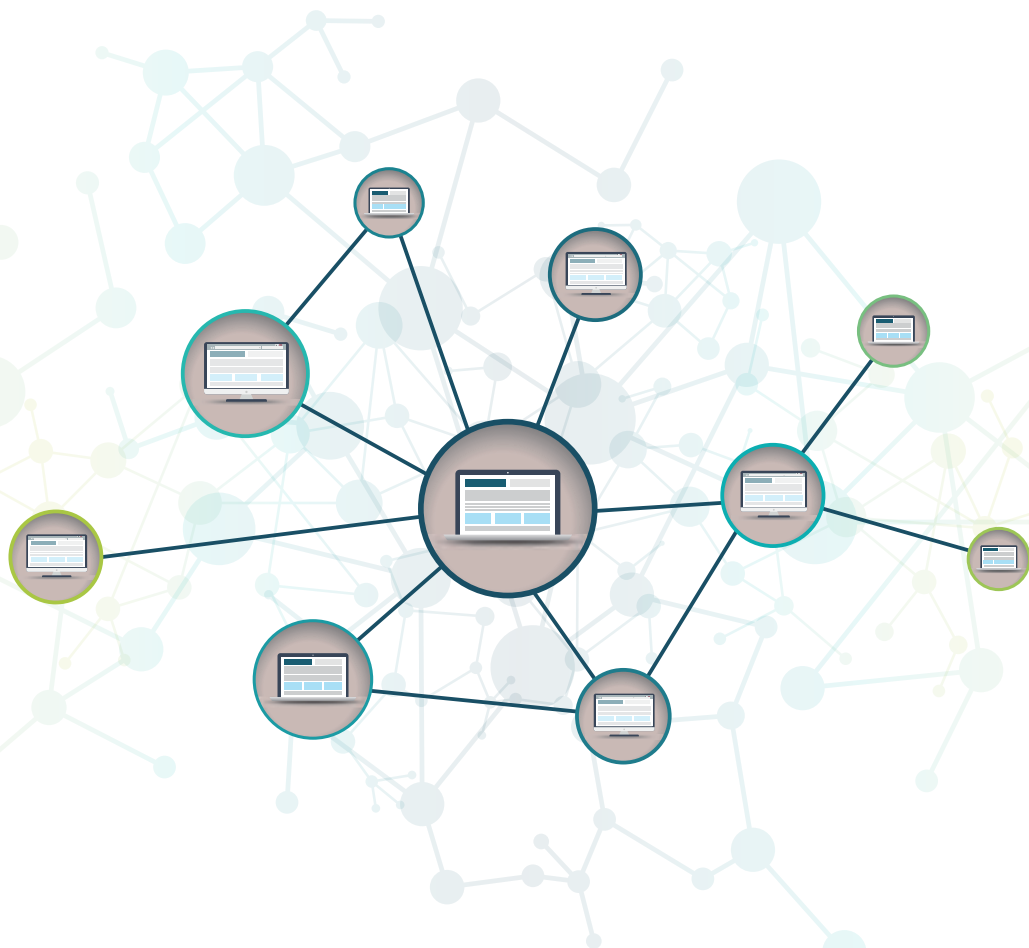




Υλικό και Δίκτυα Υπολογιστών

σημειώσεις μαθητή

Β' ΕΠΑ.Λ.

ΤΟΜΕΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΕΚΔΟΣΕΩΝ «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ»

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Βασιλάκης Β., Θηβαίος Γ., Μίχας Γ., Μόρμορης Ε., Ξιζής Α.

Υλικό και Δίκτυα Υπολογιστών

Β' ΕΠΑ.Λ.

ΤΟΜΕΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΜΑΘΗΤΗ

ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Πρόεδρος: *Σωτήριος Γκλαβάς*

ΓΡΑΦΕΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ, ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ Β΄

Προϊστάμενος: *Πάυλος Μάραντος*

Επιστημονικά Υπεύθυνος: *Δρ. Θεοδόσιος Τσαπέλας*, Σύμβουλος Β΄ Πληροφορικής ΙΕΠ

ΣΥΓΓΡΑΦΙΚΗ ΟΜΑΔΑ:

Βασίλειος Βασιλάκης, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής

Γεώργιος Θηβαίος, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής

Γεώργιος Μίχας, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής

Εμμανουήλ Μόρμορης, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής

Αναστάσιος Ξιξής, Εκπαιδευτικός Πληροφορικής

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ - ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΟΜΑΔΑΣ:

Σταύρος Κωτσάκης, Σχολικός Σύμβουλος Πληροφορικής

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΡΙΣΗΣ:

Κωνσταντίνος Δελησταύρου, εκπαιδευτικός Πληροφορικής,

Αντώνιος Μπόγρης, Αναπληρωτής Καθηγητής Τ.Ε.Ι. Αθηνών,

Βασίλης Στεφανίδης, εκπαιδευτικός Πληροφορικής.

ΦΙΛΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:

Βασίλειος Καρατζούλης, Εκπαιδευτικός Φιλόλογος

Εισαγωγικό σημείωμα

Σκοπός του «εισαγωγικού» μαθήματος ΥΛΙΚΟ – ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ είναι οι μαθητές να αποκτήσουν βασικές γνώσεις στο υλικό και την αρχιτεκτονική των υπολογιστών (με έμφαση στον προσωπικό υπολογιστή) και στη συνέχεια να αποκτήσουν γνώσεις σε βασικές έννοιες των δικτύων υπολογιστών. Επίσης, οι μαθητές θα πρέπει να αποκτήσουν δεξιότητες με τις οποίες θα είναι ικανοί να εγκαταστήσουν ένα τοπικό δίκτυο και να κάνουν την αρχική παραμετροποίηση του δικτύου. Το μάθημα εκτός από το θεωρητικό μέρος περιλαμβάνει και ένα σύνολο εργαστηριακών ασκήσεων, αναπόσπαστων από τις αντίστοιχες ενότητες του θεωρητικού μέρους, αλλά και απολύτως απαραίτητων για την απόκτηση των προβλεπόμενων δεξιοτήτων.

Το περιεχόμενο του μαθήματος αναπτύσσεται σε έξι (6) ενότητες περιεχομένου οι οποίες αφορούν την υλοποίηση μαθημάτων στη σχολική τάξη και αντίστοιχων ασκήσεων σε σχολικό εργαστήριο. Η ενότητα 1 αναφέρεται σε στοιχεία αρχιτεκτονικής υπολογιστικών συστημάτων, με τις αναγκαίες έννοιες που πρέπει να καλυφθούν για τους μαθητές του τομέα Πληροφορικής. Η ενότητα 2 περιλαμβάνει τις βασικές έννοιες που αφορούν τη μετάδοση της πληροφορίας χωρίς να εισέρχεται ιδιαίτερα σε τεχνολογικά θέματα.

Οι ενότητες 3 και 4 εισαγάγουν τους μαθητές στο πεδίο των δικτύων Η/Υ και στη συνέχεια γίνεται μια πιο αναλυτική προσέγγιση των τοπικών δικτύων.

Η ενότητα 5 αφορά τα τεχνολογικά στοιχεία της υλοποίησης των ενσύρματων και ασύρματων δικτύων.

Η ενότητα 6 τέλος, αφορά εισαγωγικά θέματα που σχετίζονται με την ασφάλεια στα δίκτυα. Παρά τα ασφυκτικά χρονικά περιθώρια, προσπαθήσαμε να καλύψουμε τις αντίστοιχες έννοιες γνωρίζοντας ότι απευθυνόμαστε σε μαθητές λυκειακής βαθμίδας και ταυτόχρονα οι τεχνολογικές αναφορές να αφορούν υλικό και λογισμικό με το οποίο οι μαθητές μπορούν να έρθουν σε επαφή.

Οι συγγραφείς

Περιεχόμενα

Εισαγωγικό σημείωμα	3
Περιεχόμενα	5
Ενότητα 1.....	9
Στοιχεία Αρχιτεκτονικής Υπολογιστικών Συστημάτων.....	9
Γενικά:.....	10
1.1 Υπολογιστικό Σύστημα.....	10
1.1.1 Κατηγορίες Υπολογιστικών Συστημάτων	11
1.1.2 Αρχιτεκτονική Υπολογιστών (Von Neumann)	14
1.2 Προσωπικός Υπολογιστής.....	15
1.2.1 Βασικές Μονάδες Προσωπικού Υπολογιστή.....	15
1.2.1.1 Κεντρική Μονάδα.....	15
1.2.1.2 Περιφερειακές Συσκευές	39
1.3 Σύνθεση ενός Προσωπικού Υπολογιστή.....	46
1.4 Οδηγοί συσκευών - Drivers	49
1.5 Ανακεφαλαίωση Ενότητας 1.....	50
1.6 Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 1.....	52
1.7 Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 1.....	54
Ενότητα 2.....	56
Μετάδοση Πληροφορίας.....	56
Γενικά:.....	57
2.1. Αναλογικά και Ψηφιακά Σήματα	57
2.1.1. Σήμα – Χαρακτηριστικά σήματος.....	57
2.1.2. Σήμα Συνεχούς – Διακριτού Χρόνου.	58
2.1.3. Αναλογικά & Ψηφιακά Σήματα.....	59
2.2. Κωδικοποίηση Ψηφιακού Σήματος	59
2.2.1. Η έννοια της διαμόρφωσης.	60
2.2.3. Ψηφιακή Διαμόρφωση (Κωδικοποίηση) Αναλογικού Σήματος.....	61
2.3. Ρυθμός Μετάδοσης Πληροφορίας.....	64
2.3.1. Ρυθμός μετάδοσης δυαδικών ψηφίων.....	64
2.3.2 Ρυθμός μετάδοσης συμβόλων.....	64
2.4. Θεμελιώδεις Τρόποι Μετάδοσης Ψηφιακού Σήματος.....	65
2.4.1. Παράλληλη / Σειριακή Μετάδοση.	65
2.4.2. Σύγχρονη / Ασύγχρονη Μετάδοση.....	66
2.5. Πολυπλεξία	68
2.5.1. Η έννοια της πολυπλεξίας.....	68
2.5.2. Πολυπλεξία Διαίρεσης (Επιμερισμού) Συχνότητας.....	68
2.5.3. Πολυπλεξία Διαίρεσης (Επιμερισμού) Χρόνου.	68
2.6. Μεταγωγή.....	69
2.6.1. Μεταγωγή Κυκλώματος.....	69
2.6.2. Μεταγωγή Μηνύματος.....	69
2.6.3. Μεταγωγή Πακέτου.	69
2.7. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 2.....	70

2.8. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 2.....	72
2.9. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 2.....	73
Ενότητα 3.....	75
Δίκτυα Η/Υ	75
Γενικά:.....	76
3.1. Βασικές Έννοιες στα Δίκτυα Υπολογιστών.....	76
3.1.1 Δομικά Στοιχεία ενός Δικτύου Υπολογιστών.....	77
3.1.2 Πλεονεκτήματα ενός Δικτύου Υπολογιστών	78
3.1.3 Μειονεκτήματα ενός Δικτύου Υπολογιστών.....	79
3.1.4 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	79
3.2. Αρχιτεκτονική Δικτύων	81
3.2.1. Εισαγωγή.....	81
3.2.2 Σχεδίαση Αρχιτεκτονικής ενός δικτύου	81
3.2.2.1. Υπηρεσίες	84
3.2.2.2. Βασικά Στοιχεία Υπηρεσιών	85
3.3. Το Μοντέλο Αναφοράς Ο.Σ.Ι.....	86
3.3.1 Φυσικό Επίπεδο (Physical Layer)	87
3.3.2 Το Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer).....	87
3.3.3 Το Επίπεδο Δικτύου (Network Layer)	88
3.3.4 Το Επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer)	88
3.3.5 Το Επίπεδο Συνόδου (Session Layer)	89
3.3.6 Το Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer).....	89
3.3.7 Το Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer).....	90
3.4. Κατηγορίες Δικτύων.....	90
3.4.1 Δίκτυα με βάση την γεωγραφική κατανομή	90
3.4.2 Δίκτυα με βάση τα μέσα μετάδοσης.....	92
3.4.3 Δίκτυα με βάση τις τεχνικές πρόσβασης	94
3.5. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 3.....	96
3.6. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 3.....	97
3.7. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 3.....	103
Ενότητα 4.....	105
Τοπικά Δίκτυα Υπολογιστών.....	105
Γενικά:.....	106
4.1. Θεμελιώδεις ορισμοί.....	106
4.2. Τοπολογίες και πρότυπα Ethernet.	107
4.2.1. Τοπολογίες Ενσύρματων Τοπικών Δικτύων.	107
4.2.1.1 Τοπολογία Διαύλου ή Αρτηρίας (bus).....	107
4.2.1.2 Τοπολογία Δακτυλίου (ring).....	109
4.2.1.3. Τοπολογία Αστέρα (star)	110
4.2.1.4 Τοπολογία Δένδρου (tree)	110
4.2.1.5 Τοπολογία Πλέγματος (mesh).....	111
4.2.2 Τοπολογίες Ασύρματων Τοπικών Δικτύων	112
4.2.2.1 Τοπολογίες Ασύρματων Δικτύων	113

4.3. Πρότυπα Ethernet.....	115
4.3.1 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο Ι.Ε.Ε.Ε. 802.3	115
4.3.1.1 Τρόπος λειτουργίας του πρότυπου Ι.Ε.Ε.Ε. 802.3	115
4.3.1.2 Υλοποίηση	116
4.3.2 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο Ι.Ε.Ε.Ε. 802.5	117
4.3.2.1 Τρόπος λειτουργίας του πρότυπου Ι.Ε.Ε.Ε. 802.5	117
4.3.2.2 Διαχείριση του δακτυλίου.....	118
4.3.3 Το ασύρματο πρότυπο Ι.Ε.Ε.Ε. 802.11	119
4.4. Μέθοδοι επικοινωνίας Client / Server και Peer-to-Peer	120
4.4.1 Αρχιτεκτονική Δικτύων εξυπηρετητή - πελάτη	120
4.4.2 Αρχιτεκτονική ομότιμων Δικτύων (P2P).....	124
4.4.2.1 Συγκεντρωτικά P2P δίκτυα	124
4.4.2.2 Αποκεντρωτικά P2P δίκτυα.	124
4.4.2.3 P2P δίκτυα τρίτης γενιάς.....	125
4.4.3 Σύγκριση μεταξύ μεθόδων επικοινωνίας Client / Server και Peer-to-Peer	125
4.5. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 4.....	127
4.6. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 4.....	128
4.7. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 4.....	129
Ενότητα 5.....	131
Ενσύρματα και Ασύρματα Δίκτυα	131
Γενικά:.....	132
5.1 Υλικό τοπικών δικτύων	132
5.1.1 Μέσα Μετάδοσης	132
5.1.1.1 Χάλκινα καλώδια.....	132
5.1.1.2 Οπτικές Ίνες	137
5.1.1.3 Μικροκυματική μετάδοση	142
5.1.2 Διανομείς (HUB) και μεταγωγείς (Switch).....	142
5.1.3 Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point)	144
5.1.4 Δρομολογητές (Routers).....	146
5.2. Δομημένη Καλωδίωση.....	147
5.2.1 Χαρακτηριστικά του συστήματος	147
5.2.2 Υποσύστημα Θέσης Εργασίας.....	149
5.2.3 Υποσύστημα Οριζόντιας καλωδίωσης	150
5.2.4 Υποσύστημα Κατακόρυφης Καλωδίωσης – Καλωδίωση Δικτύου Κορμού	152
5.2.5 Πιστοποίηση Δομημένης Καλωδίωσης	153
5.2.6 Διαχείριση – Τεκμηρίωση	155
5.3. Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο.....	157
5.3.1 Βασικές αρχές ασύρματης μετάδοσης.....	157
5.3.2 Περιορισμοί ασύρματης μετάδοσης.....	159
5.3.3 Υλοποίηση ασύρματου τοπικού δικτύου	160
5.4. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 5.....	164
5.5. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 5.....	166
5.6. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 5.....	168

Ενότητα 6.....	169
Θέματα Ασφαλείας Δικτύων.....	169
Γενικά:.....	170
6.1 Ασφάλεια Πληροφοριακού Συστήματος	170
6.1.1 Αγαθά – Προστασία Αγαθών	171
6.1.2 Η έννοια και η χρησιμότητα της Πολιτικής Ασφάλειας	172
6.1.3 Καθορισμός στόχων – περιορισμών – κινδύνων – κόστους	173
6.2 Απειλές και Αδυναμίες	175
6.2.1 Τι είναι Απειλές – είδη Απειλών.....	175
6.2.2 Ιοί, Σκουλήκια και τα συναφή	176
6.2.3 Κακόβουλο Λογισμικό – Διαφημιστικό Λογισμικό	177
6.2.4 Δούρειοι Ίπποι.....	178
6.2.5 Επιθέσεις Εισβολής	178
6.2.6 Αδυναμίες Προγραμμάτων και Λειτουργικών Συστημάτων	179
6.3 Μέθοδοι Προστασίας	180
6.3.1 Διαχείριση Καταστροφών	180
6.3.2 Έλεγχος Πρόσβασης	184
6.3.2.1 Έλεγχος Πρόσβασης στους πόρους του δικτύου	184
6.3.2.2 Έλεγχος Πρόσβασης σε Ασύρματο Δίκτυο	186
6.3.3 Συστήματα Προστασίας	188
6.3.3.1 Συστήματα Ανίχνευσης Εισβολής.....	188
6.3.3.2 Λογισμικό Προστασίας και Ελέγχου Περιεχομένου	189
6.3.3.3 Τείχος Προστασίας	192
6.3.3.4 Πρωτόκολλα Ασφαλείας Ασύρματων Δικτύων	193
6.4. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 6.....	195
6.5. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 6.....	196
6.6. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 6.....	197
Ευρετήριο Όρων.....	198

Στοιχεία Αρχιτεκτονικής Υπολογιστικών Συστημάτων

Με την ολοκλήρωση της ενότητας οι μαθητές θα μπορούν να:

- Διακρίνουν τις κατηγορίες των υπολογιστικών συστημάτων.
- Περιγράφουν τις βασικές αρχιτεκτονικές υπολογιστών.
- Αναγνωρίζουν τις βασικές μονάδες ενός προσωπικού υπολογιστή.
- Περιγράφουν την στοιχειώδη λειτουργία κάθε βασικής μονάδας ενός προσωπικού υπολογιστή.
- Περιγράφουν τα κύρια χαρακτηριστικά κάθε βασικής μονάδας ενός προσωπικού υπολογιστή.
- Συνθέτουν από την αρχή ένα λειτουργικό προσωπικό υπολογιστή.
- Εγκαθιστούν μία συσκευή (υλικό) σε υπολογιστή με σύγχρονο λειτουργικό σύστημα.

Γενικά:

Στην παρούσα ενότητα οι μαθητές θα διαπραγματευτούν εισαγωγικές έννοιες που σχετίζονται με τα στοιχεία αρχιτεκτονικής υπολογιστικών συστημάτων. Στη συνέχεια θα γνωρίσουν τις βασικές μονάδες από τις οποίες αποτελείται ένας σύγχρονος προσωπικός υπολογιστής, δίνοντας έμφαση κυρίως, στην βασική - στοιχειώδη λειτουργία και στα κύρια χαρακτηριστικά των βασικών μονάδων ενός προσωπικού υπολογιστή. Στη συνέχεια οι μαθητές θα γνωρίσουν τη διαδικασία σύνθεσης ενός προσωπικού υπολογιστή. Η ενότητα ολοκληρώνεται με τη σύντομη αναφορά στους οδηγούς (drivers) των συσκευών, απαραίτητο και αναπόσπαστο κομμάτι για την εύρυθμη λειτουργία τους.

1.1 Υπολογιστικό Σύστημα

Ο υπολογιστής είναι μία συσκευή η λειτουργία της οποίας βασίζεται στην τεχνολογία των ηλεκτρονικών και έχει ως βασικό σκοπό της την επεξεργασία δεδομένων. Με τον όρο **υπολογιστικό σύστημα** (ή **υπολογιστής**) συνήθως αναφερόμαστε σε μία ηλεκτρονική συσκευή η οποία αποτελείται από δύο μέρη (Σχ. 1.1):

- Το **Υλικό (Hardware)**, που είναι όλα εκείνα τα εξαρτήματα (ηλεκτρονικά π.χ. αντιστάσεις, πυκνωτές, τρανζίστορ κλπ., ηλεκτρικά π.χ. καλώδια, διακόπτες, μοτέρ κλπ. και μηχανολογικά π.χ. το κουτί, το CD-ROM κλπ.) , από το πιο μικρό έως το πιο μεγάλο, που συνθέτουν τον υπολογιστή και που μπορούμε να τα δούμε και να τα αγγίξουμε.
- Το **Λογισμικό (Software)**, που είναι όλα εκείνα τα προγράμματα, που περιέχουν εντολές – οδηγίες χειρισμού των δεδομένων – πληροφοριών, σε γλώσσα μηχανής – κατανοητή για τον υπολογιστή – και που εμείς δεν μπορούμε να τα αγγίξουμε, αλλά βλέπουμε συνήθως το αποτέλεσμα τους είτε στην οθόνη του υπολογιστή, είτε σε κάποια άλλη συσκευή. Το λογισμικό χωρίζεται επίσης σε δύο κατηγορίες, ανάλογα τη λειτουργία του και τη χρήση του. Αυτές είναι: το **Λειτουργικό Σύστημα** (ένα απαραίτητο βασικό πρόγραμμα για τη λειτουργία του υπολογιστή) και οι **Εφαρμογές** (λογισμικό που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία δεδομένων, ή για την υλοποίηση κάποιας εργασίας όπως ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου (π.χ. OpenOffice, Writer, MS – WORD κα). Σημειώνεται ότι για να λειτουργήσουν οι εφαρμογές απαιτείται πρώτα να υπάρχει και να λειτουργεί ένα λειτουργικό σύστημα.

(Θηθαίος, σημειώσεις για το μάθημα Συντήρηση Υπολογιστών Β ΕΠΑ.Λ.)



Σχ. 1.1: Συστατικά μέρη ενός υπολογιστικού συστήματος.

1.1.1 Κατηγορίες Υπολογιστικών Συστημάτων

Με βάση το μέγεθος των δεδομένων που μπορούν να επεξεργαστούν, την ταχύτητα επεξεργασίας και άλλα ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά, τα υπολογιστικά συστήματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- **Υπερυπολογιστές (Super-Computers):** είναι οι πιο ισχυροί υπολογιστές στον κόσμο. Οι υπερυπολογιστές αποτελούνται συνήθως από συστοιχίες πολλών επεξεργαστών οι οποίοι δουλεύουν παράλληλα και χρησιμοποιούνται σε μεγάλα εργαστήρια, για την επίλυση εξαιρετικά δύσκολων και πολύπλοκων προβλημάτων όπως, πολύ απαιτητικές προσομοιώσεις (π.χ. της συμπεριφοράς των αστεριών ενός γαλαξία ή της ατμόσφαιρας σε πλανητική κλίμακα), κλιματική έρευνα, κβαντική φυσική κ.α.. Η ικανότητα υπολογισμών μετριέται συνήθως με τον όρο **Flops (FLoating-point Operations Per Second**, υπολογισμοί κινητής υποδιαστολής¹ ανά δευτερόλεπτο). Η υπολογιστική ικανότητα των σημερινών υπερυπολογιστών έχει ξεπεράσει το 1 PetaFlop. Ένας από τους σύγχρονους υπερυπολογιστές, είναι ο κινέζικος «Tianhe-2» - «Γαλαξίας-2», περιέχει 32.000 μικροεπεξεργαστές και έχει πετύχει μέγιστη ταχύτητα 33,86 petaflop/s= $33,86 \times 10^{15}$ (τετράκις εκατομμύρια υπολογισμοί ανά δευτερόλεπτο) (Εικ. 1.1). Ο πρώτος **ελληνικός υπερυπολογιστής**, που ανήκει στο Εθνικό Ίδρυμα Έρευνας και Τεχνολογίας (ΕΔΕΤ) και στο υπουργείο Παιδείας, όπου είναι εγκατεστημένος, έχει την ονομασία «ARIS». Με 426 υπολογιστικούς κόμβους, προσφέρει συνολικά πάνω από 8500 επεξεργαστικούς πυρήνες (CPU cores). Η υποδομή ολοκληρώνεται από ένα αποθηκευτικό σύστημα υψηλών επιδόσεων, μεγέθους 1 Petabyte (1×2^{50} bytes) και η θεωρητική υπολογιστική του ισχύς φτάνει τα 190 TFlops (190 τρισεκατομμύρια πράξεις κινητής υποδιαστολής ανά δευτερόλεπτο) (Εικ. 1.2).

¹ Η αναπαράσταση ενός αριθμού μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους. Για παράδειγμα οι δύο επόμενες αναπαράστάσεις του $\frac{1}{2}$ είναι ισοδύναμες: $0,5$ ή 5×10^{-1} . Όπως είναι φανερό στη δεύτερη περίπτωση (εκθετική μορφή) απαιτούνται δύο αριθμοί για την αναπαράσταση του αριθμού $\frac{1}{2}$, ο αριθμός 5 που ονομάζεται συντελεστής (mantissa) και ο αριθμός -1 που ονομάζεται εκθέτης (exponent). Η εκτέλεση αριθμητικών πράξεων μεταξύ τέτοιων αριθμών απαιτεί ξεχωριστούς υπολογισμούς για τους συντελεστές και ξεχωριστούς για τους εκθέτες. Προκειμένου δε να γίνουν π.χ. οι πράξεις + και - θα πρέπει οι εκθέτες να είναι οι ίδιοι και κατά συνέπεια μπορεί να απαιτηθεί η μετακίνηση του σημείου της υποδιαστολής στον αντίστοιχο αριθμό. Για παράδειγμα: $0,5 + 0,05 = 5 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2} = 50 \times 10^{-2} + 5 \times 10^{-2} = (50+5) \times 10^{-2} = 55 \times 10^{-2} = 0,55$. Τέτοιου είδους πράξεις ονομάζονται υπολογισμοί κινητής υποδιαστολής].

Εικ. 1.1. Ο υπερυπολογιστής «Tianhe-2», 33.86 petaflop/s (τετράκις εκατομμύρια υπολογισμοί ανά δευτερόλεπτο)



Εικ. 1.2. Ο πρώτος ελληνικός υπερυπολογιστής «ARIS» στο ΥΠΟΠΑΙΘ.



- **Μεγάλα Συστήματα (Mainframes):** Με το όρο mainframes αναφερόμαστε σε ισχυρούς υπολογιστές που χρησιμοποιούνται κυρίως από μεγάλες επιχειρήσεις, βιομηχανίες και οργανισμούς. Σε σχέση με τους υπερυπολογιστές έχουν μικρότερο αριθμό επεξεργαστών, είναι μικρότερα συστήματα, σε μέγεθος και υπολογιστική ισχύ, αλλά αρκετά πιο ισχυρά από τους προσωπικούς υπολογιστές. Στην εικόνα 1.3 εικονίζεται ένα σύγχρονο mainframe σύστημα της εταιρείας IBM το οποίο μπορεί στην ανώτερη έκδοσή του να δεχθεί μέχρι 141 επεξεργαστές.
- **Προσωπικοί Υπολογιστές (Personal Computers):** Οι προσωπικοί υπολογιστές είναι η πιο ευρέως διαδεδομένη κατηγορία υπολογιστών γενικού σκοπού. Είναι οι υπολογιστές που υπάρχουν σχεδόν σε κάθε σπίτι, γραφείο, σχολείο ή επιχείρηση. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν εκτός από τους υπολογιστές γραφείου (desktop) και οι φορητοί υπολογιστές (laptop, notebook, netbook, tablet, pda). Οι σύγχρονοι προσωπικοί υπολογιστές έχουν σήμερα την τάση να μικραίνουν σε μέγεθος αλλά να αυξάνεται η επεξεργαστική τους ισχύ και απόδοση. Στην επόμενη εικόνα (Εικ. 1.4) εικονίζονται μερικοί σύγχρονοι προσωπικοί υπολογιστές.



Εικ. 1.3. Το mainframe z13 της IBM



Εικ. 1.4. (α) υπολογιστής γραφείου, (β) υπολογιστής γραφείου με ενσωματωμένη την ΚΜ στην οθόνη (All in One PC, (γ) φορητός υπολογιστής, (δ) παλάμης - pda και (ε) tablet.

Σήμερα, ορισμένοι κατασκευαστές υπολογιστών έχουν κυκλοφορήσει στην αγορά ένα νέο προϊόν **mini προσωπικού υπολογιστή** (πρόκειται μόνο για την κεντρική του μονάδα). Το προϊόν αυτό έχει την ονομασία **HDMI Computer Stick** (Εικ. 1.5). Η λογική πίσω από το προϊόν είναι ότι συνδέεται στη θύρα HDMI κάποιας τηλεόρασης ή οθόνης και το μόνο που χρειάζεται για να γίνει πλήρως λειτουργικός υπολογιστής είναι να συνδέσουμε στη θύρα USB που διαθέτει ένα πληκτρολόγιο και ένα ποντίκι.



Εικ. 1.5. HDMI Computer Stick

- **Υπολογιστές ενσωματωμένοι ειδικού σκοπού:** Σήμερα οι περισσότερες συσκευές (οικιακές ή μη) ενσωματώνουν υπολογιστές που εξυπηρετούν λειτουργίες ειδικού σκοπού. Τέτοιες συσκευές είναι τα έξυπνα τηλέφωνα, οι παιχνιδιομηχανές κ.α. Η επεξεργαστική τους ισχύ είναι μικρότερη αυτών των προσωπικών υπολογιστών, διαθέτουν περιορισμένους πόρους (πχ μνήμη RAM), ειδικά λειτουργικά συστήματα και συγκεκριμένες εφαρμογές. Στην εικόνα 1.6 εικονίζονται σύγχρονες συσκευές που ενσωματώνουν υπολογιστή.



(δ)



(ε)



(γ)



(δ)

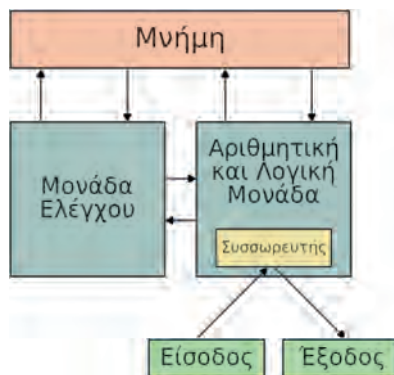
Εικ. 1.6. (α) έξυπνα τηλέφωνα, (β) παιχνιδιομηχανές, (γ) οδηγός πλοήγησης gps και (δ) έξυπνη τηλεόραση.

1.1.2 Αρχιτεκτονική Υπολογιστών (Von Neumann)

Η αρχιτεκτονική στην οποία βασίζεται η οργάνωση, η σχεδίαση και η υλοποίηση των περισσότερων υπολογιστών, που έχουν κατασκευαστεί μέχρι και σήμερα, σε όποια κατηγορία κι αν ανήκουν, έχει τις ρίζες της στην **αρχιτεκτονική του Von Neumann** (Σχ. 1.2). Η αρχιτεκτονική αυτή, η οποία διατυπώθηκε το 1945 από τον μαθηματικό και φυσικό John Von Neumann, περιγράφει τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό για έναν ψηφιακό υπολογιστή. Η αρχιτεκτονική Von Neumann προβλέπει τις εξής βασικές αρχές για έναν γενικού σκοπού υπολογιστή:

- Κάθε υπολογιστής αποτελείται από τις εξής κύριες μονάδες: Τη *Μονάδα Ελέγχου* για τον έλεγχο της εκτέλεσης των εντολών, την *Αριθμητική και Λογική Μονάδα* για την εκτέλεση των αριθμητικών και των λογικών πράξεων, τη *Μονάδα Μνήμης* για την αποθήκευση των δεδομένων, των εντολών του προγράμματος και των ενδιάμεσων αποτελεσμάτων της εκτέλεσης των πράξεων, μια *Μονάδα Εισόδου* και μια *Μονάδα Εξόδου* για την επικοινωνία με τον χειριστή του.
- Τα δεδομένα και οι εντολές που πρόκειται να εκτελεστούν πρέπει προηγουμένως να έχουν τοποθετηθεί μέσα στη *μνήμη*.
- Τα δεδομένα και οι εντολές πρέπει να είναι κωδικοποιημένα σε ένα κοινό σύστημα, το οποίο είναι το *δυαδικό σύστημα*.
- Οι εντολές θα πρέπει να εκτελούνται από τη Μονάδα Ελέγχου ακολουθιακά, δηλαδή η μία μετά την άλλη. Για να αρχίσει η εκτέλεση μιας εντολής, θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η εκτέλεση της προηγούμενης².

² Σε πολλά σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα η παραπάνω αρχή δεν τηρείται. Στις λεγόμενες πχ. «σωληνωτές αρχιτεκτονικές» η εκτέλεση των εντολών που γίνεται σε βήματα, επιτρέπει ενδεικτικά ενώ η πρώτη εντολή βρίσκεται στο 4ο στάδιο εκτέλεσής της, η δεύτερη να βρίσκεται στο 3ο, η τρίτη στο 2ο και η τέταρτη στο 1ο.



Σχ. 1.2. Σχηματική αναπαράσταση της Αρχιτεκτονικής Von Neumann.

Η διασύνδεση μεταξύ αυτών των μονάδων επιτυγχάνεται μέσω ενός κοινού διαύλου που ονομάζεται δίαυλος συστήματος.

1.2 Προσωπικός Υπολογιστής

Ο προσωπικός ηλεκτρονικός υπολογιστής ή PC είναι η κατηγορία εκείνη των υπολογιστικών συστημάτων, που είναι πιο διαδεδομένα λόγω του ότι, τα χρησιμοποιούμε πολύ συχνά σήμερα στην εργασία μας, στο σπίτι μας ή σε οποιονδήποτε άλλο χώρο, αν πρόκειται για ένα φορητό προσωπικό υπολογιστή (laptop, notebook, netbook).

Ένα PC σήμερα αποτελείται από τα παρακάτω βασικά μέρη:

- Μία **κεντρική μονάδα** ή **KM (Central Unit)** που περιέχει όλο εκείνο το υλικό που σχετίζεται με την επεξεργασία ή την αποθήκευση των δεδομένων.
- Ένα **πληκτρολόγιο (keyboard)**, για είσοδο δεδομένων και εντολών – οδηγιών ελέγχου και χειρισμού,
- Μία **οθόνη (monitor)**, για έξοδο αποτελεσμάτων,
- Και τέλος ένα **ποντίκι (mouse)**, για εύκολη είσοδο εντολών ελέγχου και χειρισμού σε λογισμικό με γραφικό περιβάλλον (π.χ. windows, linux).

1.2.1 Βασικές Μονάδες Προσωπικού Υπολογιστή

1.2.1.1 Κεντρική Μονάδα

Όπως προαναφέραμε, ένας υπολογιστής είναι ένα σύνολο από ηλεκτρονικό, ηλεκτρολογικό και μηχανολογικό υλικό. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτό το υλικό, δε διαθέτει δικό του προστατευτικό κάλυμμα με αποτέλεσμα, να είναι επικίνδυνο και για τον ίδιο τον υπολογιστή (προστασία από τη σκόνη, τα υγρά κλπ) αλλά και για το χρήστη, αφού το υλικό αυτό λειτουργεί με ρεύμα και παράγει ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Για λόγους λοιπόν, κυρίως προστασίας του υπολογιστή και του χρήστη, αλλά και οργάνωσης, όλο αυτό το υλικό, το οποίο σχετίζεται κυρίως με την επεξεργασία ή την αποθήκευση δεδομένων, βρίσκεται μέσα σε ένα (συνήθως) μεταλλικό κουτί, που ονομάζεται **Κεντρική Μονάδα (Central Unit)** ή **KM**. Στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση του υλικού που είναι απαραίτητο για τη λειτουργία του υπολογιστή.

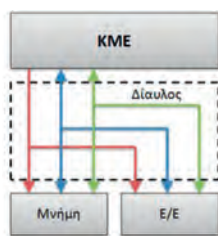
Επεξεργαστής

Ο **Επεξεργαστής (processor)** ή αλλιώς **Κεντρική Μονάδα Επεξεργασία – ΚΜΕ (Central Processing Unit – CPU)** είναι το βασικότερο τμήμα ενός υπολογιστή και θεωρείται ο «**εγκέφαλος**»³ ενός

υπολογιστή. Ένας επεξεργαστής αποτελείται από επιμέρους μονάδες: τη μονάδα *ακέραιων αριθμητικών και λογικών πράξεων* (Arithmetic Logical Unit – ALU), τη μονάδα *εκτέλεσης πράξεων κινητής υποδιαστολής* (Floating point unit – FPU), τη μονάδα *ελέγχου* (Control Unit), πρόκειται για ένα λογικό κύκλωμα που αποκωδικοποιεί τις εντολές και ελέγχει τη ροή του προγράμματος και την τοπική μνήμη η οποία αποτελείται από τους καταχωρητές και τη *λανθάνουσα ή κρυφή μνήμη* (cache memory). Η εξέλιξη της τεχνολογίας των επεξεργαστών, έχει καταφέρει σήμερα να τοποθετήσει δύο ή περισσότερους επεξεργαστές μέσα σε ένα ολοκληρωμένο (chip), οι οποίοι συνδέονται και λειτουργούν παράλληλα. Για να μην υπάρξει σύγχυση, σήμερα με τον όρο επεξεργαστής⁴ αναφερόμαστε στο ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο (chip), ενώ τους επεξεργαστές που περιέχονται μέσα στο chip, τους αποκαλούμε με τον όρο «**πυρήνες - (cores)**». Οι επεξεργαστές που έχουν δύο (2), τέσσερις (4), οκτώ (8) πυρήνες, καλούνται αντίστοιχα διπύρηνοι (Dual Cores), τετραπύρηνοι (Quad Cores) και οκταπύρηνοι (Eight Cores).

Ο επεξεργαστής βρίσκεται συνήθως επάνω στην μητρική πλακέτα (motherboard) τοποθετημένος στη **θάση (socket)** επεξεργαστή.

Ο επεξεργαστής επικοινωνεί με τις υπόλοιπες μονάδες του υπολογιστή μέσω του **διαύλου συστήματος (System Bus ή Front Side Bus – FSB)** (Σχ. 1.3). Ο διάυλος συστήματος αποτελείται από ένα σύνολο ξεχωριστών διαύλων, ταξινομημένους σύμφωνα με την λειτουργία τους. Οι διάυλοι αυτοί είναι: ο **διάυλος δεδομένων**⁵ (data bus), ο **διάυλος διευθύνσεων**⁶ (address bus) και ο **διάυλος ελέγχου**⁷ (control bus).



Σχ. 1.3. Ο διάυλος συστήματος

³ Σε κάποια βιβλιογραφία αναφέρεται και ως η «**καρδιά**» ενός υπολογιστή.

⁴ Την περίοδο κατά την οποία γράφονται αυτές οι σημειώσεις διατίθενται στο εμπόριο επεξεργαστές για προσωπικούς υπολογιστές με μέγιστο αριθμό πυρήνων οκτώ (οκταπύρηνοι).

⁵ Ο διάυλος δεδομένων μεταφέρει δεδομένα μεταξύ των μονάδων του υπολογιστικού συστήματος. Το μέγεθός του καθορίζει πόσα bit μπορεί να μεταφέρει ταυτόχρονα αλλά και το εύρος των ακεραίων αριθμών που μπορεί να χειριστεί ο επεξεργαστής. Ο επεξεργαστής Intel 8088, με διάυλο δεδομένων των 8 bit, κατηγοριοποιείται ως οκτάμπιτος (ή για την ακρίβεια 8 + 8 bits) επεξεργαστής και μπορεί να χειριστεί 28 = 256 αριθμούς. Οι σύγχρονοι επεξεργαστές διαθέτουν διάυλο δεδομένων των 32 και 64 bit.

⁶ Ο διάυλος διευθύνσεων περιέχει την διεύθυνση της θέσης μνήμης στην οποία θα αποθηκευτούν τα δεδομένα, στην περίπτωση εγγραφής δεδομένων στη μνήμη. Το μέγεθος του διαύλου διευθύνσεων καθορίζει και το μέγεθος της μνήμης που μπορεί να διευθυνσιοδοτήσει ο επεξεργαστής, δηλαδή την μνήμη που μπορεί να αντιληφθεί και να χρησιμοποιήσει. Για παράδειγμα στον 8088, που ο διάυλος διευθύνσεων ήταν 20 bits, ο επεξεργαστής μπορούσε να προσπελάσει μέχρι $2^{20} = 1.048.576$ θέσεις μνήμης (1MB).

⁷ Ο διάυλος ελέγχου αποτελείται από αγωγούς με ξεχωριστή λειτουργία ο καθένας, οι οποίοι ελέγχουν τον τρόπο που επικοινωνεί ο επεξεργαστής με τα υπόλοιπα υποσυστήματα. Για παράδειγμα, όταν ο επεξεργαστής επικοινωνεί με την μνήμη ο διάυλος ελέγχου προσδιορίζει την κατεύθυνση των δεδομένων με τα σήματα read ή write.

Η ταχύτητα επεξεργασίας δεδομένων ενός προσωπικού υπολογιστή εξαρτάται κατά πολύ από τα χαρακτηριστικά του επεξεργαστή του. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε τα κυριότερα χαρακτηριστικά των επεξεργαστών που χρησιμοποιούνται στους προσωπικούς υπολογιστές καθώς και το πώς επηρεάζουν τη συνολική ταχύτητα του υπολογιστή.

Βασικά χαρακτηριστικά επεξεργαστών

- **Αριθμός Πυρήνων (Cores number)**: Όπως αναφέραμε παραπάνω, ένας σύγχρονος επεξεργαστής αποτελείται από δύο ή περισσότερους επεξεργαστές (πυρήνες) ενσωματωμένους σε ένα chip. Τα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα που υποστηρίζουν πολυπύρηνους επεξεργαστές και παράλληλη επεξεργασία, αναθέτουν ταυτόχρονα προς εκτέλεση μία διεργασία στον κάθε πυρήνα του επεξεργαστή, με αποτέλεσμα την ταχύτερη και ταυτόχρονη διεκπεραίωση διεργασιών. Η συνολική απόδοση ενός συστήματος αυξάνεται, όσο αυξάνουμε τον αριθμό των πυρήνων. Βέβαια, η συνεχής αύξηση του αριθμού των πυρήνων ενός επεξεργαστή, δημιουργεί προβλήματα αυξημένης πολυπλοκότητας, τόσο στους κατασκευαστές επεξεργαστών (νόμος του Μουρ) όσο και στους προγραμματιστές λειτουργικών συστημάτων και εφαρμογών.
- **Συχνότητα λειτουργίας (CPU Clock Rate)**: Οι επεξεργαστές εκτελούν διαδοχικές στοιχειώδεις λειτουργίες με τη χρήση ενός ηλεκτρικού σήματος τετραγωνικού παλμού. Αυτό το ηλεκτρικό σήμα συγχρονισμού καλείται **σήμα ρολογιού**, επειδή παράγεται εξωτερικά του επεξεργαστή, από ένα ταλαντωτή που ονομάζεται **ρολόι (clock)**. Το σήμα ρολογιού (ή χρονισμού) διαδίδεται μέσα από το δίαυλο ελέγχου και εναλλάσσεται περιοδικά μεταξύ μηδέν και ένα. Ο χρόνος που χρειάζεται το ρολόι για να μεταπηδήσει από το μηδέν στο ένα και πίσω στο μηδέν, ονομάζεται **περίοδος** ή **κύκλος του ρολογιού** (Σχ 1.4).



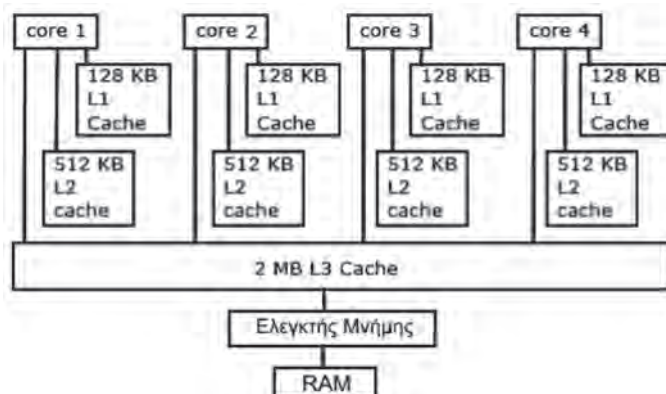
Σχ. 1.4. Περίοδος ή κύκλος του ρολογιού

Η συχνότητα με την οποία γίνεται αυτή η εναλλαγή ονομάζεται **συχνότητα ρολογιού** ή **συχνότητα λειτουργίας** (Εικ. 1.7) και μετριέται σε **Hertz (Hz)**. Ο κύκλος ρολογιού είναι το μικρότερο χρονικό διάστημα στο οποίο ο επεξεργαστής μπορεί να εκτελέσει μια λειτουργία. Κάποιες λειτουργίες εκτελούνται σ' έναν κύκλο ρολογιού ενώ κάποιες άλλες χρειάζονται περισσότερους κύκλους. Επομένως, η συχνότητα λειτουργίας του επεξεργαστή, δεν μπορεί να αποτελέσει κριτήριο σύγκρισης μεταξύ επεξεργαστών διαφορετικής τεχνολογίας. Αυτό συμβαίνει επειδή κάθε επεξεργαστής, ανάλογα με την τεχνολογία του, μπορεί να χρειάζεται διαφορετικό αριθμό κύκλων ρολογιού για την εκτέλεση της ίδιας λειτουργίας.



Εικ. 1.7. Επεξεργαστής της INTEL με αναγραφόμενη συχνότητα λειτουργίας τα 3.40 GHZ

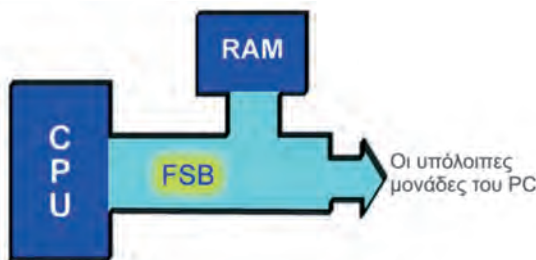
- **Εύρος καταχωρητών:** Οι καταχωρητές είναι μνημονικά στοιχεία (flip-flop), εσωτερικά του επεξεργαστή και χρησιμοποιούνται από τον επεξεργαστή κατά τη διάρκεια εκτέλεσης μιας εντολής. Το εύρος των καταχωρητών ορίζει το μέγιστο μήκος σε *bit*, που μπορεί να διαχειριστεί ο επεξεργαστής σε μία μόνο εντολή. Όσο αυξάνουμε το εύρος των καταχωρητών ενός επεξεργαστή, τόσο αυξάνεται και η ταχύτητα με την οποία επεξεργάζεται δεδομένα⁸. Το εύρος των καταχωρητών χαρακτηρίζει το εύρος του εσωτερικού διαδρόμου δεδομένων.
- **Χωρητικότητα λανθάνουσας μνήμης (cache memory) L1, L2, L3:** Η «λανθάνουσα» ή «κρυφή» μνήμη (cache memory) L1, L2 και L3, είναι μνήμη που βρίσκεται εσωτερικά στο chip του επεξεργαστή (Σχ. 1.5). Πρόκειται για ταχύτερη μνήμη προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων, στην οποία αποθηκεύονται πρόσφατα χρησιμοποιημένα δεδομένα ή δεδομένα που χρησιμοποιούνται συχνότερα από τον επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής όταν χρειάζεται κάποιο δεδομένο, ελέγχει πρώτα τη μνήμη Cache και στην περίπτωση που δε το εντοπίσει εκεί το αναζητά στην κύρια μνήμη (RAM). Η αύξηση της μνήμης Cache ενός επεξεργαστή αυξάνει και την συνολική απόδοσή του. Όμως το υψηλό κόστος της μνήμης cache, καθώς και ο περιορισμένος χώρος του chip του επεξεργαστή, περιορίζουν τη χωρητικότητά της σε μερικά MB. Οι σύγχρονοι επεξεργαστές διαθέτουν μνήμη Cache L3.



Σχ. 1.5. Σχηματική παράσταση cache μνήμης L1, L2 και L3 μέσα σε ένα επεξεργαστή με τέσσερις (4) πυρήνες (cores)

⁸ Ένας επεξεργαστής με εύρος διαδρόμου των 16 bit χρειάζεται τον διπλάσιο χρόνο από έναν επεξεργαστή με 32 bit για την εκτέλεση της ίδιας λειτουργίας.

- **Ταχύτητα ή συχνότητα λειτουργίας διαύλου συστήματος – FSB:** Ο Δίαυλος συστήματος FSB (*Front Side Bus*) συνδέει τον επεξεργαστή του υπολογιστή με τη μνήμη του συστήματος (RAM) και τις άλλες μονάδες - εξαρτήματα της μητρικής πλακέτας και λειτουργεί ως το κύριο μονοπάτι από τον επεξεργαστή προς το υπόλοιπο της μητρικής πλακέτας⁹ (Σχ. 1.6). Επίσης όπως αναφέραμε παραπάνω, ο FSB αποτελείται από ένα σύνολο ξεχωριστών διαύλων, ταξινομημένους σύμφωνα με την λειτουργία τους. Οι δίαυλοι αυτοί είναι: ο δίαυλος δεδομένων¹⁰ (data bus), ο δίαυλος διευθύνσεων¹¹ (address bus) και ο δίαυλος ελέγχου (control bus).



Σχ. 1.6. Σχηματική παράσταση της επικοινωνίας της CPU με τα υπόλοιπα μέρη του υπολογιστή μέσω του διαύλου FSB

Η ταχύτητα ή συχνότητα λειτουργίας του FSB μετριέται σε Megahertz ή Gigahertz, ακριβώς όπως η συχνότητα λειτουργίας του επεξεργαστή. Οι περισσότεροι επεξεργαστές λειτουργούν σε μεγαλύτερη συχνότητα από εκείνη που έχει ο δίαυλος τους FSB. Συνήθως υπάρχει μία αναλογία μεταξύ της ταχύτητας του επεξεργαστή και της ταχύτητας του διαύλου FSB. Για παράδειγμα, ένας επεξεργαστής Pentium 4 που τρέχει στα 2.4 GHz μπορεί να έχει ταχύτητα FSB μόνο 400 MHz. Η αναλογία CPU:FSB θα ήταν 6:1. Σε ένα Power Mac G5 με επεξεργαστή στα 2.0 GHz και FSB στο 1.0 GHz η αναλογία CPU:FSB είναι 2:1. Όσο μικρότερος είναι ο λόγος ταχύτητα CPU:FSB, τόσο πιο αποτελεσματικά ο επεξεργαστής μπορεί να λειτουργήσει. Ως εκ τούτου, επεξεργαστές με πιο γρήγορο FSB, έχουν ταχύτερη συνολική απόδοση. Όταν ο λόγος αυτός είναι υψηλός, τότε υπάρχουν πιθανές καθυστερήσεις στην αποστολή και λήψη δεδομένων από και προς τον επεξεργαστή. Για το λόγο αυτό, η ταχύτητα του FSB μπορεί να είναι ένα εμπόδιο στην απόδοση του υπολογιστή.

Βασικά επιμέρους χαρακτηριστικά του διαύλου FSB είναι:

1. **Εύρος διαύλου δεδομένων:** Τα δεδομένα μεταφέρονται από τον επεξεργαστή προς τη κύρια μνήμη και τις περιφερειακές μονάδες και αντιστρόφως, μέσω ενός συνόλου γραμμών (καλωδίων) που ονομάζονται **δίαυλος (διάδρομος) δεδομένων** του επεξεργαστή. Το εύρος του διαύλου δεδομένων καθορίζει τον αριθμό των γραμμών που έχει ο δίαυλος αυτός. Σε κάθε γραμμή μεταφέρεται ένα bit επομένως, το εύρος του διαύλου δεδομένων καθορίζει των αριθμό των bits που μεταφέρονται ταυτόχρονα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτός, τόσο γρηγορότερος είναι ο επεξεργαστής. Οι περισσότεροι σύγχρονοι επεξεργαστές διαθέτουν εύρος διαύλου δεδομένων των 32 και 64 bit.

⁹ Το chipset του συστήματος, AGP κάρτα, συσκευές PCI ή PCI-Express και άλλα περιφερειακά

¹⁰ Ο δίαυλος δεδομένων μεταφέρει δεδομένα μεταξύ των μονάδων του υπολογιστικού συστήματος. Το μέγεθός του καθορίζει πόσα bit μπορεί να μεταφέρει ταυτόχρονα αλλά και το εύρος των αριθμών που μπορεί να χειριστεί ο επεξεργαστής.

¹¹ Ο δίαυλος διευθύνσεων όπως έχουμε ήδη αναφέρει, περιέχει την διεύθυνση της θέσης μνήμης στην οποία θα αποθηκευτούν τα δεδομένα, στην περίπτωση εγγραφής δεδομένων στη μνήμη.

2. **Εύρος διαύλου διευθύνσεων:** Ο επεξεργαστής εκτελεί πολύ συχνά λειτουργίες ανάγνωσης / εγγραφής δεδομένων από την κύρια μνήμη. Η θέση μνήμης στην οποία ο επεξεργαστής θα διαβάσει ή θα γράψει δεδομένα φαίνεται σε δυαδική μορφή σε ένα σύνολο γραμμών που ονομάζεται δίαυλος (διάδρομος) διευθύνσεων. Σε κάθε γραμμή απεικονίζεται ένα bit του δυαδικού αριθμού διεύθυνσης. Οι περισσότεροι σύγχρονοι επεξεργαστές διαθέτουν εύρος διαύλου διευθύνσεων των 36 bit ο οποίος παράγει 2^{36} εικονικές διευθύνσεις¹². Το εύρος του διαύλου διευθύνσεων καθορίζει το πλήθος των bit, που χρησιμοποιούνται για τη διευθυνσιοδότηση και ουσιαστικά τον συνολικό αριθμό των θέσεων μνήμης, που μπορεί να προσπελάσει ο επεξεργαστής.

- **Τάση λειτουργίας:** Ο επεξεργαστής, σαν ηλεκτρονικό ψηφιακό κύκλωμα για να λειτουργήσει, χρειάζεται να εφαρμοστεί σε αυτό μία τάση (ρεύμα). Η τάση αυτή σχετίζεται με την ισχύ που καταναλώνει ο επεξεργαστής. Μεγαλύτερη τάση λειτουργίας σημαίνει μεγαλύτερη κατανάλωση ισχύος και κατά συνέπεια παραγωγή περισσότερης θερμότητας από τον επεξεργαστή¹³. Οι σύγχρονοι επεξεργαστές λειτουργούν σήμερα με χαμηλή τάση λειτουργίας της τάξης των 0.800 – 1.375 volt. Η κατεύθυνση των κατασκευαστών είναι να παράγουν επεξεργαστές με όσο το δυνατό μικρότερη τάση λειτουργίας, ιδιαίτερα για τους επεξεργαστές φορητών υπολογιστών ή συσκευών.

Υπάρχουν δύο μεγάλες εταιρείες που δραστηριοποιούνται στο χώρο κατασκευής επεξεργαστών. Αυτές είναι η **INTEL**¹⁴ και η **AMD**¹⁵.

Μητρική Πλακέτα

Η **μητρική πλακέτα (motherboard)** ή μητρική πλακέτα συστήματος, είναι συνήθως το μεγαλύτερο εξάρτημα, στο εσωτερικό της ΚΜ ενός υπολογιστή. Πρόκειται για ένα παραλληλόγραμμο τυπωμένο κύκλωμα. Θεωρείται το «σώμα» και το «νευρικό σύστημα» επάνω στο οποίο τοπο-

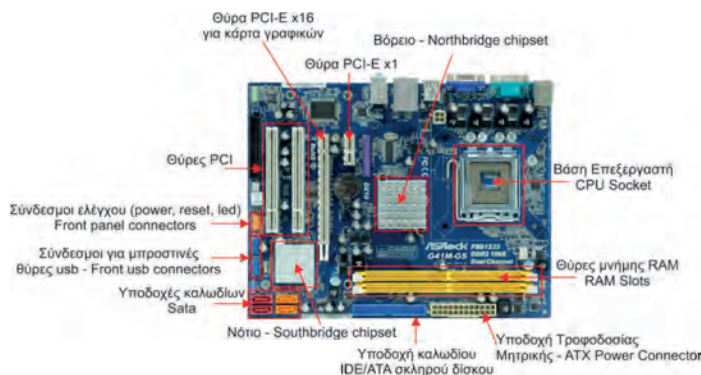
¹² Η χρήση του συνόλου των εικονικών διευθύνσεων εξαρτάται και από την τεχνολογία του λειτουργικού συστήματος που είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή, δηλαδή αν είναι λειτουργικό σύστημα 32 bit ή 64 bit.

¹³ Όταν ένας επεξεργαστής λειτουργεί σε μεγάλες θερμοκρασίες τότε μειώνεται η διάρκεια ζωής του και είναι πιθανόν να παρουσιαστούν σφάλματα στην λειτουργία του. Σε περίπτωση δε που ξεπεραστεί ένα όριο τότε σταματά τελείως τη λειτουργία του, δηλαδή “κολλάει” όπως αναφέρεται στην ορολογία των τεχνικών.

¹⁴ (Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Intel_Corporation) Η Intel είναι ο μεγαλύτερος κατασκευαστής τσιπ ημιαγωγών στον κόσμο, με βάση τα έσοδα. Η εταιρεία εισήγαγε την αρχιτεκτονική μικροεπεξεργαστών x86, που σήμερα χρησιμοποιείται σχεδόν στο σύνολο των προσωπικών υπολογιστών. Ιδρύθηκε στις 18 Ιουλίου 1968, με το όνομα Integrated Electronics Corporation (εταιρεία ολοκληρωμένων ηλεκτρονικών) και έχει ως βάση την Σάντα Κλάρα, στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ. Ιδρυτές είναι ο Ρόμπερτ Νόις και ο Γκόρντον Μουρ, οι οποίοι, υπό την διοικητική εποπτεία και το όραμα του Άντριου Γκρόουβ, συνδύασαν προηγμένες ικανότητες σχεδιασμού τσιπ και σύγχρονες κατασκευαστικές μεθόδους. Η Intel εκτός από μικροεπεξεργαστές, κατασκευάζει μητρικές πλακέτες, κάρτες δικτύου, μνήμες τύπου flash, μονάδες επεξεργασίας γραφικών και άλλες συσκευές που συνδέονται με επικοινωνίες και υπολογιστές.

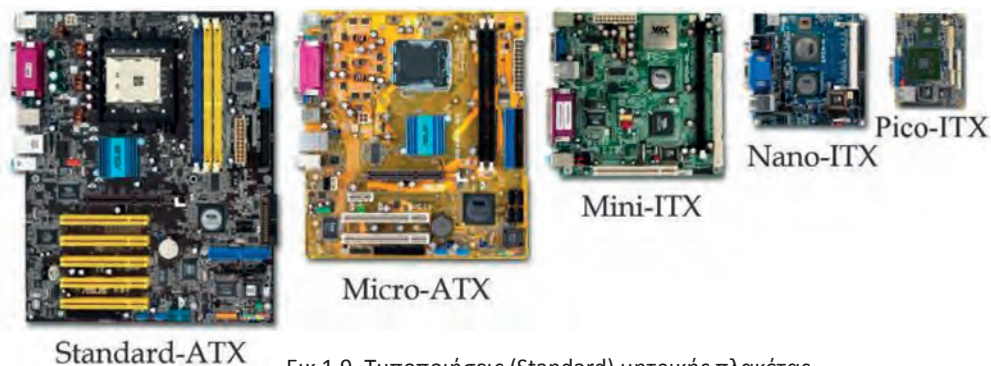
¹⁵ (Πηγή: https://el.wikipedia.org/wiki/Advanced_Micro_Devices) Η AMD (Advanced Micro Devices, Inc.), είναι αμερικανική εταιρεία κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Η AMD ιδρύθηκε το 1969 από μια ομάδα πρώην ανώτερων υπαλλήλων της Fairchild Semiconductor, συμπεριλαμβανομένου του Jerry Sanders. Είναι ο δεύτερος στον κόσμο προμηθευτής επεξεργαστών βασισμένων στην αρχιτεκτονική x86, ο μεγαλύτερος προμηθευτής προϊόντων που έχουν σχέση με τα γραφικά των υπολογιστών, μετά τη συγχώνευσή της με την ATI Technologies το 2006, και κατέχει το 37% της Spansion, ενός προμηθευτή προϊόντων μνήμης flash. Η εταιρεία διαθέτει εργοστάσιο παραγωγής στη Δρέσδη της Γερμανίας, ενώ ορισμένα προϊόντα της κατασκευάζονται στην Ταϊβάν.

θετούνται ή συνδέονται με τη βοήθεια καλωδίων, όλες οι υπόλοιπες μονάδες, που απαιτούνται για τη λειτουργία του υπολογιστή (επεξεργαστής, μνήμη RAM, κάρτες επέκτασης, πληκτρολόγιο, ποντίκι, οθόνη κλπ). Η αρχιτεκτονική της μητρικής πλακέτας έχει άμεση σχέση με το είδος του επεξεργαστή. Επομένως, η επιλογή της μητρικής πλακέτας γίνεται έχοντας υπόψη τον επεξεργαστή που θα χρησιμοποιηθεί. Συνήθως οι μητρικές πλακέτες σχεδιάζονται έτσι, ώστε να μπορούν τοποθετηθούν σε αυτές διάφοροι επεξεργαστές, οι οποίοι όμως πρέπει να έχουν παρόμοια αρχιτεκτονική. Επάνω στην μητρική βρίσκονται ο δίαυλος συστήματος, η βάση του επεξεργαστή (socket), οι ελεγκτές chipset, θύρες για αρθρώματα μνήμης RAM, η μνήμη ROM με το πρόγραμμα εκκίνησης BIOS, το ρολόι πραγματικού χρόνου (Real Time Clock – RTC), το οποίο μετρά την ώρα στη διάρκεια της ημέρας (σε λεπτά δευτερόλεπτα κλπ), τη γεννήτρια χρονισμού, η οποία παράγει παλμούς σε συχνότητες MHz ή GHz για το χρονισμό του επεξεργαστή, θύρες καρτών επέκτασης, θύρες σύνδεσης περιφερειακών συσκευών κ.λ.π. (Εικ. 1.8)



Εικ. 1.8. Μητρική πλακέτα για παλαιότερης αρχιτεκτονικής επεξεργαστές, που διαθέτει northbridge και southbridge chip.

Για να είναι δυνατή η *στήριξη* της μητρικής πλακέτας στο κουτί της κεντρικής μονάδας, αλλά και η πρόσβαση των υποδοχών της από την εξωτερική μεριά του κουτιού (υποδοχή σύνδεσης πληκτρολογίου, υποδοχές επέκτασης κλπ), έχουν δημιουργηθεί τυποποιήσεις που αφορούν στην κατασκευή τόσο της μητρικής όσο και του κουτιού της κεντρικής μονάδας. Οι τυποποιήσεις αυτές αφορούν τις διαστάσεις, τα σημεία στήριξης στο κουτί, τη διάταξη και το πλήθος των στοιχείων που υπάρχουν σε αυτές. Στην εικόνα 1.9 παρουσιάζονται μερικές από τις τυποποιήσεις που υπάρχουν σήμερα με επικρατέστερες στους προσωπικούς υπολογιστές την **Standard-ATX** και την **Micro-ATX**.

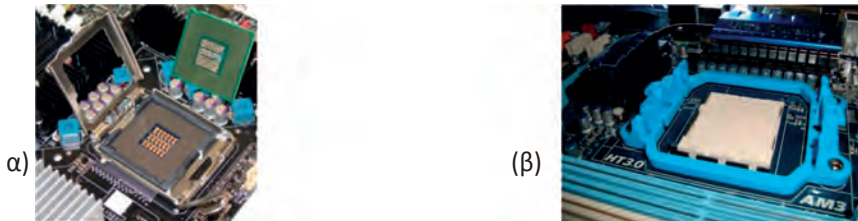


Εικ. 1.9. Τυποποιήσεις (Standard) μητρικής πλακέτας.

Στο σημείο αυτό, θα παρουσιάσουμε κάποια βασικά μέρη της μητρικής πλακέτας.

Βάση επεξεργαστή (cpu socket): Είναι η θέση (βάση) της μητρικής πλακέτας επάνω στην οποία τοποθετείται ο επεξεργαστής. Το socket είναι υπεύθυνο για την τροφοδοσία με ρεύμα του επεξεργαστή καθώς επίσης και για την σύνδεση του επεξεργαστή με τις υπόλοιπες μονάδες. Το socket είναι τυποποιημένο έτσι ώστε να δέχεται επεξεργαστές της ίδιας αρχιτεκτονικής για τους οποίους έχει σχεδιαστεί η μητρική¹⁶.

Υπάρχει διαφορά ανάμεσα στα sockets της Intel (Εικ. 1.10α) και στα socket της AMD (Εικ. 1.10β).



Εικ. 1.10.(α) Socket επεξεργαστών της Intel, (β) Socket επεξεργαστών της AMD

Συνήθως το είδος της βάσης του επεξεργαστή, μας οδηγεί και στην επιλογή κατάλληλου συστήματος ψύξης του επεξεργαστή (ψύκτρα επεξεργαστή¹⁷ – cpu cooler) (Εικ. 1.11), επειδή αυτό θα «κουμπώσει» στη βάση και επομένως στην μητρική.

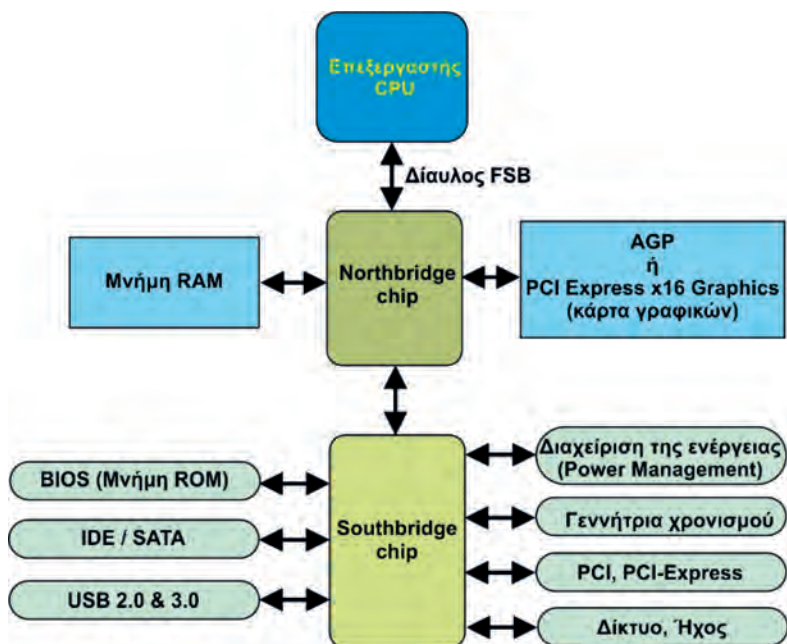


Εικ. 1.11. Ψήκτρα επεξεργαστή

Το **Chipset**: Είναι ένα ολοκληρωμένο (chip) το οποίο είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία του επεξεργαστή, της κύριας μνήμης και των λοιπών περιφερειακών συσκευών. Η κατασκευή των μητρικών βασίζεται έως και στις μέρες μας, στην ύπαρξη ενός συνδυασμού δύο ολοκληρωμένων (chip), εκείνο με την ονομασία **Βόρειο chip** (γνωστό και ως γέφυρα northbridge) που είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία μεταξύ του επεξεργαστή, της κύριας μνήμης (RAM) και της κάρτας γραφικών και εκείνο με την ονομασία **Νότιο chip** (γνωστό και ως **γέφυρα southbridge**) που είναι υπεύθυνο για την υποστήριξη της επικοινωνίας των περιφερειακών συσκευών μέσω των θυρών PCI, PCI-Express, SATA, USB 2.0 & 3.0, ήχο surround κλπ. (Σχ. 1.7).

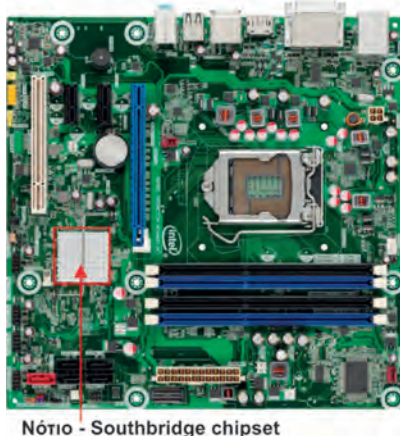
¹⁶ Το πρώτο πράγμα που θα πρέπει να αποφασίσουμε πριν αγοράσουμε μία μητρική πλακέτα για να συνθέσουμε τον δικό μας προσωπικό υπολογιστή, είναι ο επεξεργαστής που θα χρησιμοποιήσουμε και έπειτα θα καταλήξουμε στη μητρική, ανάλογα το socket της.

¹⁷ Η ψύκτρα του επεξεργαστή, είναι ένα εξάρτημα το οποίο αποτελείται συνήθως από μία μεταλλική πλάκα, που η μία πλευρά της εφάπτεται με τον επεξεργαστή και απορροφά την θερμότητα που αναπτύσσεται επάνω του και από ένα ανεμιστήρα που ψύχει με τη σειρά του τη μεταλλική πλάκα. Υπάρχει σε διάφορα σχήματα και μεγέθη και είναι διαφορετική για κάθε τύπο socket επεξεργαστή.



Σχ. 1.7. Διάγραμμα επικοινωνίας Northbridge και Southbridge με τις υπόλοιπες μονάδες του υπολογιστή.

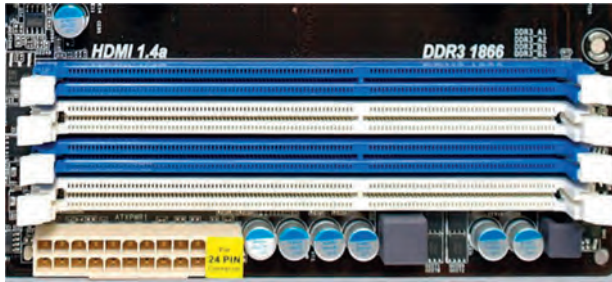
Οι μητρικές που κατασκευάζονται για τους νέους επεξεργαστές της Intel και της AMD, δε διαθέτουν γέφυρα northbridge, αφού όλες οι λειτουργίες της είναι πλέον ενσωματωμένες στον επεξεργαστή (Εικ. 1.12). Αυτό σημαίνει λιγότερο περίπλοκες μητρικές και πρακτικά μικρότερη καθυστέρηση πρόσβασης του επεξεργαστή σε στοιχεία υψηλής ταχύτητας όπως είναι η κύρια μνήμη RAM.



Εικ. 1.12: Μητρική πλακέτα για σύγχρονους επεξεργαστές που ενσωματώνουν το northbridge chip.

Στην μητρική πλακέτα υπάρχει μόνο το Southbridge.

Υποδοχές για αρθρώματα μνήμης RAM (RAM memory slots): Είναι υποδοχές σαν κι αυτές που φαίνονται στην εικόνα 1.13. Σε αυτές συνδέονται τα αρθρώματα μνήμης RAM (επόμενη ενότητα). Αν και μοιάζουν μεταξύ τους, δεν είναι ίδιες γιατί έχουν διαφορετικές εγκοπές και αριθμό ακίδων. Ο αριθμός των υποδοχών που υπάρχουν σε μία μητρική πλακέτα είναι συνήθως από 2 έως 4 υποδοχές.



Εικ. 1.13. Υποδοχές για αρθρώματα μνήμης RAM (RAM memory slots) τύπου DDR3.

Υποδοχές διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών αποθήκευσης τύπου ATA/IDE, SATA: Στις υποδοχές αυτές συνδέουμε χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα καλώδια, συσκευές μόνιμης αποθήκευσης δεδομένων και προγραμμάτων όπως σκληρούς δίσκους (μαγνητικούς ή στερεάς κατάστασης SSD) και οδηγούς οπτικών δίσκων (Εικ. 1.14). Σε παλαιότερες μητρικές υπάρχει υποδοχή με την ονομασία Floppy, όπου εκεί μπορούμε να συνδέσουμε, με χρήση κατάλληλου καλωδίου, το πολύ δύο οδηγούς δισκέτας.



(α)



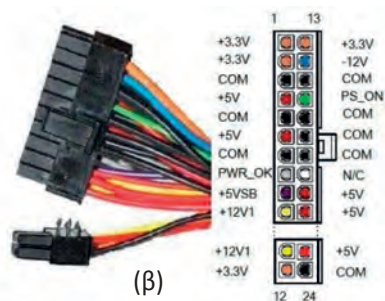
(β)

Εικ. 1.14. (α) Υποδοχές πρότυπου διασύνδεσης ATA/IDE, (β) Υποδοχές πρότυπου διασύνδεσης SATA .

Υποδοχή τροφοδοσίας (power connector): Πρόκειται για την υποδοχή από την οποία παίρνει ενέργεια, από το τροφοδοτικό, η μητρική πλακέτα και κατά συνέπεια και όλες οι υπόλοιπες μονάδες που τροφοδοτούνται από αυτή (επεξεργαστής, μνήμη RAM, κάρτες επέκτασης κ.α). Ο συνηθισμένος τύπος είναι ο ATX 24pin (20 + 4pin) (Εικ. 1.15). Όμως εξαρτάται από τον τύπο της μητρικής πλακέτας.



(α)



(β)

Εικ. 1.15: (α) Υποδοχή τροφοδοσία τύπου ATX 24pin, (β) σύνδεσμος (connector) ATX 24pin

Υποδοχές επέκτασης (expansion slots): Είναι υποδοχές στις οποίες συνδέονται ειδικά διαμορφωμένα τυπωμένα κυκλώματα, που ονομάζονται κάρτες επέκτασης (expansion cards), με τις οποίες μπορούμε να επεκτείνουμε τη λειτουργικότητα του υπολογιστή μας. Παραδείγματα τέτοιων καρτών είναι: η κάρτα γραφικών (graphics/video card), η κάρτα δικτύου (network card), η

κάρτα τηλεόρασης/ραδιοφώνου (TV/Radio tuner card). Στις σύγχρονες μητρικές πλακέτες διακρίνουμε τα εξής είδη υποδοχών επέκτασης:

1. Την υποδοχή **PCI (Peripheral Component Interconnect)**: Παρουσιάστηκε το 1993 από την εταιρεία Intel, έχει εύρος 32 bits και ταχύτητα 133 MBps. Το 1998 παρουσιάστηκε μία εξελιγμένη μορφή της υποδοχής PCI, η υποδοχή **PCI-X (Peripheral Component Interconnect eXtended)** η οποία είχε εύρος 64 bits και συχνότητα λειτουργίας από 66 MHz έως 533 MHz.
2. Την υποδοχή **PCIe (PCI Express)**: Παρουσιάστηκε το 2004 από την εταιρεία Intel, και αντικατέστησε τις υποδοχές PCI, PCI-X και AGP¹⁸.

Υποδοχές (θύρες) διασύνδεσης εξωτερικών περιφερειακών συσκευών: Η μητρική πλακέτα, εκτός από τις εσωτερικές υποδοχές διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών στο εσωτερικό της ΚΜ του υπολογιστή, διαθέτει και υποδοχές (θύρες) στις οποίες μπορούμε να συνδέσουμε και συσκευές που βρίσκονται στο εξωτερικό περιβάλλον της ΚΜ, για παράδειγμα το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, έναν εκτυπωτή κλπ. Όπως αναφέραμε σε προηγούμενη παράγραφο, η μητρική πλακέτα διαθέτει ένα ολοκληρωμένο (chip), τη γέφυρα southbridge, που είναι υπεύθυνη για την υποστήριξη της επικοινωνίας των περιφερειακών συσκευών μέσω των θυρών PCI, PCI-Express, SATA, USB 2.0 & 3.0, λειτουργιών όπως RAID και ήχο surround κλπ. Οι σύγχρονες μητρικές πλακέτες ενσωματώνουν, όλο και περισσότερα ολοκληρωμένα (chips) τα οποία, αντικαθιστούν τις κλασικές κάρτες επέκτασης¹⁹ (ελεγκτές – controllers) όπως είναι η κάρτα γραφικών, η κάρτα ήχου, η κάρτα δικτύου κ.α. Έτσι, σε μία σύγχρονη μητρική πλακέτα μπορούμε να διακρίνουμε τις περισσότερες από τις επόμενες βασικές υποδοχές (θύρες) διασύνδεσης εξωτερικών περιφερειακών συσκευών:

- Μία²⁰ υποδοχή **PS/2**²¹ για σύνδεση πληκτρολογίου ή ποντικιού με καλώδιο διασύνδεσης τύπου PS/2.
- Αρκετές υποδοχές **USB 2.0** και **USB 3.0**. Οι υποδοχές **USB (Universal Serial Bus -Ενιαίος Σειριακός Δίαυλος)** που διαθέτει η μητρική πλακέτα είναι της τυποποιημένης μορφής type-A υποδοχέα. Επειδή πρόκειται για το βασικότερο τρόπο διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών, θα κάνουμε μία πιο αναλυτική περιγραφή του σε επόμενη παράγραφο.
- Υποδοχή **LAN (RJ-45)** για σύνδεση του υπολογιστή σε ένα τοπικό δίκτυο (αν υπάρχει η θύρα αυτή στη μητρική πλακέτα, καταλαβαίνουμε ότι η μητρική πλακέτα ενσωματώνει την κάρτα δικτύου).
- Υποδοχή **eSATA (external SATA)** για σύνδεση συσκευών αποθήκευσης (σκληρός δίσκος, οδηγός οπτικού δίσκου) εξωτερικά χωρίς να απαιτείται το άνοιγμα του κουτιού της ΚΜ και η διασύνδεση της συσκευής εσωτερικά σε αυτή.
- Υποδοχές σύνδεσης ηχείων – ακουστικών, μικροφώνου και άλλων συσκευών εισόδου ή εξόδου αναλογικού σήματος ήχου.
- Υποδοχή **VGA (Video Graphis Array)**, για σύνδεση συσκευών απεικόνισης όπως οθόνη υπολογιστή, βίντεο-προβολέα. Η σύνδεση αυτή είναι αναλογικού τύπου. Διαθέτει συνολικά 15

¹⁸ Σε παλαιότερες μητρικές πλακέτες μπορούμε να διακρίνουμε και τις υποδοχές: **AGP** (Accelerated Graphics Port) και **ISA** (Industry Standard Architecture).

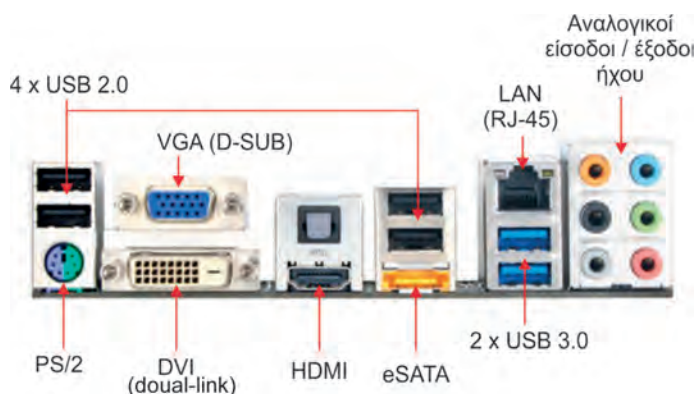
¹⁹ Θα αναφερθούμε σε αυτές σε επόμενη παράγραφο.

²⁰ Σε παλαιότερου τύπου μητρικές πλακέτες υπάρχουν δύο θύρες PS/2 χρώματος μοβ και πράσινο. Το πληκτρολόγιο συνδέεται σε εκείνη με το μοβ χρώμα, ενώ το ποντίκι σε εκείνη με το πράσινο.

²¹ Η υποδοχή τύπου PS/2 πήρε τη ονομασία της από τον υπολογιστή PS/2 της IBM, στον οποίον αρχικά χρησιμοποιήθηκε τέτοια υποδοχή για το πληκτρολόγιο.

ακροδέκτες και αντίστοιχους αγωγούς (καλώδια), τρία (3) ζεύγη εκ των οποίων χρησιμοποιούνται για κάθε ένα από τα τρία βασικά χρώματα (κόκκινο, πράσινο, μπλε). Οι υπόλοιποι αγωγοί χρησιμοποιούνται για την μεταφορά των σημάτων κατακόρυφου και οριζόντιου συγχρονισμού των πλαισίων της εικόνας. Σε κάθε ένα από τα ζευγάρια αγωγών που μεταφέρουν αυτά τα σήματα, υπάρχει ηλεκτρικό σήμα με τάση που αυξομειώνεται ανάλογα με την ένταση του αντίστοιχου χρώματος. Η ύπαρξή της επάνω στην μητρική πλακέτα μας δείχνει ότι μητρική πλακέτα ενσωματώνει κάρτα γραφικών.

- **Υποδοχή DVI (Digital Video Interface)**, για σύνδεση συσκευών απεικόνισης υψηλής ανάλυσης. Διαθέτει συνολικά 19 ακροδέκτες. Η βασική διαφορά σε σχέση με τη προηγούμενη υποδοχή VGA, είναι ότι, τα οπτικά δεδομένων για κάθε ένα από τα τρία βασικά χρώματα, που μεταφέρονται στα τρία (3) ζεύγη αγωγών (κόκκινο, πράσινο, μπλε), είναι σε ψηφιακή μορφή, κωδικοποιημένα στο δυαδικό σύστημα και μεταφέρονται σειριακά. Σε κάθε ένα από τα τρία αυτά ζεύγη αγωγών χρώματος αντιστοιχεί ένα ζεύγος αγωγών με σήμα χρονισμού (clock). Το πλεονέκτημά της DVI είναι ότι δεν υπάρχουν απώλειες ποιότητας σε μετατροπές από αναλογικό σε ψηφιακό σήμα και αντίστροφα, καθώς η ροή πληροφορίας από το κύκλωμα γραφικών του υπολογιστή μέχρι το κύκλωμα οδήγησης των υγρών κρυστάλλων είναι καθαρά ψηφιακή. Η ύπαρξή της επάνω στην μητρική πλακέτα μας δείχνει ότι μητρική πλακέτα ενσωματώνει κάρτα γραφικών.
- **Υποδοχή HDMI (High Definition Multimedia Interface)**, είναι ψηφιακή σειριακή σύνδεση συσκευών πολυμέσων υψηλής ευκρίνειας, 19 ακροδεκτών. Έχει τη δυνατότητα ταυτόχρονης μετάδοσης οπτικών δεδομένων και ψηφιακού ήχου. Είναι επέκταση του DVI με το οποίο και είναι συμβατό. Αποτελεί, προϊόν συνεργασίας των εταιριών Hitachi, Matsushita, Philips, Silicon Image, Sony, Thomson και Toshiba. Το HDMI χρησιμοποιεί βύσματα μικρότερου μεγέθους από τα αντίστοιχα του DVI. Το καλώδιο τύπου HDMI μπορεί να φθάσει τα 25 μέτρα, σε αντίθεση με το καλώδιο του DVI το οποίο δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 5 μέτρα. Τα ψηφιακά δεδομένα μπορούν να μεταφερθούν από την υποδοχή HDMI με ταχύτητα μέχρι και 5,5 Gbps και σε αποστάσεις μέχρι και 100 μέτρων. Η ύπαρξή της υποδοχής HDMI επάνω στην μητρική πλακέτα μας δείχνει ότι μητρική πλακέτα ενσωματώνει κάρτα γραφικών και κάρτα ήχου.



Εικ. 1.16 . Υποδοχές (θύρες) διασύνδεσης εξωτερικών περιφερειακών συσκευών μιας σύγχρονης μητρικής πλακέτας.

Σε παλαιότερες μητρικές πλακέτες διακρίνουμε δύο τύπους θυρών διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών, που θα ήταν καλό να τους αναφέρουμε, λόγω ότι πολλές συσκευές, που υπάρχουν και λειτουργούν σε πολλές βιοτεχνικές και βιομηχανικές επιχειρήσεις στην Ελλάδα και που συνδέονται με υπολογιστές, η σύνδεσή τους γίνεται μέσω αυτών των θυρών. Αυτές είναι: Η σειριακή θύρα 25 ή 9 ακροδεκτών που ακολουθεί το πρότυπο RS-232C (Εικ. 1.7α) και η παράλληλη θύρα 25 ακροδεκτών (Εικ. 1.7β). Η διαφορά αυτών των δύο είναι ότι η πρώτη έχει δυνατότητα να στείλει ένα (1) bit τη φορά, ενώ η δεύτερη οκτώ (8) bits τη φορά (1 byte). Αυτές οι θύρες έχουν πλέον αντικατασταθεί από τη θύρα USB.



Εικ. 1.17. (α) Σειριακή θύρα τύπου RS-232C, (β) Παράλληλη θύρα

Ενιαίος Σειριακός Δίαυλος (Universal Serial Bus –USB)

Όπως έχουμε αναφέρει προηγουμένως, ο διάυλος USB είναι ένα πρότυπο διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών, όπως πληκτρολόγια, ποντίκια, εκτυπωτές, σαρωτές κ.α. με τον υπολογιστή. Σήμερα, έχει σχεδόν αντικαταστήσει τους περισσότερους τύπους υποδοχών – θυρών διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών, όπως π.χ. την σειριακή, την παράλληλη και την PS/2.

Στον πίνακα 1.1 παρουσιάζονται οι τέσσερις εκδόσεις του διαύλου USB και πληροφορίες σχετικές με το έτος που παρουσιάστηκε και την ταχύτητα της κάθε έκδοσης.

Έκδοση	Χρονιά που παρουσιάστηκε	Ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων	Χαρακτηριστικό λογότυπο
USB 1.0	Νοέμβριος 1995	1.5 Mbps (low speed)	
USB 1.1	Σεπτέμβριος 1998	12 Mbps (full speed)	
USB 2.0	Απρίλιος 2000	480 Mbps (high speed)	
USB 3.0	Νοέμβριος 2008	4.8 (5) Gbps (super speed)	

Πιν. 1.1: Οι εκδόσεις του διαύλου USB.

Το **σύστημα USB** αποτελείται από έναν **ελεγκτή (host)** USB και πολλούς **αποδέκτες** USB. Οι αποδέκτες USB μπορεί να είναι είτε συσκευές με σύνδεση USB (ποντίκι, εκτυπωτής κ.α.), είτε **κατανεμητές (hubs)**²² USB που μας επιτρέπουν να συνδέσουμε σε έναν ελεγκτή μέχρι και 127 συσκευές συμπεριλαμβανομένων και των συσκευών ελέγχου. Υπάρχουν συστήματα USB που μπορεί να περιέχουν περισσότερους από έναν ελεγκτή.

Οι περιφερειακές συσκευές που συνδέονται σε ένα σύστημα USB συνήθως, αναγνωρίζονται αυτόματα από ένα σύγχρονο λειτουργικό σύστημα, το οποίο κάνει όλες τις απαραίτητες ρυθμίσεις, χωρίς να χρειάζεται επανεκκίνηση του υπολογιστή (λειτουργία Plug and Play - PnP). Έχουμε τη δυνατότητα, τις USB περιφερειακές συσκευές να τις συνδέουμε και να τις αποσυνδέουμε «εν θερμώ»²³.

Οι USB συνδέσεις μας δίνουν τη δυνατότητα παροχής ηλεκτρικής ισχύος με τάση 5 volt, ώστε οι συσκευές να λειτουργούν με τάση 5 volt, να μη χρειάζονται εξωτερική τροφοδοσία όπως για παράδειγμα USB ποντίκια, μνήμες flash drives κ.α. Για συσκευές που χρειάζονται τάση μεγαλύτερη από 5 volt π.χ. σαρωτές, εκτυπωτές, κ.ά., απαιτείται ξεχωριστή τροφοδοσία για τη λειτουργία τους.



Εικ. 1.18. Διάφοροι τύποι βυσμάτων USB.

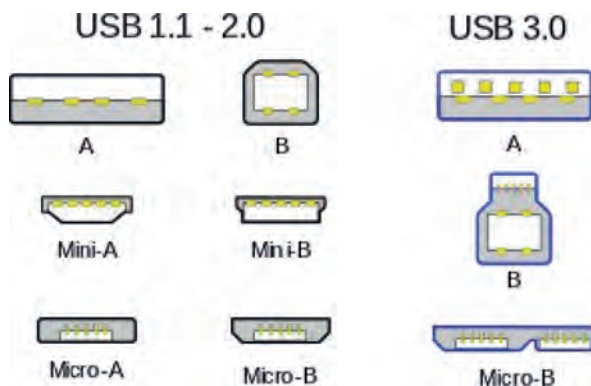
Οι διασυνδέσεις πραγματοποιούνται με διάφορους τύπους βυσμάτων που χαρακτηρίζονται ως «**A**» για σύνδεση στην πλευρά του host και ως «**B**» για σύνδεση στην πλευρά των συσκευών. Σήμερα στις περισσότερες φορητές συσκευές εντοπίζουμε τις υποδοχές **Mini-USB** και **Micro-USB** με τα αντίστοιχα μικρότερα βύσματα **Mini-A**, **Mini-B** και **Micro-A**, **Micro-B** (Σχ. 1.7).

Κύρια Μνήμη

Η **κύρια ή κεντρική μνήμη (main ή central memory)** είναι όπως ο επεξεργαστής, ένα από τα βασικότερα υλικά από τα οποία αποτελείται ένας υπολογιστής. Πρόκειται για ηλεκτρονικό κύκλωμα, που βρίσκεται μέσα στην κεντρική μονάδα του υπολογιστή και χρησιμοποιείται για την προσωρινή ή μόνιμη αποθήκευση (μνήμη ROM) των εντολών ενός προγράμματος, που εκτελεί-

²² Τα USB hubs είναι συσκευές που παρέχουν πρόσθετα σημεία σύνδεσης για άλλες συσκευές USB. Κάθε σύστημα USB έχει ένα root hub που συνδέεται στον ελεγκτή και πάνω στις υποδοχές του συνδέονται οι συσκευές. Πρόσθετα USB hubs μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυξάνοντας το πλήθος των διαθέσιμων υποδοχών. Πολλές συσκευές έχουν ενσωματωμένο USB hub έτσι ώστε να μπορούν να συνδεθούν σε μορφή αλυσίδας πολλές συσκευές χωρίς την παρουσία πολλών hubs.

²³ USB συσκευές όπως το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, ο εκτυπωτής, ο σαρωτής κ.α. μπορούμε να τις συνδέουμε και αποσυνδέουμε χωρίς προηγουμένως να έχουμε εκτελέσει τη διαδικασία της ασφαλούς κατάρνησης της συσκευής. Προτείνεται η αποφυγή της «εν θερμώ» αποσύνδεσης USB συσκευών περιφερειακής μνήμης, όπως για παράδειγμα εξωτερικό σκληρό δίσκο ή USB flash drive, κυρίως για την ασφάλεια των δεδομένων που περιέχουν.



Σχ. 1.7. Τύποι υποδοχέων και βυσμάτων USB.

ται ή που πρόκειται να εκτελεστεί, καθώς επίσης και των δεδομένων που θα επεξεργαστούν ή των δεδομένων που έχουν προκύψει από μία επεξεργασία²⁴.

Το γεγονός ότι η κύρια μνήμη δεν αποτελείται από μηχανικά, αλλά μόνο από ηλεκτρονικά στοιχεία, της δίνει τα χαρακτηριστικά ενός εξαιρετικά γρήγορου και αξιόπιστου υλικού. Συνέπεια του προηγούμενου είναι ότι, η κύρια μνήμη μπορεί και συνδέεται (επικοινωνεί) άμεσα με την ΚΜΕ, η οποία μπορεί να προσπελάσει σχεδόν ακαριαία τα δεδομένα που καταχωρούνται στην κύρια μνήμη, χωρίς ο χρόνος μεταφοράς να εξαρτάται από τη θέση που βρίσκονται μέσα στη μνήμη. Το χαρακτηριστικό αυτό ονομάζεται δυνατότητα «άμεσης προσπέλασης» των δεδομένων της.

Η κύρια μνήμη χαρακτηρίζεται **προσωρινή (volatile memory)**, όταν χάνει τα περιεχόμενά της, αν διακοπεί η τροφοδοσία της με ηλεκτρικό ρεύμα. Στην αντίθετη περίπτωση, χαρακτηρίζεται **μόνιμη (non-volatile)**.

Βασικά χαρακτηριστικά της κύριας μνήμης είναι:

- Η **χωρητικότητα (capacity)**, εκφράζει την ποσότητα των δεδομένων που μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτή και μετριέται συνήθως σε **Mega Bytes (MB)** ή **Giga Bytes (GB)**²⁵.
- **Χρόνος προσπέλασης ή υστέρηση (access time)**, εκφράζει το χρόνο (σε ns, 10^{-9} δισεκατομμυριοστά του δευτερολέπτου) που μεσολαβεί ανάμεσα στη στιγμή εκκίνησης μιας αίτησης για ένα byte ή λέξη από τη μνήμη, μέχρι αυτό να προσκομιστεί πραγματικά στον επεξεργαστή και να αποθηκευτεί σε κάποιον καταχωρητή του. Ο χρόνος αυτός μπορεί να θεωρηθεί ως το διάστημα από τη στιγμή που ζητείται μια διεύθυνση στη μνήμη μέχρι τη στιγμή που τα αντίστοιχα δεδομένα θα είναι διαθέσιμα για χρήση. Αποτελεί θεμελιώδες μέτρο ταχύτητας της μνήμης: όσο μικρότερη η υστέρηση τόσο μεγαλύτερη η ταχύτητα της μνήμης.

Υπάρχουν δύο **τύποι** κύριας μνήμης:

- Η μνήμη **RAM**, γνωστή ως **Μνήμη Τυχαίας Προσπέλασης (Random Access Memory)** αποτελεί την κύρια μνήμη του υπολογιστή. Δέχεται δεδομένα και προγράμματα κατά τη διάρκεια επεξεργασίας. Τα περιεχόμενά της χάνονται μόλις διακοπεί η τροφοδοσία της με ρεύμα – **προσωρινή (volatile memory)**. Για το λόγο αυτό δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μόνιμη αποθήκευση δεδομένων και προγραμμάτων. Οι μνήμες RAM διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

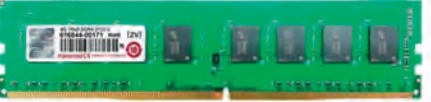
²⁴ Το μεγάλο κόστος κατασκευής των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων μνήμης δεν επιτρέπει την καταχώρηση όλων των δεδομένων σε αυτή.

²⁵ Οι σύγχρονοι υπολογιστές διαθέτουν μνήμη συνολικής χωρητικότητας 4, 6, 8 και 16 GB.

- **Στατική RAM (Static RAM – SRAM):** Είναι η γρηγορότερη μνήμη RAM. Στη μνήμη αυτή υπάρχουν πάρα πολλά στοιχεία μνήμης (*flip-flop*). Καθένα από αυτά αποθηκεύει την τιμή ενός bit από τα δεδομένα που αποθηκεύονται σε αυτή. Έχουν μικρή χωρητικότητα και μεγάλο κόστος. Συνήθως στους υπολογιστές χρησιμοποιείται ως μνήμη cache.
- **Δυναμική RAM (Dynamic RAM – DRAM):** Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος μνήμης. Αποθηκεύει bit ή δυαδικά ψηφία σε έναν ξεχωριστό πυκνωτή. Όμως, επειδή το φορτίο των πυκνωτών εξασθενεί με το πέρασμα του χρόνου, η πληροφορία που είναι αποθηκευμένη εξασθενεί κι αυτή λόγω σταδιακής εκφόρτισης, γι' αυτό και πρέπει περιοδικά να επαναφορτίζεται (*refreshing*) ο πυκνωτής, εξ ου και ο όρος «δυναμική».

Οι μνήμες RAM που χρησιμοποιούν οι υπολογιστές υπάρχουν συνήθως σε **αρθρώματα (modules)** ή μικρές πλακέτες μνήμης, οι οποίες περιέχουν αρκετά ολοκληρωμένα κυκλώματα μνήμης. Στο επόμενο πίνακα 1.2 φαίνονται αρθρώματα μνήμης RAM με τις ονομασίες τους και τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

Για υπολογιστές γραφείου:

Τύπος αρθρώματος	Συχνότητα (MHz)	Ταχύτητα μεταφοράς (MT/s - MegaTransfers per SECond)	Αριθμός επαφών (pin)	Τάση λειτουργίας (Volts)
DDR DIMM ²⁶ 	100 - 200	200 - 400	184	2.5 / 2.6
DDR2 DIMM 	200 – 533	400 – 1066	240	1.8
DDR3 DIMM 	400 – 1066	800 – 2133	240	1.5
DDR4 DIMM 	1066–2133	2133–4266	288	1.05/1.2

²⁶DIMM = Dual In-line Memory Module.

Για φορητούς υπολογιστές:

Τύπος αρθρώματος	Συχνότητα (MHz)	Ταχύτητα μεταφοράς (MT/s MegaTransfers per SECond)	Αριθμός επαφών (pin)	Τάση λειτουργίας (Volts)
DDR SO-DIMM ²⁷	100 - 200	200 - 400	200	2.5 / 2.6
DDR2 SO-DIMM	200 - 533	400 - 1066	200	1.8
DDR3 SO-DIMM	400 - 1066	800 - 2133	204	1.5

Πιν. 1.2. Τύποι αρθρωμάτων μνήμης RAM για υπολογιστές γραφείου και φορητούς.

Σήμερα πολλοί φορητοί υπολογιστές (συνήθως μεγάλων διαστάσεων) έχουν υποδοχές για μνήμες DDR3 DIMM που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές γραφείου.

- Η μνήμη **ROM**, γνωστή ως **μνήμη μόνο για ανάγνωση (Read Only Memory)** και αναφέρεται σε κυκλώματα μνήμης που περιέχουν σταθερές οδηγίες προγραμματισμένες εκ των προτέρων. Στους υπολογιστές η μνήμη ROM περιέχει το πρόγραμμα εκκίνησης του υπολογιστή **BIOS**²⁸. Οι μνήμες ROM διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:
 - ο **Προγραμματιζόμενη ROM (Programmable ROM - PROM)**: Κατασκευάζεται χωρίς δεδομένα και μπορεί να γραφτεί με δεδομένα (προγραμματιστεί) μόνο μία φορά από ειδικές συσκευές που ονομάζονται προγραμματιστές μνήμης.

²⁷ SO-DIMM ή SODIMM = Small Outline Dual In-line Memory Module.

²⁸ Το BIOS είναι υλικολογισμικό (firmware) εκκίνησης (boot), και είναι ο αρχικός κώδικας που εκτελείται κατά την έναρξη της λειτουργίας του υπολογιστή. Η πρωταρχική λειτουργία του BIOS είναι ο εντοπισμός, ο έλεγχος (POST) και η αρχικοποίηση συσκευών του συστήματος όπως ο προσαρμογέας οθόνης, ο σκληρός δίσκος, ο οδηγός δισκέτας και άλλο υλικό. Αυτό γίνεται ώστε να μεταβεί το μηχάνημα σε μια δεδομένη κατάσταση, έτσι ώστε το λογισμικό που είναι αποθηκευμένο σε συμβατά αποθηκευτικά μέσα να μπορεί να φορτωθεί, να εκτελεστεί, και να αποκτήσει τον έλεγχο του υπολογιστή. Στους σύγχρονους υπολογιστές, το λογισμικό αυτό είναι το λειτουργικό σύστημα, στο οποίο το BIOS μεταβιβάζει τον έλεγχο μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του κώδικά του.

- ο **Προγραμματιζόμενη ROM με δυνατότητα διαγραφής (Erasable PROM -EPROM)**: Είναι μνήμη PROM στην οποία όταν ρίξουμε υπεριώδη ακτινοβολία, διαγράφονται τα περιεχόμενά της και μπορούμε να την προγραμματίσουμε ξανά.
- ο **Προγραμματιζόμενη ROM με δυνατότητα διαγραφής με εφαρμογή ηλεκτρονικής τάσης (Electronically EPROM - EEPROM)**. Επίσης αναφέρεται και με την ονομασία **Flash ROM**.



Εικ. 1.19. Μνήμη ROM στην μητρική πλακέτα ενός υπολογιστή.

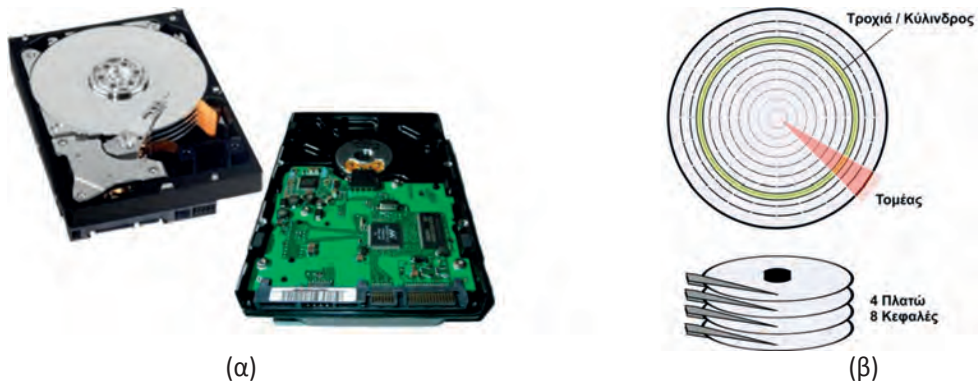
Περιφερειακή Μνήμη

Με τον όρο **περιφερειακή** ή **βοηθητική** ή **δευτερεύουσα μνήμη** εννοούμε το σύνολο των περιφερειακών συσκευών αποθήκευσης όπως, οι σκληροί δίσκοι (εσωτερικοί ή εξωτερικοί), οι **οπτικοί δίσκοι** (CD, CD-R/RW, DVD, DVD-R/RW), τα **USB memory stick** και οι **κάρτες μνήμης** (SD, microSD, κλπ). Αντίθετα με την κύρια μνήμη, στην περιφερειακή μνήμη αποθηκεύονται **μόνιμα (non-volatile memory)** και με μία λογική δομή – οργάνωση, όλα τα προγράμματα και τα δεδομένα ενός υπολογιστή. Τα περιεχόμενα της περιφερειακής μνήμης **δεν είναι άμεσα προσπελάσιμα από την ΚΜΕ**, λόγω της χαμηλής συνήθως ταχύτητας μεταφοράς δεδομένων και συνήθως μεταφέρονται προς και από την κεντρική μνήμη. Η χωρητικότητα σε σχέση με την κύρια μνήμη, είναι αρκετά μεγαλύτερη.

Τα κύρια είδη περιφερειακών μονάδων αποθήκευσης και τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι:

Σκληρός δίσκος (Hard Disk Drive – HDD): Είναι η κύρια μονάδα (συσκευή) περιφερειακής μνήμης. Διαθέτει συνήθως τη μεγαλύτερη χωρητικότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες συσκευές αποθήκευσης και είναι μόνιμα (σταθερά) εγκατεστημένος μέσα στη Κ.Μ. του υπολογιστή. Περιέχει έναν ή περισσότερους μεταλλικούς δίσκους (συνήθως από αλουμίνιο), που διαθέτουν επίστρωση με μαγνητικό υλικό και από τις δύο πλευρές τους. Στην περίπτωση που υπάρχουν πολλοί δίσκοι (συνήθως αναφέρονται ως «**πλατώ**», **platters**), αυτοί είναι τοποθετημένοι ο ένας πάνω από τον άλλον και περιστρέφονται ταυτόχρονα. Σε κάθε επιφάνεια ενός δίσκου υπάρχει μια κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής, η οποία ίπταται σε εξαιρετικά μικρή απόσταση από αυτή. Όλες οι κεφαλές διαθέτουν κοινό μηχανισμό στήριξης και κινούνται ταυτόχρονα προς την ίδια κατεύθυνση. Έτσι, διαβάζουν ή εγγράφουν δεδομένα ταυτόχρονα σε όλες τις επιφάνειες των «πλατώ». Οι μεταλλικοί δίσκοι και το σύστημα των κεφαλών είναι τοποθετημένα και προστατευμένα μέσα σε μία μεταλλική θήκη, η οποία είναι αποστειρωμένη και της έχει αφαιρεθεί ο αέρας. Στο εξωτερικό μέρος της μεταλλικής θήκης υπάρχει το ηλεκτρονικό κύκλωμα που περιέχει το chip του ελεγκτή του δίσκου (Εικ. 1.20α).

Ο σκληρός δίσκος είναι εικονικά διαχωρισμένος σε μία λογική οργάνωση, που περιέχει **τροχιές (tracks)** και **τομείς (sectors)**. Σε κάθε τομέα μπορούμε να αποθηκεύσουμε συγκεκριμένη ποσότητα δεδομένων. Όταν ένας δίσκος περιέχει περισσότερα από ένα «πλατώ», τα δεδομένα αποθηκεύονται στο σύνολο των αντίστοιχων τροχιών όλων των «πλατώ» μαζί, που καλούνται **κύλινδρος (cylinder)** (Εικ. 1.20β).



Εικ.1.20 : (α) Το εσωτερικό ενός σκληρού δίσκου, (β) Λογική οργάνωση ενός «πλαττώ».

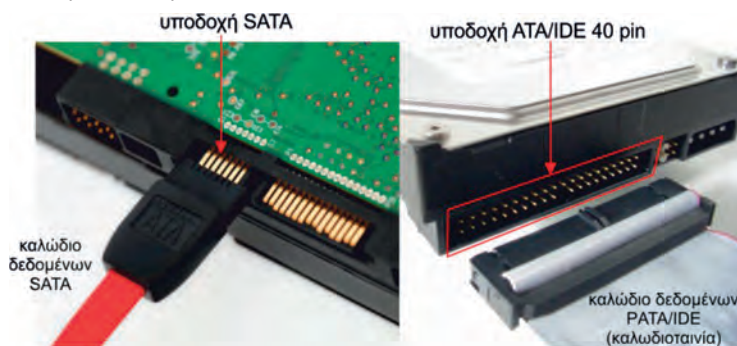
Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός σκληρού δίσκου είναι τα ακόλουθα:

- **Χωρητικότητα (capacity):** Το βασικό μέγεθος που χαρακτηρίζει έναν σκληρό δίσκο είναι η χωρητικότητά του, δηλαδή η ποσότητα δεδομένων που μπορεί να αποθηκεύσει. Μονάδα μέτρησης της χωρητικότητας είναι το 1 byte, που αντιστοιχεί περίπου στον χώρο που απαιτείται για να αποθηκευτεί ένας χαρακτήρας. Στην πράξη όμως χρησιμοποιούμε μεγαλύτερες μονάδες μέτρησης, πολλαπλάσια του byte. Οι σύγχρονοι δίσκοι έχουν χωρητικότητες από 250 GB (Giga Bytes) έως και 6 TB (Tera Bytes)²⁹. Ο αριθμός των τροχιών, των τομέων και των κεφαλών ενός σκληρού δίσκου καθορίζουν την συνολική χωρητικότητά του.
- **Χρόνος προσπέλασης (access time):** Ορίζεται το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την αίτηση που κάνει το σύστημα για μεταφορά δεδομένων από το σκληρό δίσκο μέχρι τη στιγμή που τα δεδομένα αυτά είναι διαθέσιμα. Ο χρόνος προσπέλασης ισούται με το άθροισμα του **χρόνου αναζήτησης (seek time)**, του **λανθάνοντος χρόνου περιστροφής (rotational latency)** και του **χρόνου μεταφοράς (transfer time)**.
 - Ο **χρόνος αναζήτησης** μετριέται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (milliseconds) και είναι ο χρόνος που κάνει η κεφαλή για να μετακινηθεί στη σωστή τροχιά όπου βρίσκονται τα προς ανάγνωση δεδομένα.
 - **Λανθάνων χρόνος περιστροφής** είναι ο χρόνος προσέγγισης του σωστού τομέα όπου βρίσκονται τα προς ανάγνωση δεδομένα.
 - Ο **χρόνος προσέγγισης** του σωστού τομέα κυμαίνεται από μηδέν, αν ήδη η κεφαλή βρίσκεται στον κατάλληλο τομέα, μέχρι μια πλήρη περιστροφή αν ο ζητούμενος τομέας μόλις πέρασε από την κεφαλή.
- **Ρυθμός μεταφοράς δεδομένων (disk transfer rate):** Είναι ο αριθμός των δεδομένων σε bytes, που διαβάζονται ή γράφονται από έναν σκληρό δίσκο, από τη χρονική στιγμή που η κεφαλή έχει προσεγγίσει τη θέση και ξεκινάει η διαδικασία ανάγνωσης ή εγγραφής, σε χρόνο ίσο με ένα δευτερόλεπτο (sec). Ο αριθμός αυτός εκφράζει την ταχύτητα με την οποία μεταφέρονται δεδομένα από και προς τον σκληρό δίσκο και μετριέται σε bytes/sec.
- **Τύπος σύνδεσης:** Ο σκληρός δίσκος συνδέεται με τη μητρική πλακέτα για την μεταφορά δεδομένων με ένα καλώδιο. Το καλώδιο αυτό διαφέρει ως προς τον αριθμό των συρμάτων που διαθέτει και φυσικά ως προς τον τρόπο που μεταφέρονται τα δεδομένα. Ο τύπος διασύνδεσης του σκληρού δίσκου με τη μητρική πλακέτα που υποστηρίζεται από τους σύγχρο-

²⁹ 1 GB= 1.073.741.824 (1024^3 ή 2^{30}) bytes και 1 TB= 1.099.511.627.776 (1024^4 ή 2^{40}) bytes.

νους υπολογιστές, ακολουθεί το πρότυπο **SATA** (*Serial Advanced Technology Attachment* ή *Serial ATA*). Η μεταφορά των δεδομένων γίνεται σειριακά (ένα bit κάθε φορά) με ταχύτητα 1,5 Gb/sec. Υπάρχουν και οι νεότερες εκδόσεις **SATA 2.0** με ταχύτητα 3 Gb/sec και **SATA 3.0** με ταχύτητα 6 Gb/sec. Ένας παλαιότερος τύπος διασύνδεσης είναι το πρότυπο **PATA / IDE** (*Parallel Advanced Technology Attachment / Integrated Drive Electronics*). Η μεταφορά των δεδομένων γίνεται παράλληλα με ταχύτητα μέχρι και 133 MB/sec. Το καλώδιο που χρησιμοποιείται ονομάζεται καλωδιωταινία. Σε κάποια υπολογιστικά συστήματα, κυρίως σε διακομιστές (servers), συναντούμε δίσκους με σύνδεση **SCSI** (*Small Computer System Interface*) που επιτρέπουν παράλληλη μεταφορά δεδομένων με ταχύτητα μέχρι και 640 MB/sec ή σύνδεση **SAS** (*Serial Attached SCSI*) που αποτελεί εξέλιξη της σύνδεσης SCSI, αλλά με καλώδια και ταχύτητες αντίστοιχες της σύνδεσης SATA.

- **Λανθάνουσα ή κρυφή μνήμη (cache memory)**: Είναι η εσωτερική μνήμη τύπου RAM, που έχει ένας σκληρός δίσκος, για να μπορεί να βρίσκει, χωρίς να μετακινηθούν οι κεφαλές, τις τελευταίες πιο χρησιμοποιούμενες πληροφορίες. Μετριέται σε MB. Η χωρητικότητα της κρυφής μνήμης που διαθέτει ένας σκληρός δίσκος, επηρεάζει την απόδοσή του, σχετικά με τη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων.



Εικ. 1.21. Οι δύο βασικοί τύποι διασύνδεσης συσκευών αποθήκευσης (σκληρού δίσκου, συσκευής ανάγνωσης εγγραφής οπτικού δίσκου) SATA και PATA / IDE. Στην εικόνα φαίνονται και τα αντίστοιχα καλώδια διασύνδεσης καθώς και ο τρόπος σύνδεσης.

- **Φυσικό μέγεθος**: Οι διαστάσεις του σκληρού δίσκου. Ανάλογα με το πού θα τοποθετηθεί, θα πρέπει να έχει και το αντίστοιχο φυσικό μέγεθος. Έχουν επικρατήσει οι σκληροί δίσκοι μεγέθους 3.5 ιντσών (3.5"), που ταιριάζουν σε επιτραπέζιους υπολογιστές και 2.5 ιντσών (2.5"), που είναι μικρότεροι και συνήθως χρησιμοποιούνται σε φορητούς υπολογιστές.

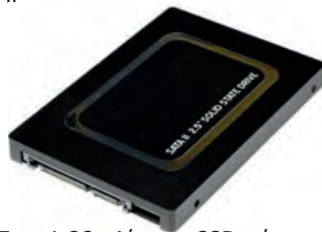
Τα τελευταία χρόνια έχουν επικρατήσει δύο είδη σκληρών δίσκων:

- **Εσωτερικός σκληρός δίσκος (internal hard disk drive)**: Είναι ένας σκληρός δίσκος προσαρμοσμένος μέσα στον υπολογιστή ο οποίος δεν μπορεί να μετακινηθεί εύκολα από υπολογιστή σε υπολογιστή. Συνδέεται απευθείας με τη μητρική κάρτα, συνήθως με καλώδιο SATA και επιτρέπει τη γρήγορη ανάγνωση και αποθήκευση δεδομένων. Σε επιτραπέζιους υπολογιστές είναι σχετικά εύκολο να προσθέσουμε περισσότερους από έναν εσωτερικούς σκληρούς δίσκους για να αυξήσουμε τη συνολική χωρητικότητα. Σε φορητούς υπολογιστές, λόγω περιορισμένου χώρου και συνδέσεων, αυτό δεν είναι συνήθως δυνατό.
- **Εξωτερικός σκληρός δίσκος (external hard disk drive)**: Είναι ένας σκληρός δίσκος ο οποίος συνδέεται εξωτερικά με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και μπορεί εύκολα να μετακινηθεί από έναν υπολογιστή σε άλλο. Συνήθως συνδέεται μέσω θύρας USB. Επειδή η θύρα USB επιτρέπει

μεταφορά δεδομένων με ταχύτητα 12 Mb/s (1,5 MB/s) ή στην περίπτωση των νεότερων και ταχύτερων USB 2.0 και USB 3.0 480 Mb/s (60 MB/s) και 5 Gb/s (625 MB/s), αλλά και επειδή οι θύρες USB δεν είναι κατασκευασμένες ειδικά για σύνδεση σκληρών δίσκων, γενικά η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων στους εξωτερικούς αυτούς δίσκους είναι χαμηλότερη από τους εσωτερικούς. Θα πρέπει εδώ να εξηγήσουμε ότι ένας εξωτερικός σκληρός δίσκος στην πραγματικότητα είναι ένα κουτί που περιέχει έναν εσωτερικό σκληρό δίσκο και κατάλληλα ηλεκτρονικά κυκλώματα για να συνδέεται με τη θύρα (USB) του υπολογιστή.

Δίσκος στερεάς κατάστασης (Solid State Disk - SSD): Η νέα τεχνολογία στους δίσκους (είτε εσωτερικός, είτε εξωτερικός) ακούει στο όνομα **δίσκος στερεάς κατάστασης - (Solid State Disk - SSD)**. Οι δίσκοι SSD, δεν έχουν ούτε ένα κινούμενο εξάρτημα. Η τεχνολογία ενός δίσκου SSD έχει περισσότερα κοινά με ένα USB flash drive από ότι με ένα απλό σκληρό δίσκο HDD.

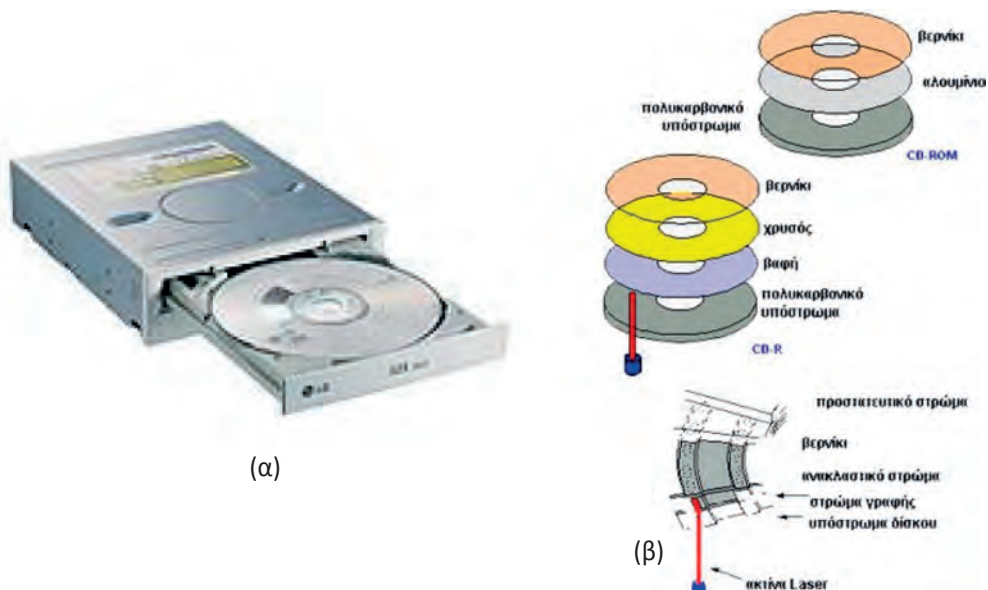
Η συντριπτική πλειοψηφία των δίσκων SSD που κυκλοφορούν στην αγορά χρησιμοποιούν μνημονικά στοιχεία βασισμένα σε πύλες NAND³⁰, ένας τύπος ευμετάβλητης μνήμης, ο οποίος δεν απαιτεί ουσιαστικά ηλεκτρική ενέργεια για να διατηρήσει δεδομένα (ενώ η μνήμη RAM, χάνει όλα της τα δεδομένα κάθε φορά που κλείνουμε τον υπολογιστή). Επίσης η μνήμη NAND είναι σημαντικά πιο γρήγορη από ένα μηχανικό δίσκο ο οποίος χάνει αρκετό χρόνο στην αναζήτηση δεδομένων.



Εικ. 1.22. Δίσκος SSD τύπου SATA 2.0

Συσκευή ανάγνωσης / εγγραφής οπτικού δίσκου: Σε αντίθεση με τους σκληρούς δίσκους, που χρησιμοποιούν μαγνητισμό για αποθήκευση δεδομένων, οι συσκευές (οδηγοί) **ανάγνωσης / εγγραφής οπτικών δίσκων (Optical Disk Drive)**, χρησιμοποιούν ιδιότητες του φωτός. Ένας οδηγός οπτικών δίσκων περιέχει ένα μοτέρ για να περιστρέφει τον δίσκο και μια κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής. Η κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής εκπέμπει μια πολύ λεπτή, αλλά ισχυρή **φωτεινή ακτίνα (λέιζερ)** που διαπερνά το διάφανο πλαστικό και φτάνει την επιφάνεια εγγραφής. Εάν το σημείο είναι διαφανές, τότε η ακτίνα αντανακλάται στο στρώμα αλουμινίου/χρυσού και επιστρέφει στην κεφαλή ανάγνωσης, όπου ανιχνεύεται από κατάλληλα ηλεκτρονικά. Εάν το σημείο δεν είναι διαφανές, η ακτίνα δεν αντανακλάται και ανιχνεύεται η απουσία της (Εικ. 1.23α). Ένας οπτικός δίσκος είναι ένας επίπεδος κυκλικός δίσκος από διάφανο πλαστικό πάχους 1,2 mm. Η διάμετρός του είναι 12 εκατοστά, αλλά υπάρχουν και μικρότεροι. Πίσω από το διάφανο πλαστικό υπάρχει η επιφάνεια εγγραφής των δεδομένων, καλυμμένη με ένα λεπτό στρώμα αλουμινίου ή χρυσού, μια επίστρωση ειδικής λάκας (βερνίκι) για προστασία του μετάλλου και στο τέλος η ετικέτα (Εικ. 1.23β). Τα διάφορα είδη οπτικών δίσκων (CD, CD-R, CD-RW, Blu-Ray κ.λπ.) διαφέρουν κυρίως στο υλικό και τον τρόπο που είναι φτιαγμένη η επιφάνεια εγγραφής των δεδομένων.

³⁰ Τα μνημονικά αυτά στοιχεία είναι flip – flop που υλοποιούνται με κατάλληλη συνδεσμολογία πυλών NAND.



Εικ. 1.23: (α) Συσκευή ανάγνωσης / εγγραφής οπτικού δίσκου, (β) Κατασκευαστική δομή ενός οπτικού δίσκου.

Σε αντίθεση με τους μαγνητικούς δίσκους, οι οπτικοί δίσκοι δεν είναι οργανωμένοι σε τομείς και τροχιές. Τα bit εγγράφονται σε μια σπειροειδή τροχιά, ξεκινώντας από το εσωτερικό του δίσκου. Τόσο το μοτέρ για την περιστροφή, όσο και η κεφαλή ανάγνωσης αποτελούν μηχανισμούς μεγάλης ακρίβειας, διότι το πλάτος της σπειροειδούς τροχιάς που πρέπει να ακολουθούν είναι περίπου 80 φορές μικρότερο από τη διάμετρο μιας τρίχας. Επίσης, η ταχύτητα περιστροφής δεν είναι σταθερή, αλλά μειώνεται όταν μετακινείται η κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής από το κέντρο προς τα έξω, για να διατηρεί το ρυθμό των bit που διαβάσει σταθερό.

Οι πιο γνωστοί τύποι οπτικών δίσκων είναι το CD-ROM και το DVD-ROM, τα εγγράψιμα (CD-R, DVD-R) και επανεγγράψιμα (CD-RW, DVD-RW) αντίστοιχα τους.

Περιφερειακή μνήμη Flash (φλας): Με την εμφάνιση των φορητών υπολογιστών, κινητών τηλεφώνων και άλλων φορητών συσκευών, αλλά και με την ανάγκη για ένα φορητό αποθηκευτικό μέσο με χωρητικότητα πολύ μεγαλύτερη από αυτήν της δισκέτας, αλλά με την ίδια ευκολία στην εγγραφή, και μικρότερο από τους επανεγγράψιμους οπτικούς δίσκους, η τεχνολογία ήλθε να προτείνει τη χρήση της μνήμης flash ως βάση για μια σειρά από μικρές φορητές συσκευές. Η μνήμη flash αποτελεί μια τεχνολογία που δανείζεται στοιχεία τόσο από τη μνήμη RAM όσο και από τη ROM. Κάτω από κανονικές συνθήκες, τα δεδομένα που έχουν εγγραφεί διατηρούνται όταν διακοπεί η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, όπως και στη ROM. Εάν θέλουμε να εγγράψουμε δεδομένα, θα πρέπει να προηγηθεί η διαδικασία διαγραφής των δεδομένων από μια σειρά από byte, περίπου όπως γίνεται και με έναν τομέα ενός σκληρού δίσκου ή μιας δισκέτας. Κατόπιν, με την εφαρμογή ηλεκτρικού ρεύματος ψηλότερης τάσης από ότι για διάβασμα, γίνεται η εγγραφή των νέων δεδομένων.

Η μνήμη flash έχει τα χαρακτηριστικά μιας συσκευής αποθήκευσης «στερεάς κατάστασης» (solid state) όπως:

- Χαμηλή ως ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας (λόγω έλλειψης μηχανικών μερών).
- Μεγαλύτερη αντοχή σε χτυπήματα και ταρακούνημα σε σχέση με τους σκληρούς δίσκους.
- Ο χρόνος προσπέλασης είναι χαμηλός, με τιμές κάτω από 0.1 ms.

- Παρουσιάζουν υψηλό ρυθμό μεταφοράς δεδομένων, με τιμές που φθάνουν τα 600MB/sec στους σύγχρονους δίσκους solid state (SSD).

Φυσικά η μνήμη flash έχει κι αυτή μερικά *μειονεκτήματά* όπως:

- Έχει μεγαλύτερο κόστος ανά GB σε σχέση με τον σκληρό δίσκο.
- Έχει μικρότερη χωρητικότητα από τον σκληρό δίσκο, αν και με την εξέλιξη της τεχνολογίας η διαφορά συνεχώς μειώνεται.
- Σε κάθε byte μπορεί να γίνει περιορισμένος αριθμός εγγραφών και διαγραφών των δεδομένων χωρίς αποτυχία (συνήθως 10.000-100.000 φορές).

Τα επόμενα *φορητά* μέσα αποθήκευσης χρησιμοποιούν μνήμη flash:

- **USB Flash Drive:** Είναι το πιο διαδεδομένο μεταφερόμενο μέσο αποθήκευσης για υπολογιστές το οποίο έχει αντικαταστήσει τις μαλακές δισκέτες (floppy disks). Συνδέεται σε υποδοχή USB και τροφοδοτείται από αυτή. Επίσης σύγχρονες οικιακές συσκευές όπως συσκευές αναπαραγωγής ήχου και εικόνας παρέχουν την δυνατότητα ανάγνωσης / εγγραφής δεδομένων μέσω θύρας USB που διαθέτουν.
- **Memory Stick:** Αυτό το είδος μνήμης είναι τεχνολογία της εταιρείας Sony και χρησιμοποιείται σε διάφορα προϊόντα της όπως φωτογραφικές μηχανές, κινητά τηλέφωνα και φορητούς υπολογιστές.
- **Secure Digital card (SD Card) ή SD High Capacity (SDHC):** Είναι το πιο διαδεδομένο αποθηκευτικό μέσο που χρησιμοποιείται σε μία μεγάλη ποικιλία φορητών συσκευών όπως υπολογιστές τύπου «ταμπλέτας», κινητά τηλέφωνα, φωτογραφικές μηχανές, πλοηγούς, κ.λπ. Ανάλογα με τις φυσικό της μέγεθος διακρίνεται σε mini SD, micro SD.
- **Compact Flash (CF):** Όχι και τόσο διαδεδομένο αποθηκευτικό μέσο όπως το προηγούμενο. Χρησιμοποιήθηκε αντί για σκληρό δίσκο, σε υπολογιστές που λειτουργούν ως «τερματικά», συσκευές δικτύου, κ.ά.



Εικ.1.24: Διάφοροι τύποι φορητών μέσων αποθήκευσης με τεχνολογία μνήμης flash.

Το Κουτί

Τα τμήματα της κεντρικής μονάδας ενός προσωπικού υπολογιστή (τροφοδοτικό, μητρική πλακέτα, σκληρός δίσκος, κάρτες επέκτασης κλπ. τοποθετούνται για λόγους δική τους και δικής μας ασφάλειας στο εσωτερικό ενός κουτιού το οποίο ονομάζεται «*Κουτί υπολογιστή (computer case)*». Αποκαλείται και ως το «σασί» του υπολογιστή. Πρόκειται συνήθως για ένα μεταλλικό κουτί με πλαστικά μέρη στη πρόσοψη.

Τα βασικά τμήματα του κουτιού είναι ο *σκελετός* του, ο οποίος είναι μία μεταλλική και σε γενικές γραμμές στέρεα κατασκευή, η *πρόσοψη* που συνήθως είναι από πλαστικό και περιέχει ανοίγματα για συσκευές διαστάσεων $5^{1/4}$ και $3^{1/2}$ ιντσών, τα *μπουτόν εκκίνησης* και *επανεκκί-*

νησης (*reset*), τουλάχιστον δύο φωτοδίοδοι (*led*)³¹, θύρες USB και ενδεχομένως κάποιες ακόμα θύρες, που ο κάθε κατασκευαστής κρίνει ότι είναι απαραίτητες και χρήσιμες να βρίσκονται στη πρόσοψη του υπολογιστή.

Το κουτί το συναντάμε σε δύο μορφές: το **desktop** (οριζόντιας τοποθέτησης) και το **tower** (κατακόρυφης τοποθέτησης). Ο **πύργος (tower)** που είναι πιο συνηθισμένος σήμερα διακρίνεται ανάλογα με το μέγεθος και τον αριθμό των συσκευών που μπορούν να τοποθετηθούν σε αυτό σε τρεις τύπους: το *mini tower*, το *midi tower* και το *full tower*, Ανάλογα με τον τύπο της μητρικής πλακέτας και τον τύπο του τροφοδοτικού, διακρίνεται σε ATX, Micro ATX, Flex ATX, Mini ITX, Em ITX, Nano ITX, Pico ITX, Mobile ITX κλπ. Επίσης υπάρχουν κουτιά μικρού μεγέθους όπως τα: Slim Line Case, Small Form Factor (SFF) Case.

Τροφοδοτικό

Είναι το τμήμα του υπολογιστή, που η *κύρια λειτουργία* του είναι να *τροφοδοτεί* όλα τα ηλεκτρονικά ή ηλεκτρικά κυκλώματα του υπολογιστή με ρεύμα. Είναι μία διάταξη ηλεκτρονικών στοιχείων, που μετατρέπει το εναλλασσόμενο ρεύμα του δικτύου (220volts) σε συνεχές χαμηλό ρεύμα με τάσεις: +3.3V, +5V και ±12V. Χαρακτηριστικό του τροφοδοτικού είναι η **ισχύς** του που μετριέται σε **watt**. Όσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς του, τόσο περισσότερες συσκευές μπορούμε να τροφοδοτήσουμε με ρεύμα, με κόστος όμως την αύξηση της κατανάλωσης ρεύματος. Διακρίνεται στους ίδιους τύπους όπως τα κουτιά και οι μητρικές πλακέτες (Εικ. 1.25 α). Οι **ακροδέκτες (connectors)** διακρίνονται σε διάφορους τύπους ανάλογα τη συσκευή που τροφοδοτούν και διαθέτουν διαφορετικού τύπου ακμές και εγκοπές, ώστε να είναι αδύνατο, ακόμα κι ένας άπειρος τεχνικός ή χρήστης, να κάνει λάθος στην συνδεσμολογία (Εικ. 1.25β). Στους σημερινούς υπολογιστές συναντάμε κυρίως τροφοδοτικό με ισχύ της τάξεως των 450 – 550 watts.



Εικ.1.25 : (α) Τροφοδοτικό τύπου ATX, (β) Διάφοροι τύποι ακροδεκτών (connectors) τροφοδοσίας.

Κάρτες επέκτασης

Είναι ηλεκτρονικά κυκλώματα (ηλεκτρονικές πλακέτες), που τοποθετούνται στις θύρες επέκτασης της μητρικής πλακέτας και της δίνουν την δυνατότητα να επικοινωνεί, με διάφορες περιφερειακές αναλογικές ή ψηφιακές συσκευές. Αναφέρονται και με την ονομασία «ελεγκτές» (controllers). Σε εμάς δίνεται η δυνατότητα να επεκτείνουμε τις λειτουργίες του υπολογιστή μας.

³¹ Η μία συνήθως χρώματος πράσινου, όταν ανάβει, σημαίνει ότι ο υπολογιστής λειτουργεί. Η δεύτερη, είναι συνήθως χρώματος κόκκινου ή πορτοκαλί και δείχνει τη λειτουργία του σκληρού δίσκου.

Οι κυριότερες κάρτες επέκτασης είναι:

- Η **κάρτα γραφικών**, η οποία μας δίνει τη δυνατότητα να συνδέσουμε μία ή περισσότερες οθόνες στον υπολογιστή μας.
- Η **κάρτα ήχου**, η οποία επιτρέπει στον υπολογιστή μας να παράγει ήχο. Επίσης μας επιτρέπει να συνδέσουμε αναλογικές ή ψηφιακές πηγές ήχου.
- Η **κάρτα τηλεόρασης / επεξεργασίας video**, η οποία μπορεί να μετατρέψει τον υπολογιστή μας σε τηλεοπτικό δέκτη ή μας επιτρέπει να συνδέσουμε αναλογικές ή ψηφιακές πηγές video π.χ. παλιές αναλογικές βιντεοκάμερες.
- Η **κάρτα δικτύου**, η οποία δίνει τη δυνατότητα να συνδέσουμε τον υπολογιστή μας σε ένα τοπικό δίκτυο υπολογιστών με τη χρήση καλωδίου UTP.

Τα **πρότυπα διασύνδεσης** αυτών των καρτών είναι ίδια με εκείνα των θυρών επέκτασης, που διαθέτουν οι μητρικές πλακέτες. Σήμερα, οι περισσότερες κάρτες επέκτασης είναι σύμφωνες με τα πρότυπα διασύνδεσης: *PCI* και *PCI-Express*.

Οι νεώτερες μητρικές πλακέτες **ενσωματώνουν** ολόένα και περισσότερες από τις λειτουργίες τέτοιων καρτών, εξαλείφοντας την ανάγκη χρήσης τους.



(α)



(β)

Εικ. 1.26. Κάρτες επέκτασης: (α) Κάρτα γραφικών τύπου AGP, (β) Κάρτα δικτύου τύπου PCI.

1.2.1.2 Περιφερειακές Συσκευές

Περιφερειακές συσκευές ονομάζουμε τις συσκευές που συνδέονται εξωτερικά με τη κεντρική μονάδα του υπολογιστή μας, μέσω κάποιας θύρας διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών, συνήθως τη θύρα USB. Χωρίζονται σε συσκευές **εισόδου δεδομένων** και σε συσκευές **εξόδου δεδομένων**. Υπάρχουν βέβαια και συσκευές οι οποίες ανήκουν και στις δύο κατηγορίες επειδή εκτελούν και είσοδο και έξοδο δεδομένων.

- ο **Περιφερειακές συσκευές εισόδου δεδομένων**: βασική λειτουργία τους είναι να βοηθούν τον χρήστη να εισάγει στον υπολογιστή αναλογικά ή ψηφιακά δεδομένα από το εξωτερικό περιβάλλον του υπολογιστή καθώς επίσης και εντολές ελέγχου της λειτουργίας του υπολογιστή. Τέτοιες συσκευές είναι:
 - ο Το **πληκτρολόγιο (keyboard)**: είναι μία απλή ηλεκτρονική συσκευή η οποία έχει σκοπό να επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ χρήστη και υπολογιστή μέσω πληκτρολόγησης των εντολών ή των δεδομένων. Αποτελείται από ένα σύνολο πλήκτρων, όπως παλαιότερα η γραφομηχανή και περιλαμβάνει γράμματα, αριθμούς και ειδικά σύμβολα. Το πληκτρολόγιο διαθέτει, επίσης, πλήκτρα ειδικών λειτουργιών προγραμματιζόμενα ή όχι. Το πληκτρολόγιο χρησιμοποιείται από το χρήστη, για να απαντήσει σε μηνύματα του Λειτουργικού Συστήματος, να του δώσει εντολές, να εισάγει προγράμματα και δεδομένα για επεξεργασία. Υπάρχουν πληκτρολόγια που έχουν στα πλήκτρα τους μηχανικούς διακόπτες και πληκτρολόγια που κάτω από τα πλήκτρα τους έχουν μεμβράνες ανίχνευσης πίεσης. Τα ενσύρματα συνδέονται σε μία ειδική θύρα που ονομάζεται PS/2 ή στη θύρα USB, ενώ υπάρχουν και ασύρματα Bluetooth ή υπέρυθρα (Εικ. 1.27α).

- Το **ποντίκι (mouse)**: είναι μία ηλεκτρονική συσκευή η οποία χρησιμοποιείται για τον έλεγχο, την οδήγηση και την ενεργοποίηση του δείκτη της οθόνης. Όταν κινείται το ποντίκι σε μια επίπεδη επιφάνεια προκαλείται αντίστοιχη κίνηση ενός δείκτη στην οθόνη. Έτσι μετακινείται ο δείκτης ή ο δρομέας σε διάφορα σημεία της οθόνης και, κάνοντας κλικ με ένα από τα κουμπιά στην επιφάνεια του ποντικιού, δίνεται κάποια εντολή στον υπολογιστή ή ενεργοποιείται κάποιο εικονίδιο. Τα ενσύρματα συνδέονται σε μία ειδική θύρα που ονομάζεται PS2 ή στη θύρα USB, ενώ υπάρχουν και ασύρματα Bluetooth ή υπέρυθρα (Εικ. 1.27β).



(α)



(β)

Εικ. 1.27. (α) Ενσύρματο πληκτρολόγιο (β) Ενσύρματο ποντίκι.

- Ο **σαρωτής (scanner)**: είναι μία ηλεκτρονική συσκευή που χρησιμοποιείται για την εισαγωγή στον υπολογιστή (ψηφιοποίηση) χειρόγραφου κειμένου, τυπωμένων εγγράφων, εικόνων και σχεδίων για αποθήκευση και περαιτέρω επεξεργασία. Οι περισσότεροι σαρωτές ρίχνουν μία δέσμη φωτός πάνω σε μία σελίδα και μετρούν το ανακλώμενο φως. Το λευκό χρώμα αντανακλά όλο το φως και το μαύρο χρώμα το απορροφά όλο. Οι ενδιαμέσοι τόνοι του γκρι χρώματος απορροφούν κάποια ποσότητα φωτός και αντανακλούν την υπόλοιπη. Οι σαρωτές έχουν μία ειδική διάταξη που μετράει το ανακλώμενο φως και στέλνει προς τον υπολογιστή διαφορετικό ψηφιακό σήμα για τη μετρούμενη ποσότητα. Με τη βοήθεια ειδικού προγράμματος γίνεται η επεξεργασία, η εμφάνιση στην οθόνη του υπολογιστή και η αποθήκευση του εγγράφου ή της εικόνας στο δίσκο. **Χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες**, οι επιτραπέζιοι σαρωτές (*flatbed scanners*), φορητοί σαρωτές ή χειρός (*portable or handheld scanners*), σαρωτές βιβλίων (*book scanners*), σαρωτές σχεδίων A0+ (*wide format scanners*), επαγγελματικοί σαρωτές λυτών εγγράφων (*production scanners*) σαρωτές γραμμωτού κώδικα (*barcode scanners*) και οι νέοι σάρωσης τριών διαστάσεων σαρωτές (*3D scanners*). Κύρια χαρακτηριστικά των σαρωτών είναι:

- Η **ανάλυση (resolution)** της παραγόμενης εικόνας που μετριέται σε **ppi** (*pixel per inch*) ή σε **dpi**³² (*dots per inch*). Η ανάλυση ενός σαρωτή ονομάζεται και οπτική ανάλυση.
- Το **βάθος χρώματος** που μετριέται σε bit και εκφράζει τον αριθμό των bits που χρησιμοποιεί ο σαρωτής κατά τη μετατροπή του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό. Οι σύγχρονοι σαρωτές έχουν βάθος χρώματος 48 bit που σημαίνει ότι μπορεί να δημιουργήσει $2^{48}=281.474.976.710.656$ χρώματα.
- Η **ταχύτητα σάρωσης** που μετριέται σε σελίδες ανά λεπτό (*ppm*) ή ίντσες ανά λεπτό (*ipm*). Στους 3D σαρωτές η μονάδα μέτρησης είναι σημεία (*dots*) ανά λεπτό (*dpm*).

³²Όπως και στους εκτυπωτές.



Εικ.1.28. Από αριστερά προς τα δεξιά, δύο επιτραπέζιοι σαρωτές, σαρωτής γραμμωτού κώδικα, σαρωτής χειρός τριών διαστάσεων.

- ο **Περιφερειακές συσκευές εξόδου δεδομένων**: Βασική λειτουργία τους είναι να εμφανίζουν στο χρήστη τα αποτελέσματα ή τα δεδομένα μιας επεξεργασίας σε μορφή³³ κατανοητή από αυτόν. Τέτοιες συσκευές είναι:
 - ο **Η οθόνη (monitor ή display)**: είναι η κυριότερη συσκευή εξόδου στην επικοινωνία ανθρώπου υπολογιστή. Βασικός σκοπός της λειτουργίας της είναι να απεικονίζει σε μία επιφάνεια, κάθε τι, που μπορεί να γίνεται σε έναν υπολογιστή, από την είσοδο δεδομένων έως και την έξοδο αποτελεσμάτων. Δύο είναι οι βασικές κατηγορίες οθονών:
 - Οι οθόνες **καθοδικού σωλήνα (Cathode Ray Tube - CRT)**, είναι οι πρώτες οθόνες που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογιστές. Το πίσω μέρος της οθόνης είναι επιστρωμένο με φθορίζουσα ουσία επάνω στην οποία προσκρούουν ακτίνες (δέσμες) ηλεκτρονίων. Τα ηλεκτρόνια παράγονται από «πυροβόλα ηλεκτρονίων» μέσα σε ένα σωλήνα και από ένα σημείο που ονομάζεται **κάθοδος (cathode)**. Τα ηλεκτρόνια, αφού διανύσουν το σωλήνα, προσκρούουν στη φθορίζουσα ουσία, η οποία διεγείρεται και λάμπει με αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας φωτεινής κουκίδας. Η κουκίδα αυτή καλείται **εικονοστοιχείο (pixel - picture element)** και αποτελεί το ελάχιστο ίχνος απεικόνισης. Η διέγερση της φθορίζουσας ουσίας διαρκεί μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου, που αποτελούν το χρόνο **αναλαμπής (persistence)**. Οι κατασκευαστές έχουν σταματήσει πλέον να κατασκευάζουν οθόνες CRT και η τεχνολογία τους θεωρείται σήμερα απαρχαιωμένη.

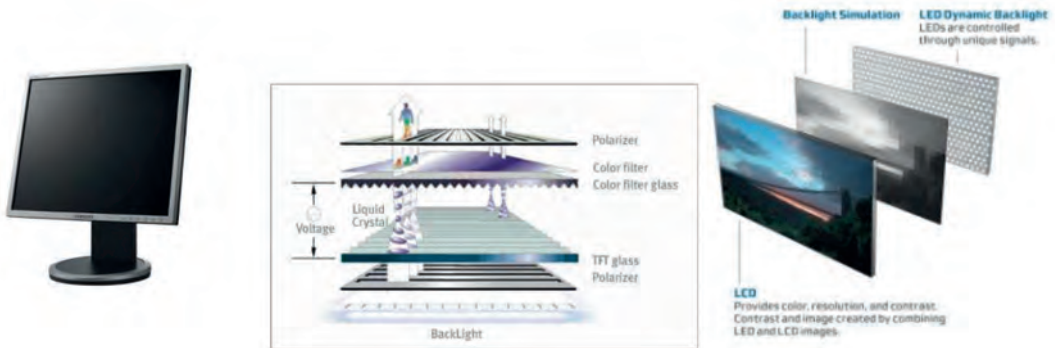


Εικ.1.29: Οθόνη καθοδικού σωλήνα CRT.

- οι οθόνες **υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystal Display - LCD)**. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην ιδιότητα που έχουν οι υγροί κρύσταλλοι, να αλλάζουν την πολικότητα του φωτός που περνά από μέσα τους, ανάλογα με την τάση του ηλεκτρικού ρεύματος που εφαρμόζεται σε αυτούς. Οι οθόνες αυτές περιέχουν ένα στρώμα υγρών κρυστάλλων μεταξύ δύο φίλτρων οριζόντιας πόλωσης του φωτός, τα οποία είναι προσανατολισμένα ώστε να μην αφήνουν τη διέλευση του. Ανάλογα με την ηλεκτρική τάση που εφαρμόζουμε στο στρώμα των υγρών κρυστάλλων, μπορούμε να ελέγξουμε τη ποσότητα του φωτός που θα περάσει τη διάταξη αυτή. Επειδή

³³ Κείμενο, εικόνα, σχέδιο, ήχος, βίντεο, αντικείμενο τριών διαστάσεων κλπ

όμως οι υγροί κρύσταλλοι δεν εκπέμπουν φως, οι οθόνες υγρών κρυστάλλων φωτίζονται από κάποια εξωτερική πηγή φωτός, η οποία στην περίπτωση των οθονών υγρών κρυστάλλων που χρησιμοποιούνται στους Η/Υ, είναι μια μικρή λάμπα φθορίου, η οποία συνοδεύεται από μια επιφάνεια διάχυσης του φωτός για την ισόποση κατανομή της φωτεινότητας σε όλη την επιφάνεια της οθόνης. Η εικόνα σχηματίζεται ανάλογα με το ηλεκτρικό φορτίο που ασκείται στους υγρούς κρυστάλλους, είτε από ένα πλέγμα μικροσκοπικών ηλεκτροδίων στις οθόνες τύπου LCD, οι οποίες έχουν ήδη ξεπεραστεί και η παραγωγή τους έχει περιοριστεί στο ελάχιστο, είτε από μια **συστοιχία ημιαγωγών (τρανζίστορ)** στις οθόνες τύπου *TFT*, είτε **φωτοεκπέμπουσες διόδους (LED)** στις οθόνες τύπου *LED*, οι οποίες αποτελούν την πλέον αποδεκτή πρόταση απεικόνισης με τη βοήθεια υγρών κρυστάλλων.



Εικ.1.30. Οθόνη υγρών κρυστάλλων LCD και τεχνολογίες TFT και LED.

Βασικά *χαρακτηριστικά* των οθονών είναι:

1. Το **μέγεθος** της οθόνης: Είναι το μήκος της διαγωνίου της οθόνης σε ίντσες. Πιο συνηθισμένα μεγέθη οθονών υπολογιστών είναι σήμερα των 17 – 24 ιντσών.
2. Η **ανάλυση** της οθόνης (*resolution*): Είναι ο αριθμός των εικονοστοιχείων (pixel) που μπορεί να εμφανιστούν σε μία οθόνη και την οποία περιγράφουν δύο αριθμοί. Για παράδειγμα, 1024x768, που σημαίνει ότι μπορούν να εμφανιστούν 1024 pixel στην οριζόντια διεύθυνση και 768 pixel στην κατακόρυφη διεύθυνση, δηλαδή συνολικά 786432 pixel σε όλη την επιφάνεια της οθόνης.
3. Η **συχνότητα ανανέωσης πλαισίων**: Είναι ο αριθμός των εικόνων (πλαισίων) τις οποίες απεικονίζει η οθόνη μέσα σε ένα δευτερόλεπτο. Προκειμένου η οθόνη να μπορεί να απεικονίζει μεταβαλλόμενες εικόνες, ο υπολογιστής ανανεώνει την εικόνα πολλές φορές το δευτερόλεπτο, ώστε να προκαλεί στον ανθρώπινο εγκέφαλο την ψευδαίσθηση της αδιατάρακτης συνέχειας της κίνησης (*μεταίσθημα*). Σε σύγκριση όμως με τη συμβατική τηλεόραση και τον κινηματογράφο, ο αριθμός των πλαισίων που απεικονίζονται ανά δευτερόλεπτο σε μια οθόνη υπολογιστή είναι πολύ μεγαλύτερος. Έτσι στις οθόνες CRT μια αποδεκτή απεικόνιση ξεκινά από τα 75 πλαίσια/δευτ., περίπου, ενώ στις οθόνες LCD είναι αρκετά τα 60 πλαίσια/δευτ. (λόγω διαφορετικού τρόπου σχηματισμού της εικόνας).
4. Η **γωνία θέασης**: Είναι η γωνία (ως προς την κάθετο στην επιφάνεια της οθόνης) από την οποία μπορεί ο χρήστης να βλέπει το λόγο αντίθεσης της εικόνας να μειώνεται κατά συγκεκριμένο ποσοστό (συνήθως στο 1/10 της ονομαστικής τιμής). Η βέλτιστη γωνία θέασης είναι πάντοτε 0 μοίρες.

5. Η **ομοιομορφία απεικόνισης**: Περιγράφει την ομοιογένεια στο φωτισμό της οθόνης και ελέγχεται απεικονίζοντας μία και μοναδική απόχρωση στην οθόνη. Είναι χαρακτηριστικό πρόβλημα κυρίως των οθονών LCD, στις οποίες το εκπεμπόμενο φως προέρχεται από ένα συγκεκριμένο χώρο στο πίσω μέρος της οθόνης (back light).
6. Η **φωτεινότητα**: Είναι το φωτομετρικό μέγεθος που αναφέρεται στην φωτεινή ενέργεια που εκπέμπεται ανά μονάδα επιφάνειας. Είναι σημαντική κυρίως κατά την παρακολούθηση πολυμέσων ή όταν ο περιβάλλον φωτισμός είναι πολύ ισχυρός³⁴.
7. Ο **λόγος αντίθεσης**: Περιγράφει το λόγο φωτεινότητας μεταξύ του λευκού και του μαύρου που μπορεί να απεικονίσει η οθόνη. Θεωρητικά έπρεπε να είναι άπειρη, πρακτικά επηρεάζεται τόσο από τη φωτεινότητα του λευκού όσο και από το πόσο σκοτεινό είναι το μαύρο που επιτυγχάνει να απεικονίσει η οθόνη. Π.χ. μια οθόνη με αντίθεση 500:1 έχει λευκό με 500 φορές μεγαλύτερη φωτεινότητα από το μαύρο που μπορεί να απεικονίσει.
8. Ο **χρόνος απόκρισης**: Είναι ανεξάρτητος του ρυθμού ανανέωσης και περιγράφει το χρόνο που χρειάζεται η οθόνη για να αλλάξει τη φωτεινότητά της από μια συγκεκριμένη στάθμη σε μία άλλη. Μετρείται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (msec).

Σήμερα, οι περισσότερες οθόνες υπολογιστή χρησιμοποιούν τους εξής τύπους σύνδεσης με την ΚΜ: **VGA**, **DVI**, και **HDMI** (Εικ. 1.31).



Εικ. 1.31. Τύποι ακροδεκτών σύνδεσης οθονών με την ΚΜ.

- ο Ο **εκτυπωτής (printer)**: Είναι η συσκευή η οποία έχει σκοπό τη μόνιμη αποτύπωση (εκτύπωση) των πληροφοριών που έχουν δημιουργηθεί από τη χρήση λογισμικού, σε ένα φυσικό μέσο συνήθως σε χαρτί αλλά όχι μόνο. Τα βασικότερα χαρακτηριστικά των εκτυπωτών είναι τα εξής:
 1. **Ταχύτητα εκτύπωσης**: Ανάλογα με την τεχνολογία εκτύπωσης έχουμε και διαφορετικές μονάδες μέτρησης. Στους εκτυπωτές γραμμής, η ταχύτητα εκφράζεται σε *χαρακτήρες ανά δευτερόλεπτο* (*characters per second - cps*) ενώ στους εκτυπωτές σελίδας, σε *σελίδες ανά λεπτό* (*pages per minute - ppm*).

³⁴ Μονάδες φωτεινότητας είναι ANSI Lumen και το Nit.. Εξ ορισμού, το Lumen είναι φωτεινή ροή μέσω μιας συγκεκριμένης διατομής (1 ANSI Lumen είναι η φωτεινή ροή μέσω μίας διατομής επιφάνειας 1m² που απέχει από την φωτεινή πηγή 1m όταν αυτή ακτινοβολεί με ένταση 1Cd). Για το λόγο αυτό η φωτεινότητα συνήθως εκφράζεται σε Candela/m².

2. **Ανάλυση εκτύπωσης:** Η ελάχιστη μονάδα εκτύπωσης (με άλλα λόγια, το πιο μικρό ίχνος) που μπορεί να τυπωθεί στο χαρτί και ονομάζεται **κουκίδα (dot)**. Η ανάλυση εκτύπωσης ορίζεται ως το πλήθος των διαφορετικών κουκίδων που μπορούν να εκτυπωθούν ανά ίντσα (*dots per inch - dpi*).
3. **Δυνατότητα χρώματος:** Η δυνατότητα παραγωγής πολλών χρωμάτων με συνδυασμούς του μαύρου και των τριών βασικών (cyan, magenta, yellow).
4. **Είδος και μέγεθος χαρτιού:** Τα είδη, μεγέθη και οι τροφοδοσίες χαρτιού που υποστηρίζει (π.χ. A4, A3, duplex).

Οι εκτυπωτές διακρίνονται στις εξής κατηγορίες με βάση την τεχνολογία εκτύπωσης που χρησιμοποιούν:

- Εκτυπωτές **ψεκασμού μελάνης (inkjet)**: Η λειτουργία τους βασίζεται σε «κεφαλές» εκτύπωσης που περιέχουν έναν αριθμό ακροφυσίων που εκτοξεύουν πολύ μικρά σταγονίδια μελάνι στο προς εκτύπωση μέσο. Η κεφαλή εκτύπωσης συνήθως μετακινείται στο πλάτος του χαρτιού και με αυτό τον τρόπο παράγεται μία «γραμμή» εκτύπωσης. Ένας μηχανισμός προωθεί το χαρτί και έτσι πετυχαίνουμε την εκτύπωση σε όλο το ύψος του. Η κεφαλή εκτύπωσης, μπορεί να αποτελεί μέρος του εκτυπωτή ή να είναι ενσωματωμένη στα δοχεία μελανιού (ink cartridges). Υπάρχουν δύο τεχνολογίες εκτόξευσης του μελανιού: η **θερμική** και η **πιεζοηλεκτρική**. Με τη συνεχή βελτίωση τόσο των κεφαλών εκτύπωσης και των μελανιών, η ποιότητα εκτύπωσης πλησιάζει τη φωτογραφική απεικόνιση. Χρησιμοποιούνται κυρίως για εκτύπωση στο γραφείο ή στο σπίτι. Έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και χαμηλό κόστος έγχρωμης εκτύπωσης³⁵. Το βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι το μελάνι είναι ευαίσθητο στο έντονο φως και στα υγρά (νερό κλπ).
- Εκτυπωτές **λείζερ (laser)**: Η λειτουργία τους βασίζεται στην τεχνολογία ξηρογραφικής αποτύπωσης που χρησιμοποιείται στα φωτοαντιγραφικά μηχανήματα. Η διαδικασία εκτύπωσης διεξάγεται σε τρία στάδια: **1° Σάρωση laser**, η δέσμη του λείζερ αποφορτίζει έναν φορτισμένο (στα σημεία εκτύπωσης) κύλινδρο (τύμπανο). **2° Εφαρμογή του toner**, (σκόνη γραφίτη), το τύμπανο στη συνέχεια «πασπαλίζεται» με σκόνη γραφίτη. Η σκόνη γραφίτη κολλά μόνο στα σημεία του τυμπάνου που αποφορτίστηκαν από την ακτίνα λείζερ. Το τύμπανο πιέζεται σε ένα φύλλο χαρτιού, και ο γραφίτης μεταφέρεται στο χαρτί και **3° Τήξη του toner**, το χαρτί θερμαίνεται, ώστε ο γραφίτης να υποστεί αρχικά τήξη και όταν στερεοποιηθεί, να παραμείνει μόνιμα αποτυπωμένο στο χαρτί. Η τεχνολογία λείζερ συνεχώς βελτιώνεται και σήμερα υπάρχουν εκτυπωτές λείζερ που μπορούν να αποδώσουν εξαιρετική ποιότητα ακόμη και έγχρωμης εκτύπωσης σε πολύ υψηλές ταχύτητες. Τα βασικά τους μειονεκτήματα είναι ο σχετικά μεγάλος όγκος τους και η υψηλή τιμή τόσο αγοράς όσο και συντήρησης.
- **Θερμικοί εκτυπωτές (thermal)**: Εκτυπωτές που εκτυπώνουν σε ειδικό θερμικό χαρτί το οποίο μαυρίζει όπου εφαρμοστεί αυξημένη θερμότητα. Δεν χρειάζεται μελάνι ή toner. Σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η διάρκεια ζωής της εκτύπωσης καθώς το χαρτί είναι ευαίσθητο και στο φως από το περιβάλλον. Συνήθως χρησιμοποιούνται στις ταμειακές μηχανές, αριθμομηχανές ή φαξ.

³⁵ Σήμερα έχει παρατηρηθεί το φαινόμενο η συσκευή να έχει χαμηλότερη τιμή αγοράς από το συνολικό κόστος των μελανιών που δέχεται.

- **Κρουστικοί** εκτυπωτές (*impact*): Οι κρουστικοί εκτυπωτές αποτελούν την πιο παλιά κατηγορία εκτυπωτών. Σήμερα χρησιμοποιούνται κυρίως στην εκτύπωση διπλότυπων ή τριπλότυπων χαρτιών. Η τεχνολογία εκτύπωσης τους βασίζεται στην ύπαρξη μιας κινούμενης κεφαλής, η οποία περιέχει **ακίδες** ή **χαρακτήρες** που «κτυπάνε» μία μελανοταινία προς το χαρτί. Έτσι σε κάθε κτύπημα αποτυπώνεται στο χαρτί ένας συγκεκριμένος χαρακτήρας ή ένα ίχνος μελανιού. Η ταχύτητα εκτύπωσης στους κρουστικούς εκτυπωτές μετριέται και σε γραμμές ανά δευτερόλεπτο (*lines per second – lps*).



(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικ. 1.321 Εκτυπωτές (α) ψεκασμού μελάνης (inkjet), (β) λέιζερ (laser), (γ) θερμικός (thermal), (δ) κρουστικός ακίδων (impact)

- **Τρισδιάστατοι** εκτυπωτές (*3D printers*): Τα τελευταία χρόνια έχουν εμφανισθεί και οι τρισδιάστατοι (3D) εκτυπωτές, οι οποίοι αντί να εκτυπώνουν, ή να αποτυπώνουν επάνω σε χαρτί, φτιάχνουν από μακέτες διαφόρων αντικειμένων, συμπαγή ή σύνθετα ανταλλακτικά από πεπερασμένο αριθμό υλικών, μέχρι και συνθέσεις τροφίμων. Υπάρχουν δύο ειδών τρισδιάστατοι εκτυπωτές:
 - Αυτοί που η λειτουργία τους στηρίζεται στη θερμότητα, που αναπτύσσεται σε ένα ειδικό υλικό, το οποίο αφού πάρει τη μορφή που του δίνει ο χρήστης, στερεοποιείται και δημιουργείται η μακέτα του αντικειμένου. Σε αυτή τη κατηγορία ανήκουν οι σημερινοί οικιακοί τρισδιάστατοι εκτυπωτές.
 - Αυτοί που **διαμορφώνουν** ένα ήδη υπάρχον αντικείμενο από ειδικό υλικό, κόβοντάς το, σύμφωνα με τις οδηγίες του χρήστη και έτσι δημιουργούν την τελική μακέτα. Εκτυπωτές αυτής της κατηγορίας συναντώνται κυρίως στην βιομηχανία.

Τα βασικά τους **μειονεκτήματα** είναι ο σχετικά μεγάλος όγκος τους και η υψηλή τιμή τόσο αγοράς όσο και συντήρησης.



Εικ.1.33. Οικιακός 3D εκτυπωτής που η λειτουργία του στηρίζεται στη θερμότητα.

- Τα **ηχεία**: Τα ηχεία για υπολογιστή μετατρέπουν τα ηλεκτρικά σήματα που παράγονται στην έξοδο της κάρτας ήχου του υπολογιστή σε ηχητικά σήματα. Είναι απαραίτητη συσκευή σε εφαρμογές πολυμέσων. Η τυπική τους σύνδεση είναι η στερεοφωνική 3.5 mm jack (στη πράσινη υποδοχή για ηχεία – ακουστικά), αλλά σήμερα υπάρχουν και ηχεία με σύνδεση USB. Πρόκειται συνήθως για χαμηλής έντασης και ποιότητας ηχεία. Τα περισσότερα από αυτά διαθέτουν έναν ενισχυτή χαμηλής έντασης. Σήμερα ενσωματώνονται στις περισσότερες οθόνες για υπολογιστή και βέβαια στους φορητούς υπολογιστές.
- **Περιφερειακές συσκευές εισόδου και εξόδου** δεδομένων: Κατατάσσονται σε αυτή τη κατηγορία όλες εκείνες οι συσκευές που μπορούν να υλοποιήσουν με φυσικό ή τεχνητό τρόπο και τις δύο λειτουργίες, είσοδο και έξοδο δεδομένων. Τέτοιες συσκευές είναι:
 - Η **οθόνη αφής (touch screen)**: Συναντάται σε όλα σχεδόν τα σύγχρονα φορητά υπολογιστικά συστήματα (φορητοί υπολογιστές, pdas, smartphones κ.α.).
 - Τα **πολυμηχανήματα**: Συνήθως συνδυάζουν σε μία συσκευή τις λειτουργίες εκτύπωσης και σάρωσης.]

1.3 Σύνθεση ενός Προσωπικού Υπολογιστή

Όπως έχουμε αναφέρει στην ενότητα 1.2, οι βασικές μονάδες ενός προσωπικού υπολογιστή είναι η κεντρική μονάδα (ΚΜ), η οθόνη, το πληκτρολόγιο και το ποντίκι. Όπως επίσης έχουμε αναφέρει, η ΚΜ περιέχει αρκετά από τα βασικά δομικά στοιχεία του υπολογιστή (μητρική πλακέτα, επεξεργαστή, μνήμη RAM, σκληρό δίσκο κ.α.). Όλα αυτά τα δομικά στοιχεία πρέπει να συνδεθούν κατάλληλα μεταξύ τους ώστε να λειτουργήσουν ως ενιαίο σύνολο και να αποκτήσουν την έννοια του υπολογιστή. Η διαδικασία που εκτελούμε για να συνδέσουμε μεταξύ τους όλα αυτά τα δομικά στοιχεία, καλείται σύνθεση (ή συναρμολόγηση) ενός PC. Παρακάτω θα δούμε τη διαδικασία σύνθεσης ενός επιτραπέζιου PC. Η διαδικασία σύνθεσης ενός φορητού υπολογιστή δε διαφέρει πολύ από αυτή ενός επιτραπέζιου PC.

Εργαλεία που χρειαζόμαστε: Για να συνθέσουμε ένα PC θα χρειαστούμε: Ένα **σταυροκατσάβιδο**³⁶ και μία πένσα ή ένα μυτοσίμπιδο, για να αφαιρέσουμε μεταλλικά τμήματα από το κουτί, που καλύπτουν εξόδους θυρών ή περιφερειακών συσκευών. Πριν τη διαδικασία σύνθεσης του

³⁶ Η μαγνητική μύτη που διαθέτουν μερικά, μας διευκολύνει στη διαδικασία βιδώματος, χρειάζεται όμως προσοχή αυτή να μην έρθει σε επαφή με ευαίσθητα στο μαγνήτη ηλεκτρονικά στοιχεία

PC, θα πρέπει να έχουμε συγκεντρώσει όλα εκείνα τα υλικά (συσκευές) από τα οποία θα αποτελείται ο υπολογιστής. Άρα θα χρειαστούμε:

Ένα *κουτί* υπολογιστή (desktop, tower ή άλλης μορφής).

Ένα *τροφοδοτικό* (συνήθως περιέχεται στο κουτί).

Έναν *επεξεργαστή* (CPU) μαζί με τη ψύκτρα του.

Μία *μητρική πλακέτα* (motherboard) (κατάλληλη για το τύπο επεξεργαστή που επιλέξαμε).

Αρθρώματα μνήμης RAM (κατάλληλα για τη μητρική που επιλέξαμε).

Κάρτα γραφικών (όχι απαραίτητη, αν αυτή ενσωματώνεται στη μητρική πλακέτα) για την σύνδεση του υπολογιστή με την οθόνη.

Κάρτα δικτύου (όχι απαραίτητη, αν αυτή ενσωματώνεται στη μητρική πλακέτα) για την σύνδεση του υπολογιστή σε τοπικό δίκτυο.

Σκληρό δίσκο (HDD ή SSD) για να αποθηκεύσουμε το Λειτουργικό Σύστημα, τις εφαρμογές και τα δεδομένα μας.

Οδηγό οπτικού δίσκου (CD-ROM, DVD-ROM, CD-RW, DVD-RW, Blu-Ray) για την αναπαραγωγή ή εγγραφή οπτικών δίσκων.

Καλώδια διασύνδεσης της μητρικής πλακέτας με τον σκληρό δίσκο και τον οδηγό οπτικού δίσκου τύπου ATA/IDE ή SATA.

Βίδες ή στηρίγματα (συνήθως περιέχονται στην συσκευασία του κουτιού).

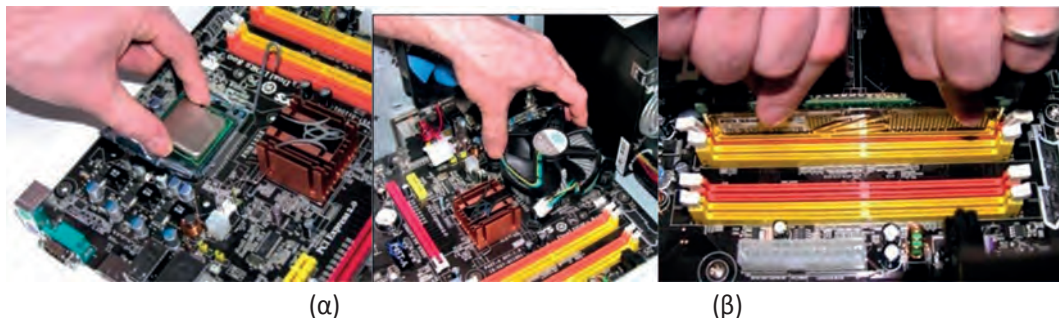
Δεματικά καλωδίων για την καλύτερη τακτοποίηση των καλωδίων μέσα στο κουτί.

Διαδικασία σύνθεσης (συναρμολόγηση): Η διαδικασία σύνθεσης περιλαμβάνει μερικά βήματα τα οποία γίνονται με την σειρά που παρουσιάζονται παρακάτω.

Πριν τοποθετήσουμε τα υλικά (τις συσκευές) μέσα στο κουτί, τοποθετούμε πάνω στο πάγκο εργασίας τη μητρική πλακέτα, στην οποία έχουμε συνδέσει, τον επεξεργαστή με την ψύκτρα του, τα αρθρώματα μνήμης RAM και την κάρτα γραφικών (προσέχουμε να συνδέσουμε το καλώδιο της ψύκτρας του επεξεργαστή στο κατάλληλο φινις της μητρικής πλακέτας). Στη συνέχεια τροφοδοτούμε τη μητρική με εξωτερικό τροφοδοτικό και ελέγχουμε τη λειτουργία των συσκευών που συνδέσαμε. Αν οι συσκευές λειτουργούν κανονικά τότε προχωρούμε στην τοποθέτησή τους μέσα στο κουτί. Εκτελούμε την παραπάνω διαδικασία πρώτη, για να γλιτώσουμε χρόνο και κόπο, στην περίπτωση που κάποιο από το παραπάνω υλικό έχει λειτουργικό σφάλμα από την κατασκευή του (Εικ. 1.34).

Τοποθετούμε πάνω στο πάγκο εργασίας το κουτί του υπολογιστή και ξεβιδώνουμε την πλευρά που μας δίνει πρόσβαση στο εσωτερικό του.

Βιδώνουμε τα στηρίγματα της μητρικής πλακέτας πάνω στην βάση της στο κουτί. Τοποθετούμε το **panel** των πίσω θυρών, τοποθετούμε την μητρική και την σταθεροποιούμε βιδώνοντάς την χρησιμοποιώντας το σταυροκατσάβιδο. Στην μητρική πλακέτα, έχουμε τοποθετήσει στο 1ο βήμα τον επεξεργαστή και τα αρθρώματα μνήμης RAM.



Εικ. 1.34. (α) Τοποθέτηση επεξεργαστή & ψήκτρας, (β) Τοποθέτηση αρθρώματος μνήμης RAM

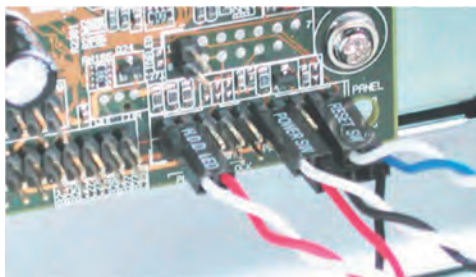
Συνδέουμε το τροφοδοτικό με τη μητρική πλακέτα.

Τοποθετούμε και στερεώνουμε στις κατάλληλες υποδοχές επέκτασης της μητρικής πλακέτας, τις αντίστοιχες κάρτες επέκτασης, κάρτα γραφικών, κάρτα δικτύου, κάρτα ήχου κλπ. (Πιθανόν, η κάρτα γραφικών να χρειάζεται επιπλέον τροφοδοσία από το τροφοδοτικό, οπότε και φροντίζουμε να το συνδέσουμε).

Τοποθετούμε τον σκληρό δίσκο και τον οδηγό οπτικού δίσκου στις κατάλληλες θέσεις 3 ½ και 5 ¼ ιντσών και τα σταθεροποιούμε με βίδες ή κατάλληλα στηρίγματα.

Συνδέουμε τον σκληρό δίσκο και τον οδηγό οπτικού δίσκου με το τροφοδοτικό και με τη μητρική πλακέτα (χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα καλώδια ATA/IDE ή SATA).

Συνδέουμε (έχοντας ως βοηθό το εγχειρίδιο χρήσης της μητρικής πλακέτας) τα καλώδια που αντιστοιχούν στα ενδεικτικά LED και στους διακόπτες (μπορεί να υπάρχουν καλώδια για υποδοχές USB, υποδοχές για ακουστικά και μικρόφωνο κλπ) της μπροστινής όψης του κουτιού. Επίσης στο βήμα αυτό συνδέουμε το καλώδιο του μικρού ηχείου του υπολογιστή που βρίσκεται στο κουτί (Εικ. 1.35).



Εικ. 1.35. Σύνδεση ενδεικτικών LED & διακοπών μπροστινής όψης

Τακτοποιούμε τα καλώδια μέσα στο κουτί χρησιμοποιώντας τα δεματικά καλωδίων.

Κάνουμε ένα τελευταίο έλεγχο στις συνδέσεις, που έχουμε κάνει στα προηγούμενα βήματα και συνδέουμε ένα πληκτρολόγιο, ένα ποντίκι και μία οθόνη στον υπολογιστή μας.

Συνδέουμε στο ρεύμα τον υπολογιστή μας και τον θέτουμε σε λειτουργία. Αν όλα λειτουργούν σωστά τότε προχωρούμε στο επόμενο βήμα, αλλιώς απενεργοποιούμε τον υπολογιστή (καλό είναι να αφαιρέσουμε το καλώδιο από την πρίζα) και ελέγχουμε τις συνδεσμολογίες που έχουμε κάνει στα προηγούμενα βήματα.

Κάνουμε εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος (Microsoft Windows, Linux κλπ).

Κάνουμε εγκατάσταση των υπόλοιπων εφαρμογών, που επιθυμούμε να κάνουμε χρήση στον υπολογιστή μας.

1.4 Οδηγοί συσκευών - Drivers

Ονομάζουμε **οδηγό συσκευής (Device Driver)** το λογισμικό εκείνο που συνοδεύει συνήθως μία συσκευή ενός υπολογιστή, είτε αυτή βρίσκεται εντός της κεντρικής μονάδας π.χ. κάρτα γραφικών, είτε συνδέεται εξωτερικά σε μία υποδοχή διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών π.χ. έναν εκτυπωτή, μία web camera. Για να λειτουργήσει ορθά μία συσκευή σε έναν υπολογιστή απαιτείται εκτός της φυσικής διασύνδεσής της με τη μητρική πλακέτα του υπολογιστή και η εγκατάσταση του λογισμικού (οδηγού), που συνήθως συνοδεύει τη συσκευή. Ο οδηγός συσκευής, περιέχει οδηγίες και εντολές που επιτρέπουν την σωστή επικοινωνία της συσκευής και του λειτουργικού συστήματος, και κατ' επέκταση και με τις εφαρμογές (Σχ. 1.8).



Σχ. 1.8. Οι οδηγοί συσκευών έχουν τον ρόλο του ενδιάμεσου στην επικοινωνία του λειτουργικού συστήματος και των περιφερειακών συσκευών.

Οι οδηγοί συσκευών δημιουργούνται από τους κατασκευαστές των περιφερειακών και τους διανέμουν συνήθως σε οπτικό δίσκο (CD) μαζί με τη συσκευή. Για να μπορεί η συσκευή να λειτουργεί με τις νέες εκδόσεις λειτουργικών συστημάτων, οι οδηγοί συσκευών αναβαθμίζονται συνεχώς και διανέμονται, συνήθως δωρεάν, μέσα από το διαδικτυακό τόπο του κατασκευαστή.

Τα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα μπορούν να αναγνωρίζουν μεγάλες ομάδες περιφερειακών και να εγκαθιστούν αυτόματα τους κατάλληλους οδηγούς συσκευών. Έχουν συνήθως ένα γενικό οδηγό συσκευής, που ταιριάζει στις περισσότερες αυτού του είδους συσκευές. Έτσι σχηματίζουμε τη λανθασμένη εντύπωση ότι η συσκευή λειτουργεί χωρίς να έχουμε εγκαταστήσει έναν οδηγό συσκευής. Πολλές φορές μία συσκευή μπορεί να λειτουργήσει χωρίς τους σωστούς drivers, αυτό μπορεί να την κάνει να υπολειτουργεί ή να μην μπορούν να υποστηριχτούν όλες οι δυνατότητές της. Για παράδειγμα, αν δεν βάλουμε τους drivers μιας κάρτας γραφικών, η ανάλυση και η ποιότητα των γραφικών που θα εμφανίζονται θα είναι μειωμένη.

1.5 Ανακεφαλαίωση Ενότητας 1

Για την σύσταση ενός υπολογιστή απαιτείται η ύπαρξη υλικού και λογισμικού. Το υλικό είναι όλα εκείνα τα εξαρτήματα (ηλεκτρονικά, ηλεκτρικά και μηχανολογικά), που συνθέτουν τον υπολογιστή και που μπορούμε να τα δούμε και να τα αγγίξουμε. Το λογισμικό είναι όλα τα προγράμματα που εμείς δεν μπορούμε να τα αγγίξουμε, αλλά βλέπουμε συνήθως το αποτέλεσμα τους είτε στην οθόνη του υπολογιστή, είτε σε κάποια άλλη συσκευή. Το λογισμικό χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: στο Λειτουργικό Σύστημα και στις Εφαρμογές οι οποίες για να λειτουργήσουν απαιτείται πρώτα να υπάρχει και να λειτουργεί το πρώτο.

Με βάση το μέγεθος των δεδομένων που μπορούν να επεξεργαστούν, την ταχύτητα επεξεργασίας και άλλα ειδικά τεχνικά χαρακτηριστικά, τα υπολογιστικά συστήματα κατηγοριοποιούνται στους υπερυπολογιστές (super-computers), στα μεγάλα συστήματα (mainframes), στους προσωπικούς υπολογιστές, που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στο σπίτι μας, στο σχολείο μας, στη δουλειά μας, στους φορητούς υπολογιστές που ανήκουν κι αυτοί στη κατηγορία των προσωπικών υπολογιστών και στους ενσωματωμένους, σε κάποια οικιακή ή μη συσκευή, υπολογιστές ειδικού σκοπού. Ανεξαρτήτως της κατηγορίας που ανήκουν οι σύγχρονοι υπολογιστές, οι περισσότεροι ακολουθούν γενικά την αρχιτεκτονική του Von Neumann.

Ένας προσωπικός υπολογιστής ή PC αποτελείται από την κεντρική μονάδα (ΚΜ), το πληκτρολόγιο για την είσοδο δεδομένων και εντολών, το ποντίκι για εύκολη είσοδο εντολών ελέγχου και χειρισμού σε λογισμικό με γραφικό περιβάλλον και μία οθόνη για οπτική έξοδο αποτελεσμάτων. Η ΚΜ είναι η βασικότερη μονάδα του PC καθώς περιλαμβάνει όλο εκείνο το υλικό, το οποίο σχετίζεται κυρίως με την επεξεργασία ή την αποθήκευση δεδομένων. Αυτό το υλικό είναι ο επεξεργαστής (CPU), η μητρική πλακέτα, τα αρθρώματα κύριας μνήμης RAM, οι κάρτες επέκτασης και οι συσκευές μόνιμης αποθήκευσης δεδομένων. Όλες αυτές οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους μέσω της μητρικής πλακέτας και κατάλληλων καλωδίων. Το τροφοδοτικό είναι υπεύθυνο για την τροφοδοσία αυτών των συσκευών, με την κατάλληλη τάση συνεχούς ρεύματος. Όλες αυτές οι συσκευές μαζί με το τροφοδοτικό, τοποθετούνται στο εσωτερικό ενός μεταλλικού (συνήθως) κουτιού που ονομάζεται «κουτί» υπολογιστή (computer case) και αποτελεί ουσιαστικά την ΚΜ του υπολογιστή.

Ο επεξεργαστής είναι το βασικότερο δομικό στοιχείο ενός υπολογιστή, θεωρείται ο «εγκέφαλος» του, επειδή είναι εκείνο το ολοκληρωμένο κύκλωμα από το οποίο εκτελούνται όλες οι λειτουργίες του υπολογιστή. Τοποθετείται στη βάση (socket) του επεξεργαστή που βρίσκεται στη μητρική πλακέτα. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι ο αριθμός των πυρήνων που περιέχει, η συχνότητα λειτουργίας, το εύρος των καταχωρητών του, η χωρητικότητα λανθάνουσας μνήμης, η ταχύτητα ή συχνότητα λειτουργίας του διαύλου συστήματος (FSB) και η τάση που χρειάζεται για να λειτουργήσει.

Ένας υπολογιστής διαθέτει δύο είδη μνήμης, την κύρια μνήμη που χωρίζεται στη RAM και στη ROM, και στην περιφερειακή ή δευτερεύουσα μνήμη, που στην ουσία είναι όλες οι περιφερειακές συσκευές μόνιμης αποθήκευσης (σκληρός δίσκος, δίσκος στερεάς κατάστασης SSD, οδηγός ανάγνωσης / εγγραφής οπτικού δίσκου κ.α.).

Στο πίσω μέρος αλλά και στην μπροστινή όψη του κουτιού υπάρχουν διαφορετικού τύπου υποδοχές (θύρες), στις οποίες μπορούμε να συνδέσουμε συσκευές που δε τοποθετούνται στο εσωτερικό της ΚΜ αλλά εξωτερικά και περιφερειακά από αυτήν. Οι συσκευές αυτές ονομάζονται περιφερειακές συσκευές. Οι περιφερειακές συσκευές χωρίζονται σε συσκευές εισόδου, εξόδου και μόνιμης αποθήκευσης δεδομένων. Η οθόνη, το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, ο εκτυπωτής, ο σαρωτής κ.α. είναι μερικά παραδείγματα περιφερειακών συσκευών. Σήμερα οι περισσότερες από αυτές τις συσκευές, συνδέονται σε μία τυποποιημένη θύρα που ονομάζεται USB.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες οθονών, οι οθόνες καθοδικού σωλήνα (CRT) και οι οθόνες υγρών κρυστάλλων (LCD). Οι δεύτερες χωρίζονται σε οθόνες τύπου TFT και LED, ανάλογα με τη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της εικόνας. Βασικά χαρακτηριστικά των οθονών είναι το μέγεθος, η ανάλυση, η συχνότητα ανανέωσης πλαισίων, η γωνία θέασης, η ομοιομορφία απεικόνισης, η φωτεινότητα, ο λόγος αντίθεσης και ο χρόνος απόκρισης.

Οι εκτυπωτές διακρίνονται σε ψεκασμού μελάνης (inkjet), λειζερ, θερμικούς, κρουστικούς και εκτύπωσης τριών διαστάσεων (3d printers), ανάλογα με τη τεχνολογία εκτύπωσης που χρησιμοποιούν. Βασικά χαρακτηριστικά των εκτυπωτών είναι η ταχύτητα εκτύπωσης, η ανάλυση εκτύπωσης, η δυνατότητα έγχρωμης εκτύπωσης και το είδος και μέγεθος χαρτιού στο οποίο μπορούν να εκτυπώσουν.

Η διαδικασία που εκτελούμε για να συνδέσουμε μεταξύ τους τα δομικά στοιχεία ενός PC (επιτραπέζιο ή φορητό) ονομάζεται σύνθεση ή συναρμολόγηση PC. Αυτή πρέπει να γίνεται σε κατάλληλο διαμορφωμένο χώρο εργασίας και με μια σειρά βημάτων – ενεργειών, ξεκινώντας από την επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιήσουμε με πρώτο τον επεξεργαστή, στη συνέχεια τη μητρική πλακέτα και τον τύπο των αρθρωμάτων μνήμης, που δέχεται η μητρική. Αφού, συνθέσουμε και ελέγξουμε την σωστή λειτουργία όλου του υλικού, μπορούμε στην συνέχεια να εγκαταστήσουμε το λειτουργικό σύστημα, τους οδηγούς συσκευών και φυσικά τις υπόλοιπες εφαρμογές.

1.6 Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 1

1. Να ορίσετε την έννοια του όρου «Υπολογιστικό Σύστημα».
2. Τι είναι υλικό και τι λογισμικό στους υπολογιστές;
3. Να δώσετε παραδείγματα υλικού και λογισμικού που υπάρχει στο σχολικό εργαστήριο πληροφορικής.
4. Ποια κατηγορία λογισμικού είναι απαραίτητο να εγκατασταθεί πρώτη σε έναν υπολογιστή;
5. Σε ποιες κατηγορίες χωρίζονται τα υπολογιστικά συστήματα;
6. Σε ποια κατηγορία υπολογιστικών συστημάτων ανήκει ένας φορητός υπολογιστής;
7. Αναφέρετε συσκευές που χρησιμοποιείτε στην καθημερινής σας ζωή και που ενσωματώνουν υπολογιστή.
8. Ποιες είναι οι βασικές αρχές της αρχιτεκτονικής του Von Neumann;
9. Ποια είναι τα βασικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένα PC;
10. Ποια είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά ενός επεξεργαστή;
11. Τι είναι συχνότητα λειτουργίας ενός επεξεργαστή και πως επηρεάζει την ταχύτητά του;
12. Πως επικοινωνεί ο επεξεργαστής με τις υπόλοιπες μονάδες του υπολογιστή;
13. Να αναγνωρίσετε μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά του επεξεργαστή που διαθέτει ο υπολογιστής του εργαστηρίου πληροφορικής, όπως αυτά φαίνονται από το γραφικό περιβάλλον του λειτουργικού συστήματος που είναι εγκατεστημένο.
14. Γιατί ένας επεξεργαστής με μεγάλη συχνότητα λειτουργίας είναι δυνατό να είναι πιο αργός από έναν επεξεργαστή με μικρότερη συχνότητα λειτουργίας;
15. Πως επηρεάζει το εύρος καταχωρητών ενός επεξεργαστή την ταχύτητά του;
16. Πόσες θέσεις μνήμης μπορεί να προσπελάσει ένας επεξεργαστής με εύρος διαδρόμου διευθύνσεων 36 bits;
17. Πως επηρεάζει η χωρητικότητα της λανθάνουσας μνήμης ενός επεξεργαστή την ταχύτητά του;
18. Γιατί επιδιώκεται η τάση λειτουργίας του επεξεργαστή να είναι όσο το δυνατό μικρότερη;
19. Τι είναι η μητρική πλακέτα και από ποια τμήματα αποτελείται;
20. Γιατί συνήθως επιλέγουμε πρώτα τον επεξεργαστή και μετά τη μητρική πλακέτα ενός PC;
21. Ποια η χρησιμότητα της ύπαρξης των γεφυρών northbridge και southbridge σε μία μητρική πλακέτα;
22. Γιατί οι νέες μητρικές δε διαθέτουν γέφυρα northbridge;
23. Γιατί δημιουργήθηκε η ανάγκη τυποποίησης της κατασκευής μητρικών πλακετών; Ποιες είναι οι κυριότερες τυποποιήσεις;
24. Να ονομάσετε και να περιγράψετε τις υποδοχές διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών αποθήκευσης που διαθέτει μία σύγχρονη μητρική πλακέτα.
25. Να ονομάσετε και να περιγράψετε τις υποδοχές διασύνδεσης καρτών επέκτασης που διαθέτει μία σύγχρονη μητρική πλακέτα.
26. Ποιες περιφερειακές μονάδες υπάρχουν ενσωματωμένες σε μια σύγχρονη μητρική πλακέτα;

27. Να εντοπίσετε και να περιγράψετε τις υποδοχές (θύρες) επέκτασης, για εξωτερικές περιφερειακές συσκευές, που διαθέτει ο υπολογιστής του σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής.
28. Ποιες είναι οι διαφορές μεταξύ των θυρών VGA, DVI και HDMI;
29. Ποια είναι η σημερινή έκδοση του διαύλου USB; Ποια είναι η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων;
30. Γιατί στις σύγχρονες μητρικές συνυπάρχουν θύρες USB 2.0 και θύρες USB 3.0;
31. Μέχρι πόσες συσκευές μπορούμε να συνδέσουμε σε έναν ελεγκτή (host) USB;
32. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά της κύρια μνήμης;
33. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι μνήμες RAM; Ποια είναι η διαφορά τους;
34. Τι είναι τα αρθρώματα μνήμης RAM; Σε ποιο είδος αρθρώματος μνήμης ανήκει αυτό που έχει ο υπολογιστής του σχολικού εργαστηρίου πληροφορικής;
35. Τι είναι η μνήμη ROM και σε ποιες κατηγορίες διακρίνεται;
36. Τι εννοούμε με τον όρο περιφερειακή μνήμη; Ονομάστε μερικές συσκευές περιφερειακής μνήμης.
37. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά ενός σκληρού δίσκου;
38. Ποια είναι η βασική διαφορά ενός μαγνητικού σκληρού δίσκου (HDD) από ένα δίσκο στερεάς κατάστασης (SSD);
39. Ποιους τύπους διασύνδεσης περιφερειακών συσκευών αποθήκευσης με τη μητρική πλακέτα γνωρίζετε; Ποια είναι η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων του καθενός;
40. Συγκρίνετε ένα εσωτερικό με ένα εξωτερικό σκληρό δίσκο και περιγράψτε τις ομοιότητες και διαφορές τους.
41. Ποια πλεονεκτήματα και ποια μειονεκτήματα σε σχέση με άλλες μονάδες αποθήκευσης, παρουσιάζει η μνήμη flash;
42. Ποιο τύπο κουτιού υπολογιστή χρησιμοποιούμε σήμερα περισσότερο;
43. Ποια είναι η βασική λειτουργία του τροφοδοτικού; Ποια είναι η ονομαστική ισχύς του τροφοδοτικού του υπολογιστή στο σχολικό εργαστήριο πληροφορικής;
44. Ονομάστε τις κυριότερες κάρτες επέκτασης που υπάρχουν σε ένα PC;
45. Ποιο πρότυπο διασύνδεσης καρτών επέκτασης χρησιμοποιούν σήμερα οι κάρτες γραφικών;
46. Να ονομάσετε περιφερειακές συσκευές εισόδου και εξόδου δεδομένων.
47. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των εκτυπωτών;
48. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά των οθονών;
49. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ των οθονών υγρών κρυστάλλων TFT και LED;
50. Να περιγράψετε τα βήματα της σύνθεσης (συναρμολόγησης) ενός PC.

1.7 Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 1

- **Η. Λυπιτάκης**, *Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών*, Τόμος Α', Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας, ΕΑΠ, Πάτρα 2000.
- **Σπ. Παπαδάκης, Ν. Χατζηπέρης**, *Βασικές Δεξιότητες στις ΤΠΕ*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο - ΕΑΙ-ΤΥ, Αθήνα 2007.
- **Γ. Παπακωνσταντίνου, Π. Τσανάκας, Ν. Κοζύρης, Α. Μανουσόπουλος, Π. Ματζάκος**, *Τεχνολογία Υπολογιστικών Συστημάτων και Λειτουργικά Συστήματα*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 1999.
- **Κ. Πεκμεστζή, Ι. Βογιατζής, Στ. Κουνάδης, Χρ. Μελέτης, Π. Μπουγάς, Ι. Σιφναίος**, *Υλικό Υπολογιστών*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, Αθήνα 2000.
- **David Anfinson, Ken Quamme**, *IT Essentials: PC Hardware and Software Companion Guide*, Third Edition, Cisco Press, 2008.
- **Mike Riley**, *Build an Awesome PC, Easy Steps to Construct the Machine You Need*, 2014 Edition, The Pragmatic Bookshelf.
- <http://goo.gl/x2TuWH> (Θηβαίος Γιώργος, Σημειώσεις για το μάθημα Συντήρηση Υπολογιστών Β τάξης ΕΠΑ.Λ. Τομέας Πληροφορικής)
- http://www.tutorialspoint.com/computer_fundamentals/ (26/06/15, 21:13')
- https://el.wikipedia.org/wiki/Κεντρική_Μονάδα_Επεξεργασίας (02/07/15, 20:34')
- https://el.wikipedia.org/wiki/Μνήμη_τυχαίας_προσπέλασης (02/07/15, 23:17')
- https://www.ifixit.com/Wiki/Computer_Processor_Characteristics (08/07/15, 18:21')
- http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/3702/1097_01_oaed_enotita09_v01.pdf (08/07/15, 21:06')
- <http://techterms.com/definition/fsb> (13/07/15, 19:43')
 - <http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/tech/usb.php> (14/07/15, 22:50')
 - <http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/tech/ata.php> (14/07/15, 23:25')
- <http://architecture.di.uoa.gr/> (15/07/15, 16:31')
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Power_supply_unit_\(computer\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Power_supply_unit_(computer)) (16/07/15, 12:07')
- <http://www.pcsteps.gr/31967συναρμολόγηση-υπολογιστή-στήσιμο-pc/> (17/07/15, 22:42')
- <https://www.grnet.gr/el/news> (20/07/15, 10:36')
- <http://dide.ilei.sch.gr/keplinet/tech/ata.php> (23/07/15, 15:28')
 - http://www.avmentor.gr/tech/video_basics_8.htm (31/07/15, 12:25')
 - <http://www.wikihow.com/Install-a-Motherboard> (31/07/15, 14:47')

Μετάδοση Πληροφορίας

Με την ολοκλήρωση της ενότητας οι μαθητές θα μπορούν να:

- Απαριθμούν τα βασικά χαρακτηριστικά των σημάτων.
- Αναφέρουν τη βασική διαφορά μεταξύ αναλογικού και ψηφιακού σήματος.
- Περιγράφουν τα βασικά χαρακτηριστικά της διαμόρφωσης πλάτους (AM) και της διαμόρφωσης συχνότητας (FM).
- Περιγράφουν την κωδικοποίηση του ψηφιακού σήματος για τη μετάδοσή του μέσα από το φυσικό μέσο.
- Αναγνωρίζουν τις ψηφιακές διαμορφώσεις ASK, FSK, PSK.
- Περιγράφουν τη διαμόρφωση Manchester.
- Ορίζουν το ρυθμό μετάδοσης και διακρίνουν τις μονάδες bps & Bdps.
- Περιγράφουν την Παράλληλη / Σειριακή Μετάδοση.
- Περιγράφουν τη Σύγχρονη / Ασύγχρονη Μετάδοση.
- Ορίζουν την έννοια της πολυπλεξίας.
- Προσδιορίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά τόσο της πολυπλεξίας επιμερισμού συχνότητας (FDM), όσο και της πολυπλεξίας επιμερισμού χρόνου (TDM).
- Διακρίνουν τις μεθόδους μεταγωγής κυκλώματος, μηνύματος και πακέτου, τις μεθόδους μεταγωγής νοητού κυκλώματος και αυτοδύναμων πακέτων.

Γενικά:

Στην παρούσα ενότητα οι μαθητές θα διαπραγματευτούν εισαγωγικές έννοιες που σχετίζονται με τη διάκριση αναλογικών και ψηφιακών σημάτων. Στη συνέχεια θα γνωρίσουν βασικές έννοιες και τεχνικές για την κωδικοποίηση ψηφιακού σήματος. Ο ρυθμός μετάδοσης ψηφιακού σήματος και οι θεμελιώδεις τρόποι μετάδοσης ενσωματώνονται επίσης στην παρούσα ενότητα. Η ενότητα ολοκληρώνεται με τη σύντομη παρουσίαση της πολυπλεξίας και της μεταγωγής ψηφιακών δεδομένων.

Η προσέγγιση των αντιστοίχων εννοιών θα γίνει χωρίς τους αυστηρούς μαθηματικούς ορισμούς και αποδείξεις αφήνοντας όμως ανεπηρέαστη την ουσία τους.

2.1. Αναλογικά και Ψηφιακά Σήματα

Οι άνθρωποι από τα πανάρχαια χρόνια είχαν την ανάγκη να μεταδώσουν μηνύματα (πληροφορίες) από έναν τόπο σε έναν άλλο. Για να επιτύχουν τη μετάδοση μηνυμάτων, χρησιμοποίησαν πολλά μέσα όπως για παράδειγμα ανθρώπους (κήρυκες), ζώα (πχ. περιστέρια) αλλά και πιο τεχνικά μέσα από τις αρχαίες Ελληνικές φρυκτωρίες, μέχρι τα σήματα καπνού των ιθαγενών της Αμερικής. Κοινό χαρακτηριστικό σε κάθε μέσο, κάθε εποχή, ήταν η πρόκληση μεταβολών σε κάποιο φυσικό μέγεθος ώστε από αυτή τη μεταβολή, να γίνει αντιληπτό το μεταδιδόμενο μήνυμα.

2.1.1. Σήμα – Χαρακτηριστικά σήματος.

Σήμα στις μέρες μας, ονομάζουμε κάθε τι, που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να μεταδώσουμε οποιαδήποτε πληροφορία από εμάς σε έναν άλλο άνθρωπο, ζώο ή μηχανήμα αλλά και το αντίστροφο. Τα σινιάλα των τροχονόμων, τα σφυρίγματα των κυνηγών αλλά και οι φωτεινές ενδείξεις σε έναν πίνακα οργάνων αυτοκινήτου, είναι σήματα. Περισσότερο αυστηρά **σήμα (signal)** είναι οποιαδήποτε μεταβολή ενός φυσικού μεγέθους (πχ. ένταση ηλεκτρικού ρεύματος) σε συνάρτηση με μια άλλη ανεξάρτητη μεταβλητή, που συνήθως είναι ο χρόνος.

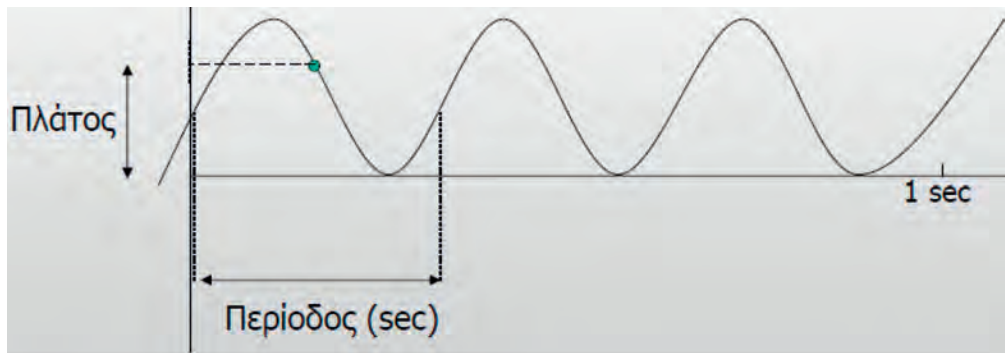
$$y=f(x) \text{ ή } y=f(t)$$

2.1.

Οι μεταβολές στο ηλεκτρικό ρεύμα που διαπερνά ένα καλώδιο ηχείου, οι μεταβολές των χρωμάτων στους φωτεινούς σηματοδότες είναι μερικά από τα πολλά καθημερινά σήματα που μας ενδιαφέρουν. [Για παράδειγμα από την έναρξη λειτουργίας ενός φωτεινού σηματοδότη - το δευτερόλεπτο 0 - έχουμε τις τιμές: Πορτοκαλί= $f(0)$, Κόκκινο= $f(10)$, Πράσινο= $f(60)$, Πορτοκαλί= $f(180)$ κοκ].

Τα σήματα που χρησιμοποιούμε στις καθημερινές μας δραστηριότητες έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά. Το πρώτο χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη περιοδικότητας ή όχι. Για παράδειγμα ένας φωτεινός σηματοδότης επαναλαμβάνει την ακολουθία φωτεινών σημάτων κάθε 3 min (180 sec). Αυτό είναι ένα τυπικό περιοδικό σήμα. Η φωτεινή εικόνα που εμφανίζεται σε μια οθόνη που μεταδίδει έναν αγώνα ποδοσφαίρου δεν έχει καμιά περιοδικότητα. Στις επικοινωνίες και τα δίκτυα υπολογιστών τα σήματα που χρησιμοποιούμε είναι σχεδόν πάντοτε περιοδικά. **Περιοδικά σήματα (periodic)** λοιπόν είναι τα σήματα, που κάθε στιγμιότυπό τους επαναλαμβάνεται μετά από ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Το πιο βασικό χαρακτηριστικό ενός περιοδικού σήματος³⁷ είναι η περίοδος. **Περίοδος (period - T)** είναι ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών όμοιων στιγμιότυπων.

³⁷Από εδώ και στο εξής θα αναφερόμαστε μόνο σε περιοδικά σήματα εκτός αν σημειώνεται διαφορετικά.



Σχ. 2.1. Βασικά χαρακτηριστικά (περιοδικού) σήματος.

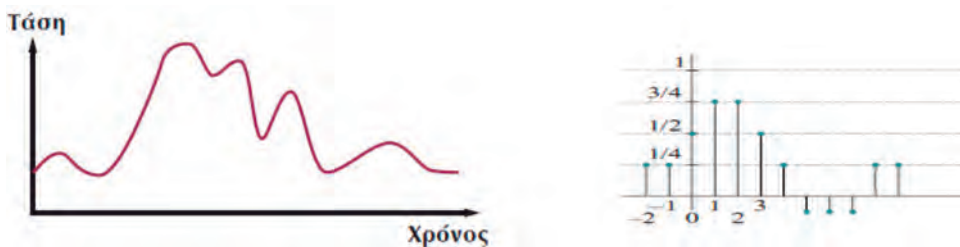
Εξίσου σημαντικό για κάθε σήμα είναι και η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής. Η τιμή που λαμβάνει η εξαρτημένη μεταβλητή ενός σήματος σε κάθε χρονική στιγμή, ονομάζεται **πλάτος** (*amplitude* - y), και φυσικά στα περιοδικά σήματα μεταβάλλεται περιοδικά. Άμεσα συνδεδεμένη με την περίοδο ενός σήματος είναι και η **συχνότητα** (*frequency* - f), που εκφράζει τον αριθμό των πλήρων μεταβολών που έγιναν, (περιοδών που ολοκληρώθηκαν) σε ένα σήμα, στη μονάδα του χρόνου (1 sec). Είναι γνωστό ότι ισχύει η σχέση:

$$f=1/T$$

2.2.

2.1.2. Σήμα Συνεχούς – Διακριτού Χρόνου.

Στην καθημερινή μας ζωή υπάρχουν σήματα που μεταβάλλονται συνεχώς και επιπλέον η παρακολούθησή τους είναι επίσης συνεχής, τα σήματα αυτά ονομάζονται σήματα συνεχούς **χρόνου** (*continuous time signals*). Το ρεύμα που εισέρχεται στα ακουστικά μας καθώς ακούμε ένα μουσικό «κομμάτι», είναι ένα παράδειγμα σήματος συνεχούς χρόνου. Επίσης στην καθημερινή μας ζωής υπάρχουν σήματα που δεν μεταβάλλονται συνεχώς ή η παρακολούθησή τους δεν είναι συνεχής, τα σήματα αυτά ονομάζονται **σήματα διακριτού χρόνου** (*discrete time signals*). Η δειγματοληψία ήχου που κάνει η κάρτα ήχου μέσω του μικροφώνου του υπολογιστή μας, είναι ένα παράδειγμα σήματος διακριτού χρόνου.



Σχ. 2.2. Σχηματικές αναπαραστάσεις σημάτων Συνεχούς – Διακριτού χρόνου

Στα σήματα διακριτού χρόνου επειδή η αναφορά γίνεται στο πλάτος που έχει το σήμα μας σε ένα συγκεκριμένο (διακεκριμένο) χρονικό σημείο, η συνάρτηση 2.1. γίνεται³⁸:

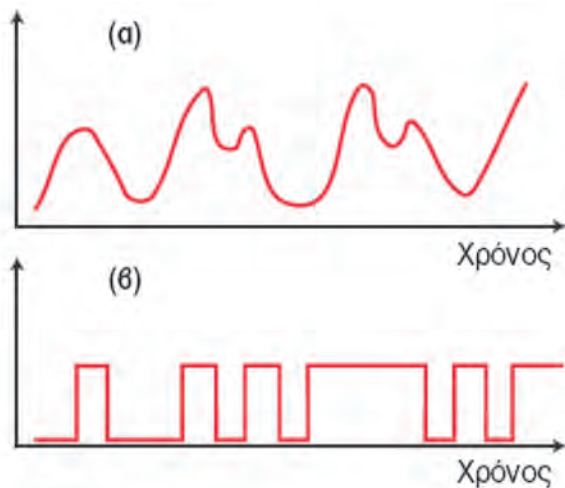
$$y=f(n) \quad [n= 1, 2, \dots] \quad 2.3.$$

με n να συμβολίζεται ο αριθμός του δείγματος.

³⁸ Με n συμβολίζεται ο αριθμός του n -στου δείγματος από την αρχή της μέτρησης.

2.1.3. Αναλογικά & Ψηφιακά Σήματα.

Στην καθημερινή μας ζωή γνωρίζουμε σήματα που μπορούν να πάρουν οποιαδήποτε τιμή σε ένα διάστημα τιμών. Η θερμοκρασία για παράδειγμα στην Ελλάδα κυμαίνεται από -20°C – 45°C και ένα μεγάλο θερμόμετρο οινόπνευματος μπορεί να δείξει πάρα πολλές ενδιάμεσες τιμές. Ως **Αναλογικά σήματα (analog signals)**, τα οποία αναπαρίστανται ως χρονικά μεταβαλλόμενες κυματομορφές, ορίζουμε τα σήματα, που το πλάτος τους σε κάθε χρονική στιγμή μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή, ανάμεσα σε δύο ακραίες τιμές.



Σχ. 2.3. Αναλογικό (α) και Ψηφιακό (β) σήμα

Επίσης στην καθημερινή μας ζωή, γνωρίζουμε σήματα που μπορούν να πάρουν μόνο διακριτές τιμές. Η διαφορά πόντων για παράδειγμα σε έναν αγώνα μπάσκετ μπορεί να είναι 0, +2, +3, +1, -1 κλπ. Ως **Ψηφιακά σήματα (digital signals)** τα οποία αναπαρίστανται, με σειρές από παλμούς, ορίζουμε τα σήματα, που το πλάτος τους σε κάθε χρονική στιγμή μπορεί να πάρει μόνο μερικές διακριτές τιμές. Στις πιο πολλές περιπτώσεις το ψηφιακό σήμα μπορεί να έχει μόνο δύο τιμές (πχ. τάσης), εκ των οποίων η μία τιμή αναπαριστά το δυαδικό 0, ενώ η άλλη, το δυαδικό 1. Από εδώ και στο εξής αναφερόμενοι σε ψηφιακά σήματα θα εννοούμε ψηφιακά δυαδικά σήματα.

2.2. Κωδικοποίηση Ψηφιακού Σήματος

Η παρουσία ή όχι φωτιάς (φрукτού) στην αρχαία Ελλάδα, η εμφάνιση ή η αποκοπή του καπνού από μία φωτιά στην Αμερικανική ήπειρο, υπήρξαν εδώ και χιλιάδες χρόνια μέσα επικοινωνίας μακρών αποστάσεων. Με αυτούς τους τρόπους αρχαίοι λαοί κωδικοποίησαν και μάλιστα ψηφιακά οπτικά σήματα. Σήμερα η ύπαρξη φωτός ή όχι σε μια οπτική ίνα, αποτελεί εξέλιξη της αρχαιοελληνικής φрукτωρίας αλλά δεν είναι ο πλέον διαδεδομένος τρόπος κωδικοποίησης. Στα περισσότερα από τα συστήματά μας χρησιμοποιούμε συνεχή³⁹ (αναλογικά σήματα) τα οποία τα διαμορφώνουμε με τέτοιο τρόπο, ώστε να αναπαριστούν συνήθως δύο συγκεκριμένες (διακριτές) καταστάσεις σε συγκεκριμένα χρονικά σημεία.

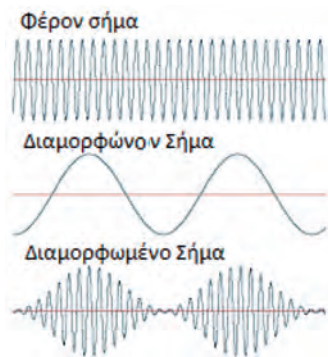
³⁹ Η χρήση συνεχών σημάτων επιβάλλεται προκειμένου να εξασφαλιστεί η σε μεγαλύτερη απόσταση μετάδοσή τους.

2.2.1. Η έννοια της διαμόρφωσης.

Η **διαμόρφωση (modulation)** στις τηλεπικοινωνίες είναι η διαδικασία συστηματικής μεταβολής ενός περιοδικού σήματος, με σκοπό την κωδικοποίηση του, ώστε να μεταφερθεί κωδικοποιημένη η πληροφορία. Το σήμα το οποίο διαμορφώνεται, ονομάζεται φέρον και το σήμα που παράγεται **διαμορφωμένο**. Με τη βοήθεια της διαμόρφωσης, η πληροφορία μεταδίδεται πιο εύκολα μέσα στο μέσο μετάδοσης (κανάλι). Όταν όμως το διαμορφωμένο σήμα φθάσει στο δέκτη, η πληροφορία πρέπει να ανακτηθεί από το διαμορφωμένο σήμα. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται **αποδιαμόρφωση (demodulation)**. Στις σύγχρονες επικοινωνίες, μέσω υπολογιστών και γενικά μέσω «έξυπνων» συσκευών, σε κάθε τέτοια συσκευή, υπάρχει όπως είναι γνωστό από το γυμνάσιο, μια μονάδα που διαμορφώνει το εξερχόμενο και αποδιαμορφώνει το εισερχόμενο σήμα. Η συσκευή είναι γνωστή ως Δια-Αποδιαμορφωτής (**MO**dulator **DE**Modulator – MODEM).

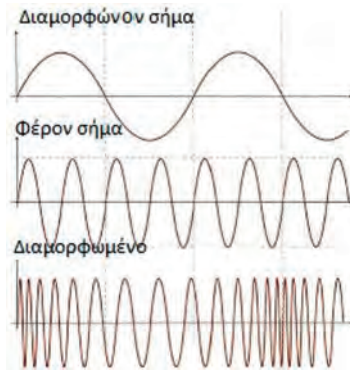
Ανεξάρτητα από τον τρόπο διαμόρφωσης, αλλά και ανεξάρτητα από το είδος της μεταδιδόμενης πληροφορίας δύο είναι οι κυριότερες κατηγορίες διαμορφώσεων. Η πρώτη αναφέρεται στη **διαμόρφωση συνεχούς φέροντος σήματος** και η δεύτερη, στη **διαμόρφωση παλμών** ή αλλιώς **παλμοκωδική διαμόρφωση**. Στις αναλογικές επικοινωνίες χρησιμοποιούνται διαμορφώσεις φέροντος σήματος και στις ψηφιακές και οι δύο (διαμόρφωση φέροντος και παλμοκωδική). Στη ραδιοφωνία και από τις απαρχές του 20ου αιώνα, ξεκίνησαν οι προσπάθειες αναλογικής διαμόρφωσης φέροντος κύματος με πιο αντιπροσωπευτικές διαμορφώσεις, τη διαμόρφωση πλάτους και τη διαμόρφωση συχνότητας που σύντομα θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

2.2.α. Διαμόρφωση Πλάτους. Κατά τη διαμόρφωση πλάτους (**Amplitude Modulation - AM**) μεταβάλλεται το πλάτος του φέροντος σήματος, ανάλογα με την πληροφορία που πρόκειται να μεταδοθεί (στη ραδιοφωνία είναι το πλάτος του ακουστικού σήματος). Το διαμορφωμένο σήμα AM που προκύπτει, έχει σταθερή συχνότητα και μεταβαλλόμενο πλάτος. Στο επόμενο σχήμα (Σχ. 2.4.) απεικονίζεται μια τέτοια διαμόρφωση. Το φέρον σήμα μεταβάλλεται ως προς το πλάτος ανάλογα με το πλάτος του σήματος που μεταφέρει την πληροφορία (διαμορφώνον σήμα) και έτσι προκύπτει το διαμορφωμένο κατά πλάτος σήμα.



Σχ. 2.4. Διαμόρφωση Πλάτους.

2.2.β. Διαμόρφωση Συχνότητας. Κατά τη **διαμόρφωση συχνότητας (Frequency Modulation - FM)** μεταβάλλεται η συχνότητα του φέροντος σήματος, ανάλογα με την πληροφορία που πρόκειται να μεταδοθεί (στη ραδιοφωνία είναι επίσης το πλάτος του ακουστικού σήματος). Το διαμορφωμένο σήμα FM που προκύπτει, έχει σταθερό πλάτος και μεταβαλλόμενη συχνότητα. Στο επόμενο σχήμα (Σχ. 2.5.) απεικονίζεται μια τέτοια διαμόρφωση. Το φέρον σήμα μεταβάλλεται ως προς τη συχνότητα ανάλογα με το πλάτος του σήματος που μεταφέρει την πληροφορία (διαμορφώνον σήμα) και έτσι προκύπτει το διαμορφωμένο κατά συχνότητα σήμα.



Σχ. 2.5. Διαμόρφωση Συχνότητας.

Οι παραπάνω διαμορφώσεις είναι οι κυριάρχες στη ραδιοφωνία αλλά δεν χρησιμοποιούνται έτσι, στις μεταδόσεις ψηφιακού σήματος (ψηφιακές μεταδόσεις). Στις ψηφιακές μεταδόσεις η διαμόρφωση του φέροντος σήματος γίνεται με σταθερό τρόπο για το 0 ή το 1 οπότε μιλάμε για **Ψηφιακή Διαμόρφωση** (Κωδικοποίηση) Αναλογικού Σήματος.

2.2.3. Ψηφιακή Διαμόρφωση (Κωδικοποίηση) Αναλογικού Σήματος.

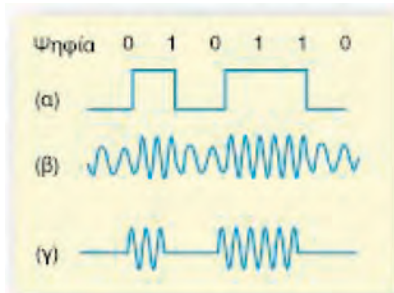
Κατά την ψηφιακή διαμόρφωση και στις περισσότερες των περιπτώσεων απαιτείται η μετάδοση δύο συμβόλων που αντιστοιχούν στα δυαδικά ψηφία 0 και 1. Ο καλλύτερος τρόπος για να μεταδοθεί το σήμα σε ένα φυσικό μέσο είναι να χρησιμοποιηθεί συνεχής, ημιτονοειδής κυματομορφή. Η κυματομορφή αυτή θα πρέπει να διαμορφωθεί με ένα προκαθορισμένο τρόπο προκειμένου να αντιστοιχηθεί το 0 και έναν διαφορετικό τρόπο προκειμένου να αντιστοιχηθεί το 1. Πολλοί τρόποι και συνδυασμοί τους έχουν χρησιμοποιηθεί για την ψηφιακή διαμόρφωση αναλογικού σήματος. Οι πιο βασικοί από αυτούς είναι η Διαμόρφωση Μεταλλαγής Πλάτους, η Διαμόρφωση Μεταλλαγής Συχνότητας και η Διαμόρφωση Μεταλλαγής Φάσης. Η ψηφιακή κωδικοποίηση του αναλογικού σήματος δεν έχει μόνο μια κατηγορία κωδικοποιήσεων και πολύ περισσότερο δεν στερείται φυσικής ή μαθηματικής. Μεγαλύτερη όμως εμβάθυνση σε αυτό το πεδίο, είναι εκτός του πλαισίου των σημειώσεων⁴⁰.

Διαμορφώσεις ASK, FSK, PSK. Η **Διαμόρφωση Μεταλλαγής Πλάτους (Amplitude Shift Keying - ASK)**, αποτελεί μια απλή μορφή ψηφιακής κωδικοποίησης. Ένα φέρον σήμα σταθερής συχνότητας, λαμβάνει ένα συγκεκριμένο πλάτος στο 0 και ένα άλλο στο 1. Καθώς το πλάτος του διαμορφωμένου αλλάζει, ο δέκτης αντιλαμβάνεται τη μεταβολή από το 0 στο 1 και αντιστρόφως. Είναι φανερό ότι στη συγκεκριμένη κωδικοποίηση αλλά και πολύ περισσότερο στις επόμενες, εξαιρετική σημασία έχει ο χρόνος που ο δέκτης αποφασίζει αν έλαβε 0 ή 1. Η σημασία λοιπόν του χρονισμού είναι μεγάλη στα ψηφιακά συστήματα επικοινωνίας. Στο επόμενο σχήμα (Σχ. 2.6.) φαίνονται δύο απλά παραδείγματα ASK διαμόρφωσης.

Η **Διαμόρφωση Μεταλλαγής Συχνότητας (Frequency Shift Keying - FSK)** είναι επίσης μια απλή μορφή ψηφιακής κωδικοποίησης. Ένα φέρον σήμα σταθερού πλάτους, λαμβάνει μία συγκεκρι-

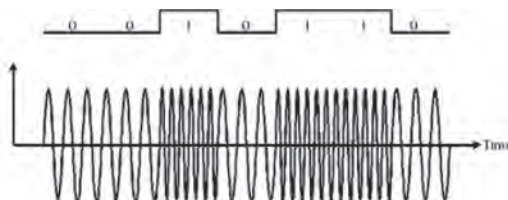
⁴⁰ Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες ψηφιακής διαμόρφωσης (κωδικοποίησης) σημάτων. Η πρώτη κατηγορία αναφέρεται ως μονοπολική δεδομένου ότι περιλαμβάνει τη στάθμη 0 και άλλη μια που μπορούν να αντιστοιχηθούν στο 0 και το 1 αντίστοιχα. (πχ. 0, 2.5 V). Η δεύτερη κατηγορία αναφέρεται ως διπολική γιατί εκτός από τη μηδενική στάθμη υπάρχουν δύο ακόμα στάθμες η μία μικρότερη και η άλλη μεγαλύτερη από το 0 (πχ. -5, 5 V).

μένη συχνότητα στο 0 και μία άλλη στο 1. Καθώς η συχνότητα του διαμορφωμένου αλλάζει, ο δέκτης αντιλαμβάνεται τη μεταβολή από το 0 στο 1 και αντιστρόφως. Στο μεθεπόμενο σχήμα (Σχ. 2.7.) φαίνεται ένα απλό παράδειγμα FSK διαμόρφωσης.

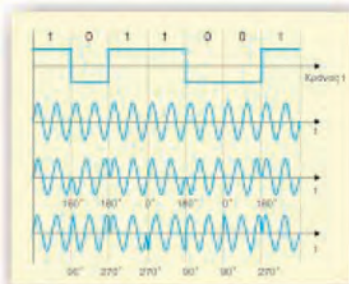


Σχ. 2.6. Απλά παραδείγματα ASK διαμόρφωσης.

Η **Διαμόρφωση Μεταλλαγής Φάσης (Phase Shift Keying - PSK)** αποτελεί την τρίτη βασική μορφή ψηφιακής διαμόρφωσης φέροντος σήματος. Ένα φέρον σήμα σταθερού πλάτους και σταθερής συχνότητας, αλλάζει φάση καθώς τα δεδομένα μεταβάλλονται από το 0 στο 1 και αντιστρόφως. Η σημασία του χρόνου που εξετάζουμε το διαμορφωμένο σήμα είναι καθοριστική. Λάθος στιγμή δειγματοληψίας είναι απολύτως σίγουρο ότι θα παραγάγει λάθος συμβολοσειρά. Στο μεθεπόμενο σχήμα (Σχ. 2.8.) φαίνεται ένα απλό παράδειγμα PSK διαμόρφωσης.



Σχ. 2.7. Παράδειγμα FSK διαμόρφωσης.



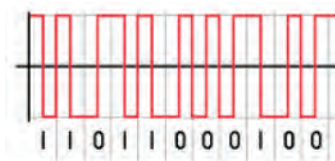
Σχ. 2.8. Διαμόρφωση PSK (σταθερής αναφοράς).

Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές διαμόρφωσης φάσης. Η μία τεχνική που ονομάζεται μέθοδος σταθερής αναφοράς, χρησιμοποιεί στο δέκτη ένα σήμα αναφοράς που βρίσκεται σε σταθερή φάση και σε σχέση με αυτό, ο δέκτης ερμηνεύει τη λήψη 0 ή 1. Η άλλη τεχνική που ονομάζεται διαφορική διαμόρφωση φάσης, με περισσότερες από μία παραλλαγές, χρησιμοποιεί τις μεταβολές της φάσης του διαμορφωμένου σήματος, προκειμένου ο δέκτης να ερμηνεύσει τη λήψη 0 ή 1.

Στα Δίκτυα Υπολογιστών τόσο στα καλωδιακά όσο και στα ασύρματα, η περισσότερο χρησιμοποιούμενη μέθοδος ψηφιακής διαμόρφωσης, είναι γνωστή ως Διαμόρφωση Manchester. Ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση αυτής της μεθόδου.

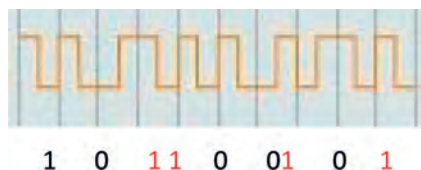
2.2.4. Διαμόρφωση (Κωδικοποίηση) Manchester. Η μέθοδος κωδικοποίησης Manchester, ανήκει στην κατηγορία των PSK κωδικοποιήσεων. Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, για τη μετάδοση ενός δυαδικού ψηφίου (0 ή 1) απαιτείται η μετάδοση μιας πλήρους (συνήθως ημιτονοειδούς) κυματομορφής. Άρα για να μεταδοθούν n Mbps απαιτούνται n κυματομορφές ή αλλιώς ημιτονοειδές σήμα συχνότητας n MHz. Υπάρχουν δύο βασικές παραλλαγές αυτής της κωδικοποίησης, η Βασική Κωδικοποίηση Manchester και η Διαφορική Κωδικοποίηση Manchester.

Στη **Βασική Κωδικοποίηση Manchester** έχουμε αλλαγή της στάθμης του σήματος στη μέση κάθε μεταδιδόμενου δυαδικού ψηφίου. Το 1 κωδικοποιείται με μετάβαση από υψηλή στάθμη σε χαμηλή, ενώ το 0 από χαμηλή σε υψηλή. Η βασική κωδικοποίηση Manchester προσφέρεται για συγχρονισμό, μια και έχουμε αλλαγή κατάστασης στο μέσο κάθε δυαδικού ψηφίου. Επίσης, μπορούμε να ανιχνεύσουμε τυχόν λάθη, σε περίπτωση που δεν εντοπιστεί αλλαγή στάθμης στο λαμβανόμενο σήμα. Στο σχήμα που ακολουθεί (Σχ. 2.9.), φαίνεται στιγμιότυπο (με τετραγωνικούς παλμούς) βασικής κωδικοποίησης Manchester για την ακολουθία των bits 1, 1, 0 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0. Όπως προκύπτει από το σχήμα το λογικό 1 ξεκινά με υψηλή στάθμη και στο μέσο της περιόδου λαμβάνει τη χαμηλή και αντιστρόφως, το λογικό 0 ξεκινά από χαμηλή στάθμη και στο μέσο της περιόδου λαμβάνει την υψηλή.



Σ.χ. 2.9. Βασική Κωδικοποίηση Manchester.

Στη **Διαφορική Κωδικοποίηση Manchester (Differential Manchester)** έχουμε επίσης αλλαγή στάθμης στο μέσο κάθε δυαδικού ψηφίου. Το λογικό 0 όμως διατηρεί την προηγούμενη στάθμη του σήματος ενώ το λογικό 1 μεταβάλλει τη στάθμη του σήματος στην αρχή κάθε δυαδικού ψηφίου⁴¹. Στο σχήμα 2.10 που ακολουθεί, φαίνεται στιγμιότυπο βασικής κωδικοποίησης Manchester για την ακολουθία των bits 1,1,0,1,1,0,0,1,0,0.



Σχ. 2.10. Διαφορική Κωδικοποίηση Manchester.

Όπως προκύπτει από το σχήμα 2.10 μετά το αρχικό 1 το λογικό 0 διατηρεί τη φάση που προέκυψε από το 1 αλλά μετά από αυτό, η φάση αλλάζει γιατί ακολουθεί λογικό 1. (Το πρώτο 1 αν δεν υπήρχε αλλαγή φάσης, έπρεπε να ξεκινήσει με υψηλή στάθμη και ξεκινά με χαμηλή, αντι-

⁴¹ Το πλεονέκτημα των διαφορικών κωδικοποιήσεων είναι η δυνατότητα τους να περάσουν από κανάλια που δε διατηρούν την πολικότητα στο μεταδιδόμενο σήμα, μια και μας ενδιαφέρει η μεταβολή στη στάθμη και όχι το επίπεδο της (χαμηλή ή υψηλή).

στοίχως το δεύτερο 1 ξεκινά με υψηλή στάθμη και στο μέσο της περιόδου λαμβάνει τη χαμηλή). Το 0 σε όλες τις περιπτώσεις διατηρεί τη φάση του προηγούμενου και στο μέσο της περιόδου αλλάζει στάθμη.

2.3. Ρυθμός Μετάδοσης Πληροφορίας

Η πληροφορία όσο και αν ακούγεται απίστευτο, είναι μετρήσιμο μέγεθος. Κάθε μήνυμα που μεταδίδεται μπορεί να έχει από καθόλου (0) μέχρι τη μέγιστη πληροφορία. Για παράδειγμα αν ισχυριστούμε ότι κάποτε σε κάποιο μέρος της Ελλάδος θα βρέξει, δεν μεταδίδουμε ουσιαστικά καμιά πληροφορία. Αν αντίθετα ισχυριστούμε ότι την τάδε ημέρα, τη συγκεκριμένη ώρα σε ένα πολύ μικρό μέρος θα βρέχει, δίνουμε μια πολύ χρήσιμη και άρα με μεγάλη αξία πληροφορία. Γενικά όταν μεταδίδουμε ένα μήνυμα m , η πληροφορία που αυτό περιέχει, είναι αντιστρόφως ανάλογη της πιθανότητας να συμβεί. Συμβολικά $I_{\text{information}} \approx 1/P_m$. Περισσότερο αυστηρά, η **πληροφορία** (I) που περιέχεται σε ένα μήνυμα m , το οποίο έχει πιθανότητα P_m να συμβεί, δίδεται από τη σχέση:

$$I = \log(1/P_m) \quad 2.4.\alpha \text{ ή}$$

$$I = -\log(P_m) \quad 2.4.\beta$$

και επειδή οι ψηφιακές επικοινωνίες είναι κυρίως δυαδικές χρησιμοποιώντας ως βάση των λογαρίθμων το 2, τότε ως μονάδα πληροφορίας λαμβάνεται το bit.

$$I = -\log_2(P_m) \quad 2.4.\gamma.$$

Για παράδειγμα αν το μήνυμα m είναι το ακόλουθο: «Τώρα είναι πριν τις 12:00'» έχει ακριβώς 50% να είναι σωστό. Άρα $P_m = 0.5 \Rightarrow \log_2(P_m) = -1 \Rightarrow -\log_2(P_m) = 1$. Από το παράδειγμα, προκύπτει ότι η πληροφορία που υπάρχει σε ένα μήνυμα που έχει ακριβώς 50% πιθανότητες να συμβεί, είναι 1 bit. Αντιστοίχως εάν οι πιθανότητες είναι 25%, τότε η πληροφορία είναι 2 bits, 12,25% 4 bits κ.ο.κ.

Η Θεωρία της Πληροφορίας επικεντρώνεται στη μελέτη της Πληροφορίας που περιέχεται σε ένα μήνυμα. Στα δίκτυα των Υπολογιστών, από τεχνική άποψη, επικεντρωνόμαστε στη σωστή μετάδοση των δυαδικών ψηφίων αδιαφορώντας για το περιεχόμενο του μεταδιδόμενου μηνύματος. Από τα παραπάνω και φυσικά από την καθημερινή ενασχόλησή μας με το Διαδίκτυο, γίνεται φανερό η πολύ μεγάλη σημασία που έχει η «ικανότητα» ενός δικτύου προς μετάδοση δυαδικών ψηφίων. Με αυτή την «ικανότητα» θα ασχοληθούμε στις επόμενες υποπαραγράφους.

2.3.1. Ρυθμός μετάδοσης δυαδικών ψηφίων.

Σε κάθε τηλεπικοινωνιακό σύστημα άρα και σε κάθε δίκτυο, υπάρχει ένας μέγιστος αριθμός δυαδικών ψηφίων που μπορούν να μεταδοθούν, με ένα επιτρεπτό σφάλμα, στη μονάδα του χρόνου. Με άλλα λόγια, ως **ρυθμός μετάδοσης δυαδικών ψηφίων (bit rate)** ορίζεται ο αριθμός των δυαδικών ψηφίων που διέρχονται, με επιτρεπτό ποσοστό σφάλματος, από το κανάλι στη μονάδα του χρόνου (sec). Άρα: bit rate = bits/sec (bits per second -bps). Ο ρυθμός αυτός ξεκίνησε από τα 300 bits/sec και σήμερα με το δίκτυο VDSL του Ο.Τ.Ε. αγγίζει τα 25 Mbps⁴² σχεδόν σε κάθε σπίτι! Οι ταχύτητες αυτές είναι ακόμη μεγαλύτερες στα τοπικά καλωδιακά δίκτυα όπως το δίκτυο του σχολείου, όπου οι τυπικές ταχύτητες είναι 100 Mbps.

2.3.2 Ρυθμός μετάδοσης συμβόλων.

Κάθε μέσο μετάδοσης (τηλεπικοινωνιακό κανάλι) έχει ορισμένα φυσικά χαρακτηριστικά που του επιτρέπουν να μεταδίδει από τον πομπό στο δέκτη ορισμένες μεταβολές ενός φυσικού με-

⁴² 25 Mbps = $25 * 2^{20}$ bits / sec

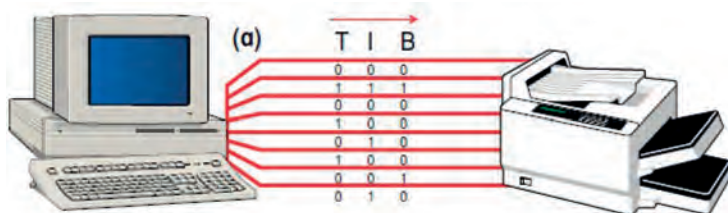
γέθους⁴³. Οι μεταβολές αυτές μπορεί να αφορούν μεταβολές πλάτους, συχνότητας, φάσης και γενικά μεταβολές κάθε φυσικού μεγέθους που σχετίζεται με το σήμα που μεταδίδεται. Ο ρυθμός μεταβολών (κάποιου φυσικού μεγέθους –χαρακτηριστικού-) που επιτρέπει να μεταδοθεί ένα κανάλι στη μονάδα του χρόνου, ονομάζεται ρυθμός σηματοδοσίας ή **ρυθμός διαμορφωμένου σήματος (baud rate Bdps)**. Αν τα διαφορετικά σήματα που μπορούν να μεταδοθούν από ένα κανάλι είναι δύο (πχ. 2 διαφορετικές συχνότητες), τότε η μία μπορεί να αντιστοιχηθεί στο 0 και η άλλη στο 1. Σε αυτή την περίπτωση το bit rate ταυτίζεται με το baud rate. Αν οι επιτρεπτές όμως συχνότητες είναι τέσσερις, τότε μπορεί να αντιστοιχηθούν στις συμβολοσειρές 00, 01, 10, 11 των 2 bits, οπότε $\text{bit rate} = \text{baud rate} \times 2$. Αντιστοίχως 8 διαφορετικά σήματα αντιστοιχούν σε 3 bits, 16 σε 4 bits κ.ο.κ.

2.4. Θεμελιώδεις Τρόποι Μετάδοσης Ψηφιακού Σήματος

Από την πρώτη μας κιάλας επαφή με τους Η/Υ διαπιστώσαμε ότι για την επικοινωνία ενός Η/Υ με έναν εκτυπωτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή ένα καλώδιο πολλών ακροδεκτών (παράλληλο) ή ένα καλώδιο USB (σειριακό). Πλήθος συσκευών στον προσωπικό μας υπολογιστή, όπως οι παλαιότεροι σκληροί δίσκοι (PATA) ή οι σημερινοί (SATA) αντιστοιχούν στους δύο αυτούς βασικούς τρόπους μετάδοσης. Οι έννοιες αυτές είναι γνωστές από το Γυμνάσιο αλλά θα τις επαναλάβουμε με συντομία. Εκτός όμως από τις θεμελιώδεις αυτές έννοιες θα γνωρίσουμε δύο ακόμη έννοιες που έχουν μεγάλη σημασία στην επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών. Τις έννοιες της σύγχρονης και της ασύγχρονης μετάδοσης

2.4.1. Παράλληλη / Σειριακή Μετάδοση.

Όπως ήδη από το Γυμνάσιο είναι γνωστό κατά την **παράλληλη μετάδοση δεδομένων (parallel data transmission)**, όλα τα ψηφία (bits) μιας ψηφιολέξης (byte) μεταδίδονται ταυτόχρονα μέσω ισάριθμων διαφορετικών γραμμών. Η μέθοδος αυτή είναι εξαιρετικά εύχρηστη για μικρές αποστάσεις αλλά η απαίτηση για μεγάλο πλήθος καναλιών δεν βοηθά για μετάδοση σε μεγαλύτερες αποστάσεις.



Σχ. 2.11. Παράλληλη μετάδοση δεδομένων

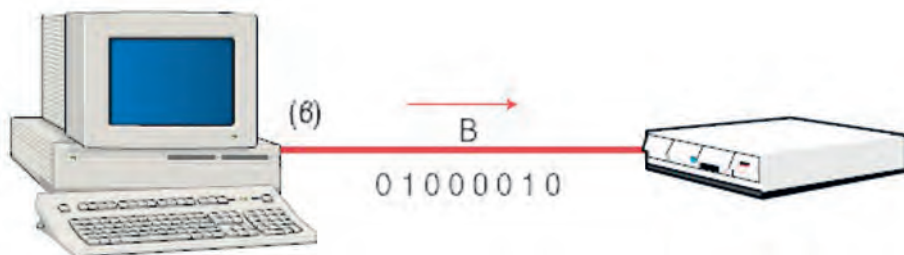
Η **σειριακή μετάδοση δεδομένων (serial data transmission)**, δεν απαιτεί διαφορετικό κανάλι για κάθε χαρακτήρα και τα ψηφία κάθε ψηφιολέξης, μεταδίδονται ακολουθιακά το ένα πίσω από το άλλο από τη «ίδια» γραμμή. Με τα νέα πρωτόκολλα επικοινωνίας η σειριακή μετάδοση έχει επιτρέψει τη γρήγορη επικοινωνία μεταξύ απομακρυσμένων υπολογιστών και κάθε είδους περιφερειακής συσκευής.

Καθώς οι ταχύτητες μετάδοσης αυξάνονται, οι απαιτήσεις για πολυπλεξία⁴⁴ αυξάνονται επίσης, και έτσι η σημασία του συγχρονισμού μεταξύ πομπού και δέκτη γίνεται εξαιρετικά σημαντική.

⁴³ Εξωτερικοί παράγοντες, όπως ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, θερμοκρασία μέσου κα. επηρεάζουν αυτή την ικανότητα.

⁴⁴ Στην πολυπλεξία θα αναφερθούμε στην επόμενη υποενότητα.

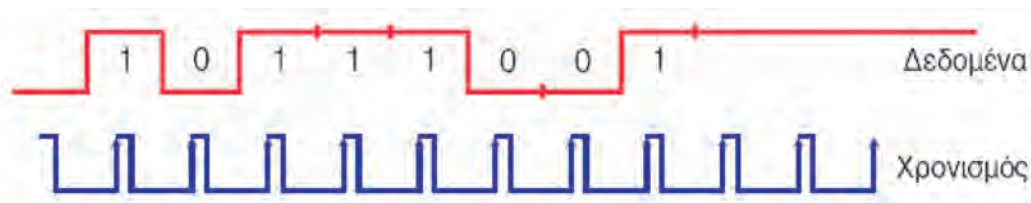
Αρκεί να παρατηρήσει κανείς το σχήμα 2.9 για να αντιληφθεί ότι στην περίπτωση που ο δέκτης δεν συγχρονιστεί και ελέγχει το σήμα με καθυστέρηση $1/T$ τότε η ακολουθία των bits που αυτός θα λαμβάνει, θα είναι διαφορετική (0, 0, 1, 0 κοκ). Για τον παραπάνω λόγο, είναι απολύτως απαραίτητο να υπάρξει απόλυτος χρονισμός μεταξύ πομπού και δέκτη. Σε αυτή τη λογική, έχουν αναπτυχθεί δύο βασικές κατηγορίες μεταδόσεων η σύγχρονη ή συγχρονισμένη και η ασύγχρονη ή ασυγχρόνιστη με τις οποίες θα ασχοληθούμε στην συνέχεια.



Σχ. 2.12. Σειριακή Μετάδοση Δεδομένη (απλοποιημένο σχήμα)

2.4.2. Σύγχρονη / Ασύγχρονη Μετάδοση.

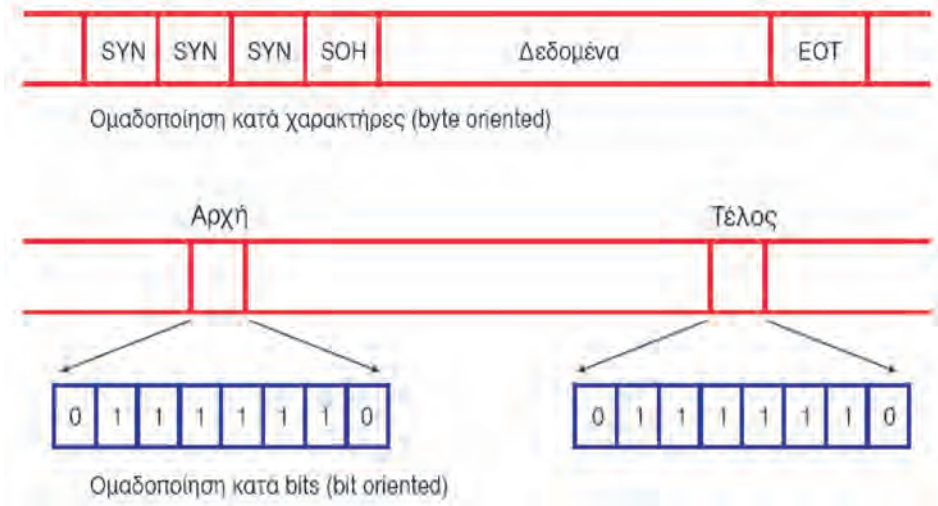
Η περισσότερο απλή μέθοδος συγχρονισμού μεταξύ πομπού και δέκτη είναι η χρήση ενός κοινού συστήματος χρονισμού. Οι περισσότερες για παράδειγμα μονάδες σε ένα υπολογιστικό σύστημα, χρησιμοποιούν έναν ή περισσότερους διαύλους χρονισμού που με τη σειρά τους χρονίζονται από το κεντρικό «ρολόι» του Η/Υ. (Σχ. 2.13.α).



Σχ. 2.13.α Αναπαράσταση σύγχρονης μετάδοσης δεδομένων με χρήση γραμμής χρονισμού.

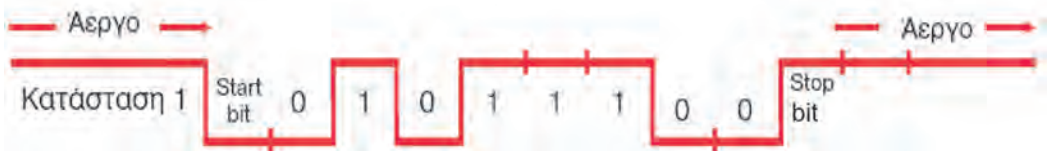
Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν υπάρχει καλωδιακή σύνδεση μεταξύ των συστημάτων αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν τα συστήματα βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος στη **σύγχρονη μετάδοση δεδομένων (synchronous data transmission)** μαζί με τα δεδομένα μεταδίδεται και το σήμα χρονισμού. Έτσι υποδεικνύεται στη συσκευή λήψης η στιγμή που πρέπει να ελέγξει το σήμα ώστε να λάβει σωστά 0 ή 1. Στη σύγχρονη μετάδοση τα δεδομένα δεν αποστέλλονται σαν ψηφιολέξεις αλλά κατά ομάδες (μπλοκ) ψηφιολέξεων ή ψηφίων. Η αναγνώριση της αρχής και του τέλους μια ομάδας γίνεται με τη χρήση στην αρχή και στο τέλος, ειδικών χαρακτήρων χρονισμού, (πλαισίωση). Στο σχήμα 2.13.β φαίνεται η χρήση των χαρακτήρων SYN και EOT για τη δήλωση της έναρξης και της λήξης ενός μπλοκ χαρακτήρων και αντίστοιχα της ακολουθίας bits 0111110 για τη δήλωση της έναρξης και της λήξης ενός μπλοκ δυαδικών ψηφίων.

⁴⁵ Οι όροι: Ψηφιολέξη, χαρακτήρας και byte θα χρησιμοποιούνται χωρίς διάκριση.



Σχ. 2.13. (β) Αναπαράσταση σύγχρονης μετάδοσης δεδομένων με χρήση χαρακτήρων χρονισμού.

Στην **ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων (asynchronous data transmission)** επιτυγχάνεται συγχρονισμός σε κάθε μεταδιδόμενη ψηφιολέξη. Στη συσκευή εκπομπής, ένας – ένας οι χαρακτήρες πλαισιώνονται από bits χρονισμού που βοηθούν τη συσκευή λήψης να συγχρονιστεί με τον πομπό. Όταν δεν υπάρχει μετάδοση δεδομένων λέμε ότι βρισκόμαστε σε άεργο χρόνο (idle time) και το κανάλι βρίσκεται σε λογική κατάσταση 1. Τη στιγμή της εκπομπής, ο πομπός για να ειδοποιήσει το δέκτη ότι ακολουθεί η εκπομπή ενός χαρακτήρα, θέτει το κανάλι σε κατάσταση λογικού 0. (Λέμε ότι έχουμε εκπομπή bit έναρξης, start bit). Ακολούθως γίνεται η αποστολή του χαρακτήρα και επανέρχεται το κανάλι σε κατάσταση 0 για χρόνο 1, 1 ½ (Λέμε ότι έχουμε bit τερματισμού, stop bit). Η μέθοδος αυτή, που σχηματικά απεικονίζεται στο σχήμα 2.14 είναι εξαιρετικά απλή. Το μικρό μέγεθος της ψηφιολέξης (8 bits) εξασφαλίζει ότι δεν υπάρχει ενδιάμεσα αποσυγχρονισμός και ταυτόχρονα δεν επιβάλλονται ιδιαίτερες απαιτήσεις για εξοπλισμό.



Σχ. 2.14. Αναπαράσταση ασύγχρονης μετάδοσης δεδομένων.

2.5. Πολυπλεξία

2.5.1. Η έννοια της πολυπλεξίας.

Την έννοια της πολυπλεξίας την αντιλαμβανόμαστε σε πολλές από τις καθημερινές δραστηριότητές μας. Σε κάθε σχεδόν σπίτι μπορούμε να «κατεβάζουμε» μια video-ταινία μέσω υπολογιστή, ενώ ταυτόχρονα επισκεπτόμαστε διάφορες ιστοσελίδες με ένα ή περισσότερα κινητά να επικοινωνούν με χρήση υπηρεσιών επικοινωνίας μέσω Διαδικτύου (Voice over IP). Σε «μία» δηλαδή τηλεφωνική γραμμή, περισσότερες από μία υπηρεσίες παρέχονται «ταυτόχρονα» σε έναν ή περισσότερους χρήστες. Δίνοντας έναν γενικό ορισμό: **Πολυπλεξία (multiplexing)** είναι η τεχνική, που επιτρέπει δεδομένα από πολλές πηγές να μεταδίδονται «ταυτόχρονα» μέσα από την «ίδια» γραμμή επικοινωνίας. Έτσι γίνεται καλύτερη αξιοποίηση των τηλεπικοινωνιακών γραμμών υψηλής χωρητικότητας. Οι πιο σημαντικές τεχνικές πολυπλεξίας είναι η πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας και η πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου. Στις δύο αυτές τεχνικές θα αναφερθούμε συνοπτικά παρακάτω⁴⁶.

2.5.2. Πολυπλεξία Διαίρεσης (Επιμερισμού) Συχνότητας.

Η **πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Frequency Division Multiplexing - FDM)** είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται κυρίως για τη μετάδοση αναλογικών σημάτων. Το εύρος ζώνης⁴⁷ του τηλεπικοινωνιακού καναλιού διαιρείται σε ζώνες συχνοτήτων που ονομάζονται κανάλια. Η μετάδοση των σημάτων γίνεται ταυτόχρονα σε όλα κανάλια που έχουν οριστεί. Παράδειγμα πολυπλεξίας FDM είναι η πολυπλεξία στη ραδιοφωνική ζώνη. Στη ζώνη των FM (περίπου 80 – 110 MHz) κάθε ραδιοφωνικός σταθμός λαμβάνει μια ζώνη μέσα στην οποία μπορεί να μεταβάλλει το σήμα του.

2.5.3. Πολυπλεξία Διαίρεσης (Επιμερισμού) Χρόνου.

Η **πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (Time Division Multiplexing - TDM)** είναι κυρίως μια τεχνική ψηφιακής μετάδοσης σημάτων και χρησιμοποιείται ευρέως στην επικοινωνία ηλεκτρολογικών υπολογιστών. Ο χρόνος διαιρείται σε χρονοθυρίδες (timeslots) και η μεταφορά των σημάτων γίνεται με μια λογική σειρά από τον έναν υπολογιστή στον άλλο. Παράδειγμα πολυπλεξίας TDM είναι το δίκτυο του σχολικού εργαστηρίου όπου για ένα μικρό χρονικό διάστημα εκπέμπει ένας υπολογιστής ένα μήνυμα σε όλους και την ίδια στιγμή κανένας άλλος δεν μπορεί να το κάνει.

⁴⁶ Μια ιδιαίτερη μορφή πολυπλεξίας με ευρεία χρήση στα δίκτυα Η/Υ, είναι η λεγόμενη στατιστική πολυπλεξία. Με απλούς συλλογισμούς προκύπτει ότι, όταν σε ένα δίκτυο υπολογιστών χρησιμοποιείται πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου με σταθερές χρονοθυρίδες, (είτε ένας υπολογιστής θέλει να εκπέμψει είτε όχι, έχει στη διάθεσή του για συγκεκριμένο χρόνο το κανάλι), η επικοινωνία των Η/Υ δεν γίνεται αποδοτικά αφού μεσολαβεί χρόνος που παραχωρείται σε Η/Υ που δεν θέλει να εκπέμψει. Στη στατιστική πολυπλεξία γενικά ο χρόνος μετάδοσης δεν διαιρείται σε ίσες χρονοθυρίδες αλλά μοιράζεται σε χρονοθυρίδες διαφορετικού μεγέθους, ανάλογα με τρέχουσες ανάγκες επικοινωνίας των υπολογιστών στο δίκτυο. Με άλλα λόγια Η/Υ που δεν επιθυμεί να εκπέμψει κράτα ελάχιστο κλάσμα του χρόνου, ενώ Η/Υ που επιθυμεί να εκπέμψει πολύ μεγαλύτερο.

⁴⁷ Ένας εμπειρικός ορισμός του **εύρους ζώνης (band width)** τηλεπικοινωνιακού **καναλιού**, είναι η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης συχνότητας που μπορούν να διέλθουν από το κανάλι με την επιθυμητή παραμόρφωση $bw = f_{\max} - f_{\min}$.

2.6. Μεταγωγή

Η μεταφορά δεδομένων από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο δεν είναι μια απλή διαδικασία, ούτε μια διαδικασία που μπορεί να γίνει με έναν μόνο τρόπο. Πλήθος συσκευών και πρωτοκόλλων χρησιμοποιούνται για να μεταφερθεί ένας μεγάλος όγκος δεδομένων από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο, ιδιαίτερα όταν αυτοί βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση. Γενικά η μεταφορά δεδομένων από ένα υπολογιστικό σύστημα σε ένα άλλο ονομάζεται **μεταγωγή (switching)**. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε σύντομα τις βασικές τεχνικές μεταγωγής που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα Η/Υ.

2.6.1. Μεταγωγή Κυκλώματος.

Η μεταγωγή κυκλώματος αποτελεί την πρώτη και πιο απλή μέθοδο μεταγωγής. Κατά τη **μεταγωγή κυκλώματος (circuit switching)** γίνεται (αποκαθίσταται) μια φυσική σύνδεση μεταξύ των υπολογιστών που επικοινωνούν και η οποία διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας. Παράδειγμα αυτής της μεταγωγής είναι η επικοινωνία μεταξύ δύο Η/Υ οι οποίοι χρησιμοποιούν MODEM σε ακουστικές συχνότητες κάνοντας χρήση του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου μεταγωγής (PSTN). Βελτιωμένη εκδοχή αυτής της μεταγωγής αποτελεί η μεταγωγή κυκλώματος πολλαπλών ρυθμών δεδομένων (multi rate circuit switching), που αξιοποιεί το δίκτυο ISDN.

2.6.2. Μεταγωγή Μηνύματος.

Στη **μεταγωγή μηνύματος (messages switching)** τα δεδομένα αποστέλλονται με τη μορφή ολοκληρωμένου μηνύματος που μεταδίδεται σχεδόν όπως στάλθηκε από τον αρχικό κόμβο, ανεξάρτητα από το μέγεθός του. Το δίκτυο προωθεί το μήνυμα από κόμβο σε κόμβο μέχρι να φτάσει στον προορισμό του. Μακροσκοπικό παράδειγμα είναι τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που μέχρι ένα ορισμένο μέγεθος μεταδίδονται ολόκληρα από τον αποστολέα στον παραλήπτη περνώντας διαδοχικά από εξυπηρετητές ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Η τεχνική αυτή έχει προφανή πλεονεκτήματα αλλά σε μεγάλα μηνύματα δεν μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικά. Για το λόγο αυτό, έχει αντικατασταθεί από τη μέθοδο μεταγωγής πακέτου.

2.6.3. Μεταγωγή Πακέτου.

Η τεχνική προώθησης πληροφορίας που έδωσε μεγάλη ώθηση στην ανάπτυξη των δικτύων (κυρίως ευρείας περιοχής) ήταν η **τεχνική της μεταγωγής πακέτων (packet switching)**. Σύμφωνα με αυτή την τεχνική, τα μηνύματα χωρίζονται σε πακέτα (σταθερού ή μεταβλητού μεγέθους). Τα πακέτα προωθούνται ξεχωριστά μέσω των λεγομένων κόμβων μεταγωγής πακέτων (packet switching nodes) ή όπως αυστηρότερα λέγεται μέσω του «επικοινωνιακού υποδικτύου». Οι περισσότερες τεχνολογίες δικτύων ευρείας περιοχής έχουν αναπτυχθεί πάνω σε αυτή την τεχνική. Δύο επιμέρους τεχνικές μεταγωγής πακέτων έχουν αναπτυχθεί. Η μεταγωγή νοητού κυκλώματος και η μεταγωγή αυτοδύναμου πακέτου. Στη συνέχεια θα αναφερθούμε συνοπτικά και στις δύο.

2.6.3.α. Μεταγωγή Νοητού Κυκλώματος. Σύμφωνα με την **τεχνική νοητού κυκλώματος (virtual circuit)** ή τεχνική μεταγωγίμου νοητού κυκλώματος (switching virtual circuit) αποκαθίσταται μια λογική διαδρομή από τον υπολογιστή αποστολέα μέχρι τον υπολογιστή παραλήπτη, μέσω των ενδιάμεσων κόμβων μεταγωγής. Η επιλογή της διαδρομής γίνεται με την έναρξη της σύνδεσης (εγκατάσταση) και παραμένει η ίδια σε όλη τη διάρκειά της. Η λογική σύνδεση παύει μόλις ολοκληρωθεί η μεταφορά. Η τεχνική αυτή έχει προφανείς αναλογίες με το επιλεγόμενο τηλεφωνικό δίκτυο. Τα δίκτυα αυτής της τεχνικής παρέχουν μια αξιόπιστη σύνδεση από άκρο σε άκρο.

2.6.3.β. Μεταγωγή Αυτοδύναμου Πακέτου. Σύμφωνα με την *τεχνική αυτοδύναμου πακέτου (Datagram)* δεν υπάρχουν προκαθορισμένες διαδρομές για τα πακέτα. Κάθε πακέτο δρομολογείται ανεξάρτητα από τα άλλα. Διαδοχικά πακέτα μπορούν να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές και η παράδοσή τους στον προορισμό δεν είναι εγγυημένη! Τα δίκτυα αυτοδύναμου πακέτου παρέχουν υπηρεσία χωρίς σύνδεση, όπου ο αποστολέας στέλνει τα πακέτα σε μια καθορισμένη διεύθυνση χωρίς να επεμβαίνει στη δρομολόγησή τους. Η ορθότητα της πληροφορίας που μεταδόθηκε ελέγχεται από τους ακραίους υπολογιστές, με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού.

2.7. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 2

Σήμα ονομάζουμε κάθε τι, που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε προκειμένου να μεταδώσουμε οποιαδήποτε πληροφορία από έναν πομπό σε έναν αποδέκτη. Αυστηρότερα σήμα είναι οποιαδήποτε μεταβολή ενός φυσικού μεγέθους σε συνάρτηση με μια ανεξάρτητη μεταβλητή, που συνήθως είναι ο χρόνος. Τα σήματα που χρησιμοποιούμε στις καθημερινές μας δραστηριότητες έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά. Η περιοδικότητα, όταν κάθε στιγμιότυπό τους επαναλαμβάνεται μετά από ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα. Η περίοδος, δηλαδή ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ δύο διαδοχικών όμοιων στιγμιότυπων. Το πλάτος, δηλαδή η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής κάθε στιγμή και η συχνότητα που εκφράζει τον αριθμό των πλήρων μεταβολών που έγιναν στη μονάδα του χρόνου. Υπάρχουν σήματα που μεταβάλλονται συνεχώς και επιπλέον η παρακολούθησή τους είναι επίσης συνεχής, τα οποία ονομάζονται σήματα συνεχούς χρόνου. Υπάρχουν επίσης σήματα που δεν μεταβάλλονται συνεχώς ή η παρακολούθησή τους δεν είναι συνεχής, τα οποία ονομάζονται σήματα διακριτού χρόνου. Αναλογικά σήματα, είναι τα σήματα που το πλάτος τους σε κάθε χρονική στιγμή μπορεί να πάρει οποιαδήποτε τιμή, ανάμεσα σε δύο ακραίες τιμές. Ψηφιακά είναι τα σήματα, που το πλάτος τους σε κάθε χρονική στιγμή, μπορεί να πάρει μόνο μερικές διακριτές τιμές.

Διαμόρφωση στις τηλεπικοινωνίες είναι η διαδικασία συστηματικής μεταβολής ενός περιοδικού σήματος, με σκοπό την κωδικοποίηση του, ώστε να μεταφερθεί κωδικοποιημένη η πληροφορία. Όταν το διαμορφωμένο σήμα φθάσει στο δέκτη, η πληροφορία πρέπει να ανακτηθεί από το διαμορφωμένο σήμα μέσω της αποδιαμόρφωσης. Δύο είναι οι κυριότερες κατηγορίες διαμορφώσεων. Η πρώτη αναφέρεται στη διαμόρφωση συνεχούς φέροντος σήματος και η δεύτερη, στη διαμόρφωση παλμών. Στη διαμόρφωση πλάτους μεταβάλλεται το πλάτος του φέροντος σήματος ανάλογα με την πληροφορία που πρόκειται να μεταδοθεί. Στη διαμόρφωση συχνότητας μεταβάλλεται η συχνότητα του φέροντος σήματος, ανάλογα με την πληροφορία που πρόκειται να μεταδοθεί. Πολλοί τρόποι και συνδυασμοί τους έχουν χρησιμοποιηθεί για την ψηφιακή (0 ή 1) διαμόρφωση αναλογικού σήματος. Οι πιο βασικοί είναι η διαμόρφωση μεταλλαγής πλάτους (ένα πλάτος για το 0 και ένα για το 1), η διαμόρφωση μεταλλαγής συχνότητας (μία συχνότητα για το 0 και μία για το 1) και η διαμόρφωση μεταλλαγής φάσης (μία φάση για το 0 και μία για το 1). Η μέθοδος κωδικοποίησης Manchester βασική (μέθοδος διαμόρφωσης παλμών), κωδικοποιεί το 1 με μετάβαση από υψηλή στάθμη σε χαμηλή, ενώ το 0 από χαμηλή σε υψηλή. Στη διαφορετική κωδικοποίηση Manchester το λογικό 0 διατηρεί την προηγούμενη στάθμη του σήματος ενώ το λογικό 1 μεταβάλλει τη στάθμη του σήματος στην αρχή κάθε δυαδικού ψηφίου.

Η πληροφορία (I) που περιέχεται σε ένα μήνυμα m το οποίο έχει πιθανότητα P_m να συμβεί, δίδεται από τη σχέση: $I = -\log_2(P_m)$ με μονάδα το bit. Ρυθμός μετάδοσης δυαδικών ψηφίων είναι ο αριθμός των δυαδικών ψηφίων που διέρχονται, με επιτρεπτό ποσοστό σφάλματος, από το

κανάλι στη μονάδα του χρόνου. Ο ρυθμός μεταβολών που επιτρέπει να μεταδοθεί ένα κανάλι στη μονάδα του χρόνου, ονομάζεται ρυθμός σηματοδότησης ή ρυθμός διαμορφωμένου σήματος. Κατά την παράλληλη μετάδοση δεδομένων όλα τα ψηφία μιας ψηφιολέξης μεταδίδονται ταυτόχρονα μέσω ισάριθμων διαφορετικών γραμμών. Κατά τη σειριακή μετάδοση δεδομένων τα ψηφία κάθε ψηφιολέξης, μεταδίδονται ακολουθιακά το ένα πίσω από το άλλο από τη «ίδια» γραμμή. Για την απόλυτη ανάγκη συγχρονισμού πομπού και δέκτη έχουν αναπτυχθεί δύο βασικές κατηγορίες μεταδόσεων, η σύγχρονη ή συγχρονισμένη και η ασύγχρονη ή ασυγχρόνιστη. Στη σύγχρονη μετάδοση δεδομένων μαζί με τα δεδομένα μεταδίδεται και το σήμα χρονισμού. Στην ασύγχρονη μετάδοση επιτυγχάνεται συγχρονισμός σε κάθε μεταδιδόμενη ψηφιολέξη.

Πολυπλεξία είναι η τεχνική, που επιτρέπει δεδομένα από πολλές πηγές να μεταδίδονται “ταυτόχρονα” μέσα από την “ίδια” γραμμή επικοινωνίας. Έτσι γίνεται καλύτερη αξιοποίηση των τηλεπικοινωνιακών γραμμών υψηλής χωρητικότητας. Στην πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας το εύρος ζώνης του τηλεπικοινωνιακού καναλιού διαιρείται σε ζώνες συχνοτήτων που ονομάζονται κανάλια. Η μετάδοση των σημάτων γίνεται ταυτόχρονα σε όλα κανάλια που έχουν οριστεί. Στην πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου ο χρόνος διαιρείται σε χρονοθυρίδες και η μεταφορά των σημάτων γίνεται με μια λογική σειρά από τον έναν υπολογιστή στον άλλο.

Η μεταφορά δεδομένων από ένα υπολογιστικό σύστημα σε ένα άλλο ονομάζεται μεταγωγή. Οι κυριότερες περιπτώσεις μεταγωγής είναι: α) Η μεταγωγή κυκλώματος όπου γίνεται μια φυσική σύνδεση μεταξύ των υπολογιστών που επικοινωνούν και η οποία διατηρείται σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας. β) Η μεταγωγή μηνύματος όπου τα δεδομένα αποστέλλονται με τη μορφή ολοκληρωμένου μηνύματος που μεταδίδεται σχεδόν ανεξάρτητα από το μέγεθός του και γ) η τεχνική της μεταγωγής πακέτων σύμφωνα με την οποία, τα μηνύματα χωρίζονται σε πακέτα (σταθερού ή μεταβλητού μεγέθους). Τα πακέτα προωθούνται ξεχωριστά μέσω των λεγομένων κόμβων μεταγωγής πακέτων. Δύο επιμέρους τεχνικές μεταγωγής πακέτων έχουν αναπτυχθεί. Η μεταγωγή νοητού κυκλώματος και η μεταγωγή αυτοδύναμου πακέτου. Στην τεχνική νοητού κυκλώματος αποκαθίσταται μια λογική διαδρομή από τον υπολογιστή αποστολέα μέχρι τον υπολογιστή παραλήπτη, μέσω των ενδιάμεσων κόμβων μεταγωγής. Στην τεχνική αυτοδύναμου πακέτου δεν υπάρχουν προκαθορισμένες διαδρομές για τα πακέτα. Κάθε πακέτο δρομολογείται ανεξάρτητα από τα άλλα. Διαδοχικά πακέτα μπορούν να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές και η παράδοσή τους στον προορισμό δεν είναι εγγυημένη.

2.8. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 2

1. Να αναγνωρίσετε τέσσερα τουλάχιστον σήματα που μπορούμε να αντιληφθούμε με τις αισθήσεις μας ακόμη και αν προκύπτουν κίνδυνοι για την υγεία μας.
2. Να απαριθμήσετε τα βασικά χαρακτηριστικά των σημάτων.
3. Να εξηγήσετε τη βασική διαφορά μεταξύ αναλογικού και ψηφιακού σήματος.
4. Να εντοπίσετε δύο τουλάχιστον αναλογικά και δύο τουλάχιστον ψηφιακά σήματα από την καθημερινή μας ζωή.
5. Να περιγράψετε τα βασικά χαρακτηριστικά της διαμόρφωσης πλάτους και της διαμόρφωσης συχνότητας.
6. Να αναφέρετε τρόπους που κωδικοποιείται το ψηφιακό σήμα για να μεταδοθεί μέσα από το φυσικό μέσο.
7. Να περιγράψετε συνοπτικά τις ψηφιακές διαμορφώσεις ASK, FSK, PSK
8. Να περιγράψετε τη διαμόρφωση Manchester και στις δύο κορφές της (βασική και διαφορική).
9. Να δώσετε τους ορισμούς: Ρυθμός μετάδοσης, bit rate, baud rate.
10. Να περιγράψετε σύντομα και σε αντιπαραβολή την Παράλληλη / Σειριακή Μετάδοση.
11. Να περιγράψετε σύντομα και σε αντιπαραβολή τη Σύγχρονη / Ασύγχρονη Μετάδοση.
12. Να δώσετε τον ορισμό της πολυπλεξίας.
13. Να περιγράψετε συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά της πολυπλεξίας επιμερισμού συχνότητας και της πολυπλεξίας επιμερισμού χρόνου.
14. Να περιγράψετε σε αντιπαραβολή τις μεθόδους μεταγωγής κυκλώματος, μηνύματος και πακέτου.
15. Να περιγράψετε τη μέθοδο μεταγωγής νοητού κυκλώματος σε αντιπαραβολή με τη μέθοδο αυτοδύναμου πακέτου.
16. Εάν υπάρχει η δυνατότητα, σε συνεργασία με τον τομέα Ηλεκτρονικών, στο εργαστήριο με χρήση παλμογράφου, να παρακολουθήσετε την παραγόμενη παλμοσειρά από τη γεννήτρια παλμών σε παράθεση με το σήμα πχ. του δικτύου ηλεκτρικής τάσης.
17. Να εντοπίσετε στο σπίτι σας καλώδια που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά διαφόρων σημάτων αναλογικών ή ψηφιακών.
18. Εάν υπάρχει η δυνατότητα, σε συνεργασία με τον τομέα Ηλεκτρονικών, στο εργαστήριο με χρήση παλμογράφου να παρακολουθήσετε το αποτέλεσμα μιας ψηφιακής διαμόρφωσης σήματος.
19. Να γίνει επίσκεψη σε υπερσυνδέσμους ή τοπικά εγκατεστημένες εφαρμογές που με εποπτικό τρόπο παρουσιάζουν: Α) Τις διάφορες μορφές μετάδοσης Β) Τις διάφορες μορφές πολυπλεξίας και Γ) Τις βασικότερες μορφές μεταγωγής.
20. Να καταγράψετε από την καθημερινή σας ζωή δέκα τρόπους κωδικοποίησης πληροφορίας που είναι χρήσιμοι σε διάφορα σύνολα ανθρώπων (πχ. οδηγό αυτοκινήτων, ΑΜΕΑ κλπ).

2.9. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 2

- **K. Sam Shanmugam**, *Digital and Analog Communication Systems*, Μετάφραση Κ. Καρούμπας, Εκδόσεις Γ. Α. ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΣ, Αθήνα 1979.
- **Andrew S. Tanenbaum**, *Computer Networks*, Μετάφραση Κ. Καραϊσκος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2000.
- **J. Walrand**, *Communication Network*, Μετάφραση Μ. Αναγνώστου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 1997.
- **Α. Αλεξόπουλος, Γ. Λαγογιάννης**, *Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών*. Αθήνα 2012.
- **Κ. Αρβανίτης, Γ. Κολυβάς, Σ. Ούτσιος**, *Τεχνολογία Δικτύων Επικοινωνιών*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2001.
- **Γ. Βουτυράς, Π. Ματζάκος, Ε. Μόρμωρης, Β. Οικονόμου, Σ. Ούτσιος**, *Πολυμέσα Δίκτυα*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2000.
- **Θ. Γεωργίου, Ι. Κάππος, Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Α. Τζιμογιάννης, Κ. Χαλκιά**, *Πολυμέσα Δίκτυα*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 1999.
- **Θ. Τσιλιγκιρίδης, Γ. Αλεξίου κ.α.** *Μετάδοση Δεδομένων & Δίκτυα Υπολογιστών (I & II)*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2001.
- http://anamorfosi.teicm.gr/ekp_yliko/e-notes/Data/commnets/main.htm (12/07/15, 17:16')
- http://cgi.di.uoa.gr/~k14/sig_sys1.pdf (23/06/15, 22:24')
- https://el.wikipedia.org/wiki/Διαμόρφωση_σήματος (07/07/15, 18:38')
- <https://el.wikipedia.org/wiki/Πολυπλεξία> (12/07/15, 14:04')
- http://www.e-grammi.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=970:2011-01-16-19-24-22&catid=44:2009-03-23-16-13-11&Itemid=73 (23/06/15, 23:20')
- https://www.google.gr/search?q=AM+διαμόρφωση&client=opera&hs=r8W&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=ufSbVcP4AYGuUaaWjLAL&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1366&bih=659#tbm=isch&q=+FM+%CE%94%CE%B9%CE%B1%CE%BC%CF%8C%CF%81%CF%86%CF%89%CF%83%CE%B7&imgsrc=OG-R_h9m02xkmM%3A (07/07/15, 19:17')
- https://www.google.gr/search?q=AM+διαμόρφωση&client=opera&hs=r8W&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=ufSbVcP4AYGuUaaWjLAL&ved=0CAcQ_AUoAQ&biw=1366&bih=659 (07/07/15, 19:00')
- https://www.google.gr/search?q=wiki+διαφορική+κωδικοποίηση+manchester&biw=1366&bih=659&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=vCqcVc60Ocn1Uv6rg8AL&ved=0CAcQ_AUoAg&dpr=1 (07/07/15, 23:12')
- http://www.eln.teilam.gr/sites/default/files/Digital_signal_proccessing_EAP_Skodras.pdf (23/06/15, 22:40')
- <http://users.ionio.gr/~emagos/networks/Course2.pdf> (23/06/15, 22:00')

Δίκτυα Η/Υ

Με την ολοκλήρωση της ενότητας οι μαθητές θα μπορούν να:

- Κατανοούν την έννοια του δικτύου υπολογιστών.
- Απαριθμούν τα πλεονεκτήματα της χρήσης ενός δικτύου.
- Επεξηγούν την έννοια του πρωτοκόλλου επικοινωνίας.
- Παραθέτουν την δόμηση πρωτοκόλλων σε επίπεδα.
- Παρουσιάζουν τα επίπεδα του μοντέλου OSI του ISO και τη βασική λειτουργία κάθε επιπέδου.
- Δηλώνουν τις κατηγορίες δικτύων ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη.

Γενικά:

Στην παρούσα ενότητα οι μαθητές θα διαπραγματευτούν εισαγωγικές έννοιες, που σχετίζονται με τα δίκτυα υπολογιστών, όπως τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου υπολογιστών, τα πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα ενός δικτύου και την έννοια του πρωτοκόλλου δικτυακής επικοινωνίας. Ακολούθως θα παρουσιαστούν οι βασικές αρχές λειτουργίας των δικτύων. Η αρχιτεκτονική των δικτύων και το πρότυπο αναφοράς του Ο.Σ.Ι. θα εξεταστούν ξεχωριστά. Η ενότητα θα κλείσει με μια σύντομη παρουσίαση των βασικών κατηγοριών δικτύων.

3.1. Βασικές Έννοιες στα Δίκτυα Υπολογιστών

Ένα δίκτυο είναι ένα σύστημα που συνδέει μεταξύ τους τοποθεσίες, αντικείμενα ή και ανθρώπους, προκειμένου να εξυπηρετήσουν κάποιο σκοπό. Προέρχεται από τη λέξη **δίχτυ**, δηλαδή ένα ύφασμα ή μια κατασκευή που αποτελείται από νήματα ή καλώδια που διασταυρώνονται σε ίσα μεταξύ τους διαστήματα. Έτσι λοιπόν μπορούμε να μιλάμε για το «οδικό δίκτυο» που είναι το σύνολο των δρόμων που συνδέουν π.χ. τους οικισμούς μιας περιοχής, ή το δίκτυο ηλεκτροδότησης που μεταφέρει ηλεκτρικό ρεύμα στα κτίρια μιας πόλης.

Πολύ σημαντικά για την επικοινωνία των ανθρώπων είναι τα **δίκτυα επικοινωνιών** (communication networks), ο κυριότερος εκπρόσωπος των οποίων είναι το κλασσικό τηλεφωνικό δίκτυο, που πολύ συχνά αναφέρεται και σαν POTS (Plain Old Telephone System – Παλιό Απλό Τηλεφωνικό Σύστημα).

Κάθε είδος δικτύου χρειάζεται και τις δικές του δομές προκειμένου να επιτύχει την επιθυμητή διασύνδεση. Έτσι π.χ. το δίκτυο ηλεκτροδότησης χρειάζεται τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας, τα ηλεκτροφόρα καλώδια μεταφοράς του ρεύματος, τα κέντρα διανομής και τις πρίζες στις οποίες συνδέονται οι ηλεκτρικές συσκευές. Αντίστοιχα στο τηλεφωνικό δίκτυο υπάρχουν οι τηλεφωνικές συσκευές, τα καλώδια μεταφοράς του σήματος και τα τηλεφωνικά κέντρα.

Ένα δίκτυο υπολογιστών (computer network) ή απλά **δίκτυο** (network) αποτελείται από δύο ή περισσότερες υπολογιστικές συσκευές που συνδέονται μεταξύ τους προκειμένου να μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες. Αυτό το οποίο διακρίνει τα δίκτυα υπολογιστών από τα υπόλοιπα δίκτυα επικοινωνιών είναι ότι δεν χρησιμοποιούνται για την μετάδοση ενός μόνο είδους δεδομένων (π.χ. μόνο φωνή ή μόνο εικόνα), αλλά μπορούν να μεταδώσουν οτιδήποτε μπορεί να κωδικοποιηθεί σε ψηφιακή μορφή, δηλ. φωνή, εικόνα, κινούμενη εικόνα (video), προγράμματα, αρχεία κ.λ.π. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να παρέχουν πληθώρα υπηρεσιών και να υποστηρίξουν πολλές εφαρμογές.

Τα τελευταία χρόνια, με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, αλλά και την ολοένα και αυξανόμενη χρήση της ψηφιακής τεχνολογίας για την μετάδοση κάθε είδους σήματος (π.χ. ψηφιακή τηλεόραση) τα κλασσικά επικοινωνιακά δίκτυα τείνουν να ενοποιηθούν και τελικά να μετατραπούν όλα σε δίκτυα υπολογιστών, στα οποία μπορούν εκτός από υπολογιστές να συνδεθούν και άλλες συσκευές όπως π.χ. εκτυπωτές, κάμερες κ.α.



Σχ.3.1. Δίκτυο υπολογιστών

3.1.1 Δομικά Στοιχεία ενός Δικτύου Υπολογιστών

Από τη σκοπιά του **υλικού** (hardware), οι συσκευές που συνδέονται σε ένα δίκτυο υπολογιστών ονομάζονται **κόμβοι** (nodes) του δικτύου. Σε αντιστοιχία με τα δίκτυα επικοινωνιών αυτοί μπορεί να είναι δύο ειδών:

- Οι **τερματικοί κόμβοι** (terminal nodes) είναι αυτοί που παράγουν και δέχονται τις πληροφορίες που πρέπει να μεταδοθούν μέσα από το δίκτυο. Αναφέρονται πολλές φορές και σαν **hosts** και μπορεί να είναι κλασικοί υπολογιστές, έξυπνα τηλέφωνα (smartphones), υπολογιστές τύπου πινακίδας (tablets), αλλά και περισσότερο εξειδικευμένες συσκευές όπως εκτυπωτές, σαρωτές, κάμερες επιτήρησης (surveillance), έξυπνες τηλεοράσεις, παιχνιδιομηχανές κ.α.
- Οι **επικοινωνιακοί κόμβοι** (communication nodes) είναι οι κόμβοι που είναι υπεύθυνοι για τη σωστή μετάδοση των πληροφοριών, που παράγουν οι τερματικοί κόμβοι, στον προορισμό τους. Αυτοί μπορεί να είναι διαμορφωτές (modem) διανομείς (hubs), γέφυρες (bridges), δρομολογητές (routers), πολυπλέκτες (multiplexers) και άλλες συσκευές που εξαρτώνται από το είδος του δικτύου και τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρει τα δεδομένα.



Εικ. 3.1 Κόμβοι ενός δικτύου υπολογιστών

Για να μπορέσουν οι πληροφορίες να ταξιδέψουν από έναν κόμβο του δικτύου σε έναν άλλο, θα πρέπει αυτοί να συνδέονται με κάποιο τρόπο. Δύο είναι οι τρόποι με τους οποίους επιτυγχάνεται αυτό:

- **Ενσύρματη σύνδεση** (wired connection): Στην περίπτωση αυτή οι κόμβοι συνδέονται μέσω

καλωδίων που κατά περίπτωση μπορεί να είναι χάλκινα (ή αλλιώς συνεστραμμένων ζευγών) καλώδια (twisted pair cables), ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable) ή οπτικές ίνες (fiber optics).

- **Ασύρματη σύνδεση** (wireless connection): Σε αυτήν την περίπτωση αξιοποιείται η δυνατότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας να διαδίδεται στο κενό, οπότε δεν χρειάζεται η ύπαρξη ενός φυσικού μέσου μετάδοσης. Στις συνδέσεις αυτές περιλαμβάνονται οι επίγειες συνδέσεις μικρότερης ή μεγαλύτερης εμβέλειας, αλλά και οι δορυφορικές συνδέσεις.

Για να γίνει όμως δυνατή η μετάδοση πληροφοριών δεν αρκεί μόνο η σύνδεση των κόμβων μεταξύ τους. Χρειάζεται να ακολουθούν και τους ίδιους κανόνες (πρωτόκολλα) επικοινωνίας έτσι ώστε οι πληροφορίες που αποστέλλει ένας κόμβος να μπορούν να γίνουν κατανοητές από τον παραλήπτη. Την ευθύνη γι' αυτό αναλαμβάνει το Λειτουργικό Σύστημα Δικτύου (Network Operating System - NOS) που είναι το **λογισμικό (software)**, το οποίο είναι εφοδιασμένο με τα κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας (communication protocols) καθώς και τις εφαρμογές εκείνες οι οποίες κάνουν χρήση του δικτύου. Εξυπακούεται ότι για να μπορέσουν να συνδεθούν κόμβοι σε ένα δίκτυο και να επικοινωνήσουν θα πρέπει όλοι να χρησιμοποιούν το ίδιο Λειτουργικό Σύστημα Δικτύου.



Εικ. 3.2 Διάφορα δομικά στοιχεία ενός δικτύου υπολογιστών

3.1.2 Πλεονεκτήματα ενός Δικτύου Υπολογιστών

- **Διαμοιρασμός των ψηφιακών πόρων του συστήματος:** Μέσω των δικτυακών συνδέσεων μπορεί να δοθεί πρόσβαση σε φακέλους, αρχεία, και προγράμματα που βρίσκονται σε έναν κόμβο του δικτύου, χωρίς να χρειάζεται η μεταφορά ή η εγκατάστασή τους σε άλλους κόμβους. Με τον τρόπο αυτό γίνεται σημαντική εξοικονόμηση χρόνου, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζεται ότι δεν θα υπάρχουν διαφορετικές «εκδόσεις» των ίδιων δεδομένων διάσπαρτες σε διαφορετικούς κόμβους.
- **Κοινή Χρήση περιφερειακών συσκευών:** Μια συσκευή που συνδέεται είτε απευθείας σε ένα δίκτυο, είτε σε έναν υπολογιστή συνδεδεμένο σε αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλους τους χρήστες του δικτύου. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η καλύτερη αξιοποίηση και η αύξηση της διαθεσιμότητας της συσκευής και εξοικονομούνται χρήματα από την αγορά παρόμοιων συσκευών για κάθε υπολογιστή ξεχωριστά. Κλασικά παραδείγματα τέτοιων συσκευών είναι οι κοινόχρηστοι εκτυπωτές και τα δικτυακά αποθηκευτικά μέσα.
- **Διαμοιρασμός μιας σύνδεσης Internet:** Με τον τρόπο αυτό μπορεί να δοθεί πρόσβαση στο διαδίκτυο σε όλους τους κόμβους ενός δικτύου, μέσω της μοναδικής ενδεχομένως γραμμής επικοινωνίας με το διαδίκτυο που είναι διαθέσιμη.
- **Εξοικονόμηση χρημάτων:** Κάνοντας χρήση μόνο ενός προγράμματος, ή μιας περιφερειακής συσκευής για παράδειγμα ενός εκτυπωτή, εξοικονομούνται χρήματα. Επίσης αρκετές εταιρίες χρεώνουν μικρότερα ποσά για τις άδειες χρήσης εφαρμογών που εκτελούνται μέσω δικτύου, παρά αυτόνομα για εγκατάσταση σε κάθε θέση εργασίας.

3.1.3 Μειονεκτήματα ενός Δικτύου Υπολογιστών

- **Θέματα Ασφάλειας Δεδομένων:** Οι υπολογιστές ενός δικτύου είναι ευάλωτοι σε προσπάθειες πρόσβασης από μη εξουσιοδοτημένα άτομα, ή ακόμα και υποκλοπής των δεδομένων τους. Ιδιαίτερα ευάλωτα είναι τα τμήματα δικτύων που χρησιμοποιούν ασύρματη μετάδοση δεδομένων, καθώς τα δεδομένα μεταδίδονται στον ελεύθερο χώρο και πρέπει να εφαρμόζονται ειδικές τεχνικές ασφαλείας για την προστασία τους.
- **Παρουσία ιών και malwares:** Ιοί, δούρειοι ίπποι και γενικά κάθε είδος επιβλαβούς λογισμικού (malware) μπορεί να μεταδοθεί ταχύτατα ανάμεσα στους κόμβους ενός δικτύου, αφού η διάδοσή του δεν απαιτεί την φυσική μεταφορά και εισαγωγή κάποιου μολυσμένου αποθηκευτικού μέσου στους υπολογιστές. Τέτοιου είδους λογισμικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για υποκλοπή δεδομένων, την πρόκληση βλαβών στους υπολογιστές, ή την υποβάθμιση της ταχύτητας και αξιοπιστίας του δικτύου. Για το λόγο αυτό η ύπαρξη ενημερωμένων προγραμμάτων προστασίας από ιούς και κακόβουλο λογισμικό αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία απ' ότι σε έναν μεμονωμένο υπολογιστή.
- **Οικονομικό Κόστος:** Η εγκατάσταση ενός δικτύου προϋποθέτει μια επένδυση σε υλικό και λογισμικό, συμπεριλαμβανόμενου και του κόστους για την σχεδίαση και υλοποίηση του δικτύου. Το κόστος αυτό αυξάνεται όσο αυξάνεται το μέγεθος και η πολυπλοκότητα του δικτύου. Πέραν τούτων, σε κάθε δίκτυο (με εξαίρεση τις πολύ μικρές εγκαταστάσεις) η διαρκής συντήρηση και διαχείριση του δικτύου απαιτεί την παρουσία ενός ή μιας ομάδας ατόμων (σε μεγαλύτερες υλοποιήσεις) που θα έχουν την ευθύνη για τις εργασίες αυτές, αυξάνοντας έτσι το μισθολογικό κόστος της επιχείρησης ή του οργανισμού.

3.1.4 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Ένα πρωτόκολλο είναι ένα σύνολο κανόνων που ρυθμίζουν το πώς γίνονται κάποιες ενέργειες. Έτσι, λοιπόν, μπορούμε να πούμε ότι σε μία σύνοδο αρχηγών κρατών, το πρωτόκολλο καθορίζει το ποιος θα καθίσει σε ποια θέση, τη σειρά των ομιλητών, τον τρόπο με τον οποίο θα απευθυνθούν στους ομολόγους τους κ.α. Πολλές φορές τα πρωτόκολλα είναι άγραφα και εθιμοτυπικά ή ακόμη και προαιρετικά στην εφαρμογή τους (π.χ. ο τρόπος με τον οποίο δύο άνθρωποι χαιρετούνται όταν συναντηθούν). Άλλες πάλι φορές είναι αυστηρά καθορισμένα και πρέπει να τηρούνται απαρέγκλιτα, όπως π.χ. συμβαίνει με το πρωτόκολλο απόρριψης των ιατρικών αποβλήτων ενός νοσοκομείου.

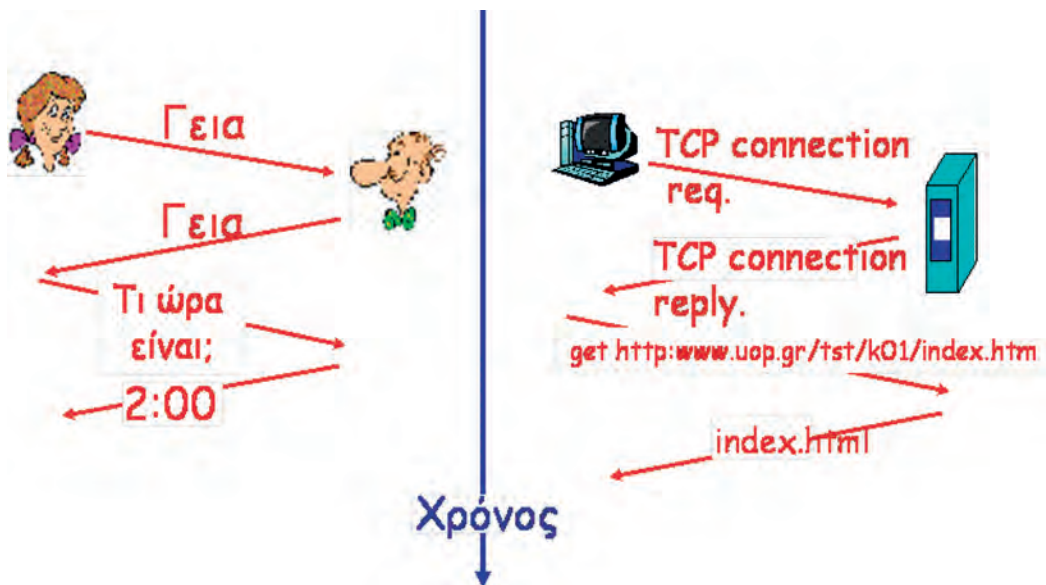
Ένα παράδειγμα εφαρμογής στην ανθρώπινη επικοινωνία είναι το ακόλουθο. Έστω ότι π.χ. βρίσκεστε εκτός σπιτιού και θέλετε να μάθετε τι ώρα είναι. Οι κανόνες καλής συμπεριφοράς επιβάλλουν να χαιρετήσετε πρώτα αυτόν που σκοπεύετε να ρωτήσετε λέγοντας π.χ. «Γεια σας» ή «Καλημέρα σας» (ανάλογα με την ώρα της ημέρας). Σε περίπτωση που ο συνομιλητής σας απαντήσει ανάλογα, σας δίνει το μήνυμα ότι μπορείτε να προχωρήσετε στη συνέχεια της επικοινωνίας και να ρωτήσετε για την ώρα. Αν όμως δεν λάβετε απάντηση ή λάβετε μια αγενή απάντηση ή μια απάντηση σε άλλη γλώσσα, τότε η επικοινωνία δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί. Στο αριστερό τμήμα του σχήματος 3.2 παρουσιάζεται η κατάσταση αυτή. Στην περίπτωση που οι άνθρωποι χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα ή οι μηχανισμοί της επικοινωνίας τους δεν είναι συμβατοί, τότε δεν μπορεί να υπάρξει ουσιαστική ανταλλαγή πληροφοριών.

Σαν ένα δεύτερο παράδειγμα θεωρίστε ότι βρίσκεστε στην αίθουσα διδασκαλίας την ώρα του μαθήματος των δικτύων. Ο καθηγητής σας μιλά για τα πρωτόκολλα επικοινωνίας κι εσείς έχετε κάπου μπερδευτεί. Κάποια στιγμή ο καθηγητής σταματά και ρωτά: «Μήπως υπάρχει κάποια

απορία;». Το μήνυμα αυτό μεταδίδεται από τον καθηγητή και το λαμβάνουν όλοι οι μαθητές (ή τουλάχιστον αυτοί που προσέχουν). Εσείς σηκώνετε το χέρι σας (μεταδίδοντας ουσιαστικά στον καθηγητή την πρόθεσή σας να ρωτήσετε). Ο καθηγητής αναγνωρίζει την επιθυμία σας αυτή και είτε προφορικά είτε με ένα νεύμα σας δίνει το λόγο. Στη συνέχεια εσείς κάνετε την ερώτησή σας και ο καθηγητής σας δίνει την απάντηση.

Στα δίκτυα ένα **πρωτόκολλο δικτύου** (network protocol) είναι το σύνολο των κανόνων που πρέπει να ακολουθήσουν δύο οντότητες (π.χ. συσκευές ή εφαρμογές) προκειμένου να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Σε αναλογία με την ανθρώπινη συνομιλία, τα πρωτόκολλα δικτύου χρησιμοποιούν την μετάδοση μηνυμάτων για την εγκαθίδρυση και την διαχείριση της επικοινωνίας. Είναι προφανές ότι οι οντότητες που επιθυμούν να επικοινωνήσουν θα πρέπει να χρησιμοποιούν τα ίδια πρωτόκολλα, προκειμένου τα μηνύματα που ανταλλάσσονται να γίνονται αντιληπτά από τους παραλήπτες τους.

Σαν παράδειγμα πρωτοκόλλου δικτύου με το οποίο είστε πιθανώς εξοικειωμένοι σκεφτείτε τι συμβαίνει κάθε φορά που ανοίγετε στον υπολογιστή σας ένα πρόγραμμα πλοήγησης στο διαδίκτυο (browser) και πληκτρολογείτε σε αυτό μια διεύθυνση. Στην ουσία αυτό που γίνεται είναι να στέλνετε μια αίτηση στο εξυπηρετητή Web της συγκεκριμένης τοποθεσίας, ζητώντας του να σας μεταδώσει κάποιες από τις σελίδες που περιέχει. Το σενάριο αυτό παρουσιάζεται στο σχήμα 3.2. Αρχικά ο υπολογιστής σας θα στείλει μία αίτηση για εγκατάσταση μιας νέας σύνδεσης (TCP connection request) στον Web server και θα περιμένει μια απάντηση. Ο εξυπηρετητής θα λάβει την αίτησή σας και στην περίπτωση που δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα θα αποδεχθεί τη δημιουργία σύνδεσης και θα σας ενημερώσει σχετικά με μια απάντηση (TCP connection reply). Γνωρίζοντας τώρα ο υπολογιστής σας ότι έχει εγκατασταθεί επικοινωνία, θα ζητήσει την λήψη των περιεχόμενων της ιστοσελίδας, αποστέλλοντας με ένα ειδικό μήνυμα το όνομα της ιστοσελίδας στον εξυπηρετητή (πχ. `get http://www.uop.gr/tst/k01/index.html`). Μόλις λάβει αυτό το μήνυμα ο εξυπηρετητής, θα επιστρέψει τα περιεχόμενα της ιστοσελίδας στον υπολογιστή σας.



Σχ. 3.2. Παράδειγμα Πρωτοκόλλου επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων και υπολογιστών

Στα δίκτυα υπολογιστών γίνεται ευρεία χρήση πρωτοκόλλων. Διαφορετικά πρωτόκολλα χρησιμοποιούνται για να εκτελέσουν διαφορετικές ενέργειες απαραίτητες στην ανταλλαγή πληροφοριών. Έτσι π.χ. τα **πρωτόκολλα δρομολόγησης** (routing protocols) καθορίζουν τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν οι πληροφορίες από τον αποστολέα στον παραλήπτη. Άλλα πρωτόκολλα ρυθμίζουν τον τρόπο με τον οποίο μεταδίδονται τα δυαδικά ψηφία μέσα από ένα π.χ. χάλκινο καλώδιο και συγκεκριμένα τα επίπεδα της ηλεκτρικής τάσης που χρησιμοποιούνται, τη διάρκεια του κάθε παλμού, το είδος κωδικοποίησης κ.α. Ένα **πρωτόκολλο ελέγχου ροής** (flow control protocol) ρυθμίζει την ταχύτητα με την οποία γίνεται η επικοινωνία έτσι ώστε ένας γρήγορος αποστολέας να μην κατακλύσει με πληροφορίες έναν αργό παραλήπτη. Κάποια από αυτά τα πρωτόκολλα είναι εξαιρετικά απλά, ενώ άλλα είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα. Η κατανόηση των δικτύων επικοινωνιών είναι ουσιαστικά ισοδύναμη με την κατανόηση αυτών των πρωτοκόλλων.

3.2. Αρχιτεκτονική Δικτύων

3.2.1. Εισαγωγή

Η **αρχιτεκτονική του δικτύου** καθορίζει τα φυσικά συστατικά, την λειτουργική οργάνωση, τις αρχές λειτουργίας, καθώς και τη μορφή που έχουν τα δεδομένα που μεταφέρονται μεταξύ των συσκευών, παρέχοντας την δυνατότητα στους υπολογιστές και στις λοιπές συσκευές να συνδέονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν ένα σύστημα επικοινωνίας. Σκοπός είναι οι χρήστες να έχουν τη δυνατότητα να διαμοιράζονται πληροφορίες και συσκευές του δικτύου.

Η σχεδίαση και η ανάπτυξη ενός δικτύου υπολογιστών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε αυτό να καθίσταται ένα αξιόπιστο, αποδοτικό, ασφαλές και οικονομικό μέσο ανταλλαγής ή μεταβίβασης πληροφοριών μεταξύ των χρηστών. Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη ότι πρόκειται για ένα περιβάλλον δυναμικά εξελισσόμενο, καθώς ο κύριος στόχος του είναι από τη μία η ικανοποίηση των συνεχώς αυξανόμενων και μεταβαλλόμενων απαιτήσεων των χρηστών, και από την άλλη η ενσωμάτωση των ραγδαίων εξελίξεων της τεχνολογίας. Όλες αυτές οι απαιτήσεις καθιστούν πολύπλοκη τη σχεδίαση ενός δικτύου υπολογιστών.

3.2.2 Σχεδίαση Αρχιτεκτονικής ενός δικτύου

Οι πρώτες αρχιτεκτονικές δικτύων χαρακτηρίζονταν από την μονολιθική σχεδίαση. Ουσιαστικά όλη η αρχιτεκτονική υλοποιούνταν χωρίς σαφή διαχωρισμό των λειτουργιών που υλοποιούσε το κάθε κομμάτι της. Αυτό έκανε εξαιρετικά δύσκολη τη διόρθωση λαθών, αλλά και την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, αφού αυτό θα σήμαινε μεγάλης έκτασης αλλαγές στην αρχιτεκτονική.

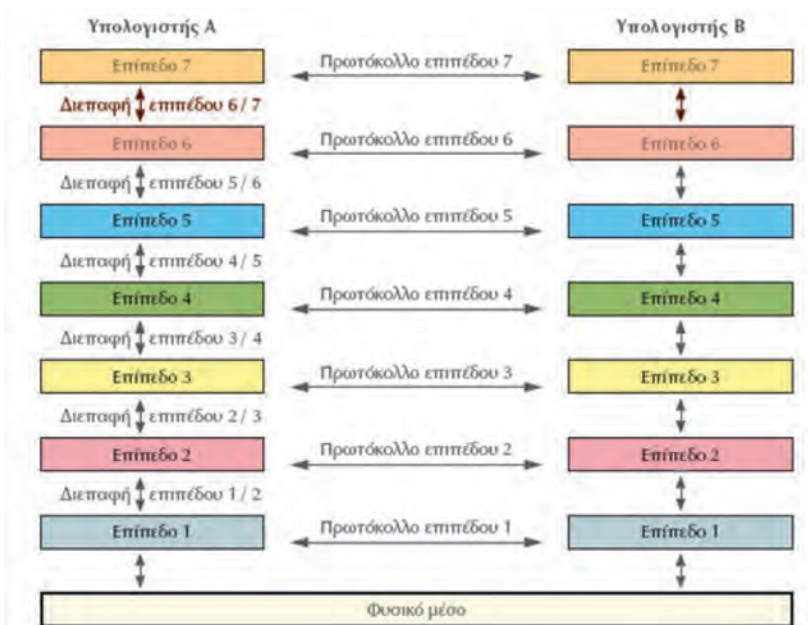
Για το λόγο αυτό η τεχνική του «Διαιρεί και Βασίλευε» (Divide and Conquer) εφαρμόστηκε και σε αυτήν την περίπτωση επιβάλλοντας οι λειτουργίες των δικτύων υπολογιστών να οργανώνονται σε σειρές από στρώματα ή επίπεδα (layers). Αυτή η διαστρωμάτωση είναι η βασική ιδέα, αλλά και η κοινή πρακτική, σε όλες τις σύγχρονες αρχιτεκτονικές δικτύων. Μιλάμε λοιπόν πια για στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική (layered architecture).

Τα βασικά συστατικά της στρωματοποιημένης αρχιτεκτονικής είναι οι **υπηρεσίες** (services) τα **πρωτόκολλα** (protocols) και οι **διεπαφές** (interfaces). Μια υπηρεσία είναι το σύνολο των ενεργειών που ένα στρώμα μπορεί να παρέχει σε ένα άλλο (ανώτερου επιπέδου) στρώμα. Τα πρωτόκολλα είναι, όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι κανόνες επικοινωνίας και το κάθε στρώμα επικοινωνεί με τα γειτονικά του με τη μετάδοση μηνυμάτων μέσω των αντίστοιχων διεπαφών. Έτσι στη στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική:

- Κάθε επίπεδο επιτελεί αυστηρά καθορισμένες λειτουργίες, ανεξάρτητες από αυτές των άλλων επιπέδων.

- Ένα επίπεδο προσφέρει υπηρεσίες στο αμέσως υψηλότερο στην ιεραρχία επίπεδο, ενώ χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες του αμέσως κατώτερου στην ιεραρχία επιπέδου.
- Η επικοινωνία μεταξύ γειτονικών επιπέδων γίνεται μέσω της αντίστοιχης διεπαφής.

Επειδή ο τρόπος με τον οποίο υλοποιείται η κάθε υπηρεσία είναι θέμα καθαρά και μόνο του συγκεκριμένου επιπέδου, η υλοποίηση μπορεί να αλλάξει π.χ. λόγω της αξιοποίησης νέων τεχνολογιών, χωρίς αυτό να επιφέρει αλλαγές στα υπόλοιπα επίπεδα, αρκεί το κάθε επίπεδο να συνεχίσει να προσφέρει και να χρησιμοποιεί τις ίδιες υπηρεσίες και να μην τροποποιηθεί η διεπαφή του, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο επικοινωνεί, με τα άλλα επίπεδα.



Σχ.3.3. Σχηματική αναπαράσταση αρχιτεκτονικής επιπέδων.

Σε μια αρχιτεκτονική ν-επιπέδων, το επίπεδο-ν ενός κόμβου συνομιλεί με το επίπεδο-ν του κόμβου με τον οποίο ο πρώτος επικοινωνεί (ομότιμο επίπεδο). Οι κανόνες και οι συμβάσεις που ρυθμίζουν την επικοινωνία αυτή αναφέρονται συνολικά σαν πρωτόκολλα επιπέδου-ν. Στην πραγματικότητα βέβαια τα δεδομένα δεν μεταδίδονται απευθείας ανάμεσα στα ομότιμα επίπεδα. Αυτό που γίνεται είναι ότι κάθε επίπεδο μεταβιβάζει δεδομένα και πληροφορίες ελέγχου στο αμέσως κατώτερο επίπεδο μέχρι αυτά να φτάσουν στο τελευταίο επίπεδο. Κάτω από αυτό το επίπεδο υπάρχει το μέσο μετάδοσης μέσω του οποίου γίνεται η πραγματική μεταφορά των δεδομένων. Όταν τα δεδομένα φτάσουν στον κόμβο προορισμού, ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία με τα δεδομένα να ανεβαίνουν τη στοίβα των επιπέδων, μέχρις ότου φτάσουν στο επίπεδο για το οποίο προορίζονται. Στο επόμενο σχήμα δίνεται μια αναπαράσταση της διαδικασίας, παραλληλίζοντας την επικοινωνία σε ένα δίκτυο με την επικοινωνία των προέδρων δύο εταιριών με χρήση του συμβατικού ταχυδρομείου. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, η ενδεχόμενη αλλαγή του τρόπου μεταφοράς των επιστολών στο ταχυδρομείο από τον οδηγό π.χ. με μηχανάκι αντί για αυτοκίνητο (αποφεύγοντας έτσι το μποτιλιάρισμα) δεν επηρεάζει τις λειτουργίες των υπόλοιπων στρωμάτων της αρχιτεκτονικής, αφού ο οδηγός εξακολουθεί να παρέχει την ίδια υπηρεσία, απλά το κάνει με έναν πιο αποτελεσματικό τρόπο.



Σχ.3.4. Παράδειγμα στρωματοποιημένης αρχιτεκτονικής.

Συνοψίζοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι τα δύο σημαντικότερα πλεονεκτήματα της στρωματοποιημένης αρχιτεκτονικής είναι τα ακόλουθα:

- Απλοποιεί τη σχεδίαση και την υλοποίηση ενός δικτύου, χωρίζοντας μια σύνθετη εργασία σε μικρότερα και απλούστερα στην υλοποίησή τους κομμάτια.
- Διευκολύνει τη διόρθωση λαθών και την ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, καθώς με τον τρόπο αυτό οι απαραίτητες αλλαγές περιορίζονται συνήθως σε ένα μόνο επίπεδο της αρχιτεκτονικής.

Κατά τη σχεδίαση των στρωμάτων ενός δικτύου, θα πρέπει να ληφθούν αποφάσεις για τον αριθμό των επιπέδων, τις λειτουργίες που θα αναλάβουν να υλοποιούν τα επίπεδα καθώς επίσης και θέματα που αφορούν:

- Τη Διευθυνσιοδότηση (Addressing).
- Την Ανίχνευση και Διόρθωση Λαθών (Error Detection and Correction).
- τον Έλεγχο Ροής (Flow Control).
- Τον Κατακερματισμό και την Επανασύνθεση (Fragmentation - Reassembly)
- την Πολυπλεξία (Multiplexing).
- τη Δρομολόγηση (Routing).

Διευθυνσιοδότηση (Addressing): Είναι η διαδικασία προσδιορισμού των διευθύνσεων δικτύου αποστολέα και παραλήπτη. Μια διεύθυνση δικτύου είναι ένα αναγνωριστικό για μία συσκευή του δικτύου και συνήθως είναι μοναδική σε όλο το δίκτυο. Για να μπορέσει να πραγματοποιηθεί η επικοινωνία το κάθε επί-πεδο πρέπει πρώτα να προσδιορίσει τη διεύθυνση του απο-στολέα και του παραλήπτη, έτσι ώστε να είναι σαφές με ποιον συνομιλεί η κάθε διεργασία.

Ανίχνευση και Διόρθωση Λαθών (Error Detection and Correction): Όταν τα δεδομένα μεταφέρονται μέσα από το μέσο μετάδοσης υπάρχει πιθανότητα να αλλοιωθούν (π.χ. ένα η περισσότερα bit από 1 να γίνουν 0 ή το αντίστροφο). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα ο παραλήπτης να

παραλάβει λανθασμένα δεδομένα. Πρέπει λοιπόν κάθε άκρο της επικοινωνίας να είναι σε θέση να εντοπίσει πιθανά λάθη. Επίσης τα δύο άκρα θα πρέπει να έχουν συμφωνήσει στην τεχνική διόρθωσης των λαθών που θα ανιχνευθούν. Έτσι ο παραλήπτης όταν ανιχνεύσει λάθος στην μετάδοση μπορεί είτε να προσπαθήσει να διορθώσει μόνος του τα λάθη, είτε να ζητήσει από τον αποστολέα να μεταδώσει πάλι τα δεδομένα που παρελήφθησαν εσφαλμένα. Στα περισσότερα πρωτόκολλα επικοινωνίας η μέθοδος διόρθωσης λαθών που χρησιμοποιείται είναι η αποστολή εκ νέου των εσφαλμένων δεδομένων.

Έλεγχος Ροής (Flow Control): Έλεγχος ροής είναι η διαδικασία κατά την οποία τα επίπεδα περιορίζουν η σταματούν την ροή δεδομένων προς το δίκτυο είτε όταν το αντίστοιχο επίπεδο στη συσκευή προορισμού δεν είναι σε θέση να δεχθεί περισσότερα δεδομένα, είτε όταν στο δίκτυο υπάρχει συμφόρηση λόγω υψηλού ρυθμού εισερχόμενων δεδομένων.

Κατακερματισμός - Επανασύνθεση (fragmentation – reassembly): Κατακερματισμός είναι η διάσπαση των δεδομένων σε τμήματα πριν την αποστολή τους. Σκοπός είναι η αποστολή δεδομένων σε μικρότερα τμήματα ώστε σε περίπτωση ανίχνευσης σφάλματος να σταλεί ξανά μόνο ένα μικρό τμήμα και όχι όλη η ποσότητα των δεδομένων. Το αντίστοιχο επίπεδο στην συσκευή που παραλαμβάνει τα δεδομένα πρέπει να έχει την δυνατότητα να επανασυνθέτει τα δεδομένα ώστε να επανέλθουν στην αρχική μορφή τους.

Πολυπλεξία (Multiplexing): Όπως είδαμε και στην ενότητα 2.5 Πολυπλεξία είναι η τεχνική, που επιτρέπει δεδομένα από πολλές πηγές να μεταδίδονται “ταυτόχρονα” μέσα από την “ίδια” γραμμή επικοινωνίας. Με την πολυπλεξία δεδομένα από διαφορετικά πρωτόκολλα με προορισμό διαφορετικούς παραλήπτες χρησιμοποιούν το ίδιο φυσικό μέσο μετάδοσης. Για αυτό η πολυπλεξία είναι κυρίως απαραίτητη στο φυσικό στρώμα (ή επίπεδο), όπου όλη η κίνηση για όλες τις συνδέσεις πρέπει να σταλεί μέσω ενός φυσικού μέσου.

Δρομολόγηση (Routing): Δρομολόγηση είναι η διαδικασία εύρεσης της διαδρομής που θα πρέπει να ακολουθήσουν τα δεδομένα από τον αποστολέα στον παραλήπτη. Η λειτουργία αυτή είναι απαραίτητη όταν η διαδρομή από το ένα στο άλλο άκρο επικοινωνίας δεν είναι μοναδική. Σε αυτή τη περίπτωση κάποιο επίπεδο είναι αρμόδιο για να αποφασίσει ποια διαδρομή είναι πιο συμφέρουσα, λαμβάνοντας υπ' όψη παραμέτρους όπως η κίνηση στο δίκτυο, ο φόρτος εργασίας, οι διαθέσιμες συνδέσεις.

3.2.2.1. Υπηρεσίες

Στα δίκτυα υπολογιστών υπηρεσία είναι κάθε διαδικασία που υλοποιείται από τα επίπεδα του πρωτοκόλλου με σκοπό να πραγματοποιηθεί η επικοινωνία. Στην αρχιτεκτονική δικτύου που είναι διαρθρωμένη σε επίπεδα, οι λειτουργίες που επιτελεί κάθε επίπεδο σκοπό έχουν να προσφέρουν υπηρεσίες στο αμέσως ανώτερο επίπεδο. Έτσι οι υπηρεσίες που μπορεί να παρέχουν τα επίπεδα μπορεί να είναι:

- η μεταφορά της πληροφορίας
- η σηματοδότηση και
- η χρέωση

Όταν δύο τερματικές συσκευές του δικτύου επικοινωνούν, δηλαδή γίνεται από άκρο σε άκρο επικοινωνία οι υπηρεσίες που μπορεί να παρέχει το δίκτυο για την μεταφορά των δεδομένων είναι είτε σύγχρονες είτε ασύγχρονες.

Στη σύγχρονη υπηρεσία τα δεδομένα μεταφέρονται χρησιμοποιώντας μία ακολουθία από bits με σταθερή καθυστέρηση και με δεδομένο ρυθμό σφαλμάτων.

Στην ασύγχρονη υπηρεσία τα **bit των δεδομένων έχουν διαιρεθεί σε πακέτα και μεταφέρονται το κάθε πακέτο ανεξάρτητα από τα άλλα.**

Όσον αφορά την ασύγχρονη επικοινωνία παρέχονται δύο κατηγορίες υπηρεσιών:

- Υπηρεσίες με σύνδεση
- Υπηρεσίες χωρίς σύνδεση

Υπηρεσία με σύνδεση (connection oriented service): Στην υπηρεσία με σύνδεση το άκρο που θέλει να ξεκινήσει την επικοινωνία εγκαθιστά πρώτα μια σύνδεση με το άλλο άκρο πριν ξεκινήσει η μεταφορά των δεδομένων. Στην υπηρεσία με σύνδεση τα δύο άκρα συμφωνούν στην αρχή ότι θα επικοινωνήσουν, καθορίζουν από κοινού τις παραμέτρους επικοινωνίας και στη συνέχεια μεταφέρονται τα δεδομένα. Όταν πλέον δεν υπάρχουν δεδομένα για μετάδοση, τα δύο άκρα συμφωνούν για την διακοπή της επικοινωνίας οπότε η σύνδεση τερματίζεται. Παράδειγμα υπηρεσίας με σύνδεση είναι το τηλεφωνικό δίκτυο.

Υπηρεσία χωρίς σύνδεση (connectionless service): Στην υπηρεσία χωρίς σύνδεση δεν έχει προηγηθεί η αποκατάσταση σύνδεσης μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη. Τα πακέτα δεδομένων μεταφέρονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο και είναι πιθανό να φθάνουν στο προορισμό τους με διαφορετική σειρά, οπότε ο παραλήπτης θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να τα τοποθετήσει στη σωστή σειρά. Η υπηρεσία χωρίς σύνδεση μπορεί να παρομοιασθεί με το κλασικό ταχυδρομείο.

Ανάλογα με την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας μπορεί να γίνει η μεταφορά των δεδομένων με απουσία ή όχι λαθών, με επιβεβαίωση ή χωρίς επιβεβαίωση. Έτσι για παράδειγμα στην μετάδοση φωνής που σημαντικός παράγοντας είναι ο σταθερός ρυθμός, δεν γίνεται ανίχνευση και διόρθωση λαθών, ενώ στη μετάδοση αρχείων τα δεδομένα πρέπει να φθάσουν χωρίς λάθη.

Μια υπηρεσία με σύνδεση είναι αξιόπιστη όταν μεταφέρει δεδομένα χωρίς λάθη, κατά συνέπεια όταν υλοποιεί διαδικασίες ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών. Στην αντίθετη περίπτωση η υπηρεσία είναι μη αξιόπιστη. Ανάλογα μία υπηρεσία χωρίς σύνδεση μπορεί να είναι αξιόπιστη όταν μεταφέρει δεδομένα για τα οποία απαιτείται επαλήθευση, ενώ όταν δεν απαιτείται επαλήθευση τότε αναφερόμαστε σε μη αξιόπιστη σύνδεση (send and pray).

3.2.2.2. Βασικά Στοιχεία Υπηρεσιών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, για να πραγματοποιηθεί επικοινωνία το κάθε επίπεδο θα πρέπει να υλοποιεί κάποιες διαδικασίες παρέχοντας υπηρεσίες στο ανώτερο επίπεδό του. Οι βασικές καταστάσεις στις οποίες μπορεί να βρίσκεται μία υπηρεσία είναι:

Αναμονή (Listen): Σε αυτή τη κατάσταση η υπηρεσία αναμένει για εισερχόμενες κλήσεις, περιμένει δηλαδή κάποιο άλλο άκρο να στείλει αίτημα για επικοινωνία.

Σύνδεση (Connect): Έχοντας λάβει αίτημα για σύνδεση, υλοποιείται η σύνδεση οπότε τα δύο άκρα συμφωνούν να επικοινωνήσουν.

Λήψη (Receive): Σε αυτή τη κατάσταση η υπηρεσία λαμβάνει δεδομένα που στέλνει το άλλο άκρο.

Αποστολή (Send): Σε αυτή τη κατάσταση η υπηρεσία στέλνει δεδομένα στο άλλο άκρο.

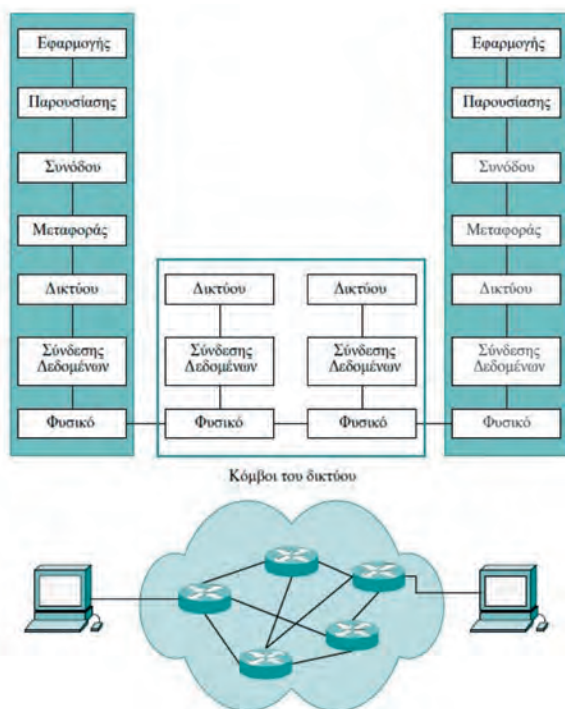
Αποσύνδεση (Disconnect): Αφού ολοκληρωθεί η επικοινωνία τα δύο άκρα συμφωνούν να τερματίσουν την σύνδεση.

3.3. Το Μοντέλο Αναφοράς O.S.I.

Τα πρώτα δίκτυα χαρακτηρίζονταν από την «κλειστή» αρχιτεκτονική τους με την έννοια ότι αυτή ήταν γνωστή μόνο στην εταιρία που την είχε σχεδιάσει. Με τον τρόπο αυτό οι χρήστες αναγκάζονταν να προμηθεύονται προϊόντα και υπολογιστές της συγκεκριμένης εταιρίας, προκειμένου να μπορέσουν να τα συνδέσουν σε δίκτυο. Η κατάσταση αυτή έμελλε γρήγορα να αλλάξει, καθώς οι ανάγκες για δικτύωση συστημάτων διαφορετικών κατασκευαστών αυξάνονταν με ταχείς ρυθμούς.

Το 1977 ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης I.S.O. ανέπτυξε ένα Πρότυπο Διασύνδεσης Ανοικτών Συστημάτων O.S.I. (Open System Interconnection), με σκοπό να αποτελέσει το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα ορίζονταν οι λεπτομερείς πλέον τυποποιήσεις, για την επίλυση των επιμέρους προβλημάτων που εμφανίζονται στις επικοινωνίες υπολογιστών. Το μοντέλο O.S.I. προσβλέπει στην ανοικτή και ελεύθερη (εξ' ου και το «open») επικοινωνία μεταξύ συστημάτων βασιζόμενο στην φιλοσοφία των επιπέδων. Το μοντέλο χωρίζει τις λειτουργίες που απαιτούνται για την επικοινωνία σε επτά επίπεδα. Σε συμφωνία με τις βασικές αρχές για τη στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική, οι λειτουργίες κάθε επιπέδου είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, έτσι ώστε οι αλλαγές σε ένα επίπεδο να μην επηρεάζουν τα υπόλοιπα.

Ωστόσο εκείνη την εποχή μια διαφορετική αρχιτεκτονική, αυτή του μοντέλου TCP/IP, βρισκόταν ήδη αρκετό καιρό σε χρήση, παρά το ότι δεν είχε λάβει έγκριση από κάποιον επίσημο οργανισμό τυποποίησης. Καθώς το TCP/IP ήταν το μοντέλο στο οποίο στηρίζονταν η επικοινωνία των υπολογιστών που αποτελούσαν το δίκτυο ARPANET (πρόδρομο του Internet), εύκολα επικράτησε του OSI, το οποίο ήταν και πιο πολύπλοκο στην υλοποίηση. Αποτελεί πάντως «υπόδειγμα» στρωματοποιημένης αρχιτεκτονικής και απαραίτητο υλικό μελέτης για όποιον ασχολείται με τα δίκτυα.



Σχ. 3.5. Σχηματική αναπαράσταση του μοντέλου αναφοράς O.S.I.

Το μοντέλο O.S.I. αποτελείται από **επτά ιεραρχικά επίπεδα**, τα οποία καλύπτουν διάφορες δικτυακές λειτουργίες, πρωτόκολλα και εξοπλισμό. Το χαμηλότερο επίπεδο είναι αυτό που βρίσκεται πιο κοντά στο υλικό και το υψηλότερο πιο κοντά στις εφαρμογές. Οι λειτουργίες των τεσσάρων υψηλότερων επιπέδων υλοποιούνται με λογισμικό, συνήθως μέρος του λειτουργικού συστήματος κάθε κόμβου, ενώ αυτές των τριών χαμηλότερων επιπέδων ενσωματώνονται στο υλικό που χρησιμοποιείται για τη σύνδεση και τη μεταφορά των δεδομένων μέσω του δικτύου. Τα επτά επίπεδα του O.S.I., ξεκινώντας από το χαμηλότερο στην ιεραρχία, αναλύονται στα ακόλουθα.

3.3.1 Φυσικό Επίπεδο (Physical Layer)

Πρόκειται για το χαμηλότερο επίπεδο και είναι αυτό που βρίσκεται πλησιέστερα στο υλικό (hardware) και στο μέσο μετάδοσης. Στο *Φυσικό Επίπεδο* μετατρέπεται η σειρά των δυαδικών ψηφίων που πρέπει να μεταδοθούν σε ηλεκτρικούς ή φωτεινούς παλμούς, ή ακόμα και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Εδώ καθορίζονται οι ηλεκτρικές, μηχανικές και λειτουργικές προδιαγραφές για τη μετάδοση των δεδομένων πάνω από το φυσικό μέσο, όπως, π.χ. η οπτική ίνα, το ομοαξονικό καλώδιο, η ασύρματη ζεύξη κ.ά.

Θέματα που καθορίζονται από το φυσικό επίπεδο είναι τα ακόλουθα:

- Ποια στάθμη τάσης (volt) αντιστοιχεί στα δυαδικά ψηφία 0 και 1;
- Ποια είναι η χρονική διάρκεια (msec) του παλμού ενός δυαδικού ψηφίου;
- Τι είδους διαμόρφωση χρησιμοποιείται σε μια ασύρματη ζεύξη;
- Τι είδους είναι η επικοινωνία; Π.χ. μονόδρομη (simplex), αμφίδρομη εναλλασσόμενη (half duplex) ή πλήρως αμφίδρομη (full duplex).
- Ποια είναι η διαδικασία εγκαθίδρυσης της σύνδεσης με το δίκτυο πριν από τη μετάδοση των δεδομένων και ποια η διαδικασία τερματισμού αυτής;
- Πώς καθορίζεται ο ρυθμός μετάδοσης των δεδομένων;
- Σε τι σήμα αντιστοιχεί ο κάθε ακροδέκτης (pin) του συνδετήρα του δικτύου (network connector);
- Ποιες είναι οι διαστάσεις και τα υπόλοιπα μηχανικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης του κόμβου με το μέσο μετάδοσης

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε ότι στο Φυσικό Επίπεδο τα δεδομένα γίνονται αντιληπτά ως μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων χωρίς να παίζει ρόλο το τι ακριβώς πληροφορία μεταφέρουν.

3.3.2 Το Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer)

Το Επίπεδο Σύνδεσης (ή Ζεύξης) Δεδομένων φροντίζει για την αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων πάνω από το φυσικό μέσο μετάδοσης χρησιμοποιώντας μηχανισμούς εντοπισμού και διόρθωσης λαθών, έτσι ώστε το επόμενο επίπεδο (Επίπεδο Δικτύου) να αντιλαμβάνεται το φυσικό μέσο μετάδοσης σαν μια γραμμή μεταφοράς απαλλαγμένη από σφάλματα. Το επίπεδο αυτό χωρίζεται σε δύο υπο-επίπεδα:

- Το υπο-επίπεδο **Ελέγχου Πρόσβασης στο Μέσο** (Media Access Control – MAC) που καθορίζει τον τρόπο και το χρόνο κατά τον οποίο ο υπολογιστής αποκτά πρόσβαση στο μέσο προκειμένου να μεταδώσει δεδομένα.
- Το υπο-επίπεδο **Ελέγχου Λογικής Γραμμής** (Logical Link Control - LLC) που είναι υπεύθυνο για θέματα συγχρονισμού της μετάδοσης, ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών και ελέγχου ροής.

Γενικά οι λειτουργίες που επιτελεί το επίπεδο αυτό είναι οι ακόλουθες:

- Τεμαχισμός των προς μετάδοση δεδομένων και συσκευασία τους σε ενότητες που ονομάζονται *πλαίσια δεδομένων (frames)*. Σε αυτά περιλαμβάνονται επιπλέον δυαδικά ψηφία στην αρχή που αποτελούν την επικεφαλίδα (*header*) και στο τέλος που αποτελούν την ουρά (*tail*) κάθε πλαισίου.
- *Μετάδοση των πλαισίων και επεξεργασία των πλαισίων* της απόκρισης που ο δέκτης στέλνει στον πομπό.
- Ανίχνευση και διόρθωση των *σφαλμάτων* μετάδοσης (πχ λόγω ύπαρξης θορύβου στην γραμμή επικοινωνίας) των πλαισίων. Ο έλεγχος αυτός γίνεται με τη χρήση πλεοναζόντων δυαδικών ψηφίων που τοποθετούνται στην επικεφαλίδα ή την ουρά του κάθε πλαισίου.
- *Ρύθμιση του ρυθμού μετάδοσης* (έλεγχος ροής) έτσι ώστε ένας αργός δέκτης να μην κατακλύζεται με δεδομένα από έναν γρήγορο πομπό.

Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι, με βάση τους διαφορετικούς τρόπους χειρισμού των σφαλμάτων μεταφοράς και της ροής δεδομένων, το Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων μπορεί να προσφέρει περισσότερες από μία υπηρεσίες στο Επίπεδο Δικτύου, η καθεμία με διαφορετική ποιότητα και τιμή.

Τέλος, στην περίπτωση που το φυσικό μέσο μετάδοσης υποστηρίζει κάποιο δικό του σχήμα διευθυνσιοδότησης, όπως συμβαίνει π.χ. με το Ethernet, τότε αυτό υλοποιείται στο Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων με την προσθήκη στο πλαίσιο δεδομένων της φυσικής διεύθυνσης του αποστολέα και του παραλήπτη. Με τον όρο «φυσική» διεύθυνση ενός κόμβου εννοούμε τη διεύθυνση της αντίστοιχης μονάδας προσπέλασης του φυσικού μέσου μετάδοσης πάνω από το οποίο υλοποιείται το δίκτυο (κάρτα δικτύου). Η φυσική αυτή διεύθυνση είναι εγγεγραμμένη στη μνήμη ROM της κάρτας δικτύου και είναι μοναδική για κάθε συσκευή προσπέλασης του φυσικού μέσου για το οποίο κατασκευάζεται.

3.3.3 Το Επίπεδο Δικτύου (Network Layer)

Το επίπεδο δικτύου δέχεται δεδομένα από το επίπεδο μεταφοράς, τα χωρίζει σε ενότητες σταθερού ή μεταβλητού μεγέθους που ονομάζονται πακέτα (*packets* ή *datagrams*) και τα προωθεί στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων. Είναι το επίπεδο που είναι υπεύθυνο για τη διευθυνσιοδότηση και τη δρομολόγηση των δεδομένων στον προορισμό τους.

Οι βασικές λειτουργίες του επιπέδου είναι οι εξής:

- Η *διευθυνσιοδότηση*, δηλ. όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως η αντιστοίχιση μιας μοναδικής διεύθυνσης σε κάθε κόμβο του δικτύου.
- Η *δρομολόγηση*, δηλ. η εύρεση της διαδρομής που θα πρέπει να ακολουθήσουν τα πακέτα από τον αποστολέα στον παραλήπτη.
- Η *αποφυγή κυκλοφοριακής συμφόρησης (congestion)* σε κάποιο τμήμα του δικτύου που συνήθως προκαλείται όταν υπερβολικά μεγάλος αριθμός πακέτων προσπαθούν να διέλθουν από την ίδια διαδρομή.

3.3.4 Το Επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer)

Στο Επίπεδο Μεταφοράς υλοποιείται το κανάλι επικοινωνίας μεταξύ των τερματικών κόμβων, μέσω του οποίου θα μεταβιβάζονται αξιόπιστα τα μηνύματά τους.

Η βασική λειτουργία του επιπέδου αυτού είναι η παραλαβή των δεδομένων από το επίπεδο συνόδου (μηνύματα), ο τεμαχισμός τους, αν χρειάζεται, σε μικρότερα κομμάτια που ονομάζονται *τμήματα (segments)* και η προώθησή τους στο επίπεδο δικτύου.

Αναλυτικότερα:

- Εγκαθιστά και διαχειρίζεται συνδέσεις δικτύου για κάθε ξεχωριστή μεταφορά δεδομένων από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο. Σε περίπτωση που ο όγκος των δεδομένων που πρόκειται να μεταφερθούν είναι πολύ μεγάλος, μπορούν να δημιουργηθούν και περισσότερες από μία συνδέσεις για κάθε μεταφορά.
- Φροντίζει για την μετάδοση των τμημάτων μέσω του δικτύου και την τοποθέτησή τους στη σωστή σειρά στην πλευρά του παραλήπτη.
- Επιλέγει το είδος των συνδέσεων που θα δημιουργηθούν. Συνήθως δημιουργεί αξιόπιστες συνδέσεις, με την έννοια ότι φροντίζει για την εξάλειψη των σφαλμάτων που ενδέχεται να δημιουργηθούν κατά τη μεταφορά. Αν όμως η ταχύτητα της σύνδεσης είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας και η πιθανή ύπαρξη κάποιων λαθών είναι αποδεκτή (όπως π.χ. στην περίπτωση μετάδοσης ήχου, ή βίντεο σε πραγματικό χρόνο) μπορεί να δημιουργήσει και συνδέσεις που δεν εξασφαλίζουν την αξιόπιστη μετάδοση των δεδομένων, αλλά είναι πιο γρήγορες.
- Υλοποιεί έλεγχο ροής δεδομένων.
- Παρέχει τη ζητούμενη ποιότητα υπηρεσίας στο επίπεδο συνόδου (π.χ. προτεραιότητα, μέγιστη αποδεκτή καθυστέρηση, επίπεδο ασφάλειας, μέγιστο αποδεκτό ρυθμό λαθών).

Είναι το τελευταίο επίπεδο (ξεκινώντας από την κορυφή της ιεραρχίας) που υποστηρίζει την από άκρο σε άκρο συνομιλία με το αντίστοιχο επίπεδο του παραλήπτη. Όλα τα κάτω από αυτό στρώματα επικοινωνούν και με τους ενδιάμεσους κόμβους που προωθούν τα δεδομένα στον προορισμό τους.

Επειδή σε αυτό το επίπεδο ελέγχεται η από άκρο σε άκρο επικοινωνία, το Επίπεδο Μεταφοράς (και όλα τα ανώτερα από αυτό επίπεδα) υλοποιείται μόνο στους τερματικούς και όχι στους ενδιάμεσους κόμβους.

3.3.5 Το Επίπεδο Συνόδου (Session Layer)

Το Επίπεδο Συνόδου επιτρέπει σε δύο εφαρμογές, που εκτελούνται σε διαφορετικούς υπολογιστές να συνομιλούν μεταξύ τους με τη δημιουργία, τη χρήση και τον τερματισμό μιας ειδικής σύνδεσης που ονομάζεται **σύνοδος (session)**. Χειρίζεται θέματα όπως:

- Τη δημιουργία, εγκατάσταση και τερματισμό μιας συνόδου.
- Τον καθορισμό της σειράς με την οποία επικοινωνούν οι εφαρμογές στην περίπτωση που δεν είναι δυνατή η πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία.
- Την αναγνώριση και σύνδεση χρηστών σε ένα απομακρυσμένο σύστημα.
- Τη δυνατότητα εισαγωγής *σημείων ελέγχου (checkpoints)* σε μία μετάδοση έτσι ώστε αν αυτή για κάποιο λόγο διακοπεί, να μην είναι απαραίτητη η επαναμετάδοση όλων των δεδομένων από την αρχή, αλλά μόνο από το τελευταίο σημείο ελέγχου.
- Την επαναφορά μιας σύνδεσης που διακόπηκε σε ομαλή κατάσταση για την αποκατάσταση της επικοινωνίας.

3.3.6 Το Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer)

Όλα τα υπολογιστικά συστήματα δεν κωδικοποιούν τα δεδομένα με τον ίδιο τρόπο. Ένας χαρακτήρας π.χ. μπορεί σε έναν υπολογιστή να αποθηκεύεται με κωδικοποίηση ASCII και σε έναν άλλο με Unicode. Ένας αρνητικός αριθμός μπορεί σε ένα σύστημα να αναπαρίσταται σαν συ-

μπλήρωμα ως προς 1, ενώ σε ένα άλλο σαν συμπλήρωμα ως προς 2 (δείτε: https://el.wikipedia.org/wiki/Διαδικό_σύστημα). Το ίδιο μπορεί να συμβαίνει με ακέραιους αριθμούς, με ημερομηνίες και άλλα δεδομένα.

Η κύρια εργασία του επιπέδου παρουσίασης είναι να μετατρέπει τα δεδομένα από τη μορφή που υποστηρίζει ένα σύστημα σε αυτή που καταλαβαίνει ένα άλλο, έτσι ώστε οι εφαρμογές να λαμβάνουν πάντα τα δεδομένα στην μορφή που αναγνωρίζουν.

Άλλες εργασίες που μπορούν να γίνουν σε αυτό το επίπεδο είναι η συμπίεση και η αποσυμπίεση των δεδομένων με σκοπό τον περιορισμό του εύρους ζώνης που θα χρειαστεί για τη μετάδοσή τους, καθώς και η κρυπτογράφηση των δεδομένων που σαν σκοπό έχει την διασφάλιση του απόρρητου των μεταδιδόμενων πληροφοριών.

3.3.7 Το Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer)

Το Επίπεδο Εφαρμογής είναι το ανώτερο επίπεδο στην ιεραρχία επιπέδων του Ο.Σ.Ι. και αυτό που βρίσκεται πιο κοντά στο χρήστη. Είναι το επίπεδο που παρέχει τις υπηρεσίες που θα χρησιμοποιήσουν οι εφαρμογές που χρειάζονται επικοινωνία στο δίκτυο. Το επίπεδο αυτό είναι υπεύθυνο για τη δημιουργία των δεδομένων από την εφαρμογή ή την είσοδο των εισερχόμενων δεδομένων στην εφαρμογή. Εδώ γίνεται ο προσδιορισμός του πρωτοκόλλου στο οποίο αναφέρονται οι εφαρμογές και η δημιουργία των κατάλληλων μηνυμάτων, για να διαπιστωθεί αν είναι διαθέσιμη η αντίστοιχη εφαρμογή από την άλλη πλευρά του δικτύου.

Στο επίπεδο εφαρμογής, μεταξύ άλλων, ανήκουν πρωτόκολλα για:

- το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail),
- τη μεταφορά αρχείων (file transfer, ftp),
- την πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων (data base access),
- την σύνδεση σε απομακρυσμένους σταθμούς εργασίας (remote login).

3.4. Κατηγορίες Δικτύων

Τα δίκτυα υπολογιστών μπορούν να διαχωριστούν σε πολλές κατηγορίες με βάση ορισμένα χαρακτηριστικά τους. Αν και τα χαρακτηριστικά αυτά γενικά ποικίλλουν από δίκτυο σε δίκτυο, πολλά από αυτά μπορούν να υπάρχουν αυτόνομα, ή σε συνδυασμό με άλλα, προκειμένου να γίνει κάποιας μορφής ταξινόμηση. Μιλώντας γενικά, τα δίκτυα υπολογιστών μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τα ακόλουθα κριτήρια.

3.4.1 Δίκτυα με βάση την γεωγραφική κατανομή

Τοπικά Δίκτυα (Local Area Networks – LAN): Είναι τα μικρότερα σε έκταση δίκτυα, αφού προορίζονται να καλύψουν αποστάσεις από μερικές δεκάδες μέτρα μέχρι περίπου 100 χιλιόμετρα. Χρησιμοποιούνται συνήθως για την υλοποίηση δικτύων που καλύπτουν ένα ή περισσότερα (γεγονικά) κτίρια, όπως π.χ. τα γραφεία μιας επιχείρησης ή τα κτίρια ενός εκπαιδευτικού οργανισμού. Χαρακτηριστικό τους είναι ότι στη συντριπτική τους πλειοψηφία είναι ιδιόκτητα, δηλ. ο οργανισμός που τα χρησιμοποιεί έχει στην κατοχή του και το υλικό από το οποίο αποτελούνται, επιτυγχάνουν δε τις μεγαλύτερες ταχύτητες που μπορούν φτάσουν ρυθμούς μετάδοσης της τάξης των Gbps, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζουν και το μικρότερο αριθμό σφαλμάτων μετάδοσης.

Σε αυτού του είδους τα δίκτυα οι κόμβοι συνήθως συνδέονται πάνω στο ίδιο κοινό μέσο μετάδοσης, ενώ υπάρχουν μηχανισμοί που καθορίζουν το πότε ένας κόμβος μπορεί να αποκτήσει σε αυτό πρόσβαση για να μεταδώσει πληροφορίες. Η μέθοδος αυτή περιγράφεται σαν *Πολλαπλή Πρόσβαση στο Μέσο (Multiple Access)*.

Πλεονεκτήματα των τοπικών δικτύων:

- Μικρό κόστος ανά χρήστη. Μια ακριβή περιφερειακή συσκευή (π.χ. ένας εκτυπωτής laser) ή προγράμματα εφαρμογών αποτελούν διαμοιραζόμενους πόρους και χρησιμοποιούνται από όλους τους χρήστες.
- Μεγάλη ταχύτητα μεταφοράς πληροφοριών.
- Επεκτασιμότητα.
- Υψηλό επίπεδο παρεχόμενων υπηρεσιών στους χρήστες του δικτύου.
- Συμβατότητα με συσκευές κατασκευασμένες με συγκεκριμένα πρότυπα.



Σχ. 3.6. Τοπικό δίκτυο (LAN)

Μητροπολιτικά Δίκτυα (Metropolitan Area Networks, MAN): Τα δίκτυα αυτά καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις από τα τοπικά δίκτυα, που μπορούν να φτάσουν και την έκταση μιας μεγάλης πόλης. Στηρίζονται στις τεχνολογίες των τοπικών δικτύων, με βελτιστοποιήσεις των μεθόδων ελέγχου πρόσβασης στο μέσο, έτσι ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Σχεδόν πάντα στα δίκτυα αυτά χρησιμοποιούνται οπτικές ίνες που έχουν την ικανότητα να μεταδίδουν δεδομένα σε μεγάλες αποστάσεις και με υψηλές ταχύτητες.



Σχ. 3.7 Μητροπολιτικό δίκτυο (MAN)

Δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks, WAN): Εκτείνονται σε μεγάλες αποστάσεις που ξεκινούν από τα 200 km και μπορούν να καλύψουν ολόκληρο τον κόσμο, όπως συμβαίνει π.χ. με το Διαδίκτυο. Μπορούν σε αυτά να συνδέονται τοπικά και μητροπολιτικά δίκτυα και έχουν τη

δυνατότητα να υποστηρίξουν πολλά εκατομμύρια χρήστες. Χρησιμοποιούν συνήθως συνδέσεις σημείου-προς-σημείο (point-to-point) και η βασική τεχνική μετάδοσης δεδομένων είναι αυτή της Αποθήκευσης και Προώθησης (Store and Forward).



Σχ. 3.8. Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (WAN)

3.4.2 Δίκτυα με βάση τα μέσα μετάδοσης

Ενσύρματα Δίκτυα (wire networks): Στα δίκτυα αυτά οι κόμβοι συνδέονται καλώδια, τα οποία μπορεί να είναι συνεστραμμένων ζευγών (twisted pair), ομοαξονικά (coaxial) ή οπτικές ίνες (fiber optics). Επιτυγχάνουν, ανάλογα και με το μέσο μετάδοσης που χρησιμοποιείται, συγκριτικά υψηλότερες ταχύτητες σε σχέση με τα ασύρματα δίκτυα, θεωρούνται πιο ασφαλή, καθώς η υποκλοπή δεδομένων από αυτά είναι πιο δύσκολη, ενώ ταυτόχρονα είναι και λιγότερο ευαίσθητα σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.



Σχ. 3.9. Ενσύρματα Δίκτυα (wire networks)

Ασύρματα Δίκτυα (wireless networks): Εκμεταλλεύονται το γεγονός ότι η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να διαδοθεί στο κενό, οπότε εξαλείφεται η ανάγκη για την ύπαρξη ενός φυσικού μέσου μετάδοσης, που ούτως ή άλλως μπορεί να μην είναι εύκολο να εγκατασταθεί, π.χ. σε δυσπρόσιτα σημεία. Περιλαμβάνουν επίγειες και δορυφορικές επικοινωνίες και με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι ταχύτητές τους έχουν αυξηθεί σημαντικά. Ωστόσο είναι λιγότερο ασφαλή από τα καλωδιακά μέσα αφού οποιοσδήποτε μπορεί, με κατάλληλο εξοπλισμό, να συλλάβει το σήμα που εκπέμπουν. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούν ειδικές τεχνικές κρυπτογράφησης προκειμένου να εξασφαλισθεί το απόρρητο των πληροφοριών που μεταδίδονται. Είναι επίσης

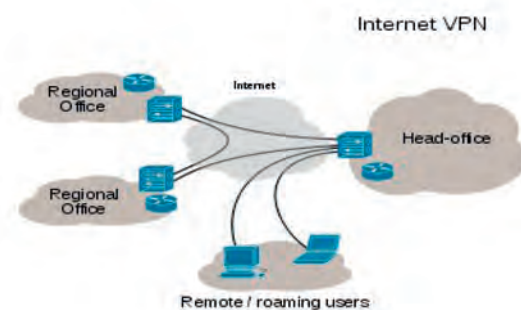
περισσότερο ευαίσθητα σε θόρυβο και ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και για το λόγο αυτό ακατάλληλα για χρήση σε επιβαρυμένα από θόρυβο περιβάλλοντα (π.χ. εργοστάσια με βαριά μηχανήματα).



Σχ. 3.10. Ασύρματα Δίκτυα

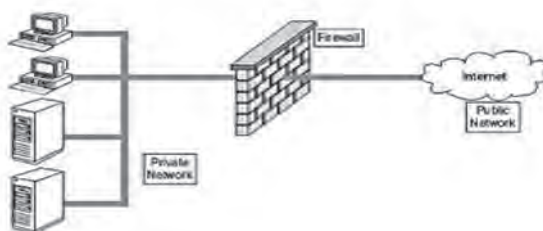
Με βάση τον τηλεπικοινωνιακό φορέα εξυπηρέτησης διακρίνονται σε:

Ιδιωτικά δίκτυα (Private Networks): Ανήκουν αποκλειστικά σε ιδιωτικούς οργανισμούς, δηλ. οι οργανισμοί αυτοί έχουν στην κατοχή τους και τους κόμβους αλλά και την υποδομή (infrastructure) του δικτύου. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ειδικά όταν χρειάζεται να καλυφθούν μεγάλες αποστάσεις, μπορούν να χρησιμοποιούν μισθωμένες αποκλειστικές γραμμές επικοινωνίας δημόσιων τηλεπικοινωνιακών φορέων (leased lines) χωρίς όμως να τις μοιράζονται με άλλους χρήστες. Τα περισσότερα τοπικά και μητροπολιτικά δίκτυα εντάσσονται σε αυτήν την κατηγορία.



Σχ. 3.11 Ιδιωτικά Δίκτυα

Δημόσια δίκτυα (Public Networks): Όταν οι αποστάσεις που πρέπει να καλυφθούν είναι μεγάλες, είναι αδύνατο, λόγω του απαγορευτικά υψηλού κόστους, για μια εταιρία ή οργανισμό να έχει στην κατοχή της την επικοινωνιακή υποδομή του δικτύου. Στις περιπτώσεις αυτές είναι απαραίτητη η από κοινού χρήση με άλλους των μέσων μετάδοσης και του επικοινωνιακού εξοπλισμού που έχει δημιουργήσει ένας ή περισσότεροι εξειδικευμένοι φορείς. Όπως συμβαίνει και με τα ασύρματα δίκτυα, όταν μεταδίδονται μέσα από ένα Δημόσιο δίκτυο ευαίσθητες πληροφορίες θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί κάποιου είδους κρυπτογράφηση.

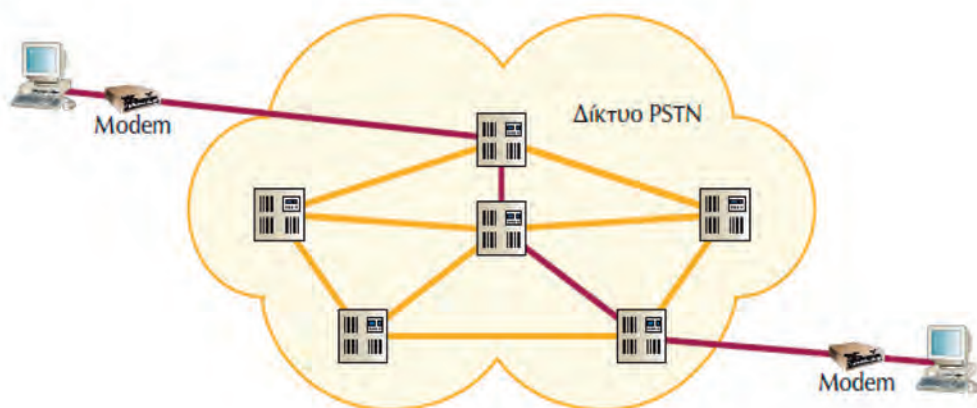


Σχ. 3.12. Δημόσιο Δίκτυο

3.4.3 Δίκτυα με βάση τις τεχνικές πρόσβασης

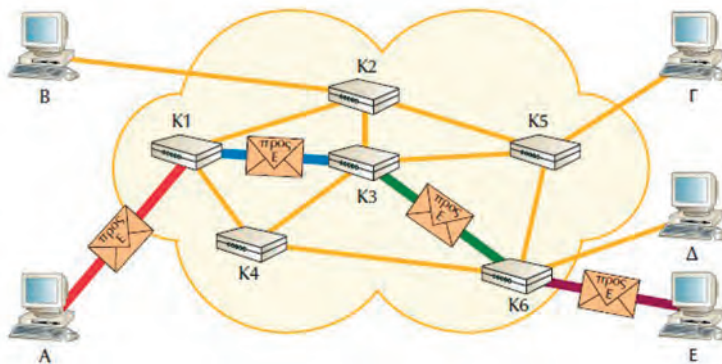
Με βάση τις τεχνικές πρόσβασης τα δίκτυα διακρίνονται στις εξής κατηγορίες (Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με τις μεθόδους μεταγωγής ανατρέξτε στην παράγραφο 2.6).

3.4.3.1 Δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος (circuit switching networks). Στα δίκτυα αυτά, η μετάδοση των πακέτων είναι εφικτή μόνο μετά την εγκατάσταση μιας φυσικής σύνδεσης κυκλώματος μεταξύ δύο κόμβων, η οποία διατηρείται για όσο χρόνο διαρκεί η μεταφορά δεδομένων, όπως συμβαίνει στο τηλεφωνικό δίκτυο. Η επικοινωνία δύο υπολογιστών μέσω modem, χρησιμοποιεί αυτήν την τεχνική.



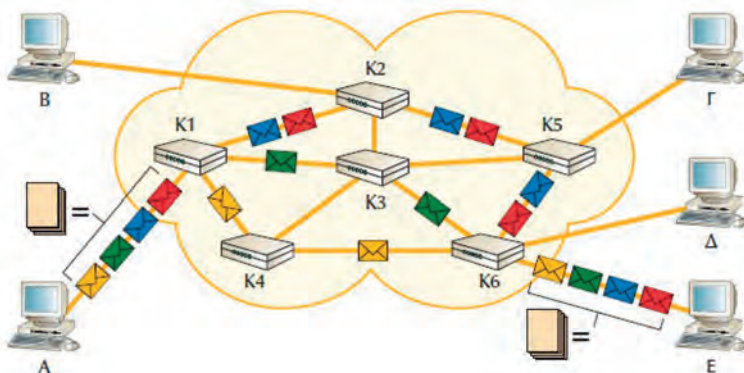
Σχ. 3.13. Μεταγωγή Κυκλώματος

3.4.3.2 Δίκτυα μεταγωγής μηνύματος (message switching networks). Στα δίκτυα αυτά τα δεδομένα αποστέλλονται σαν ένα μήνυμα (χωρίς να χωρίζονται σε μικρότερες ενότητες) και το δίκτυο μεταφέρει το μήνυμα, από τον ένα κόμβο στον άλλο, μέχρι να φτάσει στον προορισμό του. Δεν χρειάζεται να εγκατασταθεί σύνδεση, που σημαίνει ότι η επικοινωνία ξεκινά ταχύτερα, όμως σε περίπτωση λάθους θα πρέπει όλα τα δεδομένα να μεταφερθούν ξανά, σπαταλώντας χρόνο και εύρος ζώνης. Έτσι τα δίκτυα αυτά εξυπηρετούν καλύτερα όταν τα μηνύματα είναι μικρού σχετικά μεγέθους.

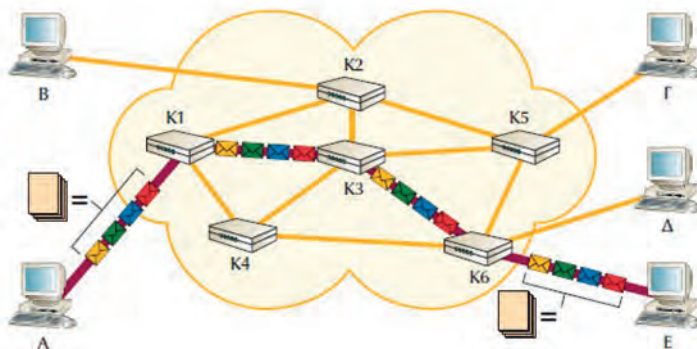


Σχ. 3.14. Μεταγωγή Μηνύματος.

3.4.3.3 Δίκτυα μεταγωγής πακέτου (packet switching networks). Στα δίκτυα αυτά, δεδομένα χωρίζονται σε μικρότερες ενότητες που ονομάζονται πακέτα και προωθούνται στον προορισμό τους από τους επικοινωνιακούς κόμβους του δικτύου. Ανάλογα αν το κάθε πακέτο μπορεί να ακολουθήσει διαφορετική διαδρομή ή όλα τα πακέτα ακολουθούν την ίδια διαδρομή (που αποφασίζεται κατά την έναρξη της μετάδοσης) μιλάμε για **δίκτυα μεταγωγής αυτοδύναμου πακέτου**, ή **δίκτυα μεταγωγής νοητού κυκλώματος**.



Σχ. 3.14. Δίκτυο Μεταγωγής Αυτοδύναμου Πακέτου.



Σχ. 3.15. Δίκτυο Μεταγωγής Νοητού Κυκλώματος.

3.5. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 3

Την τελευταία δεκαετία η ανάπτυξη των δικτύων ξεπέρασε κάθε προσδοκία. Οι απαιτήσεις για νέες και καλύτερες υπηρεσίες, σε συνδυασμό με τη δυσκολία σχεδίασης και υλοποίησης δικτυακού εξοπλισμού, οδήγησαν τον χώρο στην ανάπτυξη προτύπων, πρωτοκόλλων και μοντέλων αρχιτεκτονικής δικτύου.

Ένα δίκτυο υπολογιστών, αποτελείται από δύο ή περισσότερους υπολογιστές, καθώς και άλλες συσκευές, (όπως εκτυπωτές, εξωτερικούς σκληρούς δίσκους, modems, routers κ.ά.), που συνδέονται μεταξύ τους έτσι ώστε να μπορούν να επικοινωνούν και ως εκ τούτου να ανταλλάσσουν εντολές, να διαμοιράζονται δεδομένα, υλικό (hardware) και άλλους πόρους.

Τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου ηλεκτρονικών υπολογιστών, περιλαμβάνουν τόσο το υλικό (hardware) που συμμετέχει στο δίκτυο (και πιο συγκεκριμένα τους κόμβους επικοινωνίας, τα μέσα μετάδοσης και τις συσκευές διασύνδεσης), όσο και το λογισμικό (software) που επιτρέπει τη λειτουργία του δικτύου, και που συνήθως περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα δικτύου εφοδιασμένο με τα κατάλληλα πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Πρωτόκολλο επικοινωνίας ορίζεται ένα σύνολο συμβάσεων - κανόνων συμφωνημένων και από τα δύο επικοινωνούντα μέρη, που εξυπηρετούν τη μεταξύ τους ανταλλαγή πληροφοριών. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας δηλαδή, είναι μια δέσμη κανόνων στους οποίους στηρίζεται η επικοινωνία των συσκευών (συνήθως, αλλά όχι πάντα υπολογιστών) σε ένα δίκτυο.

Η αρχιτεκτονική των δικτύων καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο οι υπολογιστές και οι λοιπές συσκευές συνδέονται μεταξύ τους, για να σχηματίσουν ένα σύστημα επικοινωνίας που θα επιτρέπει στους χρήστες να διαμοιράζονται πληροφορίες και συσκευές του δικτύου. Η αρχιτεκτονική ενός δικτύου είναι ένα σύνολο από επίπεδα ή στρώματα και πρωτόκολλα. Για την επικοινωνία μεταξύ των επιπέδων υπάρχει μια διεπαφή (interface). Η διεπαφή φροντίζει ώστε οι υπηρεσίες του ενός επιπέδου να παραδίδονται στο ανώτερό του (και το αντίστροφο).

Το μοντέλο O.S.I. αποτελεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο κινούνται οι λεπτομερείς πλέον τυποποιήσεις, για την επίλυση των επιμέρους προβλημάτων που εμφανίζονται στις επικοινωνίες υπολογιστών. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται ο ακριβής προσδιορισμός της αρχιτεκτονικής και του πρωτοκόλλου επικοινωνίας υπολογιστικών συστημάτων, με αποτέλεσμα διαφορετικά υπολογιστικά συστήματα του εμπορίου να μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους. Το μοντέλο O.S.I. όπως ήδη αναφέραμε αποτελείται από επτά ιεραρχικά επίπεδα, τα οποία καλύπτουν διάφορες δικτυακές λειτουργίες, εξοπλισμό και πρωτόκολλα.

Οι τρεις βασικές κατηγοριοποιήσεις των δικτύων γίνονται με βάση τα κριτήρια της γεωγραφικής κατανομής και διακρίνονται σε τοπικά, ευρείας περιοχής και μητροπολιτικά, με βάση το μέσο μετάδοσης και διακρίνονται σε ενσύρματα και ασύρματα και τέλος με βάση τις τεχνικές πρόσβασης, όπως η μεταγωγή κυκλώματος, η μεταγωγή πακέτου και η μεταγωγή μηνύματος.

3.6. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 3

1. Να δώσετε τον ορισμό του δικτύου υπολογιστών.
2. Αναφέρετε τα βασικά δομικά στοιχεία ενός δικτύου ηλεκτρονικών υπολογιστών, όσον αφορά το υλικό (hardware). Εντοπίστε τουλάχιστον 4 από αυτά τα δομικά στοιχεία στο Σχολικό Εργαστήριο Η/Υ.
3. Αναφέρετε τα δύο σημαντικότερα πλεονεκτήματα της χρήσης των δικτύων. Δικαιολογήστε την απάντησή σας.
4. Δώστε έναν ορισμό για τα πρωτόκολλα επικοινωνίας και αναφέρετε ένα παράδειγμα πρωτοκόλλου σε χώρους έξω από τα δίκτυα υπολογιστών.
5. Να δώσετε τον ορισμό της αρχιτεκτονικής δικτύου.
6. Ποια τα πλεονεκτήματα της στρωματοποιημένης αρχιτεκτονικής δικτύου;
7. Ποια η διαφορά μεταξύ του ελέγχου λαθών και ελέγχου ροής κατά την διάρκεια σχεδίασης της αρχιτεκτονικής ενός δικτύου υπολογιστών;

8. Συμπληρώστε το κενό

Το μοντέλο αναφοράς Ο.Σ.Ι. είναι μια αρχιτεκτονική δικτύου επιπέδων.

9. Επιλέξτε την σωστή απάντηση.

Στο μοντέλο αναφοράς Ο.Σ.Ι. η επικοινωνία γίνεται:

- I. Μεταξύ δυο οποιωνδήποτε επιπέδων
- II. Κατακόρυφα μεταξύ γειτονικών επιπέδων
- III. Οριζόντια μεταξύ των ομότιμων επιπέδων των σταθμών που επικοινωνούν

1. Ποιες οι βασικές λειτουργίες του επιπέδου δικτύου στο μοντέλο αναφοράς Ο.Σ.Ι.;
2. Ποιο είναι το χαμηλότερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής Ο.Σ.Ι. το οποίο ασχολείται με την από άκρου σε άκρο επικοινωνία;
3. Αναφέρετε τα βασικά χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν τα τοπικά δίκτυα από τα δίκτυα ευρείας περιοχής.
4. Σε τι κατηγορίες διακρίνονται τα δίκτυα υπολογιστών με βάση τις τεχνικές πρόσβασης;
5. Να γίνει επίσκεψη σε υπερσυνδέσμους με βίντεο που παρουσιάζουν οπτικοποιημένα το μοντέλο αναφοράς Ο.Σ.Ι.
6. Παιχνίδι ρόλων: Προσομοίωση των Επιπέδων ενός Δικτύου. Στη δραστηριότητα αυτή θα δούμε πως λειτουργεί η επικοινωνία σε ένα δίκτυο μέσω της στοίβας των επιπέδων της αρχιτεκτονικής του.
 - Ακολουθώντας τις οδηγίες του καθηγητή σας θα χωριστείτε σε δύο ομάδες (Α και Β). Οι μαθητές κάθε ομάδας θα υλοποιήσουν τα επίπεδα της αρχιτεκτονικής δικτύου των κόμβων Α και Β που θέλουν να επικοινωνήσουν.
 - Οι ομάδες θα πρέπει να καθίσουν απέναντι η μία από την άλλη και σε κάποια απόσταση μεταξύ τους. Τα μέλη κάθε ομάδας θα χωριστούν σε τέσσερις υπο-ομάδες (Α1, Α2, Α3, Α4, Β1, Β2, Β3, Β4) που θα αντιπροσωπεύουν το κάθε ένα από τα τέσσερα επίπεδα της αρχιτεκτονικής. Τα μέλη των υπο-ομάδων θα καθίσουν απέναντι ακριβώς από τα μέλη της αντίστοιχης υπο-ομάδας του άλλου κόμβου και σε διακριτή απόσταση από την υπο-ομάδα που αντιπροσωπεύει το προηγούμενο και το επόμενο επίπεδο.

- Για να αναγνωρίζονται εύκολα τα μέλη κάθε υποομάδας μπορούν να στερεώσουν στα ρούχα τους ένα καρτελάκι με το όνομα της υπο-ομάδας στην οποία ανήκουν, υπόδειγμα του οποίου υπάρχει στο τέλος της δραστηριότητας.
- Θα χρειαστείτε ακόμα λευκές σελίδες χαρτί και έναν φάκελο.

Η ομάδα Α ξεκινά την επικοινωνία και σκοπός της είναι να μεταδώσει έναν ακέραιο αριθμό του δεκαδικού συστήματος στην Β.

- Οι μαθητές της υπο-ομάδας Α (Α1) διαλέγουν έναν αριθμό από το 0 έως το 255 και τον γράφουν σε ένα χαρτί, χωρίς να τον ανακοινώσουν. Στη συνέχεια δίνουν τον αριθμό αυτό στην υπο-ομάδα Α2.
- Η υπο-ομάδα Α2 μετατρέπει τον αριθμό στο δυαδικό σύστημα (π.χ. με κομπιουτεράκι), γράφει το αποτέλεσμα σε ένα άλλο χαρτί και το δίνει στην υπο-ομάδα (Α3)
- Η υπο-ομάδα Α3 παίρνει το χαρτί, το διπλώνει, το βάζει σε φάκελο και το δίνει στην υπο-ομάδα Α4.
- Ένας μαθητής από την υπο-ομάδα Α4 σηκώνεται από τη θέση του και μεταφέρει το φάκελο σε έναν από τα μέλη της υπο-ομάδας Β4.
- Η υπο-ομάδα Β4 παίρνει το φάκελο και τον παραδίδει στην υπο-ομάδα
- Η υπο-ομάδα Β3 ανοίγει το φάκελο, ξεδιπλώνει το χαρτί και το δίνει στην υπο-ομάδα Β2.
- Τα μέλη της υπο-ομάδας Β2 διαβάζουν τον αριθμό, τον μετατρέπουν στο δεκαδικό και γράφουν το αποτέλεσμα σε ένα άλλο χαρτί, το οποίο και παραδίδουν στην υπο-ομάδα Β1.
- Ένα μέλος της Β1 διαβάζει τον αριθμό που έλαβε. Αν όλα πήγαν καλά θα πρέπει να είναι ο αριθμός που διάλεξε η υπο-ομάδα Α1.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας απαντήστε στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Τι υπηρεσίες προσφέρει το επίπεδο 2 στο επίπεδο 1;
- Τι υπηρεσίες ζητά το επίπεδο 2 από το επίπεδο 3;
- Ποια η διεπαφή (ο τρόπος επικοινωνίας) μεταξύ των επιπέδων 3 και 4;
- Αν στο επίπεδο 2 αλλάξουμε τον τρόπο που γίνεται η μετατροπή (π.χ με το χέρι ή από πίνακα μετατροπής) θα έχει επίδραση στη λειτουργία της μετάδοσης;
- Αν στο επίπεδο 4 αλλάξει το μέσο μετάδοσης (π.χ τηλεφωνική γραμμή ή εναέριο με σαΐτα!!!) θα επηρεαστεί η λειτουργία του δικτύου;

A1	B1
A2	B2

A3

B3

A4

B4

3.7. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 3

- **James F. Kurose, Keith W. Ross**, *Computer Networking: A Top-Down Approach*, Μετάφραση Γ. Σαμαράς, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας, Αθήνα 2009.
- **Andrew S. Tanenbaum**, *Computer Networks*, Μετάφραση Κ. Καραϊσκος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2000.
- **Κ. Αρβανίτης, Γ. Κολυβάς, Σ. Ούτσιος**, *Τεχνολογία Δικτύων Επικοινωνιών*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2001.
- **Θ. Γεωργίου, Ι. Κάππος, Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Α. Τζιμογιάννης, Κ. Χαλκιά**, *Πολυμέσα Δίκτυα*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 1999.
- https://en.wikiversity.org/wiki/Basic_computer_network_components (15/07/15, 23:42')
- <http://users.sch.gr/npapaz/lexiko.php?aa=%27564%27> (16/07/15, 01:12')
- <https://sites.google.com/site/eisagogestadiktyaypologiston1/architektonike-diktyou> (16/07/15, 02:45')
- <https://sites.google.com/site/eisagogestadiktyaypologiston1/architektonike-diktyou/montelo-anaphoras-osi> (04/08/15, 10:07')
- <http://dide.flo.sch.gr/Plinet/Tutorials/ComputerNetworks-1-PetalaXristina.pdf>
- [http://www.cnc.uom.gr/services/pdf/section1\(2\).pdf](http://www.cnc.uom.gr/services/pdf/section1(2).pdf) (04/08/15, 11:02')
- http://newtech-pub.com/wp-content/uploads/2013/10/Kef4_lan.pdf (05/08/15, 17:33')
- <http://diktya-epal.wikispaces.com/%CE%91%CE%A1%CE%A7%CE%99%CE%A4%CE%95%CE%9A%CE%A4%CE%9F%CE%9D%CE%9A%CE%97+%26+%CE%A0%CE%A1%CE%A9%CE%A4%CE%9F%CE%9A%CE%9F%CE%9B%CE%9B%CE%91+%CE%94%CE%99%CE%9A%CE%A4%CE%A5%CE%A9%CE%9D> (05/08/15, 18:22')

Τοπικά Δίκτυα Υπολογιστών

Με την ολοκλήρωση της ενότητας οι μαθητές θα μπορούν να:

- Διακρίνουν ένα τοπικό δίκτυο από τα δίκτυα ευρείας περιοχής.
- Ονομάζουν τα χαρακτηριστικά ενός τοπικού δικτύου και τις έννοιες δημόσιο και ιδιωτικό δίκτυο.
- Ξεχωρίζουν τους τύπους των τοπικών δικτύων ανάλογα με το μέσο μετάδοσης.
- Αναπαράγουν τις βασικές τοπολογίες τοπικών δικτύων (Bus, Star, Ring).
- Εμβαθύνουν στην λειτουργία του CSMA/CD μελετώντας το πρότυπο 802.3.
- Εντοπίζουν τις διαφορές μεταξύ Fast Ethernet και Gigabit Ethernet.
- Διατυπώνουν την βασική λειτουργία του προτύπου 802.5 μελετώντας τον τρόπο μετάδοσης του δικτύου Token Ring.
- Εκφράζουν τη λειτουργία της οικογένειας προτύπων 802.11x και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται (πχ MIMO).
- Συγκρίνουν την επικοινωνία Client / Server και ομότιμου δικτύου (peer to peer).

Γενικά:

Στην παρούσα ενότητα θα επικεντρωθούμε στα Τοπικά Δίκτυα Υπολογιστών. Τα τοπικά δίκτυα έχουν πλέον καθολική διάδοση και είναι δύσκολο να βρεθεί καθημερινή δραστηριότητα στην οποία δεν χρησιμοποιούνται. Μετά τους θεμελιώδεις ορισμούς θα αναφερθούμε συνοπτικά στη γενική κατηγοριοποίηση των τοπικών δικτύων και στη συνέχεια θα γνωρίσουμε αναλυτικά τις κυριότερες τοπολογίες και τη γενική δομή των λεγομένων προτύπων Ethernet. Περισσότερο αναλυτικά θα αναφερθούμε στα διαδεδομένα πρότυπα 802.3, 802.5 και 802.11. Η ενότητα θα ολοκληρωθεί με τη συνοπτική παρουσίαση των μεθόδων επικοινωνίας Client / Server και Peer-to-Peer

Η παρούσα ενότητα επιβάλλει παράλληλα με το θεωρητικό τμήμα, μια δέσμη εργαστηριακών δραστηριοτήτων στο Σχολικό Εργαστήριο, απολύτως απαραίτητες για την επαγγελματική εξοικείωση με τα τοπικά δίκτυα.

4.1. Θεμελιώδεις ορισμοί

Ένα δίκτυο υπολογιστών λέγεται τοπικό (Local Area Network, LAN), όταν εκτείνεται σε συγκεκριμένο γεωγραφικό χώρο. Το συνολικό μήκος των καλωδίων του δικτύου δεν ξεπερνά τα 100 χλμ, ενώ πολύ υψηλός είναι και ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων ειδικά αν χρησιμοποιηθούν και οπτικές ίνες.

Χαρακτηριστικά ενός τοπικού δικτύου

Τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά των τοπικών δικτύων είναι ότι :

- Υπάρχουν ενσύρματα (π.χ. ομοαξονικά καλώδια ή ζεύγη συνεστραμμένων καλωδίων) ή ασύρματα μέσα μετάδοσης.
- Μπορούν να παρέχουν τόσο μετάδοση εκπομπής (broadcast), όσο και μετάδοση σημείου προς σημείο (point to point).
- Έχουν πολύ μικρό ρυθμό σφαλμάτων (ο ρυθμός είναι ανάλογος με το μέσο μετάδοσης).
- Μπορούν να είναι εντελώς ιδιόκτητα.

Χρήση των τοπικών δικτύων

Ένα τοπικό δίκτυο υπολογιστών μπορεί να χρησιμοποιηθεί με πάρα πολλούς τρόπους, και για ένα μεγάλο πλήθος διαδικασιών. Το κοινό χαρακτηριστικό όλων αυτών των διαδικασιών είναι ο διαμοιρασμός των πόρων του δικτύου, τόσο σε επίπεδο υλικού όσο και σε επίπεδο λογισμικού, δηλαδή, εγκατεστημένων προγραμμάτων

Οι σημαντικότερες χρήσεις ενός τοπικού δικτύου είναι:

1. **Διαμοιρασμός Υλικού:** Η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν συσκευές όπως εκτυπωτές, σαρωτές ή αποθηκευτικά μέσα από άλλους χρήστες μέσω δικτύου. Απαραίτητη προϋπόθεση για να διαμοιρασθεί μια συσκευή είναι να μπορεί να εγκατασταθεί και να χρησιμοποιηθεί μέσω δικτύου. Με τον διαμοιρασμό υλικού εξοικονομούνται χρήματα, αφού ακριβός εξοπλισμός αγοράζεται μία φορά και χρησιμοποιείται από όλους τους χρήστες του δικτύου
2. **Διαμοιρασμός λογισμικού.** Εδώ σαν παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την εγκατάσταση ενός προγράμματος σε έναν υπολογιστή, μία φορά, και την εκτέλεσή του μέσω του δικτύου, από όλους τους χρήστες ταυτόχρονα. Το κύριο πλεονέκτημα είναι η αναβάθμιση και η διαμόρφωση του προγράμματος, η οποία θα γίνει μόνο μια φορά, δεδομένου ότι το πρόγραμμά μας (πρόγραμμα εξυπηρετητή) είναι εγκατεστημένο σε έναν υπολογιστή. Επίσης, ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα είναι και η μείωση του κόστους προμήθειας και εγκατάστασης του λογισμικού.

3. *Διαμοιρασμός πληροφοριών.* Δίνεται η δυνατότητα τα δεδομένα να είναι αποθηκευμένα σε ένα μέσο αποθήκευσης και να υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησής τους από τους χρήστες του δικτύου. Παράδειγμα διαμοιρασμού δεδομένων είναι οι βάσεις δεδομένων που τα δεδομένα τους αποθηκεύονται σε ένα εξυπηρετητή (server) και όλοι οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες έχουν πρόσβαση μέσω του δικτύου.
4. *Παροχή υπηρεσιών διαδικτύου στους χρήστες.* Χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα του διαδικτύου υπάρχει δυνατότητα παροχής υπηρεσιών όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, πρόσβαση σε αρχεία και πληροφορίες μέσω φυλλομετρητή (web browser), υπηρεσίες μεταφορά αρχείων,).
5. *Δημιουργία ομάδων χρηστών.* Δίνεται η δυνατότητα στους διαχειριστές των τοπικών δικτύων σε επιχειρήσεις ή οργανισμούς να δημιουργούν ομάδες συνεργασίας χρηστών οι οποίοι εκτελούν από κοινού κάποιες εργασίες και έχουν πρόσβαση σε συγκεκριμένους πόρους του δικτύου.
6. *Επεκτείνουν την βάση των σταθμών εργασίας.* Σε ένα τοπικό δίκτυο είναι πολύ εύκολο να επεκταθεί ο αριθμός των σταθμών εργασίας, ειδικά αν έχει υλοποιηθεί δομημένη καλωδίωση όπως θα δούμε και στην ενότητα 5.

4.2. Τοπολογίες και πρότυπα Ethernet.

Τοπολογία δικτύου. Με το όρο τοπολογία αναφερόμαστε στον τρόπο με τον οποίο συνδέονται οι κόμβοι ενός δικτύου. Οι τοπολογίες διακρίνονται σε φυσικές και λογικές. Οι φυσικές τοπολογίες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται οι υπολογιστές χρησιμοποιώντας το μέσο μετάδοσης, ενώ οι λογικές τοπολογίες καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μετάδοση των δεδομένων μεταξύ των κόμβων του δικτύου. Για παράδειγμα στα σύγχρονα δίκτυα Ethernet η φυσική τοπολογία είναι αστέρας, αφού όλοι οι υπολογιστές συνδέονται με ανεξάρτητα καλώδια σε μία κεντρική συσκευή (hub), ενώ η λογική τοπολογία είναι αρτηρίας, αφού η επικοινωνία πραγματοποιείται ωςάν οι υπολογιστές αν ήταν συνδεδεμένοι σε δίκτυο αρτηρίας.

Για τη σωστή υλοποίηση μιας τοπολογίας πρέπει να ληφθούν υπ' όψη παράμετροι όπως ο τύπος της καλωδίωσης ο οποίος καθορίζει την ταχύτητα μετάδοσης και την μέγιστη απόσταση μεταξύ των υπολογιστών, η διάταξη των καλωδίων και οι οδεύσεις τους (διαδρομές) μέσα από τοίχους και ταβάνια, ο τρόπος επικοινωνίας μεταξύ των υπολογιστών καθώς άλλα στοιχεία που επηρεάζουν την λειτουργικότητα και μεγάλο βαθμό στην απόδοση ολόκληρου του δικτύου.

Θα πρέπει να διαχωριστεί η φυσική τοπολογία ενός δικτύου από τη λογική τοπολογία. Η φυσική και η λογική τοπολογία μπορεί να ταυτίζονται μπορεί και όχι. Στο υπόλοιπο λοιπόν της ενότητας θα προσπαθήσουμε να καλύψουμε τις περισσότερες διαδεδομένες περιπτώσεις.

4.2.1. Τοπολογίες Ενσύρματων Τοπικών Δικτύων.

Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται τοπολογίες τοπικών δικτύων στις οποίες το μέσο δικτύωσης είναι καλώδιο (είτε χάλκινο καλώδιο είτε οπτική ίνα). Η παρουσίαση αφορά σε κάθε περίπτωση φυσική τοπολογία.

4.2.1.1 Τοπολογία Διαύλου ή Αρτηρίας (bus)

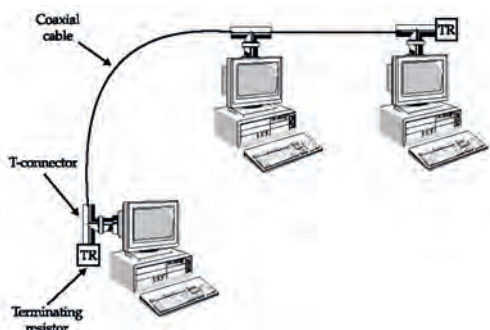
Στην τοπολογία διαύλου όλοι οι υπολογιστές είναι συνδεδεμένοι με τη χρήση ενός καλωδίου στο οποίο έχουν πρόσβαση και χρησιμοποιούν όλοι. Στη βιβλιογραφία η τοπολογία αυτή αναφέρεται και ως γραμμικός δίαυλος (linear bus), επειδή η φυσική σύνδεση των υπολογιστών

είναι σε ευθεία γραμμή. Αποτελεί την πιο απλή μορφή τοπολογίας. Στο σχήμα 4.1 απεικονίζεται ένα τοπικό δίκτυο τοπολογίας διαύλου.



Σχ. 4.1. Σχηματική αναπαράσταση τοπολογίας Διαύλου.

Για την υλοποίηση της φυσικής τοπολογίας διαύλου χρησιμοποιείται ένα καλώδιο στο οποίο έχουν πρόσβαση όλοι οι συνδεδεμένοι υπολογιστές. Στην πραγματικότητα οι υπολογιστές συνδέονται σε σειρά όπου κάθε υπολογιστής συνδέεται με τον επόμενο με τη χρήση ενός ομοαξονικού καλωδίου 50 Ohm (μοιάζει με το καλώδιο που χρησιμοποιείται για σύνδεση της κεραίας με την τηλεόραση). Στην κάρτα δικτύου του υπολογιστή προσαρμόζεται ένας συνδετήρας T (T – connector), ενώ στις άκρες κάθε καλωδίου που συνδέει δύο υπολογιστές μεταξύ τους τοποθετείται ένας συνδετήρας BNC. Στον T συνδετήρα συνδέεται το καλώδιο που έρχεται από τον προηγούμενο στη σειρά υπολογιστή και το καλώδιο που αναχωρεί για τον επόμενο στη σειρά υπολογιστή.



Σχ. 4.2 Σύνδεση υπολογιστών σε τοπολογία διαύλου χρησιμοποιώντας ομοαξονικό καλώδιο

Στο κάθε άκρο του διαύλου, δηλαδή στον T συνδετήρα του πρώτου και τελευταίου στη σειρά υπολογιστή τοποθετείται μια αντίσταση που ονομάζεται τερματική αντίσταση (terminator), η οποία κάνει την απορρόφηση των σημάτων που μεταδίδονται από τους σταθμούς απομακρύνοντάς τα από το δίκτυο.



Εικ. 4.1 (α) Συνδετήρας BNC

(β) Συνδετήρας T (T – connector)

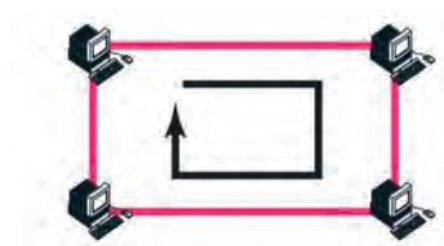
Τα δίκτυα διαύλου είναι μία ενδεδειγμένη επιλογή όταν :

- είναι μικρός ο αριθμός των συνδεδεμένων κόμβων.
- Υπάρχει μικρή κυκλοφορία.

Η φυσική τοπολογία διαύλου με χρήση ενός καλωδίου δεν χρησιμοποιείται πλέον λόγω των σοβαρών μειονεκτημάτων που έχει, όπως το ότι σε περίπτωση που το καλώδιο κοπεί όλο το δίκτυο βγαίνει εκτός λειτουργίας.

4.2.1.2 Τοπολογία Δακτυλίου (ring)

Σε αυτή την τοπολογία, το δίκτυο αποτελείται από ένα σύνολο συνεχόμενων κόμβων με συνδέσεις σημείου προς σημείο με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα κλειστό κύκλωμα-βρόχος. Για υλοποίηση της τοπολογίας πρέπει ο υπολογιστής να είναι εφοδιασμένος με ένα είδος “αναμεταδότη” μέσω του οποίου συνδέεται στον δακτύλιο. Όταν ο αναμεταδότης λάβει ένα πακέτο μέσω του καλωδιακού μέσου διαβάζει τη διεύθυνση του παραλήπτη που υπάρχει μέσα στο πακέτο και εάν τον αφορά, το κρατά και το προωθεί στα ανώτερα επίπεδα του πρωτοκόλλου. Σε κάθε περίπτωση, είτε το πακέτο αφορά τον υπολογιστή, είτε όχι, ο αναμεταδότης, προωθεί το πακέτο στον επόμενο υπολογιστή στη σειρά. Η πληροφορία διαχέεται πάντα με την ίδια κατεύθυνση πάνω στο δακτύλιο, ενώ λόγω της δυνατότητας όλων των κόμβων να έχουν πρόσβαση στο μέσο μετάδοσης από άλλους κόμβους, απαιτείται έλεγχος πρόσβασης στο μέσο (Medium Access Control, MAC), ο οποίος μπορεί να είναι είτε κεντρικός είτε καταναμημένος.



Σχ. 4.3. Σχηματική αναπαράσταση τοπολογίας Δακτυλίου.

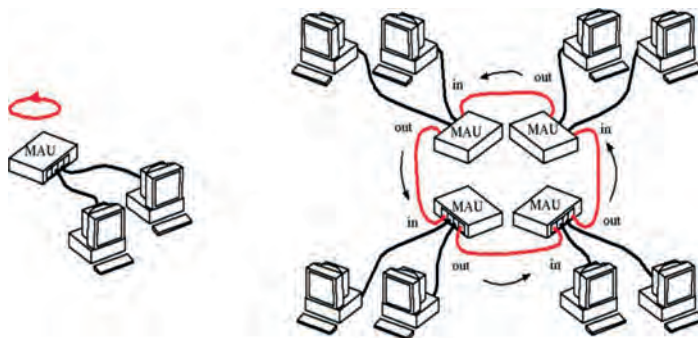
Η τοπολογία δακτυλίου χρησιμοποιείται συνήθως όταν:

- η χωρητικότητα του καναλιού πρέπει να καταναμηθεί ισόποσα σε όλους τους κόμβους του δικτύου.
- χρειάζεται υψηλός ρυθμός μετάδοσης και οι περισσότεροι κόμβοι βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους.
- Απαιτείται η μέση καθυστέρηση να διατηρηθεί εντός αποδεκτών ορίων.
- Μεγάλο πλήθος υπολογιστών πρέπει να συνδεθούν στο δίκτυο

Κάποια χαρακτηριστικά των δικτύων δακτυλίου είναι :

- Ότι υπάρχει σημαντική καθυστέρηση στο χρόνο μετάδοσης ακόμη και όταν υπάρχει μικρή κυκλοφορία.
- Ότι δεν είναι αναλογική με το φορτίο και υπάρχει αύξηση στο μέσο χρόνο καθυστέρησης μετάδοσης.
- Ότι η προσθήκη νέων κόμβων έχει μικρή η καθόλου επιβάρυνση στο διαθέσιμο εύρος ζώνης.

Παραδείγματα τέτοιων τοπολογιών είναι το token ring και το F.D.D.I. Επέκταση της τοπολογίας του δακτυλίου αποτελεί ο διπλός δακτύλιος, με αντίθετες κατευθύνσεις μετάδοσης σε κάθε δακτύλιο.



Σχ. 4.4 Σχηματική αναπαράσταση τοπολογίας token ring

4.2.1.3. Τοπολογία Αστέρα (star)

Η τοπολογία αστέρα είναι μια από τις πιο κοινές τοπολογίες στα δίκτυα υπολογιστών. Στην απλούστερη μορφή του, ένα δίκτυο αστέρα αποτελείται από μια κεντρική συσκευή που μπορεί να είναι μεταγωγέας (switch) ή διανομέας (hub) ή ακόμα και κάποιος υπολογιστής. Η κεντρική συσκευή λειτουργεί ως αναμεταδότης των μηνυμάτων και αποτελεί τον κεντρικό κόμβο, με τον οποίο είναι συνδεδεμένοι όλοι οι άλλοι κόμβοι του δικτύου. Η τοπολογία αστέρα μειώνει τις επιπτώσεις από προβλήματα στο καλωδιακό μέσο (πχ κομμένο καλώδιο), αφού μόνο ο σταθμός του οποίου το καλώδιο έχει πρόβλημα παύει να επικοινωνεί χωρίς να επηρεάζεται το υπόλοιπο δίκτυο το οποίο συνεχίζει να λειτουργεί κανονικά.

Το βασικό μειονέκτημα της τοπολογίας αστέρα είναι ότι σε περίπτωση βλάβης του κεντρικού κόμβου όλο το δίκτυο σταματά να λειτουργεί.

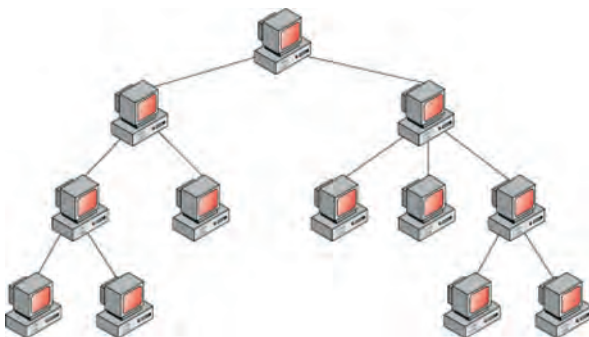


Σχ. 4.5. Σχηματική αναπαράσταση τοπολογίας Αστέρα

4.2.1.4 Τοπολογία Δένδρου (tree)

Η τοπολογία δένδρου αποτελεί συνδυασμό της τοπολογίας διαύλου και αστέρα. Το όνομά της προέρχεται από την μορφή ανεστραμμένου δένδρου που έχει το διάγραμμά της. Στην τοπολογία δένδρου υπάρχει ένας κεντρικός κόμβος που ονομάζεται κεφαλή ή ρίζα στον οποίο συνδέονται κόμβοι του δικτύου και οι οποίοι με την σειρά τους συνδέονται με άλλους κόμβους κ.ο.κ. Οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με καλώδιο το οποίο διακλαδίζεται και δεν έχει κλειστούς βρόχους (Σχ. 4.5.). Η μετάδοση των μηνυμάτων περνά από την κεφαλή η οποία λειτουργεί σαν αναμεταδότης. Έτσι όταν ένας κόμβος στέλνει ένα μήνυμα αυτό λαμβάνεται από την κεφαλή και αναμεταδίδεται στους άμεσα συνδεδεμένους κόμβους και οι οποίοι με τη σειρά το αναμεταδίδουν στους κόμβους στο αμέσως χαμηλότερο επίπεδο, με αποτέλεσμα το μήνυμα να μεταδίδεται σε όλο το δίκτυο.

Η τοπολογία δένδρου έχει όλα τα χαρακτηριστικά της τοπολογίας διαύλου, ενώ το βασικό αδύνατο σημείο της είναι η ύπαρξη της ρίζας η οποία αν παρουσιάσει βλάβη σταματά η λειτουργία όλου του δικτύου



Σχ. 4.6. Σχηματική αναπαράσταση τοπολογίας Δένδρου.

4.2.1.5 Τοπολογία Πλέγματος (mesh)

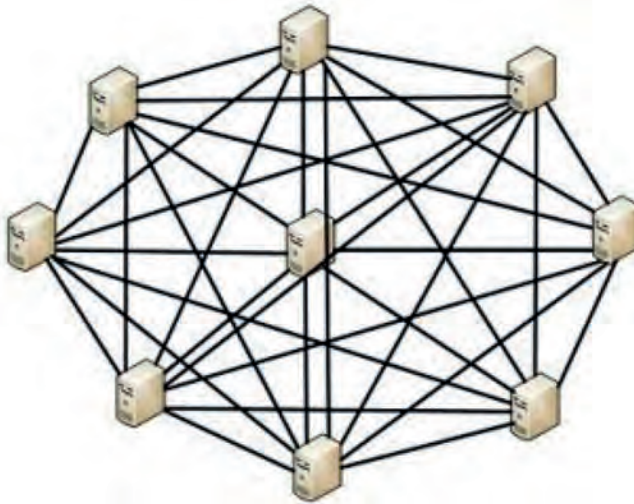
Η τοπολογία πλέγματος είναι η κατ'εξοχήν τοπολογία που χρησιμοποιείται στα δίκτυα ευρείας περιοχής, αλλά και σε τοπικά δίκτυα όπου η αξιοπιστία και η υψηλή απόδοση είναι κρίσιμος παράγοντας. Στη τοπολογία πλέγματος ο κάθε κόμβος είναι και τελική συσκευή και συσκευή προώθησης. Τα δίκτυα πλέγματος είναι εν τη γενέσει τους «αυτοθεραπευόμενα»⁴⁸ και πλεονάζοντα⁴⁹, ότι ακριβώς δηλαδή χρειάζεται για να λειτουργήσουν δίκτυα αυτοματισμού σε βιομηχανίες. Στα δίκτυα πλέγματος, κάθε υπολογιστής του δικτύου συνδέεται με κάθε άλλο, δημιουργώντας μια σύνδεση σημείου προς σημείο μεταξύ κάθε συσκευής στο δίκτυο (σχήμα 4.6). Σκοπός να παρέχεται ένα υψηλό επίπεδο πλεονασμού, ώστε εάν ένα καλώδιο δικτύου αποτύχει, τα δεδομένα να έχουν πάντοτε μια εναλλακτική διαδρομή για να φτάσουν στον προορισμό τους.

Τα πλεονεκτήματα της τοπολογίας πλέγματος είναι:

- Η ύπαρξη πολλαπλών συνδέσεων εξασφαλίζει ότι αν μία διαδρομή είναι αποκλεισμένη, άλλες διαδρομές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επικοινωνία δεδομένων.
- Κάθε σύνδεση μπορεί να έχει το δικό της φορτίο των δεδομένων του, έτσι ώστε το κυκλοφοριακό πρόβλημα εξαλείφεται.
- Εξασφαλίζει την εμπιστευτικότητα και την ασφάλεια των δεδομένων, διότι κάθε μήνυμα ταξιδεύει κατά μήκος μιας “αφοσιωμένης” (dedicated) σύνδεσης.
- Η αντιμετώπιση προβλημάτων αυτής της τοπολογίας είναι ευκολότερη σε σύγκριση με άλλα δίκτυα.
- Η απόδοσή του δικτύου δεν επηρεάζεται με την αύξηση του φόρτου των μεταδιδόμενων δεδομένων.
- Η διάταξη των κόμβων του δικτύου είναι τέτοια ώστε να είναι δυνατή η μετάδοση δεδομένων από έναν κόμβο σε πολλούς άλλους κόμβους ταυτόχρονα.

⁴⁸ Επειδή κάθε φορά οι πίνακες δρομολόγησης δημιουργούνται δυναμικά επιλύονται πολλά προβλήματα κατά τη δρομολόγηση για αυτό και ονομάστηκαν αυτοθεραπευόμενα.

⁴⁹ Με τον όρο πλεονάζοντα εννοούμε ότι κατά τη λειτουργία τους, δημιουργούνται πλεονάζοντα αντίγραφα των προς διακίνηση δεδομένων



Σχ. 4.7. Σχηματική αναπαράσταση Τοπολογίας Πλέγματος.

4.2.2 Τοπολογίες Ασύρματων Τοπικών Δικτύων

Βασικά Στοιχεία: Για την δημιουργία ενός ασυρμάτου τοπικού δικτύου είναι απαραίτητη η ύπαρξη μιας κεντρικής συσκευής η οποία να εκπέμπει και λαμβάνει ηλεκτρομαγνητικά κύματα η οποία ονομάζεται “Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης” καθώς και οι ασύρματοι σταθμοί οι οποίοι είναι οι συσκευές που χρησιμοποιούν οι χρήστες. Γενικά τα βασικά στοιχεία από τα οποία αποτελούνται τα ασύρματα δίκτυα είναι:⁵⁰



Εικ. 4.2. Ασύρματος σταθμός και ασύρματο σημείο πρόσβασης

1. Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point A.P.): Ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης (αναφέρεται επίσης και ως **σταθμός βάσης**) είναι συσκευή επικοινωνίας ειδικού σκοπού που χρησιμοποιείται στα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN). Λειτουργεί σαν ένας κεντρικός πομπός και δέκτης των σημάτων του ασυρμάτου δικτύου. Ένα AP συνδέει τους ασύρματους σταθμούς μεταξύ τους και με το ενσύρματο δίκτυο. Ουσιαστικά λειτουργεί σαν μία γέφυρα ανάμεσα στο ασύρματο και ενσύρματο τοπικό δίκτυο.

⁵⁰ Περισσότερο αναλυτικά στον εξοπλισμό των ασυρμάτων αλλά και των καλωδιακών δικτύων θα αναφερθούμε στην ενότητα 5. (Ενσύρματα και Ασύρματα Δίκτυα)

2. Κόμβοι Διανομής: Η εμβέλεια των APs είναι περιορισμένη και ως εκ τούτου για να επεκταθεί η εμβέλεια του ασύρματου τοπικού χρησιμοποιούνται πολλά APs. Ο σκοπός των κόμβων διανομής είναι να προσφέρουν διασύνδεση μεταξύ των APs και κατ' επέκταση με το εκάστοτε ενσύρματο δίκτυο.

3. Κόμβοι Κορμού: Οι κόμβοι κορμού χρησιμοποιούνται για την διασύνδεση των κόμβων διανομής. Ανάλογα την τοπολογία που χρησιμοποιείται για την σύνδεση των κόμβων κορμού, υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης πολλαπλών συνδέσεων (τοπολογία πλέγματος) ώστε να μειώνεται ο κίνδυνος απώλειας της επαφής.

4. Ασύρματο Μέσο Μετάδοσης (Wireless Medium): Στα ασύρματα τοπικά δίκτυα το μέσο μετάδοσης δεν είναι καλώδια, αλλά ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία μπορεί να είναι ραδιοκύματα (είτε στο φάσμα των ραδιοσυχνοτήτων είτε στο φάσμα των μικροκυμάτων), υπέρυθρες ακτίνες ή ακτίνες λέιζερ (laser).

5. Ασύρματοι Σταθμοί (Stations): Οι ασύρματοι σταθμοί είναι οι συσκευές που χρησιμοποιούν οι χρήστες και συνδέονται στο ασύρματο τοπικό δίκτυο. Οι συσκευές μπορεί να είναι επιτραπέζιοι ή φορητοί υπολογιστές, ταμπλέτες, PDA, έξυπνα κίνητά τηλέφωνα κλπ.

6. Οι Γέφυρες (Bridges): Για την διασύνδεση δύο ή περισσότερων ασύρματων τοπικών δικτύων χρησιμοποιούνται οι γέφυρες παρέχοντας ασύρματη σύνδεση μεταξύ τους.

7. Οι Προσαρμογείς (Interfaces): Στην ουσία πρόκειται για τις κάρτες δικτύου οι οποίες αποτελούν τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στο AP τον ασύρματο σταθμό. Ένας προσαρμογέας για το ασύρματο δίκτυο δεν έχει υποδοχή για καλώδιο όπως οι προσαρμογείς για τα ενσύρματα δίκτυα, αλλά μία κεραία.

8. Οι Κεραίες (Antennas): Οι κεραίες χρησιμεύουν για την μετάδοση και την λήψη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή τους εξαρτάται από το φάσμα συχνοτήτων που χρησιμοποιείται και από το εύρος της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας.

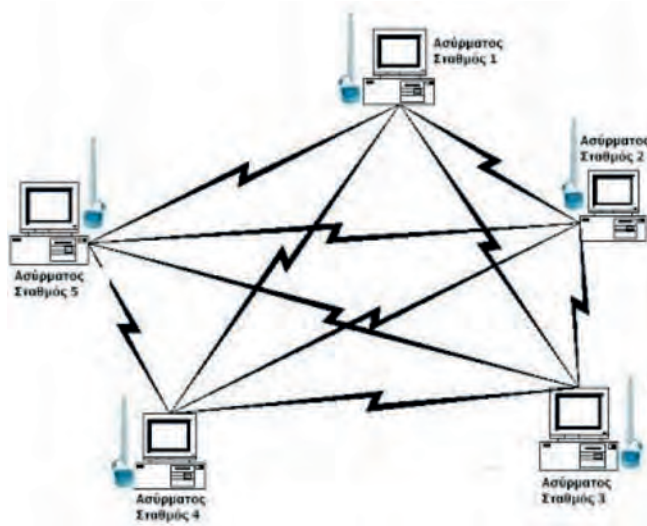
4.2.2.1 Τοπολογίες Ασύρματων Δικτύων

Όταν μελετάμε τις τοπολογίες ασύρματων δικτύων θα πρέπει να διαχωρίζουμε την έννοια της τοπολογίας από αυτήν της σύνδεσης. Ενώ ο όρος *τοπολογία ασύρματου* δικτύου αναφέρεται στον τρόπο επικοινωνίας των ασύρματων σταθμών μεταξύ τους και άρα τις διαδρομές που ακολουθούν τα δεδομένα από την πηγή στον προορισμό, ο όρος *τρόπος σύνδεσης* αναφέρεται στον φυσικό τρόπο με τον οποίο οι ασύρματοι σταθμοί συνδέονται μεταξύ τους⁵¹.

Όσον αφορά τρόπο σύνδεσης των ασύρματων σταθμών μεταξύ τους διακρίνουμε δύο περιπτώσεις:

1. Την αυτοοργανωμένη ή κατ' απαίτηση σύνδεση (ad hoc): Σε αυτό τον τρόπο σύνδεσης δεν χρησιμοποιείται κάποιος σταθμός βάσης, αλλά οι ασύρματοι σταθμοί συνδέονται απευθείας μεταξύ τους σχηματίζοντας συνδέσεις σημείο προς σημείο (peer to peer). Συνήθως αυτή η σύνδεση χρησιμοποιείται για την επικοινωνία δύο ασύρματων σταθμών χωρίς την χρήση ασύρματου σημείου πρόσβασης, αλλά στην γενική περίπτωση είναι δυνατόν να συνδεθούν πολλοί ασύρματοι σταθμοί δημιουργώντας έτσι μία τοπολογία πλέγματος όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.8.

⁵¹ Με τη πρώτη ματιά, οι δύο όροι φαίνονται όμοιοι και ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ο ένας αντί του άλλου (και αυτό συμβαίνει συνήθως).



Σχ. 4.8. Σχηματική αναπαράσταση της αυτοοργανωμένης ή κατ' απαίτηση σύνδεσης.

2. **Σύνδεση Υποδομής (Infrastructure Mode):** Στη σύνδεση υποδομής χρησιμοποιείται ένας ή περισσότεροι σταθμοί βάσης με τους οποίους συνδέονται οι ασύρματοι σταθμοί. Οι σταθμοί βάσης συνδέονται μεταξύ τους συνήθως μέσω ενσύρματου δικτύου όπως φαίνεται και στο σχήμα 4.9. Ο κάθε σταθμός βάσης ορίζει μία περιοχή όση είναι η εμβέλειά του η οποία ονομάζεται κυψέλη. Όσοι ασύρματοι σταθμοί είναι εντός της κυψέλης εξυπηρετούνται από τον σταθμό βάσης και γι' αυτό ονομάζονται και πελάτες (clients). Οι περιοχές που καλύπτουν διαφορετικές κυψέλες αλληλοκαλύπτονται ώστε να είναι δυνατόν ένας ασύρματος σταθμός να κινείται από κυψέλη σε κυψέλη χωρίς να υπάρχει απώλεια επικοινωνίας με το δίκτυο.



Σχ. 4.9. Σχηματική αναπαράσταση της σύνδεσης υποδομής.

Όταν στο ασύρματο τοπικό δίκτυο χρησιμοποιείται ένας σταθμός βάσης τότε όλοι οι ασύρματοι σταθμοί συνδέονται σε αυτόν, οπότε σχηματίζεται τοπολογία αστέρα (σχήμα 4.10 α). Αυτή είναι η συνήθης περίπτωση των ασύρματων τοπικών δικτύων που συναντάμε σε σπίτια και μικρές επιχειρήσεις. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται περισσότεροι σταθμοί βάσης τότε σχηματίζεται τοπολογία πλέγματος (σχήμα 4.10 β). Παράδειγμα τέτοιου είδους σύνδεσης είναι τα δίκτυα WIMAX ή τα δίκτυα που βρίσκουμε σε ξενοδοχεία, αεροδρόμια κλπ.



Σχ. 4.10 α) Τοπολογία αστέρα



β) Τοπολογία πλέγματος

4.3. Πρότυπα Ethernet

Το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στα ενσύρματα τοπικά δίκτυα υπολογιστών είναι το Ethernet. Αναπτύχθηκε από την εταιρεία Xerox στα μέσα της δεκαετίας του '70 και έγινε δημοφιλές αφότου προτυποποιήθηκε και από άλλες εταιρείες όπως η Digital Equipment Corporation και η Intel. Ο διεθνής οργανισμός Ι.Ε.Ε.Ε, στα πλαίσια της ομάδας εργασίας 802 για ενσύρματα τοπικά δίκτυα, έκανε επίσημα απόδεκτό το Ethernet ως το πρότυπο 802.3. Σύμφωνα με τις προτάσεις της ομάδας εργασίας 802 το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (επίπεδο 2) του Ο.Σ.Ι. χωρίζεται σε δύο υποεπίπεδα:

- Το υποεπίπεδο ελέγχου λογικής σύνδεσης (**Logical Link Control - LLC**) που περιγράφεται από το πρότυπο Ι.Ε.Ε.Ε. 802.2. Η βασική λειτουργία του LLC είναι να διαχειρίζεται την μετάδοση των δεδομένων και να εξασφαλίζει την ακεραιότητά τους.
- Το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (**Medium Access Control – MAC**). Η βασική λειτουργία του MAC είναι να διαχειρίζεται τις διαδικασίες πρόσβασης στο μέσο καθώς και τις διαδικασίες διευθυνσιοδότησης στο τοπικό δίκτυο. Κάθε ένα από τα πρότυπα 802.3, 802.4 και 802.5 υλοποιούν με διαφορετικό τρόπο το υποεπίπεδο MAC, αφού περιγράφουν διαφορετική μέθοδο πρόσβασης στο μέσο .

4.3.1 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο Ι.Ε.Ε.Ε. 802.3

Το πρότυπο 802.3 περιγράφει το πρωτόκολλο ελέγχου πρόσβασης στο φυσικό μέσο, για τοπικά δίκτυα τοπολογίας αρτηρίας καθώς και τις υπηρεσίες του υποεπιπέδου MAC προς το υποεπίπεδο LLC. Το βασικό χαρακτηριστικό της τοπολογίας αρτηρίας είναι ότι όλοι οι σταθμοί έχουν πρόσβαση στο μέσο και μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό όμως έχει σαν αποτέλεσμα την πιθανότητα δύο σταθμοί να μεταδώσουν ταυτόχρονα δεδομένα βάζοντας στο κανάλι σήματα ίδιας συχνότητας με αποτέλεσμα αυτά να αλληλοεπιδράσουν και το ένα να προκαλέσει βλάβη στο άλλο. Σε αυτή τη περίπτωση τα σήματα που θα φθάσουν στους σταθμούς του δικτύου θα είναι μη αναγνώσιμα. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται σύγκρουση (collision). Για να αποτρέψει τις συγκρούσεις το πρότυπο 802.3 χρησιμοποιεί ένα τρόπο πρόσβασης που είναι γνωστός και ως μέθοδος «Πολλαπλής Προσπέλασης με Ακρόαση Φέροντος και Ανίχνευση Συγκρούσεων» (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – CSMA/CD).

4.3.1.1 Τρόπος λειτουργίας του προτύπου Ι.Ε.Ε.Ε. 802.3

Μέθοδος πρόσβασης στο μέσο CSMA/CD: Η μέθοδος σκοπό έχει να δώσει τη δυνατότητα σε όλους τους σταθμούς να χρησιμοποιήσουν το μέσο μετάδοσης (πολλαπλή πρόσβαση – multiple access), μειώνοντας στο ελάχιστο τις συγκρούσεις καθώς και τις επιπτώσεις από αυτές.

Σύμφωνα με τη μέθοδο CSMA/CD, όσοι σταθμοί εργασίας είναι ενεργοί και συνδέονται στο ίδιο φυσικό μέσο πρέπει να «ακούσουν» το μέσο, δηλαδή το καλώδιο για να εντοπίσουν μήπως κάποιος άλλος σταθμός μεταδίδει. Αυτό γίνεται μέσω μιας ειδικής ηλεκτρονικής διάταξης η οποία ανιχνεύει την ύπαρξη φέροντος σήματος⁵² στο καλώδιο (ακρόαση φέροντος – carrier sense). Σε περίπτωση που το μέσο είναι απασχολημένο, ο σταθμός που θέλει να μεταδώσει δεδομένα θα αναγκαστεί να παραμείνει σε αναμονή, μέχρι να ελευθερωθεί το μέσο. Όταν το μέσο ελευθερωθεί τότε ο σταθμός εργασίας αρχίζει την μετάδοση των δεδομένων του.

Αν όταν ελευθερωθεί το μέσο, υπάρξουν ταυτόχρονα και άλλοι σταθμοί που θέλουν να μεταδώσουν δεδομένα τότε δημιουργείται το φαινόμενο της σύγκρουσης. Οι σταθμοί εργασίας που συμμετέχουν σε αυτήν την ταυτόχρονη εκπομπή, αντιλαμβάνονται την σύγκρουση (ανίχνευση σύγκρουσης – collision detection) και μεταδίδουν ένα σύντομο μήνυμα, που αναφέρει το γεγονός και σταματούν να εκπέμπουν. Οι σταθμοί εργασίας περιμένουν και έπειτα από κάποιο τυχαίο χρονικό διάστημα ξαναρχίζουν την μετάδοση.

4.3.1.2 Υλοποίηση

Με την πάροδο του χρόνου, δημιουργήθηκαν και κάποιες παραλλαγές του προτύπου IEEE 802.3 που προέκυψαν από τις ανάγκες κάλυψης διαφόρων συνδυασμών φυσικών μέσων μετάδοσης και ρυθμών δεδομένων. Για την ονομασία κάθε παραλλαγής χρησιμοποιείται μία κωδικοποίηση σύμφωνα με την οποία κάθε όνομα είναι της μορφής ταχύτητα – ζώνη – μέσο μετάδοσης ή απόσταση. Έτσι για παράδειγμα το πρότυπο 10Base-T αναφέρεται σε δίκτυο Ethernet ταχύτητας 10 Mbps που η μετάδοση γίνεται χρησιμοποιώντας βασική ζώνη⁵³, ενώ το μέσο μετάδοσης είναι καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών.

- **Ethernet (10 Mbps).** Υπάρχουν διάφορα πρότυπα για το Ethernet τα οποία διαφοροποιούνται κυρίως από το μέσο μετάδοσης. Τα πρότυπα 10Base2 και 10base5 χρησιμοποιούν σαν μέσο μετάδοσης ομοαξονικό καλώδιο με μέγιστο μήκος 200 και 500 μέτρα αντίστοιχα. Το πρότυπο 10 BASE-T χρησιμοποιεί για τη μετάδοση χάλκινο καλώδια συνεστραμμένων ζευγών με μέγιστη απόσταση 100 μέτρα, ενώ το πρότυπο 10BASE-F(L) τις οπτικές ίνες.
- **Fast Ethernet (100 Mbps).** Το Fast Ethernet υποστηρίζει ταχύτητες 100 Mbps χρησιμοποιώντας ως μέσο μετάδοσης καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών ή οπτικές ίνες. Το πρότυπο για το Fast Ethernet που έχει επικρατήσει είναι το 100 BASE-TX, στο οποίο το μέσο μετάδοσης είναι καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών κατηγορίας 5 και άνω με μέγιστο μήκος καλωδίου 100 μέτρα. Για την επικοινωνία απαραίτητα είναι μόνο τα δύο ζευγάρια αγωγών (ένα για αποστολή δεδομένων και ένα για λήψη δεδομένων). Στην πράξη γίνεται χρήση καλωδίων 4 ζευγών ώστε να είναι εύκολη η μετάβαση σε Gigabit Ethernet. Το πρότυπο 100 BASE-FX χρησιμοποιεί σαν μέσο μετάδοσης οπτικές ίνες. Σύμφωνα με το πρότυπο κάθε προσαρμογέας δικτύου (κάρτα δικτύου) που χρησιμοποιείται για σύνδεση στο δίκτυο πρέπει να υποστηρίζει αυτόματη ανίχνευση της ταχύτητας που υποστηρίζει η συσκευή που είναι συνδεδεμένη στην άλλη πλευρά του καλωδίου και στη συνέχεια αν χρειάζεται να μεταβάλει την ταχύτητα στα 10Mbps (λειτουργία auto-negotiation).
- **Gigabit Ethernet (1 Gbps),** Το Gigabit Ethernet είναι βελτίωση του Fast Ethernet και το

⁵² Η έννοια του φέροντος σήματος περιγράφεται στην ενότητα 2.2.1

⁵³ Στη μετάδοση βασικής ζώνης δεν χρησιμοποιείται πολυπλεξία, οπότε μόνο ένας σταθμός μπορεί να χρησιμοποιεί κάθε χρονική στιγμή. Εναλλακτική της μετάδοσης βασικής ζώνης είναι η μετάδοση ευρείας ζώνης όπου χρησιμοποιείται πολυπλεξία, οπότε πολλοί σταθμοί μπορούν να μεταδίδουν ταυτόχρονα.

πρότυπο που έχει επικρατήσει είναι το 1000BASE-T. Το πρότυπο αυτό χρησιμοποιεί καλώδια συνεστραμμένων ζευγών κατηγορίας 5 και άνω, όπου για τη σύνδεση χρησιμοποιούνται και τα τέσσερα ζευγάρια αγωγών. Κάθε ζεύγος μεταφέρει δεδομένα προς τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα να δημιουργείται η μέγιστη δυνατή ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων προς όλες τις κατευθύνσεις. Ο τρόπος σύνδεσης των ζευγών είναι τέτοιος που επιτρέπει σε μια κάρτα Gigabit Ethernet την ανίχνευση της ύπαρξης κυκλώματος Fast Ethernet στην άλλη άκρη του καλωδίου και να αλλάξει αυτόματα το πρωτόκολλό της σε 100BASE-TX (λειτουργία auto-negotiation). Για χρήση οπτικών ινών σαν μέσο μετάδοσης το πρότυπο είναι το 1000BASE-FX.

- **10 Gigabit Ethernet (10 Gbps ή 10 GigE)**, Το πρότυπο 10 Gigabit Ethernet έχει αναπτυχθεί για να παρέχει πλήρεις αμφίδρομες συνδέσεις από σημείο σε σημείο (point-to-point). Το πρότυπο δεν έχει σχεδιασθεί για σύνδεση σταθμών εργασίας, αλλά για την σύνδεση μεταγωγών (switches) μεταξύ τους. Το μέσο μετάδοσης είναι κατά κύριο λόγο οπτικές ίνες, ενώ για μικρές αποστάσεις μπορεί να χρησιμοποιηθεί και καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών κατηγορίας 6 και άνω.

Εκτός από τα παραπάνω πρότυπα υπάρχουν και πρότυπα τα οποία χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις όπως είναι οι συνδέσεις στα κέντρα δεδομένων (datacentres). Τέτοια πρότυπα είναι το 40 Gigabit Ethernet, το 100 Gigabit Ethernet, καθώς και το 400 Gigabit Ethernet το οποίο αναμένεται να παρουσιασθεί σαν ολοκληρωμένο πρότυπο το έτος 2017.

4.3.2 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο I.E.E.E. 802.5

Το πρότυπο 802.5 περιγράφει ένα δίκτυο τοπολογίας δακτυλίου όπου για την πρόσβαση στο μέσο χρησιμοποιείται ένα κουπόνι διέλευσης. Το κουπόνι διέλευσης είναι ένα πακέτο με μέγεθος τρία bytes και ο σταθμός που το έχει στην κατοχή του έχει τη δυνατότητα να μεταδώσει δεδομένα. Στην ουσία το δίκτυο αποτελείται από ένα αριθμό συνδέσεων σημείου προς σημείο μεταξύ των σταθμών που δημιουργούν έναν κλειστό βρόχο (δακτύλιο).

Η τεχνολογία του δακτυλίου με κουπόνι (token ring) αναπτύχθηκε από την I.B.M. την δεκαετία του 1980 ενώ αργότερα έγινε πρότυπο από την I.E.E.E. με την ονομασία 802.5. Παρ' όλο που τα δίκτυα I.E.E.E. 802.5 ανήκουν στην τοπολογία του δακτυλίου, η υλοποίησή τους γίνεται ως αστέρας χρησιμοποιώντας ως φυσικό μέσο καλώδια συνεστραμμένων ζευγών ή οπτικές ίνες. Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων στο δίκτυο μπορεί να είναι 4 Mbps ή 16 Mbps και οι 250 κόμβοι είναι το ανώτατο όριο ανά δακτύλιο.

4.3.2.1 Τρόπος λειτουργίας του προτύπου I.E.E.E. 802.5

Η λειτουργία του προτύπου 802.5 βασίζεται στο κουπόνι διέλευσης. Μέσω αυτού διενεργείται ο έλεγχος πρόσβασης στο μέσο και έχει ως αποτέλεσμα μόνο ένας σταθμός ανά πάσα στιγμή να μεταδίδει δεδομένα – αυτός που έχει στην κατοχή του το κουπόνι διέλευσης. Το βασικό πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι δεν υπάρχουν συγκρούσεις.

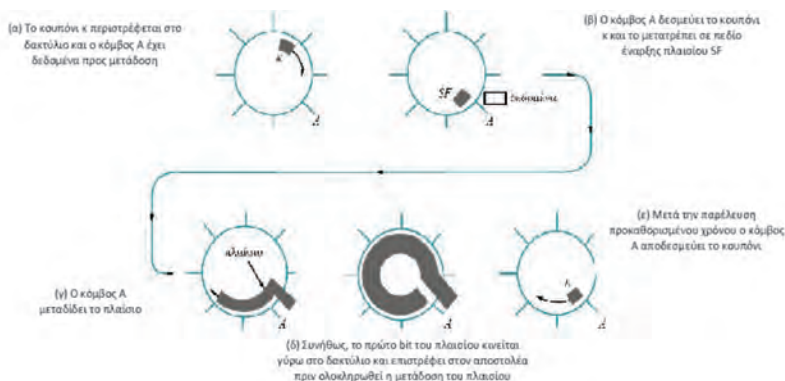
Η διαδικασία της λειτουργίας των δικτύων δακτυλίου με κουπόνι δίδεται παραστατικά στο Σχ. 4.11. Ένα ειδικό πλαίσιο, το κουπόνι, μεταδίδεται από κόμβο σε κόμβο στον δακτύλιο. Όταν ένας κόμβος έχει δεδομένα προς μετάδοση, περιμένει τότε θα φτάσει το κουπόνι σε αυτόν. Τότε, δεσμεύει το κουπόνι και το αντικαθιστά με μία άλλη ειδική ακολουθία από bits που αντιπροσωπεύει την αρχή ενός πλαισίου δεδομένων, ενώ ακολουθεί η μετάδοση του υπόλοιπου πλαισίου. Η δέσμευση και απομάκρυνση του μοναδικού κουπονιού από τον κόμβο που μεταδίδει δεδομένα στο δίκτυο, εξασφαλίζει τη μοναδικότητα της προσπέλασης στο φυσικό μέσο. Ο

σταθμός που έχει στην κατοχή του το κουπόνι μπορεί να μεταδώσει δεδομένα για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Όταν τελειώσει ο χρόνος που δικαιούται να μεταδώσει ή όταν τελειώσουν τα προς μετάδοση δεδομένα, τότε αναδημιουργεί το κουπόνι και το στέλνει στον επόμενο στην σειρά κόμβο. Ο κόμβος που παραλαμβάνει το κουπόνι αν έχει δεδομένα προς μετάδοση τα μεταδίδει, αν όχι τότε μεταδίδει το κουπόνι αμέσως στον επόμενο στη σειρά κόμβο. Η διαδικασία συνεχίζεται συνεχώς με το κουπόνι να μεταδίδεται συνεχώς κυκλικά στον δακτύλιο.

4.3.2.2 Διαχείριση του δακτυλίου

Η διαχείριση των δικτύων δακτυλίου με κουπόνι διέλευσης είναι κεντρική. Σε κάθε δακτύλιο υπάρχει ένας κόμβος που παίζει το ρόλο του επόπτη, και είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας του δακτυλίου. Ο κόμβος-επόπτης επιβεβαιώνει ότι υπάρχει κουπόνι που κυκλοφορεί στο δίκτυο, ενώ φροντίζει να αποσύρει από το δίκτυο κατεστραμμένα ή «ορφανά» πλαίσια. Ένα ορφανό πλαίσιο εμφανίζεται στην περίπτωση που ένας κόμβος καταρρεύσει, πριν προλάβει να απορροφήσει πλήρως το πλαίσιο που μετέδωσε. Σ' αυτήν την περίπτωση, ο επόπτης του δακτυλίου πρέπει να επέμβει, έτσι ώστε το ορφανό πλαίσιο να μην εκτελεί κύκλους για πάντα. Τέλος στην περίπτωση που ο επόπτης εντοπίσει ένα πλαίσιο που δεν έχει την προκαθορισμένη μορφή του Ι.Ε.Ε. 802.5, τότε θεωρεί αλλοιωμένο το πλαίσιο και το απομακρύνει, εισάγοντας ένα νέο κουπόνι στο δίκτυο. Επίσης, αν ένα πλαίσιο εντοπισθεί ότι έχει εσφαλμένα δεδομένα κατά την ανίχνευση λαθών τότε απομακρύνεται από τον δακτύλιο.

Για το εντοπισμό των «ορφανών» πλαισίων ο κόμβος επόπτης ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία. Κάθε πλαίσιο που περνάει από τον επόπτη κόμβο μαρκάρεται θέτοντας μία συγκεκριμένη τιμή στην επικεφαλίδα του. Στην περίπτωση που ένα μαρκαρισμένο πλαίσιο περάσει από τον επόπτη σημαίνει ότι είναι η δεύτερη φορά που περνά οπότε χαρακτηρίζεται ως «ορφανό» και ο επόπτης το απομακρύνει από το δακτύλιο και στη συνέχεια εισάγει ένα νέο κουπόνι. Κάθε κόμβος που διασυνδέεται σ' ένα δακτύλιο με κουπόνι έχει, εκ κατασκευής, εποπτικές δυνατότητες. Για να δηλώσει την παρουσία του ο κόμβος επόπτης στέλνει ανά τακτά διαστήματα ειδικά πλαίσια ελέγχου (Active Monitor Present – Α.Μ.Ρ.), τα οποία υποδηλώνουν την παρουσία του. Η απουσία πλαισίων Α.Μ.Ρ. υποδηλώνει την κατάρρευση του επόπτη.



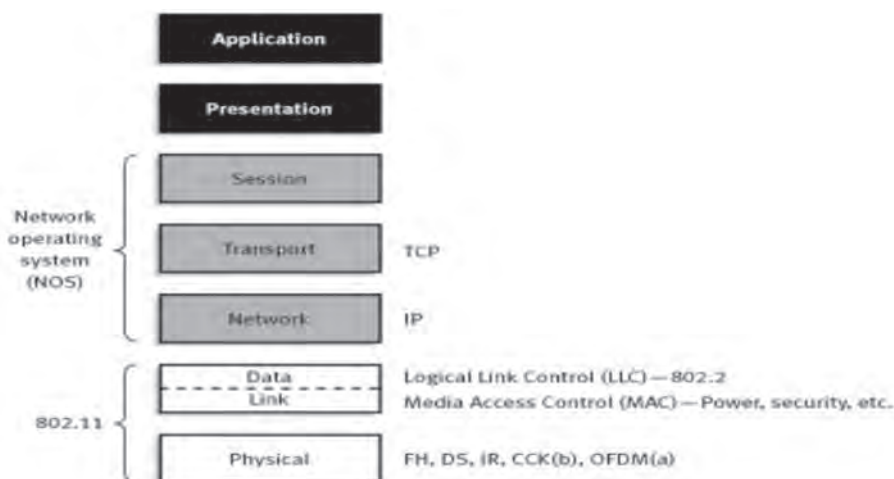
Σχ. 4.11. Σχηματική αναπαράσταση τρόπου λειτουργίας του δικτύου IEEE 802.5

Σε αυτή την περίπτωση κατάρρευσης του επόπτη, όλοι οι κόμβοι στέλνουν ένα άλλο ειδικό πλαίσιο ελέγχου (Claim Token - C.T.), με το οποίο δηλώνουν την επιθυμία τους να γίνουν ο επόπτης του δακτυλίου. Εδώ επεμβαίνει ένα πρωτόκολλο διαιτησίας εξασφαλίζοντας την επιλογή του νέου επόπτη σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα.

4.3.3 Το ασύρματο πρότυπο I.E.E.E. 802.11

Ασύρματο τοπικό δίκτυο (Wireless Local Area Network – WLAN) ονομάζουμε το τοπικό δίκτυο στο οποίο οι σταθμοί εργασίας συνδέονται χρησιμοποιώντας σαν μέσο μετάδοσης τα μικροκύματα. Αν και υπάρχουν ασύρματες τεχνολογίες που χρησιμοποιούν υπέρυθρη ακτινοβολία ή ακτίνες laser σε αυτές τις σημειώσεις θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με την τεχνολογία Wi-Fi που υποστηρίζει μικροκυματική μετάδοση. Το πρότυπο που περιγράφει τα δίκτυα Wi-Fi είναι το **I.E.E.E. 802.11** το οποίο είναι μια οικογένεια προδιαγραφών για ασύρματα τοπικά δίκτυα.

Όλα τα πρότυπα της οικογένειας 802.11, στηρίζονται στο πρωτόκολλο Ethernet και η μέθοδος πρόσβασης στο μέσο είναι η πολλαπλή πρόσβαση με ακρόαση φέροντος και αποφυγή συγκρούσεων (CSMA/CD). Η βασική διαφορά μεταξύ του πρότυπου 802.11 και του 802.3 για ενσύρματα τοπικά δίκτυα είναι στο φυσικό επίπεδο αφού το μέσο μετάδοσης είναι διαφορετικό. Επίσης διαφορές υπάρχουν και στο υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (MAC). Το υποεπίπεδο ελέγχου λογικής σύνδεσης (LLC) καθώς και όλα τα ανώτερα επίπεδα του μοντέλου OSI παραμένουν τα ίδια.



Σχ. 4.12. Σχηματική αναπαράσταση του δικτύου IEEE 802.11 στο μοντέλο αναφοράς OSI

Όπως και το καλωδιακό I.E.E.E. 802.3, έτσι και το ασύρματο I.E.E.E. 802.11 έχει και αυτό κάποιες παραλλαγές που με την πάροδο του χρόνου ολοένα και αυξάνονται.

- **I.E.E.E. 802.11:** Η πρώτη έκδοση του πρωτοκόλλου παρουσιάσθηκε το 1997 και υποστηρίζει μετάδοση στην ζώνη συχνοτήτων των 2.4 Ghz στην οποία για την εκπομπή δεν απαιτείται άδεια. Το 802.11 υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης 1 ή 2 Mbps.
- **I.E.E.E. 802.11a:** Μία διαφοροποίηση του 802.11 είναι το 802.11a το οποίο χρησιμοποιεί

⁵⁴ Το 802.11, επικεντρώνεται στα δύο χαμηλότερα στρώματα του μοντέλου O.S.I., δηλαδή στο φυσικό στρώμα και στο υπόστρωμα MAC του στρώματος διασύνδεσης δεδομένων (Data Link Layer) όπως φαίνεται στο σχήμα 4.8. Το υπόστρωμα MAC ορίζει πώς γίνεται η εκχώρηση του καναλιού, δηλαδή ποιος θα μεταδώσει στη συνέχεια. Το υπόστρωμα LLC (Logical Link Control - Έλεγχος Λογικού Συνδέσμου) του στρώματος Data Link βρίσκεται πάνω από το υπόστρωμα MAC, έχει υλοποιηθεί ως IEEE 802.2 και δουλειά του είναι να κρύβει τις διαφορές ανάμεσα στις διαφορετικές παραλλαγές του 802, έτσι ώστε να κάνει τις παραλλαγές αυτές "αόρατες" όσον αφορά το επίπεδο δικτύου.

την ζώνη συχνοτήτων στα 5 Ghz για μετάδοση και δεν είναι συμβατό με τα υπόλοιπα πρότυπα της οικογένειας 802.11. Παρέχει ρυθμούς μετάδοσης έως 54Mbps, συνήθως όμως οι επικοινωνίες πραγματοποιούνται στα 6Mbps, 12Mbps ή στα 24Mbps. Χρησιμοποιείται σε ασύρματα δίκτυα ATM⁵⁵.

- **I.E.E.E. 802.11b:** Αποτελεί το πρώτο ευρέως αποδεκτό πρότυπο ασύρματης δικτύωσης ενώ είναι συμβατό με το 802.11. Η μετάδοση γίνεται στην ζώνη των 2.4 Ghz με ρυθμό μετάδοσης που φθάνει τα 11 Mbps.
- **I.E.E.E. 802.11e:** Ένα μειονέκτημα των αρχικών προτύπων 802.11 ήταν η απουσία πρόβλεψης για εξασφάλιση καλής ποιότητας υπηρεσίας για την μετάδοση φωνής, καθώς και την μετάδοση πολυμέσων. Το κενό αυτό ήρθε να καλύψει το πρότυπο 802.11e το οποίο παρέχει χαρακτηριστικά ποιότητας υπηρεσιών και υποστήριξης πολυμέσων στα υπάρχοντα ασύρματα πρότυπα IEEE 802.11a και IEEE 802.11b ενώ συγχρόνως είναι και συμβατό με αυτά.
- **I.E.E.E. 802.11g:** Το πρότυπο 802.11g είναι βελτίωση του προτύπου 802.11b παρέχοντας μέγιστο ρυθμό μετάδοσης 54 Mbps στη ζώνη συχνοτήτων των 2.4 Ghz.
- **I.E.E.E. 802.11n:** Το πιο πρόσφατο, ευρέως διαδεδομένο πρότυπο είναι το 802.11n το οποίο έχει ονομαστικό ρυθμό μετάδοσης 300 Mbps στην ζώνη των 2.4 Ghz. Ένα επιπλέον πλεονέκτημα του 802.11n είναι η βελτιωμένη εκπομπή και λήψη επιτρέποντας την αύξηση της εμβέλειας του ασύρματου τοπικού δικτύου.

4.4. Μέθοδοι επικοινωνίας Client / Server και Peer-to-Peer

4.4.1 Αρχιτεκτονική Δικτύων εξυπηρετητή - πελάτη

Ένα μοντέλο Πελάτη/Εξυπηρετητή είναι μία αρχιτεκτονική δικτύου, στην οποία συμμετέχουν οι υπολογιστές των χρηστών που αναφέρονται ως πελάτες (clients) και οι οποίοι συνδέονται με έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές (servers), δηλαδή ισχυρά υπολογιστικά συστήματα. Οι εξυπηρετητές παρέχουν στους πελάτες διάφορες υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα πρόσβαση σε κοινόχρηστες μονάδες Εισόδου – Εξόδου (πχ σαρωτές, εκτυπωτές), Βάσεις Δεδομένων, Επικοινωνίες, Πολυμέσα (Multimedia) κ.α.⁵⁶.

Για την σύνδεση μεταξύ ενός εξυπηρετητή και ενός πελάτη απαιτείται μία φυσική σύνδεση (καλώδια), ενώ για την μεταξύ τους επικοινωνία απαραίτητο είναι κάποιο λειτουργικό σύστημα ειδικό για δίκτυα (π.χ. Unix, Windows Server) και κάποιο πρωτόκολλο επικοινωνίας (π.χ. TCP/IP). Ο διαχειριστής του συστήματος είναι αυτός που θα αποφασίσει ποια εργαλεία θα εγκατασταθούν στον εξυπηρετητή και στους πελάτες και πως θα γίνει ο επιμερισμός των εργασιών του κάθε μέλους του συστήματος.

Οι πελάτες μπορεί να είναι πλήρη υπολογιστικά συστήματα οπότε η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιείται στον υπολογιστή του χρήστη ή και χαζά τερματικά (dummy terminals) όπου χρησιμοποιούνται μόνο για είσοδο δεδομένων ή εντολών από τον χρήστη και εμφάνιση αποτελεσμάτων στην οθόνη. Σε αυτή τη περίπτωση όλη η επεξεργασία των δεδομένων γίνεται από τον εξυπηρετητή.

⁵⁵ Στα δίκτυα αυτά (Asynchronous Transfer Mode τα δεδομένα μεταδίδονται από τον ένα κόμβο του δικτύου σε έναν άλλο με ασύγχρονο τρόπο.

⁵⁶ Ειδικές περιπτώσεις αυτής της αρχιτεκτονικής λειτουργίας είναι οι υλοποιήσεις Thin client και Zero client. Στην πρώτη περίπτωση οι υπολογιστές πελάτες είναι χαμηλών απαιτήσεων και ουσιαστικά οι λειτουργίες που εκτελούνται σε αυτούς είναι επεξεργασία εικόνας, τοπικές αποθηκεύσεις και είσοδος / έξοδος. Στη δεύτερη περίπτωση οι υπολογιστές πελάτες είναι ακόμη χαμηλότερων απαιτήσεων και οι λειτουργίες που εκτελούνται σε αυτούς είναι είσοδος / έξοδος.



Σχ. 4.13. Σχηματική αναπαράσταση ενός δικτύου εξυπηρετητή-πελάτη

Η δυνατότητα να εγκαταστήσουμε τα διάφορα είδη λογισμικού και τα δεδομένα μας σε διαφορετικά κεντρικά υπολογιστικά συστήματα είναι η βασική έννοια της αρχιτεκτονικής. Έτσι παρέχεται η δυνατότητα να τα αξιοποιήσουμε από διαφορετικούς υπολογιστές πελάτες. Σε αυτή την αρχιτεκτονική επικρατεί η κατανεμημένη επεξεργασία σε αντίθεση με τα παλαιότερα συστήματα που επικρατούσε η συγκεντρωτική επεξεργασία και οι συμμετέχοντες έπρεπε να γνωρίζουν ακριβώς που βρίσκονται τα αρχεία που επεξεργάζονταν. Η κατανεμημένη επεξεργασία ήρθε ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης των τομέων των δικτύων και των πρώτων συστημάτων βάσεων δεδομένων που εκτελούνται σε αυτά, κάνοντας το μοντέλο εξυπηρετητή-πελάτη γνωστό και ευρέως διαδεδομένο αφού διάφορες εφαρμογές συνεργαζόμενες μεταξύ τους καταφέρνουν να αντλήσουν δεδομένα από τον εξυπηρετητή μιας βάσης δεδομένων.

Μία κατανεμημένη εφαρμογή, δηλαδή μία εφαρμογή που μοιράζεται μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή αποτελείται από τα παρακάτω μέρη:

- **Την παρουσίαση** που περιλαμβάνει τα τοπικά προγράμματα που είναι υπεύθυνα για το πώς παρουσιάζονται τα δεδομένα στη διεπαφή του χρήστη.
- **Την επεξεργασία**, δηλαδή το σύνολο των προγραμμάτων που πραγματοποιούν τον χειρισμό των δεδομένων και τους υπολογισμούς.
- **Τη διαχείριση των δεδομένων**, δηλαδή τα προγράμματα που ασχολούνται με την αποθήκευση, ανάκτηση και ενημέρωση των δεδομένων.

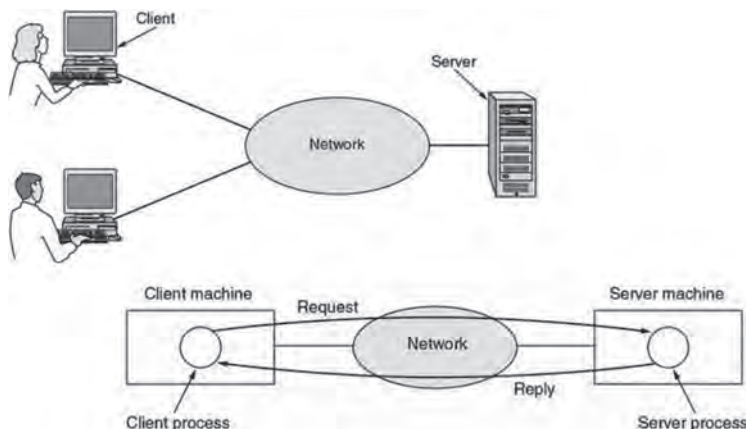
Στον υπολογιστή πελάτη υπάρχει κάποιο πρόγραμμα διεπαφής (interface) το οποίο παραλαμβάνει τα δεδομένα που έστειλε ο εξυπηρετητής και αναλαμβάνει να τα παρουσιάσει στον χρήστη. Το πρόγραμμα αυτό υλοποιεί το πρώτο μέρος της δομής μιας εφαρμογής. Στον εξυπηρετητή, συνήθως, υπάρχει μία βάση δεδομένων για την αποθήκευση και ανάκτηση των πληροφοριών και το αντίστοιχο πρόγραμμα που ευθύνεται για το δεύτερο και το τρίτο μέρος της βασικής δομής της εφαρμογής.

Η επικοινωνία μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή ξεκινά πάντα από την πλευρά του πελάτη ο οποίος και χρειάζεται υπηρεσίες από τον εξυπηρετητή. Η διαδικασία της επικοινωνίας μπορεί να αναλυθεί στα παρακάτω βήματα:

1. Ο χρήστης στέλνει ένα αίτημα, μέσω του πελάτη, στον εξυπηρετητή.
2. Ο server «ακούει» το αίτημα του πελάτη.

3. Από τη στιγμή που ο εξυπηρετητής λάβει το αίτημα, ελέγχει αν ο χρήστης έχει δικαίωμα πρόσβασης.
4. Ο εξυπηρετητής επεξεργάζεται το αίτημα.
5. Ο εξυπηρετητής επιστρέφει τα αποτελέσματα στον πελάτη.
6. Ο πελάτης δέχεται τα αποτελέσματα και τα παρουσιάζει στον χρήστη.

Στα τέσσερα από τα έξι βήματα ο εξυπηρετητής είναι αυτός που παίζει το σημαντικότερο ρόλο και για αυτό θεωρείται η καρδιά της εφαρμογής client-server. Ο εξυπηρετητής υπάρχει για να απαντήσει στα αιτήματα του πελάτη, και ο πελάτης είναι άμεσα εξαρτώμενος από την αξιοπιστία και την απάντηση σε έγκαιρο χρονικό διάστημα του εξυπηρετητή.



Σχ. 4.14. Σχηματική αναπαράσταση διαδικασίας ενός μοντέλου εξυπηρετητή-πελάτη

Ο εξυπηρετητής δεν ξεκινά καμιά ενέργεια. Αντίθετα, περιμένει παθητικά μέχρι να φτάσουν τα αιτήματα από τον πελάτη μέσω του δικτύου. Ο εξυπηρετητής έχει υποχρέωση να απαντήσει, ακόμα και όταν πολλοί πελάτες κάνουν ταυτόχρονα αιτήματα.

Από την στιγμή που ο εξυπηρετητής δέχεται από τον πελάτη το αίτημα, πρέπει να βεβαιωθεί ότι ο πελάτης είναι εξουσιοδοτημένος να λάβει την απάντηση. Αν ο πελάτης δεν είναι εξουσιοδοτημένος, ο εξυπηρετητής απορρίπτει το αίτημα και στέλνει μήνυμα στον πελάτη. Εάν ο πελάτης έχει εξουσιοδότηση τότε ο εξυπηρετητής επεξεργάζεται την αίτηση.

Η επεξεργασία του αιτήματος περιλαμβάνει την παραλαβή του, την μετατροπή του σε μια μορφή που ο εξυπηρετητής μπορεί να χρησιμοποιήσει και την επεξεργασία του ίδιου του αιτήματος. Όταν ολοκληρωθεί η επεξεργασία, ο εξυπηρετητής αποστέλλει την πληροφορία στον πελάτη. Μετά, ο πελάτης μπορεί να μεταφράσει και να χρησιμοποιήσει την πληροφορία.

Στις εφαρμογές πελάτη-εξυπηρετητή δεν υπάρχει διάκριση των «ευθυνών». Αυτό εξαρτάται από τις ανάγκες της εκάστοτε εφαρμογής. Υπάρχουν εφαρμογές με ισχυρό μοντέλο πελάτη που του δίνονται περισσότερες λειτουργίες όπως για παράδειγμα οι εξυπηρετητές βάσεων δεδομένων και αρχείων που έχουν ισχυρούς πελάτες, ενώ σε αντίθεση οι εξυπηρετητές εφαρμογών και συναλλαγών έχουν ισχυρούς εξυπηρετητές. Ανεξαρτήτως του διαχωρισμού των εφαρμογών η βασική εργασία-ευθύνη του εξυπηρετητή είναι πάντα η ίδια: να εξυπηρετεί τους πελάτες που κάνουν αιτήματα.

Η διαδικασία εξυπηρετητή-πελάτη όπως προαναφέραμε αποτελείται από έξι βήματα. Ο πελάτης παίζει τέσσερις βασικούς ρόλους. Στην ουσία είναι το κέντρο της client-server εφαρμογής. Ο

χρήστης αλληλεπιδρά με τον πελάτη, ο οποίος ενεργοποιεί ένα μεγάλο κομμάτι της εφαρμογής, και ο εξυπηρετητής ενεργοποιείται μόνο στην περίπτωση που πρέπει να απαντήσει σε αιτήματα του πελάτη.

Ο πελάτης είναι υπεύθυνος για τις ακόλουθες λειτουργίες :

- Παροχή μιας εύκολης διασύνδεσης χρηστών.
- Αποστολή αιτημάτων.
- Αποδοχή απαντήσεων-αποκρίσεων.
- Παροχή επεξεργασίας πληροφοριών από τον χρήστη.

Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε ένα σύστημα Πελάτη – Εξυπηρετητή διαφοροποιούνται ανάλογα με τη υλοποίηση που αποφασίζεται.

Στα πλεονεκτήματα περιλαμβάνεται

- Κεντρική διαχείριση: Η ύπαρξη εξυπηρετητή βοηθάει τον διαχειριστή του δικτύου στις εργασίες παραμετροποίησης του δικτύου όπως είναι ο καθορισμός των δικαιωμάτων πρόσβασης ή η κατανομή των πόρων.
- Βελτιωμένη διαχείριση: Όλα τα αρχεία αποθηκεύονται στο ίδιο μέρος. Με αυτό τον τρόπο η διαχείριση των αρχείων, καθώς και η εύρεσή τους γίνεται ευκολότερη.
- Δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας: όλα τα δεδομένα είναι αποθηκευμένα στον εξυπηρετητή κάνοντας εύκολη την λήψη αντιγράφων ασφαλείας.
- Αναβάθμιση: Αλλαγές μπορούν να γίνουν εύκολα απλώς αναβαθμίζοντας τον εξυπηρετητή. Επίσης νέοι πόροι μπορούν να προστεθούν στο δίκτυο κάνοντας τις απαραίτητες αλλαγές στον εξυπηρετητή-πελάτη.
- Μείωση κόστους εφαρμογών: Το κόστος μιας εφαρμογής που εγκαθίσταται σε έναν εξυπηρετητή και χρησιμοποιείται από πολλούς χρήστες είναι συνήθως χαμηλότερο από το κόστος προμήθειας χωριστής εφαρμογής για κάθε χρήση.
- Διευκόλυνση πρόσβασης: Ο εξυπηρετητής μπορεί να είναι προσβάσιμος μέσω δικτύου από διαφορετικές πλατφόρμες (πχ συστήματα βασισμένα σε windows και ταυτόχρονα συστήματα βασισμένα σε Linux).

Τα βασικά μειονεκτήματα της αρχιτεκτονικής είναι:

- Αυξημένη κυκλοφορία στο δίκτυο: Η ύπαρξη πολλών αιτημάτων από πελάτες μπορεί να έχει σαν συνέπεια την κυκλοφοριακή συμφόρηση στο δίκτυο, οδηγώντας ακόμα και σε αδυναμία εξυπηρέτησης των αιτημάτων από τους εξυπηρετητές.
- Είναι ευάλωτη λόγω της ύπαρξης εξυπηρετητή: Εάν συμβεί βλάβη στον εξυπηρετητή όλο το δίκτυο καταρρέει, αφού οι πελάτες παύουν να έχουν πρόσβαση στα δεδομένα και τις εφαρμογές που είναι αποθηκευμένα στον εξυπηρετητή.
- Αυξημένο κόστος εξοπλισμού: απαιτείται αυξημένο κόστος για την εγκατάσταση και συντήρηση λόγω της ύπαρξης του εξυπηρετητή.
- Ανάγκη για την ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού: Σε μεγάλα συστήματα είναι απαραίτητη η ύπαρξη επαγγελματία της πληροφορικής που θα είναι αρμόδιος για τις τεχνικές λεπτομέρειες του δικτύου.

4.4.2 Αρχιτεκτονική ομότιμων Δικτύων (P2P)

Στα Ομότιμα δίκτυα (Σχήμα 4.15) δεν υπάρχει η έννοια ενός κεντρικού υπολογιστή ως εξυπηρετητή (server) καθώς επίσης και καμία ιεραρχία ανάμεσα στους υπολογιστές. Κάθε υπολογιστής στο ομότιμο δίκτυο μπορεί να λειτουργήσει και σαν πελάτης και σαν εξυπηρετητής. Όσοι υπολογιστές συμμετέχουν σε τέτοια δίκτυα χειρίζονται από μόνοι τους θέματα διαχείρισης και ασφαλείας και μόνο οι χρήστες αποφασίζουν ποιος έχει πρόσβαση σε τι. Τα δίκτυα αυτά συνήθως χρησιμοποιούνται για διαμοιρασμό αρχείων⁵⁷ και διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:



Σχ. 4.15. Σχηματική αναπαράσταση ενός δικτύου ομότιμων κόμβων (p2p)

4.4.2.1 Συγκεντρωτικά P2P δίκτυα

Συνήθως, αναφερόμαστε σε αυτά ως δίκτυα «πρώτης γενιάς P2P δίκτυα», όπου υπάρχει ένας κεντρικός εξυπηρετητής, ή αλλιώς Index Server στον οποίο αποθηκεύονται οι πληροφορίες για τα περιεχόμενα των δεδομένων που οι χρήστες θέλουν να διαμοιράσουν. Οι χρήστες αναζητούν στον Index Server τα αρχεία που ψάχνουν, κάνοντας χρήση ενός κατάλληλου προγράμματος-πελάτη. Όταν βρεθεί το αρχείο, ανοίγει μια σύνδεση μεταξύ των δύο χρηστών για τη μεταφορά του. Τα πιο γνωστά δίκτυα σ' αυτή τη κατηγορία είναι το Napster, το WinMX κ.α.

4.4.2.2 Αποκεντρωτικά P2P δίκτυα.

Εδώ η βασική ιδέα διαφέρει εντελώς. Κάθε υπολογιστής που ανήκει σε αυτά τα δίκτυα λειτουργεί ως πελάτης και ως εξυπηρετητής. Μόλις κάποιος υπολογιστής συνδεθεί, γνωστοποιείται η παρουσία του σε ένα μικρό αριθμό υπολογιστών που ήδη συμμετέχουν στο δίκτυο, οι οποίοι ακολούθως κάνουν προώθηση τη δήλωση της παρουσίας του σε ένα μεγαλύτερο δίκτυο υπολογιστών κ.λ.π. Στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή ο χρήστης μπορεί πλέον να αναζητήσει όποια πληροφορία θέλει μεταξύ των αρχείων που διαμοιράζονται. Αυτά τα δίκτυα αναφέρονται και ως δεύτερης γενιάς. Τα πιο γνωστά αυτής της κατηγορίας είναι το BearShare, το Kazaa και το Gnutella.

⁵⁷ Είναι φανερό από την αρχιτεκτονική τους, ότι τα ομότιμα δίκτυα δεν είναι μόνο τοπικά, αλλά έχουν αποκτήσει αλματώδη διάδοση και στο Διαδίκτυο.

4.4.2.3 P2P δίκτυα τρίτης γενιάς.

Τα συγκεκριμένα δίκτυα χαρακτηρίζονται από την ιδέα της ανωνυμίας. Είναι βασισμένα στα αποκεντρωτικά δίκτυα. Άλλα βασικά χαρακτηριστικά των δικτύων αυτών είναι η ψηλή βιωσιμότητα, ο συνεχής διαμοιρασμός αρχείων και η κωδικοποίηση τους, που έχουν ως αποτέλεσμα να μην μπορεί κανείς να αποκτήσει οποιοδήποτε έλεγχο πάνω σε αυτά. Είναι υπό ανάπτυξη και κάποια παραδείγματα είναι το Entropy, το Freenet και το I2P.

Χρήση των Peer-to-Peer δικτύων

Η φιλοσοφία της χρήσης τέτοιων δικτύων είναι η ένωση διαφόρων χρηστών ανά τον κόσμο χωρίς κανένα είδος ελέγχου ή ορίων επιβεβαιώνοντας τη βασική ιδέα του παγκοσμίου ιστού που δεν είναι άλλη από το να παρέχονται δωρεάν υπηρεσίες και κυρίως πληροφορίες αλλά και να διακινούνται οι ιδέες ελεύθερα χωρίς φραγμούς.

Η μοναδικότητα της λειτουργίας των ομότιμων δικτύων οφείλεται στο μηδαμινό κόστος τους, στην απλή δομή τους και στην χωρίς κανόνες ροή της πληροφορίας. Η φιλοσοφία τους καθιστά αυτούς που συμμετέχουν ικανούς στο να δημιουργούν δυναμικά αναπτυσσόμενους χώρους, όπου οι ίδιοι θα καθορίζουν το περιεχόμενο τους.

Από την εποχή που δημιουργήθηκαν τα ομότιμα δίκτυα χαρακτηρίστηκαν ως «παράνομα» και υπέστησαν πόλεμο τόσο τα ίδια όσο και οι χρήστες τους. Στην πορεία όμως αποδείχτηκε και η «καλή» χρήση τους. Ένα από τα πρόσφατα εγχειρήματα διαφόρων πανεπιστημιακών κέντρων είναι μία εφαρμογή βασισμένη σε ομότιμα δίκτυα που δημιουργήθηκε για τον διαμοιρασμό ακαδημαϊκού υλικού των χρηστών τους, με όνομα Lion Share.

4.4.3 Σύγκριση μεταξύ μεθόδων επικοινωνίας Client / Server και Peer-to-Peer

Στην αρχιτεκτονική πελάτη/εξυπηρετητή οι ρόλοι μεταξύ των πελατών και των εξυπηρετητών είναι σαφώς διακριτοί. Υπάρχουν τα υπολογιστικά συστήματα με αυξημένη υπολογιστική ισχύ που έχουν τον ρόλο του εξυπηρετητή, ενώ με τις δυνατότητες διασύνδεσης που διαθέτουν επιτυγχάνουν το κύριο σκοπό τους ο οποίος είναι ο διαμοιρασμός πόρων, η αξιόπιστη παροχή υπηρεσιών και περιεχομένου. Από την άλλη οι πελάτες είναι υπολογιστικά συστήματα με συνήθως μικρότερες δυνατότητες (ή και ελάχιστες στην περίπτωση των dummy terminals) οι οποίοι χρησιμοποιούνται κυρίως για να αποστέλλουν αιτήματα στους εξυπηρετητές και να παρουσιάζουν τις αποκρίσεις από αυτούς.

Σε σχέση με τα ομότιμα δίκτυα τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα της αρχιτεκτονικής πελάτη εξυπηρετητή είναι:

- **Ευκολία στη διαχείριση του περιεχομένου.** Είναι ευκολότερη η εκτέλεση εργασιών, όπως η εφαρμογή ενημερώσεων ή λήψη αντιγράφων ασφαλείας ή η επαναφορά από αντίγραφα ασφαλείας αφού όλα τα δεδομένα είναι συγκεντρωμένα σε ένα συγκεκριμένο υπολογιστικό σύστημα.
- **Αυξημένη απόδοση.** Επειδή οι εξυπηρετητές είναι πολύ πιο ισχυροί σε ισχύ σε σύγκριση με τους οικιακούς υπολογιστές επιτυγχάνεται καλύτερη απόδοση σε εφαρμογές που απαιτούν παροχή υπηρεσιών.
- **Ασφάλεια.** Τα δεδομένα βρίσκονται στον εξυπηρετητή και ο πελάτης πρέπει να στείλει αίτημα για ανάκτηση δεδομένων. Μετά την λήψη του αιτήματος από τον πελάτη, ο εξυπηρετητής επεξεργάζεται τα δεδομένα και τα αποστέλλει στον πελάτη. Με αυτό τον τρόπο αν υπάρξει κάποιο σφάλμα δεν υπάρχει απώλεια δεδομένων. Η ύπαρξη διαφορετικών επιπέδων πρόσβασης ανάλογα με τα δικαιώματα του κάθε πελάτη καθιστά την προστασία δεδομένων βασικό χαρακτηριστικό της αρχιτεκτονικής.

- *Διαλειτουργικότητα.* Ο κάθε πελάτης έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά και διαφορετικές απαιτήσεις. Οι εξυπηρετητές όμως μπορούν να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους σε αυτούς.

Από την άλλη πλευρά όμως υπάρχουν και κάποια σημαντικά μειονεκτήματα, όπως:

- *Οικονομία.* Το κόστος απόκτησης των εξυπηρετητών είναι ιδιαίτερα αυξημένο σε σχέση με τα απλά συστήματα που χρησιμοποιούνται σαν πελάτες γιατί υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις για υπολογιστική ισχύ, αξιοπιστία και αποθηκευτικό χώρο από έναν εξυπηρετητή. Κατά συνέπεια και η αναβάθμισή του δικτύου ή η επέκταση με προσθήκη επιπλέον εξυπηρετητών είναι επιβαρυνμένη οικονομικά για τον ιδιοκτήτη του εξυπηρετητή.
- *Σημείο σφάλματος.* Η ύπαρξη ενός σημείου όπου παρέχεται εξυπηρέτηση αυξάνει την πιθανότητα κυκλοφοριακής συμφόρησης στο δίκτυο με κίνδυνο να καταρρεύσει το σύστημα ή να υπάρξει κάποιο είδος δυσλειτουργίας. Αυτό το χαρακτηριστικό χρησιμοποιείται συνήθως από επιτήδειους για επιθέσεις «άρνησης υπηρεσίας» (Deny of Service Attacks, DoS). Εξίσου κρίσιμη είναι και η περίπτωση βλάβης στον εξυπηρετητή με αποτέλεσμα την απώλεια επικοινωνίας με τα δεδομένα και τις εφαρμογές.

Αντίθετα στην αρχιτεκτονική ομότιμων δικτύων, δεν υπάρχει διάκριση ρόλων των συμμετεχόντων υπολογιστών, αφού κάθε υπολογιστής παίζει τον ρόλο του πελάτη αλλά και του εξυπηρετητή κατανέμοντας το φόρτο σε όλο το δίκτυο. Αυτή η ιδιότητα κάνει το δίκτυο να έχει πολύ μεγαλύτερη ισχύ. Από την στιγμή που δεν υπάρχει κεντρικό σημείο διαχείρισης θέματα όπως έλεγχος πρόσβασης και ασφάλεια δεδομένων είναι ευθύνη των πελατών.

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα αυτής της αρχιτεκτονικής είναι:

- *Ανοχή σφαλμάτων και διαρκής διαθεσιμότητα,* καθώς δεν υπάρχει ένα σημείο που παρέχει υπηρεσίες, αλλά όλοι υπολογιστές συμμετέχουν στην παροχή υπηρεσιών. Η πιθανότητα βλάβης κάποιου υπολογιστή ή αποσύνδεσής του από το δίκτυο δεν επηρεάζει το σύστημα. Επιπλέον, δεν πρόκειται ποτέ να υπάρξει συμφόρηση στο σύστημα και για αυτό το λόγο είναι ανθεκτικό σε επιθέσεις DoS.
- *Οικονομία και επεκτασιμότητα.* Αφού οι υπολογιστές που απαρτίζουν το ομότιμο δίκτυο είναι απλά υπολογιστικά συστήματα το κόστος για την αύξηση της ισχύος είναι χαμηλότερο από αυτό στην αρχιτεκτονική πελάτη/εξυπηρετητή. Η αύξηση των συμμετεχόντων στο δίκτυο αυξάνει και την ισχύ του δικτύου αφού όλοι διαθέτουν τους πόρους τους.
- *Ανωνυμία και ανθεκτικότητα των χρηστών.* Εδώ υπάρχει η δυνατότητα ενός ενδιάμεσου επιπέδου για να γίνει απόκρυψη στοιχείων, έτσι ώστε να μην εντοπίζονται οι χρήστες και τα δεδομένα τους.

Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα όπως:

- *Χαμηλό επίπεδο ασφάλειας.* Δυστυχώς δεν υπάρχει κάποιος μηχανισμός ταυτοποίησης των χρηστών μιας και η συμμετοχή τους είναι ανοιχτή. Αυτός είναι και ο λόγος που η πρόσβαση στα δεδομένα δεν είναι αξιόπιστη.
- *Η ύπαρξη του συστήματος υφίσταται όσο οι χρήστες το χρησιμοποιούν.* Αν οι χρήστες εγκαταλείψουν το σύστημα τότε και αυτό με τη σειρά του κλείνει και παύει να υπάρχει.

4.5 Ανακεφαλαίωση Ενότητας 4

Ένα δίκτυο υπολογιστών λέγεται τοπικό (Local Area Network, LAN), όταν εκτείνεται σε περιορισμένο γεωγραφικό χώρο. Το συνολικό μήκος των καλωδίων του δικτύου δεν υπερβαίνει τα 100 km, ενώ ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων είναι πάρα πολύ υψηλός (με τη χρήση οπτικών ινών μπορεί να φτάσει και ταχύτητες της τάξης του Gbps).

Τα τοπικά δίκτυα χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη μέσων μετάδοσης (ενσύρματων ή ασύρματων), από τη δυνατότητα να παρέχουν μετάδοση εκπομπής ή μετάδοση σημείου προς σημείο, καθώς και από ότι είναι πλήρως ιδιόκτητα.

Οι σημαντικότερες χρήσεις των τοπικών δικτύων είναι ο διαμοιρασμός υλικού, λογισμικού και πληροφοριών, η παροχή υπηρεσιών διαδικτύου, οι ομάδες συνεργασίας χρηστών και η επέκταση της εγκατεστημένης βάσης σταθμών εργασίας.

Τοπολογία δικτύου ονομάζεται η «μορφή» της σύνδεσης μεταξύ των κόμβων ενός δικτύου. Οι τοπολογίες είναι είτε φυσικές είτε λογικές. Οι κατηγορίες των τοπολογιών διακρίνονται σε τοπολογίες ενσύρματων και ασύρματων τοπικών δικτύων. Στα ενσύρματα τοπικά δίκτυα υπάρχουν οι τοπολογίες του διαύλου, του δακτυλίου, του αστέρα, του δένδρου και του πλέγματος. Στα ασύρματα τοπικά δίκτυα υπάρχουν δύο μέθοδοι σύνδεσης: η αυτοοργανωμένη ή κατ' απαίτηση σύνδεση (ad hoc) και η σύνδεση υποδομής (infrastructure).

Το Ethernet είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο ενσύρματης τοπικής δικτύωσης υπολογιστών. Το έργο του ινστιτούτου IEEE και πιο συγκεκριμένα της επιτροπής 802, επικεντρώθηκε στον διαχωρισμό του δεύτερου φυσικού επιπέδου σύνδεσης δεδομένων του μοντέλου αναφοράς OSI στα υποεπίπεδα του Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης (LLC), όπου ανήκει το πρότυπο I.E.E.E. 802.2 και στο υποεπίπεδο Ελέγχου Πρόσβασης στο Μέσο (MAC), όπου ανήκουν τα πρότυπα I.E.E.E 802.3, 802.4 και το IEEE 802.5.

Το πρότυπο I.E.E.E. 802.11 ή διαφορετικά Wi-Fi περιγράφει τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Το 802.11 είναι μια οικογένεια προδιαγραφών για ασύρματα τοπικά δίκτυα που αναπτύχθηκαν από την (I.E.E.E.). Όλα τα πρότυπα που περιλαμβάνει το 802.11 χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο Ethernet και μέθοδο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος και αποφυγή συγκρούσεων, το carrier sense multiple access with collision avoidance (csma/ca).

Ένα σύστημα Πελάτη – Εξυπηρετητή είναι σύστημα με αρχιτεκτονική δικτύου, στην οποία μετέχουν συνήθως πολλοί χρήστες, γνωστοί ως πελάτες (clients), κάθε ένας από τους οποίους χρησιμοποιεί συνήθως έναν Η/Υ. Οι υπολογιστές αυτοί συνδέονται με έναν (ή περισσότερους) εξυπηρετητές (servers), δηλαδή ισχυρά μηχανήματα, συνήθως μεγάλα (mainframes) ή μεσαία. Οι εξυπηρετητές παρέχουν στους πελάτες διάφορες υπηρεσίες, όπως για παράδειγμα Βάσεις Δεδομένων, Επικοινωνίες, Μονάδες Εισόδου – Εξόδου, Πολυμέσα (Multimedia), δηλαδή αρχεία εικόνas, ήχου κ.α.

Στα δίκτυα Ομότιμων Κόμβων δεν υπάρχει κάποιος κεντρικός υπολογιστής ως εξυπηρετητής (server) και δεν υπάρχει καμία ιεραρχία ανάμεσα στους υπολογιστές. Όλοι οι υπολογιστές του δικτύου χειρίζονται θέματα ασφάλειας και διαχείρισης, ξεχωριστά ο καθένας. Οι χρήστες πρέπει να αποφασίζουν ποιος έχει πρόσβαση σε τι. Συνήθως χρησιμοποιούνται για διαμοιρασμό αρχείων. Τα Peer-to-Peer δίκτυα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.

4.6. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 4

1. Αναφέρατε τις βασικές τοπολογίες των τοπικών δικτύων.
2. Περιγράψτε παραδείγματα από την καθημερινή σας ζωή για 3 από τις σημαντικότερες χρήσεις των τοπικών δικτύων .
3. Ποιος μπορεί να είναι ο ρόλος της κεντρικής μονάδας εξυπηρέτησης σε τοπολογία αστέρα.
4. Αναγνωρίστε την τοπολογία και το είδος της καλωδίωσης που χρησιμοποιεί το σχολικό σας εργαστήριο.
5. Καταγράψτε το σύνολο του δικτυακού εξοπλισμού και δημιουργήστε μια γραφική αναπαράσταση με τη βοήθεια κάποιου προγράμματος επεξεργασίας εικόνας. Προσπαθήστε να ενσωματώσετε όσο το δυνατό περισσότερες τεχνικές πληροφορίες (ταχύτητα, υποστήριξη προτύπων/ πρωτοκόλλων, υπηρεσιών, κλπ) για τις επιμέρους συσκευές του δικτύου. Γράψτε μία σύντομη έκθεση και συζητήστε τη με άλλους συμμαθητές σας στο εργαστήριο.
6. Αναφέρατε μερικά από τα βασικά πρότυπα του IEEE 802.3, καθώς και τα κύρια χαρακτηριστικά αυτών και εξηγήστε την κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται.
7. Περιγράψτε 3 από τα βασικά στοιχεία των ασύρματων δικτύων. Σχεδιάστε ένα διάγραμμα πως είναι το ασύρματο δίκτυο αν διαθέτετε στο σπίτι σας.
8. Περιγράψτε βηματικά ποιος είναι ο ρόλος του εξυπηρετητή σε ένα δίκτυο εξυπηρετητή / πελάτη.
9. Αναφέρατε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των ομότιμων δικτύων έναντι των δικτύων με εξυπηρετητή. Που πιστεύετε ότι χρησιμοποιείται ο κάθε τύπος οργάνωσης δικτύων;

4.7 Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 4

- **Andrew S. Tanenbaum**, *Computer Networks*, Μετάφραση Κ. Καραϊσκος, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2000.
- **Κ. Αρβανίτης, Γ. Κολυβάς, Σ. Ούτσιος**, *Τεχνολογία Δικτύων Επικοινωνιών*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 2001.
- **Θ. Γεωργίου, Ι. Κάππος, Α. Λαδιάς, Α. Μικρόπουλος, Α. Τζιμογιάννης, Κ. Χαλκιά**, *Πολυμέσα Δίκτυα*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, ΟΕΔΒ, Αθήνα 1999.
- <http://digilib.lib.unipi.gr/dspace/bitstream/unipi/4924/1/Papadopoulou,%20Olimpia.pdf> (Παπαδοπούλου Ολυμπία, “Ασύρματα δίκτυα WIMAX”, μεταπτυχιακή διατριβή (17/09/15, 01:47’)
- <http://viviothmmy.ee.auth.gr/53>(Ατσοπάρδης Μιχαήλ, “Ασύρματη ζεύξη Σημείου προς Σημείο”, Διπλωματική εργασία)
- https://en.wikipedia.org/wiki/10_Gigabit_Ethernet (11/08/15, 14:05’)
- <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse2/stef/thl/2004/Papastamataki/attached-document/2004Papastamataki.pdf> (11/08/15, 18:05’)
- <http://www.ekoletsou.gr/pdfFiles/NETWORKS3.pdf> (25/07/15, 01:48’)
- http://hermes.di.uoa.gr/exe_activities/diktia/ethernet.html (26/07/15, 18:25’)
- <http://www.ekoletsou.gr/pdfFiles/NETWORKS4.pdf> (25/07/15, 01:57’)
- <http://www.slideshare.net/std09068/ss-13306431> (01/08/15, 02:23’)
- <http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=494> (02/08/15, 22:16’)
- <https://sites.google.com/site/eisagogestadiktyayypologiston1/architektonike-diktyou/topologies-diktyon> (03/08/15, 11:08’)
- <http://users.sch.gr/npapaz/lexiko.php?aa=%27598%27> (03/08/15, 15:33’)
- https://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/13844/2/Raptis_PhD2010.pdf (05/08/15, 16:27’)
- <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/2868/881.pdf> (06/08/15, 20:20’)
- http://www.it.uom.gr/project/client_server/theoria1.htm#ΕΙΣΑΓΩΓΗ (10/08/15, 22:23’)
- <https://el.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer> (07/08/15, 15:34’)
- http://users.sch.gr/maiv/_5.html (04/08/15, 14:08’)
- http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8336/1/michail_master_thesis.pdf (04/08/15, 19:17’)

Ενσύρματα και Ασύρματα Δίκτυα

Με την ολοκλήρωση της ενότητας οι μαθητές θα μπορούν να:

- Δηλώνουν τα είδη χάλκινων καλωδίων (UTP, FTP, STP) και τα χαρακτηριστικά τους.
- Επεξηγούν τον τρόπο σύνδεσης σταθμών σε δίκτυο με χρήση χάλκινου καλωδίου.
- Κατηγοριοποιούν τα είδη οπτικών ινών, τα χαρακτηριστικά τους και τον εξοπλισμό που χρειάζεται για σύνδεση στο τοπικό δίκτυο (media converters).
- Αναγνωρίζουν τον ενεργό εξοπλισμό τοπικού δικτύου (Hub, switch, router).
- Εκφράζουν τις βασικές αρχές δομημένης καλωδίωσης, το πρότυπο EIA/TIA 568, καθώς και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιείται (rack, patch panel, πρίζες, κανάλια κλπ.
- Προσδιορίζουν τον εξοπλισμό που απαιτείται για την δημιουργία ασύρματου τοπικού δικτύου με την οικογένεια προτύπων 802.11x.

Γενικά:

Στην παρούσα ενότητα θα παρουσιασθεί το υλικό που χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση συσκευών σε τοπικό δίκτυο είτε ενσύρματα είτε ασύρματα. Οι μαθητές θα μελετήσουν τα μέσα μετάδοσης (καλώδια χαλκού, οπτικές ίνες) καθώς και τις βασικές συσκευές ενεργού εξοπλισμού (Switch, Router, Access Point). Στη συνέχεια θα γίνει παρουσίαση του συστήματος δομημένης καλωδίωσης δίνοντας έμφαση στην εγκατάσταση χρησιμοποιώντας τις αντίστοιχες προδιαγραφές. Το τελευταίο μέρος της ενότητας ασχολείται με τις αρχές λειτουργίας των ασύρματων τοπικών δικτύων.

5.1 Υλικό τοπικών δικτύων

Ο όρος «υλικό τοπικών δικτύων» αναφέρεται στον εξοπλισμό, είτε παθητικό είτε ενεργό, που είναι απαραίτητος, ώστε δύο ή περισσότερες συσκευές να μπορέσουν να επικοινωνήσουν σε τοπικό επίπεδο ανταλλάσσοντας δεδομένα. Υπό αυτή την έννοια στον υλικό των δικτύων δεν περιλαμβάνονται οι τερματικές συσκευές (υπολογιστές, εκτυπωτές ταμπλέτες κλπ), δηλαδή οι συσκευές που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Επίσης, όπως είναι προφανές, στο υλικό των δικτύων δεν περιλαμβάνεται και το λογισμικό που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στα τοπικά δίκτυα μπορεί να χωριστεί σε δύο βασικές κατηγορίες: στον παθητικό εξοπλισμό και στον ενεργό εξοπλισμό. Με τον όρο «**παθητικός εξοπλισμός**» αναφερόμαστε σε οποιοδήποτε υλικό μέρος του δικτύου δεν χρειάζεται εξωτερική τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος για να λειτουργήσει (π.χ. καλώδια, κατανεμητές καλωδίων κλπ). Στον «**ενεργό εξοπλισμό**» περιλαμβάνονται οι συσκευές οι οποίες χρειάζονται εξωτερική τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος για να λειτουργήσουν (π.χ. κάρτες δικτύου, διανομείς δρομολογητές κλπ).

5.1.1 Μέσα Μετάδοσης

Τα μέσα μετάδοσης αποτελούν το φυσικό δρόμο μετάδοσης των δεδομένων της πληροφορίας μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Διακρίνονται σε *ενσύρματα* (Ομοαξονικά καλώδια, χάλκινα καλώδια, οπτικές ίνες) και σε *ασύρματα* (μετάδοση με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία).

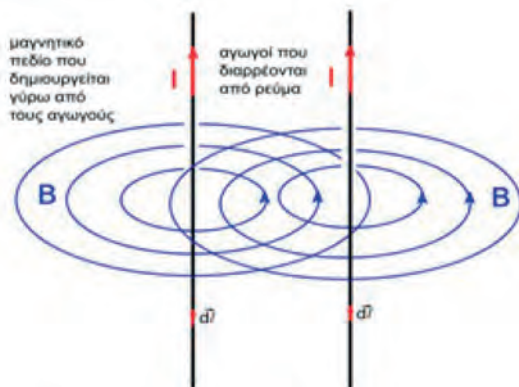
Στη συνέχεια των σημειώσεων δεν θα αναφερθούμε στα ομοαξονικά καλώδια καθώς αυτά πλέον δεν χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα, κυρίως λόγω των μειονεκτημάτων σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο γινόταν η εγκατάσταση των καλωδίων και η σύνδεση των σταθμών εργασίας.

5.1.1.1 Χάλκινα καλώδια

Τα χάλκινα καλώδια είναι γνωστά *ως καλώδια συνεστραμμένων ζυγών (Twisted Pair – TP)*. Χρησιμοποιούνται στην τηλεφωνία και κυρίως στα δίκτυα Ethernet⁵⁸. Ένα ζεύγος καλωδίων αποτελεί το συνδετικό τμήμα ενός κυκλώματος που μπορεί να μεταδώσει δεδομένα. Τα ζεύγη συστρέφονται για να παρέχουν προστασία από το φαινόμενο της παραδιαφωνίας (cross talk) δηλαδή τον ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο που παράγεται από γειτονικά ζεύγη.

Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει μέσα από ένα σύρμα δημιουργεί ένα μικρό, κυκλικό μαγνητικό πεδίο γύρω από το σύρμα. Όταν δύο σύρματα σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα τοποθετούνται κοντά μεταξύ τους, τα μαγνητικά πεδία τους είναι ακριβώς το αντίθετο από το άλλο. Έτσι, τα δύο μαγνητικά πεδία αλληλοεξουδετερώνονται. Στρίβοντας τα σύρματα μειώνεται η αλληλεπίδραση των μαγνητικών πεδίων.

⁵⁸ Βλέπε ενότητα 4.3.



Σχ. 5.1. Γειτονικοί αγωγοί που διαρρέονται από ρεύμα.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών: Το αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (Unshielded Twisted Pair –UTP) και το θωρακισμένο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (Shielded Twisted Pair –STP)

Τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών – όπως κάθε τι στην πληροφορική – υπόκεινται σε προδιαγραφές που καθορίζουν τον τρόπο κατασκευής τους. Τα δύο διεθνή πρότυπα που χρησιμοποιούνται είναι τα: TIA/EIA-568 και ISO/IEC 11801. Η βασική διαφορά μεταξύ των δύο προτύπων είναι ότι το ISO/IEC 11801 προδιαγράφει έναν επιπλέον τύπο καλωδίου. Στην Ελληνική αγορά έχει επικρατήσει το πρότυπο TIA/EIA-568 καθώς και η ονοματολογία των καλωδίων σύμφωνα με αυτό. Για το σκοπό αυτό στην συνέχεια των σημειώσεων θα ασχοληθούμε μόνο με το TIA/EIA-568.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι πιο κοινοί τύποι καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών.

Όνομα	Τύπος	Εύρος Ζώνης	Εφαρμογές	Παρατηρήσεις
Level 1		0.4 MHz	Τηλεφωνία και γραμμές modem	Δεν περιγράφεται από την EIA/TIA
Level 2		4 MHz	Παλαιά συστήματα τερματικών π.χ.. IBM 3270	Δεν περιγράφεται από την EIA/TIA
Cat.3	UTP	16 MHz	10BASE-T and 100BASE-T4 Ethernet	Ακατάλληλο για ταχύτητες πάνω από 16 Mbit/s.
Cat.4	UTP	20 MHz	16 Mbit/s, Token Ring	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως
Cat.5	UTP	100 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T Ethernet	Ευρέως χρησιμοποιούμενο
Cat.5e	UTP	100 MHz	100BASE-TX & 1000BASE-T Ethernet	Ενισχυμένο καλώδιο Cat.5. Ευρέως χρησιμοποιούμενο
Cat.6	UTP	250MHz	10GBASE-T Ethernet	Βελτιωμένο καλώδιο

Cat.6a	U/FTP F/UTP	500 MHz	10GBASE-T Ethernet	Θωρακισμένο καλώδιο.
Cat.7	F/FTP, S/FTP	600 MHz	Τηλεφωνία, CCTV, 1000BASE-TX στο ίδιο καλώδιο. 10GBASE-T Ethernet.	Πλήρως θωρακισμένο καλώδιο
Cat.7a	F/FTP, S/FTP	1000 MHz	Τηλεφωνία, CATV, 1000BASE-TX στο ίδιο καλώδιο. 10GBASE-T Ethernet.	Χρήση και των τεσσάρων ζευγών
Cat.8.1	U/FTP, F/UTP	1600-2000 MHz	Τηλεφωνία, CATV, 1000BASE-TX στο ίδιο καλώδιο. 40GBASE-T Ethernet.	Υπό Ανάπτυξη
Cat.8.2	F/FTP, S/FTP	1600-2000 MHz	Τηλεφωνία, CATV, 1000BASE-TX. Στο ίδιο καλώδιο 40GBASE-T Ethernet.	Υπό Ανάπτυξη

Πίν. 5.1. Τύποι καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών

Καλώδια UTP

Το **αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (UTP)** αποτελείται από τέσσερα ζεύγη καλωδίων (καλώδια κατηγορίας 3 και άνω). Κάθε καλώδιο, το οποίο καλείται *ίνα*, αποτελείται από χάλκινο αγωγό με μονωτικό περίβλημα. Μπορεί να είναι δύσκαμπτο (συμπαγές χάλκινο σύρμα), ή ευέλικτο (πολλά λεπτά χάλκινα σύρματα). Οι ίνες είναι ανά δύο περιπλεγμένες και σχηματίζουν τέσσερα ζεύγη. Τα ζεύγη αποτελούνται από μια έγχρωμη και μια λευκή ίνα. Για αποφυγή λάθους, οι λευκές ίνες έχουν ένα μέρος χρωματισμένο με το χρώμα της αντίστοιχης ίνας του ζεύγους στο οποίο ανήκουν. Τα τέσσερα ζεύγη σχηματίζουν το εσωτερικό μέρος του καλωδίου που ονομάζεται δέσμη. Τα τέσσερα ζεύγη περικλείονται από τον μανδύα που είναι το συνθετικό περιτύλιγμα γύρω από την δέσμη. Συνήθως χρησιμοποιείται υλικό PVC, PE, Αραμίδιο, κλπ.



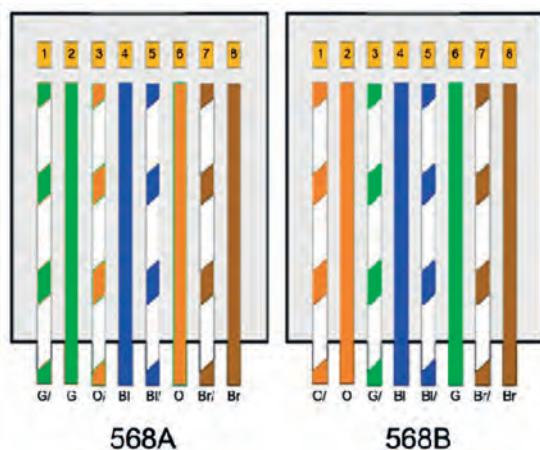
Εικ. 5.1. Καλώδιο UTP.

Για τον τερματισμό του UTP καλωδίου χρησιμοποιούνται τα βύσματα 8P8C (8 Position 8 Conduct) τα οποία είναι ευρέως γνωστά σαν **βύσματα RJ45**. Τα βύσματα RJ45 είναι πλαστικά και έχουν επαφές χαλκού οι οποίες είναι ανασηκωμένες. Αφού τοποθετηθούν οι ίνες του καλωδίου, με την σωστή διάταξη, χρησιμοποιώντας ένα ειδικό εργαλείο το οποίο ονομάζεται πρέσα πιέζονται οι επαφές χαλκού προς τα μέσα και καρφώνονται πάνω στις ίνες επιτυγχάνοντας την ηλεκτρική επαφή και ταυτόχρονα τη στερέωση του καλωδίου μέσα στο βύσμα.



Εικ. 5.2. Βύσμα RJ45 (8P8C) και πρέσα για βύσματα RJ45.

Η διάταξη των καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών μέσα στο βύσμα δεν είναι τυχαία, αλλά ακολουθεί συγκεκριμένη σειρά. Υπάρχουν δύο διατάξεις καλωδίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι: TIA/EIA-568A και TIA/EIA-568B οι οποίες φαίνονται στο σχήμα 5.2.



Σχ. 5.2. Διάταξη καλωδίων TP.

Σε ένα δίκτυο μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε καλώδια με διάταξη 568A και 568B. Προσοχή όμως το καλώδιο στα δύο άκρα του πρέπει να έχει την ίδια διάταξη των ινών στο βύσμα (straight cable). Στην περίπτωση που το καλώδιο θα χρησιμοποιηθεί για να συνδεθούν δύο συσκευές (πχ δύο υπολογιστές) χωρίς την μεσολάβηση HUB ή Switch τότε στο ένα άκρο χρησιμοποιείται η διάταξη 568A και στο άλλο η 568B (crossover cable). Με αυτή τη διάταξη των καλωδίων οι ακροδέκτες εκπομπής της μιας μεριάς οδηγούνται στους ακροδέκτες λήψης της άλλης

Θωρακισμένα Καλώδια

Με το όρο «**θωράκιση καλωδίου**» αναφερόμαστε στη χρήση φύλλων αλουμινίου ή/και μεταλλικού πλέγματος με σκοπό τη διατήρηση της ακεραιότητας του ηλεκτρικού σήματος σε ένα «θωρυβώδες» περιβάλλον όπως είναι ένας βιομηχανικός χώρος ή μια περιοχή που υπάρχει μεγάλος αριθμός ηλεκτρικών συσκευών. Με αυτόν τον τρόπο όποια εξωτερική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεχθεί το καλώδιο, μετατρέπεται σε ρεύμα στο μεταλλικό πλέγμα ή στα φύλλα αλουμινίου. Για να υπάρχει η συνέχεια στη θωράκιση του καλωδίου πρέπει να έχουμε και θωράκιση

σε όλη την σύνδεση (από άκρο σε άκρο) δηλαδή και στις πρίζες αλλά και στους κατανεμητές. Επιπλέον είναι απαραίτητο η θωράκιση να είναι γειωμένη διότι όλη η καλωδίωση λειτουργεί ως κεραία. Για να είναι δυνατή η γείωση της θωράκισης χρησιμοποιούνται ειδικά βύσματα τα οποία έχουν μεταλλικό περίβλημα στην εξωτερική πλευρά του πλαστικού. Στο περίβλημα αυτό συνδέεται η άκρη της θωράκισης κάνοντας έτσι δυνατή την γείωσή της.



Εικ. 5.3. Βύσμα RJ45 για θωρακισμένο καλώδιο.

Η εγκατάσταση θωρακισμένου καλωδίου είναι συνήθως δυσκολότερη από ότι του αθωράκιστου καλωδίου. Ο λόγος είναι ότι αφενός μεν πρέπει να εξασφαλισθεί η συνέχεια της γείωσης σε όλη την καλωδίωση, αφετέρου τα περισσότερα θωρακισμένα καλώδια έχουν ίνες με μεγαλύτερη διάμετρο καθιστώντας τον χειρισμό τους δυσκολότερο. Για αυτό συνίσταται η χρήση του θωρακισμένου καλωδίου μόνο στις περιπτώσεις που υπάρχει έντονος ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος στο περιβάλλον⁵⁹, ενώ δεν προτείνεται η χρήση του σε οικιακούς χώρους ή χώρους γραφείων.

Καλώδιο FTP

Το **καλώδιο FTP (Foiled Twisted Pair)** είναι θωρακισμένο, συνήθως με φύλλο αλουμινίου το οποίο είναι περιτυλιγμένο γύρω από τη δέσμη ή σε μερικές περιπτώσεις γύρω από το κάθε ζεύγος. Το καλώδιο έχει μεγαλύτερη διάμετρο και είναι λιγότερο ελαστικό, έχει όμως πολύ καλύτερες ηλεκτρικές ιδιότητες.



Εικ. 5.4. Καλώδιο FTP.

Καλώδια S/FTP, F/FTP ή SF/FTP

Τα καλώδια αυτά είναι τύπου FTP με επιπλέον μεταλλική θωράκιση γύρω από τη δέσμη. Το αγγλικό γράμμα F υποδεικνύει την χρήση συνθετικού φύλλου (συνήθως φύλλο αλουμινίου), ενώ το γράμμα S υποδεικνύει την χρήση μεταλλικού πλέγματος.

⁵⁹ Πχ βιομηχανικοί χώροι.



Εικ. 5.5. Καλώδιο S/FTP κατηγορίας 7.

5.1.1.2 Οπτικές Ίνες

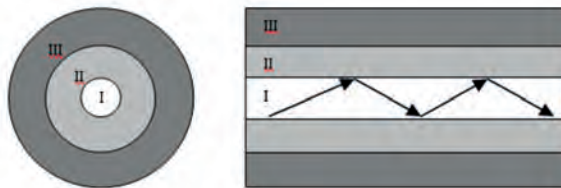
Τα καλώδια οπτικών ινών είναι τα καλώδια τηλεπικοινωνιών στα οποία το μέσο μετάδοσης δεν είναι μεταλλικοί αγωγοί αλλά υάλινοι οπτικοί κυματοδηγοί όπου τα μονοχρωματικά⁶⁰ οπτικά⁶¹ ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται εξαιτίας του φαινομένου ολικής ανάκλασης⁶². Τα συγκεκριμένα οπτικά ηλεκτρομαγνητικά κύματα παράγονται από μονοχρωματικές πηγές φωτός όπως φωτοдиодοι (led), laser κ.λπ.

Τα καλώδια οπτικών ινών είναι τα πιο προηγμένα τηλεπικοινωνιακά μέσα ενσύρματης μετάδοσης και χρησιμοποιούνται σε όλα τα σύγχρονα συστήματα τηλεπικοινωνιών, δεδομένου ότι προσφέρουν ένα πολύ μεγάλο εύρος ζώνης, υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης και απόλυτη προστασία (ανοσία) από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, παρέχοντας έτσι ασφαλή και γρήγορη μετάδοση χωρίς περιορισμούς απόστασης.

Δομή - λειτουργία οπτικών ινών

Οι οπτικές ίνες που χρησιμοποιούνται στις τηλεπικοινωνίες είναι κυρίως υάλινες (υπάρχουν και πλαστικές με πολύ περιορισμένη εφαρμογή), έχουν κυλινδρική μορφή και κατασκευάζονται από τρία ομόκεντρα στρώματα:

- I. Τον **πυρήνα της ίνας (fiber core)**, από διοξείδιο πυριτίου (SiO_2) με προσμίξεις διοξειδίου του γερμανίου (GeO_2). Ο πυρήνας είναι η περιοχή όπου κυρίως διαδίδεται το οπτικό σήμα με διαδοχικές ολικές ανακλάσεις στη διαχωριστική επιφάνεια των περιοχών I & II.
- II. Το **περίβλημα της ίνας (cladding)**, από καθαρό διοξείδιο πυριτίου (SiO_2).
- III. Την **πρωτεύουσα επικάλυψη (coating)**, από συνθετικό ακρυλικό υλικό. Αυτό το στρώμα παρέχει μηχανική προστασία στα υάλινα στρώματα I & II.



Σχ. 5.3. Δομή Οπτικής Ίνας

60 Μονοχρωματικά ονομάζονται τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα τα οποία είναι σχεδόν μίας μόνο συχνότητας, δηλαδή ουσιαστικά ενός και μόνο χρώματος.

61 Οπτικά ονομάζονται τα κύματα με συχνότητες στο ορατό από τον άνθρωπο φάσμα, έχουν δηλαδή μήκος κύματος από $4000 \text{ \AA}$ μέχρι περίπου $7000 \text{ \AA}$ ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$)

62 Ολική ανάκλαση ή ολική εσωτερική ανάκλαση, ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο ένα διαδιδόμενο κύμα ανακλάται κατά 100% προσπίπτοντας σε επιφάνεια που χωρίζει δύο διαφανή οπτικά μέσα.

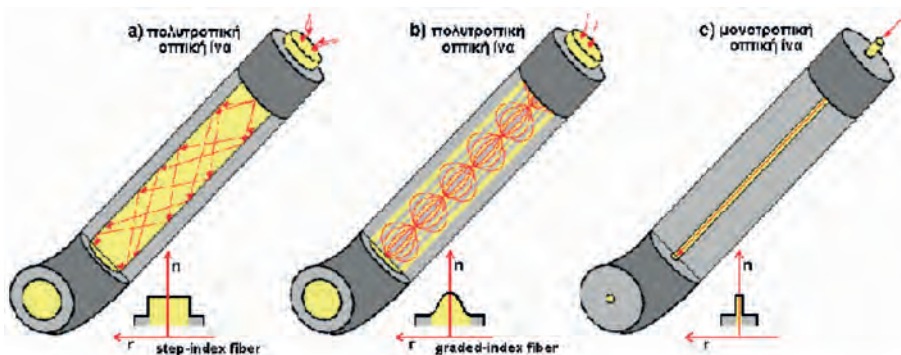
Στις οπτικές ίνες που απαρτίζουν ένα οπτικό καλώδιο, ουσιαστικά υπάρχει και ένα τέταρτο, εξωτερικό, στρώμα που είναι το έγχρωμο μελάνι που εφαρμόζεται για την αναγνώριση των ινών.

Τύποι οπτικών ινών

Με την πάροδο των ετών έχουν αναπτυχθεί πολλοί τύποι οπτικών ινών που ο κάθε ένας ικανοποιεί τις ιδιαίτερες απαιτήσεις διάφορων τηλεπικοινωνιακών εφαρμογών. Για όλους τους τύπους των οπτικών ινών υπάρχουν διεθνή πρότυπα στα οποία προδιαγράφονται τα χαρακτηριστικά μετάδοσης καθώς και τα γεωμετρικά, μηχανικά και άλλα χαρακτηριστικά τους. Οι οπτικές ίνες χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το αν υποστηρίζουν έναν ή πολλούς ρυθμούς μετάδοσης: στις μονοτροπικές οπτικές ίνες (ή απλού τύπου) και στις πολυτροπικές οπτικές ίνες (ή πολλαπλού τύπου) αντίστοιχα.

Μονοτροπικές οπτικές ίνες (Single mode): Οι μονοτροπικές οπτικές ίνες έχουν διαστάσεις μέχρι $10\ \mu\text{m}$. Τα κύματα φωτός ταξιδεύουν σε ευθεία γραμμή και μπορούμε να στείλουμε δεδομένα σε μεγάλες αποστάσεις. Η μικρή αυτή διάμετρος του πυρήνα, επιτρέπει τη διέλευση σε ένα περιορισμένο πλήθος ακτίνων, ουσιαστικά μόνο σε ακτίνες που προσπίπτουν κάθετα στην επιφάνεια της διατομής των οπτικών ινών. Οι ίνες αυτές χαρακτηρίζονται συνήθως ως ίνες με βηματική κατανομή.

Πολυτροπικές οπτικές ίνες (Multi mode): Οι πολυτροπικές οπτικές ίνες έχουν διαστάσεις από $50 - 100\ \mu\text{m}$, είναι πιο «χοντρές» από τις απλού τύπου, αλλά μπορούν να στείλουν παράλληλα, σε ξεχωριστό μονοπάτι, πολλά κύματα φωτός. Το κάθε κύμα φωτός, εισέρχεται στην οπτική ίνα με ελαφρά διαφορετική γωνία σε σχέση με τα άλλα, και ακολουθεί το δικό του μονοπάτι μέσα στην ίνα, μέσω των διαδοχικών ανακλάσεων στο περίβλημα. Αυτό συμβαίνει παράλληλα με πολλά κύματα φωτός (όλα σε διαφορετική γωνία σε σχέση με τα άλλα) κι έτσι μπορούμε να στείλουμε παράλληλα, τεράστιο όγκο δεδομένων.



Σχ. 5.4. Είδη Οπτικών Ινών

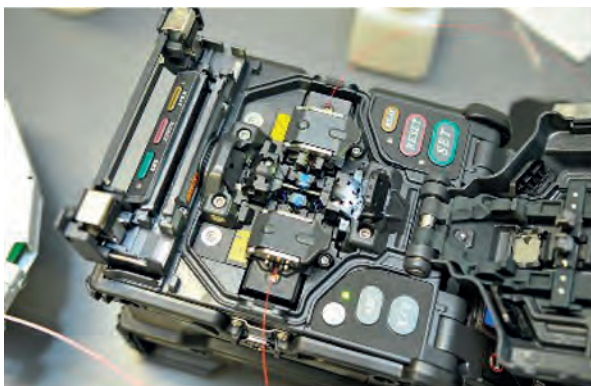
Συνδέσεις οπτικών ινών

Τα σημεία σύνδεσης μεταξύ οπτικών ινών, είναι αυτά τα οποία επιτρέπουν τη διέλευση του διερχόμενου φωτός από τη μία ίνα στην άλλη, με τις ελάχιστες δυνατές απώλειες σήματος. Γενικά, υπάρχουν δύο κατηγορίες συνδέσεων οπτικών ινών: Οι μόνιμες συνδέσεις και οι τερματιζόμενες με βύσματα. Οι **μόνιμες συνδέσεις (ματίσεις)** εφαρμόζονται σε εγκαταστάσεις εσωτερικών και εξωτερικών χώρων. Προσφέρουν χαμηλές απώλειες και υψηλή μηχανική σταθερότητα, όμως πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το κόστος και η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της ίδιας σύνδεσης. Τα **βύσματα σύνδεσης οπτικών ινών** εφαρμόζονται και αυτά σε εσωτερικές

και εξωτερικές εγκαταστάσεις (κεντρικά γραφεία, τοπικά δίκτυα, τερματισμοί σε πομπούς και δέκτες, κ.λ.π.). Και στις δύο περιπτώσεις σύνδεσης οπτικών ινών, κοινό χαρακτηριστικό είναι οι απώλειες λόγω εξασθένησης του σήματος.

Ένωση σύντηξης

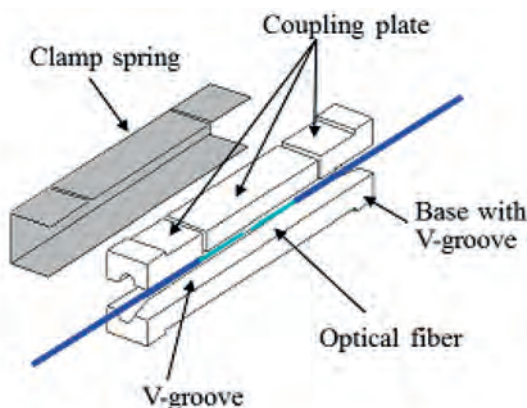
Η ένωση σύντηξης είναι η πιο μόνιμη και με τις λιγότερες απώλειες μέθοδος σύνδεσης οπτικών ινών. Ουσιαστικά, οι δυο ίνες απλά ευθυγραμμίζονται και μετά ενώνονται με τη τήξη ηλεκτρικού τόξου. Η σύνδεση που παίρνουμε έχει απώλεια λιγότερη από 0.1 dB (λιγότερο από 2% απώλεια ισχύος). Για την ένωση σύντηξης χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές. Υπάρχουν συσκευές που μπορούν να ενώσουν αυτόματα καλώδια πολλών πυρήνων ή ταινίας με μέχρι και 12 ίνες τη φορά.



Εικ. 5.6. Συσκευή σύνδεσης οπτικής ίνας με σύντηξη

Μηχανικές ενώσεις

Η μηχανική ένωση επιτελεί παρόμοια λειτουργία με την ένωση σύντηξης, με τη διαφορά ότι οι ίνες κρατιούνται μαζί με μηχανικά μέσα και όχι με την τεχνική της τήξης. Εξωτερικά μοιάζουν πάρα πολύ με τα προστατευτικά καλύμματα των ενώσεων.



Σχ. 5.5. Μηχανική Σύνδεση Οπτικής Ίνας

Οι περισσότερες μηχανικές ενώσεις σχεδιάζονται γύρω από ένα αυλάκι σε σχήμα V. Αποτελούνται από μια επίπεδη βάση στην οποία χαραχτεί ή δημιουργείται το αυλάκι. Οι έτοιμες ίνες

τοποθετούνται στο αυλάκι και οι άκρες τους έρχονται σε επαφή. Χρησιμοποιείται κάποια ποσότητα ειδικού ζελέ για να καλύψει το κενό μεταξύ των δύο άκρων των δύο οπτικών ινών και να εμποδίσει την απώλεια του σήματος. Μετά, ένας μηχανισμός σταθεροποίησης κρατά τις ίνες στη θέση τους και παρέχει μηχανική προστασία στην ίνα.

Βύσματα σύνδεσης οπτικών ινών

Τα βύσματα χρησιμοποιούνται για τον τερματισμό των οπτικών ινών, όταν αυτές συνδέονται σε μη-σταθερές συνδέσεις. Γι' αυτό κατασκευάζονται έτσι ώστε να μπορούν να συνδέονται και να αποσυνδέονται εκατοντάδες, ίσως και χιλιάδες φορές. Επειδή κανένα βύσμα δεν είναι ιδανικό για όλων των ειδών τις συνδέσεις, έχει αναπτυχθεί μία μεγάλη ποικιλία διαφόρων τύπων βυσμάτων. Γενικά, τα βύσματα ταξινομούνται σε πέντε κατηγορίες:

- Ελαστικής λαβής
- Σταθερής λαβής
- βριδικοί τύποι αυλακωτής πλάκας
- Επεκτεινόμενης δέσμης
- Περιστροφικά

Παραδείγματα των τύπων αυτών απεικονίζονται στην εικόνα 5.7. Όσον αφορά τη μεταξύ τους συμβατότητα, αν και λίγοι από τους αρχικούς τύπους ακολούθησαν κάποια συμβατότητα, σήμερα παρατηρείται μεγαλύτερη συμβατότητα ιδίων τύπων από διαφορετικούς κατασκευαστές (π.χ. AT&T ST σε AMP ST)



Εικ. 5.7 Τύποι Βυσμάτων Οπτικών Ινών.

Η τοποθέτηση βύσματος σε οπτική ίνα είναι πιο δύσκολη διαδικασία από την τοποθέτηση βύσματος σε καλώδιο UTP. Επίσης χρειάζεται ειδικό εξοπλισμό, απαραίτητο για τον καθαρισμό, την κοπή, την επιθεώρηση, τη μέτρηση, και την απογύμνωση των οπτικών ινών. Στην αγορά κυκλοφορούν διάφορα κιτ συναρμολόγησης (βαλιτσάκια) που περιέχουν όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα για την τοποθέτηση βύσματος σε οπτική ίνα. Αυτά διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο του βύσματος και τον τύπο της εφαρμογής (πχ με εποξική κόλλα).



Εικ. 5.8. Βαλιτσάκι εργαλείων οπτικής ίνας.

Μετατροπείς μέσου από / προς οπτική ίνα

Στα τοπικά δίκτυα οι οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται κυρίως στο δίκτυο κορμού, ενώ οι τερματικές συσκευές συνδέονται συνήθως με χάλκινο καλώδιο λόγω της ευκολίας τοποθέτησης και χειρισμού αλλά και λόγω του χαμηλότερου κόστους. Σε ένα τοπικό δίκτυο που χρησιμοποιείται και οπτική ίνα και καλώδιο χαλκού για την μετατροπή του οπτικού σήματος σε ηλεκτρικό και το αντίστροφο εγκαθίστανται ειδικές συσκευές που λέγονται **μετατροπείς μέσου οπτικής ίνας (fiber media converters)**



Εικ. 5.9. Media convertor RJ45 σε πολύτροπη SC οπτική ίνα.

Οι μετατροπείς μέσου οπτικής ίνας επιτρέπουν τη διασύνδεση ενός υπάρχοντος δικτύου με καλωδιακή υποδομή χαλκού με ένα δίκτυο κορμού οπτικής ίνας. Αποτελούν μια χαμηλού κόστους λύση στις περιπτώσεις που η αγορά ενός μεταγωγέα (switch) ο οποίος να έχει θύρα οπτικής ίνας δεν είναι συμφέρουσα.

5.1.1.3 Μικροκυματική μετάδοση

Τα Μικροκύματα είναι περιοχή των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με μήκος κύματος μεταξύ 0,1 και 100 εκατοστών, που αντιστοιχεί σε συχνότητες μεταξύ 0,3-300 GHz. Ωστόσο, δεν υπάρχουν ακριβή όρια που διαχωρίζουν τα μικροκύματα από τις γειτονικές περιοχές του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, των υπερβραχέων και της υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Τα μικροκύματα έχουν πολύ περισσότερες εφαρμογές σε σχέση με τις άλλες ζώνες ραδιοκυμάτων λόγω του πλούσιου φάσματός τους. Χρησιμοποιούνται για εκπομπή επίγειου τηλεοπτικού σήματος (UHF), στην εκπομπή δορυφορικού τηλεοπτικού σήματος αλλά και στις δορυφορικές επικοινωνίες γενικότερα. Εφαρμόζονται επίσης στην κινητή τηλεφωνία, στα δίκτυα Wi-Fi, στο πρότυπο ανταλλαγής αρχείων Bluetooth, στα Ραντάρ αλλά και στους φούρνους μικροκυμάτων καθώς οι μικροκυματικές συχνότητες αλληλεπιδρούν με την ύλη.

Στη συνέχεια των σημειώσεων θα ασχοληθούμε με τη χρήση των μικροκυμάτων για την ασύρματη μετάδοση δεδομένων, επικεντρώνοντας στο Wi-Fi, δηλαδή μικροκύματα σε συχνότητες που ξεκινούν από τα 2,4 GHz. Το Wi-Fi είναι το όνομα της δημοφιλούς τεχνολογίας ασύρματης δικτύωσης που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για να παρέχει ασύρματη σύνδεση σε τοπικό δίκτυο. Μια κοινή παρανόηση είναι ότι ο όρος Wi-Fi είναι συντομογραφία του «Wireless Fidelity», ωστόσο αυτό δεν είναι σωστό. Wi-Fi είναι απλά ένα εμπορικό σήμα που αφορά τις τεχνολογίες της IEEE 802.11x.

Τα μικροκύματα – όπως όλα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα - είναι ταλαντώσεις που διαδίδονται στον ελεύθερο χώρο με την ταχύτητα του φωτός ($c = 3 \times 10^8$ m/sec). Ένα ηλεκτρομαγνητικό κύμα που εκπέμπεται από μια σημειακή πηγή, διαδίδεται στον ελεύθερο χώρο ομοιόμορφα προς όλες τις κατευθύνσεις. Η διάδοση του κύματος είναι σφαιρική. Για να απλουστεύσουμε την έννοια της διάδοσης, φανταζόμαστε ακτίνες που εκπέμπονται από μία σημειακή πηγή προς όλες τις κατευθύνσεις. Πάνω σε αυτό το χαρακτηριστικό, που αφορά κυρίως τα μικροκύματα των χαμηλότερων συχνοτήτων βασίζονται οι κάθε είδους ασύρματες συνδέσεις που αναφέραμε. (Περισσότερα για τα μικροκύματα έχουν ενσωματωθεί στο Ένθετο 5.1. στο τέλος της ενότητας)

5.1.2 Διανομείς (HUB) και μεταγωγείς (Switch)

Ο ακριβής Ελληνικός όρος για την λέξη Hub είναι πλήμνη, ενώ χρησιμοποιούνται και οι όροι διανομέας, επαναλήπτης, συγκεντρωτής. Στον χώρο των υπολογιστών έχει επικρατήσει ο όρος Hub.

Ένας διανομέας είναι μια συσκευή για τη σύνδεση πολλαπλών συσκευών Ethernet μαζί, μέσω καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών ή οπτικής ίνας ώστε να δρουν ως ενιαίο τμήμα δικτύου. Έχει πολλαπλές θύρες εισόδου/εξόδου (I/O), στις οποίες ένα σήμα εισάγεται στην είσοδο μιας οποιασδήποτε θύρας και εμφανίζεται στην έξοδο της κάθε θύρας. Υλοποιούν στο εσωτερικό τους την τοπολογία αρτηρίας του Ethernet. Οι συσκευές που συνδέονται στις θύρες εισόδου/εξόδου συνδέονται πάνω στην αρτηρία του δικτύου η οποία υλοποιείται στο εσωτερικό του Hub.



Εικ. 5.10 Διανομέας Ethernet.

Διαφορές μεταξύ HUB και Switch

Τα Hub επιτρέπουν στους υπολογιστές ενός δικτύου να επικοινωνούν μεταξύ τους. Κάθε υπολογιστής συνδέεται με το Hub μέσω ενός καλωδίου Ethernet και οι πληροφορίες που αποστέλλονται από τον έναν υπολογιστή στον άλλον περνούν μέσα από το Hub. Το Hub λειτουργεί στο φυσικό επίπεδο του OSI (επίπεδο 1) και κατά συνέπεια δεν μπορεί να αναγνωρίσει την προέλευση ή τον προορισμό των πληροφοριών που λαμβάνει. Συνεπώς, αποστέλλει τις πληροφορίες σε όλους τους υπολογιστές που συνδέονται σε αυτό, συμπεριλαμβανομένου του υπολογιστή αποστολής. Το Hub μπορεί να στέλνει ή να λαμβάνει πληροφορίες, αλλά δεν μπορεί να τα κάνει και τα δύο ταυτόχρονα. Η διαθεσιμότητα φτηνών switch έχει καταστήσει απαρχαιωμένα τα Hub, τα οποία δεν είναι πλέον εμπορικά διαθέσιμα.

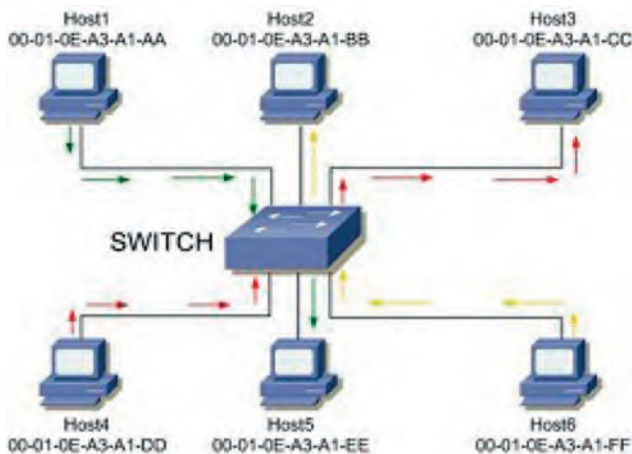
Τα switch λειτουργούν στο δεύτερο επίπεδο του OSI και για αυτό εντοπίζουν τον προορισμό της πληροφορίας που λαμβάνουν χρησιμοποιώντας την φυσική διεύθυνση (MAC) του παραλήπτη. Συνεπώς, αποστέλλουν την πληροφορία που λαμβάνουν μόνον στον υπολογιστή, για τον οποίο προορίζεται. Τα switch μπορούν να αποστέλλουν και να λαμβάνουν πληροφορίες ταυτόχρονα, κι έτσι είναι ταχύτεροι από τα Hub. Μια βασική διαφορά ανάμεσα σε έναν Hub και ένα switch είναι ότι όλες οι συσκευές που είναι συνδεδεμένοι με ένα Hub μοιράζονται το εύρος ζώνης μεταξύ τους, ενώ μια συσκευή που συνδέεται σε μια θύρα ενός switch έχει στη διάθεσή της το πλήρες εύρος ζώνης. Για παράδειγμα, εάν 10 συσκευές επικοινωνούν χρησιμοποιώντας έναν Hub σε ένα δίκτυο 100 Mbps, τότε κάθε συσκευή μπορεί να πάρει μόνο ένα τμήμα των 100 Mbps εάν και άλλοι κόμβοι στο Hub θέλουν να επικοινωνήσουν. Αλλά με ένα switch, κάθε συσκευή θα μπορούσε ενδεχομένως να επικοινωνήσει χρησιμοποιώντας και τα 100 Mbps .

Λειτουργία Switch

Οι θύρες I/O των Switch γενικά λειτουργούν με ταυτόχρονη αμφίδρομη μετάδοση (Full-Duplex). Όταν ένα Switch λάβει σε μια θύρα του ένα πλαίσιο Ethernet, επιδιώκει να το αναμεταδώσει μόνο στη θύρα στην οποία είναι συνδεδεμένη η συσκευή προορισμού. Για να γίνει αυτό, με ευθύνη του firmware ενημερώνεται από τον **πίνακα εκμάθησης διευθύνσεων (Learned Address Table – LAT)** ο οποίος περιέχει εγγραφές στις οποίες για κάθε θύρα του Switch, υπάρχει καταχωρημένη η αντίστοιχη φυσική διεύθυνση (MAC) της συσκευής που είναι συνδεδεμένη σε αυτή. Αφού λοιπόν εντοπιστεί η θύρα στην οποία βρίσκεται συνδεδεμένη η συσκευή προορισμού, το Ethernet πλαίσιο προωθείται μόνο σε αυτή τη θύρα.

Στην περίπτωση που το switch λάβει ένα πλαίσιο και δεν εντοπίσει στον πίνακα LAT την διεύθυνση προορισμού, τότε θα το προωθήσει σε όλες τις θύρες (εκτός από αυτήν από την οποία ήρθε) για να σιγουρέψει την παράδοση. Η απάντηση προερχόμενη από μία μόνο θύρα είναι πιθανόν

να αποκαλύψει που είναι συνδεδεμένη η συσκευή, οπότε ενημερώνεται ο πίνακας LAT. Η διαδικασία αυτή λέγεται **διαδικασία μάθησης**.



Σχ. 5.6 Λειτουργία Διανομέα μεταγωγής (switch)

5.1.3 Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point)

Στα δίκτυα υπολογιστών **ασύρματο σημείο πρόσβασης (wireless access point - AP)** ονομάζεται κάθε συσκευή που επιτρέπει την ασύρματη σύνδεση συσκευών σε ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο χρησιμοποιώντας Wi-Fi ή σχετικά πρότυπα. Ένα AP μπορεί να συνδέεται με ένα δρομολογητή μέσω ενσύρματου δικτύου, αλλά σήμερα το σύνηθες είναι το AP να είναι ενσωματωμένο στον δρομολογητή (που είναι και ο κανόνας για δρομολογητές aDSL, VDSL).

Τα AP χρησιμοποιούνται συνήθως σε οικιακά ασύρματα δίκτυα και ασύρματα δίκτυα σε μικρές επιχειρήσεις. Στις οικιακές εφαρμογές συνήθως χρησιμοποιείται ένα AP για τη σύνδεση όλων των ασύρματων συσκευών του σπιτιού (υπολογιστές, ταμπλέτες, κινητά τηλέφωνα κλπ). Επίσης τα AP χρησιμοποιούνται σε Wi-Fi Hotspots. Hotspot είναι κάθε κόμβος σε δημόσια τοποθεσία (καφετέρια, ξενοδοχείο, εστιατόριο, πλατεία, λιμένας, κτλ), που επιτρέπει τη σύνδεση ασύρματα στο διαδίκτυο, χρησιμοποιώντας φορητό υπολογιστή (laptop), υπολογιστή χειρός (palmtop, PDA) και ορισμένα κινητά τηλέφωνα. Υπάρχουν hotspots που προσφέρουν τις υπηρεσίες τους δωρεάν (free wifi), και άλλα όχι.



Εικ. 5.11. (α) Οικιακό σημείο πρόσβασης (AP)



(β) Hotspot

Τα AP εσωτερικού χώρου παρέχουν χαμηλή ισχύ σήματος (μέγιστο τα 100 mWatt) περιορίζοντας τη θεωρητική εμβέλεια τους σε 30 μέτρα. Για την επέκταση κάλυψης του ασύρματου δικτύου χρησιμοποιούνται Wi-Fi αναμεταδότες (repeaters ή range extenders). Οι περισσότερες συσκευές που υπάρχουν στο εμπόριο και είναι μόνο access point (όχι router με Wi-Fi) υποστηρίζουν λειτουργία και σαν AP και σαν repeater, ανάλογα με το πώς θα γίνει η ρύθμιση της συσκευής.

Τα AP παρέχουν μια σειρά από πρόσθετα χαρακτηριστικά και δυνατότητες που σχετίζονται με τον έλεγχο πρόσβασης, κρυπτογράφηση των δεδομένων, την ανοχή σφαλμάτων και τη διαχείριση του δικτύου⁶³.

Η μετάδοση των δεδομένων από και προς τα AP γίνεται με μικροκύματα σε συχνότητα 2,4 GHz, 5 GHz και 5,8 GHz. Το βασικό πρότυπο που χρησιμοποιείται είναι το IEEE 802.11x, (το οποίο έχει παρουσιαστεί στην ενότητα 4.6) όπου το γράμμα x στο τέλος ορίζει το επιμέρους πρότυπο της ομάδας εργασίας 802.11 που είναι υπεύθυνη για το ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN). Τα πιο σημαντικά επιμέρους πρότυπα είναι:

802.11a: Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό για την μετάδοση χρησιμοποιείται ζώνη συχνοτήτων στα 5,8 GHz, και ως εκ τούτου, είναι πιο επιρρεπής σε απώλεια σήματος μέσα από τοίχους και άλλα εμπόδια σε σχέση με τα επόμενα πρότυπα. Αυτό οφείλεται στο ότι όσο αυξάνεται η συχνότητα του ηλεκτρομαγνητικού κύματος τόσο αυξάνεται το ποσοστό της ανάκλασης. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να φθάσει τα 54 Mbps, αλλά στη πράξη δεν ξεπερνά τα 25 Mbps.

802.11b: Αυτό ήταν το πρώτο ευρέως χρησιμοποιούμενο πρότυπο και υποστηρίζεται σήμερα από κάθε σημείο πρόσβασης, φορητό υπολογιστή ταμπλέτα και smart phone. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές ο ρυθμός μετάδοσης μπορεί να φθάσει τα 11 Mbps, αλλά στη πράξη δεν ξεπερνά τα 6.

802.11g: Το πρότυπο αυτό είναι βελτίωση του 802.11b επιτρέποντας μέγιστο ρυθμό μετάδοσης στα 54 Mbps. Στη πράξη ο ρυθμός μετάδοσης είναι της τάξης των 10-27 Mbps

802.11n: Το 802.11n είναι το πρότυπο που σήμερα υποστηρίζει το μεγαλύτερο ρυθμό μετάδοσης και ταυτόχρονα είναι ευρέως διαδεδομένο. Υποστηρίζει θεωρητικό ρυθμό μετάδοσης έως και 300 Mbps. Στην πράξη μια σύνδεση 802.11n μπορεί να παρέχει πραγματικό ρυθμό μετάδοσης τουλάχιστον 50 Mbps ενώ μπορεί να φθάσει κοντά στα 150 Mbps. Για να επιτευχθούν αυτοί οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης το πρότυπο 802.11n χρησιμοποιεί την τεχνολογία **πολλαπλής εισόδου και πολλαπλής εξόδου η αλλιώς MIMO (multiple-input and multiple-output)** Με αυτή τη μέθοδο, πολλαπλασιάζεται η χωρητικότητα της ασύρματης σύνδεσης με τη χρήση «πολλαπλών χωρικών ροών (spatial streams)». Η μέθοδος βασίζεται στη μετάδοση ανεξάρτητων και χωριστά κωδικοποιημένων σημάτων που ονομάζονται ροές (streams). χρησιμοποιώντας πολλαπλές κεραίες για την αποστολή και λήψη του σήματος. Το πρότυπο 802.11n υποστηρίζει μέχρι τέσσερις κεραίες.

802.11ac: Το 802.11ac είναι το «ανερχόμενο» πρότυπο της IEEE και είναι τροποποίηση του 802.11n. Χρησιμοποιεί ζώνη συχνοτήτων 5 GHz αντί 2.4 GHz που χρησιμοποιεί το 802.11n, ευρύτερα κανάλια μετάδοσης (80 και 160 MHz αντί για 40 MHz του 802.11n). Επίσης ο μέγιστος αριθμός χωρικών ροών (spatial streams) αυξήθηκε σε οκτώ από τέσσερις, έτσι ώστε οι συσκευές να έχουν μέχρι οκτώ κεραίες. Αυτές οι αλλαγές έχουν σαν αποτέλεσμα ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης να μπορεί να φθάσει τα 6.900 Mbps επιτυγχάνοντας πραγματικό αριθμό μετάδοσης μέχρι τα 4.900 Mbps στα σημεία πρόσβασης της επόμενης γενιάς.

⁶³ Στην ουσία, ένα AP είναι μια «μεταφραστική γέφυρα», που μετατρέπει τα Ethernet πλαίσια από την μορφή που έχουν σύμφωνα με το πρότυπο 802.11 όταν μεταδίδονται στον αέρα, στη μορφή σύμφωνα με το πρότυπο 802.3 που έχουν όταν μεταδίδονται στο ενσύρματο δίκτυο Ethernet.

Εκτός από τα πρότυπα που αναφέρονται παραπάνω η IEEE έχει αναπτύξει ή αναπτύσσει και άλλα πρότυπα για την ασύρματη δικτύωση. Όμως σε κάθε πρότυπο έχει προβλεφθεί προς τα πίσω συμβατότητα, δηλαδή μία συσκευή που υποστηρίζει παραδείγματος χάριν το πρότυπο 802.11n υποστηρίζει και όλα τα προγενέστερα πρότυπα 802.11.a/b/g και αυτό για να είναι δυνατή η σύνδεση στο δίκτυο παλαιότερων συσκευών. Επιπρόσθετα τα περισσότερα AP που κυκλοφορούν στην αγορά και υποστηρίζουν το πρότυπο 802.11ac είναι διπλής μπάντας (dual band) υποστηρίζοντας λειτουργία τόσο στα 5 GHz όσο και στα 2,4 GHz.

5.1.4 Δρομολογητές (Routers)

Ένας δρομολογητής (router) είναι μια συσκευή του δικτύου που προωθεί πακέτα δεδομένων μεταξύ δικτύων υπολογιστών. Ένας δρομολογητής συνδέει δύο ή περισσότερα διαφορετικά δίκτυα και η βασική λειτουργία του είναι η εύρεση της κατάλληλης διαδρομής για να προωθηθούν τα πακέτα δεδομένων στον προορισμό τους. Η εύρεση της κατάλληλης διαδρομής λέγεται δρομολόγηση (routing) και για το σκοπό αυτό ο δρομολογητής χρησιμοποιεί τις πληροφορίες που βρίσκονται στην επικεφαλίδα του πακέτου. Το πακέτο δημιουργείται στο επίπεδο δικτύου (επίπεδο 3) του προτύπου OSI, άρα οι δρομολογητές λειτουργούν στο επίπεδο δικτύου (υλοποιούν μόνο τα 3 πρώτα επίπεδα του OSI). Η διαδικασία με την οποία γίνεται η δρομολόγηση, καθώς και τα πρωτόκολλα δρομολόγησης που χρησιμοποιούνται είναι έξω από τους σκοπούς αυτών των σημειώσεων.



Εικ. 5.12. (α) Επαγγελματικός Δρομολογητής



β) Οικιακός Δρομολογητής aDSL

Η διαδικασία της δρομολόγησης μπορεί να υλοποιηθεί και από πρόγραμμα που εκτελείται σε υπολογιστή (πχ Server), όμως σήμερα ο κανόνας είναι να χρησιμοποιούνται αφιερωμένες (dedicated) συσκευές. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία συσκευών ανάλογα με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του δικτύου με κόστος από μερικές δεκάδες ευρώ μέχρι πολλές χιλιάδες ευρώ.

Οι δρομολογητές είναι έξυπνες συσκευές που πρέπει να παίρνουν αποφάσεις και κατά συνέπεια έχουν επεξεργαστή και μνήμη. Η ταχύτητα λήψης των αποφάσεων δρομολόγησης επηρεάζεται από τον αριθμό των συσκευών που εξυπηρετεί ο δρομολογητής. Έτσι για την επιλογή του κατάλληλου δρομολογητή πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη ο αριθμός των συσκευών που συνδέονται στο δίκτυο. Για παράδειγμα ένας οικιακός δρομολογητής aDSL πρακτικά μπορεί να λειτουργήσει ικανοποιητικά με 10 συσκευές συνδεδεμένες στο δίκτυο. Για παραπάνω συσκευές προτείνεται η χρήση δρομολογητή με μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ και μνήμη.

Το πιο γνωστό είδος δρομολογητή είναι οι DSL δρομολογητές για οικιακή χρήση και για μικρές επιχειρήσεις. Χρησιμοποιούνται για να συνδέεται το οικιακό δίκτυο ή το δίκτυο της επιχείρησης μέσω ενός πάροχου υπηρεσιών Internet (ISP) στο internet. Οι περισσότεροι aDSL και VDSL δρομολογητές που κυκλοφορούν στο εμπόριο ενσωματώνουν σε μία συσκευή τέσσερις διαφορετικές λειτουργίες. (α) Μόντεμ ευρείας περιοχής (broadband modem), (β) δρομολογητή, (γ) σημείο πρόσβασης ασύρματου δικτύου (access point) και (δ) διανομέα μεταγωγής (switch).

5.2. Δομημένη Καλωδίωση

Τι είναι η δομημένη καλωδίωση;

Μία εγκατάσταση δομημένης καλωδίωσης αποτελείται από ένα σύνολο καλωδίων και υλικών (πρίζες, κατανεμητές, κλπ) εγκατεστημένων με ειδικές προδιαγραφές, μέσω της οποίας πραγματοποιείται η μετάδοση φωνής και δεδομένων σε ένα κτήριο.

Οι εγκαταστάσεις δομημένης καλωδίωσης είναι «ανοιχτής» αρχιτεκτονικής, χρησιμοποιώντας τυποποιημένα υλικά και τοπολογία σύμφωνα με διεθνή πρότυπα για το σχεδιασμό και την εγκατάσταση. Για πολλά χρόνια η καλωδίωση που εξυπηρετούσε τις ανάγκες μετάδοσης δεδομένων γινόταν ξεχωριστά από αυτές της καλωδίωσης για τη μεταφορά φωνής. Όμως η ενσωμάτωση συστημάτων υψηλής τεχνολογίας σε όλους τους χώρους έκανε την ανάγκη χρήσης ενός τυποποιημένου τρόπου καλωδίωσης μεγαλύτερη. Έτσι με ένα σύστημα καλωδίωσης μπορούμε να εξυπηρετούμε τις ανάγκες των παρακάτω:

- Μεταφορά δεδομένων (Δίκτυο Η/Υ)
- Μεταφορά φωνής (Τηλέφωνο - τηλεφωνικό κέντρο)
- Μεταφορά εικόνας (Ψηφιακή τηλεόραση)
- Πυρασφάλεια - πυρανίχνευση
- Σύστημα ασφαλείας και ελέγχου πρόσβασης
- Σύστημα ελέγχου και εξοικονόμησης ενέργειας
- Σύστημα ελέγχου θερμοκρασίας και εξαερισμού

Τα πλεονεκτήματα της δομημένης καλωδίωσης είναι:

Συμβατότητα: Το ίδιο καλωδιακό σύστημα χρησιμοποιείται για σήματα δεδομένων, φωνής και βίντεο. Η δομημένη καλωδίωση εξασφαλίζει τη καλωδιακή συμβατότητα μεταξύ συσκευών από διαφορετικούς κατασκευαστές επειδή παρέχει μια κοινή και συνεπή πλατφόρμα για τις επικοινωνίες και την αλληλεπίδραση συστημάτων.

Αξιοπιστία: Επειδή η καλωδίωση εγκαθίσταται ως ενιαίο σύστημα, αποφεύγεται η παρεμβολή ηλεκτρικών σημάτων και παρέχεται βελτιωμένη μετάδοση δεδομένων, τηλεφωνίας, ήχου και βίντεο.

Ευελιξία: Επειδή η καλωδίωση ενός ολόκληρου οργανισμού συνδέεται με ένα κεντρικό σημείο διανομής, η καλωδίωση μπορεί εύκολα να ξαναρυθμιστεί για άλλες εφαρμογές και τα συστήματα στον οργανισμό μπορούν να αλλάξουν χωρίς να απαιτηθεί νέα καλωδίωση. Για παράδειγμα ένα καλώδιο που χρησιμοποιείται για μεταφορά δεδομένων μπορεί πολύ εύκολα να αλλάξει χρήση και να χρησιμοποιηθεί για μετάδοση φωνής (τηλέφωνο).

Συντήρηση και διαχείριση: Κάθε καλώδιο στο κτήριο είναι χωριστά προσιτό για τη δοκιμή και την ανίχνευση λαθών, μειώνοντας σημαντικά το χρόνο και το κόστος επιδιόρθωσης σφαλμάτων στην καλωδίωση.

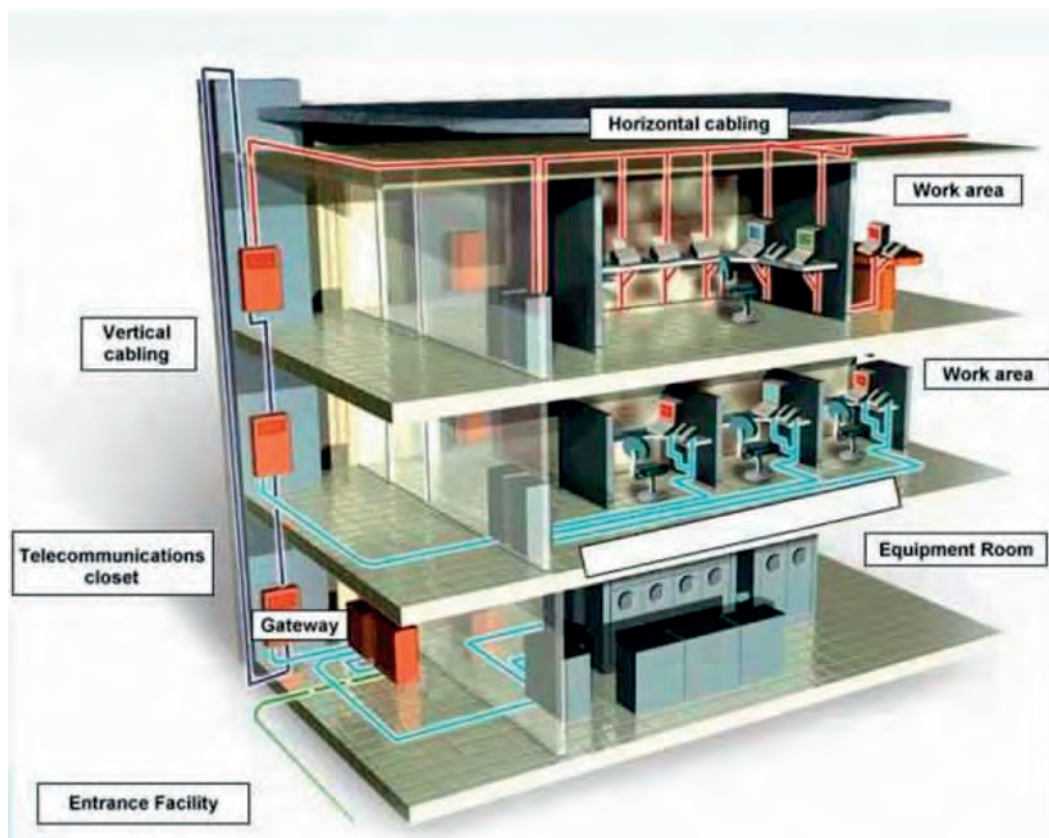
Υποστήριξη μελλοντικών εφαρμογών: Το σύστημα δομημένης καλωδίωσης σχεδιάζεται ώστε να ικανοποιεί ανάγκες τουλάχιστον για την επόμενη δεκαετία. Η επέκταση της καλωδιακής υποδομής είναι εύκολη και το κόστος μειωμένο, ενώ τα καλώδια (ιδιαίτερα της κατηγορίας 6) παρέχουν την δυνατότητα χρήσης σε μελλοντικές εφαρμογές με μικρό και ίσως καθόλου επιπλέον κόστος.

5.2.1 Χαρακτηριστικά του συστήματος

Το σύστημα δομημένης καλωδίωσης περιγράφεται από διεθνή πρότυπα σημαντικότερα από τα οποία είναι η οικογένεια προτύπων EIA/TIA 568 και ISO 11801. Στη συνέχεια των σημειώσεων θα παρουσιασθεί το πρότυπο EIA/TIA 568C το οποίο είναι και ο διάδοχος του EIA/TIA 568B.

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό το σύστημα δομημένης καλωδίωσης χωρίζεται σε έξι υποσυστήματα που είναι:

- Εγκαταστάσεις εισόδου (Entrance Facilities)
- Δωμάτιο Εξοπλισμού (Equipment Room)
- Καλωδίωση Δικτύου Κορμού (Backbone Cabling)
- Δωμάτιο Τηλεπικοινωνιών και Καμπίνα Τηλεπικοινωνιών (Telecommunications Room and Telecommunications Enclosure)
- Οριζόντια καλωδίωση (Horizontal Cabling)
- Θέση Εργασίας (Work Area)



Σχ. 5.7. Υποσυστήματα Δομημένης Καλωδίωσης.

Εγκαταστάσεις Εισόδου: Οι εγκαταστάσεις εισόδου περιέχουν τα καλώδια, τα σημεία οριοθέτησης του δικτύου, που συνδέει το υλικό, συσκευές προστασίας και λοιπού εξοπλισμού με τον πάροχο πρόσβασης στο δίκτυο ευρείας περιοχής ή με την ιδιωτική καλωδίωση στην περίπτωση διασύνδεσης κτιρίων. Περιέχει τις συνδέσεις μεταξύ της εξωτερικής καλωδίωσης και της καλωδίωσης στο εσωτερικό του κτηρίου.

Δωμάτιο Εξοπλισμού: Πρόκειται για έναν περιβαλλοντικά ελεγχόμενο χώρο (σταθερής θερμοκρασίας, προστατευμένο από σκόνη κλπ) στον οποίο βρίσκεται ο τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός. Στο δωμάτιο αυτό στεγάζεται συνήθως ο κεντρικός διανομέας, ενώ μπορεί να υπάρχει και

διανομέας διασύνδεσης με την καλωδίωση κορμού του κτηρίου.

Καλωδίωση Δικτύου Κορμού: Η καλωδίωση δικτύου κορμού παρέχει τη καλωδιακή διασύνδεση μεταξύ των δωματίων τηλεπικοινωνιών ή καμπινών τηλεπικοινωνιών, του δωματίου εξοπλισμού, τον πάροχο πρόσβασης στο δίκτυο ευρείας περιοχής και των εγκαταστάσεων εισόδου. Η καλωδίωση δικτύου κορμού επίσης αναφέρεται και σαν κατακόρυφη καλωδίωση με την έννοια ότι συνδέει τις καμπίνες τηλεπικοινωνιών μεταξύ των ορόφων ενός κτιρίου με το δωμάτιο εξοπλισμού. Η καλωδίωση δικτύου κορμού μπορεί να περιλαμβάνει:

- Καλώδια συνεστραμμένων ζευγών
- Πολύτροπες Οπτικές ίνες
- Μονότροπες Οπτικές ίνες

Δωμάτιο Τηλεπικοινωνιών και Καμπίνα Τηλεπικοινωνιών: Ένα Δωμάτιο Τηλεπικοινωνιών ή μία Καμπίνα Τηλεπικοινωνιών στεγάζει τις απολήξεις των καλωδίων της οριζόντιας καλωδίωσης και της καλωδίωσης κορμού. Είναι το σημείο διασύνδεσης της καλωδίωσης κορμού με την οριζόντια καλωδίωση.

Οριζόντια καλωδίωση: Οριζόντια καλωδίωση είναι το κομμάτι εκείνο της καλωδίωσης που είναι εγκατεστημένο σ' ένα όροφο - επίπεδο το οποίο περιλαμβάνει το σημείο συγκέντρωσης (κατανεμητή καλωδίων - patch panel) και όλο το κομμάτι της καλωδίωσης, η οποία εξυπηρετεί το συγκεκριμένο όροφο επίπεδο. Η οριζόντια καλωδίωση συνδέει όλες τις θέσεις εργασίας και διασυνδέεται με τη καλωδίωση κορμού.

Θέση Εργασίας: Θέση εργασίας για τη δομημένη καλωδίωση είναι το σύνολο της τερματικής υποδομής που παρέχεται προκειμένου να εξυπηρετείται η εύκολη εγκατάσταση και η μετακίνηση του εξοπλισμού χρήστη με την εύχρηστη και βολική τοποθέτηση των πριζών φωνής, και δεδομένων και ηλεκτρικού ρεύματος. Αποτελείται από Patch Cords την πρίζα (μηχανισμός, πρόσοψη πρίζας) και το πολύπριζο του σταθμού.

Τοπολογία - καλωδίωσης: Η καλωδιακή σύνδεση γίνεται σε τοπολογία αστέρα. Ο κεντρικός διανομέας (switch) συνδέεται με τους διανομείς ορόφου σε διάταξη αστέρα. Με την ίδια διάταξη πρέπει να συνδέονται και οι θέσεις εργασίας με τον διανομέα ορόφου. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΙΑ/ΤΙΑ, 568C ο μέγιστος αριθμός διανομένων που μπορεί να παρεμβάλλεται μεταξύ του κεντρικού διανομέα και την πρίζας στη θέση εργασίας είναι δύο. Το μέγιστο μήκος καλωδίου για καλώδια χαλκού είναι 100 m, ενώ το μέγιστο μήκος για οπτικές ίνες εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της οπτικής ίνας. Έτσι για πολύτροπες οπτικές ίνες το μέγιστο μήκος είναι από 300 έως 2000 m, ενώ για τις μονότροπες μπορεί να φθάσει τα 10.000 m.

5.2.2 Υποσύστημα Θέσης Εργασίας

Τα στοιχεία που αποτελούν τη θέση εργασίας, εκτείνονται από το τέλος της οριζόντιας καλωδίωσης, που είναι η πρίζα, ως τον εξοπλισμό της θέσης εργασίας, που μπορεί να είναι οποιοσδήποτε τύπος συσκευών, όπως τηλέφωνα, τερματικά και υπολογιστές.

Επειδή η καλωδίωση της θέσης εργασίας (από την πρίζα στη συσκευή) είναι συνήθως προσωρινή, πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να μπορεί εύκολα να αλλαχθεί. Η πρακτική που συνίσταται εδώ είναι το ελεύθερο καλώδιο (patch cord). Το μέγιστο μήκος του καλωδίου της θέσης εργασίας έχει καθοριστεί στα 3 m. Όμως το όριο αυτό μπορεί να αυξηθεί αρκεί να μην καταστρατηγείται ο περιορισμός για μέγιστη απόσταση 100 m. (απόσταση πρίζας - κατανεμητή ορόφου + μήκος καλωδίου θέσης εργασίας) και να έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με το οριζόντιο καλώδιο.



Εικ. 5.13. Πρίζες δικτύου και ρεύματος σε θέση εργασίας.

Όταν στη θέση εργασίας απαιτούνται προσαρμογές, αυτές πρέπει να γίνονται εξωτερικά στην πρίζα. Αυτό διευκολύνει την τήρηση ομοιομορφίας στην οριζόντια καλωδίωση και παρέχει τη δυνατότητα χρήσης της για διαφορετικούς τύπους συνδέσεων (πχ εναλλαγή χρήσης της πρίζας για σύνδεση υπολογιστή και σύνδεση τηλεφώνου). Πρέπει πάντως να αναφερθεί ότι οι προσαρμογές δεν θεωρούνται μέρος του προτύπου και σε κάθε περίπτωση πρέπει να αποτελούν την εξαίρεση και όχι τον κανόνα.

Ο ελάχιστος αριθμός τηλεπικοινωνιακών παροχών είναι δυο ανά θέση εργασίας, μία για τηλεφωνία και μία για δεδομένα και επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών των χώρων γραφείου. Για περιπτώσεις χώρων ειδικής χρήσης πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να τοποθετηθούν περισσότερες πρίζες εκτιμώμενες κατά περίπτωση.

5.2.3 Υποσύστημα Οριζόντιας καλωδίωσης

Είναι το τμήμα του δικτύου που συνδέει τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες των χώρων εργασίας, με τους καταναμητές ορόφου. Περιλαμβάνει:

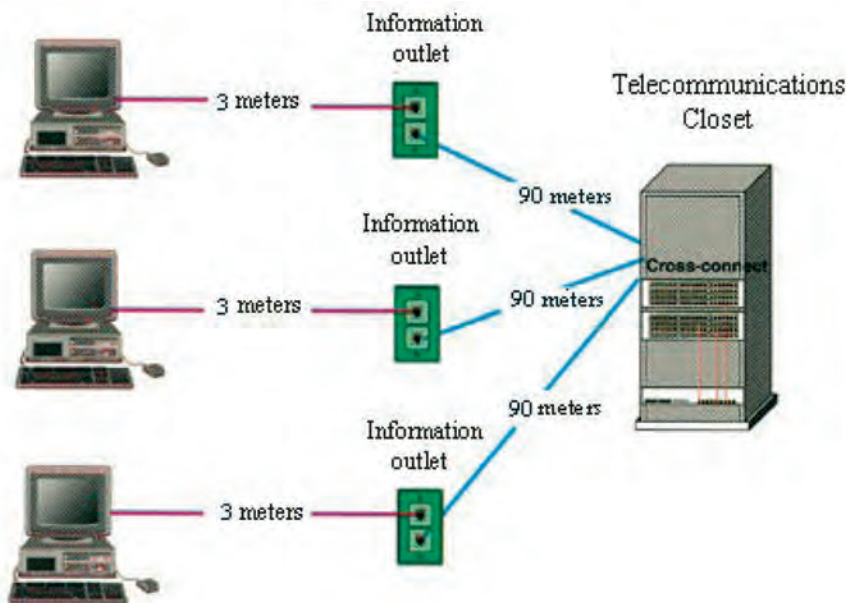
- τον καταναμητή ορόφου,
- τις καλωδιώσεις μεταξύ του καταναμητή ορόφου και των πριζών στις θέσεις εργασίας,
- τις τηλεπικοινωνιακές πρίζες,
- τις διατάξεις τερματισμού των καλωδίων στους καταναμητές ορόφου και στις πρίζες και
- τη «μικτονόμηση»⁶⁴ με τον ενεργό εξοπλισμό.

Κάθε πρίζα πρέπει να εξυπηρετείται από έναν καταναμητή ο οποίος βρίσκεται στον ίδιο όροφο. Εξαίρεση σε αυτόν τον κανόνα αποτελεί η περίπτωση όπου οι αποστάσεις είναι πολύ μικρές με αποτέλεσμα ο καταναμητής να βρίσκεται τοποθετημένος σε άλλον όροφο του κτηρίου.

Η μέγιστη οριζόντια απόσταση από την πρίζα έως τον καταναμητή του ορόφου πρέπει να είναι 90 m. Έτσι τοποθετώντας τον καταναμητή, είτε στον ίδιο όροφο είτε σε ενδιάμεσο όροφο σε σχέση με τη θέση εργασίας, εξασφαλίζουμε ότι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των πλέον απομακρυσμένων θέσεων εργασίας (πρίζα) και του καταναμητή, είναι εντός των ορίων που ορίζουν τα πρότυπα (90 m). Συνήθως τοποθετείται ένας τουλάχιστον καταναμητής ανά όροφο ή επιφάνεια ορόφου 1000 m²

⁶⁴ Μικτονόμηση είναι η διαδικασία διασύνδεσης γραμμών με τη βοήθεια μιας οριολωρίδας τερματισμού (ρεκλέτας)

Η τοπολογία της Οριζόντιας Καλωδίωσης Ορόφου είναι ιεραρχικού αστέρα, με κέντρο τον κατανεμητή ορόφου χρησιμοποιώντας χωριστό καλώδιο με ακτινωτή σύνδεση.



Σχ. 5.8. Οριζόντια καλωδίωση.

Καλώδια Οριζόντιας Καλωδίωσης

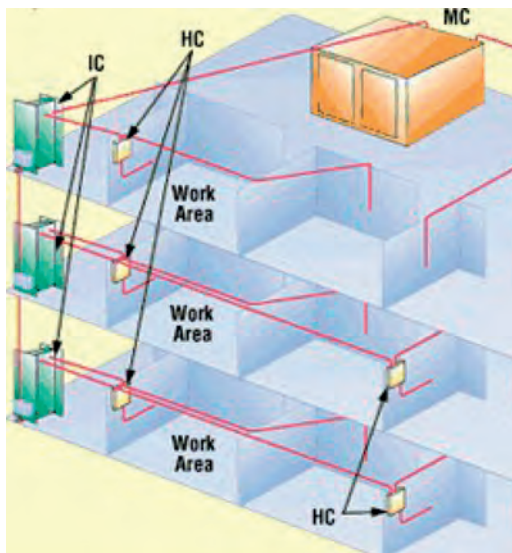
Για την εγκατάσταση της οριζόντιας καλωδίωσης, πρέπει να είναι γνωστή η διαδρομή που θα ακολουθήσουν τα καλώδια. Τα καλώδια είναι δυνατόν να τοποθετηθούν σε σωλήνες, κανάλια πλαστικά ή μεταλλικά, σχάρες ανοικτές ή κλειστές κ.λπ. Η τοποθέτησή τους μπορεί να γίνει στο δάπεδο, σε ψευδοροφές, σε ψευδοδάπεδο, σε ψευδοκολώνες, επίτοιχα ή χωνευτά. Σε ήδη λειτουργούντες χώρους εργασίας ο συνηθέστερος τρόπος είναι χρησιμοποιώντας επιτοίχια πλαστικά κανάλια. Σε κάθε περίπτωση, ο τρόπος εγκατάστασης πρέπει να είναι τέτοιος που να διευκολύνει τη συντήρηση, τον έλεγχο, την αντικατάσταση ελαττωματικών καλωδίων. Επίσης πρέπει να επιτρέπει την εύκολη προσθήκη καλωδίων δίνοντας δυνατότητα επέκτασης του δικτύου.

Στην οριζόντια καλωδίωση χρησιμοποιούμε συνήθως καλώδια UTP, αθωράκιστα τεσσάρων συνεστραμμένων ζευγών από χαλκό, κατηγορίας 5 και πάνω. Εκτός από τα καλώδια UTP, στην οριζόντια καλωδίωση μπορούμε, σε ειδικές περιπτώσεις, να χρησιμοποιήσουμε και άλλους τύπους καλωδίων, όπως καλώδιο χαλκού τεσσάρων συνεστραμμένων ζευγών με θωράκιση (Shielded Twisted Pair - STP), ή καλώδιο οπτικής ίνας με διαμέτρους πυρήνα/ περιβλήματος τα 62,5/125 μm .

Η επιλογή του κατάλληλου τύπου καλωδίου (απλού ή θωρακισμένου) γίνεται ανάλογα με την ηλεκτρομαγνητική φόρτιση του περιβάλλοντος χώρου και τον απαιτούμενο βαθμό αξιοπιστίας στην μετάδοση. Συνήθως, σε οικιακούς χώρους, χώρους γραφείων και χώρους εκπαίδευσης χρησιμοποιείται απλό καλώδιο UTP. Σε ειδικές εφαρμογές, όπως είναι εγκαταστάσεις αεροδρομίων, αλλά και σε βιομηχανικούς χώρους χρησιμοποιούνται θωρακισμένα καλώδια.

5.2.4 Υποσύστημα Κατακόρυφης Καλωδίωσης – Καλωδίωση Δικτύου Κορμού

Η καλωδίωση του δικτύου κορμού συνδέει τους ενδιαμέσους καταναμητές ορόφων με τον κεντρικό καταναμητή. Επίσης, στο δίκτυο κορμού ανήκουν και οι συνδέσεις των σημείων εισαγωγής (παροχή τηλεπικοινωνιακού δικτύου πχ ΟΤΕ) αλλά και οι διασυνδέσεις μεταξύ κτηρίων, σε περίπτωση που εξυπηρετούνται περισσότερα κτήρια με το ίδιο δίκτυο δομημένης καλωδίωσης. Για λειτουργικούς λόγους, το δίκτυο κορμού διακρίνεται σε εσωτερικό και εξωτερικό δίκτυο.



Σχ. 5.8. Καλωδίωση Κορμού (κατακόρυφη καλωδίωση).

Εσωτερικό Δίκτυο Κορμού

Αυτό αναφέρεται στο εσωτερικό ενός κτηρίου. Το εσωτερικό δίκτυο κορμού ονομάζεται και κατακόρυφο δίκτυο ή κατακόρυφος κορμός. Αποτελείται από τα καλώδια και το σχετικό υλικό διασύνδεσης για τη σύνδεση των ενδιαμέσων καταναμητών του κτηρίου (καταναμητές ορόφων).

Η σύνδεση των καλωδίων κορμού γίνεται σε διάταξη αστέρα, όπου στο κέντρο βρίσκεται ο κεντρικός καταναμητής και στα άκρα οι ενδιαμέσοι καταναμητές. Δηλαδή, κάθε ενδιαμέσος καταναμητής ορόφου συνδέεται μόνο με τον κεντρικό καταναμητή, ενώ οι ενδιαμέσοι καταναμητές δεν συνδέονται μεταξύ τους.

Σε ένα εκτεταμένο κτήριο, είναι δυνατόν να τοποθετούνται περισσότερα του ενός συστήματα κατακόρυφης καλωδίωσης. Η κατακόρυφη καλωδίωση είναι συνήθως ισχυρότερη από την οριζόντια και έχει μεγαλύτερη δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων, γιατί μεταφέρει δεδομένα από όλους τους ορόφους.

Καλώδια Εσωτερικού Δικτύου Κορμού

Ανάλογα με την εφαρμογή, χρησιμοποιούνται συνήθως καλώδια UTP ή STP κατηγορίας 5 και μεγαλύτερης, πολλών ζευγών, ή καλώδια οπτικών ινών. Ο συνηθέστερος τύπος καλωδίου που χρησιμοποιείται στον εσωτερικό κορμό είναι το UTP των 25 ζευγών, με χάλκινους μονόκλωνους αγωγούς διαμέτρου 24 AWG (διαμέτρου 0,5 mm περίπου). Το AWG (American Wire Gauge) χρησιμοποιείται στη δομημένη καλωδίωση ως πρότυπη μονάδα μέτρησης της διαμέτρου ενός σύρματος.

Το καλώδιο του κορμού μπορεί να αποτελείται από πολλές ομάδες UTP των 25 ζευγών, οι οποίες είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους και ξεχωρίζουν γιατί συνήθως περιβάλλονται από πλαστικές ταινίες χρωματικά κωδικοποιημένες. Το καλώδιο προστατεύεται με θερμοπλαστικό περίβλημα ή άλλο άκαυστο υλικό, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φέρει και μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα σε μορφή ταινίας.

Σε δυσμενείς περιπτώσεις, όπως είναι για παράδειγμα οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και οι μεγάλες αποστάσεις, είναι προτιμότερο στην κατακόρυφη καλωδίωση να χρησιμοποιείται καλώδιο οπτικών ινών. Η μείξη καλωδίων διαφορετικού τύπου στην ίδια καλωδίωση πρέπει να αποφεύγεται, γιατί δημιουργούνται προβλήματα στη μετάδοση δεδομένων. Για παράδειγμα, αν έχουμε στην οριζόντια καλωδίωση UTP, πρέπει να αποφεύγουμε να συνεχίσουμε στον κορμό με STP.

Εξωτερικό Δίκτυο Κορμού

Συχνά, ένα ίδρυμα, ένας οργανισμός ή μια επιχείρηση επεκτείνονται σε περισσότερα από ένα κτήρια (π.χ. νοσοκομεία, πανεπιστήμια, αεροδρόμια κ.ά.). Για να καλυφθούν οι ανάγκες για δομημένη καλωδίωση, ο κεντρικός κατανεμητής όλης της καλωδίωσης τοποθετείται συνήθως στο ισόγειο ενός κεντρικού κτηρίου και από εκεί ακτινωτά, σε μορφή αστέρα, συνδέονται τα υπόλοιπα κτήρια. Δηλαδή, ο κεντρικός κατανεμητής του επιλεγμένου κεντρικού κτηρίου συνδέεται με ανεξάρτητο καλώδιο με καθέναν από τους κεντρικούς κατανεμητές των υπόλοιπων κτηρίων.

Τα καλώδια που χρησιμοποιούνται, επειδή οδεύουν εξωτερικά και υπόγεια, μπορεί να είναι UPT για τη φωνή, αλλά με την κατάλληλη θωράκιση και προστασία (π.χ. έναντι υγρασίας, τρωκτικών, τραυματισμών λόγω εκσκαφών κ.ά.⁶⁵). Συνηθέστερα όμως, λόγω της μεταφοράς μεγάλου όγκου δεδομένων και των μεγάλων αποστάσεων, χρησιμοποιούνται οι οπτικές ίνες, με την κατάλληλη εξωτερική προστασία.

5.2.5 Πιστοποίηση Δομημένης Καλωδίωσης

Με την περάτωση κάθε εκτελούμενου έργου δομημένης καλωδίωσης και πριν την παραλαβή προς χρήση, πρέπει να γίνεται πιστοποίηση της καλωδιακής υποδομής του δικτύου δεδομένων - φωνής, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα. Για τα δίκτυα χαλκού ή οπτικών ινών πραγματοποιούνται μετρήσεις στο σύνολο της καλωδιακής υποδομής για όλες τις θέσεις εργασίας.

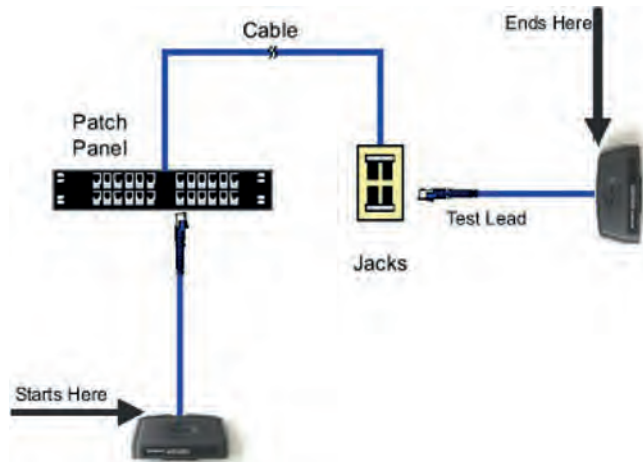
Η Πιστοποίηση περιλαμβάνει τους εξής ελέγχους:

- Έλεγχος φυσικής συνέχειας του δικτύου.
- Μέτρηση αντίσταση βρόχου συνεχούς
- Έλεγχο επιπέδου ηλεκτρικών παρασίτων
- Μέτρηση μήκους καλωδίων
- Μέτρηση σύνθετης αντίστασης καλωδίου
- Μέτρηση χωρητικότητας καλωδίου
- Μέτρηση επιπέδου χωρητικότητας καλωδίου
- Μέτρηση επιπέδου απώλειας σήματος
- Έλεγχος επιπέδου συνακρόασης
- Μέτρηση λόγου σήματος προς θόρυβο.

⁶⁵ Τα καλώδια αυτά εσωτερικά είναι όμοια με τα καλώδια που ήδη έχουμε αναφέρει. Εξωτερικά όμως φέρουν ειδικές επενδύσεις για να παρέχουν την αντίστοιχη προστασία.

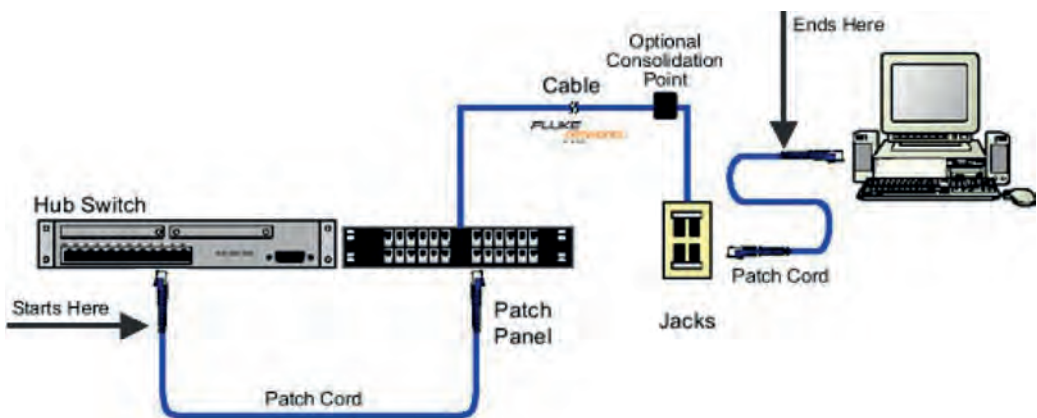
Το πρότυπο που περιγράφει τη διαδικασία πιστοποίησης της δομημένης καλωδίωσης είναι το ΕΙΑ/ΤΙΑ TSB-67 για καλώδια χαλκού κατηγορίας 3, 4 και 5. Το πρότυπο αυτό έχει συμπληρωθεί με άλλα πρότυπα (TSB-95, TSB-115-A κλπ) για καλώδια υψηλότερης κατηγορίας καθώς και για οπτικές ίνες.

Τα πρότυπα αυτά θεσπίζουν δύο μεθόδους μέτρησης, Τη μέθοδο μέτρησης της βασικής γραμμής (Basic Link Testing) και τη μέθοδο μέτρησης καναλιού (Channel Testing). Σαν βασική γραμμή ορίζεται μόνο το καλώδιο το οποίο συνδέει την πρίζα στη θέση εργασίας μέχρι τον κατανεμητή καλωδίων (patch panel) μέσα στη καμπίνα τηλεπικοινωνιακού εξοπλισμού (Rack).



Σχ. 5.9. Μέτρηση Βασικής Γραμμής

Σαν κανάλι ορίζεται ολόκληρη η γραμμή από τον διανομέα μέχρι την συσκευή του χρήστη. Η γραμμή αυτή περιλαμβάνει και το καλώδιο (Patch Cord) που χρησιμοποιείται για να συνδεθεί ο εξοπλισμός χρήστη με την πρίζα καθώς και το καλώδιο που συνδέει το κατανεμητή καλωδίων (patch panel) με το διανομέα.



Σχ. 5.9. Μέτρηση καναλιού.

Για την πιστοποίηση της δομημένης καλωδίωσης χρησιμοποιούνται ειδικά όργανα τα οποία μετράνε την ηλεκτρική συνέχεια της σύνδεσης, τα χαρακτηριστικά της σύνδεσης, τα επίπεδα θορύβου, την εξασθένηση του σήματος κλπ.

Όμως τα όργανα σαν τα παραπάνω έχουν πάρα πολύ υψηλό κόστος και μόνο εταιρείες που ασχολούνται ευρέως με μεγάλες εγκαταστάσεις δομημένης καλωδίωσης τα χρησιμοποιούν. Μεμονωμένοι τεχνικοί στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούν απλές συσκευές που ελέγχουν την ηλεκτρική συνέχεια των καλωδίων και πιθανά βραχυκυκλώματα. Οι συσκευές αυτές λέγονται ελεγκτές καλωδίων (cable testers) και έχουν πολύ χαμηλό κόστος. Η χρήση των ελεγκτών καλωδίων σε καμία περίπτωση δεν μπορεί να θεωρηθεί πιστοποίηση δομημένης καλωδίωσης.



Εικ. 5.14. Όργανα πιστοποίησης δομημένης καλωδίωσης για καλώδια χαλκού και οπτικές ίνες αντίστοιχα.

5.2.6 Διαχείριση – Τεκμηρίωση

Ένα σημαντικό θέμα στα συστήματα δομημένης καλωδίωσης είναι η διαχείριση τους. Λόγω του ότι όλες οι εφαρμογές ικανοποιούνται από τον ίδιο τύπο καλωδίωσης αλλά και λόγω του ότι όλα τα καλώδια τερματίζουν στους κατανεμητές και υπάρχουν πολλές μικτονομήσεις, δεν είναι εύκολη η διαχείριση τους. Για τον σκοπό αυτό πρέπει να ακολουθούνται ιδιαίτερες οδηγίες ώστε το σύστημα να παρακολουθείται, να ενισχύεται, τροποποιείται χωρίς προβλήματα και να υποστηρίζεται με ιδιαίτερη ευκολία.

Η διαχείριση εξοπλισμού περιλαμβάνει τον καθορισμό διαδικασιών για ορθολογική και τεκμηριωμένη εγκατάσταση των στοιχείων της καλωδίωσης και για μετέπειτα παρακολούθηση, τροποποίηση και υποστήριξη του συστήματος δομημένης καλωδίωσης.

Χώροι Συσκευών

Με την καθημερινή αύξηση των συσκευών ασθενών ρευμάτων που χρησιμοποιούνται στα κτήρια, έχει δημιουργηθεί μία νέα ανάγκη για κάποιο συγκεκριμένο χώρο αφιερωμένο σε αυτές τις συσκευές. Το τηλεφωνικό κέντρο, το σύστημα συναγερμού, οι κατανεμητές, το κεντρικό σύστημα ήχου, οι δρομολογητές κλπ. φιλοξενούνται σε ένα ενιαίο χώρο για λόγους ευκολότερης διαχείρισης, καλωδιακής συγκέντρωσης και τεχνικής υποστήριξης. Όπως υπάρχει το κλιμακοστάσιο και το λεβητοστάσιο, έτσι υπάρχει και κάποιος ειδικός χώρος που καλύπτει τα θέματα ασθενών ρευμάτων στα κτήρια. Οι διαστάσεις του χώρου αυτού εξαρτώνται από τις διαστάσεις και τη χρήση του κτηρίου λαμβάνοντας υπ' όψη τις μελλοντικές απαιτήσεις και όχι μόνο τις τρέχουσες.

Παρόλα αυτά πρέπει στο χώρο να επιτυγχάνεται η κατάλληλη τοποθέτηση του εξοπλισμού ώστε να υπάρχει άνετη φυσική κίνηση, ελάχιστη διασταύρωση καλωδίων αλλά και εύκολη προσπέλαση σε κάθε εξάρτημα για δοκιμές, αλλαγές, προσθήκες κλπ. Επίσης συνίσταται η χρήση συμβολικής κωδικοποίησης για κάθε εξάρτημα. Ο χώρος αυτός πρέπει να είναι κλειστός, να αερίζεται και να έχει δυνατότητα κλιματισμού. Σημειώνεται ότι επειδή στον χώρο αυτόν φιλοξενούνται συσκευές και καλωδιώσεις ασθενών ρευμάτων, δεν πρέπει να συνυπάρχουν συσκευές ισχυρών ρευμάτων, όπως π.χ. το UPS. Τέτοιες συσκευές θα πρέπει να βρίσκονται σε διαφορετικούς και απομακρυσμένους χώρους για να αποφεύγονται τυχόν επιδράσεις ηλεκτρομαγνητικών πεδίων.

Τεκμηρίωση

Βασικό στοιχείο υποστήριξης ενός συστήματος δομημένης καλωδίωσης είναι η τεκμηρίωση. Η τεκμηρίωση είναι ένα σύνολο ενεργειών, διαδικασιών και αρχείων που απαιτούνται για να γίνεται εύκολα και οργανωμένα η διαχείριση του συστήματος καθώς και η συντήρηση της σύνδεσης από άκρο σε άκρο. Είναι δηλαδή όλα εκείνα τα στοιχεία που βοηθούν την εύκολη οπτική κατανόηση των μερών του συστήματος, την καταχώρηση των λεπτομερειών των δικτύων, των μικτονομήσεων αλλά και των μετατροπών στο σύστημα. Μερικές από τις προτεινόμενες τεχνικές τεκμηρίωσης είναι:

- Χρωματικός διαχωρισμός όλων των αγωγών των καλωδίων.
- Αριθμοδότηση όλων των καλωδίων
- Αριθμοδότηση των σημείων τερματισμού στους κατανεμητές
- Αριθμοδότηση πριζών
- Σήμανση (με χρήση ετικετών, πινακίδων κλπ.) των καλωδίων και των σημείων τερματισμού
- Χρωματικός διαχωρισμός των πεδίων τερματισμού σε ένα κατανεμητή (π.χ. οριζόντιας καλωδίωσης, καλωδίωσης κορμού)
- Χρωματικός διαχωρισμός των πριζών (π.χ. για φωνή, δεδομένα κλπ.)
- Σε κάθε θέση εργασίας δίνεται ένα μοναδικό όνομα (ταυτότητα) για όλο το σύστημα.

Για κάθε εγκατάσταση πρέπει να υπάρχουν γραπτοί πίνακες με την καλωδίωση (τα σταθερά στοιχεία) που έχουν σημειωθεί από πριν, αλλά και κενές θέσεις για εκ των υστέρων σημειώσεις και λεπτομέρειες. Μετακινήσεις θέσεων, προσθήκες και αλλαγές γίνονται πολύ δύσκολα εάν δεν τηρείται ένα αυστηρά ενημερωμένο σύνολο αρχείων. Για το κάθε σύστημα οριζόντιας καλωδίωσης και κορμού το σύστημα αρχείων που διατηρείται περιλαμβάνει όλους τους αριθμούς καλωδίων με τα αντίστοιχα ζεύγη, τη θέση στον κατανεμητή, τον αριθμό του κατανεμητή που συνδέονται και τα δυο άκρα του καλωδίου κλπ.

5.3. Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο

Ένα ασύρματο δίκτυο είναι ένα τηλεφωνικό ή υπολογιστικό δίκτυο, το οποίο χρησιμοποιεί στο φυσικό επίπεδο ραδιοκύματα ως φορείς μετάδοσης των δεδομένων. Στα δίκτυα αυτά η πληροφορία μεταφέρεται ψηφιοποιημένη μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, με συχνότητα που εξαρτάται κάθε φορά από το ρυθμό μετάδοσης που απαιτείται να έχει το δίκτυο. Η ασύρματη επικοινωνία έχει ως μέσο μετάδοσης την γήινη ατμόσφαιρα ή το διάστημα. Παραδείγματα ασύρματων δικτύων είναι το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας, τα δορυφορικά δίκτυα, τα ασύρματα δίκτυα Wi-Fi, δίκτυα Bluetooth κλπ.

Οι παρούσες σημειώσεις διαπραγματεύονται το ασύρματο τοπικό δίκτυο που στηρίζεται στην τεχνολογία Wi-Fi, μιας και η τεχνολογία αυτή είναι ευρέως διαδεδομένη και χρησιμοποιείται καθολικά στα οικιακά δίκτυα και τις επιχειρήσεις.

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα ή WLAN (Wireless Local Area Network) παρέχουν σύνδεση χωρίς καλώδια μεταξύ φορητών υπολογιστών, επιτραπέζιων υπολογιστών, εκτυπωτών, PDA και του οικιακού δικτύου ή του δικτύου της επιχείρησης μέσω ασύρματων σημείων πρόσβασης (Access Points - AP). Αυτός είναι ένας απλός τρόπος επέκτασης του ενσύρματου δικτύου χωρίς την αναστάτωση και τα έξοδα εγκατάστασης πρόσθετης καλωδίωσης.

5.3.1 Βασικές αρχές ασύρματης μετάδοσης

Όπως είδαμε και στη παράγραφο 5.1.1.3 η τεχνολογία Wi-Fi χρησιμοποιεί μικροκύματα για τη μετάδοση της πληροφορίας σε συχνότητες 2,4 GHz (802.11b/g/n), 5,8 GHz (802.11a) και 5 GHz (802.11ac). Για την μετάδοση των δεδομένων χρησιμοποιείται μία περιοχή συχνοτήτων η οποία ονομάζεται κανάλι. Η περιοχή αυτή είναι κοντά στη βασική συχνότητα ανάλογα με το πρότυπο που χρησιμοποιείται. Για παράδειγμα στο πρότυπο 802.11b η βασική συχνότητα είναι 2.400 MHz και για τη μετάδοση των δεδομένων χρησιμοποιείται μία περιοχή συχνοτήτων – δηλαδή ένα κανάλι – από 2.400 έως 2.422 MHz.

Η μετάδοση των δεδομένων μέσα από το κανάλι λαμβάνει χώρα και προς τις δύο κατευθύνσεις καθώς οι υπολογιστές πρέπει να είναι σε θέση και να λαμβάνουν αλλά και να αποστέλλουν δεδομένα είτε ταυτόχρονα (full duplex) είτε εναλλασσόμενοι μεταξύ κατάστασης μετάδοσης και λήψης (half duplex). Η ασύρματη αμφίδρομη επικοινωνία επιτυγχάνεται κυρίως με δύο τεχνολογίες: Την Πολυπλεξία Επιμερισμού Συχνότητας ή πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Frequency Division Multiplexing - FDM) και την Πολυπλεξία Επιμερισμού Χρόνου ή πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (Time Division Multiplexing - TDM) που αναφέραμε ήδη στις ενότητες 2.5.2 & 2.5.3.

Κεραίες μετάδοσης

Η κεραία είναι το κομμάτι εκείνο των συσκευών ασύρματης επικοινωνίας το οποίο ακτινοβολεί και δέχεται το ηλεκτρομαγνητικό σήμα που μεταδίδεται στον αέρα. Πιο συγκεκριμένα, η μετάδοση είναι μια διαταραχή στο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο που ακτινοβολεί συνεχώς η κεραία. Η διαταραχή αυτή παράγεται από τη συσκευή μετάδοσης μεταβάλλοντας την τιμή της τάσης του ρεύματος σε σχέση με το χρόνο με συγκεκριμένη συχνότητα. Αντίστοιχα κατά τη λήψη ενός σήματος η κεραία είναι αυτή που δέχεται το σήμα το οποίο στη συνέχεια ερμηνεύεται σαν δεδομένα από τη συσκευή μετάδοσης / λήψης.

Συνήθως τα χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την μετάδοση και τη λήψη σε μια κεραία, είναι αντίστοιχα και για τις δύο λειτουργίες της κεραίας. Υπάρχουν πολλά τεχνικά χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με τη λειτουργία μια κεραίας αλλά τα βασικά είναι ο τύπος της κεραίας,

η ενίσχυση του σήματος που παρέχει και το εύρος της ακτινοβολίας της κεραίας. Με βάση αυτά τα χαρακτηριστικά αυτά γίνεται η επιλογή της καταλληλότερης κεραίας για την υλοποίηση ενός ασυρμάτου δικτύου.

Υπάρχουν πολλοί τύποι κεραιών αλλά σε γενικές γραμμές χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο που ακτινοβολούν το σήμα μετάδοσης:

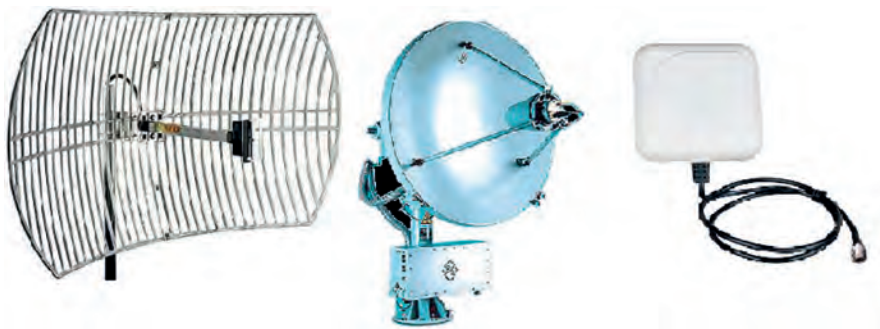
Μη κατευθυντικές κεραίες (omnidirectional): Οι μη κατευθυντικές κεραίες ακτινοβολούν κυκλικά (360 μοίρες) στον οριζόντιο άξονα και «ενισχύουν» το σήμα μειώνοντας την εκπομπή στον κάθετο άξονα. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε τοπικά ασύρματα δίκτυα και σε τοπολογίες σημείου προς σημεία (point to multipoint) όπου υπάρχει η ανάγκη για την κάλυψη ενός μεγάλου χώρου (π.χ ενός ορόφου). Παραδείγματα τέτοιων κεραιών είναι οι κάθετες κεραίες (εικόνα 5.15).



Εικ. 5.16. Μη κατευθυντικές κεραίες.

Οι κεραίες αυτές αποτελούν συνήθως και τις πιο οικονομικές λύσεις, (τέτοιες συνήθως είναι οι τοποθετημένες από το εργοστάσιο κεραίες στα σημεία πρόσβασης). Μία μέθοδος για την επέκταση της κάλυψης του ασύρματου δικτύου είναι η αντικατάσταση της εργοστασιακής κεραίας με εξωτερική η οποία παρέχει μεγαλύτερη απολαβή σήματος.

Κατευθυντικές κεραίες (directional): Οι κατευθυντικές κεραίες εκπέμπουν προς μόνο μια κατεύθυνση και συνήθως σε μικρή γωνία εκπομπής συγκεντρώνοντας την ισχύ του σήματος προς τη συγκεκριμένη κατεύθυνση. Είναι οι πιο ισχυρές από τους διαθέσιμους τύπους κεραιών και παρέχουν κάλυψη σε πολύ μεγάλες αποστάσεις αλλά με μικρή γωνία κάλυψης. Λόγω αυτών των χαρακτηριστικών τους χρησιμοποιούνται κυρίως για την δημιουργία συνδέσεων σημείο προς σημείο (point to point) μεταξύ απομακρυσμένων σημείων όπως κτήρια ή ακόμα και μεταξύ πόλεων. Παραδείγματα τέτοιων κεραιών είναι τα παραβολικά «πιάτα» και οι κεραίες πλέγματος (εικόνα 5.16).

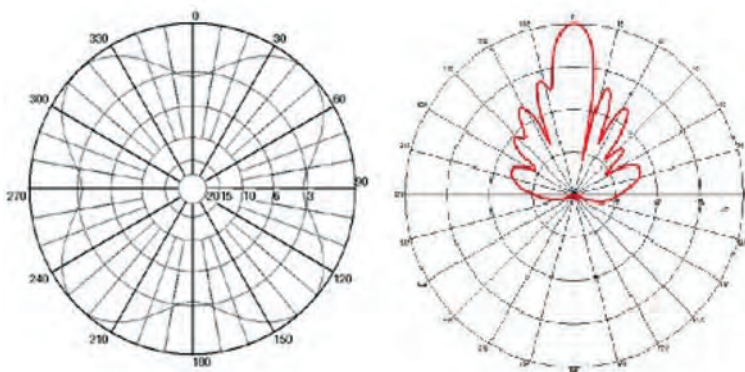


Εικ. 5.17. Κατευθυντικές κεραίες.

Βασικά χαρακτηριστικά κεραιών

Ενίσχυση Σήματος (Gain) Η ενίσχυση σήματος είναι το χαρακτηριστικό της κεραιάς το οποίο δηλώνει τον βαθμό στον οποίο η κεραιά ενισχύει το σήμα προς την προτιμώμενη κατεύθυνση. Μετριέται σε μονάδες dBi που υποδηλώνουν τα decibel σε σχέση με μια θεωρητική έννοια που ονομάζεται isotropic radiator⁶⁶. Τυπικές τιμές για την ενίσχυση του σήματος σε απλές εξωτερικές κεραιές είναι από 3 έως 7 dBi ενώ οι κατευθυντικές κεραιές μπορεί να έχουν τιμές για την ενίσχυση σήματος της τάξης των 24 dBi.

Εύρος ακτινοβολίας (half-power beamwidth) Το εύρος ακτινοβολίας μιας κεραιάς είναι τυπικά το εύρος (γωνία) στο μοτίβο ακτινοβολίας της κεραιάς εκτός του οποίου η ακτινοβολία της κεραιάς μειώνεται στο μισό της μέγιστης τιμής της. Η τιμή αυτή είναι πολύ σημαντική για να κατανοήσει κανείς το δραστικό πεδίο κάλυψης μιας κεραιάς. Για παράδειγμα μια κατευθυντική κεραιά μπορεί να έχει ένα εύρος ακτινοβολίας λίγων μοιρών. Εκτός αυτής της γωνίας το σήμα εκπομπής μειώνεται δραστικά αν και αυτό εξαρτάται από το σχεδιασμό της κεραιάς (Σχήμα 5.12).



Σχ. 5.12. Εύρος ακτινοβολίας σε μη κατευθυντική και κατευθυντική κεραιά.

5.3.2 Περιορισμοί ασύρματης μετάδοσης

Η ασύρματη μετάδοση έχει πολλά πλεονεκτήματα και για αυτό άλλωστε έχει γνωρίσει ευρεία διάδοση. Σήμερα δεν νοείται οικιακός ADSL ή VDSL router χωρίς να ενσωματώνει access point. Παρ' όλα αυτά υπάρχουν περιορισμοί και μειονεκτήματα τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη κατά την εγκατάσταση ενός ασύρματου δικτύου.

Παράγοντες που επηρεάζουν την ασύρματη σύνδεση (ταχύτητα και κάλυψη)

Τα ασύρματα σήματα ταξιδεύουν μέσα στην ατμόσφαιρα και παρουσιάζουν ευαισθησία σε διαφορετικού τύπου παρεμβολές σε σχέση με αυτές στα ενσύρματα δίκτυα.

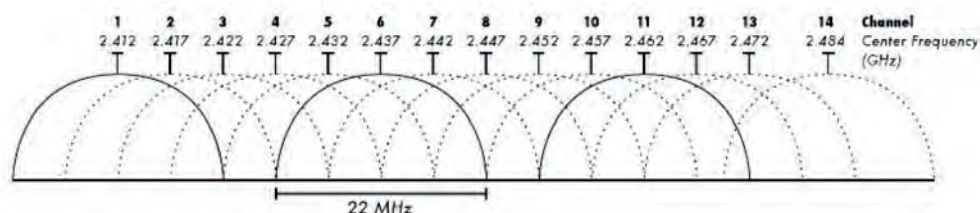
Φυσικά εμπόδια: Ο μέγιστος αριθμός των τοίχων που πρέπει να διέλθει ένα ασύρματο σήμα εξαρτάται από το πάχος του τοίχου, και τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένος. Τοίχοι και πατώματα κατασκευασμένοι από οπλισμένο σκυρόδεμα εξασθενούν πολύ το σήμα όταν διέρχεται από μέσα⁶⁷.

⁶⁶ ουσιαστικά πρόκειται για μια θεωρητική κεραιά η οποία ακτινοβολεί το ίδιο προς όλες τις κατευθύνσεις

⁶⁷ Αυτές οι κατασκευές εξασθενούν ή και μερικές φορές εμποδίζουν τελείως την διέλευση του σήματος.

Παρεμβολή συχνοτήτων: Τα περισσότερα δίκτυα Wi-Fi λειτουργούν στη συχνότητα των 2.4 GHz και δέχονται παρεμβολές από ασύρματα τηλέφωνα, φούρνους μικροκυμάτων (επίσης λειτουργούν στα 2.4 GHz) και γειτνιάζοντα access points τα οποία λειτουργούν στο ίδιο κανάλι. Όταν δύο σήματα μεταδίδονται στην ίδια συχνότητα τότε το ένα παρεμβάλλεται στο άλλο και έχουμε παραμόρφωση. Αν οι πηγές του σήματος είναι αρκετά κοντά ή μία στην άλλη τότε είναι πιθανόν η παραμόρφωση να είναι πολύ μεγάλη και να μην είναι δυνατή η αναγνώριση των σημάτων, οδηγώντας σε αδυναμία επικοινωνίας. Αντίθετα όταν δύο σήματα μεταδίδονται σε διαφορετική συχνότητα τότε το ένα δεν επηρεάζει το άλλο. Σε αυτή την τεχνική άλλωστε στηρίζεται και η πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Frequency Division Multiplexing – FDM).

Για να αποφευχθεί η παρεμβολή των σημάτων από γειτονικά access points, αυτά έχουν την δυνατότητα να ρυθμιστούν ώστε να μεταδίδουν τα σήματα σε ένα από 14 διαφορετικά κανάλια. (σχήμα 5.13.). Όταν λοιπόν διαπιστωθεί ότι υπάρχουν εντός την εμβέλειας του access point και άλλα γειτονικά, τότε για να αποφευχθεί η παρεμβολή θα πρέπει να ρυθμιστεί το κάθε ένα να λειτουργεί σε διαφορετικό κανάλι. Η ρύθμιση αυτή γίνεται μέσω της κατάλληλης παραμετροποίησης του access point.



Σχ. 5.13. Κανάλια μετάδοσης access point.

Περιορισμένη εμβέλεια: Η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων στα ασύρματα δίκτυα εξαρτάται από το πόσο δυνατό είναι το σήμα που φθάνει στον παραλήπτη. Η ισχύς του μεταδιδόμενου σήματος είναι αντιστρόφως ανάλογη με το τετράγωνο της απόστασης που αυτό διανύει (βλέπε ένθετο 5.1) και κατά συνέπεια όταν διπλασιάζεται η απόσταση, υπο-τετραπλασιάζεται η ισχύς του σήματος. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την υψηλή εξασθένηση λόγω φυσικών εμποδίων κάνουν την επιλογή του σημείου που θα τοποθετηθεί το access point πολύ σημαντική για την περιοχή που τελικά αυτό θα καλύψει.

5.3.3 Υλοποίηση ασύρματου τοπικού δικτύου

Η βασική μονάδα ενός ασύρματου τοπικού δικτύου είναι η κυψέλη. Η **κυψέλη** είναι η περιοχή όπου λαμβάνει χώρα η ασύρματη επικοινωνία και ελέγχεται από ένα **Σταθμό - Βάσης (Base Station)**. Στην ορολογία του 802.11 μία κυψέλη ονομάζεται Βασικό Σύνολο Υπηρεσιών (Basic Service Set - BSS) και ο σταθμός βάσης, Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point - AP). Η περιοχή κάλυψης μιας κυψέλης εξαρτάται από την ισχύ του μεταδιδόμενου σήματος και του τύπου και της κατασκευής των τοίχων, των χωρισμάτων και άλλων φυσικών χαρακτηριστικών του εσωτερικού χώρου. Όλοι οι ασύρματοι σταθμοί εργασίας μπορούν να μετακινούνται ελεύθερα μέσα στην κυψέλη.

Για την δημιουργία μίας κυψέλης απαραίτητο είναι ένα access point. Κάθε σταθμός για να συνδεθεί στο access point χρειάζεται να είναι εφοδιασμένος με μία ασύρματη κάρτα δικτύου. Σήμερα όλοι οι φορητοί υπολογιστές οι ταμπλέτες και τα έξυπνα τηλέφωνα (smart phones) πωλούνται εφοδιασμένα με ασύρματη κάρτα δικτύου Όμως οι περισσότεροι επιτραπέζιοι υπολογιστές

έρχονται εφοδιασμένοι μόνο με ενσύρματη κάρτα δικτύου. Σε αυτή τη περίπτωση πρέπει να εγκατασταθεί επιπλέον κάρτα δικτύου. Οι ασύρματες κάρτες δικτύου τοποθετούνται σε μία θύρα επέκτασης του υπολογιστή (είτε PCI είτε PCI express). Σήμερα όμως γίνονται όλο και περισσότερο δημοφιλείς κάρτες δικτύου που συνδέονται στην θύρα USB του υπολογιστή λόγω του μικρότερου κόστους, της ευκολίας στην εγκατάσταση και της δυνατότητας εύκολης μεταφοράς από υπολογιστή σε υπολογιστή.



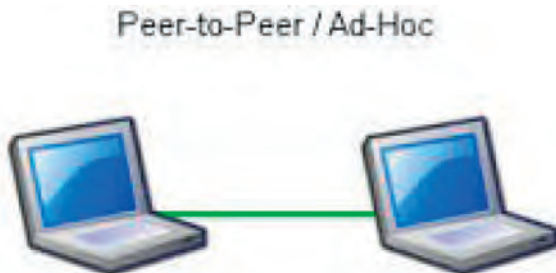
Εικ. 5.18 Ασύρματες Κάρτες δικτύου.

Τρόποι Σύνδεσης

Ο πλέον χρησιμοποιούμενος τρόπος ασύρματης σύνδεσης συσκευών είναι με την χρήση ενός σημείου πρόσβασης. Σε αυτή την περίπτωση η σύνδεση ονομάζεται σύνδεση υποδομής (Infrastructure). Εναλλακτικά ασύρματες συσκευές μπορούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους χωρίς την μεσολάβηση ενός σημείου πρόσβασης. Σε αυτή την περίπτωση η σύνδεση ονομάζεται αυτοοργανωμένη ή κατ' απαίτηση (ad hoc).

Αυτοοργανωμένα Δίκτυα Βασικού Συνόλου Υπηρεσιών (Independent Basic Service Set - IBSS)

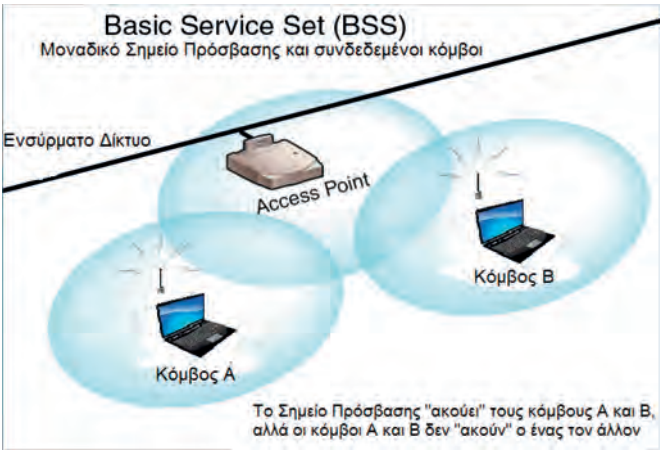
ή Ad hoc δίκτυα: Στα Ad-hoc ασύρματα τοπικά δίκτυα δεν υπάρχει κάποιο access point το οποίο αναλαμβάνει τη διασύνδεση των υπολογιστών. Οι υπολογιστές επικοινωνούν ο ένας με τον άλλο σε μια αυτόνομη οργάνωση η οποία δημιουργείται και καταργείται κατά βούληση χωρίς να υπάρχει μια μόνιμη κεντρική υποδομή. Για την δημιουργία μίας Ad-hoc σύνδεσης πρέπει να γίνει κατάλληλη παραμετροποίηση της κάρτας δικτύου σε κάθε συσκευή που θα συνδεθεί.



Σχήμα 5.14. Σύνδεση σταθμών με εξειδικευμένη σύνδεση (Ad Hoc).

Δίκτυα Βασικού Συνόλου Υπηρεσιών (Basic Service Set - BSS): Στα δίκτυα BSS η επικοινωνία μεταξύ των σταθμών επιτυγχάνεται με ένα access point. Το access point λειτουργεί όπως τα Hub

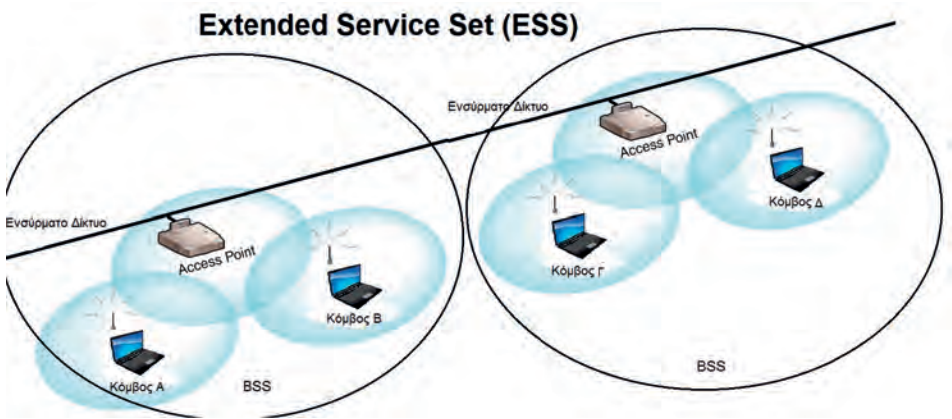
ή Switch στα καλωδιακά δίκτυα Ethernet, ενώ μπορεί να είναι συνδεδεμένο ή όχι με καλώδιο σε ένα δίκτυο κορμού ώστε να προωθεί την κίνηση των ασύρματων σταθμών.



Σχήμα 5.15. Δίκτυο Βασικού Συνόλου Υπηρεσιών.

Στην BSS τοπολογία η περιοχή κάλυψης του access point αποτελεί την κυψέλη του δικτύου. Το access point χρησιμοποιεί ένα μοναδικό αναγνωριστικό το οποίο ονομάζεται SSID (Service Set Identifier) για την επικοινωνία και το οποίο ορίζεται από τον διαχειριστή του δικτύου στις παραμέτρους της συσκευής. Οι σταθμοί πρέπει να γνωρίζουν το SSID του δικτύου για να συνδεθούν. Σε πολλές περιπτώσεις, όπως σε οικιακά ασύρματα δίκτυα, το σημείο πρόσβασης συνδέεται απευθείας στο Internet μέσω συνήθως xDSL συνδέσεων. Σε αυτή την περίπτωση το access point είναι ενσωματωμένο στο δρομολογητή και λειτουργεί σαν ένας ασύρματος δρομολογητής (wireless router) για τους σταθμούς που συνδέονται σε αυτόν.

Δίκτυα Εκτεταμένου Συνόλου Υπηρεσιών (Extended Service Set - ESS): Στην περίπτωση που υπάρχουν πολλά BSS δίκτυα, τα οποία συνδέονται με ένα ενσύρματο δίκτυο κορμού για να σχηματίσουν ένα ευρύτερο δίκτυο, τότε η τοπολογία ονομάζεται ESS. Σε αυτά τα δίκτυα μπορεί να υπάρχουν και συσκευές οι οποίες ονομάζονται ασύρματες γέφυρες (Wireless Bridge). Η ακτίνα κάλυψης του συστήματος μπορεί να αυξηθεί έτσι, με τη συνένωση πολλών σημείων ασύρματης ζεύξης.



Σχ.15. Δίκτυο Εκτεταμένου Συνόλου Υπηρεσιών.

Hot Spots: Ο όρος Hot Spot αναφέρεται στα τοπικά ασύρματα δίκτυα τα οποία παρέχουν πρόσβαση στο Internet και βρίσκονται σε δημόσιους χώρους. Συνήθως είναι προσβάσιμα δωρεάν ή με κάποιο αντίτιμο. Τέτοιοι χώροι είναι αεροδρόμια, café ή ακόμα και μεγάλοι κεντρικοί δημόσιοι χώροι σε μια πόλη. Ένα Hot Spot μπορεί να αποτελείται απλά από μια BSS τοπολογία με ασύρματο δρομολογητή που συνδέεται στο Internet ή να απλώνεται σε μεγαλύτερη έκταση με τη χρήση ESS τοπολογίας η οποία περιλαμβάνει και σύνδεση στο Internet.



Σχήμα 5.16. Κεραία Hot Spot.

Ασύρματο Μητροπολιτικό Δίκτυο (WMAN) – Δίκτυο WiMAX Τα σημεία πρόσβασης για τα ασύρματα τοπικά δίκτυα σύμφωνα με το πρότυπο 802.11 έχουν χαμηλή ισχύ και η εμβέλειά τους είναι περιορισμένη. Για την υλοποίηση ενός ασύρματου δικτύου με ευρεία κάλυψη όπως είναι μία πόλη χρησιμοποιείται η τεχνολογία WiMAX και περιγράφεται στην οικογένεια προτύπων 802.16. Η παρουσίαση του WiMAX είναι έξω από τους σκοπούς αυτών των σημειώσεων⁶⁸.

⁶⁸ Για την πληρότητα της παρουσίασης των ασύρματων δικτύων, αναφέρεται σε αυτό το σημείο ότι η τεχνολογία WiMAX παρέχει μέγιστη εμβέλεια έως 50 χιλιόμετρα και ταχύτητα μετάδοσης έως 70 Mbps (100 Mbps για το πρότυπο 802.16m).

5.4. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 5

Για την δημιουργία ενός τοπικού δικτύου χρειάζονται μέσα μετάδοσης για την μεταφορά της πληροφορίας και συσκευές διασύνδεσης των τερματικών σταθμών. Στα μέσα μετάδοσης διακρίνουμε τα ενσύρματα μέσα και τα ασύρματα μέσα και κατ' επέκταση διακρίνουμε τα τοπικά δίκτυα σε ενσύρματα και ασύρματα τοπικά δίκτυα. Σε ένα τοπικό δίκτυο είναι δυνατό να έχουμε συνδυασμό και ενσύρματης και ασύρματης μετάδοσης

Σήμερα τα ευρέως χρησιμοποιούμενα ενσύρματα μέσα μετάδοσης είναι τα χάλκινα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών κατηγορίας 5, 5e και 6, ενώ για το δίκτυο κορμού χρησιμοποιούνται οπτικές ίνες, είτε μονότροπες είτε πολύτροπες. Οι κυριότερες συσκευές διασύνδεσης για τα ενσύρματα δίκτυα είναι οι διανομείς, μεταγωγείς ενώ για τη διασύνδεση τοπικών δικτύων ή του τοπικού δικτύου με δίκτυο ευρείας περιοχής χρησιμοποιούνται δρομολογητές.

Για την εγκατάσταση ενός ενσύρματου δικτύου πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένες προδιαγραφές υλοποιώντας την έννοια της δομημένης καλωδίωσης καθιστώντας έτσι το σύστημα εύκολο στη διαχείριση και την επέκταση, επιτρέποντας τη γρήγορη διόρθωση βλαβών.

Στα ασύρματα τοπικά δίκτυα το μέσο μετάδοσης είναι τα μικροκύματα σε συχνότητες 2,4 GHz, 5 GHz και 5,8 GHz. Τα μικροκύματα λόγω των υψηλών συχνοτήτων επιτρέπουν την μετάδοση πληροφορίας σε υψηλές ταχύτητες, όμως εξασθενούν ραγδαία όταν διέρχονται από σταθερά εμπόδια.

Βασικό στοιχείο του ασύρματου δικτύου είναι η κυψέλη δηλαδή ο χώρος που ορίζεται από την εμβέλεια ενός ασύρματου σημείου πρόσβασης (access point). Ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο μπορεί να δημιουργηθεί χρησιμοποιώντας μόνο ένα access point, οπότε αναφερόμαστε σε δίκτυο Βασικού Συνόλου Υπηρεσιών (BSS) ή πολλά access points τα οποία είναι συνδεδεμένα ενσύρματα, οπότε αναφερόμαστε σε δίκτυο Εκτεταμένου Συνόλου Υπηρεσιών (ESS).



Ένθετο 5.1. Χαρακτηριστικά Μικροκυμάτων

Ισχύς Σήματος: Η ισχύς των μικροκυμάτων μετριέται σε Watt (W) που αντιστοιχούν στη λεγόμενη πραγματική «Ισοτροπική Ακτινοβολούσα Ισχύ» (Effective Isotropic Radiated Power – EIRP). Πιο συγκεκριμένα η EIRP εκφράζει την ισχύ της εκπεμπόμενης από το δέκτη μικροκυματικής ακτινοβολίας. Η πραγματική τώρα Ισοτροπική Ακτινοβολούσα Ισχύς είναι η «φαινόμενη» ισχύς που στέλνεται προς το δέκτη, εάν υποθεθεί ότι το σήμα ακτινοβολείται εξίσου σε όλες τις κατευθύνσεις, (όπως ένα σφαιρικό κύμα που προέρχεται από μια σημειακή πηγή). Η μέγιστη EIRP ισχύς για κάθε συσκευή καθορίζεται από διεθνείς προδιαγραφές. Έτσι για τα access points εσωτερικού χώρου που χρησιμοποιούνται στη τεχνολογία WI-FI η μέγιστη EIRP ισχύς έχει ορισθεί στα 100 mWatt.

Εξασθένιση: Η πυκνότητα της ισχύος (Ισχύς ανά μονάδα επιφανείας). του ηλεκτρομαγνητικού κύματος είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης από την πηγή. Ο νόμος αυτός ονομάζεται νόμος του αντίστροφου τετραγώνου και ισχύει για κάθε μορφή διάδοσης στον ελεύθερο χώρο. Έτσι έχουμε:

$$P = \frac{P1}{4\pi r^2} \quad 5.1$$

Όπου P: Πυκνότητα ισχύος σε απόσταση r από την ισοτροπική πηγή, P1: Ακτινοβολούμενη ισχύς.

Από τα παραπάνω γίνεται προφανές ότι τα μικροκύματα εξασθενούν πολύ γρήγορα καθώς ταξιδεύουν στο χώρο. Ένας άλλος παράγοντας που επιτείνει την εξασθένιση των μικροκυμάτων είναι το φαινόμενο της μερικής ανάκλασης όταν διέρχονται από σταθερά εμπόδια (π.χ. τοίχους, βουνά κλπ). Αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα μία συσκευή πρόσβασης ασύρματου δικτύου (access point) για οικιακή χρήση να έχει θεωρητική μέγιστη εμβέλεια σε ανοικτό χώρο 100 μέτρα, ενώ στο εσωτερικό ενός σπιτιού μειώνεται στα 30 μέτρα. Στην πράξη παρατηρείται ότι όταν μεταξύ σημείου πρόσβασης και τερματικής συσκευής μεσολαβούν πάνω από δύο τοίχοι τότε υπάρχει τόση εξασθένιση, ώστε δεν επιτυγχάνεται σύνδεση.

5.5. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 5

1. Να περιγράψετε ένα καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών.
2. Εξηγείστε για ποιο λόγο συστρέφονται τα ζεύγη σε ένα χάλκινο καλώδιο.
3. Τι ονομάζουμε θωράκιση καλωδίου και πόσα είδη θωράκισης εφαρμόζονται στα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών;
4. Δώστε μία συγκριτική περιγραφή των καλωδίων UTP, FTP και STP;
5. Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα υλικά και εξαρτήματα τοποθετήστε βύσματα στα άκρα ενός καλωδίου UTP και πραγματοποιήστε έλεγχο της ηλεκτρικής συνέχειας με ένα ελεγκτή καλωδίων (cable tester).
6. Δώστε την δομή των οπτικών ινών.
7. Περιγράψτε τη μετάδοση του σήματος στις μονότροπες και τις πολύτροπες οπτικές ίνες.
8. Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα υλικά και εξαρτήματα τοποθετήστε βύσματα στα άκρα ενός καλωδίου οπτικής ίνας.
9. Τι είναι οι μετατροπείς μέσου (media converters) από και προς την οπτική ίνα; Για ποιο λόγο χρησιμοποιούνται;
10. Τι είναι τα μικροκύματα; Ποιες συχνότητες μικροκυμάτων χρησιμοποιεί το Wi-Fi;
11. Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την μετάδοση των μικροκυμάτων;
12. Τι είναι οι μεταγωγείς (switch); Σε τι διαφέρει ένας διανομέας (HUB) από ένα μεταγωγέα (switch);
13. Να συμπληρώσετε στον παρακάτω πίνακα για κάθε μια από τις περιπτώσεις εκπομπής με χρήση διανομέα μεταγωγής 20 θυρών, ταχύτητας 100 Mbps ανά πόρτα, τη μέγιστη δυνατή διαμεταγωγική ικανότητα του μεταγωγέα, όταν γνωρίζουμε ότι ένας σταθμός αποστολής θέλει να εκπέμψει σε:

A/A	Σταθμοί Λήψης	Μέγιστη δυνατή Διαμεταγωγική Ικανότητα
1	1	1 Gbps
2	2	900 Mbps
3	3	900 Mbps
...	...	...

14. Τι είναι ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης (access point);
15. Ποιες οι προδιαγραφές όσον αφορά την ταχύτητα μετάδοσης των διαφόρων προτύπων της οικογένειας 802.11;
16. Τι είναι ένας δρομολογητής και ποια η διαφορά του από τον διανομέα;
17. Ποια τα υποσυστήματα του συστήματος δομημένης καλωδίωσης σύμφωνα με το πρότυπο EIA/TIA 568c;
18. Χρησιμοποιώντας μία πρίζα δικτύου και ένα καλώδιο UTP, συνδέστε την μία άκρη του καλωδίου στην πρίζα.
19. Ανά ομάδες, χρησιμοποιώντας μία πρίζα δικτύου και ένα καλώδιο UTP, συνδέστε την μία

άκρη του καλωδίου στην πρίζα. Συνδέστε το άλλο άκρο του καλωδίου σε ένα patch panel και ελέγξτε με ένα ελεγκτή καλωδίων την ηλεκτρική συνέχεια από την υποδοχή βύσματος του patch panel μέχρι την υποδοχή βύσματος της πρίζας.

20. Στο βαθμό που μπορεί να υποστηριχθεί με υλικά από το Ε.Κ. χρησιμοποιείτε προτυποποιημένα ράφια (dexion) για να υλοποιήσετε (σε περισσότερα από 1 εργαστηριακά δώρα) σε μικρογραφία καλωδίωση κτηρίου. Η κάθετη καλωδίωση θα ξεκινά από το χαμηλότερο επίπεδο στο οποίο θα τοποθετηθεί router. Η οριζόντια καλωδίωση θα γίνει ανά επίπεδο με χρήση switches.
21. Γιατί είναι σημαντική η τεκμηρίωση της δομημένης καλωδίωσης;
22. Αναζητήστε στο διαδίκτυο πληροφορίες για τις κεραίες που χρησιμοποιούνται στο Wi-Fi.
23. Ποια η διαφορά μεταξύ ενός ασύρματου σημείου πρόσβασης (access point) και ενός ασύρματου επαναλήπτη (repeater); Μπορεί μια συσκευή να λειτουργήσει και στις δύο καταστάσεις;
24. Να κάνετε τις απαραίτητες ρυθμίσεις για να συνδεθείτε σε ένα υφιστάμενο access point.
25. Για ποιο λόγο και σε ποιες περιπτώσεις πρέπει να ρυθμίζεται διαφορετικό κανάλι μετάδοσης σε ένα access point;
26. Τι είναι τα hot spots;

5.6. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 5

- **D. Groth, J. McBee, D. Barnett, Cabling:** *The Complete Guide to Network Wiring*, SYBEX, 2001
- **J. L. Olenewa,** *Guide to Wireless Communications, Course Technology*, 2012
- **Α. Αλεξόπουλος, Γ. Λαγογιάννης,** *Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών*. Αθήνα 2012.
- **Γ. Αλεξίου,** *Ασύρματα Ηλεκτρονικά Τηλεπικοινωνιακά Συστήματα*, σημειώσεις μαθήματος, Πολυτεχνείο Πατρών
- **Κ. Γεωργακόπουλος,** *Τεχνολογίες Σύγχρονων Ασυρμάτων Δικτύων Δεδομένων*, ΑΤΕΙ Καβάλας τμήμα Βιομηχανικής Πληροφορικής, 2007
- <http://discountcablesusa.com/ethernet-cables100.html> (12/08/15, 15:15')
- http://www.practicallynetworked.com/howto/040506diy_cables.htm (12/08/15, 15:16')
- <http://www.electrologos.gr/news/480> (12/08/15, 15:22')
- www.eln.teilam.gr/sites/default/files/%20ΚΑΛΩΔΙΑ.doc (12/08/15, 15:23')
- http://www.hep.upatras.gr/class/download/met_pli/optikes_ines.pdf (12/08/15, 15:24')
- http://www.citytec.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=82&Itemid=55 (12/08/15, 15:25')
- <http://www.icsd.aegean.gr/lecturers/pavlos/lecture%20notes/cn/notes%20chapter%202.pdf> (12/08/15, 15:26')
- <https://www.ceid.upatras.gr/webpages/faculty/alexio/ahts/notes/kef08.pdf> (12/08/15, 15:46')
- <http://windows.microsoft.com/el-gr/windows/hubs-switches-routers-access-points-differ#1TC=windows-7> (12/08/15, 15:46')
- <http://daanet.com.au/FAQRetrieve.aspx?ID=43815> (12/08/15, 15:47')
- <http://www.lantronix.com/resources/net-tutor-switching.html> (12/08/15, 15:47')
- <http://windows.microsoft.com/el-gr/windows/hubs-switches-routers-access-points-differ#1TC=windows-7> (12/08/15, 15:48')
- http://www.connect802.com/access_points.htm (12/08/15, 15:48')
- http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-3600-series/white_paper_c11-713103.html (12/08/15, 15:48')
- <http://searchnetworking.techtarget.com/definition/router> (12/08/15, 15:49')
- <http://www.connectedly.com/how-to-choose-best-router> (12/08/15, 15:49')
- <http://www.pwrtech.gr/2009-10-12-15-53-45/49-2009-10-12-15-53-14.html> (12/08/15, 15:50')
- http://www.citytec.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=62 (12/08/15, 15:50')
- [http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8309/1/Thesis-Georgiou6493\(ele\).pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/8309/1/Thesis-Georgiou6493(ele).pdf) (12/08/15, 15:51')
- <http://www.flukenetworks.com/knowledge-base?nid=129682&tid=255> (12/08/15, 15:52')
- http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/3o_Meros_Asyrmata_thlemaikh.pdf (12/08/15, 15:52')
- https://el.wikipedia.org/wiki/Ολική_ανάκλαση (12/08/15, 15:53')

Θέματα Ασφαλείας Δικτύων

Με την ολοκλήρωση της ενότητας οι μαθητές θα μπορούν να:

- Κατανοούν τις βασικές έννοιες που έχουν σχέση με την ασφάλεια ενός δικτύου και γενικότερα του πληροφοριακού συστήματος.
- Ερμηνεύουν τα είδη απειλών και παραλείψεων από τα οποία κινδυνεύει ένα πληροφοριακό σύστημα.
- Εφαρμόζουν μεθόδους προστασίας πληροφοριών, προσωπικού υπολογιστή και ολόκληρου του πληροφοριακού συστήματος.

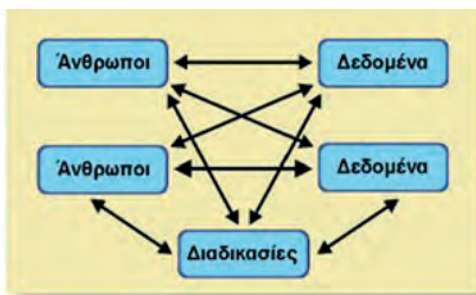
Γενικά:

Στην παρούσα ενότητα θα αναπτυχθούν οι έννοιες που αφορούν την ασφάλεια ενός πληροφοριακού συστήματος. Η παρουσίαση εστιάζεται στην ασφάλεια των συσκευών και των δεδομένων του πληροφοριακού συστήματος σε τοπικό επίπεδο, χωρίς να επεκταθεί στην ασφάλεια των δεδομένων που μετακινούνται σε δίκτυα ευρείας περιοχής, κάτι το οποίο είναι έξω από τους σκοπούς αυτών των σημειώσεων.

Στο πρώτο μέρος της ενότητας δίνονται οι ορισμοί και επεξηγούνται βασικές έννοιες ασφάλειας. Στο δεύτερο μέρος περιγράφονται οι κίνδυνοι που απειλούν ένα προσωπικό υπολογιστή και κατ' επέκταση ένα τοπικό δίκτυο. Η ενότητα ολοκληρώνεται με την παρουσίαση μεθόδων προστασίας τόσο των δεδομένων και των συσκευών που συνδέονται στο δίκτυο, όσο και ολόκληρου του τοπικού δικτύου.

6.1 Ασφάλεια Πληροφοριακού Συστήματος

Πληροφοριακό σύστημα (Information System) ονομάζεται ένα σύνολο διαδικασιών, ανθρώπινου δυναμικού και αυτοματοποιημένων υπολογιστικών συστημάτων, που προορίζονται για τη συλλογή, εγγραφή, ανάκτηση, επεξεργασία, αποθήκευση και ανάλυση πληροφοριών. Δηλαδή θεωρούμε ότι ένα Πληροφοριακό Σύστημα (Π.Σ.) είναι ένα οργανωμένο σύνολο πέντε οντοτήτων⁶⁹ - Άνθρωποι, Δεδομένα, Λογισμικό, Υλικό, Διαδικασίες.



Ασφάλεια πληροφοριακού συστήματος (Information System Security) είναι το οργανωμένο πλαίσιο από έννοιες, αντιλήψεις, αρχές, πολιτικές, διαδικασίες, τεχνικές και μέτρα που απαιτούνται, για να προστατευθούν τα επιμέρους στοιχεία του πληροφοριακού συστήματος, αλλά και το σύστημα ολόκληρο, από κάθε σκόπιμη ή τυχαία απειλή.

Βασική Ορολογία Ασφάλειας

Η ανάγκη ενός πλαισίου για κοινό λεξιλόγιο και ορολογία για μελέτη ζητημάτων Ασφάλειας Πληροφοριακών και Επικοινωνιακών Συστημάτων οδήγησε στην δημιουργία του πρότυπου ISO/IEC 27000 που αφορά τα συστήματα διαχείρισης ασφάλειας πληροφοριών. Το πρότυπο αυτό ορίζει ένα σύνολο όρων και λέξεων που χρησιμοποιούνται στην ασφάλεια πληροφοριακών συστη-

⁶⁹ Με το όρο οντότητα, αναφερόμαστε σε οποιαδήποτε αυτόνομη ύπαρξη με υλική (στον πραγματικό κόσμο) ή θεωρητική υπόσταση (συμβατική ύπαρξη). Για παράδειγμα, οντότητα μπορεί να είναι ένας μαθητής (ένας άνθρωπος με ονοματεπώνυμο, χαρακτηριστικά, κ.α) ή ένας υπολογιστής, αλλά και ένα μάθημα ή μία διεργασία που εκτελείται σε έναν υπολογιστή (κάτι άυλο αλλά με συμβατική υπόσταση)

μάτων. Παρακάτω αναφέρονται οι σπουδαιότεροι τεχνικοί όροι σύμφωνα με το πρότυπο ISO/IEC 27000:2009 [Πηγή: Εισαγωγικά θέματα και Εννοιολογική θεμελίωση κατά ISO 27000:2009, καθηγ. Στέφανος Γρίτζαλης Πανεπιστήμιο Αιγαίου]

Αγαθό (Asset): Ένας πόρος που έχει αξία για τον οργανισμό και αξίζει να προστατευθεί.

Αξία (Value): Σπουδαιότητα εκφραζόμενη σε χρηματικούς ή άλλους όρους.

Ζημία (Harm): Ο περιορισμός της αξίας ενός αγαθού.

Απειλή (Threat): Μία πιθανή αιτία που μπορεί να προκαλέσει ζημία σε ένα αγαθό, σε ένα σύστημα, σε έναν οργανισμό.

Ευπάθεια (Vulnerability): Μία αδυναμία ενός αγαθού ή ομάδας αγαθών ή μέτρου ασφάλειας, που ενδέχεται να την εκμεταλλευτούν μία ή περισσότερες απειλές.

Ιδιοκτήτης (Owner): Οντότητα που κατέχει την ευθύνη για ένα αγαθό και που έχει το δικαίωμα να καθορίσει πως μπορεί αυτό να χρησιμοποιηθεί ή να μεταβληθεί ή να διατεθεί.

Χρήστης (User): Οντότητα που χρησιμοποιεί ολόκληρο ή μέρος ή αγαθά του πληροφοριακού συστήματος.

Αυθεντικοποίηση (Authentication): Παροχή διασφάλισης ότι το χαρακτηριστικό που ισχυρίζεται ότι διαθέτει μία οντότητα, είναι ορθό.

Εξουσιοδότηση (Authorization): Άδεια που παρέχεται από έναν ιδιοκτήτη ενός αγαθού, σε κάποια οντότητα, για κάποιο σκοπό.

Επίθεση (Attack): Προσπάθεια για μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή μη εξουσιοδοτημένη χρήση ενός αγαθού, ή καταστροφή, έκθεση, τροποποίηση, κλοπή, απενεργοποίηση ενός αγαθού.

Επικινδυνότητα / κίνδυνος (Risk): Το αποτέλεσμα του συνδυασμού της πιθανότητας εκδήλωσης ενός γεγονότος ασφάλειας και της πρόκλησης των επιπτώσεών του.

Διαχείριση κινδύνου (Risk management): Οργανωμένες δραστηριότητες για τη διεύθυνση και τον έλεγχο ενός οργανισμού σε σχέση με τον κίνδυνο.

Πολιτική (Policy): Μία επίσημα καθορισμένη, από τη διοίκηση του οργανισμού, κατεύθυνση και επιδίωξη.

6.1.1 Αγαθά – Προστασία Αγαθών

Αγαθά είναι τα διάφορα μέσα με τα οποία ικανοποιούνται οι ανάγκες των ανθρώπων. Για να μπορούν όμως να ικανοποιούν ανθρώπινες ανάγκες, τα αγαθά, θα πρέπει να έχουν κάποια χρησιμότητα. Έτσι ένα αγαθό χαρακτηρίζεται χρήσιμο όταν υπάρχει κάποια ανάγκη να καλύψει. Σε αντίθετη περίπτωση χαρακτηρίζεται ως μη χρήσιμο.

Τα αγαθά που μας ενδιαφέρουν σε ένα πληροφοριακό σύστημα είναι δύο ειδών, η πληροφορία (ή τα δεδομένα) και οι υπολογιστικοί ή άλλοι πόροι που χρησιμοποιούμε για να επεξεργασθούμε τις πληροφορίες και τα δεδομένα.

Η ασφάλεια πληροφοριακών συστημάτων και υποδομών αφορά οντότητες και αντικείμενα που αξίζει να προστατευθούν, δηλαδή τα αγαθά. Τα αγαθά αξίζει να προστατευθούν επειδή έχουν αξία. Η αξία τους μπορεί να μειωθεί αν υποστούν ζημιά. Τα αγαθά χρειάζονται προστασία μόνον αν υπάρχουν κίνδυνοι που μπορεί να τους προκαλέσουν ζημιά. Ο ιδιοκτήτης ενός προστατευόμενου αγαθού χρησιμοποιεί μέσα προστασίας είτε για να μειώσει τον κίνδυνο να προξενηθεί ζημιά στο αγαθό είτε για να μειώσει τις συνέπειές της.

Η χρήση μέσων προστασίας επιφέρει κόστος. Δεδομένου ότι τα μέσα προστασίας δεν μπορούν

να εγγυηθούν πλήρη ασφάλεια, το κόστος τους πρέπει να αναλογεί στην αξία του αγαθού που προστατεύεται, καθώς και στις συνέπειες που θα έχει μια ζημιά στον ιδιοκτήτη του. Ο ιδιοκτήτης είναι εκείνος που θα κρίνει, όταν θέτει το στόχο ασφάλειας, ποια είναι η πιο επωφελής ισορροπία ανάμεσα στο κόστος, την αξία και τις συνέπειες της ζημιάς. Για παράδειγμα, δεν είναι λογικό να εγκατασταθεί ένα σύστημα συναγερμού που κοστίζει 1.000 ευρώ για να προστατευθεί εξοπλισμός αξίας 500 ευρώ. Αν όμως ο εξοπλισμός αποθηκεύει δεδομένα των οποίων η απώλεια ή υποκλοπή θα επιφέρει απώλειες πολλών χιλιάδων ευρώ τότε είναι απόλυτα λογική επιλογή.

Για την προστασία των αγαθών καθορίζεται μία στρατηγική η οποία καθορίζει τόσο τις απαιτήσεις ενός πληροφοριακού συστήματος για ασφάλεια, όσο και το πώς αυτές θα ικανοποιηθούν από τα διοικητικά μέτρα και τα μέσα προστασίας. Στο υψηλότερο επίπεδο διοικητικών μέτρων είναι η πολιτική ασφάλειας.

6.1.2 Η έννοια και η χρησιμότητα της Πολιτικής Ασφάλειας

Η **Πολιτική Ασφάλειας** των πληροφοριακών συστημάτων περιλαμβάνει το σκοπό και τους στόχους της ασφάλειας, οδηγίες, διαδικασίες, κανόνες, ρόλους και υπευθυνότητες που αφορούν την προστασία του πληροφοριακού συστήματος ενός οργανισμού. Η πολιτική ασφάλειας διατυπώνεται σε ένα έγγραφο, το οποίο θα πρέπει να γνωρίζουν και να εφαρμόζουν όλοι οι χρήστες του πληροφοριακού συστήματος. Η σύνταξη του εγγράφου γίνεται από το σύμβουλο ασφαλείας του οργανισμού ή και σε μερικές περιπτώσεις από τον υπεύθυνο ασφαλείας του οργανισμού⁷⁰.

Η ανάπτυξη της πολιτικής ασφάλειας των πληροφοριακών συστημάτων ενός οργανισμού βασίζεται στην καταγραφή των απαιτήσεων ασφαλείας, με βάση τις οποίες διαμορφώνονται οι στόχοι της ασφάλειας, και στον προσδιορισμό των τρόπων για την επίτευξη των στόχων αυτών.

- Οι απαιτήσεις ασφαλείας μπορεί να προέρχονται από διαφορετικές πηγές, όπως είναι:
- Οι χρήστες των πληροφοριακών συστημάτων.
- Η διοίκηση του οργανισμού που επιθυμεί την απρόσκοπτη χρήση των πληροφοριακών συστημάτων στις λειτουργίες του οργανισμού.
- Οι πελάτες του οργανισμού, εφόσον δεδομένα που τους αφορούν αποτελούν συνιστώσα του πληροφοριακού συστήματος.
- Το νομικό και ρυθμιστικό πλαίσιο στο οποίο λειτουργεί ο οργανισμός.

Η ασφάλεια των πληροφοριακών συστημάτων στηρίζεται σε τρεις βασικές ιδέες οι οποίες είναι απαραίτητες για την ορθή λειτουργία ενός πληροφοριακού συστήματος, και είναι οι εξής:

Ακεραιότητα (Integrity): Η ακεραιότητα αναφέρεται στη διατήρηση των δεδομένων ενός πληροφοριακού συστήματος σε μια γνωστή κατάσταση χωρίς να υφίστανται τροποποιήσεις, αφαιρέσεις ή προσθήκες από μη εξουσιοδοτημένα άτομα, καθώς και την αποτροπή της πρόσβασης ή/και χρήσης των υπολογιστών και δικτύων του συστήματος από άτομα που δεν είναι εξουσιοδοτημένα. Έτσι μια εταιρεία επιδιώκει τα δεδομένα που αφορούν την μισθοδοσία των υπαλλήλων της να είναι ασφαλή από μετατροπές ενός εισβολέα που επιθυμεί να αλλοιώσει τα δεδομένα οδηγώντας σε εσφαλμένα αποτελέσματα.

Διαθεσιμότητα (Availability): Διαθεσιμότητα σημαίνει ότι οι υπολογιστές, τα δίκτυα, τα δεδο-

⁷⁰ Ο υπεύθυνος ασφαλείας του πληροφοριακού συστήματος ενός οργανισμού δεν είναι απαραίτητα κάποιος εξειδικευμένος σε θέματα ασφαλείας. Συνήθως είναι κάποιος έμπειρος χρήστης που αναλαμβάνει να υλοποιήσει το σχέδιο ασφάλειας του οργανισμού.

μένα και γενικότερα οι υπολογιστικοί πόροι θα είναι στη διάθεση των εξουσιοδοτημένων χρηστών όποτε απαιτείται η χρήση τους. Η πιο συχνή απειλή που αντιμετωπίζουν τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα είναι οι επιθέσεις άρνησης υπηρεσιών (DOS attack), που έχουν ως σκοπό να τεθούν εκτός λειτουργίας συγκεκριμένοι υπολογιστικοί πόροι, είτε προσωρινά είτε μόνιμα.

Εμπιστευτικότητα (Confidentiality): Η εμπιστευτικότητα δεδομένων είναι η εξασφάλιση ότι ευαίσθητες και απόρρητες πληροφορίες δεν θα αποκαλύπτονται σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Η υποκλοπή ευαίσθητων πληροφοριών μπορεί να γίνει με σύγχρονες ψηφιακές μεθόδους, αλλά και πιο παραδοσιακές όπως είναι η κλοπή φορητών ή επιτραπέζιων υπολογιστών από τα γραφεία μιας εταιρίας ή ακόμα και από το σπίτι κάποιων υπαλλήλων.



Σχ. 6.2. Βασικές αρχές ασφάλειας πληροφοριακού συστήματος.

6.1.3 Καθορισμός στόχων – περιορισμών – κινδύνων – κόστους

Ο καθορισμός στόχων σχετίζεται με το συμβιβασμό μεταξύ κόστους και προστασίας των αγαθών. Η προστασία των αγαθών επιτυγχάνεται με χρήση μέσων προστασίας τα οποία επιδιώκουν να εμποδίσουν τις παραβιάσεις και ταυτόχρονα να αντιμετωπίσουν τις συνέπειές τους. Αν ούτε οι συνέπειες μιας παραβίασης, ούτε η πιθανότητα να συμβεί είναι υψηλές, τότε ο ιδιοκτήτης ενδέχεται να μην επιθυμεί να αναλάβει σημαντικό κόστος για την προστασία των αγαθών. Αν οι συνέπειες της παραβίασης είναι αξιοσημείωτες, τότε ο Ιδιοκτήτης θα συμφωνήσει να αναλάβει κάποιο κόστος για να τις μειώσει.

Οι στόχοι και τα μέτρα προστασίας που καθορίζει η πολιτική ασφάλειας θα πρέπει να καλύπτουν τις ακόλουθες κατηγορίες απαιτήσεων ασφάλειας:

- Ζητήματα Προσωπικού
- Φυσική Ασφάλεια
- Έλεγχος Πρόσβασης στο πληροφοριακό σύστημα
- Διαχείριση Υλικού και Λογισμικού
- Νομικές υποχρεώσεις
- Διαχείριση της Πολιτικής Ασφάλειας
- Οργανωτική Δομή
- Σχέδιο Συνέχισης Λειτουργίας

Ζητήματα προσωπικού: Σε ένα πληροφοριακό σύστημα ο πιο αδύναμος κρίκος στην αλυσίδα της ασφάλειας είναι ο ανθρώπινος παράγοντας. Τα μηχανήματα έχουν σταθερή συμπεριφορά

που δεν εξαρτάται από την διάθεση, επηρεάζονται ελάχιστα από εξωτερικούς παράγοντες και πάντα ακολουθούν με ακρίβεια τις οδηγίες. Στόχος των οδηγιών και των μέτρων ασφάλειας που ανήκουν στα ζητήματα προσωπικού είναι η μείωση της επικινδυνότητας που οφείλεται σε ανθρώπινα λάθη, απάτη, κλοπή ή κατάχρηση των πόρων του πληροφοριακού συστήματος. Αναφέρονται κυρίως σε:

- Ρόλους και υπευθυνότητες για την προστασία των αγαθών του πληροφοριακού συστήματος.
- Διαδικασίες επιλογής νέου προσωπικού.
- Εκπαίδευση και ενημέρωση των χρηστών
- Αντιμετώπιση και αναφορά περιστατικών παραβίασης της ασφάλειας .

Φυσική Ασφάλεια: Τα μέτρα που υποστηρίζουν τη φυσική ασφάλεια έχουν ως κύριο στόχο την αποτροπή της μη εξουσιοδοτημένης πρόσβασης στους χώρους που βρίσκεται ο εξοπλισμός του πληροφοριακού συστήματος για την αποφυγή δολιοφθοράς, κλοπής του εξοπλισμού ή υποκλοπής πληροφοριών μέσω της φυσικής πρόσβασης στους υπολογιστές του οργανισμού. Επίσης η φυσική ασφάλεια ασχολείται με την προστασία του εξοπλισμού από φυσικές καταστροφές (φωτιά, πλημμύρα κλπ).

Έλεγχος Πρόσβασης στο πληροφοριακό σύστημα: Η πρόσβαση των χρηστών στις πληροφορίες, τα υπολογιστικά συστήματα και τις εφαρμογές θα πρέπει να καθορίζεται με βάση τις επιχειρηματικές ανάγκες και τις απαιτήσεις ασφάλειας. Συχνά εφαρμόζεται η αρχή «need to know» για την απονομή δικαιώματος πρόσβασης στους χρήστες.

Σε αυτό το σημείο ο σχεδιασμός της πολιτικής ασφάλειας θα πρέπει βρει μια ισορροπία μεταξύ ευελιξίας και της μείωσης κινδύνου. Η εφαρμογή αυστηρών κανόνων πρόσβασης μειώνει μεν τον κίνδυνο, όμως ταυτόχρονα κάνει το σύστημα πιο δυσκίνητο. Από την άλλη η ελευθερία πρόσβασης επιτρέπει μεγάλη ευελιξία στην λειτουργία του προσωπικού θέτοντας όμως μεγάλους συμβιβασμούς στην ασφάλεια.

Για παράδειγμα, σε μία τράπεζα ορισμένες συναλλαγές που αφορούν μεγάλα ποσά ή ειδικές κατηγορίες πελατών για περισσότερη ασφάλεια θα μπορούσαν να γίνουν μόνο από ελάχιστους υπαλλήλους (πχ υποδιευθυντές). Αυτό θα μείωνε πολύ τον κίνδυνο λάθους ή απάτης, όμως θα έκανε τις συγκεκριμένες συναλλαγές χρονοβόρες (ο υπεύθυνος σίγουρα έχει και άλλες αρμοδιότητες ή μπορεί να απουσιάζει). Από την άλλη αν κάθε υπάλληλος έχει πρόσβαση ώστε να πραγματοποιήσει αυτές τις συναλλαγές, τότε μειώνεται η ασφάλεια των εν λόγω συναλλαγών, αλλά το σύστημα θα ήταν πολύ πιο ευέλικτο. Μερικές τράπεζες, επιδιώκοντας την ισορροπία μεταξύ ασφάλειας και ευελιξίας υιοθέτησαν την παρακάτω τακτική: Κάθε υπάλληλος μπορεί να πραγματοποιήσει τις ειδικές συναλλαγές, όμως για να ολοκληρωθεί η συναλλαγή πρέπει να δώσει την έγκρισή του ηλεκτρονικά ο υπεύθυνος υπάλληλος. Έτσι με την εμπλοκή περισσότερων προσώπων αυξάνεται η ασφάλεια των συναλλαγών χωρίς να μειώνεται πολύ η ευελιξία.

Διαχείριση Υλικού και Λογισμικού: Το υλικό σε ένα πληροφοριακό σύστημα πρέπει να αντικαθίσταται, αναβαθμίζεται και να συντηρείται. Στα πλαίσια αυτά η πολιτική ασφάλειας πρέπει εξυπηρετεί δύο σκοπούς:

- Α) Οδηγίες για την προμήθεια και συντήρηση υλικού οι οποίες στοχεύουν στη διατήρηση του επιθυμητού επιπέδου ασφάλειας, προσδιορίζοντας τις διαδικασίες για την αγορά και τη συντήρηση του υλικού (π.χ. απαίτηση προμήθειας πιστοποιημένων προϊόντων) και
- Β) Οδηγίες για την ανάπτυξη και συντήρηση Λογισμικού οι οποίες πρέπει να καλύπτουν τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Αγορά έτοιμων προϊόντων (πακέτων λογισμικού) από εξωτερικούς προμηθευτές.
- Ανάπτυξη και συντήρηση λογισμικού από αναδόχους.
- Εσωτερική ανάπτυξη και συντήρηση των εφαρμογών.

Νομικές υποχρεώσεις: Δηλαδή τη συμμόρφωση με το νομικό και κανονιστικό πλαίσιο, όπως:

- Ο Νόμος 2472 του 1997 για την «Προστασία του ατόμου από την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα».
- Οι νόμοι για την προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων
- Οι αποφάσεις των Ανεξάρτητων Διοικητικών Αρχών, όπως η Αρχή Προστασίας Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα, η Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών, η Αρχή Διασφάλισης του Απορρήτου των Επικοινωνιών

Διαχείριση της Πολιτικής Ασφάλειας: Η πολιτική ασφάλειας θα πρέπει να προσδιορίζει και τις απαιτούμενες δραστηριότητες για την εφαρμογή της, που αφορούν την αξιολόγηση και αναθεώρηση της πολιτικής, τον έλεγχο εφαρμογής της και τέλος τον καθορισμό των ενεργειών που προβλέπονται στις περιπτώσεις μη τήρησής της από τους χρήστες.

Οργανωτική Δομή: Για να εφαρμοστεί η πολιτική ασφάλειας θα πρέπει να υπάρχει η αντίστοιχη οργανωτική και διοικητική δομή η οποία επιτυγχάνεται με την δημιουργία των κατάλληλων ρόλων και κατανομή υπευθυνοτήτων (π.χ. Υπεύθυνος Ασφάλειας) καθώς και την δημιουργία διαδικασιών για τον εντοπισμό και την αναφορά περιστατικών παραβίασης της ασφάλειας.

Σχέδιο Συνέχισης Λειτουργίας: Ειδικά στις περιπτώσεις κρίσιμων πληροφοριακών συστημάτων, η Πολιτική Ασφάλειας πρέπει να περιλαμβάνει οδηγίες που αφορούν τις απαιτούμενες ενέργειες μετά την πραγματοποίηση ενός σημαντικού περιστατικού παραβίασης της ασφάλειας, ώστε οι λειτουργίες του οργανισμού να εξακολουθήσουν να πραγματοποιούνται με κάποιους εναλλακτικούς τρόπους, έως ότου αντιμετωπιστεί το πρόβλημα ασφάλειας του πληροφοριακού συστήματος (π.χ. να υπάρχει εφεδρικός Server).

6.2 Απειλές και Αδυναμίες

Στην ασφάλεια πληροφοριακών συστημάτων ορίζουμε ως **απειλή** (threat) κάθε οντότητα που εκμεταλλευομένη μια αδυναμία μπορεί να προκαλέσει ζημιά ή παραβίαση σε ένα υπολογιστή, σε ένα τμήμα ή στο σύνολο του δικτύου.

Αδυναμία είναι κάθε σχεδιαστική ατέλεια ενός συστήματος, εφαρμογής ή υποδομής που μπορεί να γίνει αιτία για την παραβίαση της ασφάλειας και της ακεραιότητας του συστήματος. Επίσης αδυναμία είναι και κάθε ατέλεια ή σφάλμα στις διαδικασίες ασφάλειας του συστήματος, το σχεδιασμό, την υλοποίηση, ή τους εσωτερικούς ελέγχους που θα μπορούσαν να ασκηθούν (κατά λάθος ή εσκεμμένα) και έχουν ως αποτέλεσμα την παραβίαση της ασφάλειας ή την παραβίαση της πολιτικής ασφάλειας του συστήματος.

6.2.1 Τι είναι Απειλές – είδη Απειλών

Απειλή είναι κάθε οντότητα ή γεγονός που μπορεί να προκαλέσει:

- Μη διαθεσιμότητα του συστήματος και των υπηρεσιών τυχαία ή με πρόθεση
- Τη μη εξουσιοδοτημένη τροποποίηση των δεδομένων
- Την καταστροφή των δεδομένων ή του συστήματος
- Την μη εξουσιοδοτημένη αποκάλυψη ευαίσθητων πληροφοριών

Κατ' αυτή την έννοια απειλή μπορεί να είναι ένας χρήστης του πληροφοριακού συστήματος που

σκόπιμα ή από λάθος παραποιεί ή καταστρέφει δεδομένα, όπως επίσης ένας εξωτερικός εισβολέας ο οποίος αποκτά παράνομα πρόσβαση στο πληροφοριακό σύστημα.

Επίσης απειλή είναι κάθε πρόγραμμα ή διεργασία (γενικά λογισμικό) που έχει δημιουργηθεί για να:

- Προκαλέσει βλάβη ή δυσλειτουργία στο πληροφοριακό σύστημα και στα δεδομένα του (πχ ιοί, σκουλήκια, κλπ).
- Να υποκλέψει ευαίσθητα δεδομένα χρηστών όπως κωδικούς πρόσβασης στοιχεία πιστωτικών καρτών κλπ (πχ key loggers) .
- Να πάρει υπό τον έλεγχό του το υπολογιστικό σύστημα και να ενεργοποιήσει διαδικασίες χωρίς την συναίνεση του χρήστη.

6.2.2 Ιοί, Σκουλήκια και τα συναφή

Ένα σύστημα υπολογιστή κινδυνεύει από προγράμματα τα οποία αποσκοπούν στο να προκαλέσουν απώλεια δεδομένων. Τα κυριότερα είδη τέτοιων προγραμμάτων είναι τα παρακάτω:

Ιός (virus): Ένας ιός υπολογιστών είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή το οποίο είναι ενσωματωμένο σε ένα αρχείο ή σε κάποια περιοχή του σκληρού δίσκου όπως είναι η περιοχή εκκίνησης (Master Boot Record – MBR). Ο ιός διαδίδεται «μολύνοντας» άλλα αρχεία δημιουργώντας ένα αντίγραφο του εαυτού του και ενσωματώνοντάς το στο αρχείο που μολύνει. Ο ιός εκτελείται και διαδίδεται χωρίς την έγκριση ή την γνώση του χρήστη και χωρίς να γίνεται αντιληπτή η παρουσία του. Μερικοί ιοί έχουν τη δυνατότητα να τροποποιούν τα αντίγραφά τους ή τα ίδια τα αντίγραφα μπορούν να υποστούν από μόνα τους τροποποίηση. Σε αυτή τη περίπτωση αναφερόμαστε σε πολυμορφικό ιό (polymorphic virus).

Ένας ιός δεν είναι ένα πρόγραμμα που μπορεί να εκτελεστεί αυτόνομα. Χρειάζεται ένα αρχείο «ξενιστή» για να μπορέσει να ενεργοποιηθεί. Κατά συνέπεια για την διάδοση ενός ιού είναι απαραίτητο να μεταφερθεί το αρχείο που έχει μολυνθεί από υπολογιστή σε υπολογιστή. Οι παραδοσιακοί τρόποι διάδοσης των ιών είναι με χρήση ενός αποθηκευτικού μέσου (USB flash, CD/DVD κλπ) που μεταφέρεται από υπολογιστή σε υπολογιστή, ή με την μεταφορά αρχείων μέσω δικτύου. Σήμερα οι πιο συχνόι τρόποι μόλυνσης υπολογιστή από ιό είναι είτε μέσω e-mail που περιέχει μολυσμένο αρχείο είτε με την επίσκεψη ιστοσελίδων που έχουν μολυνθεί από ιό.

Βακτήρια ή προγράμματα κουνέλια⁷¹ (Bacterium – rabbit programs): Τα βακτήρια είναι ένας ειδικός τύπος ιού ο οποίος δεν ενσωματώνεται σε κάποιο αρχείο, αλλά δημιουργεί πολλά αντίγραφα του εαυτού του τα οποία εκτελούνται όλα ταυτόχρονα με σκοπό να καταναλώσει όλους τους πόρους του συστήματος. Το αποτέλεσμα της δράσης των βακτηρίων είναι να μειώνονται δραματικά οι επιδόσεις του υπολογιστή.

Σκουλήκια (worms): Ένα σκουλήκι υπολογιστή είναι ένα αυτοαναπαραγόμενο πρόγραμμα υπολογιστή, το οποίο χρησιμοποιεί δίκτυο υπολογιστών για να στείλει αντίγραφα του εαυτού του σε άλλους κόμβους (υπολογιστές του δικτύου). χωρίς την παρέμβαση του χρήστη. Τα σκουλήκια εκμεταλλεύονται τα κενά ασφαλείας που υπάρχουν στον υπολογιστή στόχο και κυρίως τις αδυναμίες των προγραμμάτων επικοινωνίας.

Υπάρχουν διαφορές μεταξύ ενός ιού και ενός σκουληκιού. Οι ιοί σχεδιάζονται για να εξαπλώνονται από το ένα αρχείο στο άλλο σε έναν υπολογιστή. Για την εξάπλωσή τους από υπολογιστή σε υπολογιστή στηρίζονται στην ανθρώπινη βοήθεια. Εμείς οι άνθρωποι μεταφέρουμε

⁷¹ Η ονομασία αυτού του τύπου των ιών προήλθε από τα αντίστοιχα βιολογικά βακτήρια και κουνέλια τα οποία έχουν μεγάλους ρυθμούς αναπαραγωγής σε σύντομο χρονικό διάστημα

αρχεία μέσω e-mail, ανταλλάσσουμε USB flash ή αντιγράφουμε αρχεία σε διακομιστές αρχείων (file servers). Τα σκουλήκια από την άλλη είναι πιο ύπουλα γιατί στηρίζονται λιγότερο, ή και καθόλου στην ανθρώπινη συμπεριφορά για να εξαπλωθούν από έναν υπολογιστή σε άλλους. Τα σκουλήκια σχεδιάζονται για να διασπείρονται μέσω ενός δικτύου και δεν περιμένουν βοήθεια από τους ανθρώπους

Λογικές Βόμβες (Logic Bombs): Οι λογικές βόμβες είναι προγράμματα τα οποία μολύνουν τον υπολογιστή και παραμένουν ανενεργά μέχρι να ικανοποιηθούν συγκεκριμένες συνθήκες, οπότε ενεργοποιούνται. Συνήθως ο σκοπός αυτών των προγραμμάτων είναι να προκαλέσουν επιθέσεις άρνησης υπηρεσιών (DoS), ενώ σε άλλες περιπτώσεις καταστρέφουν τα δεδομένα του συστήματος.

6.2.3 Κακόβουλο Λογισμικό – Διαφημιστικό Λογισμικό

Στην διεθνή βιβλιογραφία σαν κακόβουλο λογισμικό (malware) ορίζεται οποιοδήποτε πρόγραμμα σκοπό έχει να επιφέρει δυσλειτουργία σε ένα υπολογιστικό σύστημα ή δίκτυο. Σύμφωνα με αυτό τον ορισμό και τα προγράμματα της προηγούμενης παραγράφου ανήκουν στην κατηγορία του κακόβουλου λογισμικού. Όμως στην καθημερινή πρακτική όταν αναφερόμαστε σε πρόγραμμα malware εξειδικεύουμε στην κατηγορία του κακόβουλου λογισμικού που σκοπό έχει την υποκλοπή προσωπικών πληροφοριών του χρήστη και την πρόσβαση στους πόρους του υπολογιστικού συστήματος. Τα πιο γνωστά είδη προγραμμάτων malware είναι:

Λογισμικό Κατασκοπίας (Spyware): Spyware θεωρείται κάθε πρόγραμμα που παρακολουθεί τη δραστηριότητά στον υπολογιστή εν αγνοία του χρήστη. Ένα Spyware φορτώνεται κρυφά (με ύπουλο τρόπο) σε έναν υπολογιστή χωρίς να το ξέρει ο χρήστης και εκτελείται στο παρασκήνιο κάνοντας διάφορα πράγματα πίσω από την πλάτη του χρήστη. Το Spyware κρύβεται ώστε να μην μπορεί το θύμα να το εντοπίσει εύκολα, συγκεντρώνει στοιχεία σχετικά με το χρήστη (ιστοσελίδες που επισκέπτεται, κωδικούς πρόσβασης, ακόμη και αριθμούς πρόσβασης πιστωτικών καρτών). Επίσης αλλάζει ρυθμίσεις του λειτουργικού συστήματος ή μεμονωμένων προγραμμάτων και εκτελεί άλλες κακόβουλες και ενοχλητικές δραστηριότητες. Μια ειδική κατηγορία spyware είναι οι key loggers.

Πρόγραμμα καταγραφής πληκτρολογήσεων (Key loggers): Οι key loggers (συντόμηση για το keystroke loggers) είναι προγράμματα που εκτελούνται σχεδόν αόρατα, καταγράφουν όλες τις πληροφορίες που πληκτρολογεί ο χρήστης ενός υπολογιστή. Στη συνέχεια και μέσω διαδικτύου στέλνουν ένα αρχείο κειμένου που περιέχει ότι έχει πληκτρολογηθεί σε αυτόν που έχει μολύνει το υπολογιστή με τον key logger.

Είναι πολύ επικίνδυνα προγράμματα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κλέψουν τα προσωπικά στοιχεία όπως ο αριθμός της πιστωτικής κάρτας, καθώς και κωδικούς πρόσβασης, είναι ιδιαιτέρως επικίνδυνα για όλους όσους χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς δικτυακούς τόπους μέσω των οποίων γίνονται χρηματικές συναλλαγές (πχ. Web Banking).

Ωστόσο εκτός από παράνομη χρήση των key loggers για υποκλοπή προσωπικών δεδομένων, υπάρχουν και «νόμιμες» χρήσεις. Γονείς μπορούν να παρακολουθούν την διαδικτυακή δραστηριότητα των παιδιών τους, εργοδότες μπορούν να είναι σίγουροι ότι οι υπάλληλοι δουλεύουν αντί να σερφάρουν στο Internet⁷².

⁷² Και για την παρακολούθηση παιδιών από τους γονείς του και των υπαλλήλων από τη διοίκηση προκύπτουν σοβαρά, παιδαγωγικά, κοινωνικά, νομικά και πολιτικά θέματα. Σε πολλές χώρες ανεξάρτητες αρχές έχουν εκφράσει τη διαφωνία τους σε τέτοιες πρακτικές και υπάρχουν και καταδικαστικές αποφάσεις που αφορούν την χωρίς προηγούμενη ενημέρωση χρήση τέτοιων εργαλείων.

Διαφημιστικό Λογισμικό (Adware): Adware είναι κάθε πρόγραμμα που εγκαθίσταται εν αγνοία του χρήστη στο υπολογιστή και σκοπό έχει να προβάλλει ανεπιθύμητες διαφημίσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Οι λειτουργίες του μπορεί να έχουν σχεδιαστεί ώστε να αναλύει τις τοποθεσίες Internet που επισκέπτεται ο χρήστης και να παρουσιάζει διαφημίσεις σχετικές με τον τύπο των αγαθών ή των υπηρεσιών που εμφανίζονται στις τοποθεσίες που έχει επισκεφθεί.

Τα adware στην ουσία δεν κάνουν κακό στον υπολογιστή αλλά παρουσιάζουν ενοχλητικές διαφημίσεις κάθε τόσο με στόχο να επωφεληθεί οικονομικά από τις διαφημίσεις αυτές, ο δημιουργός του εις βάρος μας. Το βασικό πρόβλημα, εκτός από τις ανεπιθύμητες διαφημίσεις, είναι ότι τα adware επιβαρύνουν την λειτουργία του υπολογιστή καταναλώνοντας πόρους και εύρος ζώνης (bandwidth).

6.2.4 Δούρειοι Ίπποι

Δούρειος ίππος⁷³ (Trojan horse ή απλά trojan): Είναι ένα πρόγραμμα που παραπλανά τον χρήστη και τον κάνει να πιστεύει ότι εκτελεί κάποια χρήσιμη λειτουργία ενώ στην πραγματικότητα και εν αγνοία του χρήστη εγκαθιστά στον υπολογιστή του άλλα κακόβουλα προγράμματα.

Οι δούρειοι ίπποι έχουν ενσωματωμένο κακόβουλο κώδικα ο οποίος σκοπό έχει να μολύνει τον υπολογιστή. Από την πλευρά του χρήστη μοιάζουν με προγράμματα τα οποία εκτελούν χρήσιμες λειτουργίες, είναι ενδιαφέροντα παρέχονται δωρεάν και δίνουν την εντύπωση στον χρήστη ότι είναι ακίνδυνα. Όταν όμως εκτελεστεί αυτό το πρόγραμμα, τότε ενεργοποιείται ο κακόβουλος κώδικας με αποτέλεσμα ο υπολογιστής να μολυνθεί. Το αποτέλεσμα της μόλυνσης από δούρειο ίππο είναι συνήθως η εγκατάσταση κάποιου προγράμματος που επιτρέπει σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες να έχουν πρόσβαση στον μολυσμένο υπολογιστή δίνοντάς τους τη δυνατότητα να υποκλέψουν ευαίσθητες πληροφορίες (κωδικούς πρόσβασης, αριθμούς πιστωτικών καρτών κλπ), ενώ σε άλλες περιπτώσεις τον χρησιμοποιούν για να ξεκινήσουν άλλες επιθέσεις προς άλλους υπολογιστές του διαδικτύου. Σε αντίθεση με τους ιούς, οι δούρειοι ίπποι δε μεταδίδονται μολύνοντας αρχεία.

6.2.5 Επιθέσεις Εισβολής

Επίθεση Εισβολής είναι κάθε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση σε έναν υπολογιστή ή δίκτυο υπολογιστών. Στις περισσότερες περιπτώσεις η μη επιθυμητή δραστηριότητα καταναλώνει πόρους και σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις είναι απειλή για την ασφάλεια του πληροφοριακού συστήματος.

Μερικές μέθοδοι για την πραγματοποίηση επίθεσης εισβολής είναι:

Ασύμμετρη Δρομολόγηση (Asymmetric Routing): Στη μέθοδο αυτή, ο επιτιθέμενος προσπαθεί να στείλει πακέτα δεδομένων χρησιμοποιώντας περισσότερες από μία διαδρομές για τη συσκευή δικτύου που είναι ο στόχος. Η ιδέα είναι να αποφευχθεί η ανίχνευση της επίθεσης στέλνοντας ένα σημαντικό μέρος των παράνομων πακέτων από διαφορετικές διαδρομές παρακάμπτοντας ορισμένα τμήματα του δικτύου και κατά συνέπεια τους αισθητήρες παραβίασης του δικτύου.

Επιθέσεις Υπερχείλισης (Buffer Overflow Attacks): Στις επιθέσεις υπερχείλισης ο επιτιθέμενος επιχειρεί να αντικαταστήσει συγκεκριμένα τμήματα της μνήμης του υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος σε ένα δίκτυο. Τα κανονικά δεδομένα σε αυτές τις θέσεις μνήμης αντικαθίσταται με

⁷³ Το όνομα δούρειος ίππος προκύπτει από την Ιλιάδα του Ομήρου, όπου αναγράφεται ότι ο Οδυσσέας εμπνεύστηκε την κατασκευή ενός ξύλινου αλόγου, στην κοιλιά του οποίου κρύβονταν Αχαιοί πολεμιστές. Με τον τρόπο αυτό ξεγέλασε τους κατοίκους της Τροίας, εισήγαγε τον στρατό των Αχαιών μέσα στην πόλη και την κυρίευσε.

ένα σύνολο εντολών που αργότερα θα εκτελεστούν ως μέρος της επίθεσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο στόχος είναι να ξεκινήσει μια επίθεση άρνησης υπηρεσίας (Denial of Service - DoS), ή να δημιουργήσει ένα δίαυλο μέσω του οποίου ο εισβολέας μπορεί να αποκτήσει απομακρυσμένη πρόσβαση στο δίκτυο.

Εξειδικευμένες Επιθέσεις στα Πρωτόκολλα (Protocol-Specific Attacks): Κατά την εκτέλεση των δραστηριοτήτων του δικτύου, οι συσκευές τηρούν συγκεκριμένους κανόνες και διαδικασίες που καθορίζονται από τα πρωτόκολλα. Αυτά τα πρωτόκολλα, όπως το ARP, IP, TCP, UDP, ICMP, και διάφορα πρωτόκολλα εφαρμογής, μπορεί να αφήσουν κατά λάθος (συνήθως από λάθη υλοποίησης) ανοίγματα για την εισβολή στο δίκτυο μέσω πλαστοπροσωπίας (spoofing), ή ακατάλληλων μηνυμάτων πρωτοκόλλου. Για παράδειγμα, το πρωτόκολλο ανάλυσης διευθύνσεων (ARP) δεν εκτελεί έλεγχο ταυτότητας για τα μηνύματα, επιτρέποντας έτσι στους επιτιθέμενους να εκτελέσουν επιθέσεις τύπου « man-in - the-middle⁷⁴». Οι εξειδικευμένες επιθέσεις στα πρωτόκολλα μπορούν εύκολα να θέσουν σε κίνδυνο ή ακόμα και να οδηγήσουν σε συντριβή τις συσκευές που είναι στόχοι σε ένα δίκτυο.

Κυκλοφοριακή Πλημμύρα (Traffic Flooding): Είναι μια έξυπνη μέθοδος για την διείσδυση σε ένα δίκτυο η οποία απλά στοχεύει στα συστήματα ανίχνευσης εισβολής, δημιουργώντας πολύ μεγάλο φόρτο από κυκλοφορούντα πακέτα τα οποία το σύστημα αδυνατεί να παρακολουθήσει επαρκώς. Στο προκύπτον χαοτικό περιβάλλον δικτύου, υπό καθεστώς κυκλοφοριακής συμφόρησης οι επιτιθέμενοι στοχεύουν σε άρνηση υπηρεσίας (DoS) και επίσης μπορούν να προκαλέσουν μία κατάσταση «fail- open»⁷⁵.

6.2.6 Αδυναμίες Προγραμμάτων και Λειτουργικών Συστημάτων

Αδυναμίες (vulnerabilities) είναι ελαττώματα στο λογισμικό των υπολογιστών που δημιουργούν αδυναμίες στη συνολική ασφάλεια του υπολογιστή ή του δικτύου. Τρωτά σημεία μπορούν επίσης να δημιουργηθούν από ακατάλληλη διαμόρφωση του υπολογιστή ή της ασφάλειας. Οι απειλές εκμεταλλεύονται τις αδυναμίες των τρωτών σημείων με αποτέλεσμα πιθανή βλάβη στον υπολογιστή ή τα προσωπικά δεδομένα.

Οι αδυναμίες είναι συνδυασμός τριών στοιχείων: (α) Ύπαρξη ευαισθησίας ή ελαττώματος στο σύστημα, (β) Γνώση από τον εισβολέα της ύπαρξης του ελαττώματος και (γ) Ικανότητα του εισβολέα να εκμεταλλευτεί το ελάττωμα. Για να εκμεταλλευτεί την αδυναμία, ο εισβολέας πρέπει να έχει τουλάχιστον ένα κατάλληλο εργαλείο ή τεχνική που μπορεί να συνδεθεί σε μια αδυναμία του συστήματος.

Τρωτά σημεία σε ένα λειτουργικό σύστημα ή ένα πρόγραμμα μπορούν να προκύψουν από:

- Τα λάθη του προγράμματος (bugs). Ένα λάθος στον κώδικα του προγράμματος μπορεί να επιτρέψει σε έναν επιτιθέμενο να αποκτήσει πρόσβαση σε έναν υπολογιστή ή μια συσκευή δικτύου και να πάρει τον έλεγχο (exploit⁷⁶).

⁷⁴ Η επίθεση man-in-the-middle είναι μια κοινή παραβίαση ασφάλειας. Ο επιτιθέμενος παρεμποδίζει τη νόμιμη επικοινωνία μεταξύ δύο μερών, τα οποία είναι φιλικά μεταξύ τους. Στη συνέχεια, ο κακόβουλος host ελέγχει τη ροή επικοινωνίας και μπορεί να αποσπάσει ή να αλλάξει πληροφορίες που στέλνονται από έναν από τους αρχικούς συμμετέχοντες.

⁷⁵ Κατάσταση Fail Open έχουμε όταν σε ένα δίκτυο οι διαδικασίες ελέγχου σταματούν να λειτουργούν και επιτρέπεται η ελεύθερη κυκλοφορία των πακέτων. Αντίθετα σε μια κατάσταση Fail Close σε περίπτωση αποτυχίας του ελέγχου όλη η κυκλοφορία μπλοκάρεται.

⁷⁶ Στην ασφάλεια ηλεκτρονικών υπολογιστών ο όρος exploit περιγράφει μια επίθεση σε ένα σύστημα υπολογιστή που αποσκοπεί σε ίδιο όφελος. Στις επιθέσεις αυτές οι εισβολείς εκμεταλλεύονται μια ιδιαίτερη ευπάθεια του συστήματος.

- Διαδικασίες Επικοινωνίας. Στα προγράμματα υπάρχουν χαρακτηριστικά που έχουν προβλεφθεί από τους δημιουργούς τους επιτρέποντας πρόσβαση στο σύστημα από τις νόμιμες εφαρμογές. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι πλήρως τεκμηριωμένα δίνοντας τις απαραίτητες πληροφορίες στους επιτιθέμενους για να εντοπίσουν πιθανά τρωτά σημεία.

Αν τα τρωτά σημεία είναι γνωστό ότι υπάρχουν σε ένα λειτουργικό σύστημα ή μια εφαρμογή – ανεξάρτητα από το κατά πόσον οι αδυναμίες οφείλονται σε προβλεπόμενα χαρακτηριστικά ή όχι - το λογισμικό θα είναι ανοιχτό σε επιθέσεις από κακόβουλα προγράμματα.

Πολλά εργαλεία λογισμικού υπάρχουν που μπορεί να βοηθήσουν στην ανακάλυψη (και μερικές φορές στην απομάκρυνση) των τρωτών σημείων σε ένα σύστημα υπολογιστή. Αν και τα εργαλεία αυτά μπορούν να παρέχουν έναν είδος ελεγκτή παρέχοντας μια καλή επισκόπηση των πιθανών τρωτών σημείων που υπάρχουν, δεν μπορούν να αντικαταστήσουν την ανθρώπινη κρίση. Στηριζόμενοι αποκλειστικά στους σαρωτές αδυναμιών είναι πιθανόν να υπάρξουν ψευδείς συναγερμοί ή και περιορισμένη αντίληψη των προβλημάτων που υπάρχουν στο σύστημα.

Αδυναμίες έχουν βρεθεί σε κάθε μεγάλη εφαρμογή και λειτουργικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των Windows, Mac OS, διάφορες διανομές των Unix και Linux, OpenVMS, και άλλα. Ο μόνος τρόπος για να μειωθεί η πιθανότητα να χρησιμοποιηθεί μια αδυναμία για επίθεση σε ένα σύστημα είναι μέσω της συνεχούς επαγρύπνησης, συμπεριλαμβανομένης της προσεκτικής συντήρησης του συστήματος όπως είναι η τακτική εγκατάσταση ενημερώσεων λογισμικού (software patches), βέλτιστες πρακτικές ανάπτυξης του δικτύου (π.χ. με τη χρήση firewalls για έλεγχο πρόσβασης) και έλεγχος του λογισμικού τόσο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, αλλά και σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του.

6.3 Μέθοδοι Προστασίας

Δυστυχώς δεν υπάρχει ένα πρόγραμμα ή ένα εργαλείο που να παρέχει καθολική προστασία σε ένα σύστημα υπολογιστή ή ένα δίκτυο. Ανάλογα με το είδος του κινδύνου υπάρχουν διαφορετικά εργαλεία και διαφορετικές μεθοδολογίες για την προστασία από τους κινδύνους ή τον περιορισμό των συνεπειών τους.

6.3.1 Διαχείριση Καταστροφών

Καταστροφές σε ένα πληροφοριακό σύστημα μπορούν να συμβούν ανά πάσα στιγμή και συνήθως χωρίς καμία προειδοποίηση. Ως **Καταστροφή** ορίζεται οποιοδήποτε γεγονός προκαλεί διακοπή κάποιας υπηρεσίας ή αδυναμία συνεχούς λειτουργίας κάποιου τμήματος, ζωτικής σημασίας για τον οργανισμό, για απροσδιόριστο χρονικό διάστημα. Οι καταστροφές διακρίνονται: (α) σε αυτές που προκαλούνται από ανθρώπινη παρεμβολή (είτε πρόκειται για λάθη είτε για κακόβουλες ενέργειες), όπως είναι βλάβες στον εξοπλισμό από λανθασμένη χρήση, βλάβες στις τηλεπικοινωνίες, πυρκαγιές, τρομοκρατικές ενέργειες, κλοπές κλπ, και (β) σε φυσικές καταστροφές (πχ. πλημμύρες, σεισμοί κλπ)

Για την αντιμετώπιση των πιθανών καταστροφών στο πληροφοριακό σύστημα ή σε μέρος αυτού, είναι απαραίτητο ο οργανισμός να έχει εκπονήσει ένα σχέδιο Ανάκαμψης από Καταστροφή. Το **σχέδιο Ανάκαμψης από Καταστροφή (Disaster Recovery)** περιγράφει το σύνολο των ενεργειών που θα πρέπει να γίνουν ώστε σε περίπτωση καταστροφής του πληροφοριακού συστήματος ή μέρος αυτού να είναι δυνατόν αυτό να επανέλθει σε κατάσταση λειτουργίας το συντομότερο δυνατό. Περιλαμβάνει την προσπάθεια εξάλειψης των αρνητικών συνεπειών μιας καταστροφής το συντομότερο δυνατό και τη διερεύνηση του άμεσου αντίκτυπου που έχει αυτή στον οργανισμό. Ένα σχέδιο ανάκαμψης από καταστροφή μπορεί να περιλαμβάνει:

Αντίγραφα ασφαλείας

Στην τεχνολογία των πληροφοριών (information technology), ένα αντίγραφο ασφαλείας (Back Up), και η διαδικασία δημιουργίας αντιγράφων ασφαλείας, αναφέρεται στην αντιγραφή και τη φύλαξη των δεδομένων ενός πληροφοριακού συστήματος, ώστε να είναι δυνατή η επαναφορά των δεδομένων στην αρχική τους κατάσταση μετά από μια απώλειά τους.

Τα αντίγραφα ασφαλείας έχουν δύο διαφορετικούς σκοπούς. Ο πρωταρχικός σκοπός είναι να ανακτηθούν τα δεδομένα μετά την απώλεια του, (πχ λόγω διαγραφής εκούσιας ή ακούσιας, δολιοφθοράς, κλπ). Ο δεύτερος σκοπός των αντιγράφων ασφαλείας είναι να κάνουν δυνατή την ανάκτηση στοιχείων στη μορφή που ήταν σε προηγούμενο χρονικό διάστημα. Για παράδειγμα σε ένα πληροφοριακό σύστημα γίνεται μεταβολή των δεδομένων και μετά από σύντομο χρονικό διάστημα (πχ 2 ημέρες) διαπιστώνεται ότι έχουν γίνει σοβαρά λάθη και πρέπει τα δεδομένα να επανέλθουν στην κατάσταση που ήταν πριν τις αλλαγές. Η πολιτική διατήρησης των δεδομένων καθορίζεται από το σχέδιο ανάκαμψης ανάλογα με το πόσο χρόνο είναι απαραίτητο αυτά να διαφυλάσσονται.

Μερικά από τα ερωτήματα που πρέπει να απαντηθούν όταν αποφασίζεται η πολιτική λήψης αντιγράφων ασφαλείας είναι:

- Τι είδους αντίγραφα ασφαλείας λαμβάνονται (πλήρες back up, σταδιακό back up κλπ);
- Με ποια μέθοδο θα λαμβάνονται τα αντίγραφα ασφαλείας;
- Ποιος είναι υπεύθυνος για την λήψη των αντιγράφων;
- Κάθε πότε θα γίνεται λήψη αντιγράφων;
- Σε τι αποθηκευτικό μέσο θα αποθηκεύονται τα αντίγραφα;
- Σε ποιο χώρο θα φυλάγονται τα αντίγραφα;
- Πόσο χρόνο πρέπει να διατηρούνται τα αντίγραφα;



Εικ. 6.1. Σύστημα λήψης αντιγράφων ασφαλείας σε μαγνητικές κασέτες

Όσον αφορά τα είδη των αντιγράφων ασφαλείας οι δυνατές επιλογές είναι:

Πλήρες αντίγραφο (Full Back Up): Αυτός ο τύπος αντιγράφου περιέχει ολοκληρωμένες εικόνες (disk image) του συστήματος που λαμβάνονται σε μία ή περισσότερες συγκεκριμένες χρονικές στιγμές. Ένα πλήρες αντίγραφο μπορεί να περιέχει εκτός από τα δεδομένα και τα προγράμματα ακόμα και το ίδιο το λειτουργικό σύστημα. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται συχνά από τους τεχνικούς υπολογιστών οι οποίοι αφού εγκαταστήσουν το λειτουργικό σύστημα και τα κατάλληλα προγράμματα σε έναν υπολογιστή και πραγματοποιήσουν την κατάλληλη διαμόρφωση,

δημιουργούν μία πρότυπη εικόνα του δίσκου (disk image) την οποία θα χρησιμοποιήσουν για να την μεταφέρουν σε άλλα συστήματα υπολογιστή.

Αυξητικό Αντίγραφο (Incremental Back Up): Ένα αυξητικό αντίγραφο περιέχει μόνο τα αρχεία που έχουν τροποποιηθεί ή έχουν προστεθεί στο διάστημα που μεσολάβησε από τη λήψη του προηγούμενου αυξητικού αντιγράφου. Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι μειώνεται ο χρόνος και ο αποθηκευτικός χώρος που είναι απαραίτητος, καθώς δεν αποθηκεύονται διπλά αντίγραφα δεδομένων που δεν έχουν μεταβληθεί όπως γίνεται με τα πλήρη αντίγραφα. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι κατά την αποκατάσταση των δεδομένων σε περίπτωση καταστροφής, πρέπει να γίνει επαναφορά όλων των αυξητικών αντιγράφων που έχουν ληφθεί. Για τον λόγο αυτό ανά αραιά χρονικά διαστήματα λαμβάνονται πλήρη αντίγραφα. Έτσι σε περίπτωση ανάγκης για αποκατάσταση του συστήματος χρησιμοποιείται το τελευταίο πλήρες αντίγραφο και στη συνέχεια όλα τα αυξητικά αντίγραφα μεταγενέστερα του πλήρες αντιγράφου.

Διαφορικό Αντίγραφο (Differential Back Up): Κάθε διαφορικό αντίγραφο αποθηκεύει όλα τα δεδομένα που έχει αλλάξει από το τελευταίο πλήρες αντίγραφο ασφαλείας (και όχι από το τελευταίο αυξητικό αντίγραφο στην περίπτωση των αυξητικών αντιγράφων). Έχει το πλεονέκτημα ότι για την επαναφορά των δεδομένων χρειάζεται μόνο το τελευταίο πλήρες αντίγραφο και το τελευταίο διαφορικό αντίγραφο. Το μειονέκτημα της μεθόδου σχετικά με το αυξητικό αντίγραφο είναι ότι καθώς ο χρόνος από το τελευταίο πλήρες αντίγραφο ασφαλείας (και κατά συνέπεια οι συσσωρευμένες μεταβολές στα δεδομένα) αυξάνεται, αυξάνεται και ο χρόνος που χρειάζεται για τη λήψη του διαφορικού αντιγράφου.

Πλεονάζων Εξοπλισμός

Πλεονασμός (redundancy) στην πληροφορική είναι ο σχεδιασμός ενός συστήματος στο οποίο ένα ή περισσότερα συστατικά του είναι διπλά έτσι ώστε σε περίπτωση αποτυχίας να υπάρχει ένα αντίγραφο του εξοπλισμού. Σε ένα πληροφοριακό σύστημα μπορεί να υπάρχουν εφεδρικά συστήματα υπολογιστή όπως διακομιστές (servers), ή εξοπλισμός του δικτύου, όπως δρομολογητές ή διανομείς, αλλά και μεμονωμένα εξαρτήματα όπως ανεμιστήρες, σκληροί δίσκοι, τροφοδοτικά κλπ.

Ο **πλεονάζων εξοπλισμός (redundant infrastructure)** είναι επιπλέον εξοπλισμός από αυτόν που είναι απαραίτητος για τη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος και ο οποίος κατά κανόνα δεν χρησιμοποιείται υπό κανονικές συνθήκες. Σε περίπτωση βλάβης του κύριου εξοπλισμού τότε είτε αυτόματα, είτε μετά από ανθρώπινη παρέμβαση ενεργοποιείται. Βασικός σκοπός είναι να μειωθεί στο ελάχιστο ο χρόνος εκτός λειτουργίας (downtime) του πληροφοριακού συστήματος.

Η πιο απλή εφαρμογή πλεονάζοντος εξοπλισμού μπορεί να είναι η ύπαρξη δεύτερου σκληρού δίσκου σε ένα σύστημα υπολογιστή ο οποίος είναι πλήρες αντίγραφο του βασικού δίσκου και τα περιεχόμενά του ενημερώνονται σε πραγματικό χρόνο, όποτε γίνεται αλλαγή στα περιεχόμενα του βασικού σκληρού δίσκου. Η βασική τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι η τεχνολογία RAID (Redundant Array of Independent Disks). Σύμφωνα με την τεχνολογία αυτή δημιουργούνται συστοιχίες από δύο ή περισσότερους δίσκους όπου τα περιεχόμενά τους είναι πανομοιότυπα και στην περίπτωση που ο ένας παρουσιάσει βλάβη συνεχίζει να λειτουργεί ο δεύτερος.⁷⁷

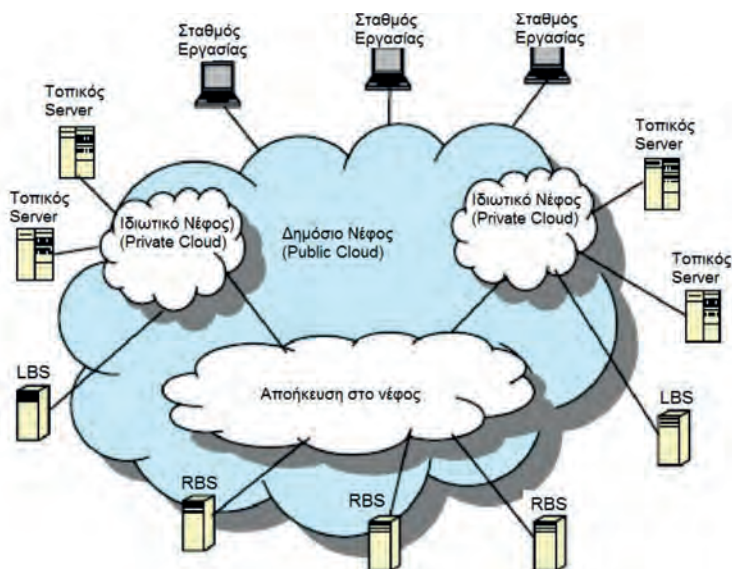
⁷⁷ Σύμφωνα με την τεχνολογία RAID υπάρχει η δυνατότητα οι δίσκοι να διαμορφωθούν σε RAID 0. Σε αυτή τη περίπτωση τα δεδομένα μοιράζονται σε πολλούς δίσκους με αποτέλεσμα η εγγραφή και η ανάγνωση να γίνεται πιο γρήγορα αυξάνοντας τις επιδόσεις του συστήματος

Σε περιπτώσεις που η συνεχής λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος είναι κρίσιμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα πλεονάζοντα εξαρτήματα όπως είναι επιπλέον τροφοδοτικά, διακομιστές με δύο πανομοιότυπες μητρικές κάρτες επεξεργαστές μνήμες ή ακόμα και ολόκληρα εφεδρικά συστήματα υπολογιστή. Ειδικά σε περιπτώσεις διακομιστών ιστοσελίδων (Web Servers) είναι δυνατόν να εγκατασταθεί πλήρες πληροφοριακό σύστημα αντίγραφο του βασικού σε διαφορετικό χώρο (ή και διαφορετική γεωγραφική περιοχή) για να υπάρξει συνέχεια λειτουργίας σε οτιδήποτε είδους βλάβη και να προκύψει, ακόμα και σε περίπτωση αδυναμίας του τηλεπικοινωνιακού παρόχου να προσφέρει σύνδεση.

Cloud computing

Η υπολογιστική νέφους (cloud computing) είναι ίσως η πιο πολυσυζητημένη σύγχρονη τεχνολογία, σύμφωνα με την οποία, οι υπολογιστικές εργασίες διαμοιράζονται σε έναν μεγάλο αριθμό υπολογιστών, έτσι ώστε όλες οι εφαρμογές να έχουν πρόσβαση στην υπολογιστική ισχύ, τον αποθηκευτικό χώρο και το λογισμικό. Η βασική αρχή πίσω από αυτό το μοντέλο είναι η παροχή της υπολογιστικής ισχύος, της αποθήκευσης και του λογισμικού «ως υπηρεσίες».

Η υπολογιστική νέφους και ειδικά η αποθήκευση στο νέφος (cloud storage) προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα όταν χρησιμοποιείται στο σχεδιασμό ανάκαμψης από καταστροφές. Οι επιχειρήσεις με χαμηλά έσοδα μπορούν να επωφεληθούν από την μαζική επεξεργασία και την αποθήκευση μεγάλου όγκου δεδομένων με πολύ χαμηλό κόστος. Επίσης, η αρχιτεκτονική «αποθήκευσης στο νέφος» διακρίνεται από υψηλή αποδοτικότητα και επεκτασιμότητα, ενώ ταυτόχρονα μειώνουν την ανάγκη ύπαρξης του πλεονάζοντος εξοπλισμού. Το μοντέλο που χρησιμοποιείται για την ανάκαμψη από καταστροφές με τη χρήση του cloud computing φαίνεται στο σχήμα 6.3.



Σχ. 6.3. Διαχείριση καταστροφών χρησιμοποιώντας cloud computing.

Τα δεδομένα των εφαρμογών του συστήματος αποθηκεύονται στους διακομιστές (servers). Όλοι οι διακομιστές έχουν κάποιους back-up διακομιστές. Οι back-up διακομιστές και οι βασικοί διακομιστές μπορούν να βρίσκονται σε διαφορετικές πόλεις. Ο back-up διακομιστής αποτελείται από τον τοπικό back-up διακομιστή (Local Backup Server - LBS) και τον απομακρυσμένο back-up

διακομιστή (Remote Backup Server - RBS). Τα δεδομένα αντιγράφονται πρώτα στον τοπικό backup διακομιστή και στην συνέχεια στον απομακρυσμένο ώστε οι διακομιστές να παραμένουν συγχρονισμένοι και τα δεδομένα να παραμένουν ασφαλή στην περίπτωση μιας καταστροφής.

6.3.2 Έλεγχος Πρόσβασης

Στη πληροφορική Πρόσβαση είναι η δυνατότητα χρήσης ενός υπολογιστικού πόρου για ένα συγκεκριμένο σκοπό, ενώ Έλεγχος πρόσβασης είναι το σύνολο των διαδικασιών και των τεχνικών με τις οποίες η πρόσβαση παρέχεται ή απαγορεύεται. Οι διαδικασίες ελέγχου πρόσβασης αναφέρονται σε συστήματα υπολογιστών, συστήματα αρχείων, δυνατότητα πρόσβασης στο δίκτυο και στους πόρους του δικτύου (εκτυπωτές, συσκευές αποθήκευσης κλπ).

6.3.2.1 Έλεγχος Πρόσβασης στους πόρους του δικτύου

Για την πρόσβαση στους πόρους ενός δικτύου είναι απαραίτητο να έχει προηγηθεί Εξουσιοδότηση (Authorization). Για την εξουσιοδότηση πρέπει να γίνει αυθεντικοποίηση (authentication) δηλαδή με κάποιο τρόπο να γίνει έλεγχος ταυτότητας αυτού που θέλει να έχει πρόσβαση.

Για κάθε χρήστη ενός πληροφοριακού συστήματος είναι απαραίτητο να τίθενται περιορισμοί σύμφωνα με διάφορα κριτήρια. Οι περιορισμοί αυτοί πρέπει να λαμβάνουν υπόψη το είδος της συνόδου (Session) (σύνδεση σε τερματικό, δυνατότητα σύνδεσης στο Internet, σε ασύρματο δίκτυο κλπ) και τις εφαρμογές μαζί με τα δεδομένα που μπορεί να έχει πρόσβαση ο χρήστης.

Είναι απαραίτητο να ορισθούν διαφορετικοί περιορισμοί σύνδεσης (login) για να διασφαλιστεί ότι κάθε χρήστης στον οργανισμό έχει επαρκή δικαιώματα πρόσβασης για να εκτελέσει πλήρως τα καθήκοντά του χωρίς περιορισμούς, αλλά τίποτε περισσότερο.

Επειδή κανένα σύνολο των μέτρων ασφαλείας δεν είναι το 100% τέλειο και ένα περιστατικό μπορεί πάντα να συμβεί, πρέπει να γίνεται συλλογή και ανάλυση των δεδομένων που σχετίζονται με την ιστορία της δραστηριότητας του δικτύου. Αυτό προϋποθέτει ότι πρέπει να καταγράφονται όλα τα γεγονότα πρόσβασης και ότι ένας συνολικός και λεπτομερής κατάλογος συνδέσεων πρέπει να είναι πάντα διαθέσιμος για να διευκολυνθεί η αποτελεσματική έρευνα για τυχόν παραβιάσεις ασφάλειας. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται τα αρχεία καταγραφής (log files). Τα αρχεία καταγραφής περιέχουν πληροφορίες χρήσιμες για την παρακολούθηση της δραστηριότητας στο δίκτυο, όπως είναι χρόνος σύνδεσης, χρήστης, σταθμός εργασίας, αρχεία που έγινε πρόσβαση κλπ.

Για τον έλεγχο ταυτότητας υπάρχουν αρκετές μέθοδοι. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος πρόσβασης σε ένα πληροφοριακό σύστημα είναι η πιστοποίηση χρηστών με χρήση κωδικών πρόσβασης. Ο κωδικός πρόσβασης συνδέεται με ένα όνομα χρήστη και σε συνδυασμό με τα δικαιώματα (ή περιορισμούς) πρόσβασης καθορίζουν τον λογαριασμό χρήστη. Υπάρχουν αρκετοί κανόνες για την δημιουργία ισχυρών κωδικών πρόσβασης ώστε να γίνει δύσκολη η αποκάλυψή τους από επίδοξους εισβολείς. Μερικοί κανόνες είναι:

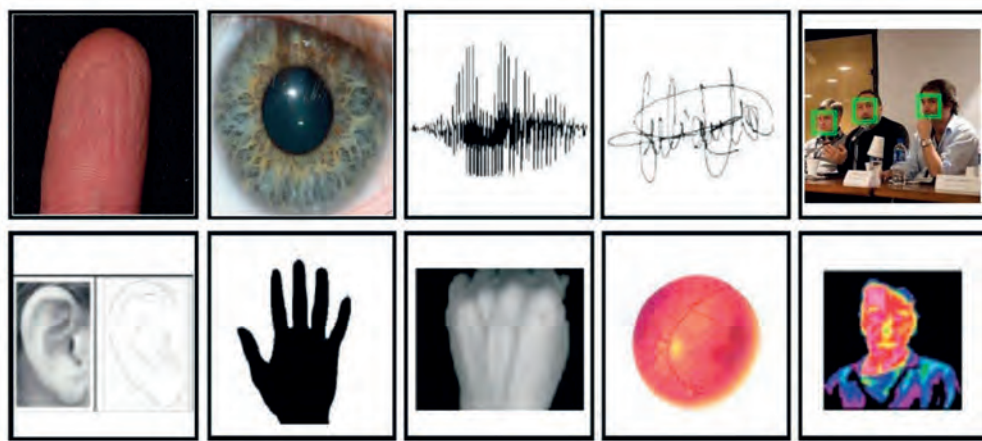
- Όσο περισσότερους χαρακτήρες έχει ένας κωδικός τόσο πιο δύσκολο είναι να αποκαλυφθεί.
- Πρέπει να περιέχει εκτός από γράμματα αριθμούς και άλλα σύμβολα.
- Δεν περιέχει το όνομα χρήστη, το πραγματικό όνομα ή το όνομα της εταιρίας του ιδιοκτήτη του λογαριασμού.
- Δεν περιέχει μια ολόκληρη λέξη.

- Είναι πολύ διαφορετικός από προηγούμενους κωδικούς πρόσβασης.
- Πρέπει να αλλάζει ανά τακτά χρονικά διαστήματα

Τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται **βιομετρικές μέθοδοι** πιστοποίησης χρηστών οι οποίες αντικαθιστούν ή και συμπληρώνουν τους κωδικούς πρόσβασης. Ως βιομετρικές μέθοδοι νοούνται οι τεχνικές πιστοποίησης της ταυτότητας των ατόμων μέσω ανάλυσης σταθερών χαρακτηριστικών τους. Οι βιομετρικές μέθοδοι μπορούν να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες:

α) Στις τεχνικές που στηρίζονται στην ανάλυση φυσικών ή γενετικών χαρακτηριστικών (όπως δακτυλικών αποτυπωμάτων, γεωμετρίας της παλάμης, ανάλυσης της κόρης του ματιού, των χαρακτηριστικών του προσώπου, του DNA) και

β) Στις τεχνικές που στηρίζονται στην ανάλυση συμπεριφοράς, όπως υπογραφής, φωνής, τρόπου πληκτρολόγησης.



Εικ. 6.3. Είδη βιομετρικών μεθόδων αναγνώρισης

Τα πλεονεκτήματα⁷⁸ των βιομετρικών μεθόδων είναι:

- Η αναγνώριση γίνεται με βάση του τι είναι ο χρήστης και όχι με βάση του τι ξέρει (πχ κωδικός πρόσβασης).
- Είναι δύσκολο να ξεχαστεί, να χαθεί, να μπηθεί.

Όμως τα συστήματα που στηρίζονται στις βιομετρικές μεθόδους δεν είναι απαραβίαστα. Για παράδειγμα τα συστήματα αναγνώρισης προσώπου μπορούν να ξεγελαστούν από μία φωτογραφία με το πρόσωπο του νόμιμου χρήστη, ενώ τα συστήματα αναγνώρισης δακτυλικών αποτυπωμάτων από αντίγραφα αποτυπωμάτων που μπορεί να ληφθούν πιθανόν από ένα ποτήρι που έχει πιώσει ο νόμιμος χρήστης.

⁷⁸ Υπάρχουν βιομετρικά δεδομένα η διαχείριση των οποίων ανήκει στη λεγόμενη κατηγορία των προσωπικών δεδομένων. Η τήρηση τέτοιων δεδομένων σε πλαίσια ιδιωτικών οργανισμών γενικώς δεν είναι αποδεκτή ούτε επιτρέπεται.

6.3.2.2 Έλεγχος Πρόσβασης σε Ασύρματο Δίκτυο

Η πρόσβαση στους πόρους ενός τοπικού δικτύου μέσω ενός ασύρματου δικτύου προϋποθέτει, εκτός αυτών που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, και την σύνδεση της τερματικής συσκευής με ένα ασύρματο σημείο πρόσβασης (access point). Στο ενσύρματο τοπικό δίκτυο για την πρόσβαση στο δίκτυο χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί ένα καλώδιο το οποίο θα συνδέει τη τερματική συσκευή με τον διανομέα. Αυτό από μόνο του εισαγάγει περιορισμούς στην πρόσβαση, αφού απαιτεί φυσική πρόσβαση στο χώρο (θα πρέπει να συνδεθεί ένα καλώδιο σε κάποια πρίζα δικτύου) που καλύπτεται από το δίκτυο και άρα φυσική παρουσία του χρήστη στον χώρο. Αντίθετα στο ασύρματο τοπικό δίκτυο επειδή τα μικροκύματα εξαπλώνονται και έξω από τον χώρο που καλύπτει το τοπικό δίκτυο και δεν χρειάζεται η χρήση καλωδίου, δεν υπάρχουν φυσικοί περιορισμοί στην πρόσβαση (εκτός ίσως από την απόσταση από το σημείο πρόσβασης).

Για να περιορισθεί η πρόσβαση μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες, οι διαχειριστές του δικτύου, μπορούν να επιλέξουν ανάμεσα από έναν αριθμό μεθόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόσβαση. Για την εφαρμογή της επιθυμητής μεθόδου πρέπει ο διαχειριστής να κάνει τις απαραίτητες ρυθμίσεις στο access point.

Οι μηχανισμοί ελέγχου πρόσβασης που υποστηρίζουν σχεδόν όλα τα access points είναι οι παρακάτω:

Αναγνωριστικό συνόλου υπηρεσιών (Service Set Identifier - SSID): Το SSID περιγράφεται από το 802.11 σαν ένα είδος κωδικού πρόσβασης για το χρήστη ώστε να συνδεθεί με κάποιο WLAN. Για να γίνει εφικτή η επικοινωνία πρέπει το access point και η κάρτα δικτύου του εξοπλισμού χρήστη να έχουν το ίδιο SSID. Στην πραγματικότητα το SSID είναι η μόνη υποχρεωτική δικλείδα ασφαλείας που θέσπισε το Ι.Ε.Ε.Ε. κατά την επικύρωση του πρωτοκόλλου 802.11. Το πρόβλημα είναι ότι το SSID μεταδίδεται ανοιχτά στον αέρα πολλές φορές το δευτερόλεπτο από το access point μέσα σε κάθε πλαίσιο σινιάλου⁷⁹ (beacon frame). Πολλοί κατασκευαστές δίνουν την επιλογή να απενεργοποιηθεί το πλαίσιο σινιάλου (να μην αποστέλλεται δηλαδή πλαίσιο για εντοπισμό χρηστών στο χώρο), όμως ο επίδοξος εισβολέας μπορεί να περιμένει υπομονετικά μέχρι να αναγκαστεί το access point να στείλει πλαίσιο σινιάλου λόγω της μεταγωγής κάποιου χρήστη από άλλο access point (roaming) ή λόγω εισόδου κάποιου νέου χρήστη στο δίκτυο.

Channel and SSID

This page allows you to define SSID and Channel ID for wireless connection. In the wireless environment, the router can also act as an wireless access point. These parameters are used for the mobile stations to connect to this access point.

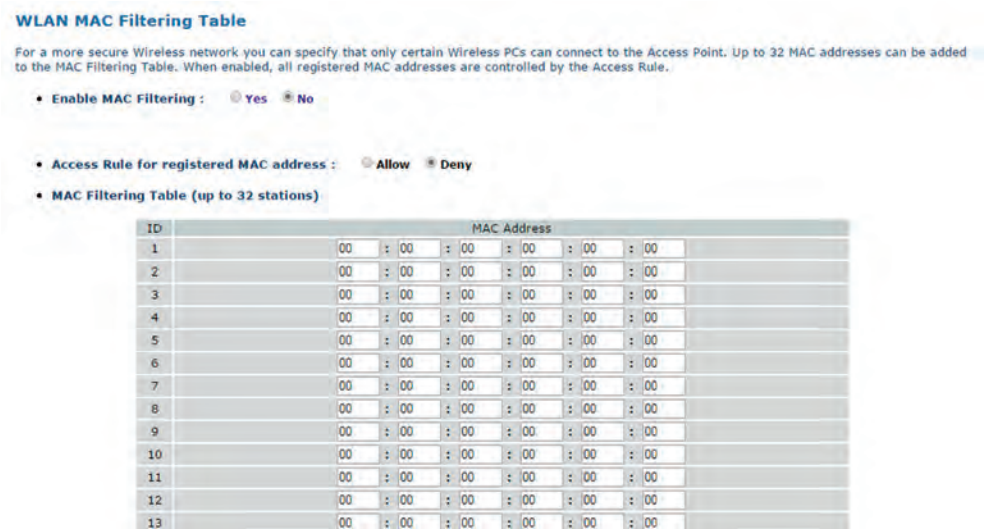
Wireless Mode	Mixed (11b+11g+11n)
Channel	Auto
Extension Channel	4
Bandwidth	20/40MHz
Wireless Network Name (SSID)	
WLAN	hol - NetFaster WLAN 3
SSID Broadcast	☒ Enable
Wireless Isolate	☐ Enable
HELP SAVE SETTINGS CANCEL	

Εικ. 6.4. Ορισμός SSID με ενεργοποιημένη την εκπομπή του SSID

⁷⁹ Τα πλαίσια σινιάλου είναι ένα από τα πλαίσια διαχείρισης των δικτύων που βασίζονται στο 802.11. Περιέχει όλες τις πληροφορίες σχετικά με το δίκτυο και μεταξύ αυτών και SSID. Τα πλαίσια σινιάλου μεταδίδονται περιοδικά για να ανακοινώσει το σημείο πρόσβασης την παρουσία ενός ασύρματου LAN

Φιλτράρισμα Διευθύνσεων MAC. Η διεύθυνση του επιπέδου πρόσβασης στο μέσο (MAC address) χαρακτηρίζει μονοσήμαντα κάθε κάρτα δικτύου. Αποφασίζονται και καταγράφονται στο υλικό της κάρτας δικτύου στο εργοστάσιο παραγωγής της και είναι μοναδική για κάθε κάρτα δικτύου. Το access point διατηρεί μία λίστα με διευθύνσεις MAC και οι αντίστοιχες κάρτες δικτύου έχουν δυνατότητα σύνδεσης στο access point.

Το 1999 που παρουσιάστηκε το πρωτόκολλο ήταν ισχυρή δικλείδα ασφάλειας η πρόσβαση στο δίκτυο μόνο υπολογιστών με συγκεκριμένες διευθύνσεις MAC που όριζε ο διαχειριστής του δικτύου. Σήμερα, πολλές κάρτες ασύρματου δικτύου επιτρέπουν με άμεσους ή πλάγιους τρόπους να αλλάξει η διεύθυνση MAC οπότε δεν αποτελεί πλέον μέσο ενίσχυσης της ασφάλειας των ασυρμάτων δικτύων αφού δεν αποτρέπει την μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση χρηστών. Επιπλέον, αυξάνει κατά πολύ το διαχειριστικό φόρτο ειδικά σε περιπτώσεις μεγάλων δικτύων (πάνω από 50-100 χρήστες) και καθιστά το δίκτυο σχεδόν στατικό αφού κάθε χρήστης που θέλει να εισέλθει νόμιμα στο δίκτυο πρέπει να ειδοποιήσει τον διαχειριστή ώστε να του επιτρέψει την είσοδο μεταβάλλοντας τις ρυθμίσεις του access point



Εικ. 6.5. Οθόνη ορισμού φιλτραρίσματος βάσης της φυσικής διεύθυνσης (MAC)

Χρήση πρωτοκόλλων κρυπτογράφησης. Τα πρωτόκολλα κρυπτογράφησης επιτρέπουν την σύνδεση σε ένα σημείο πρόσβασης μόνο των χρηστών που γνωρίζουν το κλειδί κρυπτογράφησης το οποίο είναι μία σειρά από χαρακτήρες. Τα πρωτόκολλα κρυπτογράφησης θα μελετηθούν στην ενότητα 6.3.3.4 στη συνέχεια αυτών των σημειώσεων.

Τα κυριότερα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα είναι τα: WEP, WPA και WAP2. Το WEP είναι το παλαιότερο από τα τρία και πλέον είναι το λιγότερο ασφαλές. Υπάρχουν πολλές εφαρμογές που σε ελάχιστο χρόνο μπορούν να αποκαλύψουν το κλειδί κρυπτογράφησης σε έναν επίδοξο εισβολέα. Τα πρωτόκολλα WPA & WPA2 ήρθαν να καλύψουν τις αδυναμίες του WEP. Σήμερα το WAP2 θεωρείται ότι είναι πολύ δύσκολο να παραβιασθεί. Το βασικό μειονέκτημα των πρωτοκόλλων κρυπτογράφησης είναι ότι, επειδή το κλειδί είναι ίδιο για όλους τους χρήστες, αν κάποιος από αυτούς το διαδώσει, τότε άγνωστοι μπορεί να έχουν πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο.

Έλεγχος ταυτότητας 802.1X Ο έλεγχος ταυτότητας 802.1X μπορεί να αυξήσει την ασφάλεια των ασύρματων δικτύων 802.11, καθώς και τον ενσύρματων δικτύων Ethernet. Το 802.1X χρησιμοποιεί ένα διακομιστή ελέγχου ταυτότητας (διακομιστής RADIUS) για να επιβεβαιώσει την ταυτότητα των χρηστών και να παράσχει πρόσβαση στο δίκτυο. Στα ασύρματα δίκτυα, ο έλεγχος 802.1X λειτουργεί με κλειδιά WPA, WPA2 ή WEP. Αυτός ο τύπος ελέγχου ταυτότητας χρησιμοποιείται κατά κανόνα για συνδέσεις σε χώρους εργασίας.

Wi - Fi Protected Setup (WPS). Το Wi - Fi Protected Setup είναι ένας απλός τρόπος για να προστατευθεί το οικιακό ασύρματο. Το WPS ξεκίνησε το 2007 και απευθύνεται σε τυπικούς χρήστες οι οποίοι διαθέτουν λίγη γνώση για το πώς να διαμορφώσουν ένα δίκτυο.

Σύμφωνα με το WPS για να ενεργοποιηθεί μία ασφαλής σύνδεση αρκεί να πατηθούν τα κουμπιά με την ένδειξη WPS και στις δύο συσκευές του δικτύου. Στη συνέχεια, ο χρήστης πρέπει να πληκτρολογήσει έναν απλό κωδικό (PIN) που συνήθως αναγράφεται πάνω στη συσκευή και δημιουργείται η σύνδεση. Εναλλακτικά, αν οι δύο συσκευές βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (λιγότερο από 10 εκατοστά), το WPS είναι ικανό να ρυθμίσει τις συσκευές αυτόματα.

Το 2011 ανακαλύφθηκε μια αδυναμία στο WPS η οποία επιτρέπει σε ένα επιτιθέμενο χρησιμοποιώντας επίθεση ωμής βίας⁸⁰ (brute force attack) να αποκαλύψει μέσα σε λίγες μόνο ώρες (συνήθως κάτω από 10) το WPS pin και ακολούθως την κωδική φράση προστασίας του WPA/WPA2. Συνίσταται λοιπόν η απενεργοποίηση του WPS σε όσες συσκευές παρέχουν την δυνατότητα απενεργοποίησης.

6.3.3 Συστήματα Προστασίας

Τα συστήματα προστασίας μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες ανάλογα με το αν προσφέρουν φυσική προστασία στο πληροφοριακό σύστημα ή προσφέρουν προστασία στα δεδομένα του με σκοπό να διαφυλάξουν την ακεραιότητα, διαθεσιμότητα και εμπιστευτικότητα των δεδομένων.

Τα συστήματα ασφαλείας της πρώτης κατηγορίας δεν διαφέρουν πολύ από τα συστήματα που βρίσκουμε στα περισσότερα εμπορικά κτήρια και μπορεί να είναι θωρακισμένες πόρτες, κλειδαριές με μαγνητική κάρτα, συστήματα συναγερμού, συστήματα πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης, καθώς και οποιοδήποτε άλλο σύστημα είναι απαραίτητο για την φυσική προστασία του πληροφοριακού συστήματος

Τα συστήματα της δεύτερης κατηγορίας είναι κατά κύριο λόγο λογισμικό που είτε εγκαθίσταται σε συσκευές του πληροφοριακού συστήματος είναι έρχεται ενσωματωμένο σε συσκευές που είναι αφιερωμένες (dedicated) σε μία συγκεκριμένη λειτουργία. Στη συνέχεια αυτών των σημειώσεων παρουσιάζονται συστήματα ασφαλείας που ανήκουν στην δεύτερη κατηγορία

6.3.3.1 Συστήματα Ανίχνευσης Εισβολής

Ένα **Σύστημα Ανίχνευσης Εισβολής (Intrusion Detection System, IDS)** αποτελεί σύστημα παρακολούθησης και ανάλυσης των συμβάντων, τα οποία λαμβάνουν χώρα τόσο στους ίδιους τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές όσο και στα δίκτυα υπολογιστών. Στόχος είναι ο εντοπισμός ενδείξεων για πιθανές προσπάθειες εισβολής, κατά τις οποίες συχνά εντοπίζονται ίχνη παραβίασης της ακεραιότητας, της εμπιστευτικότητας και της διαθεσιμότητας των πληροφοριακών πόρων.

⁸⁰ Επίθεση Ωμής Βίας είναι μία μέθοδος παραβίασης κωδικών και κλειδών κρυπτογράφησης πραγματοποιώντας εξαντλητική δοκιμή πιθανών κωδικών ή κλειδών μέχρι να εντοπισθεί το σωστό.

Οι προσπάθειες παράκαμψης των μηχανισμών ασφαλείας μπορεί να προέρχονται από εξωτερικούς χρήστες, προς το εσωτερικό εταιρικό δίκτυο, στους οποίους δεν επιτρέπεται η πρόσβαση. Επίσης, οι προσπάθειες παράκαμψης πιθανόν να προέρχονται από εσωτερικούς χρήστες, με περιορισμένα δικαιώματα πρόσβασης.

Οι λόγοι εγκατάστασης ενός συστήματος ανίχνευσης εισβολής ποικίλουν. Οι πιο σημαντικοί από αυτούς τους λόγους είναι η πρόληψη προβλημάτων, η ανίχνευση παραβιάσεων, η τεκμηρίωση υπαρκτών απειλών, ο έλεγχος ποιότητας για το σχεδιασμό ασφαλείας, καθώς και η θωράκιση παλαιών συστημάτων σε περίπτωση που κρίνεται αναγκαία η διατήρησή τους. Τα συστήματα ανίχνευσης εισβολών είναι προϊόντα Λογισμικού (Software) ή Υλικού (Hardware) τα οποία αυτοματοποιούν τη διαδικασία παρακολούθησης και ανάλυσης.

Δεν πρέπει να θεωρηθεί ότι ένα σύστημα ανίχνευσης εισβολών μπορεί να υποκαταστήσει άλλα μέτρα προστασίας, όπως είναι το τείχος προστασίας ή τα προγράμματα προστασίας από ιούς. Με την τρέχουσα μορφή τους τα συστήματα ανίχνευσης εισβολών παρέχουν σημαντική υποστήριξη στα ήδη υπάρχοντα μέτρα προστασίας ενός δικτύου και σε συνδυασμό με άλλους μηχανισμούς ασφάλειας, αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο για την παρακολούθηση και την αποτροπή δικτυακών επιθέσεων.

Τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής συναντώνται σε δύο τύπους: (α) Συστήματα ανίχνευσης εισβολής βασισμένα στο δίκτυο - N.I.D.S. (Network-based I.D.S.) και (β) Συστήματα ανίχνευσης εισβολής βασισμένα στον υπολογιστή - H.I.D.S. (Host-based I.D.S.)

Τα N.I.D.S. είναι τα πιο διαδεδομένα και εξετάζουν τη διερχόμενη δικτυακή κίνηση (traffic) για ίχνη εισβολής. Τα H.I.D.S. παρακολουθούν τη δραστηριότητα χρηστών και εφαρμογών στο τοπικό μηχάνημα για ίχνη εισβολής. Τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής αυτού του είδους παρέχουν πιο ακριβή πληροφορία για την ύπαρξη ή μη κάποιας επίθεσης και αυτό γιατί μπορούν να καταλάβουν τι συμβαίνει κάθε φορά στο σύστημα. Έτσι, αν συμβεί μια άγνωστης μορφής επίθεση κατά την οποία γίνεται προσπάθεια να επιτευχθεί η δυσλειτουργία του υπολογιστή, το H.I.D.S. θα το αναγνωρίσει ως επίθεση, ενώ αντίθετα το N.I.D.S. δεν θα αντιληφθεί την επίθεση. Γενικά θεωρείται πως η χρήση H.I.D.S. έχει καλύτερα αποτελέσματα από τη χρήση N.I.D.S.

6.3.3.2 Λογισμικό Προστασίας και Ελέγχου Περιεχομένου

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή της ενότητας, δυστυχώς δεν υπάρχει ένα πρόγραμμα ή ένα εργαλείο που να παρέχει καθολική προστασία σε ένα σύστημα υπολογιστή ή ένα δίκτυο. Κατ' αναλογία δεν υπάρχει ένα πρόγραμμα προστασίας το οποίο να προστατεύει το σύστημα υπολογιστή από όλα τα είδη των απειλών που περιγράφηκαν στην ενότητα 6.2.

Επίσης κανένα πρόγραμμα δεν είναι 100% αποτελεσματικό και αδιαπέραστο. Όσο οι εταιρείες λογισμικού ανακαλύπτουν νέες μεθόδους και βελτιώνουν τα προγράμματα προστασίας τόσο οι επίδοξοι εισβολείς βρίσκουν νέους τρόπους για να προκαλούν προβλήματα. Όπως λέγεται, διεξάγεται ένα παιχνίδι «της γάτας με το ποντίκι» μεταξύ των εταιρειών που κατασκευάζουν προγράμματα και των hackers.

Σήμερα που σχεδόν όλες οι συσκευές (υπολογιστές, ταμπλέτες, έξυπνα τηλέφωνα κλπ) συνδέονται στο Internet και πολλές φορές είναι μόνιμα συνδεδεμένες, δεν νοείται συσκευή χωρίς λογισμικό προστασίας. Το λογισμικό αυτό χωρίζεται σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος της προστασίας που επιδιώκει να προσφέρει. Έτσι οι εταιρείες προσφέρουν τα παρακάτω είδη προγραμμάτων.

Προγράμματα Προστασίας από Ιούς (Antivirus): Το πρόγραμμα προστασίας από ιούς είναι το απολύτως απαραίτητο πρόγραμμα που πρέπει να είναι εγκατεστημένο σε κάθε συσκευή που συνδέεται στο δίκτυο (τοπικό ή Internet).

Η αντιμετώπιση των ιών έχει δύο σκέλη: τον εντοπισμό του ιού και την απάλειψή του. Τα προγράμματα προστασίας από ιούς πραγματοποιούν έλεγχο των αρχείων της συσκευής για τον εντοπισμό μολυσματικού λογισμικού. Τα αρχεία αυτά μπορεί να είναι αρχεία δεδομένων, αρχεία συστήματος, ή αρχεία εφαρμογών. Επίσης, μπορεί να είναι αποθηκευμένα σε κάποια μονάδα βοηθητικής μνήμης ή να εισέρχονται στο σύστημα μέσω δικτύου (Τοπικού ή Internet). Τα σημερινά προγράμματα προστασίας από ιούς εντοπίζουν σχεδόν όλα τα είδη κακόβουλου λογισμικού (ιούς, σκουλήκια, key loggers κ.α.)

Ανίχνευση ιών. Η διαδικασία ανίχνευσης των ιών αποσκοπεί στο να εντοπιστεί μέσα στο υπό έλεγχο αρχείο ο κώδικας του ιού. Ο κώδικας κάθε ιού έχει ορισμένα χαρακτηριστικά που τον διαφοροποιούν από τους υπόλοιπους ιούς. Το τμήμα εκείνο του κώδικα ενός ιού που χαρακτηρίζει μοναδικά τον ιό ονομάζεται υπογραφή ή αποτύπωμα του ιού. Κάθε πρόγραμμα προστασίας από ιούς διατηρεί μια Βάση Δεδομένων με τις υπογραφές όλων των γνωστών ιών, και ελέγχει όλους τους τύπους αρχείων που είναι δυνατόν να κρύβουν ιό (κατά την αποθήκευση ή το άνοιγμά τους) για τον εντοπισμό μιας υπογραφής που ήδη είναι αποθηκευμένη στη βάση δεδομένων. Εφόσον βρει κάποιο «ταίριασμα» (matching), το πρόγραμμα μπλοκάρει την εκτέλεση του κακόβουλου προγράμματος και ενημερώνει με μήνυμα τον χρήστη. Σε μερικές περιπτώσεις ζητάει από το χρήστη να αποφασίσει αν επιθυμεί α) διαγραφή (delete), β) απομόνωση (isolation, quarantine) ή επιδιόρθωση (repair, clean) του μολυσμένου αρχείου.

Η μέθοδος αυτή, αν και αξιόπιστη, παρουσιάζει προβλήματα: Το πρόγραμμα προστασίας από ιούς είναι σε θέση να εντοπίσει και να απομακρύνει ιούς που είναι ήδη γνωστοί. Αυτό σημαίνει πως δεν προσφέρει προστασία έναντι ιών που η υπογραφή τους δεν υπάρχει στην βάση δεδομένων του προγράμματος όπως στη περίπτωση πολύ νέων ιών ή σε περιπτώσεις που δεν έχει ενημερωθεί η βάση δεδομένων με νέες υπογραφές από τον διακομιστή της εταιρείας που παράγει το πρόγραμμα προστασίας. Επιπλέον, τα προγράμματα προστασίας από ιούς παραδοσιακά δυσκολεύονται στην καταπολέμηση πολυμορφικών ιών καθώς και ιών τύπου stealth/rootkits. Για το λόγο αυτό τα προγράμματα προστασίας συχνά επιστρατεύουν προηγμένες τεχνικές όπως ευρετική ανάλυση (heuristic scanning), εμπόδιση συμπεριφοράς (behavior blocking) και έλεγχος ακεραιότητας (integrity checking). Οι μέθοδοι αυτές εντοπίζουν κώδικα που μπορεί να μη βρίσκεται στη βάση δεδομένων αλλά συγκεντρώνει αρκετές πιθανότητες να είναι κακόβουλος. Οι τεχνικές αυτές έχουν ως παρενέργεια η διάγνωση να μην είναι πάντα επιτυχημένη (π.χ. λάθος συναγερμός – false alarm).

Προγράμματα Internet Security: Σήμερα όλες οι εταιρείες που προσφέρουν προγράμματα προστασίας από ιούς, παρέχουν και εκδόσεις προγραμμάτων που τις ονομάζουν Internet Security (ασφάλεια στο Internet). Η βασική διαφορά της έκδοσης antivirus από την έκδοση internet security είναι ότι η δεύτερη εκτός από όλες τις δυνατότητες για προστασία από ιούς παρέχει και ένα τείχος προστασίας για την συσκευή. Δηλαδή παρέχει επιπλέον προστασία από ανεπιθύμητη πρόσβαση και σε μερικές περιπτώσεις και έλεγχο περιεχομένου (πχ γονικός έλεγχος).

Προγράμματα anti-malware Τα Anti-malware είναι ένα είδος προγράμματος που έχουν σχεδιαστεί για την πρόληψη, τον εντοπισμό και την αποκατάσταση βλαβών από κακόβουλο λογισμικό. Το λογισμικό Anti-malware προστατεύει από μολύνσεις που προκαλούνται από πολλούς

τύπους κακόβουλου λογισμικού συμπεριλαμβανομένων ιών, σκουληκιών (worms), δούρειους ίππους, rootkits, λογισμικό κατασκοπίας (spyware), key loggers, ransomware και adware. Οι όροι πρόγραμμα προστασίας από ιούς και πρόγραμμα anti-malware συχνά χρησιμοποιούνται ως συνώνυμα. Ορισμένοι προμηθευτές anti-malware, ωστόσο, προτιμούν να διαφοροποιούν τους δύο όρους, προκειμένου να προωθήσουν τις δυνατότητες των δικών τους προϊόντων και να υποβαθμίσουν τις δυνατότητες των προϊόντων έχουν τον πιο παραδοσιακό τίτλο «πρόγραμμα προστασίας από ιούς».

Προγράμματα anti-adware Τα προγράμματα Anti-adware είναι βοηθητικά προγράμματα που ανιχνεύουν και αφαιρούν διαφημιστικό λογισμικό (adware), cookies παρακολούθησης, δούρειους ίππους, λογισμικό κατασκοπίας (spyware), και key loggers από ένα μολυσμένο υπολογιστή. Είναι πολύ δύσκολο για τα προγράμματα προστασίας από ιούς να ανιχνεύσουν αυτά τα είδη των ανεπιθύμητων εφαρμογών. Ως αποτέλεσμα, οι χρήστες χρησιμοποιούν συχνά anti-adware εφαρμογές μαζί με τα προγράμματα προστασίας από ιούς για την προστασία των συστημάτων τους από ανεπιθύμητο διαφημιστικό λογισμικό. Καθώς τα όρια μεταξύ διαφημιστικού λογισμικού και λογισμικού κατασκοπίας γίνονται όλο και πιο δυσδιάκριτα, η ανάγκη για χρήση anti-adware προγραμμάτων συνεχίζει να αυξάνεται. Τα προγράμματα anti-adware δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται αντί των προγραμμάτων προστασίας από ιούς, αλλά μαζί τους σαν συμπληρωματικό μέτρο προστασίας.

Έλεγχος περιεχομένου Έλεγχος περιεχομένου είναι ο περιορισμός της πρόσβασης ενός χρήστη σε συγκεκριμένο πληροφοριακό υλικό (π.χ. μία ιστοσελίδα). Πολλές φορές αναφέρεται και ως Γονικός Έλεγχος, όταν ο περιορισμός της πρόσβασης αφορά ανηλίκους.

Για την εφαρμογή του ελέγχου περιεχομένου χρησιμοποιούνται προγράμματα ελέγχου περιεχομένου τα οποία ρυθμίζουν την πρόσβαση σε πληροφορίες ή υπηρεσίες στο Διαδίκτυο σύμφωνα με καθορισμένα κριτήρια. Μπορούν να εγκατασταθούν στον υπολογιστή του χρήστη, σε ένα κεντρικό υπολογιστή που ανήκει σε κάποιο φορέα όπως είναι ένας διακομιστής μεσολάβησης (proxy server) σε ένα σχολείο ή τους υπολογιστές ενός παρόχου υπηρεσιών Διαδικτύου (ISP) και μπορούν να αντιδράσουν ποικιλοτρόπως: Μπορούν να προειδοποιήσουν για προβληματικές ιστοσελίδες, να καταγράψουν λεπτομερώς τις κινήσεις ενός χρήστη στο Διαδίκτυο, να μπλοκάρουν ύποπτους ιστοχώρους, να επιτρέπουν την πρόσβαση συγκεκριμένες ώρες και ημέρες, ακόμα και να κλείσουν τελείως τον υπολογιστή.

Τυπικό παράδειγμα εφαρμογής ελέγχου περιεχομένου είναι υπηρεσία η «Ασφαλούς Πρόσβασης στον Παγκόσμιο Ιστό» (αποκλεισμός ακατάλληλου περιεχομένου) που έχει υλοποιήσει το Πανελλήνιο Σχολικό Δίκτυο (ΠΣΔ). Με την υπηρεσία αυτή αποκόπτεται η πρόσβαση σε ιστοσελίδες που περιέχουν:

- μηνύματα για το μίσος, τη βία και προπαγανδίζουν την επιθετική συμπεριφορά,
- μηνύματα για την προώθηση ή τη χρήση ναρκωτικών ουσιών
- τυχερά παιχνίδια
- πορνογραφικό περιεχόμενο
- ρατσιστικά μηνύματα ή προωθούν το ρατσισμό
- Η υπηρεσία είναι διαφανής (transparent proxy), δηλαδή οι χρήστες δεν μπορούν να την παρακάμψουν.

Η σημασία της ενημέρωσης (update)

Κοινό χαρακτηριστικό όλων των προγραμμάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω είναι ότι ανιχνεύουν κακόβουλο λογισμικό ή εμποδίζουν την πρόσβαση σε πληροφορίες που γνωρίζουν ότι υπάρχουν. Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούν μία βάση δεδομένων που περιέχει πληροφορίες είτε για τις υπογραφές των κακόβουλων προγραμμάτων είτε για τις ιστοσελίδες που δεν επιτρέπεται η πρόσβαση στην περίπτωση του γονικού ελέγχου.

Είναι λοιπόν σημαντικό οι βάσεις δεδομένων των προγραμμάτων προστασίας να ενημερώνονται συχνά (ακόμα και σε ημερήσια βάση) ώστε τα προγράμματα να μπορούν να εντοπίσουν νέες απειλές. Το ίδιο σημαντικό είναι να ενημερώνονται και τα ίδια τα προγράμματα, καθώς οι κατασκευαστές του κακόβουλου λογισμικού συνέχεια προσπαθούν να βρουν νέους τρόπους να παραπλανήσουν τα προγράμματα προστασίας.

Για το λόγο αυτό τα περισσότερα (αν όχι όλα) προγράμματα προστασίας είναι εφοδιασμένα με λειτουργίες αυτόματης ενημέρωσης. Η λειτουργία της αυτόματης ενημέρωσης θα πρέπει να είναι πάντα ενεργή και για κανένα λόγο να μην απενεργοποιείται.

6.3.3.3 Τείχος Προστασίας

Τείχος προστασίας (firewall) είναι οποιαδήποτε συσκευή ή πρόγραμμα που είναι έτσι ρυθμισμένο ώστε να επιτρέπει ή να απορρίπτει πακέτα δεδομένων που περνούν από ένα δίκτυο υπολογιστών σε ένα άλλο. Επίσης ένα τείχος προστασίας ελέγχει τις πληροφορίες που προέρχονται από το Internet ή από ένα δίκτυο και, στη συνέχεια, τις αποκλείει ή επιτρέπει να περάσουν στον υπολογιστή του χρήστη, ανάλογα με τις ρυθμίσεις του τείχους προστασίας.

Το τείχος προστασίας εμποδίζει εισβολείς ή λογισμικό κακόβουλης λειτουργίας (όπως σκουλήκια - worms) να αποκτήσουν πρόσβαση στον υπολογιστή μέσω δικτύου ή του Internet. Το τείχος προστασίας εμποδίζει επίσης τον υπολογιστή να στείλει κακόβουλο λογισμικό λειτουργίας σε άλλους υπολογιστές.

Το τείχος προστασίας είναι τελείως διαφορετικό από τα προγράμματα προστασίας από ιούς και δεν θα πρέπει να συγχέονται ούτε να υποκαθιστά το ένα το άλλο. Ένα τείχος προστασίας έχει σκοπό να εμποδίσει την πρόσβαση στο δίκτυο μηνυμάτων από ανεπιθύμητες πηγές ή και την αποστολή μηνυμάτων σε ύποπτους προορισμούς. Τα προγράμματα προστασίας από ιούς έχουν σχεδιαστεί για να εντοπίζουν και εξαλείφουν οποιοδήποτε κακόβουλο πρόγραμμα που έχει εισέλθει στον υπολογιστή (και άρα έχει περάσει από το τείχος προστασίας).

Ένα τείχος προστασίας μπορεί είναι μία αυτόνομη συσκευή αφοσιωμένη στον έλεγχο της εισερχόμενης και εξερχόμενης κυκλοφορίας στο δίκτυο (σήμερα επίσης είναι ενσωματωμένο σχεδόν σε κάθε DSL δρομολογητή) ή μπορεί να είναι πρόγραμμα εγκατεστημένο σε ένα προσωπικό υπολογιστή. Στην πρώτη περίπτωση αναφέρεται σαν τείχος προστασίας υλικού (hardware firewall), ενώ στη δεύτερη περίπτωση σαν τείχος προστασίας λογισμικού (software firewall).

Ένα **τείχος προστασίας υλικού** σκοπό έχει την προστασία ολόκληρου του τοπικού δικτύου και το επιτυγχάνει πραγματοποιώντας φιλτράρισμα πακέτων (packet filtering). Για κάθε εισερχόμενο στο δίκτυο όπως και για κάθε εξερχόμενο από το δίκτυο πακέτο εξετάζει την επικεφαλίδα του προκειμένου να εξακριβώσει την πηγή και τον προορισμό του. Αυτές οι πληροφορίες σε σχέση με ένα σύνολο προκαθορισμένων ή οριζόμενων από το διαχειριστή του δικτύου κανόνων καθορίζουν κατά πόσο το πακέτο πρέπει να προωθείται ή να απορρίπτεται.

Σήμερα η τεχνολογία έχει βελτιωθεί ώστε τα τείχη προστασίας λογισμικού εκτός από το παρα-

δοσιακό φιλτράρισμα πακέτων, έχουν και ενσωματωμένο σύστημα ανίχνευσης εισβολής. Τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής, που παραδοσιακά αποτελούσαν ξεχωριστές συσκευές, σήμερα ενσωματώνονται στα τείχη προστασίας υλικού παρέχοντας πιο ολοκληρωμένη προστασία

Για τους μεμονωμένους χρήστες και του οικιακούς χρήστες, η πιο δημοφιλής επιλογή για τείχος προστασίας είναι ένα **τείχος προστασίας λογισμικού**. Τα τείχη προστασίας λογισμικού εγκαθίστανται στον υπολογιστή (όπως και κάθε λογισμικό) και δίνεται η δυνατότητα στον χρήστη να πραγματοποιήσει κάποιες ρυθμίσεις επιτρέποντάς του κάποιο έλεγχο στη λειτουργία και στα χαρακτηριστικά προστασίας που παρέχει. Ένα τείχος προστασίας λογισμικού μπορεί να προστατεύσει από απόπειρες ελέγχου του υπολογιστή από απόσταση ή από το να αποκτήσει κάποιος απομακρυσμένη πρόσβαση στον υπολογιστή. Επίσης ανάλογα με τον τρόπο που έχει ρυθμιστεί μπορεί να παρέχει προστασία από τις επιπτώσεις των δούρειων ίππων ή των e-mail σκουληκιών (τα e-mail σκουλήκια στέλνουν μεγάλο αριθμό e-mail εν αγνοία του χρήστη).

Τα τείχη προστασίας λογισμικού υποστηρίζουν φιλτράρισμα πακέτων, όπως και τα τείχη υλικού, ενώ επιπροσθέτως λειτουργούν και σαν πύλες εφαρμογών (application gateways). Οι πύλες εφαρμογών αποφασίζουν για κάθε εφαρμογή αν επιτρέπεται να επικοινωνήσει ή όχι, καθώς και το τύπο της επικοινωνίας (εξερχόμενη και εισερχόμενη επικοινωνία ή μόνο εισερχόμενη ή μονό εξερχόμενη). Οι αποφάσεις λαμβάνονται βάσει κανόνων που έχουν ορισθεί για κάθε εφαρμογή χωριστά. Στα σημερινά προγράμματα Internet security, τα οποία συνδυάζουν πρόγραμμα προστασίας από ιούς και τείχος προστασίας λογισμικού, οι κανόνες για όλες τις γνωστές εφαρμογές είναι ήδη ρυθμισμένοι από τους κατασκευαστές. Αυτό γίνεται ώστε να απαιτείται η ελάχιστη παρέμβαση από τον χρήστη. Για εφαρμογές άγνωστες στο τείχος προστασίας συνήθως καλείται ο χρήστης να επιλέξει το είδος της επικοινωνίας που θα επιτραπεί ή αν θα μπλοκαριστεί οποιαδήποτε επικοινωνία της εφαρμογής. Η λειτουργία του τείχους προστασίας στηρίζεται σε κανόνες επικοινωνίας. Η επιλογή λάθος κανόνων μπορεί να καταστήσει το τείχος προστασίας μη αποτελεσματικό, αφού αν ο χρήστης επιτρέπει σε κάθε άγνωστο πρόγραμμα την επικοινωνία τότε σίγουρα θα επιτρέψει και την επικοινωνία σε κακόβουλο λογισμικό όπως είναι το λογισμικό κατασκοπίας και οι key loggers. Για το λόγο αυτό οι κατασκευαστές των τειχών προστασίας προσπαθούν να κάνουν τα προγράμματα αρκετά έξυπνα ώστε να μην χρειάζεται η παρέμβαση του χρήστη, ή να μειωθεί αυτή στο ελάχιστο δυνατό.

6.3.3.4 Πρωτόκολλα Ασφαλείας Ασύρματων Δικτύων

Ο πλέον συνηθισμένος τρόπος προστασίας ενός οικιακού ασύρματου δικτύου ή του ασύρματου δικτύου μιας μικρής επιχείρησης είναι με τη χρήση των πρωτοκόλλων ασφάλειας που είναι ενσωματωμένα σε κάθε σημείο πρόσβασης. Τα πρωτόκολλα αυτά προσφέρουν κρυπτογράφηση των δεδομένων που διακινούνται, και μόνο οι χρήστες που γνωρίζουν το κλειδί της κρυπτογράφησης έχουν την δυνατότητα να συνδεθούν και να επικοινωνήσουν με το σημείο πρόσβασης και κατά συνέπεια με το τοπικό ασύρματο δίκτυο. Τα κυριότερα πρωτόκολλα είναι:

WEP (Wired Equivalent Privacy): Το WEP είναι ένα πρωτόκολλο ασφαλείας, που ορίζεται στο πρότυπο της I.E.E.E. 802.11b, και έχει σχεδιαστεί για να παρέχει σε ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο ένα επίπεδο ασφάλειας και προστασίας συγκρίσιμο με ό, τι αναμένεται συνήθως από ένα ενσύρματο τοπικό δίκτυο. Ένα ενσύρματο τοπικό δίκτυο γενικά προστατεύεται με φυσικούς μηχανισμούς ασφαλείας (ελεγχόμενη πρόσβαση σε ένα κτήριο, για παράδειγμα), που είναι αποτελεσματικοί για ένα ελεγχόμενο φυσικό περιβάλλον, αλλά μπορεί να είναι αναποτελεσματικοί για τα ασύρματα τοπικά δίκτυα επειδή τα ραδιοκύματα δεν περιορίζονται μόνο στο χώρο που

λειτουργεί το δίκτυο. Το WEP επιδιώκει να θεσπίσει παρόμοιο επίπεδο προστασίας με εκείνη του ενσύρματου δικτύου με χρήση κρυπτογράφησης των μεταδιδόμενων δεδομένων.

Για τη λειτουργία του WEP πρέπει ο διαχειριστής του δικτύου να ορίσει ένα κλειδί στο σημείο πρόσβασης και σε κάθε συσκευή που συνδέεται μέσω WI-FI. Το κλειδί WEP επιτρέπει σε μια ομάδα συσκευών σε ένα τοπικό δίκτυο (όπως ένα οικιακό δίκτυο) να ανταλλάσσουν κωδικοποιημένα μηνύματα μεταξύ τους, ενώ κρύβονται τα περιεχόμενα των μηνυμάτων από τρίτους.

Το κλειδί WEP είναι μια ακολουθία δεκαεξαδικών ψηφίων. Αυτά τα ψηφία περιλαμβάνουν τους αριθμούς 0-9 και τα γράμματα A-F. Μερικά παραδείγματα των κλειδιών WEP είναι:

1A648C9FE2

99D767BAC38EA23B0C0176D152

Το μήκος του κλειδιού WEP εξαρτάται από το είδος της ασφάλειας WEP (που ονομάζεται «κρυπτογράφηση») που χρησιμοποιούνται:

10 ψήφιο αριθμό-κλειδί: WEP 40- ή 64-bit

26 ψήφιο αριθμό-κλειδί: WEP 104- ή 128-bit

58 ψήφιο αριθμό-κλειδί: WEP 256-bit

Για να βοηθήσουν στη διαδικασία της δημιουργίας του κλειδιού WEP, τα σημεία πρόσβασης δημιουργούν αυτόματα το κλειδί από απλό κείμενο που εισαγάγει ο διαχειριστής, το οποίο ονομάζεται συνθηματική φράση (passphrase).

Η τεχνολογία WEP είναι ξεπερασμένη και πλέον δεν συνιστάται η χρήση της σε ασύρματα δίκτυα. Αντί του WEP επιβάλλεται η χρήση των νεότερων πρωτοκόλλων WPA και WPA2.

WPA (Wi-Fi Protected Access) και WPA2: Το WPA είναι ένα WI-FI πρότυπο που σχεδιάστηκε για να βελτιώσει τα χαρακτηριστικά ασφάλειας του WEP. Έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με τα υφιστάμενα προϊόντα Wi-Fi, αλλά περιλαμβάνει δύο βελτιώσεις σε σχέση με το WEP:

Βελτιωμένη κρυπτογράφηση των δεδομένων μέσω του πρωτοκόλλου προσωρινού κλειδιού ακεραιότητας (*temporal key integrity protocol - TKIP*). Το TKIP περιπλέκει τα κλειδιά με τη χρήση ενός αλγόριθμου κατακερματισμού προσθέτοντας την δυνατότητα ελέγχου της ακεραιότητας, εξασφαλίζοντας ότι το κλειδί δεν έχει παραποιηθεί.

Πιστοποίηση χρηστών (authentication), η οποία γενικά λείπει από το WEP, χρησιμοποιώντας το επεκτάσιμο πρωτόκολλο ελέγχου ταυτότητας (*extensible authentication protocol - EAP*). Το WEP ρυθμίζει την πρόσβαση σε ασύρματο δίκτυο βασιζόμενο στην διεύθυνση υλικού (MAC address), η οποία είναι σχετικά εύκολο να εντοπιστεί και να υποκλαπεί. Το EAP στηρίζεται σε ένα πιο ασφαλές σύστημα κρυπτογράφησης δημόσιου κλειδιού για να διασφαλίσει ότι μόνο οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες του δικτύου μπορούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο.

Για την υλοποίηση του πρωτοκόλλου EAP είναι απαραίτητη η χρήση ενός διακομιστή πιστοποίησης (authentication server). Σε ένα όμως μικρό ασύρματο τοπικό δίκτυο δεν χρησιμοποιείται το EPA αλλά το **πρωτόκολλο WPA-PSK (Wi-Fi protected access – Pre Shared Key)** ή προσωπικό WPA όπως αλλιώς ονομάζεται. Το WPA-PSK είναι μια μέθοδος για την ασφάλιση του δικτύου χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο WPA ή WPA2 με τη χρήση ενός προαιρετικού κλειδιού το οποίο έχει από πριν διανεμηθεί στους χρήστες (Pre-Shared Key - PSK). Η μέθοδος αυτή έχει σχεδιαστεί για οικιακούς χρήστες χωρίς την χρήση ενός διακομιστή ελέγχου ταυτότητας.

Για την χρήση του WPA-PSK πρέπει ο διαχειριστής του δικτύου να παρέχει στο σημείο πρόσβασης όχι ένα κλειδί κρυπτογράφησης, αλλά μια συνθηματική φράση σε απλό αγγλικό κείμενο με-

ταξύ 8 και 64 χαρακτήρων. Χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TKIP, η συνθηματική φράση, μαζί με το SSID του δικτύου, χρησιμοποιείται για να παράγει μοναδικά κλειδιά κρυπτογράφησης για κάθε ασύρματο πελάτη. Και αυτά τα κλειδιά κρυπτογράφησης συνεχώς αλλάζουν.

Η κύρια διαφορά μεταξύ WPA και WPA2 είναι οι τύποι κρυπτογράφησης που χρησιμοποιούνται για την εξασφάλιση του δικτύου. Το WPA χρησιμοποιεί σαν τύπο κρυπτογράφησης το TKIP. Το WPA2 μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το TKIP, αλλά επειδή τα κλειδιά ασφαλείας TKIP είναι εύκολο να αποκαλυφθούν χρησιμοποιώντας ορισμένα προηγμένα εργαλεία παραβίασης, το πρωτόκολλο WPA2 χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο έναν τύπο κρυπτογράφησης γνωστό ως Advanced Encryption Standard (AES). Ο AES χρησιμοποιεί ένα πολύ πιο εξελιγμένο αλγόριθμο κρυπτογράφησης που δεν μπορεί να νικηθεί από τα εργαλεία που ξεπερνούν την ασφάλεια TKIP, καθιστώντας τον μια πολύ πιο ασφαλή μέθοδο κρυπτογράφησης.

6.4. Ανακεφαλαίωση Ενότητας 6

Η ασφάλεια ασχολείται με τα αγαθά τα οποία έχουν αξία και πρέπει να προστατευθούν. Βασικό χαρακτηριστικό της ασφάλειας πληροφοριακών συστημάτων είναι η Πολιτική Ασφάλειας, δηλαδή ένα έγγραφο το οποίο περιλαμβάνει το σκοπό και τους στόχους της ασφάλειας, οδηγίες, διαδικασίες, κανόνες, ρόλους και υπευθυνότητες που αφορούν την προστασία του πληροφοριακού συστήματος.

Ένα δίκτυο υπολογιστών καθώς και οι τερματικές συσκευές του δικτύου κινδυνεύουν από είτε από φυσικά αίτια, είτε από επίδοξους εισβολείς. Οι επίδοξοι εισβολείς χρησιμοποιούν κακόβουλο λογισμικό είτε για να προκαλέσουν βλάβη στα δεδομένα (π.χ. ιοί υπολογιστών), είτε για να αποκτήσουν τον έλεγχο του υπολογιστή (πχ spyware), είτε για να υποκλέψουν ευαίσθητες προσωπικές πληροφορίες (π.χ. key loggers), είτε τέλος, για να προβάλλουν διαφημίσεις (πχ adware).

Για την προστασία ενός δικτύου και γενικότερα ενός πληροφοριακού συστήματος τα μέτρα που λαμβάνονται είναι δύο ειδών. Στο πρώτο είδος ανήκουν αυτά τα οποία σκοπό έχουν να προστατέψουν το πληροφοριακό σύστημα από απειλές, όπως είναι το λογισμικό προστασίας από κακόβουλο λογισμικό, το τείχος προστασίας και τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής. Στο δεύτερο είδος ανήκουν τα μέτρα που σκοπό έχουν τη διαχείριση καταστροφών. Σημαντικός παράγοντας της διαχείρισης καταστροφών είναι το σχέδιο Ανάκαμψης από Καταστροφή του οποίου στόχος είναι η επαναφορά του συστήματος σε κατάσταση λειτουργίας το συντομότερο δυνατό μετά από μερική ή ολική καταστροφή. Στο σχέδιο αυτό περιγράφονται τα μέτρα που πρέπει να λάβει ο οργανισμός για να είναι σε θέση να επαναφέρει το σύστημα σε λειτουργία όπως είναι οι διαδικασίες λήψης αντιγράφων ασφαλείας ή η ύπαρξη πλεονάζοντος εξοπλισμού.

Με την εξάπλωση των ασύρματων τοπικών δικτύων έχει γίνει επιτακτική η ανάγκη για προστασία από ανεξέλεγκτη πρόσβαση σε αυτά. Για το έλεγχο πρόσβασης σε ασύρματα δίκτυα και την κρυπτογράφηση των δεδομένων έχουν αναπτυχθεί διάφορα πρωτόκολλα όπως είναι το απαρχαιωμένο πλέον WEP, τα WPA και WPA2, το 802.1X και το WPS.

6.5. Ερωτήσεις – Δραστηριότητες Ενότητας 6

1. Τι είναι ασφάλεια πληροφοριακού συστήματος;
2. Δώστε τους ορισμούς των εννοιών ακεραιότητα, εμπιστευτικότητα και διαθεσιμότητα.
3. Τι είναι πολιτική ασφάλειας και τι σκοπούς εξυπηρετεί;
4. Ποιες είναι οι κατηγορίες απαιτήσεων ασφάλειας που πρέπει να καλύπτει η πολιτική ασφάλειας;
5. Τι ονομάζουμε απειλή και τι αδυναμία όσον αφορά στην ασφάλεια;
6. Περιγράψτε τι είναι οι ιοί υπολογιστών, τα σκουλήκια, τα βακτήρια και οι λογικές βόμβες.
7. Αναζητήστε πληροφορίες για επιπλέον είδη κακόβουλου λογισμικού όπως είναι τα ransomware, rootkits και οι ιοί μακροεντολών.
8. Τι είναι ένα σκουλήκι; Ποια η διαφορά του από έναν ιό;
9. Τι ονομάζουμε λογισμικό κατασκοπίας; Περιγράψτε τα βασικότερα είδη λογισμικού κατασκοπίας.
10. Ποιοι είναι οι βασικοί κανόνες για την δημιουργία ισχυρών κωδικών πρόσβασης;
11. Τι ονομάζουμε βιομετρικές μεθόδους πιστοποίησης χρηστών; Ποια τα πλεονεκτήματά τους;
12. Ποιες είναι οι κατηγορίες βιομετρικών μεθόδων;
13. Περιγράψτε τους μηχανισμούς ελέγχου πρόσβασης στα ασύρματα τοπικά δίκτυα.
14. Τι είναι τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής και ποιους σκοπούς εξυπηρετούν.
15. Τι είναι τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής βασισμένα στο δίκτυο και τι τα συστήματα ανίχνευσης εισβολής βασισμένα στον υπολογιστή;
16. Τι είναι ένα πρόγραμμα ανίχνευσης ιών; Με ποιο τρόπο γίνεται η ανίχνευση των ιών;
17. Τι ονομάζουμε λογισμικό anti malware και τι anti adware;
18. Αναζητήστε στο Internet ένα δωρεάν πρόγραμμα προστασίας από ιούς και εγκαταστήστε το στους υπολογιστές του εργαστηρίου. Παραμετροποιήστε κατάλληλα το πρόγραμμα και εξασφαλίστε όταν θα ενημερώνεται αυτόματα η βάση δεδομένων με τις υπογραφές των ιών
19. Τι είναι το τείχος προστασίας; Ποια η λειτουργία του και πως συνεισφέρει στην ασφάλεια του πληροφοριακού συστήματος;
20. Τι είναι ο έλεγχος περιεχομένου. Ποιο σκοπό εξυπηρετεί;
21. Περιγράψτε το πρωτόκολλο WEP για τα ασύρματα τοπικά δίκτυα
22. Περιγράψτε το πρωτόκολλο WAP – WAP2 για τα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Ποια η διαφορά μεταξύ των WAP και WAP2

6.6. Βιβλιογραφία – Δικτυογραφία Ενότητας 6

- **Ανώνυμος**, *Maximum Security*, (Ελληνική έκδοση), Εκδόσεις Γκιούρδας 2001
- **Mark Ciampa**, *Security + Guide to Network Security Fundamentals*, **Western Kentucky University fourth edition**, 2012
- **Joseph Migga Kizza**, *Guide to Computer Network Security*, Springer, 3rd edition, 2015
- <http://www.ct.aegean.gr/people/kalloniatis/Security/Terminology.pdf> (14/08/15, 12:55')
- http://newtech-pub.com/wp-content/uploads/2013/10/kef-asf.plhr_.sust_.pdf (14/08/15, 12:55')
- http://www.icte.uowm.gr/uploads/thesis/dipl_ergasia_am14.pdf (14/08/15, 12:55')
- http://84.205.229.18/securityc/d/greek/Asfaleia/dekalogos_asfaleias.pdf (14/08/15, 12:56')
- <http://www.nis.gr/npimages/docs/Genika%20Metra%20Prostasias%20Cert.pdf> (14/08/15, 12:56')
- http://www.icsd.aegean.gr/website_files/proptyxiako/525297129.pdf (14/08/15, 12:56')
- <http://www.symantec.com/avcenter/reference/worm.vs.virus.pdf> (14/08/15, 12:56')
- <http://typeslist.com/different-types-of-computer-viruses/> (14/08/15, 12:57')
- <http://www.makeuseof.com/tag/types-computer-viruses-watch/> (14/08/15, 12:57')
- https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A3%CE%BA%CE%BF%CF%85%CE%BB%CE%AE%CE%BA%CE%B9_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE (14/08/15, 12:57')
- <https://blogs.mcafee.com/consumer/what-is-a-keylogger> (14/08/15, 12:58')
- <http://ti-einai.gr/adware/> (14/08/15, 12:58')
- <http://www.rsaconference.com/blogs/network-intrusion-methods-of-attack> (14/08/15, 12:58')
- https://support.norton.com/sp/el/gr/home/current/solutions/v15471442_ns_retail_el_el (14/08/15, 12:59')
- <https://usa.kaspersky.com/internet-security-center/threats/malware-system-vulnerability#Vb4rgLPtmko> (14/08/15, 12:59')
- <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc751383.aspx> (14/08/15, 12:59')
- <https://support.microsoft.com/el-gr/kb/136621> (14/08/15, 13:00')
- http://vivliothmmy.ee.auth.gr/90/1/Dynamic_Database_Update_In_Biometric_Authentication_Systems-Panagiotis_Petrantonakis.pdf (14/08/15, 13:01')
- <http://windows.microsoft.com/el-gr/windows/what-are-wireless-network-security-methods#1TC=windows-7> (14/08/15, 13:01')
- <http://el.wingwit.com/Networking/network-security/75623.html#VchlrnHtmko> (14/08/15, 13:01')
- <http://www.saferinternet.gr/index.php?childobjId=Category113&objId=Category36&parentobjId=Page2> (14/08/15, 13:01')

Ευρετήριο Όρων

3D printers.....	45
802.11.....	119
αδυναμίες	175, 179, 180
αθωράκιστο καλώδιο	133
ακεραιότητα	172
ακίδες.....	45
ακροδέκτες.....	38
Αναλογικάσήματα	59
ανάλυση	40
ανίχνευση ιών	189
Ανίχνευση και Διόρθωση Λαθών	84
αντίγραφα ασφαλείας	180
απειλή	175, 178, 196
είδη απειλών	175
αποδιαμόρφωση.....	60
Αποκεντρωτικά P2P δίκτυα.....	124
αρθρώματα	30
Αρχιτεκτονική Δικτύων.....	81
Αρχιτεκτονική Δικτύων εξυπηρετητή - πελάτη	120
Αρχιτεκτονική ομότιμων Δικτύων	124
αρχιτεκτονική του Von Neumann	14
ασύγχρονη μετάδοση δεδομένων	67
ασύγχρονη υπηρεσία	85
Ασύρματα Δίκτυα.....	92
Ασύρματο Μέσο Μετάδοσης.....	113
Ασύρματο σημείο πρόσβασης	112, 142
ασύρματο τοπικό δίκτυο.....	157
Ασύρματοι Σταθμοί.....	113
ασφάλεια	
διαχείριση υλικού και λογισμικού.....	174
ελεγχος πρόσβασης.....	174, 184
ζητήματα προσωπικού	174
νομικές υποχρεώσεις	175
φυσική Ασφάλεια	174
ασφάλεια πληροφοριακού συστήματος.....	170
αυτοοργανωμένη ή κατ' απαίτηση σύνδεση	113
αυτοοργανωμένο δίκτυο βασικού συνόλου υπηρεσιών	161
βάθος χρώματος	40
βακτήρια	176

Βασική Κωδικοποίηση Manchester	63
βιομετρικές μέθοδοι	184
Βόρειο chip.....	22
βύσματα RJ45.....	134
γέφυρα northbridge	22
γέφυρα southbridge.....	22
Γέφυρες.....	113
Διαδικασία σύνθεσης.....	47
διαθεσιμότητα	172
Διαμοιρασμός λογισμικού	106
Διαμοιρασμός πληροφοριών	107
Διαμοιρασμός Υλικού.....	106
διαμορφωμένο.....	60
διαμόρφωση	60
Διαμόρφωση (Κωδικοποίηση) Manchester	63
Διαμόρφωση Μεταλλαγής Πλάτους.....	61
Διαμόρφωση Μεταλλαγής Συχνότητας	62
Διαμόρφωση Μεταλλαγής Φάσης.....	62
διαμόρφωση πλάτους.....	60
διαμόρφωση συχνότητας.....	60
Διανομέας	142
δίαυλος δεδομένων	16
δίαυλος διευθύνσεων	16
δίαυλος ελέγχου	16
διαφημιστικό λογισμικό.....	177
διαφορές μεταξύ HUB και Switch	143
Διαφορική Κωδικοποίηση Manchester.....	63
Διευθυνσιοδότηση (Addressing).....	83
δίκτυα βασικού συνόλου υπηρεσιών	161
δίκτυα εκτεταμένου συνόλου υπηρεσιών	162
Δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος.....	94
Δίκτυα μεταγωγής μηνύματος	94
Δίκτυα μεταγωγής πακέτου	95
δίκτυο υπολογιστών.....	76
Δίκτυο WiMAX.....	163
Δίσκος στερεάς κατάστασης	35
δομημένη καλωδίωση	147
Δωμάτιο Εξοπλισμού.....	148
Δωμάτιο Τηλεπικοινωνιών	149

Εγκαταστάσεις Εισόδου	148
Θέση Εργασίας	149
Καλωδίωση Κορμού	148
Καμπίνα Τηλεπικοινωνιών	149
Οριζόντια καλωδίωση	149
Πιστοποίηση	153
Τεκμηρίωση	156
Τοπολογία - καλωδίωσης	149
Υποσύστημα Θέσης Εργασίας	149
Υποσύστημα Κατακόρυφης Καλωδίωσης	152
Υποσύστημα Οριζόντιας καλωδίωσης.....	150
δούρειοι ίπποι.....	178
Δρομολόγηση	84
δρομολογητής	146
Δυναμική RAM	30
εικονοστοιχείο	41
Εκτυπωτές λέιζερ	44
Εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης.....	44
εκτυπωτής	43
ελεγκτή.....	28
ελεγχος περιεχομένου	191
ελεγχος πρόσβασης σε ασύρματο δίκτυο.....	185
Έλεγχος Ροής	84
έλεγχος ταυτότητας 802.1X	187
εμπιστευτικότητα.....	173
ενεργός εξοπλισμός	132
Ενιαίος Σειριακός Δίαυλος	27
ενίσχυση Σήματος	158
Ενσύρματα Δίκτυα	92
ενώσεις μηχανικές	139
ένωση σύντηξης	139
επαναλήπτης.....	142
Επανασύνθεση	84
επιθέσεις εισβολής	178
επικοινωνιακοί κόμβοι.....	77
Επίπεδο Δικτύου	88
Επίπεδο Εφαρμογής.....	90
Επίπεδο Μεταφοράς.....	88
Επίπεδο Παρουσίασης	89
Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων	87
Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων	87

Επίπεδο Συνόδου	89
εύρος ακτινοβολίας	159
Εύρος καταχωρητών	18
Εφαρμογές	10
ηχεία.....	46
Θερμική	44
Θερμικοί εκτυπωτές.....	44
Θωρακισμένα καλώδια	135
I.E.E.E 802.11ac	149
I.E.E.E 802.11n.....	149
I.E.E.E. 802.3.....	115
I.E.E.E. 802.5.....	117
Ιδιωτικά δίκτυα	93
ιοί	176
ισχύς.....	38
καλώδια S/FTP, F/FTP ή SF/FTP.....	136
καλώδια UTP	134
καλώδιο FTP.....	136
Κάρτες επέκτασης	38
Κατακερματισμός.....	84
καταστροφή	180
κεντρική μνήμη	29
Κεντρική Μονάδα.....	15
Κεραίες.....	113
κεραίες μετάδοσης	157
Βασικά χαρακτηριστικά	158
Κατευθυντικές	158
Μη κατευθυντικές	158
ΚΜΕ	15
Κόμβοι Διανομής.....	113
Κόμβοι Κορμού	113
κουκίδα	44
Κουτί.....	37
Κρουστικοί εκτυπωτές	45
κύκλος του ρολογιού.....	17
Κύρια Μνήμη	28
λανθάνουσα	17
Λειτουργικό Σύστημα.....	10
λογικές βόμβες.....	177
Λογισμικό	10

λογισμικό κατασκοπίας.....	177
Μεγάλα Συστήματα	12
μέθοδοι προστασίας.....	180
Μέθοδος πρόσβασης στο μέσο CSMA/CD.....	115
Μέσα Μετάδοσης	132
μεταγωγείς.....	142
μεταγωγή	69
μεταγωγή κυκλώματος	69
μεταγωγή μηνύματος.....	69
Μεταγωγή Πακέτου	69
μεταγωγής πακέτων.....	69
μετατροπείς μέσου	141
Μητρική Πλακέτα.....	20
Μητροπολιτικά Δίκτυα.....	91
μικροκύματα	142
μικροκυματική μετάδοση	142
μνήμη flash.....	33
μνήμη ROM	31
Μοντέλο Αναφοράς O.S.I.	86
Νότιο chip.....	22
Οδηγοί συσκευών	49
οθόνες καθοδικού σωλήνα	41
οθόνες υγρών κρυστάλλων.....	41
οθόνη	41
οπτικές ίνες	137
Βύσματα σύνδεσης.....	140
Δομή - λειτουργία.....	137
Μονοτροπικές	138
Πολυτροπικές	138
Συνδέσεις.....	138
οπτική ανάλυση	40
παθητικός εξοπλισμός	132
παραδιαφωνία	132
παράλληλη μετάδοση δεδομένων.....	65
παρεμβολή συχνοτήτων.....	159
Περιοδικά σήματα.....	57
περίοδος.....	17
Περίοδος	57
περιορισμένη εμβέλεια	160
Περιφερειακές Συσκευές	39

Περιφερειακή Μνήμη	32
Περιφερειακή μνήμη Flash	36
πιεζοηλεκτρική	44
πλάτος	58
πλεονάζων εξοπλισμός	182
πληκτρολόγιο	39
πλήμνη	142
πληροφορία	64
πληροφοριακό σύστημα	170
πολιτική ασφάλειας	172, 175
διαχείριση.....	175
οργανωτική δομή	175
σχέδιο συνέχισης σειτουργίας	175
πολυμορφικός ιός	176
Πολυπλεξία	68, 84
πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας.....	68, 157
πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου	68
ποντίκι	40
πρόγραμμα καταγραφής πληκτρολογήσεων.....	177
προγράμματα προστασίας από Ιούς.....	189
προγράμματα anti-adware	191
προγράμματα anti-malware	190
προγράμματα Internet Security	190
Προσαρμογείς	113
προστασία αγαθών	171
Προσωπικοί Υπολογιστές.....	12
Προσωπικός Υπολογιστής	15
Πρότυπα Ethernet.....	115
Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	79
ρυθμός διαμορφωμένου σήματος.....	65
ρυθμός μετάδοσης δυαδικών ψηφίων.....	64
σαρωτής	40
σειριακή μετάδοση δεδομένων	65
σήματα διακριτού χρόνου	58
σήματα συνεχούς χρόνου	58
Σκληρός δίσκος.....	38
σκουλήκια	176
Στατική RAM.....	30
στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική	81
συγκεντρωτής.....	142

Συγκεντρωτικά P2P δίκτυα.....	124
σύγκρουση	115
σύγχρονη μετάδοση δεδομένων.....	66
σύγχρονη υπηρεσία	84
συναρμολόγηση.....	47
Σύνδεση Υποδομής	114
Συσκευή ανάγνωσης / εγγραφής οπτικού δίσκου	35
συστήματα ανίχνευσης εισβολής	188
συχνότητα	58
Συχνότητα λειτουργίας	17
συχνότητα ρολογιού	17
σχέδιο ανάκαμψης από καταστροφή	180
Τάση λειτουργίας	20
ταχύτητα σάρωσης.....	41
τείχος προστασίας.....	191
τερματικοί κόμβοι.....	77
τεχνική αυτοδύναμου πακέτου	69
τεχνική νοητού κυκλώματος	69
τοπικά δίκτυα.....	106
Τοπικά Δίκτυα	90
Τοπικά Δίκτυα Υπολογιστών	106
Τοπολογία Αστέρα	110
Τοπολογία Δακτυλίου	109
Τοπολογία Δένδρου	110
Τοπολογία Διαύλου.....	107
Τοπολογία δικτύου	107
Τοπολογία Πλέγματος.....	111
Τοπολογίες Ασύρματων Τοπικών Δικτύων	112
Τοπολογίες Ενσύρματων Τοπικών Δικτύων	107
τρανζίστορ.....	42
Τρισδιάστατοι εκτυπωτές	45
Τροφοδοτικό	38
Υλικό.....	10
υλοποίηση ασύρματου τοπικού δικτύου.....	160
Υπερυπολογιστές	11
Υπηρεσία με σύνδεση	85
Υπηρεσία χωρίς σύνδεση.....	85
Υπηρεσίες Δικτύου	84
Υπολογιστές ενσωματωμένοι ειδικού σκοπού	13
υπολογιστής.....	10

υπολογιστική νέφους.....	183
Υπολογιστικό Σύστημα.....	10
φέρων	60
φυσικά εμπόδια	159
Φυσικό Επίπεδο	87
χάλκινα καλώδια	132
Χρόνος προσπέλασης.....	29
χωρητικότητα	29
Ψηφιακά σήματα	59
Ψηφιακή Διαμόρφωση	61
I.E.E.E. 802.3	115
Δίκτυα ευρείας περιοχής	91
Access Point	112, 144
access time	29
ad hoc δίκτυα	161
antena directional	158
antena omnidirectional	158
Bridges.....	113
cache memory.....	18
capacity	29
Cathode Ray Tube - CRT	41
central memory	29
Central Processing Unit	15
Chipset.....	22
Client / Server.....	120
cloud computing.....	183
collision	115
Compact Flash	37
computer case.....	37
controllers	38
Cores	17
CPU	15
CPU Clock Rate	17
dot	44
DRAM	30
Drivers	49
DVI.....	26
EIA/TIA 568.....	147
EPROM	32
Error Detection and Correction.....	84

eSATA	25
Ethernet (10 Mbps)	116
expansion slots	24
Fast Ethernet (100 Mbps)	116
Flops	11
Front Side Bus	16
FSB	16
Gigabit Ethernet (1 Gbps)	116
Hardware	10
HDMI	25
HDMI Computer Stick	13
hub	142
impact	45
Infrastructure Mode	114
inkjet	44
Interfaces	113
ISO/IEC 11801	133
ISO/IEC 27000	170
keyboard	39
laser	44
LED	42
Liquid Crystal Display - LCD	41
Local Area Network, LAN	106
Logical Link Control - LLC	115
Mainframes	12
Medium Access Control - MAC	115
Memory Stick	37
mesh	111
Micro-ATX	21
modules	30
monitor	41
motherboard	20
mouse	40
non-volatile	29, 32
Optical Disk Drive	35
P2P	124
P2P δίκτυα τρίτης γενιάς	125
PC	15
PCI	25
PCIe	25

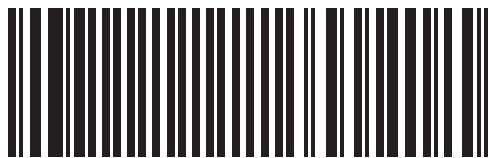
Personal Computers	12
pixel	41
power connector	24
printer	43
PROM	32
RAM.....	30
RAM memory slots	23
resolution	40
ring	109
router	146
scanner	40
Secure Digital card.....	37
socket	16
Software	10
Solid State Disk - SSD.....	35
SRAM	30
Standard-ATX	21
star	110
Super-Computers	11
switch	142
switch λειτουργία	143
System Bus	16
TIA/EIA-568	133
tree	110
USB	27
USB Flash Drive	37
VGA.....	25
volatile memory	29
watt	38
WEP (Wired Equivalent Privacy).....	193
Wi - Fi Protected Setup	187
Wi-Fi	119, 142, 157
Wi-Fi πρότυπα	145
Wi-Fi Hotspot	144, 163
WideAreaNetworks, WAN	91
WPA (Wi-Fi Protected Access).....	194
WPA-PSK.....	194
WPA2.....	187, 188, 193, 194

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: 0-24-0551
ISBN 978-960-06-5156-0



(01) 000000 0 24 0551 3