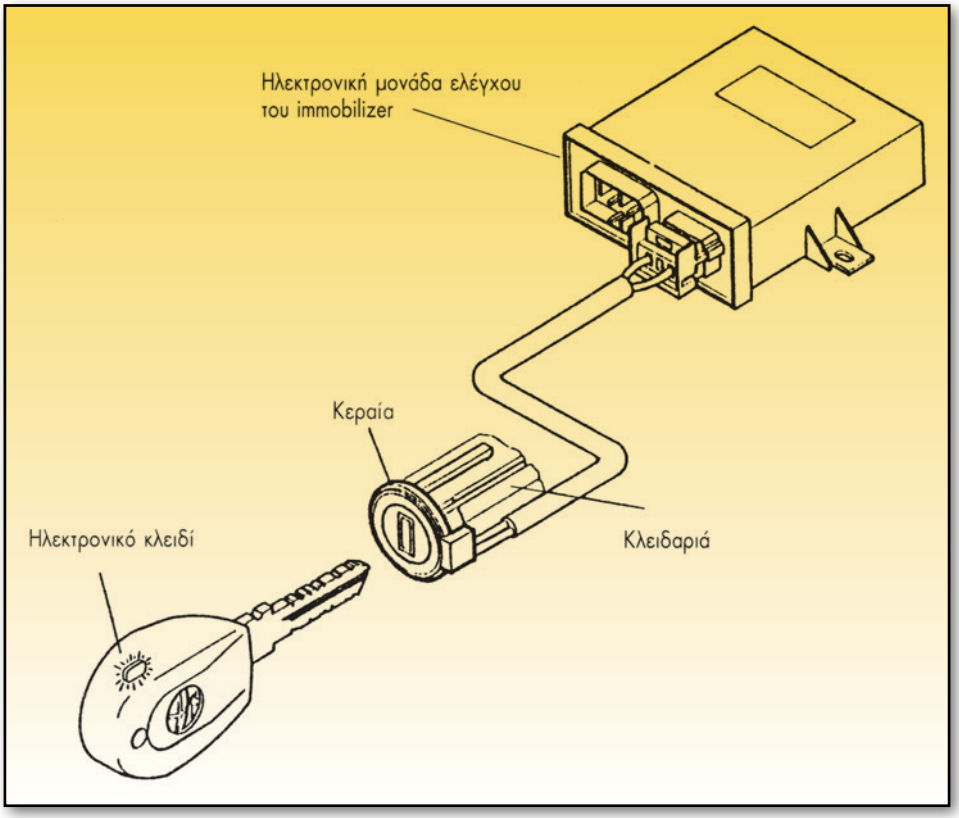
που γίνεται εδώ, αφορά μία από τις πιο εξελιγμένες μορφές τους που εφαρμόζονται σήμερα. Έτσι, η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση του ηλεκτρονικού συστήματος ακινητοποίησης του κινητήρα γίνεται με μία ηλεκτρονική διάταξη (ηλεκτρονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα), που είναι ενσωματωμένη στο κλειδί εκκίνησης του κινητήρα *(Σχ.10.1)*.

Τα μέρη, από τα οποία αποτελείται το immobilizer *(Σχ.10.2)*, *είναι*:

α) Το κλειδί, με ενσωματωμένο το ηλεκτρονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα (I/C - τσίπ).



Σχ.10.1 Κλειδί εκκίνησης κινητήρα (ηλεκτρονικό κλειδί).



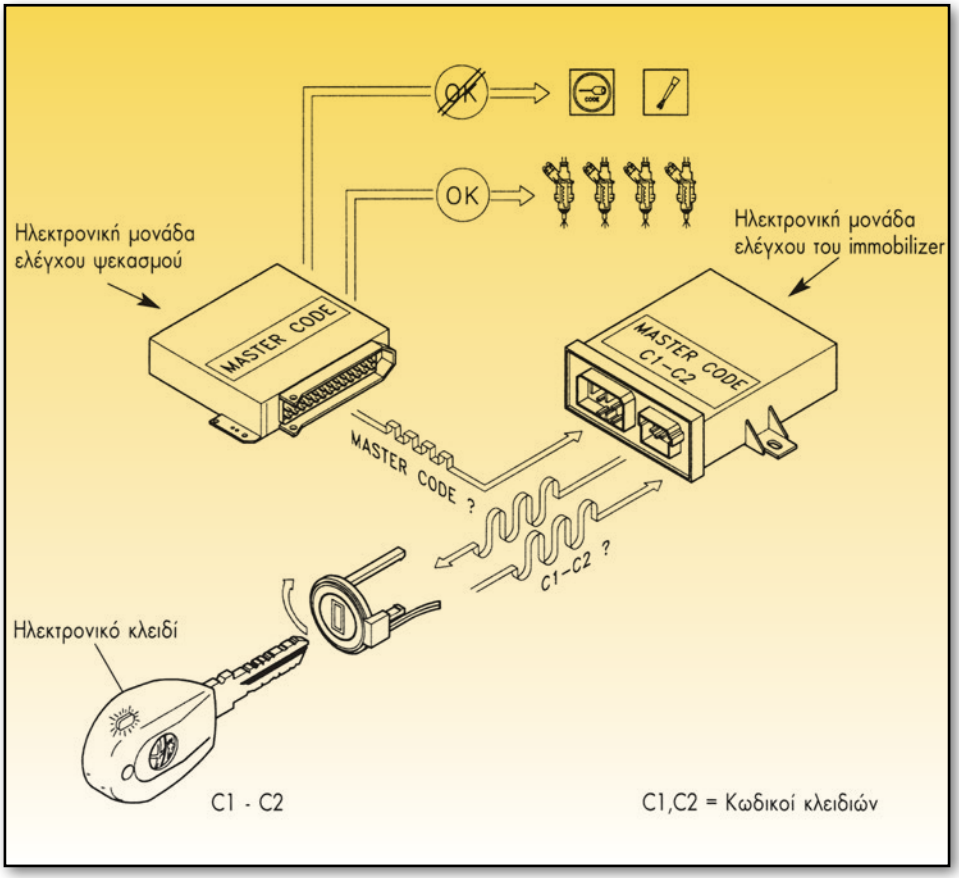
Σχ.10.2 Μέρη του immobilizer.

β) Η κεραία (πηνίο), που είναι ενσωματωμένη στην κλειδαριά (διακόπτη ανάφλεξης).

γ) Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του immobilizer.

Μετά την τοποθέτηση του κλειδιού στην κλειδαριά (διακόπτη ανάφλεξης) του αυτοκινήτου και κατά την περιστροφή του στη θέση ON, γίνεται ανίχνευση της τοποθέτησης του κλειδιού, οπότε διοχετεύεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (immobilizer) προς το ηλεκτρονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα του κλειδιού η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια (δεδομένου ότι το κλειδί δεν διαθέτει μπαταρία).

Στη συνέχεια, το ηλεκτρονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα («τσιπ») του κλειδιού στέλνει *(Σχ.10.3),* μέσω της κεραίας, ένα ηλεκτρονικό σήμα - με συγκεκριμένη και μοναδική κωδικοποιημένη παλμοσειρά (σειρά ηλεκτρονικών παλμών) - στο δέκτη, που βρίσκεται στην ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του immobilizer.



Σχ.10.3 Συνεργασία immobilizer και ECU.

Παράλληλα, η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU - Εγκέφαλος) «ερωτά» την ηλεκτρονική μονάδα του immobilizer, αν έχει επιβεβαιώσει θετικά το συγκεκριμένο κωδικό σήμα που έστειλε το κλειδί, ενώ κατά το διάστημα αυτό, ανάβει και η προειδοποιητική λυχνία του ακινητοποιητή (immobilizer) στον πίνακα των οργάνων (ταμπλό) του αυτοκινήτου.

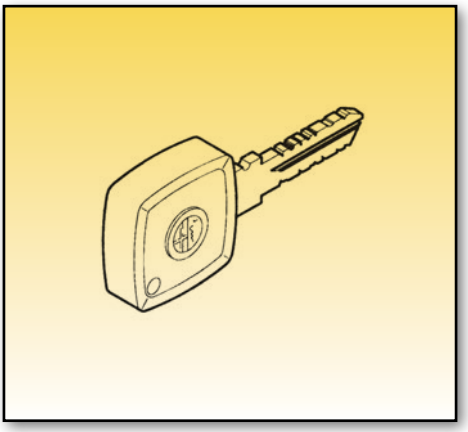
Αφού υπάρξει η θετική αναγνώριση του κωδικοποιημένου σήματος από τη μονάδα immobilizer, τότε παρέχεται η πληροφορία προς την ECU, ότι έγινε η επιβεβαίωση του κωδικοποιημένου σήματος και έτσι μόνο της δίνει το «πράσινο φως» να προχωρήσει παραπέρα, στη διαδικασία, δηλαδή, είτε της απλής ανάφλεξης, είτε της ανάφλεξης και ψεκασμού, όπως στην περίπτωση του συστήματος MOTRONIC.

Στην περίπτωση πετρελαιοκινητήρων, το «πράσινο φως» αφορά την παροχή καυσίμου, μέσω ηλεκτρικής τροφοδοτικής αντλίας.

Η ECU, τότε, σβήνει την προειδοποιητική λυχνία του immobilizer, πράγμα που σημαίνει ότι ειδοποιεί τον οδηγό, πως έγινε η αναγνώριση του κωδικοποιημένου σήματος, ενώ ταυτόχρονα ανάβει η προειδοποιητική λυχνία ψεκασμού από την ECU, που σημαίνει ότι ο κινητήρας είναι έτοιμος για εκκίνηση.

Έτσι, ο οδηγός γυρίζει το κλειδί στη θέση START για την εκκίνηση του κινητήρα η οποία, αν επιτευχθεί, επιφέρει και το σβήσιμο της προειδοποιητικής λυχνίας ψεκασμού.

Σε περίπτωση αρνητικής αναγνώρισης του κωδικοποιημένου σήματος, η προειδοποιητική λυχνία του immobilizer παραμένει αναμμένη, ενώ ταυτόχρονα δίνεται εντολή προς την ECU να μην ενεργήσει για την παραπέρα λειτουργία του κινητήρα (είτε αυτή αφορά ξεχωριστή ανάφλεξη και ξεχωριστό ψεκασμό, είτε ανάφλεξη και ψεκασμό ταυτόχρονα).



Σχ.10.4 Κύριο κλειδί (Master key).

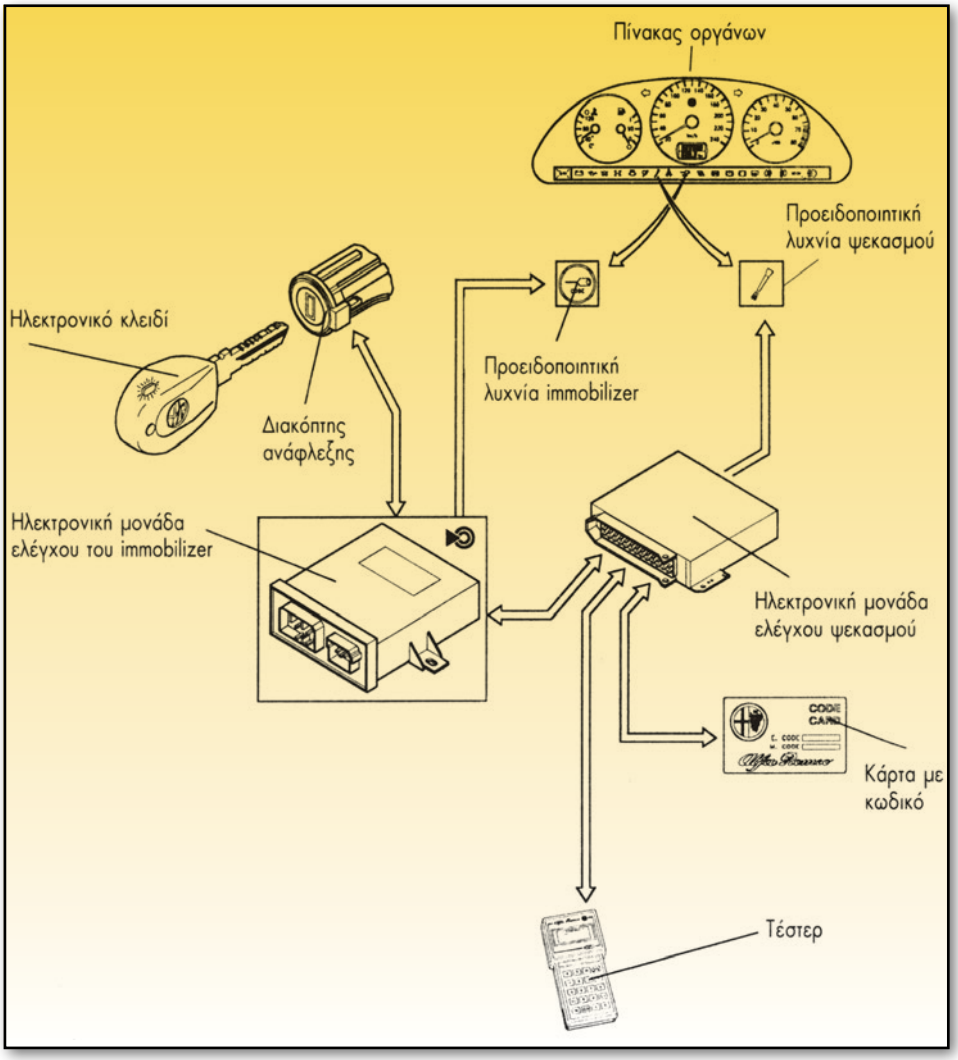
Σημειώνεται, ότι το σύστημα περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα από τον εκκινητήρα (μίζα) είναι, συνήθως, ανεξάρτητο από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU). Αυτό σημαίνει ότι μπορεί, ανάλογα και με το χρησιμοποιούμενο σύστημα immobilizer, ο κινητήρας να περιστρέφεται, αλλά, εφόσον δεν έχει γίνει επιβεβαίωση του κωδικοποιημένου σήματος, να μην εκκινεί.

Στον κάτοχο του αυτοκινήτου που διαθέτει immobilizer, δίδονται δύο τύποι κλειδιών.

Το ένα ονομάζεται κύριο κλειδί (master key) και κατασκευάζεται σε μοναδικό και αναντικατάστατο κομμάτι και χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση των κλειδιών, που θα χρησιμοποιεί πλέον

ο ιδιοκτήτης του αυτοκινήτου *(Σχ.10.4)*. Το κύριο αυτό κλειδί *(Σχ.10.4)* πρέπει να φυλάσσεται σε ασφαλές μέρος και, οπωσδήποτε, όχι μέσα στο αυτοκίνητο. Πάντως εάν χαθεί, υπάρχει δυνατότητα παρέμβασης στο σύστημα εκκίνησης του κινητήρα με χρήση, είτε ειδικής κάρτας κωδικού του immobilizer που πρέπει και αυτή να φυλάσσεται σε ασφαλές μέρος, είτε ειδικής συσκευής δοκιμών (tester - τέστερ).

Τα άλλα κλειδιά που χρησιμοποιεί ο οδηγός *(Σχ.10.1),* επειδή έχουν ενσωματωμένα ολοκληρωμένα ηλεκτρονικά κυκλώματα, πρέπει να προστατεύονται, ιδιαίτερα, από κτυπήματα, από



Σχ.10.5 Σχηματική παράσταση εγκατάστασης immobilizer (Alfa Romeo 145).

έκθεση για πολλή ώρα στον ήλιο και από πηγές έντονης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας όπως είναι οι ηλεκτρονικές συσκευές, κ.λπ.

Στο Σχ.10.5, παρουσιάζεται σχηματικά η όλη εγκατάσταση του immobilizer με τον πίνακα οργάνων (προειδοποιητικές λυχνίες) και η σύνδεσή του με την ECU. Επίσης, στο ίδιο σχήμα φαίνεται και η δυνατότητα σύνδεσης του συστήματος με κάρτα και τέστερ.

Για εντοπισμό πιθανών προβλημάτων από κακή λειτουργία του συστήματος, όπως και για τον προγραμματισμό νέων και παλαιών κλειδιών - σε περίπτωση που θα απαιτηθεί, και ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο σύστημα - ακολουθείται διαδικασία, η οποία περιγράφεται με κάθε λεπτομέρεια στα βιβλία λειτουργίας και επισκευών - συντήρησης του κατασκευαστή, που, όμως, λόγω της έκτασής που καταλαμβάνει, δεν μπορεί να αποτελέσει ειδικό κεφάλαιο του παρόντος βιβλίου.

10.3. Ανακεφαλαίωση

- Τα περισσότερο χρησιμοποιούμενα συστήματα αντικλεπτικής προστασίας σ' ένα αυτοκίνητο είναι ο «Συναγερμός» και ο «Ακινητοποιητής κινητήρα» (immobilizer).
- Ο Ακινητοποιητής κινητήρα (immobilizer) είναι ηλεκτρονικό σύστημα το οποίο χρησιμοποιείται για την ακινητοποίηση του κινητήρα στα σύγχρονα αυτοκίνητα.
- Τα μέρη από τα οποία αποτελείται ο ακινητοποιητής είναι:
  1. Το κλειδί με ενσωματωμένο ένα ηλεκτρονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα (τσιπ).
  2. Η κεραία, που είναι ενσωματωμένη στην κλειδαριά (διακόπτη ανάφλεξης).
  3. Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου του immobilizer.
- Κατά την τοποθέτηση του κλειδιού διαβιβάζεται ηλεκτρονικό σήμα με συγκεκριμένη κωδικοποιημένη παλμοσειρά προς τη μονάδα του immobilizer.
- Μετά τη θετική αναγνώριση του σήματος από τη μονάδα immobilizer, στέλνεται από αυτή σήμα προς την ηλεκτρονική μονάδα του κινητήρα ECU (Εγκέφαλο), ώστε να προχωρήσει στην παραπέρα διαδικασία, με σκοπό τη λειτουργία του κινητήρα (ανάφλεξη και ψεκασμό).

10.4 Ερωτήσεις-Ατομική εργασία

1. Τι είναι το Immobilizer και πώς χρησιμοποιείται;
2. Τι γίνεται στην περίπτωση που ο οδηγός χάσει το κύριο κλειδί (master Key);
3. Να γίνει περιγραφή της λειτουργίας της όλης εγκατάστασης του συστήματος immobilizer, με βάση το Σχ.10.5 του βιβλίου.
4. **Ατομική εργασία**

   Να δείτε επιτόπου και να συλλέξετε πληροφορίες με τη βοήθεια και του καθηγητού σας στο «εργαστήριο αυτοκινήτων» - σχετικά με το αντικλεπτικό σύστημα που διαθέτουν τα αυτοκίνητα του «εργαστηρίου αυτοκινήτων» του σχολείου σας, είτε το οικογενειακό σας αυτοκίνητο, είτε τέλος τυχαίο αυτοκίνητο, που διαθέτει σύστημα immobilizer.
5. **Ατομική εργασία**

   Να περιγράψετε τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα που παρουσιάζει, κατά τη γνώμη σας, το immobilizer.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Άλλοι Τύποι Οχημάτων

- Φορτηγά οχήματα
- Ρυμουλκούμενα οχήματα γενικά
- Ημιρυμουλκούμενα
- Σύστημα στήριξης
- Σύνδεση ρυμουλκού - ημιρυμουλκουμένου
- Ρυμουλκούμενο τριών τετάρτων
- Πλήρης ρυμουλκό
- Συμβατότητα (ταίριασμα) ρυμουλκού οχήματος με ρυμουλκούμενο
- Ανακεφαλαίωση
- Ερωτήσεις

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Επιδιωκόμενοι στόχοι

Μετά την προσεκτική μελέτη της ενότητας αυτής, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- Να αναγνωρίζουν τους διάφορους τύπους οχημάτων.
- Να μπορούν να περιγράφουν τον τρόπο λειτουργίας των μηχανισμών σύνδεσης των οχημάτων μεταξύ τους.

11.1 Φορτηγά οχήματα

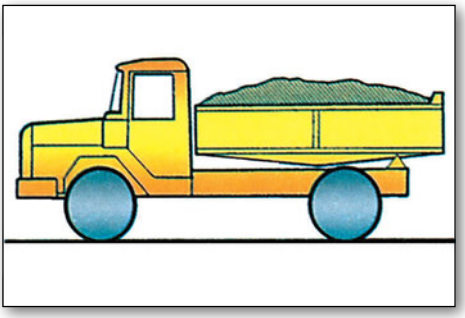
11.1.1 Γενικά

Για τα φορτηγά αναφερθήκαμε στα προηγούμενα κεφάλαια - και ειδικά για τις γενικές κατηγορίες τους και το αμάξωμα, στο Κεφάλαιο 1 - ενώ για το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, σε άλλα αντίστοιχα κεφάλαια. Στο παρόν, όμως, κεφάλαιο, θα αναφέρουμε ορισμένα συμπληρωματικά στοιχεία για τα φορτηγά οχήματα.

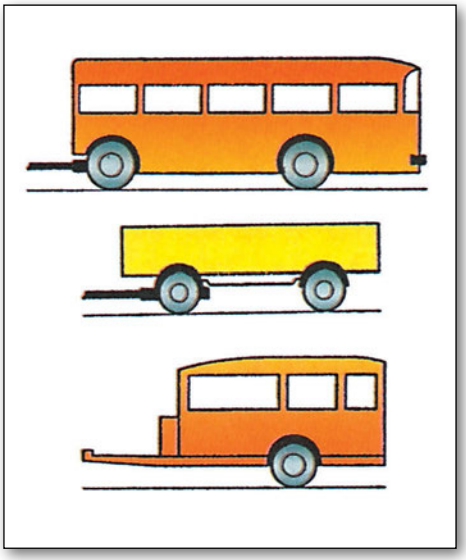
Πιο συγκεκριμένα:

11.1.2 Αυτοκίνητα μεγάλου βάρους (φορτηγά)

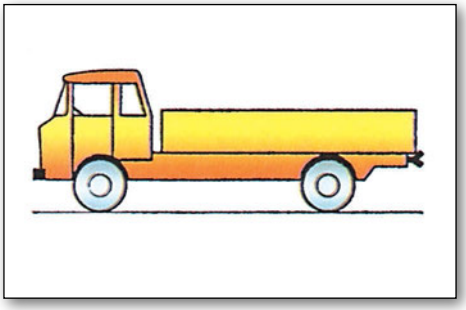
Ένα όχημα μπορεί να χαρακτηρισθεί μεγάλου βάρους, όταν είναι ικανό να μεταφέρει μεγάλο φορτίο, ενώ όταν το όχημα αυτό μπορεί να μεταφέρει το φορτίο του με δικά του μέσα (δηλ. έχει κινητήρα) ονομάζεται φορτηγό *(Σχ.11.1)*. Όταν, όμως, δεν έχει δικά του μέσα για να μεταφέρει το φορτίο του, ονομάζεται ρυμουλκούμενο *(Σχ.11.2)*. Επίσης, αν το αυτοκίνητο μπορεί να μεταφέρει το δικό του φορτίο, αλλά έχει και τη δυνατότητα να «τραβά» (ρυμουλκεί) και άλλο φορτίο που βρίσκεται σε ρυμουλκούμενο, τότε αυτό το φορτηγό όχημα ονομάζεται και ρυμουλκό *(Σχ.11.3)*. Τέλος, όταν ένα όχημα μπορεί να μεταφέρει με δικά του μέσα μέρος ενός φορτίου και ταυτόχρονα «τραβά» (ρυμουλκεί) το άλλο μέρος, ονομάζεται επίσης ρυμουλκό ή ελκυστήρας ή κεφαλή *(Σχ. 11.4)*, ενώ το όχημα επί του οποίου βρίσκεται - σ' αυτή την περίπτωση - το υπόλοιπο φορτίο, ονομάζεται ημιρυμουλκούμενο *(Σχ.11.5)*.



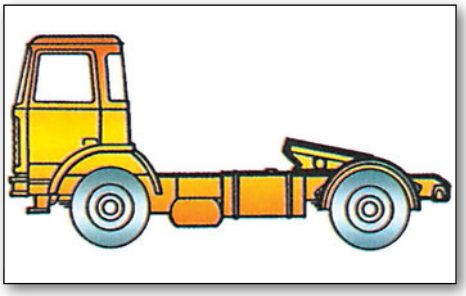
Σχ.11.1 Φορτηγό όχημα.



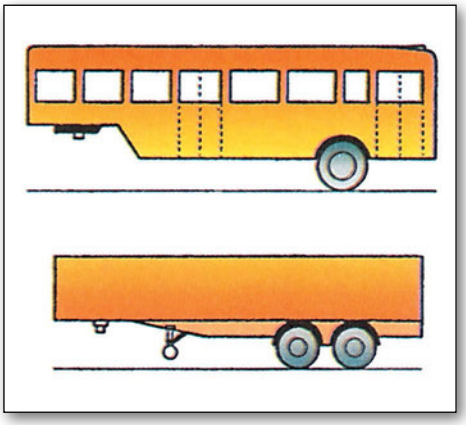
Σχ.11.2 Ρυμουλκούμενα οχήματα.



Σχ.11.3 Φορτηγό - ρυμουλκό όχημα.

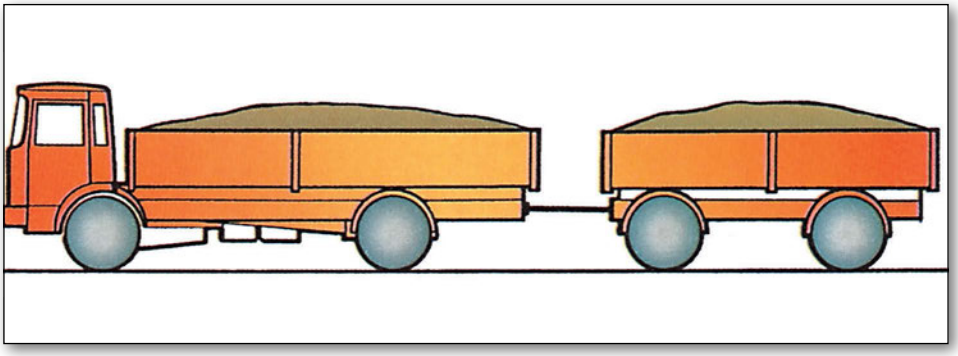


Σχ.11.4 Ρυμουλκό ή ελκυστήρας.

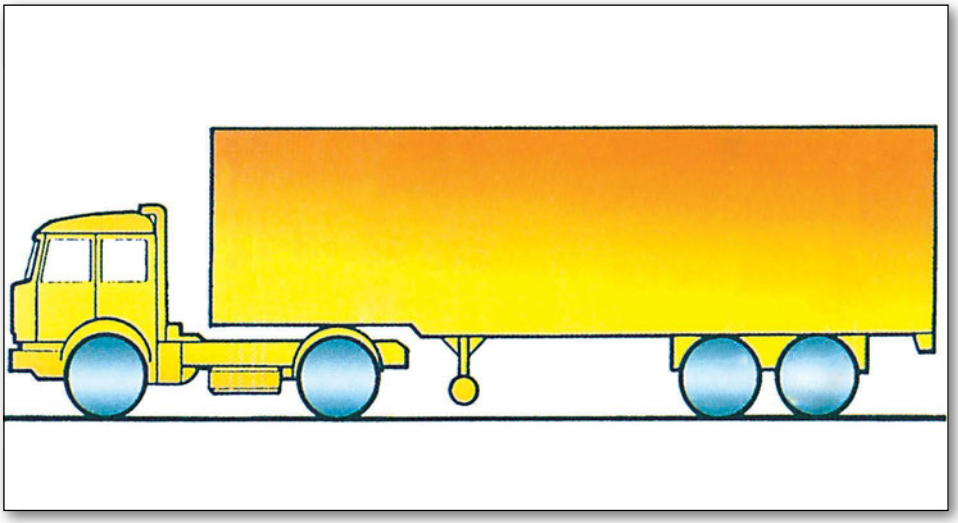


Σχ.11.5 Ημιρυμουλκούμενα οχήματα.

Στα Σχήματα 11.6 και 11.7, που ακολουθούν, βλέπουμε συνδυασμούς από τα παραπάνω είδη φορτηγών οχημάτων.



Σχ.11.6 Φορτηγό - ρυμουλκό με ρυμουλκούμενο.



Σχ.11.7 Ρυμουλκό με ημιρυμουλκούμενο.

Σχ.11.8 Φορτηγό με ανατρεπόμενη καρότσα ανοικτού τύπου.

Τα φορτία που μπορεί να μεταφέρουν όλα αυτά τα οχήματα, είναι είτε εμπορεύματα, είτε προσωπικό, και με βάση αυτό (το φορτίο), καθορίζονται από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

α) Μέγιστο μικτό βάρος: Είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο βάρος (δηλαδή το βάρος του φορτίου και το βάρος του οχήματος) που μπορεί να φέρει το όχημα. Καθορίζεται από τον κατασκευαστή και εγκρίνεται από το Υπουργείο Μεταφορών.

β) Το ωφέλιμο φορτίο: Είναι το καθαρό βάρος των εμπορευμάτων ή του προσωπικού, που μπορεί να μεταφέρει το όχημα.

γ) Το απόβαρο: Είναι το βάρος που έχει το όχημα, χωρίς το ωφέλιμο φορτίο του.

Επίσης, τα κύρια τμήματα ενός φορτηγού είναι:

α. Το πλαίσιο.

β. Η καμπίνα του οδηγού και των συνεπιβατών (κουβούκλιο).

γ. Η καρότσα, η οποία όταν δεν είναι ανατρεπόμενη, συνδέεται στο πλαί-

σιο με ελαστικούς συνδέσμους και αποτελεί μια λυόμενη κατασκευή, ενώ όταν αυτή είναι ανατρεπόμενη, τότε στηρίζεται στον υδραυλικό μηχανισμό της ανατροπής και στους πείρους περιστροφής στο πίσω μέρος του *(Σχ.11.8)*. Επίσης, ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής της καρότσας, τα φορτηγά διακρίνονται σε φορτηγά «ανοικτού τύπου» και σε φορτηγά «κλειστού τύπου».

11.1.3 Σύστημα πέδησης

Όλα τα αυτοκίνητα πρέπει να έχουν τουλάχιστον δύο μηχανισμούς φρένων: τα κύρια φρένα και τα βοηθητικά, των οποίων οι χειρισμοί είναι τελείως ανεξάρτητοι μεταξύ τους.

Για τα αυτοκίνητα μεταφοράς που έχουν μέγιστο μικτό φορτίο μεγαλύτερο των 5 τόνων και για τα αυτοκίνητα μεταφοράς εμπορευμάτων που έχουν μικτό φορτίο μεγαλύτερο των 12 τόνων, ο μηχανισμός των κύριων φρένων πρέπει να λειτουργεί με τέτοιον τρόπο, ώστε τα φρένα του εμπρόσθιου και του οπίσθιου άξονα να λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους. Επίσης, σε ό,τι αφορά τα ρυμουλκούμενα και ημιρυμουλκούμενα οχήματα, τα φρένα τους πρέπει να εξασφαλίζουν γρήγορη ακινητοποίηση, σε περίπτωση που η σύζευξή τους διακοπεί (π.χ. από θραύση ρυμούλκας). Γενικά, τα κύρια και τα βοηθητικά φρένα πρέπει να ικανοποιούν τις συνθήκες του παρακάτω πίνακα:

	Κύρια φρένα	**Βοηθητικά φρένα**
α. Απόσταση πέδησης με ταχύτητα 40 km/h	(σε μέτρα)	(σε μέτρα)
– Φορτηγά με μικτό βάρος μικρότερο των 16 τόνων	24	43,2
– Φορτηγά με μικτό βάρος μεγαλύτερο των 16 τόνων	24,8	44,6
– Μεταφορικά οχήματα γενικής χρήσης	24	43,2
β. Επιβράδυνση	(σε m/s^2)	(σε m/s^2)
– Φορτηγά με μικτό βάρος μικρότερο των 16 τόνων	5,5	2,35
– Φορτηγά με μικτό βάρος μεγαλύτερο των 16 τόνων	5	2,35
– Μεταφορικά οχήματα γενικής χρήσεως	5,5	2,5

Σημειώνεται, ότι η εξασφάλιση της προοδευτικής μείωσης ή και του μηδενισμού της ταχύτητας ενός, φορτηγού που κινείται, όπως και η διατήρηση του σε στάση, πραγματοποιείται με τα παρακάτω μέσα:

α. **Με τα κύρια φρένα:** Αυτά πρέπει να ενεργούν προοδευτικά και, ταυτόχρονα, σε όλους τους τροχούς. Αποτελούνται από δύο τελείως ανεξάρτητα κυκλώματα, το ένα από τα οποία πρέπει να ενεργεί στον ένα ή και στους δύο πίσω άξονες (εφόσον έχει δύο) του φορτηγού, και το άλλο στον εμπρόσθιο. Η δράση τους διανέμεται τόσο στον μπροστινό όσο και στους οπίσω άξονες, με μια αναλογία που υπολογίζεται μετά από σχετική μελέτη του κατασκευαστή.

β. **Με τα βοηθητικά φρένα:** Και αυτά πρέπει να ενεργούν προοδευτικά και ελεγχόμενα, με σκοπό να ανακουφίζουν, προσωρινά, τυχόν εξασθένηση των κύριων φρένων. Μπορεί, πάντως, να συνδυάζονται και με τα κύρια φρένα, επιδρώντας επί του ενός ή του άλλου κυκλώματος και είναι ανάγκη να εξασφαλίζουν, τουλάχιστον το 30% της αποτελεσματικότητας των κύριων φρένων. Ο χειρισμός των βοηθητικών φρένων μπορεί να είναι ανεξάρτητος ή και να συνδυάζεται με τα φρένα στάθμευσης, περίπτωση που προϋποθέτει εύκολη και γρήγορη πρόσβαση του οδηγού σ' αυτά.

γ. **Με τα φρένα στάθμευσης:** Αυτά πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση σε θέση στάσης του οχήματος, το οποίο είναι, ήδη, ακίνητο. Σ' αυτή την περίπτωση, τα εξαρτήματα του συστήματος μετάδοσης της κίνησης διατηρούνται σε σύσφιγξη από ένα μηχανισμό, καθαρά μηχανικό. Τα φρένα στάθμευσης πρέπει να είναι ανεξάρτητα από τα κύρια φρένα, αλλά μπορεί να συνδυάζονται με τα αντίστοιχα βοηθητικά, περίπτωση κατά την οποία πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ενεργοποιούνται, κατά το χρόνο που το αυτοκίνητο βρίσκεται, ήδη, σε κίνηση.

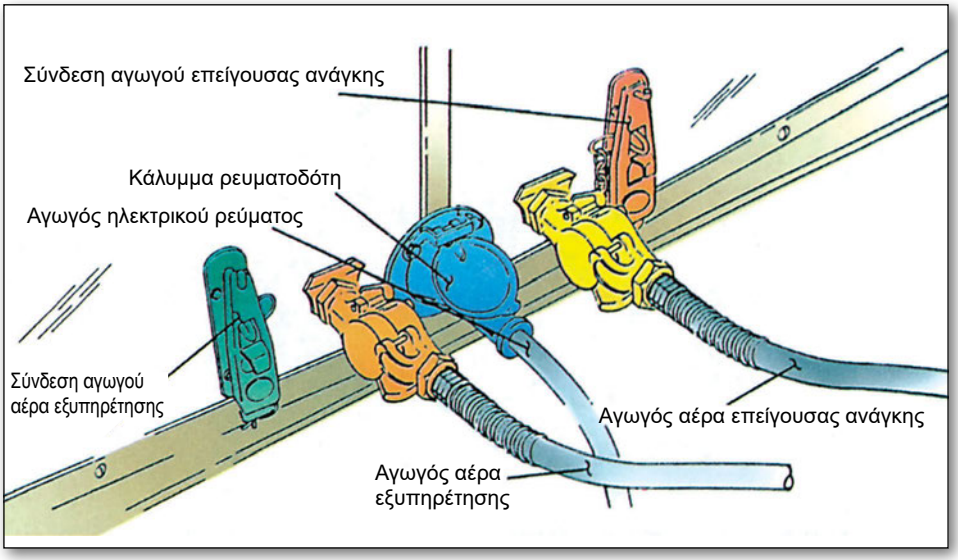
Σαν συμπέρασμα, σε ό,τι αφορά την πέδηση των φορτηγών, η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπει:

- Την ύπαρξη ενός διπλού κυκλώματος φρένων στα αυτοκινούμενα οχήματα.
- Την παρουσία τουλάχιστον δύο ανεξάρτητων συστημάτων χειρισμού των φρένων.
- Ο χειρισμός των κύριων φρένων πρέπει να είναι ανεξάρτητος από αυτόν των φρένων στάθμευσης.
- Τη δυνατότητα ενεργοποίησης των φρένων στάθμευσης ενώ το όχημα βρίσκεται σε κίνηση, διαδικασία που πραγματοποιείται όταν τα βοηθητικά και τα κύρια φρένα έχουν το ίδιο σύστημα χειρισμού.
- Τα κυκλώματα να προστατεύονται το ένα σε σχέση με το άλλο, με δυνατότητα ενεργοποίησης εκείνου του κυκλώματος που δεν είναι εξασθενημένο (π.χ. πρέπει να προβλέπεται ένα δοχείο πεπιεσμένου αέρα, ανεξάρτητο για κάθε κύκλωμα).
- Τα φρένα στάθμευσης πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να διατηρούν το όχημα ακίνητο, σε μια κλίση δρόμου 18%.

11.2 Ρυμουλκούμενα οχήματα

11.2.1 Γενικά

- Όπως αναφέραμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, ρυμουλκούμενο είναι ένα φορτηγό όχημα το οποίο δεν διαθέτει δική του κινητήρια δύναμη, αλλά ρυμουλκείται από άλλο αυτοκίνητο όχημα που είναι ειδικά κατασκευασμένο για τη ρυμούλκηση ρυμουλκουμένων και ονομάζεται ρυμουλκό (ελκυστήρας).
- Τα ρυμουλκούμενα είναι πολύ χρήσιμα οχήματα για μεταφορές φορτίων, επειδή μπορεί να μένουν στις θέσεις φόρτωσης και εκφόρτωσης, προκειμένου να φορτωθούν ή να εκφορτωθούν, κατά το χρόνο που το ρυμουλκό ρυμουλκεί άλλα φορτία.
- Το σύστημα ανάρτησης των ρυμουλκούμενων είναι όμοιο με αυτό των αυτοκινήτων, ενώ συχνά χρησιμοποιούνται και βοηθητικά ελατήρια (σούστες). Ειδικοί ράβδοι χρησιμοποιούνται, επίσης, για να διατηρούν τους άξονες ευθυγραμμισμένους και ταυτόχρονα, για να μεταδίδουν την ενέργεια πέδησης και έλξης μεταξύ του άξονα του ρυμουλκούμενου και του πλαισίου του, ενώ στους τροχούς τους συνηθίζεται να δίδεται μια ελαφρά γωνία Κάμπερ.
- Το σύστημα πέδησης των ρυμουλκούμενων μπορεί να λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα (αερόφρενα), με υποπίεση ή με ηλεκτρισμό και συνδέεται με το αντίστοιχο σύστημα του ρυμουλκού με εύκαμπτους ελαστικούς σωλήνες και καλώδια ή συζευκτήρες *(Σχ.11.9)*. Το σύστημα αυτό είναι σχεδιασμένο με τέτοιον τρόπο, ώστε εάν αποσυνδεθούν οι συζευκτήρες, τα φρένα να ενεργοποιούνται και να κρατούν το ρυμουλκούμενο όχημα ακινητοποιημένο.



Σχ.11.9 Συνδέσεις ρυμουλκού και ρυμουλκούμενου.

Όταν, όμως, το ρυμουλκούμενο αποσυνδεθεί τελείως από το ρυμουλκό, τα φρένα του πρώτου είναι σε θέση να συγκρατήσουν το όχημα, μόνο για ένα μικρό χρονικό διάστημα.

Για τον παραπάνω λόγο, εάν το ρυμουλκούμενο πρόκειται να παραμείνει ακίνητο για αρκετό χρονικό διάστημα, γίνεται χρήση σφηνών (τάκων), οι οποίες τοποθετούνται και από τις δύο πλευρές των τροχών και κρατούν το όχημα ακίνητο.

Ανάλογα με τον τρόπο υποστήριξης του βάρους τους, τα ρυμουλκούμενα διακρίνονται σε τρεις γενικούς τύπους:

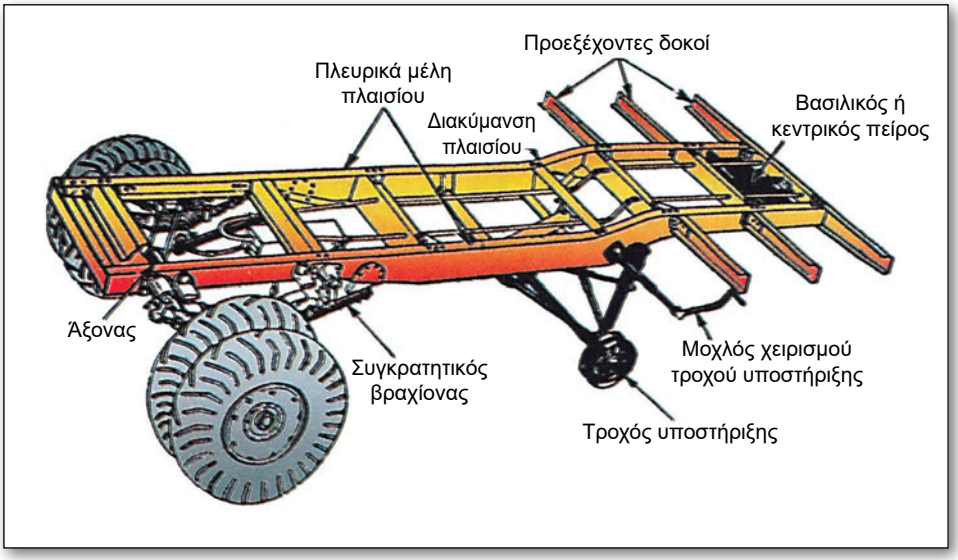
α) Τα ημιρυμουλκούμενα.

β) Τα ρυμουλκούμενα «τριών τετάρτων» (3/4) και

γ) Τα «πλήρως ρυμουλκούμενα».

Ένα μεγάλο μέρος του βάρους του ημιρυμουλκούμενου οχήματος στηρίζεται στο σημείο σύνδεσης με το ρυμουλκό, το δε υπόλοιπο στηρίζεται στους τροχούς του ημιρυμουλκούμενου. Το βάρος του ρυμουλκούμενου «τριών τετάρτων» ζυγοσταθμείται και στηρίζεται στους τροχούς του, ενώ το κάθε αζυγοστάθμιστο βάρος στηρίζεται στο σημείο σύνδεσης του ρυμουλκούμενου με το ρυμουλκό. Τέλος, ολόκληρο το βάρος ενός πλήρους ρυμουλκούμενου στηρίζεται στους τροχούς του.

Επίσης, υπάρχουν διάφοροι τρόποι σύνδεσης των ρυμουλκούμενων με τα ρυμουλκά, που εξαρτώνται από τον τύπο του ρυμουλκούμενου. Έτσι, συνήθως, χρησιμοποιούνται δύο τρόποι: αυτός με τη χρήση του πέμπτου τροχού για τα ημιρυμουλκούμενα (που θα αναπτυχθεί παρακάτω) και αυτός με τη χρήση αγκίστρου τόσο για ρυμουλκούμενα «τριών τετάρτων», όσο και για τα πλήρως ρυμουλκούμενα.



Σχ.11.10 Σκελετός ημιρυμουλκούμενου οχήματος.

11.3 Ημιρυμουλκούμενα

11.3.1 Γενικά

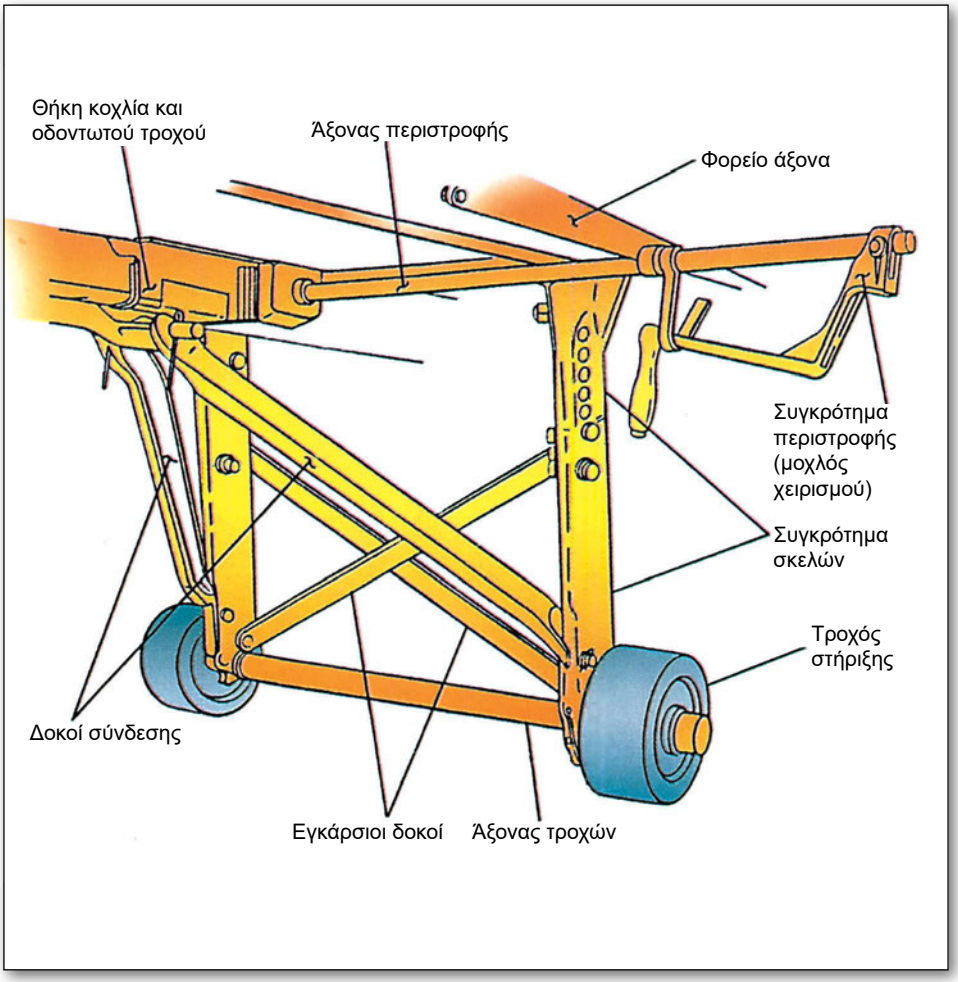
Ο σκελετός ενός ημιρυμουλκούμενου οχήματος συνήθους τύπου, αποτελείται από το πλαίσιο, το σύστημα ανάρτησης, τον άξονα της σύνδεσης του πέμπτου τροχού και τον άξονα των τροχών στήριξης *(Σχ.11.10)*. Αυτός, λοιπόν, ο σκελετός μοιάζει με το σκελετό ενός συνήθους, οχήματος στο ότι, αφενός το πλαίσιο του αποτελείται από δύο πλευρικούς δοκούς μαζί με τους αντίστοιχους εγκάρσιους, και αφετέρου τα ελατήρια είναι από ελάσματα (φύλλα), ενώ και οι τροχοί, όπως και τα επίσωτρα (ελαστικά) του μπορούν να εναλλάσσονται με αυτά του ρυμουλκού.

Οι εγκάρσιοι δοκοί τοποθετούνται σε εκείνα τα σημεία του πλαισίου του ρυμουλκούμενου, τα οποία δέχονται τις μεγαλύτερες καταπονήσεις. Οι δοκοί αυτοί μπορεί να είναι σωληνοειδούς, ή άλλου τύπου διατομής, έχουν μεταλλικές πλάκες («γωνιές» σύνδεσης) και στερεώνονται με ήλους (πριτσίνια), ή συγκολλούνται στους πλευρικούς τροχούς, πράγμα που κάνει το πλαίσιο ανθεκτικό και στέρεο.

Άλλος τύπος ημιρυμουλκούμενου είναι αυτός του μεταβλητού μεταξονίου, ο οποίος χρησιμοποιείται για τη μεταφορά επιμήκων, ή ακανόνιστου σχήματος φορτίων, όπως δοκών, σωλήνων κ.λ.π. Τα ρυμουλκά οχήματα που χρησιμοποιούνται για τη ρυμούλκηση ημιρυμουλκούμενων, πρέπει να είναι ειδικής κατασκευής. Επίσης, η βάση των τροχών τους πρέπει να είναι μικρότερη εκείνης των συνήθων φορτηγών οχημάτων, ενώ ο κινητήρας και το σύστημα μετάδοσης της κίνησής τους πρέπει να παρέχουν την ισχύ που απαιτείται για την έλξη του ημιρυμουλκούμενου μαζί με το φορτίο του. Η θέση του κινητήρα ενός τέτοιου φορτηγού μπορεί να είναι η ίδια, όπως και στα συνηθισμένα οχήματα, ή να βρίσκεται μέσα στο διαμέρισμα του οδηγού και να έχει ένα ή δύο διαφορικά στο πίσω μέρος του.

11.3.2 Σύστημα στήριξης

Το σύστημα στήριξης *(Σχ.11.11)*, αποτελείται από ένα αναδιπλούμενο υποστήριγμα που βρίσκεται κάτω από το εμπρόσθιο μέρος του ημιρυμουλκούμενου και το στηρίζει όταν αυτό δεν συνδέεται με το ρυμουλκό. Τα δύο σκέλη του συστήματος αυτού στερεώνονται, συνήθως, με πείρους στην κάτω πλευρά του σκελετού του ρυμουλκούμενου και συνδέονται μεταξύ τους με άλλους εγκάρσιους δοκούς, προς αντιμετώπιση τυχόν πλευρικών καταπονήσεων. Ταυτόχρονα, δύο μικροί χαλύβδινοι τροχοί είναι προσαρμοσμένοι στα κάτω άκρα αυτών των σκελών και διευκολύνουν τη μετακίνηση του ρυμουλκούμενου, όταν αυτό έχει αποσυνδεθεί από το ρυμουλκό. Επίσης, συνδετικοί βραχίονες συνδέουν τα κάτω άκρα των σκελών με ένα κινητό φορείο που περιλαμβάνει ένα περικόχλιο, το οποίο είναι προσαρμοσμένο σε έναν ατέρμονα που είναι τοποθετημένος κατά μήκος μεταξύ των πλευρικών μελών του πλαισίου και του ρυμουλκούμενου. Έτσι, με την περιστροφή του ατέρμονα, επιτυγχάνεται η μετακίνηση του φορείου προς τα εμπρός ή προς τα πίσω (ανάλογα με τη φορά περιστροφής), οπότε και κατεβαίνουν ή ανεβαίνουν οι τροχοί του



Σχ.11.11 Σύστημα στήριξης.

συστήματος στήριξης, ανάλογα με την πρόθεση του οδηγού.

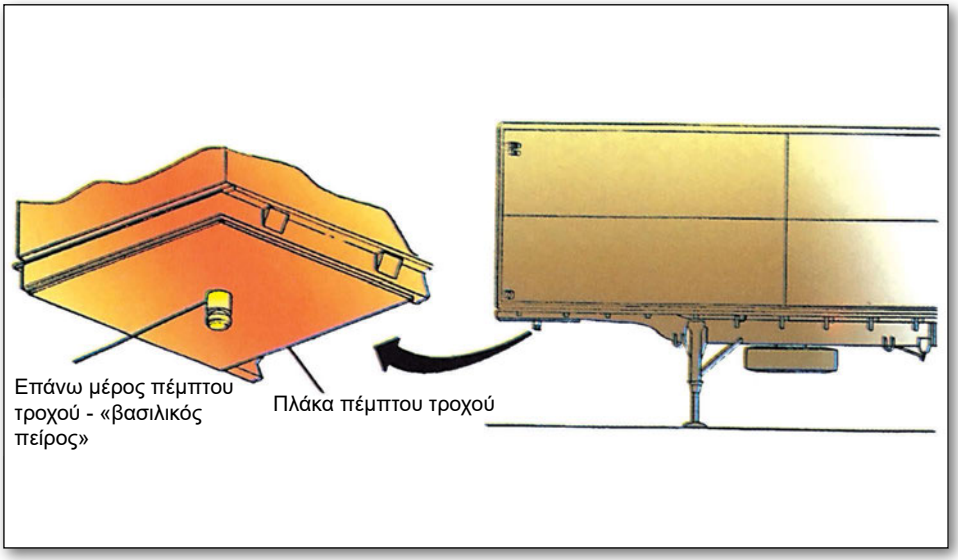
Κατά τη σύνδεση και αποσύνδεση του ημιρυμουλκούμενου οχήματος, μεγάλο ρόλο παίζει ο συντονισμός ανάμεσα στο σύστημα στήριξης και στο ασφάλιστρο του πέμπτου τροχού. Δηλαδή, εάν ο μηχανισμός στήριξης ανυψωθεί πριν από την πλήρη ασφάλιση του πέμπτου τροχού σύνδεσης, τότε, όταν το ρυμουλκό ξεκινήσει, το εμπρόσθιο μέρος του ρυμουλκούμενου θα πέσει στο έδαφος και θα προξενηθούν ζημιές τόσο στο φορτίο όσο και στο ημιρυμουλκούμενο. Πριν, λοιπόν, από την αποσύνδεση του ημιρυμουλκούμενου, πρέπει

να αποσυνδέονται οι αγωγοί του συστήματος πέδησης, για να εφαρμόζονται τα φρένα τα οποία θα κρατήσουν το ημιρυμουλκούμενο ακίνητο στο ίδιο μέρος. Μερικές φορές, μάλιστα, χρησιμοποιούνται και αυτόματοι μηχανισμοί ελέγχου για το συντονισμό αυτών των παραπάνω δύο συστημάτων.

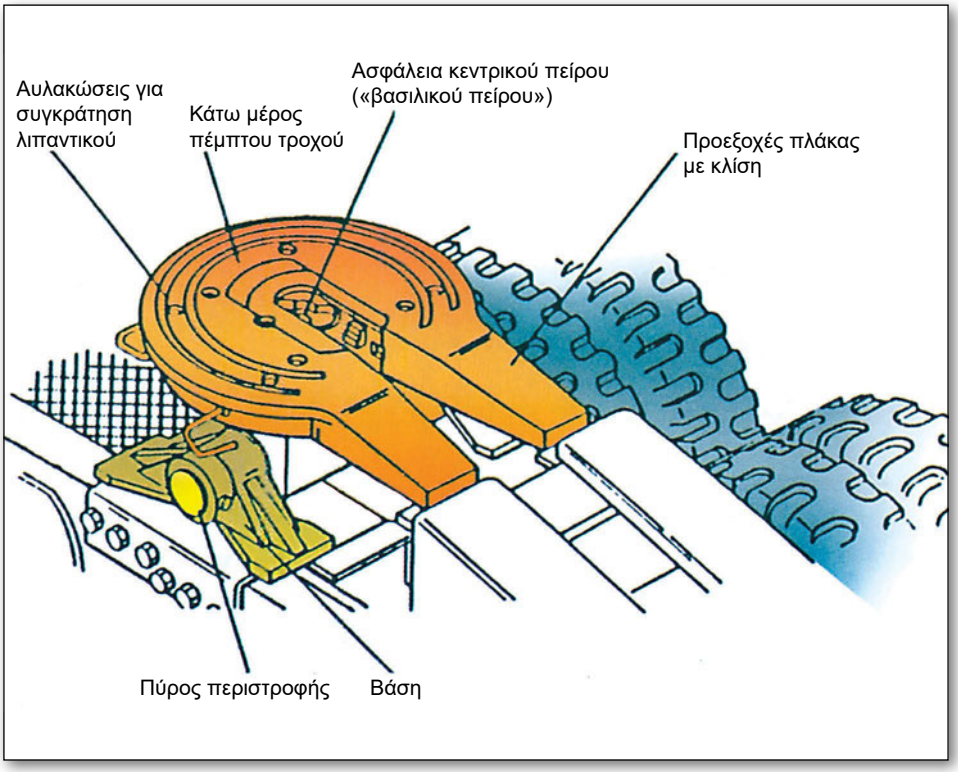
11.3.3 Σύνδεση ρυμουλκού - ημιρυμουλκούμενου

Η περισσότερο συνήθης μέθοδος σύνδεσης του ρυμουλκού με το ημιρυμουλκούμενο, είναι αυτή του «πέμπτου τροχού». Μια βαριά, δηλαδή, χαλύβδινη πλάκα, γνωστή σαν «πλάκα του πέμπτου τροχού», είναι με ασφάλεια στερεωμένη στην κάτω πλευρά του εμπρόσθιου μέρους του πλαισίου του ημιρυμουλκούμενου *(Σχ.11.12)* και χρησιμεύει σαν υποστήριγμά του, όταν αυτό είναι συνδεδεμένο με το ρυμουλκό. Το εμπρός άκρο της πλάκας αυτής έχει κλίση 45 μοίρες, περίπου, προς τα επάνω, πράγμα που της επιτρέπει να ολισθαίνει επάνω στο κάτω μέρος μιας αντίστοιχης πλάκας του πέμπτου τροχού - που είναι τοποθετημένη στο ρυμουλκό - όταν το ημιρυμουλκούμενο συνδέεται με το ρυμουλκό. Στο κέντρο της παραπάνω πλάκας είναι μόνιμα στερεωμένος ένας πείρος («βασιλικός πείρος»), με τον οποίο το ρυμουλκό σύρει (τραβά) το ημιρυμουλκούμενο.

Το κάτω τμήμα του πέμπτου τροχού (Σχ.11.13) περιλαμβάνει τα κινητά μέρη του συγκροτήματος αυτού του τροχού και το οποίο συγκρότημα δέχεται και μεταφέρει στο ρυμουλκό τις δυνάμεις που προέρχονται, τόσο από το ημιρυμουλκούμενο, όσο και από το φορτίο του. Μάλιστα, το κυκλικό του τμήμα που είναι από χυτό χάλυβα, αποτελεί την επιφάνεια τριβής επάνω στην οποία επικάθεται η άνω πλάκα του ημιρυμουλκούμενου.



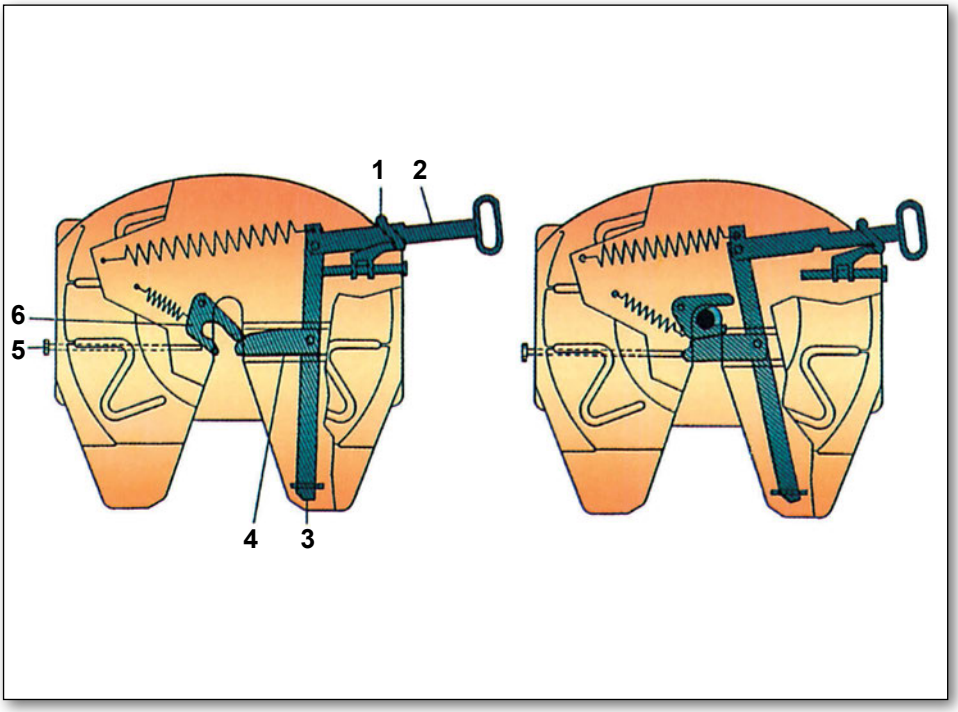
Σχ.11.12 «Βασιλικός πείρος» και «πλάκα του πέμπτου τροχού».



Σχ.11.13 «Πέμπτος τροχός» επάνω στο ρυμουλκό.

Σχ.11.14 «Πέμπτος τροχός».

Επίσης, οι κυκλικές αυλακώσεις που βρίσκονται στο επάνω μέρος του πέμπτου τροχού, έχουν σκοπό να συγκρατούν ποσότητα λίπους για τη λίπανση των επιφανειών τριβής της επάνω και της κάτω πλάκας *(Σχ.11.14)*. Εξάλλου, οι δύο - με κλίση - προεξοχές του «πέμπτου τροχού» βοηθούν στην προσαρμογή της επάνω πλάκας του ημιρυμουλκούμενου, ενώ ο ανοικτός χώρος μεταξύ των δύο προεξοχών χρησιμεύει για να οδηγείται ο κεντρικός πείρος στη θέση του. Ταυτόχρονα, η κάτω πλάκα του ρυμουλκού μπορεί να κινείται γύρω από ένα άξονα που είναι



Σχ.11.15 «Πέμπτος τροχός»: Αριστερά, σε θέση αποσύνδεσης του ρυμουλκού μετά του ρυμουλκούμενου, και δεξιά, σε θέση σύνδεσης.
1. Ασφάλεια, 2. Χειρομοχλός απασφάλισης, 3. Ζυγός, 4. Ασφάλεια, 5. Βίδα ρύθμισης του διακένου σε περιπτώσεις φθοράς των εξαρτημάτων, 6. Άγκιστρο.

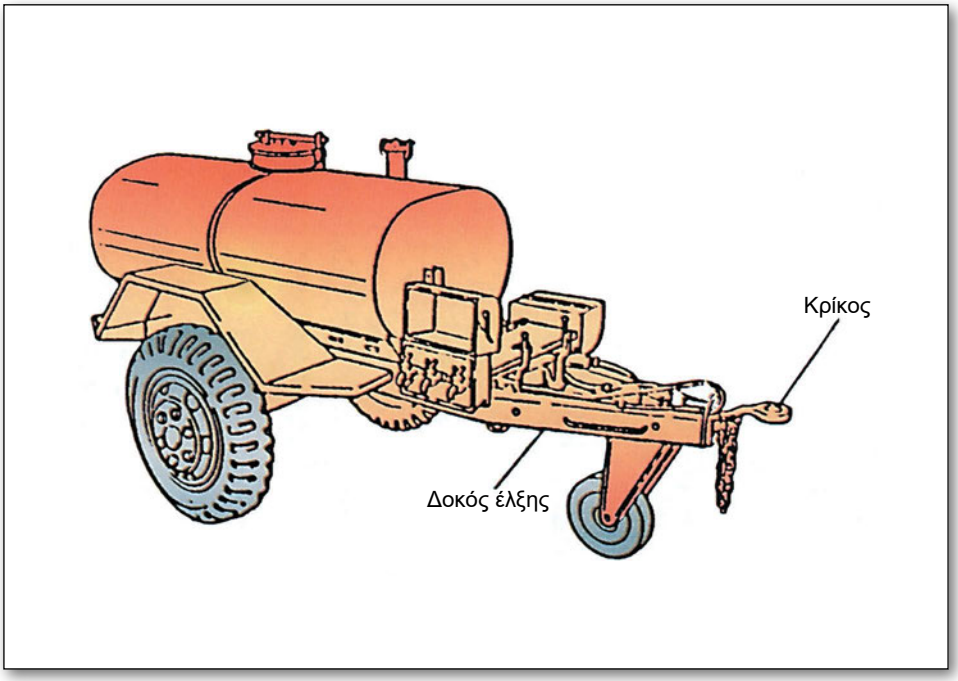
τοποθετημένος εγκάρσια σε σχέση με το ρυμουλκό, επιτρέποντας μία ελευθερία κίνησης μεταξύ ρυμουλκού και ρυμουλκούμενου.

Πιο συγκεκριμένα, υπάρχουν τρεις μορφές σύνδεσης του «πέμπτου τροχού»: Η μόνιμη, η ημιαυτόματη και η αυτόματη. Στη μόνιμη σύνδεση, ο κεντρικός πείρος αποτελεί μέρος και της κάτω πλάκας και, εφόσον ασφαλισθεί στη θέση του, το ρυμουλκό θα τραβά (έλκει) πάντα το ίδιο ημιρυμουλκούμενο. Στην ημιαυτόματη ή αυτόματη σύνδεση, ο κεντρικός πείρος ευρίσκεται μόνο στην επάνω πλάκα και ασφαλίζεται στη θέση του με ένα ασφάλιστρο το οποίο είναι, απλά, ένα ελατηριωτό δακτυλίδι που βρίσκεται στην κάτω πλάκα του «πέμπτου τροχού» και το οποίο συσφίγγεται γύρω από τον πείρο *(Σχ.11.15)*. Στην ημιαυτόματη σύνδεση, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται, ο χειρισμός της ασφάλισης του πείρου γίνεται από ένα χειρομοχλό, ο οποίος προεξέχει στο πλευρό της κάτω πλάκας του πέμπτου τροχού. Στην αυτόματη σύνδεση, η ασφάλιση αυτή του πείρου γίνεται με παρόμοιο τρόπο, με τη διαφορά ότι αυτή ελέγχεται από το διαμέρισμα του οδηγού.

11.4 Ρυμουλκούμενο «τριών τετάρτων» *(Σχ.11.16)*

Πρόκειται για μικρά ημιρυμουλκούμενα, τα οποία συνήθως έχουν ένα άξονα με δύο τροχούς και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ελαφρών φορτίων, ενώ ολόκληρο, σχεδόν, το φορτίο του ρυμουλκούμενου ζυγοσταθμίζεται στο σύστημα ανάρτησής του. Έτσι, το εμπρόσθιο άκρο του αμαξώματος στηρίζεται σε ένα πλαίσιο σχήματος V, στο εμπρός μέρος του οποίου υπάρχει ένας κρίκος, που χρησιμοποιείται για τη ρυμούλκηση. Το σύστημα στήριξης στο έδαφος αποτελείται από ένα τροχό που περιστρέφεται σε ένα άξονα ο οποίος στηρίζεται σε ένα δίχαλο, ενώ ο τροχός μπορεί να ανεβαίνει και να κατεβαίνει.

Για τη σύνδεση του ρυμουλκούμενου με το ρυμουλκό, χρησιμοποιείται ο παραπάνω κρίκος που συνδέεται με το άγκιστρο του ρυμουλκού οχήματος. Επίσης, μια αλυσίδα ασφαλείας συνδέει τα οχήματα αυτά για την πρόληψη πιθανής αποσύνδεσης του πρώτου από το δεύτερο. Τα καλώδια των πίσω φώτων του ρυμουλκούμενου συνδέονται με το ηλεκτρικό σύστημα του ρυμουλκού οχήματος, ενώ, κατά τη στάθμευση και όταν το πρώτο αποσυνδέεται από το δεύτερο, χρησιμοποιείται ένα απλό μηχανικό σύστημα πέδησης, το οποίο κρατά το ρυμουλκούμενο ακίνητο. Η ενεργοποίηση του συστήματος αυτού γίνεται με ένα χειρομοχλό από τον οδηγό.



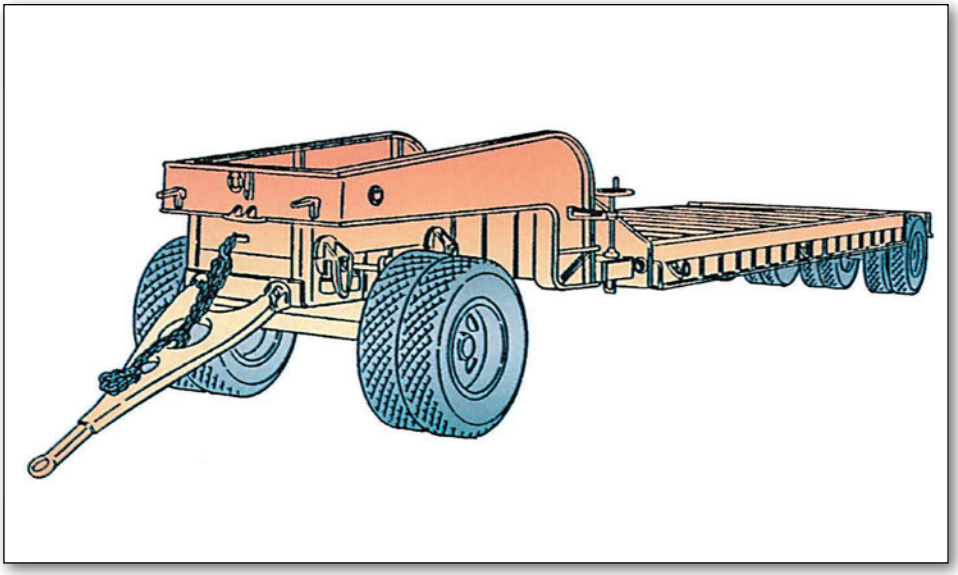
Σχ.11.16 Τυπική μορφή ρυμουλκούμενου «τριών τετάρτων».

11.5 «Πλήρως ρυμουλκό»

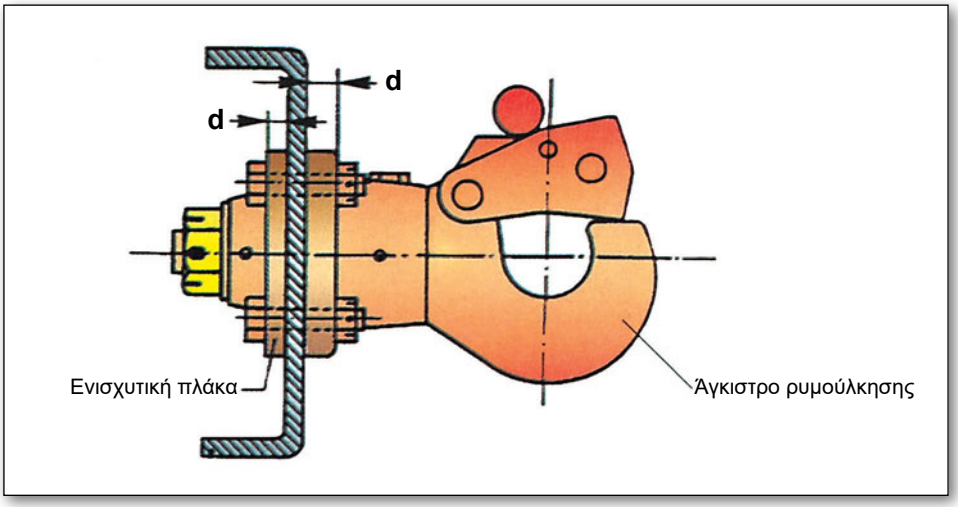
«Πλήρως ρυμουλκούμενα», είναι εκείνα τα ρυμουλκούμενα που υποστηρίζουν ολόκληρο το φορτίο τους και μπορούν να συνδεθούν, όπως είναι, πίσω από ρυμουλκό όχημα, ή πίσω από ημιρυμουλκούμενο, ή και πίσω από άλλο πλήρες ρυμουλκούμενο. Τα οχήματα αυτά είναι ανεξάρτητα και αυτοτελή και δεν διαθέτουν δική τους κινητήρια δύναμη *(Σχ.11.17)*.

Έτσι, τα πλήρως ρυμουλκούμενα διακρίνονται στα ρυμουλκούμενα που μπορούν να ρυμουλκηθούν μόνο από το ένα άκρο τους, στα ρυμουλκούμενα που μπορούν να ρυμουλκηθούν και από τα δύο άκρα τους, και στα ημιρυμουλκούμενα που μπορούν να μετατραπούν σε πλήρως ρυμουλκούμενα οχήματα.

Ο σκελετός αυτών των ρυμουλκούμενων είναι εφοδιασμένος με τους ηλεκτρικούς αγωγούς, καθώς και με τους αγωγούς του αέρα του συστήματος πέδησης (αερόφρενων), οι οποίοι (αγωγοί) συνδέονται με το ρυμουλκό όχημα. Το ρυμουλκούμενο, επίσης, έχει μια αλυσίδα ασφαλείας η οποία, στην περίπτωση αποσύνδεσης του άγκιστρου ρυμούλκησης, δεν αφήνει το ρυμουλκούμενο να αποσπασθεί από το ρυμουλκό. Η σύνδεση του ρυμουλκού με το ρυμουλκούμενο «τριών τετάρτων» ή με το «πλήρως ρυμουλκούμενο» γίνεται με το άγκιστρο ρυμούλκησης *(Σχ.11.18)* που υπάρχει στο πίσω μέρος του βαρέος αυτού αυτοκινήτου οχήματος (ρυμουλκού) και στο οποίο άγκιστρο συνδέεται ο κρίκος του ρυμουλκούμενου. Οι οπίσθιοι προφυλακτήρες προστατεύουν το πλαίσιο του οχήματος και χρησιμεύουν ως «οδηγοί» του κρίκου του ρυμουλκούμενου



Σχ.11.17 Τυπική μορφή σασί ενός πλήρως ρυμουλκούμενου οχήματος.



Σχ.11.18 Άγκιστρο ρυμούλκησης.

για τη σύνδεσή του με το άγκιστρο ρυμούλκησης. Στο παρακάτω Σχήμα 11.19 φαίνεται η υποδοχή της ηλεκτρικής σύνδεσης του συστήματος πέδησης του ρυμουλκούμενου (με το κάλυμμα ανοικτό). Έτσι, το στόμιο σύνδεσης των αερόφρενων κάνει δυνατή αυτή τη σύνδεση του συστήματος πέδησης του ρυμουλκού με την αντίστοιχη του ρυμουλκούμενου, στην περίπτωση, φυσικά, που το τελευταίο είναι εφοδιασμένο με αερόφρενα.

11.6 Συμβατότητα («ταίριασμα») ρυμουλκού οχήματος με ρυμουλκούμενο

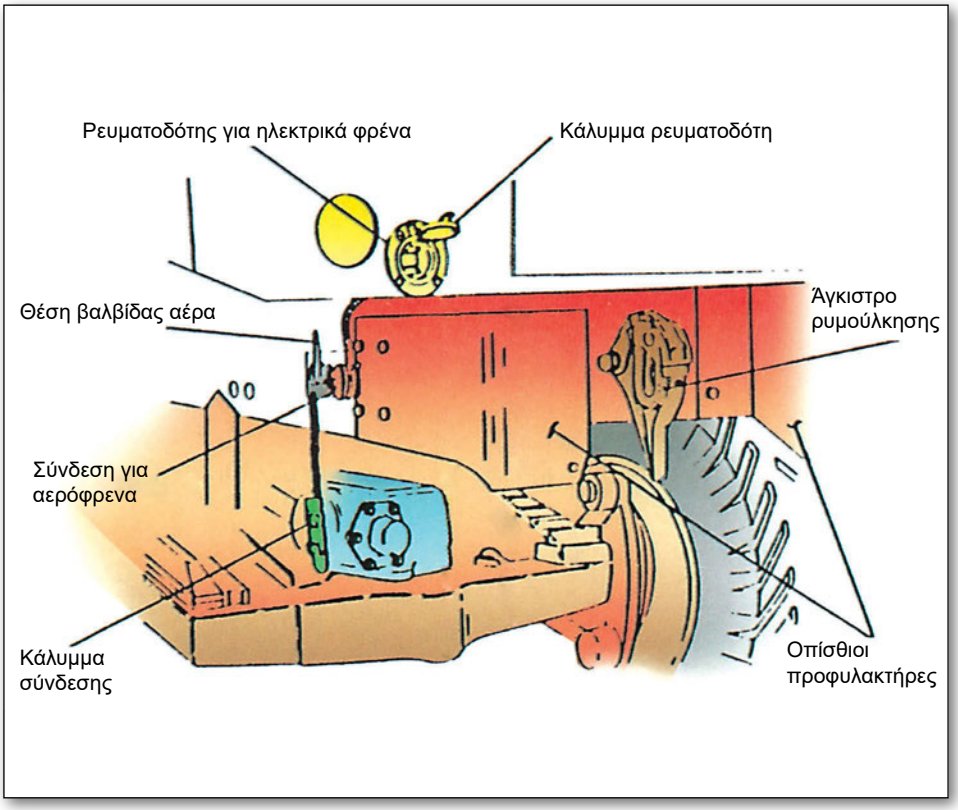
Για να είναι δυνατή η σύνδεση του ρυμουλκού με το ρυμουλκούμενο και να υπάρχει αρμονική λειτουργία (συμβατότητα) μεταξύ τους, θα πρέπει τα τεχνικά χαρακτηριστικά και των δύο να ταιριάζουν (συμπίπτουν). Έτσι, πρέπει να υφίσταται:

α. Συμβατότητα ηλεκτρικών συστημάτων

Το ρυμουλκό, δηλαδή, και το ρυμουλκούμενο θα πρέπει να έχουν ηλεκτρικά συστήματα της αυτής τάσης, γιατί διαφορετικά, τα φώτα αυτού που θα έχει τη μικρότερη τάση θα καταστραφούν, ενώ στην αντίθετη περίπτωση, ο φωτισμός θα είναι ανεπαρκής.

β. Συμβατότητα συστημάτων πέδησης

Το σύστημα των φρένων, επίσης, θα πρέπει να ταιριάζει. Εάν, δηλαδή, το ρυμουλκό έχει σύστημα με αερόφρενα, το ίδιο σύστημα θα πρέπει να έχει και το ρυμουλκούμενο, ή εάν το ρυμουλκό έχει σύστημα φρένων με υποπίεση ή ηλεκτρικά φρένα, τότε και το ρυμουλκούμενο θα πρέπει να έχει το ίδιο σύστημα, ώστε να εξασφαλίζονται συνθήκες απόλυτης ασφάλειας.



Σχ.11.19 Πίσω πλευρά ρυμουλκού οχήματος για ρυμούλκηση ρυμουλκούμενου «τριών τετάρτων» και «πλήρως ρυμουλκούμενου οχήματος».

γ. Συμβατότητα φορτίου και επιδόσεων

Για την αποφυγή, υπερφόρτωσης του ρυμουλκού, δεν θα πρέπει να συνδέεται σ' αυτό υπερβολικό φορτίο. Έτσι, το φορτίο του ρυμουλκούμενου δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από εκείνο για το οποίο το ρυμουλκό είναι σχεδιασμένο να ρυμουλκήσει. Στο βιβλίο με τα τεχνικά δεδομένα του ρυμουλκού, συνήθως, αναγράφεται το μέγιστο φορτίο που αυτό μπορεί να ρυμουλκήσει, καθώς και οι άλλες δυνατότητες οι οποίες δεν πρέπει να παραβιάζονται σε καμία περίπτωση, για λόγους ασφαλείας.

11.7 Ανακεφαλαίωση

- Οχήματα υπάρχουν πολλών τύπων· στο κεφάλαιο όμως αυτό, θα περιοριστούμε στην ανάλυση των αυτοκινήτων μεγάλου βάρους (φορτηγών) και των ρυμουλκούμενων.
- Το αμάξωμα των φορτηγών και τα περισσότερα επί μέρους συστήματα από τα οποία αυτό αποτελείται, έχουν αναπτυχθεί στα προηγούμενα κεφάλαια.
- Τα φορτηγά που προορίζονται να ρυμουλκούν τα ρυμουλκούμενα, έχουν μια ιδιαίτερη σχεδίαση η

οποία όμως, σε γενικές γραμμές, δεν διαφέρει σημαντικά από τη σχεδίαση των άλλων οχημάτων. Ιδιαίτερη, πάντως, σημασία δίδεται στο σύστημα πέδησης, το οποίο πρέπει να έχει συγκεκριμένες επιδόσεις και να αποτελείται από τα κύρια φρένα, τα βοηθητικά φρένα και τα φρένα στάθμευσης. Τα κύρια φρένα πρέπει να αποτελούνται από δύο, τελείως ανεξάρτητα κυκλώματα, το ένα από τα οποία πρέπει να ενεργεί στους τροχούς του εμπρόσθιου άξονα, ενώ το άλλο στους τροχούς είτε του οπίσθιου, είτε των εμπρόσθιων αξόνων.

- Τα ρυμουλκούμενα είναι φορτηγά οχήματα χωρίς κινητήρα, έχουν ανάλογη κατασκευή με τα άλλα οχήματα και διακρίνονται σε ημιρυμουλκούμενα, σε ρυμουλκούμενα κατά «τρία τέταρτα» και σε «πλήρως ρυμουλκούμενα». Το σύστημα πέδησης, καθώς και το ηλεκτρικό σύστημα του ρυμουλκού και του ρυμουλκούμενου συνδέονται μεταξύ τους και πρέπει να ταιριάζουν (να είναι συμβατά). Η σύνδεση του ρυμουλκού με το ημιρυ-

11.8 Ερωτήσεις

1. Ποιο όχημα ονομάζουμε ρυμουλκό και ποιο ρυμουλκούμενο;
2. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται τα ρυμουλκούμενα, ανάλογα με τον τρόπο υποστήριξης του βάρους τους;
3. Με ποια μέσα πραγματοποιείται η πέδηση στα φορτηγά; Περιγράψτε τα με συντομία.
4. Εάν αποσυνδεθούν οι συζευκτήρες ενός ρυμουλκού και ενός ρυμουλκούμενου, τι θα συμβεί με τα φρένα του ρυμουλκούμενου;
5. Τι προβλέπει για το σύστημα πέδησης των φορτηγών η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης;
6. Ποια είδη συστημάτων πέδησης μπορεί να έχει ένα ρυμουλκούμενο; Πρέπει αυτά να ταυτίζονται με το αντίστοιχο σύστημα πέδησης του ρυμουλκού και γιατί;

μουλκούμενο γίνεται με τη χρήση του «πέμπτου τροχού», ενώ η σύνδεση του ρυμουλκού με το ρυμουλκούμενο «τριών τετάρτων» και το «πλήρως ρυμουλκούμενο» γίνεται με τη σύνδεση του κρίκου, τον οποίο φέρει το ρυμουλκούμενο, στο άγκιστρο που φέρει το ρυμουλκό. Επίσης, για ασφάλεια, το ρυμουλκό συνδέεται με το ρυμουλκούμενο με μια αλυσίδα. Το ημιρυμουλκούμενο, όταν δεν είναι συνδεδεμένο με το ρυμουλκό, στηρίζεται στο έδαφος ή στο δρόμο, με ένα σύστημα στήριξης δύο τροχών, ενώ το ημιρυμουλκούμενο «τριών τετάρτων» στηρίζεται με ένα σύστημα στήριξης ενός τροχού. Εξάλλου, ακόμη και εάν αποσυνδεθούν οι αγωγοί του συστήματος πέδησης του ημιρυμουλκούμενου, τα φρένα του ενεργοποιούνται. Εκτός από το ταίριασμα (συμβατότητα) του ηλεκτρικού συστήματος και του συστήματος πέδησης μεταξύ ρυμουλκού και ρυμουλκούμενου, πρέπει να υπάρχει και απόλυτη συμβατότητα φορτίου και δυνατοτήτων+ μεταξύ των τύπων αυτών των οχημάτων.

7. Το φορτίο του ρυμουλκούμενου, πού υποβαστάζεται, κατά το μεγαλύτερο μέρος του: σε ένα ημιρυμουλκούμενο, σε ένα ρυμουλκούμενο τριών τετάρτων ή σε ένα πλήρως ρυμουλκούμενο όχημα;
8. Πώς γίνεται η σύνδεση ρυμουλκού με ημιρυμουλκούμενο;
9. Πώς γίνεται η σύνδεση ρυμουλκού με ρυμουλκούμενο «τριών τετάρτων» ή «πλήρως ρυμουλκούμενο»;
10. Ποιος ο σκοπός του «πέμπτου τροχού» σε ένα ημιρυμουλκούμενο; Περιγράψτε τη λειτουργία του.
11. Πώς πρέπει να γίνεται η σύνδεση και η αποσύνδεση ενός ημιρυμουλκούμενου; Τι πρέπει να προσέχουμε ιδιαίτερα;
12. Τι εννοούμε όταν λέμε, ότι για να γίνει σύνδεση ρυμουλκού με ρυμουλκούμενο, πρέπει να υπάρχει ταίριασμα (συμβατότητα) μεταξύ τους;

ΚΥΡΙΑ ΜΕΓΕΘΗ ΚΑΙ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΦΥΣΙΚΟ ΜΕΓΕΘΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ S.I.	ΑΛΛΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ	ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΑ
Μήκος (ℓ)	Μέτρα m	Χιλιοστό mm Εκατοστό cm Χιλιόμετρο km	1 mm = 1/1000 m 1 cm = 1/100 m 1 km = 1000 m
Επιφάνεια (A,S)	Τετραγωνικά μέτρα m^2	Τετραγωνικό χιλιοστό mm^2 Τετραγωνικό εκατοστό cm^2	1 mm^2 = 1/1.000.000m^2 1 cm^2 = 1/10.000 m^2
Όγκος (v)	Κυβικά μέτρα m^3	Κυβικό εκατοστό cm^3 Κυβικό δεκατόμετρο dm^3 (παλάμη) ή λίτρο	1 cm^3 = 1/1.000.000 m^3 1 dm^3 = 1/1.000 m^3
Χρόνος (t)	Δευτερόλεπτο sec (s)	Λεπτό min Ώρα h	1 min = 60 s 1 h = 3.600 s
Γωνία (φ)	Ακτίνιο rad	Στροφή tr Βαθμός gr Μοίρα °	1 tr ≈ 2π ≈ 6,28 rad π/200 π/180
Γωνιακή Ταχύτητα (ω)	Ακτίνια ανά δευτερόλεπτο rad/s	Στροφές ανά λεπτό tr/min	1 tr/min = 0,105 rad/s
Ταχύτητα (u, v, w)	Μέτρα ανά δευτερόλεπτο m/s	Χιλιόμετρα ανά ώρα km/h	1 km/h = 1 /3,6 m/s
Επιτάχυνση (α)	Μέτρα ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο m/sec^2		
Μάζα (m)	Χιλιόγραμμο kg	Γραμμάριο gr Τόνος t	1 gr = 1/1.000 kg 1 t = 1.000 kg
Δύναμη (F)	Νιούτον N (1 N=1 kg x 1 m/sec^2)	Δεκανιούτον daN Κιλοπόντ kp ή Χιλιόγραμμα – δύναμης kg_f	1daN = 10 N 1 kp = 1 kgf ≈ 10 N
Πίεση (ρ)	Pascal Pa	Ατμοσφαιρική πίεση 1 atm Bar (1 bar = 1 daN/1 cm^2)	1 atm =1,033kp/cm^2 =1,013 bar 1 bar = 10^5 Pa
Έργο (W) Ενέργεια (E)	Joule J (1J = 1N x 1m)	Χίλια Joule kJ Κιλοποντόμετρο kpm	1 kJ = 1.000J 1 kpm = 9,81 J
Ροπή (M)	Νιούτον επί μέτρο Nm	Κιλοποντόμετρο kpm	1 kpm ≈ 10 Nm
Ισχύς (P)	Watt W 1W = 1J / 1 s	Κιλοποντόμετρα ανά δευτερόλεπτο kpm/ s Χίλια Watt kW Ίππος PS	1 kpm/ s = 9,81 W 1 kW = 1.000 W 1PS ≈ 736 W

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. AUTOMOTIVE MECHANICS, Seventh and Tenth edition, 1975 και 1999, by GROUSE - ANGLIN, McGraw - Hill.
2. L' AUTOMOBILE, Technologie Professionnelle Generale, Tome 1, "LES MOTEURS A QUATRE TEMPS ET A DEUX TEMPS" 1992, Les editions FOUCHER.
3. L' AUTOMOBILE, Technologie Professionnelle Generale, Tome 2, "LES ORGANES DE TRANSMISSION ET D' UTILISATION" 1992, Les editions FOUCHER.
4. LA TECHNIQUE LA REPATION AUTOMOBILE, Tome 2, les organes DE TRANSMISSION ET D' UTILISATION, 1992, Les editions FOUCHER.
5. TM 9 - 8000, PRINCIPLES OF AUTOMOTIVE VEHICLES, 1985, Headquarters Department of U.S. ARMY.
6. TECHNIQUE AUTOMOBILE, 2 LE CHASSIS, 1977, Par J. CHAGETTE.
7. L' Automobile, Technologie Professionnelle Generale, "CARROSSERIE" 1993, Les edition FOUCHER.
8. Technologie des Carrosseries Industrielles Adaptation des Surerstructures, 1987, E.T.A.I.
9. L' Automobile "Eguipements et circuits e´lectriques", 1990, Les editions FOUCHER.
10. Automobile Electrical and Electronic Systems, 1993 by Tony TRANTER.
11. Αρχές Λειτουργίας Οχημάτων, 1976, ΓΕΣ/ΔΤΧ.
12. Τεχνολογία Αμαξωμάτων, 1994, Γ. Καπετανάκης.
13. ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ και ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ, Γ΄ Τεχνικού Λυκείου, Θ. Κουζέλη - Π. Παναγιωτίδη - Ίδρυμα Ευγενίδου, 1986.
14. Fachkunde Kraft fahrzeugtechnik, Stuttgart 1969.
15. Fachkunde Kraft fahrzeugtechnik, Stuttgart 1985.
16. Technologie Automobile, Renault, 1975.
17. AUTOMOTIVE TECHNICIAN'S HANDBOOK, Crouse Anglin, 1979.
18. Θεωρητική Εκπαίδευση Υποψηφίων Οδηγών Φορτηγών, Υπουρ. Μεταφορών και Επικοινωνιών, 1999.
19. SERVICE MANUAL A-10, NISSAN MOTOR CO., 1979.
20. SERVICE MANUAL 910, NISSAN MOTOR CO., 1979.
21. MODEL INTRODUCTION BOOTLET, HONDA MOTOR CO., 1979.
22. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΗΧΑΝΩΝ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ, Β΄ Μέσων Τεχνικών Σχολών, Π.Χ. Παναγιωτίδη - Ίδρυμα Ευγενίδου, 1981.
23. Εργαστήριο Συστημάτων Ελέγχου & Αυτοματισμών Αυτοκινήτου, Π.Ι., 2001.
24. Automotive handbook, Robert Bosch GmbH, 1993.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1

ΑΜΑΞΩΜΑ

1.1 Γενικά για το αυτοκίνητο 8

1.2 Κατηγορίες οχημάτων 10

1.2.1 Κύρια επιβατικά 11

1.2.2 Λεωφορεία 13

1.2.3 Ειδικά επιβατικά 13

1.2.4 Φορτηγά γενικής χρήσης 13

1.2.5 Φορτηγά ειδικής χρήσης 15

1.3 Είδη αμαξωμάτων 15

1.3.1 Αμάξωμα χωριστό από το πλαίσιο (μη αυτοφερόμενο) 15

1.3.2 Αυτοφερόμενο αμάξωμα 15

1.3.3 Ημιαυτοφερόμενο αμάξωμα 20

1.4 Πλαίσιο (σασί) 21

1.4.1 Γενικά 21

1.4.2 Ιδιότητες του πλαισίου 21

1.4.3 Δυνάμεις που καταπονούν το πλαίσιο 21

1.4.4 Είδη πλαισίου 23

1.5 Έλεγχοι και ευθυγράμμιση αυτοφερομένου αμαξώματος 26

1.5.1 Γενικά 26

1.5.2 Η κατασκευή ενός αυτοφερόμενου αμαξώματος 31

1.5.3 Έλεγχοι αυτοφερόμενου αμαξώματος 32

1.5.4 Ευθυγράμμιση αυτοφερόμενου αμαξώματος 36

1.6 Αριθμός πλαισίου 38

1.7 Τρόποι και σημεία στήριξης και ανύψωσης του αυτοκινήτου 40

1.8 Ανακεφαλαίωση 43

1.9 Ερωτήσεις 44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

2.1 Προορισμός (Σ.Μ.Κ.) και είδη (Σ.Μ.Κ.) 48

2.1.1 Προορισμός του συστήματος μετάδοσης κίνησης 48

2.1.2 Είδη διαφόρων συστημάτων μετάδοσης της κίνησης 48

2.1.3 Περίληψη της ενότητας 54

2.1.4 Ερωτήσεις 55

2.2 Συμπλέκτης 56

2.2.1 Γενικά - Σκοπός - Τύποι συμπλεκτών 56

2.2.2 Συμπλέκτης με ελατήρια 59

2.2.3 Συμπλέκτης με διάφραγμα (χτένι) 67

2.2.4 Υγροί πολύδισκοι συμπλέκτες 69

2.2.5 Τρόποι μεταφοράς της δύναμης από το πεντάλ στον συμπλέκτη, με σκοπό την αποσύμπλεξή του 71

2.2.6 Φθορές - βλάβες - συντήρηση - έλεγχος - ρυθμίσεις 73

2.2.7 Αυτόματοι συμπλέκτες 83

2.2.8 Περίληψη της ενότητας 87

2.2.9 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 88

2.3 Κιβώτιο ταχυτήτων 90

2.3.1 Μηχανικά κιβώτια ταχυτήτων 90

2.3.2 Βοηθητικά κιβώτια ταχυτήτων 112

2.3.3 Φθορές - βλάβες - επισκευή - συντήρηση 115

2.3.4 Συνήθεις βλάβες - αποτελέσματα - αίτια 117

2.3.5 Περίληψη της ενότητας 119

2.3.6 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 120

2.4 Αυτόματα κιβώτια ταχυτήτων (απλά) 122

2.4.1 Γενικά 122

2.4.2 Υδραυλικός μετατροπέας ροπής στρέψης 123
2.4.3 Πλανητικό σύστημα κίνησης 127
2.4.4 Αυτόματη μετάδοση 130
2.4.5 Φθορές - βλάβες - επισκευή - συντήρηση 137
2.4.6 Περίληψη της ενότητας 138
2.4.7 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 139
2.5 Διαφορικό 140
2.5.1 Σκοπός του διαφορικού 140
2.5.2 Περιγραφή και είδη του διαφορικού 143
2.5.3 Λειτουργία του διαφορικού 148
2.5.4 Φθορές - βλάβες - συντήρηση - έλεγχος - ρυθμίσεις 152
2.5.5 Περίληψη της ενότητας 154
2.5.6 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 155
2.6 Κιβώτιο, ταχυτήτων και διαφορικό (μπροστά κίνηση) 156
2.6.1 Γενικά 156
2.6.2 Περιγραφή 156
2.6.3 Περιγραφή κιβωτίου ταχυτήτων πέντε ταχυτήτων εμπρός και μίας όπισθεν 160
2.6.4 Περίληψη της ενότητας 163
2.6.5 Ερωτήσεις 164

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3
ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

3.1 Γενικά 166
3.2 Μέθοδοι διεύθυνσης 167
3.3 Μηχανισμοί διεύθυνσης 168
3.4 Σύστημα διεύθυνσης με υδραυλική υποβοήθηση 178
3.5 Γεωμετρία του συστήματος διεύθυνσης 184

3.5.1 Το τετράπλευρο οδήγησης ή τετράπλευρο του Ackermann (Άκερμαν) 187

3.5.2 Αποκλίσεις από το σύστημα Akermann 190

3.5.3 Εγκάρσια κλίση του τροχού (Γωνία Κάμπερ-Camber) - Εγκάρσια κλίση του πείρου 195

3.5.4 Γωνία C-P 199

3.5.5 Γωνία Κάστερ 200

3.5.6 Σύγκλιση των τροχών 203

3.6 Βλάβες - Φθορές - Συντήρηση 206

3.6.1 Ανεύρεση βλάβης 206

3.6.2 Ρυθμίσεις 207

3.6.3 Συντήρηση 207

3.7 Ανακεφαλαίωση 208

3.8 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 209

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ

4.1 Σκοπός του συστήματος ανάρτησης 212

4.2 Βασικά είδη συστημάτων ανάρτησης 216

4.2.1 Άκαμπτοι άξονες 216

4.2.2 Ημιάκαμπτοι άξονες 220

4.2.3 Ανεξάρτητη ανάρτηση τροχών 222

4.3 Ελατήρια 223

4.3.1 Ημιελλειπτικά ελατήρια 225

4.3.2 Ελικοειδή ελατήρια 232

4.3.3 Στρεπτικές ράβδοι 239

4.4 Αποσβεστήρες ταλαντώσεων (αμορτισέρ) 240

4.5 Ελαστικά μέρη ανάρτησης και «σινεμπλόκ» ή «σάϊλεντ μπλόκ» (Silent block) 243

4.6 Ανεξάρτητη ανάρτηση με βραχίονες (Ψαλίδια) 245

4.7 Ανεξάρτητη πρόσθια ανάρτηση με γόνατα Μακ Φέρσον (Mac-Pherson) 249

4.8 Σφαιρικοί σύνδεσμοι 253

4.9 Ανεξάρτητη ανάρτηση στους οπίσθιους τροχούς 254

4.10 Υδροπνευματική ανάρτηση 261

4.11 Ανάρτηση με αεροελατήρια (αερόσουστες) 264

4.12 Συστήματα ρύθμισης ύψους αυτοκινήτου και αυτόματης οριζοντίωσης 266

4.13 Φθορές - Βλάβες - Συντήρηση - Έλεγχος - Ρυθμίσεις 268

4.14 Ανακεφαλαίωση 270

4.15 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 272

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΑΞΟΝΕΣ - ΤΡΟΧΟΙ - ΕΛΑΣΤΙΚΑ

5.1 Άξονες μετάδοσης κίνησης - Σύνδεσμοι - Άξονες τροχών 276

5.1.1 Άξονες μετάδοσης της κίνησης 276

5.1.2 Σύνδεσμοι 280

5.1.3 Άξονες τροχών 292

5.1.4 Περίληψη της ενότητας 302

5.1.5 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 303

5.2 Τροχοί - Ελαστικά 304

5.2.1 Τροχοί 304

5.2.2 Επίσωτρα ή Ελαστικά 310

5.2.3 Ζυγοστάθμιση τροχών 324

5.2.4 Έλεγχοι - φθορές - βλάβες - επισκευές - συντήρηση 329
5.2.5 Ανακεφαλαίωση 337
5.2.6 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 338

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣΗΣ

6.1 Σκοπός του συστήματος πέδησης 342
6.2 Ενέργεια πέδησης 343
6.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την επιβράδυνση 346
6.4 Είδη συστημάτων πέδησης 347
6.4.1 Μηχανικά φρένα 347
6.4.2 Υδραυλικά φρένα (τύπου τύμπανου - σιαγόνων) 350
6.4.3 Δισκόφρενα 362
6.4.4 Συστήματα φρένων με διπλά κυκλώματα 367
6.4.5 Κατανομή του έργου πέδησης μεταξύ των αξόνων 370
6.5 Διατάξεις υδραυλικών συστημάτων πέδησης 377
6.6 Υγρά φρένων 378
6.7 Βοηθητικά συστήματα πέδησης 379
6.8 Φθορές - Βλάβες 382
6.9 Συντήρηση 386
6.10 Ανακεφαλαίωση 386
6.11 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 388
6.12 Βοηθητικά συστήματα πέδησης 389
6.13 Αερόφρενα 390
6.13.1 Γενικά 390

6.13.2 Περιγραφή των εξαρτημάτων των αερόφρενων 392
6.13.3 Αρχή λειτουργίας των αερόφρενων 404
6.13.4 Πνευματική υποβοήθηση (με πεπιεσμένο αέρα) υδραυλικού συστήματος φρένων 407
6.13.5 Συνηθέστερες φθορές και βλάβες στα αερόφρενα 409
6.14 Αντιμπλοκαριστικό σύστημα φρένων (ABS) 410
6.15 Ανακεφαλαίωση 421
6.16 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 422

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

7.1 Σύστημα παραγωγής και αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας 426
7.1.1 Γενικά 426
7.1.2 Σύστημα φόρτισης 429
7.2 Το κύκλωμα εκκίνησης 441
7.2.1 Γενικά 441
7.2.2 Αρχή λειτουργίας 442
7.2.3 Περιγραφή του εκκινητήρα 444
7.3 Τα κυκλώματα κατανάλωσης ενέργειας 449
7.3.1 Γενικά 449
7.3.2 Σύστημα φώτων 449
7.3.3 Σύστημα στοπ, φλας και αλάρμ 453
7.3.4 Σύστημα ανεμιστήρα ψύξης 456
7.4 Ανακεφαλαίωση 458
7.5 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 460

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8
ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ

8.1 Γενικά 464
8.2 Σύστημα αερισμού 465
8.3 Σύστημα θέρμανσης 467
8.4 Σύστημα ψύξης (κλιματισμού) 476
8.5 Λειτουργία της ψυκτικής μονάδας 484
8.6 Βλάβες 495
8.7 Συντήρηση - έλεγχος - ρυθμίσεις 496
8.8 Ανακεφαλαίωση 496
8.9 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 498

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΘΗΤΙΚΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

9.1 Γενικά 500
9.2 Εσωτερική ασφάλεια αμαξώματος 501
9.2.1 Αντίσταση των εσωτερικών τοιχωμάτων 503
9.2.2 Ζώνες ασφαλείας 503
9.2.3 Αερόσακοι 506
9.2.4 Διάφορα 508
9.3 Μέτρα ασφαλείας 509
9.4 Ανακεφαλαίωση 510
9.5 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 511

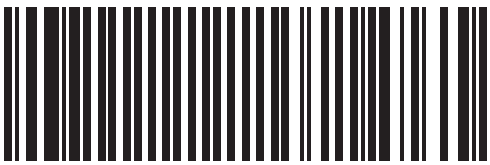
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10
ΑΝΤΙΚΛΕΠΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

10.1 Είδη αντικλεπτικών συστημάτων 514
10.2 Περιγραφή του Immobilizer 514
10.3 Ανακεφαλαίωση 519
10.4 Ερωτήσεις - Ατομική εργασία 520

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11
ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

11.1 Φορτηγά οχήματα 522
11.1.1 Γενικά 522
11.1.2 Αυτοκίνητα μεγάλου βάρους (φορτηγά) 522
11.1.3 Σύστημα πέδησης 525
11.2 Ρυμουλκούμενα οχήματα 527
11.2.1 Γενικά 527
11.3 Ημιρυμουλκούμενα 529
11.3.1 Γενικά 529
11.3.2 Σύστημα στήριξης 529
11.3.3 Σύνδεση ρυμουλκού - ημιρυμουλκούμενου 531
11.4 Ρυμουλκούμενο «τριών τετάρτων» 534
11.5 «Πλήρως ρυμουλκό» 535
11.6 Συμβατότητα («ταίριασμα») ρυμουλκού οχήματος με ρυμουλκούμενο 536
11.7 Ανακεφαλαίωση 537
11.8 Ερωτήσεις 538

Βάσει του ν. 3966/2011 τα διδακτικά βιβλία του Δημοτικού, του Γυμνασίου, του Λυκείου, των ΕΠΑ.Λ. και των ΕΠΑ.Σ. τυπώνονται από το ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ και διανέμονται δωρεάν στα Δημόσια Σχολεία. Τα βιβλία μπορεί να διατίθενται προς πώληση, όταν φέρουν στη δεξιά κάτω γωνία του εμπροσθόφυλλου ένδειξη «ΔΙΑΤΙΘΕΤΑΙ ΜΕ ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ». Κάθε αντίτυπο που διατίθεται προς πώληση και δεν φέρει την παραπάνω ένδειξη θεωρείται κλεψίτυπο και ο παραβάτης διώκεται σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 7 του νόμου 1129 της 15/21 Μαρτίου 1946 (ΦΕΚ 1946,108, Α').

Απαγορεύεται η αναπαραγωγή οποιουδήποτε τμήματος αυτού του βιβλίου, που καλύπτεται από δικαιώματα (copyright), ή η χρήση του σε οποιαδήποτε μορφή, χωρίς τη γραπτή άδεια του Υπουργείου Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού / ΙΤΥΕ - ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ.

Κωδικός βιβλίου: 0-24-0024
ISBN Set 978-960-06-3029-9
Τ.Α΄ 978-960-06-3030-5