

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ
ΜΠΡΟΥΜΑΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ
ΑΜ: 34519



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΓΙΑΝΝΑΚΟΠΟΥΛΟΣ

2014

2024
11/15

2024
11/15

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 - Μοντέλο Επικοινωνίας Δεδομένων	1
1.1 - Αναλογική Και Ψηφιακή Μετάδοση	2
1.2 - Διαμόρφωση Και Αποδιαμόρφωση Σήματος	2
1.3 - Παλμοκωδική Διαμόρφωση PCM.....	3
1.3.1 - Δειγματοληψία.....	3
1.3.2 - Κβαντοποίηση σε N Στάθμες.....	4
1.3.3 - Κωδικοποίηση.....	5
1.4 - Διαμόρφωση DELTA	6
1.5 - Βασικά Είδη D/A Μετατροπών.	8
1.5.1 - D/A Μετατροπέας Δυαδικών Συντελεστών Βαρύτητας Με Αντιστάσεις.	8
1.5.2 - D/A Μετατροπέας Κλιμακωτού Κυκλώματος Με 2 Αντιστάσεις Ανά Bit.	9
Κεφάλαιο 2 - Στοιχεία Μετάδοσης	15
2.1 - Κώδικες Επικοινωνίας.....	15
2.1.1 - Δυαδικοί Κώδικες.....	15
2.1.2 - Δυαδικοί Κώδικες Με Βάρη.....	16
2.1.3 - Ο Κώδικας BCD	17
2.1.3.1 - Μετατροπή Από BCD Σε Δεκαδικό.....	17
2.1.3.2 - Μετατροπή Από Δεκαδικό Σε BCD.....	17
2.1.3.3 - Αριθμοί Του Κώδικα BCD Και Δυαδικοί Αριθμοί	17
2.1.4 - Δυαδικοί Κώδικες Χωρίς Βάρη	19
2.1.5 - Ο Κώδικας Gray.....	19
2.1.6 - Ο Κώδικας Υπερβολής Κατά 3.....	21
2.1.7 - Αλφαριθμητικοί Κώδικες	22
2.1.8 - Ο Κώδικας ASCII	23
2.1.9 - Κωδικοσελίδες ISO	25
2.1.10 - Κώδικας Baudot.....	26
2.1.11 - Ο Κώδικας UNICODE.....	27
2.2 - Μορφές Μετάδοσης.....	27
2.2.1 - Παράλληλη Μετάδοση	27
2.2.2 - Σειριακή Μετάδοση	28
2.2.3 - Σύγχρονη Μετάδοση.....	29
2.2.4 - Ασύγχρονη Μετάδοση	32
2.3 - Κατεύθυνση Μετάδοσης Δεδομένων	33
2.4 - Ταχύτητες (Ρυθμοί) Μετάδοσης	35
2.5 - Αναγνώριση Σφαλμάτων	36

Κεφάλαιο 3 - Μέσα Μετάδοσης	41
3.1 - Ενσύρματα Μέσα Μετάδοσης	41
3.1.1 - Χάλκινο Καλώδιο	42
3.1.2 - Οπτικές Ίνες	43
3.1.3 - Συνεστραμμένα Ζεύγη Καλωδίων	45
3.2 - Ασύρματα Μέσα Μετάδοσης	46
3.2.1 - Ραδιοκύματα	47
3.2.2 - Δορυφορικές Μικροκυματικές Ζεύξεις	48
3.2.3 - Μικροκύματα	48
3.2.4 - Υπέρυθρες	49
3.2.5 - Bluetooth	49
3.3 - Χαρακτηριστικά Μέσων Μετάδοσης	50
3.4 - Κατηγορίες Καλωδίων	52
3.5 - Είδη Καλωδίων	53
3.6 - Το Ομοαξονικό Καλώδιο	53
3.7 - Καλώδιο RJ-11, RJ-12 Και RJ-45	55
3.8 - Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία	56
3.9 - Μετάδοση Βασικής Και Ευρείας Ζώνης	56
3.10 - Θόρυβος	57
Κεφάλαιο 4 -Τεχνικές Μετάδοσης	63
4.1 - Δίκτυα Μεταγωγής	63
4.2 - Μεταγωγής Κυκλώματος	64
4.2.1 - Κόμβος Μεταγωγής Κυκλώματος	64
4.3 - Μεταγωγή Διαίρεσης Χώρου	65
4.4 - Μεταγωγή Πακέτου	69
4.4.1 - Πλεονεκτήματα Έναντι Μεταγωγής Κυκλώματος	69
4.4.2 - Δρομολόγηση Δε Δίκτυα Μεταγωγής Πακέτου	70
4.5 - Τεχνικές Μεταγωγής	71
4.5.1 - Αυτόνομο Πακέτο (Datagram)	71
4.5.2 - Νοητό Κύκλωμα (Virtual Circuit)	71
4.5.3 - Σύγκριση Datagram –Virtual Circuit	71
Κεφάλαιο 5 -Δίκτυα Επικοινωνίας	75
5.1 - Μεταγωγέας ATM	75
5.2 - Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network - WAN)	77
5.3 - Τοπικά Δίκτυα (Local Area Network – LAN)	77
5.4 - Dial Up	77

5.5 - PSTN	78
5.6 - ISDN	78
5.6.1 - Υπηρεσίες Στο ISDN.....	80
5.6.2 - Είδη Τερματικών Διατάξεων Του ISDN	81
5.6.3 - Σχηματισμοί Και Σημεία Αναφοράς ISDN	83
5.6.4 - Κατηγορίες Πρόσβασης ISDN	85
5.7 - Το δίκτυο GSM	86
5.8 - 3G Το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών	87
5.9 - 4G	88
5.10 - Frame Relay	89
5.10.1 - Αρχιτεκτονική Πρωτοκόλλου Frame Relay.....	94
5.10.2 - Έλεγχος Κλήσης Frame Relay	94
5.10.3 - Εναλλακτικές Κλήσεις Frame Relay	94
Κεφάλαιο 6 - Συσκευές Τηλεπικοινωνιών Και Δικτύωσης	97
6.1 - Συσκευές Δικτύωσης	97
6.1.1 - Σειριακή Ή Παράλληλη Θύρα Επικοινωνίας	97
6.1.2 - Modems	98
6.1.3 - Κάρτες Δικτύου	100
6.1.4 - Διανομείς (Hubs).....	101
6.1.5 - Επαναλήπτες - Δρομολογητές - Γέφυρες.....	101
Κεφάλαιο 7 - Digital Subscriber	105
7.1 - ADSL.....	108
7.1.1 - Συνδεσμολογίες ADSL (Splitterless Και Splitter-Based).....	108
7.2 - HDSL	110
7.3 - SDSL.....	111
7.4 - VDSL.....	111
Κεφάλαιο 8 - Μοντέλα Αρχιτεκτονικών Διασύνδεσης	113
8.1 - Το Μοντέλο Του OSI	113
8.1.1 - Ομαδοποίηση Επιπέδων	114
8.1.2 - Η λειτουργία Των Επιπέδων	115
8.2 - Μοντέλο 3 Επιπέδων.....	119
Κεφάλαιο 9 - Πρωτόκολλα Επιπέδου Σύνδεσης.....	121
9.1 - Το Πρωτόκολλο LAPB.....	123
9.1.1 - Δομή Πλαισίου Πρωτοκόλλου LAPB	108
9.1.2 - Φάσεις Λογικής Σύνδεσης Πρωτοκόλλου LAPB	108
9.1.3 - Παράμετροι Φάσης Μεταφοράς Δεδομένων Πρωτοκόλλου LAPB	108

9.2 - Το Πρωτόκολλο PPP	129
9.2.1 - Τα Μέρη Του Πρωτοκόλλου PPP	130
9.2.2 - Γενική Λειτουργία Του Πρωτοκόλλου PPP	130
9.2.3 - Απαιτήσεις Φυσικού Επιπέδου Του Πρωτοκόλλου PPP	131
9.2.4 - Το Πλαίσιο Του Πρωτοκόλλου PPP	131
9.2.5 - Το Πρωτόκολλο Ελέγχου Ζεύξης PPP	132
9.3 - Τα Πρωτόκολλα Του Χ.25	133
9.3.1 - Συσκευές Του Χ.25	134
9.3.2 - Η Ομάδα Πρωτοκόλλων Του Χ.25	134
9.3.3 - Διευκολύνσεις Του Πρωτοκόλλου Χ.25	135
Κεφάλαιο 10 - Εισαγωγή Στο INTERNET Και Στην Υπηρεσία Περιήγησης Στον Παγκόσμιο Ιστό WWW	139
10.1 - Το TCP/IP Πρωτόκολλο	140
10.1.1 - Δυναμικές Και Στατικές Διευθύνσεις IP	142
10.1.2 - Δυναμικές IP	143
10.1.3 - Στατικές IP	144
10.1.4 - Εκδόσεις Του IP	144
10.1.5 - IPv4	144
10.1.6 - IPv5	145
10.1.7 - IPv6	145
10.1.8 - Δημόσιες Και Ιδιωτικές Διευθύνσεις IP	145
10.2 - Θέματα Ασφαλείας	147
10.3 - Ανωνυμία	147
Κεφάλαιο 11 - Διαδίκτυο	149
11.1 - Ιστορία Του Διαδικτύου	150
11.2 - Σχετική Ορολογία	150
11.3 - Τα Προγράμματα Περιήγησης	153
11.4 - Ασύγχρονη Επικοινωνία Στο Διαδίκτυο	153
11.5 - Σύγχρονη Επικοινωνία Στο Διαδίκτυο	154
11.6 - Ιοί	155
11.7 - Δούρειοι Ίπποι	155
11.8 - Σκουλίκια	155
11.9 - Βασικές Αρχές Προστασίας Από Ιούς	156
11.10 - Client-Server	157
11.10.1 - Το Βασικό Client-Server Μοντέλο	157
11.11 - Client	157

11.11.1 - Συστατικά Του Client	163
11.12 - Server	163
11.12.1 - Τύποι Των Servers	163
11.12.2 - Συστατικά Του Server.....	166
Δικτυογραφία	170
Βιβλιογραφία.....	171

Εισαγωγή

Η επικοινωνία υπήρξε ένας από τους θεμέλιους λίθους της ανάπτυξης του ανθρώπινου λογισμικού. Κατά τη διάρκεια της ιστορικής εξέλιξης της ανθρωπότητας χρησιμοποιήθηκαν διάφορες διατάξεις και συσκευές για την επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων σε ολοένα και πιο μακρινές αποστάσεις.

Η ανάγκη συνεργασίας μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων με σκοπό την ανταλλαγή πληροφοριών και την συνεργασία των χρηστών τους σε κοινά έργα ήταν προφανής. Έτσι συναντήθηκε η τεχνολογία των υπολογιστών με αυτή των επικοινωνιών.

Η σύγκλιση των δυο τομέων είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη της τεχνολογίας των δικτύων των Ηλεκτρονικών Υπολογιστών και της τηλεπληροφορικής.

Ορίζοντας την *επικοινωνία* θεωρούμε την ανταλλαγή εννοιών μεταξύ ανθρώπων με τη βοήθεια ενός συστήματος συμβόλων ενώ την *επικοινωνία δεδομένων* ως την διαδικασία με την οποία καθίσταται δυνατή η αποστολή δεδομένων (ηλεκτρονικά) μεταξύ δυο διαφορετικών σημείων.

Σημαντικοί παράγοντες για την επικοινωνία είναι ο χρόνος μετάδοσης, η ακρίβεια μεταφερόμενων δεδομένων και η καταλληλότητα μεταφερόμενων δεδομένων (να είναι δηλαδή κατανοητά από τον παραλήπτη).

Κεφάλαιο 1

Μοντέλο Επικοινωνίας Δεδομένων

Ένα σύστημα επικοινωνίας δεδομένων περιλαμβάνει:

- *Την πληροφορία ή μήνυμα* - Η πληροφορία αποτελεί το βασικό στοιχείο ενός συστήματος επικοινωνίας, που πρέπει να μεταφερθεί στον σωστό αποδέκτη, έγκαιρα και χωρίς σφάλματα.
- *Τον αποστολέα* - συχνά καλείται και πηγή πληροφορίας ή πομπός. Από αυτόν προέρχεται η πληροφορία.
- *Τον αποδέκτη ή δέκτη* – η αποστολή μηνυμάτων χωρίς αποδέκτη είναι άνευ νοήματος. Αντίθετα η πολυεκπομπή ενός μηνύματος ταυτόχρονα σε περισσότερους αποδέκτες είναι μία συνήθης κατάσταση.
- *Το μέσο μετάδοσης* – χαρακτηρίζει την διαδρομή του μηνύματος από τον αποστολέα στον αποδέκτη. Το μέσο μπορεί να είναι ενσύρματο (ζεύγος χάλκινων αγωγών, ομοαξονικό καλώδιο ή οπτική ίνα) ή ασύρματο. Το μέσο μετάδοσης πρέπει να διαθέτει το κατάλληλο εύρος ζώνης, που απαιτείται για την μετάδοση του μηνύματος.
- *Πρωτόκολλο επικοινωνίας* – Περιλαμβάνει μια ομάδα προσυμφωνημένων κανόνων, που επιτρέπουν στον αποστολέα και τον αποδέκτη να επικοινωνούν. Σε αντιστοιχία, το πρωτόκολλο αποτελεί την *κοινή γλώσσα επικοινωνίας* μεταξύ αποστολέα και αποδέκτη.

Τα δίκτυα επικοινωνίας δεδομένων αποτελούν τον βασικό κορμό διακίνησης δεδομένων πολλών επιχειρήσεων. Εκτός του ότι είναι βολικό και γρήγορο, να διακινεί κάποιος την αλληλογραφία του μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, όλο και περισσότερες εφαρμογές βασίζονται σήμερα σε δικτυακή χρήση. Μερικές από αυτές είναι:

- Προώθηση προϊόντων και πωλήσεις.
- Τραπεζικές υπηρεσίες.

- Παραγωγικές λειτουργίες.
- Υπηρεσίες πληροφόρησης.
- Υπηρεσίες ενημέρωσης και ψυχαγωγίας (παιχνίδια κλπ.).
- Ηλεκτρονική Ανταλλαγή Δεδομένων (EDI-Electronic Data Interchange).
- Τηλε-συνεδρίαση
- Τηλε-εκπαίδευση, τηλε-συνεργασία, τηλε-ιατρική κλπ.

1.1 Αναλογική Και Ψηφιακή Μετάδοση

Στην αναλογική μετάδοση τα δεδομένα μεταδίδονται ως μια συνεχής κυματοσειρά. Τα αναλογικά σήματα χαρακτηρίζονται από τη συνεχή μεταβολή μιας παραμέτρου τους στη μονάδα του χρόνου. Η σημαντικότερη παράμετρος ενός αναλογικού σήματος είναι η συχνότητα του που μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο ή Hz. Με αναλογικά σήματα πραγματοποιείται η μετάδοση ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών σημάτων.

Η ψηφιακή μετάδοση αποτελεί την φυσική αναλογία των δεδομένων που βρίσκονται σε δυαδική μορφή. Τα ψηφιακά σήματα χαρακτηρίζονται από μια διακριτή μεταβολή μιας παραμέτρου τους στη μονάδα του χρόνου. Η κυριότερη παράμετρος του ψηφιακού σήματος είναι ο αριθμός των διαφορετικών διακριτών τιμών που μπορεί να πάρει το σήμα στη μονάδα του χρόνου. (μετράται σε Baud).

1.2 Διαμόρφωση Και Αποδιαμόρφωση Σήματος

Τα δεδομένα σε ένα υπολογιστή βρίσκονται σε δυαδική μορφή. Οι τηλεφωνικές γραμμές όμως σχεδιάστηκαν για μεταφορά της ανθρώπινης φωνής, δηλαδή αναλογικών σημάτων. Για να μπορούν λοιπόν οι υπολογιστές να ανταλλάξουν δεδομένα μέσω τηλεφωνικού δικτύου πρέπει να μετατρέψουμε το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό.

Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές μετατροπής αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (A/D conversion):

- Παλμοκωδική διαμόρφωση PCM (Pulse Code Modulation)
- Διαμόρφωση Δέλτα (Δ)

1.3 Παλμοκωδική Διαμόρφωση PCM

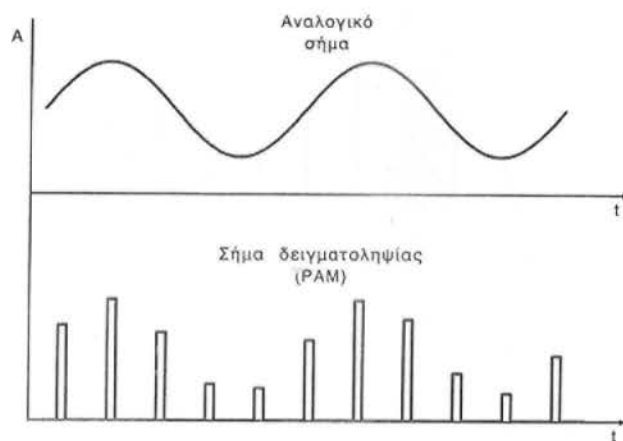
Έχει τρία στάδια:

- Δειγματοληψία (Sampling)
- Κβαντοποίηση (Quantization)
- Κωδικοποίηση (Encoding)

1.3.1 Δειγματοληψία

Έστω ένα σήμα περιορισμένης ζώνης, δηλαδή όταν έχει μια μέγιστη συχνότητα f_m . Με άλλα λόγια, όλες οι φασματικές συνιστώσες του σήματος έχουν συχνότητα μικρότερη από f_m .

Θεώρημα δειγματοληψίας: Παίρνουμε δείγματα του σήματος (δηλαδή, καταγράφουμε την τιμή του σήματος) σε χρόνους που απέχουν T_s sec. Το σήμα μπορεί να ανασυντεθεί από τα δείγματα αυτά εάν T_s είναι αρκετά μικρό ώστε να ισχύει $T_s \leq 1/(2f_m)$.



εικόνα 1-1: Δειγματοληψία αναλογικού σήματος

1.3.2 Κβαντοποίηση Σε N Στάθμες

Έστω ένα σήμα που έχει υποστεί δειγματοληψία. Οι τιμές των δειγμάτων παίρνουν τιμές από m_{\min} ως m_{\max} .

Αντιστοιχίζουμε την πρώτη στάθμη κβαντοποίησης σε τιμή περίπου m_{\min} και τη N στάθμη σε τιμή περίπου m_{\max} (δες παράδειγμα στο σχήμα παρακάτω).

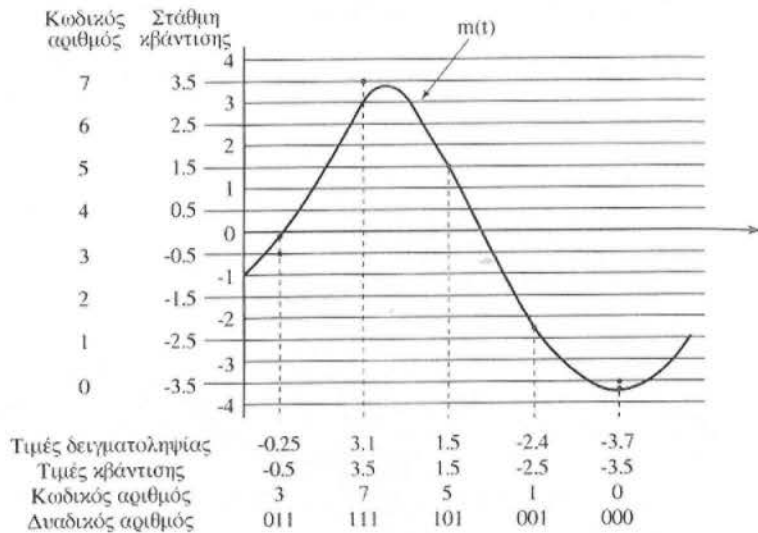
Σε κάθε τιμή δείγματος του σήματος γίνεται κβάντωση («στρογγύλευση») στην τιμή της πιο κοντινής στάθμης.

Παράδειγμα: έστω το σήμα $m(t)$ του παρακάτω σχήματος όπου $m_{\max} = 3.4 \text{ V}$ και $m_{\min} = -3.7 \text{ V}$. Επιλέγουμε να κβαντίσουμε σε 8 στάθμες (δηλαδή $N=0, \dots, 7$) Αντιστοιχίζουμε την «0» στάθμη στο -3.5 V και την «7» στάθμη στο $+3.5 \text{ V}$. Η απόσταση ανάμεσα στις στάθμες λέγεται «διακριτότητα» δ . Στο παράδειγμα μας $\delta=1 \text{ V}$. Η «δυναμική περιοχή» $\Delta\text{Π}$ ορίζεται ως ο λόγος της μέγιστης κωδικοποιημένης τιμής προς την ελάχιστη (διακριτότητα). Στο παράδειγμα $\Delta\text{Π} = 3.5 \text{ V} / 1 \text{ V}$. Σε dB ισχύει η σχέση $\Delta\text{Π} = 20 \log(3.5 \text{ V} / 1 \text{ V}) = 11 \text{ dB}$.

1.3.3 Κωδικοποίηση

Αντιστοίχιση σε κάθε στάθμη κβάντισης ενός δυαδικού αριθμού.

Στο παράδειγμα οι στάθμες είναι 8 άρα ο δυαδικός αριθμός έχει τρία bits (από 000 έως 111).



εικόνα 1-2: Κβάντιση και κωδικοποίηση σε σύστημα PCM

Στο παραπάνω παράδειγμα οι στάθμες κβάντισης ισαπέχουν και ο κώδικας ονομάζεται γραμμικός.

Παράδειγμα: Ψηφιακοποίηση φωνής κατά PCM με 8 bits. Έστω ότι το σήμα προς ψηφιακοποίηση $m(t)$ έχει φάσμα 300-3400 Hz, ελάχιστη τιμή $-2V$ και μέγιστη τιμή $3.2 V$.

Από το θεώρημα δειγματοληψίας έχουμε ότι η συχνότητα δειγματοληψίας f_s πρέπει να υπερβαίνει το διπλάσιο της 3400 Hz. Μπορούμε λοιπόν να επιλέξουμε $f_s=8000$ Hz. Ο χρόνος δειγματοληψίας είναι $T_s=1/8000=125$ ms.

Σε 8 bits αντιστοιχούν 256 επίπεδα κβαντοποίησης σήματος. Αντιστοιχίζουμε την ελάχιστη τιμή '0' στο $-2V$ και τη μέγιστη '255' στο $+3.2V$. Η διακριτότητα είναι 20.3 mV. Η δυναμική περιοχή είναι $\Delta P=20\log(3.2/0.0203)=44$ dB.

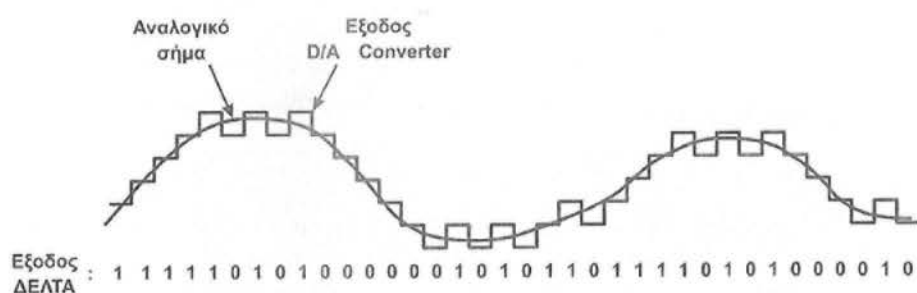
Η μετάδοση του ψηφιακοποιημένου σήματος απαιτεί κανάλι που να υποστηρίζει ρυθμό μετάδοσης $8 \text{ bits} \times 8000 \text{ Hz} = 64 \text{ kbps}$.

1.4 Διαμόρφωση DELTA

Ένα αναλογικό σήμα $m(t)$ κωδικοποιείται σε δυαδικούς αριθμούς με τη σύγκρισή του με ένα σήμα αναφοράς $m'(t)$.

Όταν η διαφορά είναι $m(t) - m'(t) > 0$ τότε η έξοδος του διαμορφωτή ΔΕΛΤΑ είναι 1 και το $m'(t)$ αυξάνεται κατά σταθερό βήμα $+\Delta$. Όταν $m(t) - m'(t) < 0$ η έξοδος ΔΕΛΤΑ είναι 0 και το $m'(t)$ μειώνεται κατά Δ .

Η διαδικασία επαναλαμβάνεται στο επόμενο βήμα, κλπ. Η συχνότητα δειγματοληψίας που απαιτεί η διαμόρφωση Δ είναι μεγαλύτερη από εκείνη στο PCM.



εικόνα 1-3: Κυματομορφές στη διαμόρφωση Δέλτα

Εάν το βήμα Δ είναι σχετικά μικρό, τότε δεν μπορεί να ακολουθήσει την μεταβολή του αναλογικού σήματος και το σφάλμα προσέγγισής του είναι μεγάλο (εικόνα 1-4). Η παραμόρφωση αυτή ονομάζεται «υπερφόρτωση κλίσης». Αντιμετωπίζεται είτε με αύξηση του ρυθμού δειγματοληψίας είτε με αύξηση του βήματος Δ .



εικόνα 1-4: Σφάλμα προσέγγισης στη διαμόρφωση Δέλτα

Στην αντίθετη περίπτωση, εάν το βήμα Δ είναι πολύ μεγαλύτερο από τη μεταβολή του αναλογικού σήματος, τότε το σήμα στην έξοδο του D/A

converter είναι μια ακολουθία από εναλλασσόμενα $+\Delta$ και $-\Delta$. Η παραμόρφωση αυτή ονομάζεται «βηματικός θόρυβος».

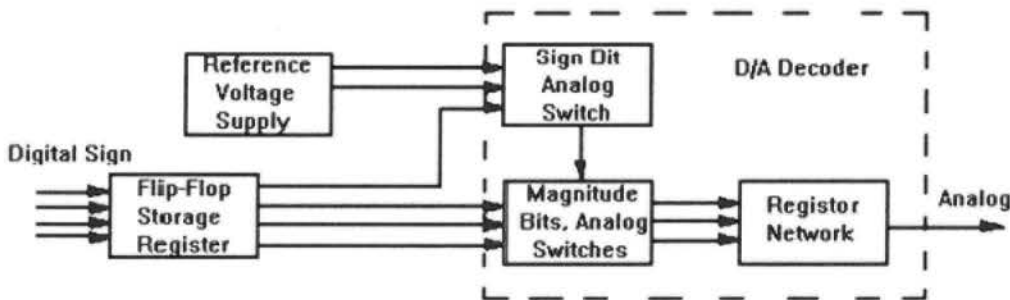
Η διαμόρφωση Δ πλεονεκτεί της διαμόρφωσης PCM γιατί απαιτεί μικρότερους ρυθμούς μετάδοσης αφού για κάθε δείγμα στέλνεται μόνο ένα bit (παρότι τα δείγματα είναι περισσότερα).

Η μετατροπή ψηφιακών τιμών στις αντίστοιχες αναλογικές, είναι μία απαραίτητη διαδικασία στις διάφορες εφαρμογές, όπου απαιτείται η χρήση των αποτελεσμάτων των ψηφιακών υπολογισμών σε αναλογικά κυκλώματα. Υπάρχουν δύο γενικά σχήματα D/A μετατροπής :

α) υλοποίηση του μετατροπέα με έναν αθροιστικό τελεστικό ενισχυτή (summing operational amplifier), ο οποίος διαθέτει αντιστάσεις εισόδου με δυαδικά βάρη (binary-weighted) και

β) χρήση ενός κλιμακωτού κυκλώματος (ladder network) με σταθερή αντίσταση και κλάδους, που λειτουργεί με άνοιγμα και κλείσιμο διακοπών, ανάλογα με την ψηφιακή τιμή την οποία θέλουμε να μετατρέψουμε.

Το παρακάτω σχήμα (εικόνα 1-5) δείχνει το σχηματικό διάγραμμα ενός D/A μετατροπέα, ο οποίος δέχεται μία ψηφιακή λέξη 4-bits (3-bits για τον αριθμό και 1-bit για το πρόσημο) και την μετατρέπει σε αναλογική τάση.



εικόνα 1-5: D/A μετατροπέας με είσοδο μία ψηφιακή λέξη 4-bits

Τα βασικά τμήματα του μετατροπέα είναι ο καταχωρητής (συσσωρευτής), η σταθερή αναφορική παροχή ισχύος, και ο D/A αποκωδικοποιητής. Στο παράδειγμα αυτό, η ψηφιακή λέξη έχει αποθηκευθεί σε έναν καταχωρητή flip-flop. Κάθε flip-flop οδηγεί ένα αναλογικό διακόπτη, ο οποίος με ακρίβεια συνδέει την τάση αναφοράς ή το έδαφος με το κατάλληλο ακροδέκτη του κυκλώματος αντιστάσεων. Στην περίπτωση που σε κάποιο συγκεκριμένο bit υπάρχει λογικό 1, το κύκλωμα αντιστάσεων (resistor network) διαιρεί την τάση αναφοράς, ώστε στην έξοδο του μετατροπέα να προστεθεί τάση ανάλογη με το ισοδύναμο βάρος του εξεταζόμενου bit.

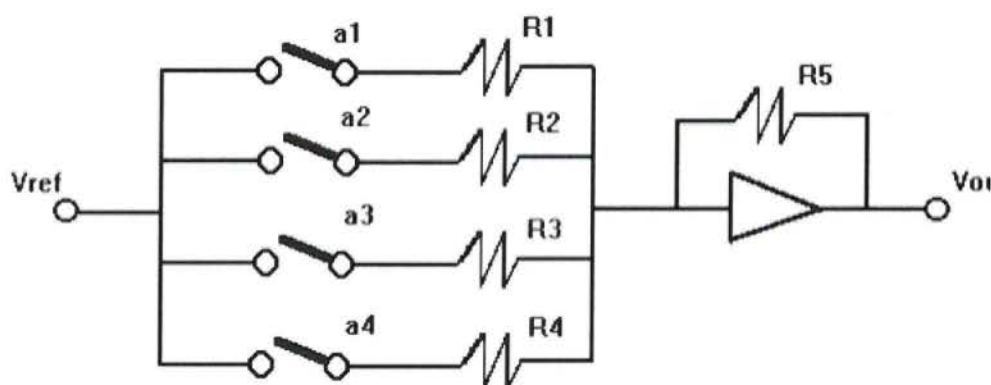
1.5 Βασικά Είδη D/A Μετατροπών

Τα βασικότερα είδη μετατροπών είναι δύο: Οι D/A Μετατροπείς Δυαδικών Συντελεστών Βαρύτητας με Αντιστάσεις (Weighted Register Network) και οι D/A Μετατροπείς Κλιμακωτού Κυκλώματος με 2 Αντιστάσεις ανά bit (R-2R Ladder network).

1.5.1 D/A Μετατροπέας Δυαδικών Συντελεστών Βαρύτητας Με Αντιστάσεις (Weighted Register Network)

Ένας μετατροπέας τέτοιου είδους, 4-bits, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 1-6). Οι μετατροπείς weighted-resistor περιλαμβάνουν μία πηγή τάσεως αναφοράς, ένα σύνολο διακοπών, ένα σύνολο αντιστάσεων με δυαδικούς συντελεστές βαρύτητας και ένα τελεστικό ενισχυτή. Κάθε bit της ψηφιακής εισόδου, ελέγχει τον αντίστοιχο διακόπτη. Αν το bit είναι λογικό 1, ο διακόπτης κλείνει, διαφορετικά παραμένει ανοικτός. Όταν κλείσει ένας διακόπτης, το ρεύμα διέρχεται διαμέσου της αντίστοιχης αντιστάσεως από την πηγή αναφοράς προς τον τελεστικό ενισχυτή. Όταν τα ρεύματα, από όλες τις αντιστάσεις που έχουν τους διακόπτες τους κλειστούς, αθροιστούν στον τελεστικό ενισχυτή, η τάση εξόδου V_0 είναι ανάλογη στο συνολικό ρεύμα και κατά συνέπεια και στον ψηφιακό κώδικα εισόδου. Συνεπώς η τάση εξόδου V_0 είναι:

$$V_{out} = R_5 * V_{ref} * \left(\frac{a_1}{R_1} + \frac{a_2}{R_2} + \frac{a_3}{R_3} + \frac{a_4}{R_4} \right).$$

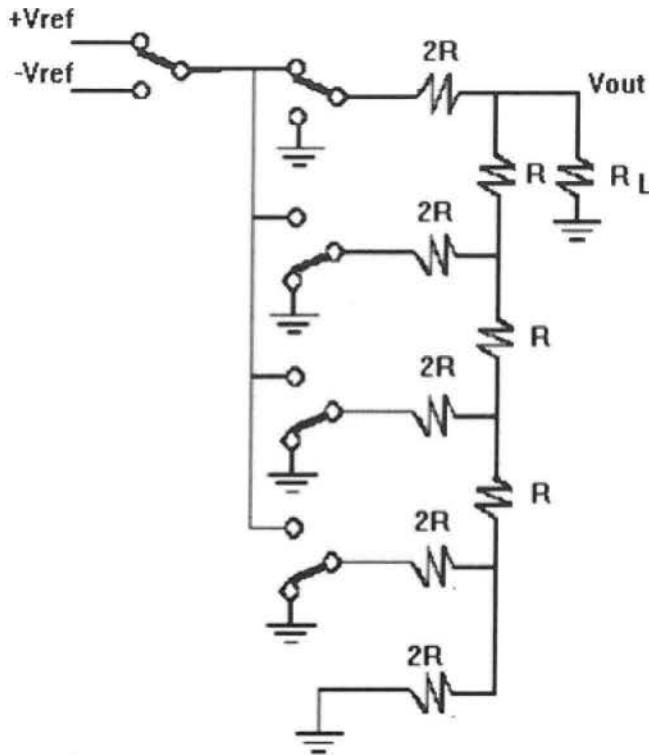


εικόνα 1-6: D/A Μετατροπέας Δυαδικών Συντελεστών Βαρύτητας με Αντιστάσεις

1.5.2 D/A Μετατροπέας Κλιμακωτού Κυκλώματος Με 2 Αντιστάσεις Ανά Bit (R-2R Ladder Network)

Ένας μετατροπέας τέτοιου είδους, 4-bits, φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 1-7). Οι μετατροπείς αυτού του τύπου επίσης περιέχουν μία πηγή τάσεως αναφοράς, ένα σύνολο διακοπών και ένα τελεστικό ενισχυτή. Ωστόσο αντί για ένα σύνολο αντιστάσεων με δυαδικούς συντελεστές βαρύτητας, περιέχουν δύο αντιστάσεις ανά bit. Η μία είναι σε σειρά με τον διακόπτη του bit και η άλλη (το μισό της πρώτης) συνδέεται στην γραμμή άθροισης. Οι διακόπτες είναι αναλογικοί και πρέπει να μεταφέρουν μία dc αναφορική τάση με υψηλό βαθμό ακρίβειας. Αυτό σημαίνει ότι, στην ιδανική περίπτωση, ο κλειστός διακόπτης ισοδυναμεί με μηδενική αντίσταση και ο ανοικτός με άπειρη. Η φαινομενική αντίσταση εξόδου είναι σταθερή, ανεξάρτητα από τις θέσεις των διακοπών, ώστε μια σταθερή αντίσταση φορτίου, να μην εισάγει μη γραμμικά σφάλματα. Για να δειχθεί αυτό, ας δεχτούμε τις θέσεις των διακοπών του παραπάνω σχήματος και ας αγνοήσουμε την RL. Το ρεύμα από την αντίσταση 2R του MSB διακλαδίζεται διαμέσου της ισοδύναμης αντίστασης από το σημείο A στο έδαφος. Η ισοδύναμη αντίσταση, από το A στο έδαφος, εύκολα βρίσκεται ότι είναι ίση με 2R. Έτσι η τάση εξόδου (χωρίς φορτίο) στο A θα είναι VR/2, με το φορτίο RL θα γίνεται ίση με

$$\frac{V_R}{2} \cdot \frac{R_L}{R+R_L}$$



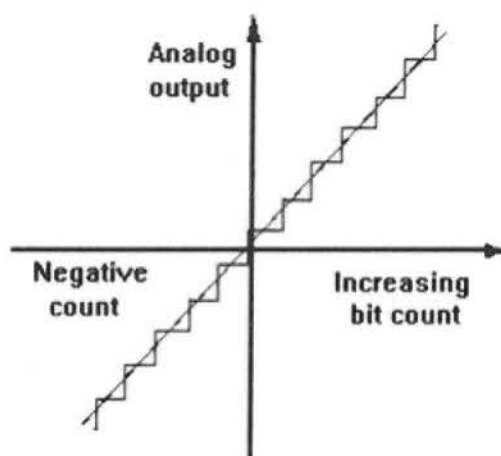
εικόνα 1-7: D/A Μετατροπέας Κλιμακωτού Κυκλώματος με 2 Αντιστάσεις ανά bit

Ομοίως, κάθε διακόπτης συνεισφέρει με αντίστοιχο συντελεστή βάρους, στην τάση εξόδου, με αποτέλεσμα στην έξοδο να έχουμε τάση ανάλογη με τη δυαδική λέξη εξόδου. Το δίκτυο που εξετάσαμε, είναι σχετικά απλό στην κατασκευή, αφού χρησιμοποιούνται δύο μόνον τιμές αντιστάσεων: R και $2R$. Αυτές μπορούν να επιλεγούν από μία μεγάλη ποικιλία τύπων αντιστάσεων. Ο λόγος των τιμών των αντιστάσεων, πρέπει να διατηρείται σταθερός, όταν ο μετατροπέας λειτουργεί σε ένα εύρος θερμοκρασιών. Γι' αυτό τον λόγο, οι αντιστάσεις πρέπει να είναι του ίδιου τύπου, αφού οι συντελεστές θερμοκρασίας οφείλουν να ταυτίζονται. Μερικές φορές η αντίσταση $2R$, κατασκευάζεται από δύο αντιστάσεις R σε σειρά.

Οι μετατροπείς D/A, εμφανίζουν συχνά προβλήματα στην κατασκευή τους, λόγω διαφόρων παραμέτρων, που αν δε ληφθούν υπόψη, θα εισάγουν σημαντικές καθυστερήσεις ή ανακρίβειες.

Τέτοιες παράμετροι είναι η μη ταύτιση των θερμοκρασιακών συντελεστών των αντιστάσεων, παράσιτες χωρητικότητες, η ύπαρξη χωρητικών και επαγωγικών στοιχείων στα κυκλώματα κ.λπ.. Η παρουσία των παραμέτρων αυτών εισάγει σφάλμα στην λειτουργία των D/A μετατροπέων,

το οποίο σφάλμα πρέπει να περιοριστεί. Η ακρίβεια των μετατροπών D/A, σχετίζεται με την σχέση μεταξύ ψηφιακής εισόδου και αναλογικής εξόδου. Το παρακάτω σχήμα δείχνει μία ιδανική χαρακτηριστική, όπου η έξοδος μεταβάλλεται ομοιόμορφα και με ακριβή κλιμάκωση, καθώς αυξάνεται η ψηφιακή είσοδος (εικόνα 1-8). Η εικόνα δεν δείχνει τον απαιτούμενο χρονισμό (συγχρονισμό-simultaneity) μεταξύ αλλαγών στην είσοδο και αντιστοίχων αλλαγών στην έξοδο, σε έναν ιδανικό μετατροπέα, απαλλαγμένο από μεταβατικά φαινόμενα.



εικόνα 1-8: Ιδανική χαρακτηριστική μετατροπέα D/A

Δεδομένου ότι η σχετική σημασία διαφορετικών τμημάτων του σφάλματος (error component), μεταβάλλεται με την εφαρμογή και αφού η ελαχιστοποίηση ορισμένων τμημάτων (παραγόντων) του σφάλματος μεγιστοποιεί άλλα, είναι σημαντικό να τα καθορίσουμε για εύκολο προσδιορισμό και έλεγχο. Γι' αυτό τον λόγο, πολλοί κατασκευαστές, προμηθεύουν handbooks με εκτεταμένους πίνακες ορισμού σφαλμάτων, όπως και μεθόδους ελέγχου και προλήψεων.

Τα συστήματα που σχεδιάσαμε παραπάνω, είναι υπεραπλουστευμένα για πρακτική χρήση. Επιπλέον σε έναν D/A μετατροπέα χρειάζεται συνήθως ένας ενισχυτής για απομόνωση της εξόδου, καθώς επίσης και μετατροπέας δεδομένων από σειριακά σε παράλληλα (αν έχουμε σειριακή είσοδο), μετατροπείς κώδικα, καταχωρητές, πολυπλέκτες, τροφοδοτικά κ.λπ.. Η ύπαρξη αυτών των στοιχείων ανεβάζει το κόστος των μετατροπών, τους

καθιστά όμως ικανούς να λειτουργούν αποτελεσματικά. Διαφορετικά, η χρήση ενός φθηνού D/A μετατροπέα, μπορεί να στοιχίσει ακριβά στο όλο σύστημα που τον περιέχει λόγω της μη ικανοποιητικής λειτουργίας.

Ένα άλλο είδος μετατροπέων είναι οι πολλαπλασιαστικοί D/A μετατροπείς, οι οποίοι δίνουν έξοδο ακριβώς ανάλογη με την ψηφιακή είσοδο επί μια μεταβλητή αναλογική αναφορική τάση. Χρησιμοποιούνται σε προγραμματιζόμενα test εξοπλισμού και σε εφαρμογές CRT display, όπου η πληροφορία εξόδου δεν πρέπει μόνο να παράγεται, αλλά και να τοποθετείται κατάλληλα (να εμφανίζεται) σε συνάρτηση με ένα σύνολο συντεταγμένων αναφοράς.

Κεφάλαιο 2

Στοιχεία μετάδοσης

2.1 Κώδικες Επικοινωνίας

2.1.1 Δυαδικοί Κώδικες

Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί τη δεκαδική λογική. Αντίθετα, οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές λειτουργούν με βάση τη δυαδική λογική. Είναι προφανές ότι υπάρχει πρόβλημα επικοινωνίας του χρήστη με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Ο χρήστης εισάγει δεδομένα σε δεκαδική μορφή. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής επεξεργάζεται τα δεδομένα σε δυαδική μορφή. Επομένως, απαιτείται η κατάλληλη μετατροπή των πληροφοριών που ονομάζεται **κωδικοποίηση**. **Κώδικας** είναι ένας συστηματικός τρόπος παράστασης πληροφοριών.

Τα ηλεκτρονικά ψηφιακά συστήματα χρησιμοποιούν σήματα που έχουν δύο διακριτές τιμές. Όμως, τα ψηφιακά συστήματα αναπαριστούν και χειρίζονται πολλά διακριτά στοιχεία πληροφορίας και όχι μόνο δυαδικές πληροφορίες. Κάθε διακριτό στοιχείο πληροφορίας μπορεί να παρασταθεί με έναν δυαδικό κώδικα. **Δυαδικός κώδικας** είναι ένας συστηματικός τρόπος παράστασης πληροφοριών σε δυαδική μορφή.

Οι δυαδικοί κώδικες χρησιμοποιούν το δυαδικό ψηφίο (binary digit - bit) με δύο πιθανές τιμές "0" και "1". Με έναν δυαδικό κώδικα που χρησιμοποιεί n bits μπορούν να παρασταθούν το πολύ 2^n διακεκριμένα στοιχεία πληροφορίας, αφού τα n bits μπορούν να τοποθετηθούν στη σειρά με 2^n διαφορετικούς τρόπους (συνδυασμοί).

Τέσσερα στοιχεία μπορούν να παρασταθούν με έναν δυαδικό κώδικα των 2 bits. Κάθε στοιχείο παριστάνεται με έναν από τους τέσσερις τρόπους που μπορούν να τοποθετηθούν στη σειρά αυτά τα 2 bits: 00, 01, 10 και 11. Για παράδειγμα, οι τέσσερις εποχές του χρόνου θα μπορούσαν να παρασταθούν ως εξής:

Άνοιξη	«	00
Καλοκαίρι	«	01
Φθινόπωρο	«	10
Χειμώνας	«	11

πίνακας 2-1: Παράσταση των εποχών σε 2 bits

Η παραπάνω αντιστοιχία των εποχών με δυαδικούς αριθμούς είναι ένας δυαδικός κώδικας. Η αντιστοιχία αυτή δεν είναι μοναδική και επιλέγεται ανάλογα με την εφαρμογή.

Αν το πλήθος των στοιχείων που πρόκειται να κωδικοποιηθούν δεν είναι δύναμη του 2, τότε μερικοί από τους συνδυασμούς των bits δεν χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, τα 10 ψηφία του δεκαδικού συστήματος μπορούν να παρασταθούν με έναν δυαδικό κώδικα των 4 bits. Με 4 bits, όμως, μπορούν να αναπτυχθούν 16 συνδυασμοί. Επομένως, δεν χρησιμοποιούνται 6 συνδυασμοί.

Οι δυαδικοί κώδικες ανήκουν στις δύο ακόλουθες κατηγορίες ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους:

- δυαδικοί κώδικες με βάρη
- δυαδικοί κώδικες χωρίς βάρη

2.1.2 Δυαδικοί Κώδικες Με Βάρη

Οι δυαδικοί κώδικες με βάρη κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε στη θέση κάθε bit του κώδικα να αντιστοιχεί ένα βάρος (κάθε θέση έχει μία αξία). Οι ακόλουθοι δυαδικοί κώδικες με βάρη στα bits ανάλογα με τη θέση τους, χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση των 10 ψηφίων του δεκαδικού συστήματος:

- ο *BCD* κώδικας που χρησιμοποιεί 4 bits με βάρη 8 4 2 1
- ο κώδικας με βάρη 7 4 2 1 που χρησιμοποιεί 4 bits με βάρη 7 4 2 1
- ο *Biquinary* κώδικας που χρησιμοποιεί 7 bits με βάρη 5 0 4 3 2 1 0

2.1.3 Ο Κώδικας BCD

Ο κώδικας BCD είναι δυαδικός κώδικας με βάρη, που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση των 10 ψηφίων του δεκαδικού συστήματος, όπως δηλώνει άλλωστε το όνομά του: Binary Coded Decimal (δυναμικά κωδικοποιημένο δεκαδικό).

Ο κώδικας BCD χρησιμοποιεί 4 bits με βάρη 8 4 2 1 και παρουσιάζεται στον Πίνακα 2-2.

Δεκαδικό ψηφίο	BCD 8421
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

πίνακας 2-2: Κώδικας BCD

Ο κώδικας BCD είναι ένας τρόπος παράστασης των 10 ψηφίων του δεκαδικού συστήματος, το κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μία τετράδα bits.

Για παράδειγμα, ο δεκαδικός αριθμός 5 αντιστοιχεί στην τετράδα 0101 ($0 \times 8 + 1 \times 4 + 0 \times 2 + 1 \times 1 = 5$).

2.1.3.1 Μετατροπή Από BCD Σε Δεκαδικό

Για τη μετατροπή ενός BCD αριθμού σε δεκαδικό αριθμό χωρίζεται ο BCD αριθμός σε ομάδες **τεσσάρων** (4) bits και κάθε ομάδα μετατρέπεται στο ισοδύναμο δεκαδικό ψηφίο.

Για παράδειγμα, ο BCD αριθμός 100011000101001 αντιστοιχεί στο δεκαδικό αριθμό 8629 αφού:

1000	0110	0010	1001
8	6	2	9

πίνακας 2-3: Μετατροπή BCD αριθμού στον αντίστοιχο δεκαδικό

Παρατήρηση: Ο κώδικας BCD χρησιμοποιεί τους 10 από τους 16 δυνατούς συνδυασμούς των 4 bits. Οι 6 συνδυασμοί 1010, 1011, 1100, 1101, 1110 και 1111 δεν χρησιμοποιούνται.

2.1.3.2 Μετατροπή Από Δεκαδικό Σε BCD

Για τη μετατροπή ενός δεκαδικού αριθμού σε BCD αριθμό, μετατρέπεται κάθε ψηφίο του δεκαδικού αριθμού σε μία ομάδα **τεσσάρων** (4) bits που αποτελούν τον ισοδύναμο BCD αριθμό του κάθε δεκαδικού ψηφίου. Για παράδειγμα, ο δεκαδικός αριθμός 4738 αντιστοιχεί στον BCD αριθμό 0100011000111000 αφού:

4	7	3	8
0100	0110	0011	1000

πίνακας 2-4: Μετατροπή δεκαδικού αριθμού στον αντίστοιχο BCD

2.1.3.3 Αριθμοί Του Κώδικα BCD Και Δυαδικοί Αριθμοί

Ο κώδικας BCD δεν είναι ένα άλλο αριθμητικό σύστημα (όπως το δεκαδικό, το δυαδικό, το οκταδικό, το δεκαεξαδικό), αλλά είναι ένας τρόπος παράστασης των 10 ψηφίων του δεκαδικού συστήματος, το κάθε ένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μία τετράδα bits.

Επομένως, είναι σημαντική η διαφορά ανάμεσα στη δυαδική κωδικοποίηση ενός δεκαδικού αριθμού και στη μετατροπή ενός δεκαδικού αριθμού στο δυαδικό σύστημα.

Ο κώδικας BCD είναι ένας άμεσος δυαδικός μετατροπέας μόνο για τους δεκαδικούς αριθμούς 0-9. Για τους δεκαδικούς αριθμούς που είναι μεγαλύτεροι από 9, η κωδικοποίηση και η μετατροπή είναι διαφορετικές.

Για παράδειγμα, ο δεκαδικός αριθμός 253 αντιστοιχεί:

- στον 12-bits BCD αριθμό 001001010011
- στον 8-bits δυαδικό αριθμό 11111101

2.1.4 Δυαδικοί Κώδικες Χωρίς Βάρη

Στους δυαδικούς κώδικες χωρίς βάρη η θέση κάθε bit του κώδικα δεν αντιστοιχεί κάποιο βάρος, όπως γίνεται στους δυαδικούς κώδικες με βάρη. Αυτοί οι κώδικες προκύπτουν από κάποιον κανόνα.

Τέτοιοι δυαδικοί κώδικες χωρίς βάρη είναι οι ακόλουθοι:

- ο κώδικας Gray
- ο κώδικας υπερβολής κατά 3 (excess-3)

2.1.5 Ο Κώδικας Gray

Ο κώδικας Gray είναι δυαδικός κώδικας χωρίς βάρη που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση των δεκαδικών αριθμών (όχι μόνο των 10 ψηφίων του δεκαδικού συστήματος, όπως γίνεται στον κώδικα BCD).

Ο κώδικας Gray που χρησιμοποιεί 4 bits (κωδικοποίηση των 16 πρώτων δεκαδικών αριθμών 0-15) παρουσιάζεται στον Πίνακα 2-5

Δεκαδικός Αριθμός	Gray
0	0000
1	0001
2	0011
3	0010
4	0110
5	0111
6	0101
7	0100
8	1100
9	1101
10	1111
11	1110
12	1010
13	1011
14	1001
15	1000

πίνακας 2-5: Κώδικας Gray

Ο κώδικας Gray ονομάζεται κατοπτρικός κώδικας, λόγω του τρόπου κατασκευής του. Στον Πίνακα 2-5 φαίνεται ότι:

Η πρώτη στήλη από δεξιά (LSB) ξεκινάει πρώτα με ένα "0" και μετά με ένα "1". Αυτά είναι τα 2 πρώτα κατακόρυφα bits. Τα επόμενα 2 κατακόρυφα bits είναι κατοπτρικά των 2 πρώτων bits (υπάρχει συμμετρία ως προς τη μέση τους). Έτσι, δημιουργούνται 4 bits. Τα επόμενα 4 κατακόρυφα bits είναι κατοπτρικά των 4 πρώτων bits. Έτσι, δημιουργούνται 8 bits. Τα επόμενα 8 bits είναι κατοπτρικά των 8 πρώτων bits.

Η δεύτερη στήλη από δεξιά ξεκινάει πρώτα με δύο "0" και μετά με δύο "1". Τα επόμενα 4 bits είναι κατοπτρικά των 4 πρώτων bits. Έτσι, δημιουργούνται 8 bits. Τα επόμενα 8 bits είναι κατοπτρικά των 8 πρώτων bits. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται και στις επόμενες στήλες. Η τρίτη στήλη από δεξιά ξεκινάει πρώτα με τέσσερα "0" και μετά με τέσσερα "1" και είναι κατοπτρική ως προς το μέσον της. Η τέταρτη στήλη από δεξιά ξεκινάει πρώτα με οκτώ "0" και μετά με οκτώ "1".

Ο κώδικας Gray έχει το εξής σημαντικό χαρακτηριστικό: στον κώδικα Gray αλλάζει ένα μόνο bit μεταξύ δύο διαδοχικών αριθμών. Για παράδειγμα, οι διαδοχικοί αριθμοί 5 και 6 του κώδικα Gray είναι 0111 και 0101, αντίστοιχα, δηλαδή αλλάζει μόνο το δεύτερο bit από δεξιά. Επίσης, οι διαδοχικοί αριθμοί 7 και 8 του κώδικα Gray είναι 0100 και 1100, αντίστοιχα, δηλαδή αλλάζει μόνο το τέταρτο bit από αριστερά. Αυτό δεν συμβαίνει στο δυαδικό σύστημα. Οι διαδοχικοί αριθμοί 5 και 6 στο δυαδικό σύστημα είναι 0101 και 0110, αντίστοιχα, δηλαδή αλλάζουν τα 2 bits από δεξιά. Επίσης, οι διαδοχικοί αριθμοί 7 και 8 στο δυαδικό σύστημα είναι 0111 και 1000, αντίστοιχα, δηλαδή αλλάζουν και τα 4 bits.

Αν χρησιμοποιούνται δυαδικοί αριθμοί για τη μετάβαση από έναν αριθμό στον επόμενο, τότε υπάρχει η πιθανότητα σφάλματος: η μετάβαση από το 0111 (7) στο 1000 (8) μπορεί να οδηγήσει (για μικρό χρονικό διάστημα) στο 0110 (4) αν το LSB αλλάζει γρηγορότερα από τα άλλα bits, με αποτέλεσμα να γίνει λάθος στη μετατροπή. Αν χρησιμοποιείται ο κώδικας Gray για τη μετάβαση από έναν αριθμό στον επόμενο, τότε η πιθανότητα σφάλματος εξαλείφεται: η μετάβαση από το 0100 (7) στο 1100 (8) επιτυγχάνεται με την αλλαγή ενός (1) μόνο bit.

2.1.6 Ο Κώδικας Υπερβολής Κατά 3

Ο κώδικας υπερβολής κατά 3 χρησιμοποιείται από μερικούς παλαιούς υπολογιστές. Είναι δυαδικός κώδικας χωρίς βάρη που χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση των δεκαδικών αριθμών. Ο κώδικας υπερβολής κατά 3 χρησιμοποιεί 4 bits, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 2-6

Ψηφίο	Κώδικας	Κώδικας	Ψηφίο
0	0011	1100	9
1	0100	1011	8
2	0101	1010	7
3	0110	1001	6
4	0111	1000	5

πίνακας 2-6: Κώδικας υπερβολής κατά 3

2.1.7 Αλφαριθμητικοί Κώδικες

Πολλές εφαρμογές των ηλεκτρονικών υπολογιστών απαιτούν τη χρήση δεδομένων που αποτελούνται από αριθμούς αλλά και από γράμματα και από ειδικούς χαρακτήρες. Για παράδειγμα, το λογιστήριο μίας εταιρείας χρησιμοποιεί ηλεκτρονικό υπολογιστή για να επεξεργάζεται τα αρχεία της μισθοδοσίας της εταιρείας. Για να παρασταθούν τα ονόματα των εργαζομένων σε δυαδική μορφή, πρέπει να υπάρχει ένας δυαδικός κώδικας για το αλφάβητο. Για να παρασταθούν οι μισθοί των εργαζομένων σε δυαδική μορφή πρέπει να υπάρχει ένας δυαδικός κώδικας για τους δεκαδικούς αριθμούς και για κάποιους ειδικούς χαρακτήρες, όπως είναι ο χαρακτήρας "\$".

Οι **αλφαριθμητικοί χαρακτήρες** περιλαμβάνουν:

- τα 26 κεφαλαία γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου A-Z
- τα 26 μικρά γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου a-z
- τα 10 δεκαδικά ψηφία 0-9
- τους ειδικούς χαρακτήρες (τα σημεία στίξης όπως ! , ? και άλλοι χαρακτήρες όπως @ # \$ % & * + /).

Ένας **αλφαριθμητικός κώδικας** είναι ένας συστηματικός τρόπος παράστασης των αλφαριθμητικών χαρακτήρων σε δυαδική μορφή. Κάθε αλφαριθμητικός χαρακτήρας παριστάνεται με μία ομάδα bits, το μέγεθος της οποίας εξαρτάται από το πλήθος των αλφαριθμητικών χαρακτήρων που παριστάνει ο κώδικας.

Τέτοιοι δυαδικοί αλφαριθμητικοί κώδικες είναι οι ακόλουθοι:

- ο κώδικας *ASCII* που χρησιμοποιεί 7 bits
- ο κωδικοσελίδες *ISO* που χρησιμοποιεί 8 bits
- ο κώδικας *Baudot* που χρησιμοποιεί 5 bits
- ο κώδικας *UNICODE* που χρησιμοποιεί 16 bits

2.1.8 Ο Κώδικας ASCII

Ο πλέον συχνά χρησιμοποιούμενος δυαδικός αλφαριθμητικός κώδικας είναι ο κώδικας ASCII (American Standard Code for Information Interchange) ο οποίος χρησιμοποιεί 7 bits για την κωδικοποίηση 128 χαρακτήρων.

Ο κώδικας ASCII περιλαμβάνει 94 εκτυπώσιμους γραφικούς χαρακτήρες και 34 μη εκτυπώσιμους χαρακτήρες ελέγχου (control characters), δηλαδή συνολικά 128 χαρακτήρες που παρουσιάζονται στον Πίνακα 2-7.

Οι εκτυπώσιμοι χαρακτήρες είναι:

- τα 26 κεφαλαία γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου A-Z
- τα 26 μικρά γράμματα του αγγλικού αλφαβήτου a-z
- οι 10 αριθμοί 0-9
- οι 32 ειδικοί χαρακτήρες.

Οι χαρακτήρες ελέγχου χωρίζονται σε:

- διαμορφωτές μορφής
- διαχωριστές πληροφορίας
- χαρακτήρες ελέγχου-επικοινωνίας.

b ₇ b ₆ b ₅ b ₄ b ₃ b ₂ b ₁	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	'	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	-	o	DEL

πίνακας 2-7: Κώδικας ASCII

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές συνήθως χρησιμοποιούν δυαδικές λέξεις των 8 bits (1 byte), ενώ ο κώδικας ASCII χρησιμοποιεί 7 bits. Έτσι, κάθε χαρακτήρας του κώδικα ASCII συνήθως αναπαρίσταται με 1 byte των 8 bits, οπότε μπορεί να γίνει κωδικοποίηση 256 χαρακτήρων. Για την κωδικοποίηση των 128 χαρακτήρων του κώδικα ASCII χρησιμοποιείται το MSB με τιμή "0" (και τα υπόλοιπα 7 bits είναι τα 7 bits του κώδικα ASCII).

Παράδειγμα: Η λέξη **bit** στον κώδικα ASCII είναι:

b	i	t
1100010	1101001	1110100

πίνακας 2-8: Η λέξη bit στον κώδικα ASCII

2.1.9 Κωδικοσελίδες ISO

Σημαντικό μειονέκτημα της ASCII είναι ότι περιλαμβάνει μόνο λατινικούς χαρακτήρες.

Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκαν επεκτάσεις της (χρήση 8 bit), οι οποίοι μπορούσαν να αντιστοιχήσουν ακόμα άλλους $2^8 = 256$ χαρακτήρες. Οι πρώτες 128 θέσεις είναι ίδιες με την ASCII και οι επιπλέον 128 χαρακτήρες είναι για ειδικά σύμβολα άλλων αλφάβητων. Με τον τρόπο αυτόν έχει προκύψει το Πρότυπο ΕΛΟΤ-928 του Ελληνικού Οργανισμού Τυποποίησης που είναι εγκεκριμένο από την ISO (International Standards Organisation).

ISO/IEC 8859-7																
	x0	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	xA	xB	xC	xD	xE	xF
0x	ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ															
1x	ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ															
2x	SP	!	"	#	\$	%	&	'	()	*	+	,	-	.	/
3x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;	<	=	>	?
4x	@	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
5x	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	[\]	^	_
6x	`	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
7x	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	{	|	}	~	
8x	ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ															
9x	ΔΕΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ															
Ax	NBSP	'	'	ε	€	Ⓓ	!	§	~	©	.	«	¬	SHY		—
Bx	°	±	²	³	´	ˆ	Α	·	Έ	Η	Ί	»	Ό	½	Υ	Ω
Cx	ı	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ	Ν	Ξ	Ο
Dx	Π	Ρ		Σ	Τ	Υ	Φ	Χ	Ψ	Ω	Ϊ	Ϋ	ά	έ	ή	ί
Ex	ϖ	α	β	γ	δ	ε	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ	ν	ξ	ο
Fx	π	ρ	ς	σ	τ	υ	φ	χ	ψ	ω	ϊ	ϖ	ό	ύ	ώ	

πίνακας 2-9: Κώδικας ISO-8859-7

2.1.10 Κώδικας Baudot

Ο κώδικας Baudot ήταν ένας από τους πρώτους δυαδικούς κώδικες που δημιουργήθηκαν για να παρασταίνουν αλφαριθμητικούς χαρακτήρες. Κάθε αλφαριθμητικός χαρακτήρας παρίσταται από μια αλληλουχία από 0 και 1. Έχει δυνατότητα αναπαράστασης 32 αλφαριθμών. Η δυνατότητά του να αναπαριστά χαρακτήρες περιορίζεται από το γεγονός ότι χρησιμοποιεί 5 bits. Ο κώδικας Baudot χρησιμοποιήθηκε στην τηλεγραφία και υπερκεράστηκε από το τηλέφωνο και ύστερα από άλλους κώδικες στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

BAUDOT CODE	
○ SPACE	● MARK
A- ●●○○○	Q- ●●●○○
B- ●○○●●	R- ○●○○●
C- ○●●●○	S- ●○○●○
D- ●○○●○	T- ○○○○●
E- ●○○○○	U- ●●●○○
F- ●○●●○	V- ○●●●●
G- ○●○○●	W- ●●○○●
H- ○○○●●	X- ●○○●●
I- ○●●○○	Y- ●○○●○
J- ●●○○○	Z- ●○○○○
K- ●●●●○	BLANK- ○○○○○
L- ○●○○●	CAR.RE- ○○○●○
M- ○○○●●	L.FEED- ○●○○○
N- ○○○●○	SPACE- ○○○○○
O- ○○○●●	LTRS- ●●●●●
P- ○●●●○	FIGS- ●●○○●

πίνακας 2-10: Κώδικας Baudot

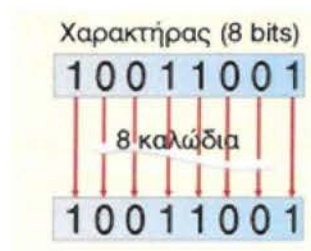
2.1.11 Ο κώδικας UNICODE

Στους υπολογιστές, το διεθνές πρότυπο **Unicode** στοχεύει στην κωδικοποίηση όλων των συστημάτων γραφής που χρησιμοποιούνται στον πλανήτη, ώστε να γίνει δυνατή η αποθήκευση -στη μνήμη ενός υπολογιστή- γραπτού κειμένου όλων των γλωσσών συμπεριλαμβανομένων και συμβόλων επιστημών, όπως μαθηματικά, φυσική κτλ. Η καθιέρωση του Unicode είναι ένα φιλόδοξο σχέδιο αφού σκοπεύει να αντικαταστήσει όλες τις υπάρχουσες κωδικοποιήσεις συνόλων χαρακτήρων, οι οποίες έχουν περιορισμούς που τις καθιστούν προβληματικές για χρήση σε πολυγλωσσικά υπολογιστικά συστήματα. Το Unicode περιλαμβάνει σχεδόν όλα τα συστήματα γραφής που είναι σε χρήση σήμερα. Κάθε κωδικοποιημένη λέξη Unicode έχει μήκος 16 bit δηλαδή επιτυγχάνονται $2^{16}=65536$ συνδυασμοί.

2.2 Μορφές Μετάδοσης

2.2.1 Παράλληλη Μετάδοση

Παράλληλη μετάδοση νοείται η ομαδική μεταφορά χαρακτήρων. Στην ψηφιακή μετάδοση υλοποιείται με την ταυτόχρονη μεταφορά των δυαδικών ψηφίων κάθε χαρακτήρα. Κατά συνέπεια για κάθε δυαδικό ψηφίο του



εικόνα 2-11: Παράλληλη μετάδοση 8 bits

χαρακτήρα αφιερώνεται μια ιδιαίτερη γραμμή μετάδοσης. Στην πράξη όμως χρησιμοποιούνται καλώδια πολλών αγωγών, τα οποία επιτρέπουν την ταυτόχρονη διέλευση των ψηφιακών σημάτων. Το μεγάλο μειονέκτημα της παράλληλης μετάδοσης είναι το μεγάλο μήκος της καλωδίωσης που απαιτείται, με αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους της σύνδεσης. Σε αντιδιαστολή, το βασικό πλεονέκτημα της μετάδοσης αυτής είναι ο μικρότερος

χρόνος μεταφοράς των δεδομένων σε σύγκριση με αυτόν της σειριακής μετάδοσης.

Η παράλληλη μετάδοση χρησιμοποιείται ευρύτατα στην επικοινωνία μεταξύ της κεντρικής μονάδας ενός συστήματος ηλεκτρονικών υπολογιστών και των περιφερειακών του μονάδων, όπως είναι για παράδειγμα οι εκτυπωτές, οι ταινίες, οι δίσκοι, οι ψηφιακές κάμερες κτλ. Οι περιφερειακές αυτές συσκευές πρέπει να βρίσκονται σε κοντινή απόσταση (συνήθως μικρότερη από 1,5 μέτρα) από την κεντρική μονάδα. Σε τέτοια απόσταση η παράλληλη μετάδοση μπορεί να πετύχει υψηλούς ρυθμούς, ενώ είναι ενδεχόμενο να δημιουργηθούν προβλήματα, όσο η απόσταση μεγαλώνει.

2.2.2 Σειριακή Μετάδοση

Στη σειριακή μετάδοση ψηφιακών δεδομένων τα δυαδικά ψηφία κάθε χαρακτήρα στέλνονται διαδοχικά, το ένα μετά το άλλο (σε σειρά), από τον πομπό στο δέκτη, διαμέσου μιας γραμμής επικοινωνίας. Παρά το γεγονός ότι με την παράλληλη σύνδεση η μεταφορά των δεδομένων είναι ταχύτερη, η σειριακή μετάδοση χρησιμοποιείται περισσότερο, επειδή:

- Απαιτούνται λιγότεροι αγωγοί από ότι στην παράλληλη μετάδοση, με αποτέλεσμα να μειώνεται το κόστος σύνδεσης.
- Η υφιστάμενη παραμόρφωση του σήματος κατά τη μεταφορά της πληροφορίας είναι μικρότερη από ότι στην παράλληλη μετάδοση.



εικόνα 2-12: Σειριακή μετάδοση 8 bits

Στις σειριακές συνδέσεις χρησιμοποιούνται καλώδια τα οποία επιτρέπουν τη διέλευση των δεδομένων μέσα από ένα μόνο αγωγό. Η μεταφορά δεδομένων είναι αργή, αλλά το σήμα ελέγχεται από τον πομπό και

περνά το μέσο με τις μικρότερες κατά το δυνατόν παραμορφώσεις. Από το δέκτη χρησιμοποιείται η ίδια τεχνική, με τον αντίστροφο όμως τρόπο.

Αφού τα δεδομένα που λαμβάνονται είναι μια σειρά από δυαδικά ψηφία, Θα πρέπει να είναι γνωστό το σημείο που τερματίζεται ένας χαρακτήρας και αρχίζει ο επόμενος. Για το σκοπό αυτό στη σειριακή μετάδοση εφαρμόζονται δύο τεχνικές, η συγχρονισμένη και η ασυγχρόνιστη μετάδοση. Σε κάθε περίπτωση ο συγχρονισμός μεταξύ του σημείου αποστολής (πομπός) και του σημείου αποδοχής (δέκτης) του σήματος είναι απαραίτητος

2.2.3 Σύγχρονη Μετάδοση

Αντίθετα από την ασύγχρονη μετάδοση, όπου κάθε χαρακτήρας μεταδίδεται χωριστά, στη **σύγχρονη μετάδοση (synchronous transmission)** οι χαρακτήρες



εικόνα 2-13: Συγχρονισμένη μετάδοση

μεταδίδονται κατά ομάδες. Όμως, επειδή τα δυαδικά ψηφία των δεδομένων οδηγούνται στο δέκτη το ένα μετά το άλλο, πρέπει να υπάρχει ένας τρόπος που να καθορίζει πού αρχίζει το μήνυμα και πού τελειώνει. Ο καθορισμός της αρχής και του τέλους του μηνύματος γίνεται με την αποστολή ειδικών χαρακτήρων, των προπορευόμενων και των παρεπόμενων δυαδικών ψηφίων αντίστοιχα, και λέγεται **συγχρονισμός**. Το πώς είναι δομημένες οι μορφές των προπορευόμενων και των παρεπόμενων δυαδικών ψηφίων εξαρτάται από το εάν η μετάδοση είναι προσανατολισμένη προς χαρακτήρα, προς δυαδικό ψηφίο ή προς πλαίσιο. Συνήθως η συγχρονισμένη σειριακή μετάδοση εφαρμόζεται στην αποστολή μεγάλου αριθμού δεδομένων, όπου απαιτούνται υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στην επικοινωνία απομακρυσμένων συστημάτων ηλεκτρονικών υπολογιστών, στο βιντεοτηλέφωνο, το οποίο σήμερα αποτελεί ένα από τα πιο

εξελιγμένα μέσα επικοινωνίας στο χώρο της τηλεφωνίας, κ.α. Το κόστος της σειριακής επικοινωνίας δε θεωρείται σήμερα υψηλό, αυξάνεται όμως με το μήκος της καλωδιακής εγκατάστασης. Στην περίπτωση της συγχρονισμένης σειριακής μετάδοσης που είναι **προσανατολισμένη προς χαρακτήρα (character oriented)**, η αναγνώριση εκκίνησης μιας ομάδας χαρακτήρων γίνεται με την αποστολή ενός ειδικού χαρακτήρα στην αρχή της ομάδας, που ονομάζεται **χαρακτήρας συγχρονισμού (SYNC)**. Είναι όμως ενδεχόμενο ο χαρακτήρας συγχρονισμού να εκφράζει επίσης και κάποιο χαρακτήρα δεδομένων που αποστέλλεται, με αποτέλεσμα ο δέκτης να θεωρήσει, εσφαλμένα, ότι ξεκινά μια νέα ομάδα χαρακτήρων. Για την αποφυγή ενός τέτοιου ενδεχόμενου ο χαρακτήρας συγχρονισμού αποστέλλεται δύο φορές στην αρχή κάθε πακέτου. Κατόπιν αποστέλλονται οι χαρακτήρες της πληροφορίας, ενώ το τέλος της ομάδας βεβαιώνεται με την αναγνώριση από το δέκτη ενός άλλου χαρακτήρα τερματισμού, που συμβολίζεται ως **EOB (End Of Block)**. Η διαδικασία που ακολουθείται προκειμένου να επιτευχθεί ο συγχρονισμός είναι η ακόλουθη:

Ο δέκτης που περιμένει μήνυμα συγκρίνει την τιμή του **καταχωρητή μετατόπισης (shift register)** με την τιμή που έχει ο χαρακτήρας συγχρονισμού. Αν οι δύο αυτές τιμές δε συμπίσουν, δεν επιτυγχάνεται συγχρονισμός. Αν οι δύο αυτές τιμές συμπίσουν, επιτυγχάνεται συγχρονισμός.

Στην περίπτωση συγχρονισμού ένας μετρητής αυξάνεται κατά μία μονάδα κάθε φορά που εισέρχεται ένα δυαδικό ψηφίο στο δέκτη. Όταν ο μετρητής καταγράψει την είσοδο όλων των δυαδικών ψηφίων του χαρακτήρα (π.χ. 8 δυαδικά ψηφία για ASCII χαρακτήρες), ο μετρητής μηδενίζεται, προκειμένου να μετρήσει τα δυαδικά ψηφία του χαρακτήρα που ακολουθεί. Ένας ειδικός χαρακτήρας, γνωστός ως **EOF (End Of File)**, σηματοδοτεί τον τερματισμό της μετάδοσης του μηνύματος.

Η διαδικασία συγχρονισμού στη σειριακή μετάδοση δεδομένων προϋποθέτει τη χρησιμοποίηση ενός κοινού ρολογιού, στο μεν πομπό για τη μετακίνηση των δεδομένων από τον καταχωρητή μετατόπιση στη γραμμή μετάδοσης, στο δε δέκτη για τον έλεγχο του χρόνου στη γραμμή της δειγματοληψίας. Η ύπαρξη κοινού ρολογιού στον πομπό και στο δέκτη απαλλάσσει τη μετάδοση από τη χρησιμοποίηση των παλμών αρχής και

τέρματος κάθε χαρακτήρα που μεταδίδεται. Επομένως, προκειμένου να συγχρονιστεί ο δέκτης με τον πομπό, είναι αναγκαίο, εκτός από το σήμα που μεταφέρει την πληροφορία, να μεταδίδεται και το σήμα χρονισμού. Εναλλακτικές τεχνικές χρησιμοποιούν ξεχωριστή γραμμή συγχρονισμού ή ενσωματώνουν την πληροφορία συγχρονισμού στα δεδομένα. Σε κάθε περίπτωση ο ακριβής χρόνος αποστολής και άφιξης κάθε δυαδικού ψηφίου είναι γνωστός.

Πέρα από το συγχρονισμό πομπού και δέκτη, απαιτείται ένα κύκλωμα μετατροπής κάθε χαρακτήρα του μηνύματος στα αντίστοιχα δυαδικά ψηφία που παριστάνει, τα οποία τοποθετούνται στη συνέχεια σε σειρά, το ένα μετά το άλλο, προκειμένου να γίνει η μετάδοση. Το κύκλωμα αυτό τοποθετείται στον πομπό, ενώ και από την πλευρά του δέκτη απαιτείται αναλογικά η μετατροπή των δυαδικών ψηφίων, ένα προς ένα, και η αντιστοίχισή τους σε χαρακτήρες. Μ' αυτό τον τρόπο στον πομπό γίνεται η **κατάτμηση** του χαρακτήρα, ενώ στο δέκτη η **επανασύνθεσή** του. Το ηλεκτρονικό κύκλωμα που κάνει αυτές τις μετατροπές έχει τυποποιηθεί και ονομάζεται πρότυπο κύκλωμα **RC-232C**.

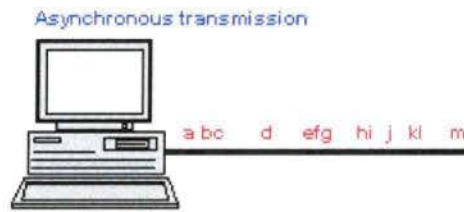
Τέλος, όπως και στην ασυγχρόνιστη σειριακή μετάδοση, έτσι και στη συγχρονισμένη χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές για την αναγνώριση λαθών κατά τη μετάδοση, όπως είναι το δυαδικό ψηφίο ισοτιμίας, ο κώδικας EOB κτλ. Στην περίπτωση της μετάδοσης που είναι **προσανατολισμένη προς δυαδικό ψηφίο (bit oriented)**, το τμήμα των δεδομένων αντιμετωπίζεται σαν μια διαδοχή από δυαδικά ψηφία. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, δύο ειδικής μορφής χαρακτήρες δηλώνουν την αρχή μιας ομάδας, ενώ ένας ειδικός χαρακτήρας, με το συμβολισμό **EOT (End Of Transission)**, σηματοδοτεί τον τερματισμό της μετάδοσης του μηνύματος.

Στη μετάδοση που είναι **προσανατολισμένη προς πλαίσιο (frame oriented)** η σειρά χαρακτήρων του μηνύματος ομαδοποιείται και διαιρείται σε πλαίσια (frames), τα οποία συμπεριλαμβάνουν και τους χαρακτήρες συγχρονισμού. Ο πομπός και ο δέκτης πρέπει να βρίσκονται σε πλήρη συγχρονισμό για όλο το χρονικό διάστημα που διαρκεί η μετάδοση του πλαισίου. Το συνολικό πλαίσιο αποκτά μια συγκεκριμένη δομή και αποτελείται από τους χαρακτήρες συγχρονισμού, οι οποίοι με τη σειρά τους

συγκροτούν την **επικεφαλίδα (header)**, το μήνυμα που μερικές φορές μπορεί να είναι μεταβλητού μήκους, το **τέλος του κειμένου (trailer)** κτλ.

2.2.4 Ασύγχρονη Μετάδοση

Η παλαιότερη και πιο απλή μέθοδος μετάδοσης είναι η ασύγχρονη μετάδοση (asynchronous transmission). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή, τα δεδομένα μεταδίδονται με τη μορφή χαρακτήρων.



εικόνα 2-14: Ασυγχρόνιστη μετάδοση

Ο συγχρονισμός ανάμεσα στον πομπό και στο δέκτη γίνεται με τη βοήθεια του **παλμού αρχής (pulse stop)** και του **παλμού τέρματος (pulse start)** που πλαισιώνουν κάθε μεταδιδόμενο χαρακτήρα. Με βάση τους παλμούς αυτούς ο δέκτης αναγνωρίζει την αρχή και το τέρμα του εκάστοτε μεταδιδόμενου χαρακτήρα. Έτσι, κατά τη μετάδοση, πριν από κάθε χαρακτήρα υπάρχει ο παλμός αρχής, που έχει την τιμή του δυαδικού ψηφίου 0. Το δυαδικό αυτό ψηφίο χρησιμοποιείται για να ειδοποιήσει το δέκτη ότι ακολουθούν τα υπόλοιπα δυαδικά ψηφία που αποτελούν το χαρακτήρα. Μετά τη μετάδοση του χαρακτήρα ακολουθεί ο παλμός τέρματος, που μπορεί να είναι, ανάλογα με την περίπτωση, ένα ή δύο δυαδικά ψηφία. Όταν δεν υπάρχουν δεδομένα προς μετάδοση, ο πομπός στέλνει έναν παλμό τέρματος. Ο δέκτης αναγνωρίζει την αρχή ενός καινούριου χαρακτήρα με τη μετάβαση από το 1 στο 0. Η ασυγχρόνιστη μετάδοση (εικόνα 2-14) είναι ο απλούστερος τρόπος σειριακής μετάδοσης. Η αποστολή της πληροφορίας γίνεται με τη διαδοχική μετάδοση χαρακτήρων του ίδιου κώδικα (π.χ. ASCII). Κάθε χαρακτήρας μεταδίδεται χωριστά, ενώ τα χρονικά διαστήματα που μεσολαβούν στη μετάδοση των χαρακτήρων ποικίλλουν. Για την αναγνώριση

της αρχής και του τέρματος κάθε χαρακτήρα υπάρχει μια καλά καθορισμένη διαδικασία που προβλέπει τα ακόλουθα:

Για την απόκτηση των δυαδικών ψηφίων από το χαρακτήρα ο δέκτης πρέπει να γνωρίζει τη διάρκεια κάθε δυαδικού ψηφίου. Στην ασυγχρόνιστη μετάδοση ο δέκτης επανασυγχρονίζεται με κάθε παλμό τέρματος, με αποτέλεσμα να επιτρέπεται μια μικρή απόκλιση σε ότι αφορά το χρόνο διάρκειας των δυαδικών ψηφίων. Ο ρόλος του παλμού αρχής είναι να προκαλέσει την εκκίνηση ενός χρονοδιακόπτη (ρολόι) που υπάρχει στο δέκτη, ο οποίος θα κάνει δειγματοληψία στη γραμμή τόσες φορές όσα είναι τα δυαδικά ψηφία του χαρακτήρα που αποστέλλεται (π.χ. 8 φορές, αν πρόκειται για χαρακτήρα ASCII) και με συχνότητα που καθορίζεται από το ρυθμό της μετάδοσης. Ο παλμός τέρματος χρησιμοποιείται για να επαναφέρει το δέκτη σε μια τέτοια κατάσταση, ώστε να μπορεί να αναγνωρίσει ένα νέο παλμό αρχής. Για να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά της ασυγχρόνιστης μετάδοσης, συνήθως αναφέρονται ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων, ο αριθμός των δυαδικών ψηφίων ανά χαρακτήρα, η ύπαρξη ή μη δυαδικού ψηφίου ισοτιμίας, καθώς και η χρονική διάρκεια (σε αριθμό δυαδικών ψηφίων) του παλμού τέρματος. Για παράδειγμα, γράφοντας «28.800 bps 8N1» εννοούμε ασυγχρόνιστη μετάδοση στα 28.800bps με 8 δυαδικά ψηφία ανά χαρακτήρα, χωρίς δυαδικό ψηφίο ισοτιμίας (None Parity) και με διάρκεια παλμού τέρματος ένα δυαδικό ψηφίο. Επειδή η υλοποίησή της είναι εύκολη, η ασυγχρόνιστη επικοινωνία έχει καθιερωθεί ως κύρια μέθοδος στην περίπτωση συσκευών χαμηλού κόστους, όπως είναι για παράδειγμα η κατηγορία των προσωπικών υπολογιστών (PC).

2.3 Κατεύθυνση Μετάδοσης Δεδομένων

Με βάση την κατεύθυνση στη μετάδοση της πληροφορίας, έχουμε τρεις μορφές επικοινωνίας:

- *Simplex (Μονόδρομη)* - Μετάδοση πάντοτε προς μια κατεύθυνση, π.χ. δίκτυα διανομής τηλεοπτικού σήματος (καλωδιακή τηλεόραση – δίκτυα ακρόασης).

- *Half Duplex* - Αμφίδρομη, μη ταυτόχρονη, π.χ. επικοινωνία με modem σε δισύρματη γραμμή (ο χρόνος απόκρισης επιβαρύνεται και από τον χρόνο αλλαγής της κατεύθυνσης).
- *Full Duplex* - Ταυτόχρονα αμφίδρομη, π.χ. επικοινωνία με modem σε τετρασύρματη ή δισύρματη γραμμή (με χρήση τεχνικής FDM ή ECT).

Ανάλογα με την συμμετρία ως προς τη ροή των δεδομένων σε κάθε κατεύθυνση έχουμε:

- *Συμμετρική ροή* - Μετάδοση στον ίδιο ρυθμό και προς τις δυο κατευθύνσεις. Π.χ. Modem V.34 στα 28,8 kb/s, HDSL (*High bit rate Digital Subscriber Line*) στα 2 Mb/s.
- *Ασύμμετρη ροή* - Μετάδοση με μεγαλύτερο ρυθμό προς την μια κατεύθυνση και μικρότερο προς την άλλη. Π.χ. modem V.90/V.92 με 56 kb/s προς τον ISP και 28,8 kb/s προς τον συνδρομητή, ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) με 2 - 6 Mb/s στην μια κατεύθυνση και 64 - 640 kb/s στην άλλη κλπ.

2.4 Ταχύτητες (Ρυθμοί) Μετάδοσης

Στις επόμενες παραγράφους θα ορίσουμε τις έννοιες: ρυθμός μετάδοσης δεδομένων, ρυθμός μετάδοσης διαμορφωμένου σήματος, ρυθμός μετάδοσης καθαρής πληροφορίας και χωρητικότητα καναλιού.

- Ρυθμός Μετάδοσης Δεδομένων (Bit Rate)

Ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων εκφράζει τον αριθμό των bit που τοποθετεί ο πομπός στο μέσο μετάδοσης στην μονάδα τον χρόνου. Μονάδα μέτρησης είναι τα bps (Bits per Second). Τυπικές τιμές ρυθμού μετάδοσης για δίκτυα LAN και WAN είναι: 50, 75, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 7200, 9600, 12000, 14400, 16800, 19200, 38400 b/s, 64 kb/s, 1,5 Mb/s (T1), 2 Mb/s (E1), 32 Mb/s (E3), 100 Mb/s (Ethernet), 155 Mb/s (ATM, STM-1), 620 Mb/s (STM-4), 1 Gb/s (Ethernet), 2,5 Gb/s (STM-16), 10 Gb/s (Ethernet, STM-64) κλπ.

- Ρυθμός Μετάδοσης Διαμορφωμένου Σήματος (Baud rate)

Ο ρυθμός μετάδοσης διαμορφωμένου σήματος ορίζεται ως ο αριθμός των μεταβολών τον διαμορφωμένου σήματος στη μονάδα του χρόνου. Η μονάδα μέτρησης είναι το Baud. Αναφέρεται συνήθως σε μετάδοση δεδομένων μέσω modem ακουστικών συχνοτήτων (προδιαγραφές V.x κατά ITU). Στην περίπτωση αυτή η λειτουργία περιορίζεται στην φωνόσυχνη περιοχή συχνοτήτων από 300 - 3400 Hz (αναλογικό κανάλι φωνής), επομένως τα ψηφιακά δεδομένα πρέπει να διαμορφωθούν από αναλογικό φορέα (χρησιμοποιούνται τεχνικές διαμόρφωσης DPSK, QAM, TCM). Η συχνότητα του αναλογικού φορέα είναι γνωστή σαν baud rate. Τυπικές τιμές baud rate για modem ακουστικών συχνοτήτων είναι 600, 1200, 1600 και 2400 baud.

Η σχέση *bit rate* και *baud rate* δίδεται από τον τύπο:

$$\textit{bit rate} = N \times \textit{baud rate},$$

όπου το $N = 1, 2, 3, \dots$ ανάλογα με την απόδοση της τεχνικής διαμόρφωσης ψηφιακού σήματος (bit ανά baud), που χρησιμοποιείται. Η μέγιστη τιμή N , περιορίζεται από την ύπαρξη θορύβου στο κανάλι επικοινωνίας και καθαρίζετε από τον λόγο S/N . Σημειώσατε ότι το *baud rate* είναι πάντοτε υποπολλαπλάσιο ή ίσο του *bit rate*.

- *Ρυθμός Μετάδοσης Καθαρής Πληροφορίας*

Ο ρυθμός μετάδοσης καθαρής πληροφορίας εκφράζει τον αριθμό των δυαδικών ψηφίων πληροφορίας που τοποθετεί ο πομπός στο μέσο μετάδοσης. Η καθαρή πληροφορία δεν περιλαμβάνει τους χαρακτήρες ελέγχου και συγχρονισμού δεδομένων, που ενσωματώνονται στο μεταδιδόμενο σήμα. Ο ρυθμός μετάδοσης καθαρής πληροφορίας, info rate, μετράται σε bit/s ή bps και είναι πάντοτε μικρότερο του bit rate.

- *Χωρητικότητα Καναλιού (Channel Capacity)*

Η Χωρητικότητα Καναλιού ορίζεται ως ο μέγιστος ρυθμός μετάδοσης, που μπορεί να υποστηρίξει ένα κανάλι επικοινωνίας (δισύρματος αγωγός, ομοαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα κλπ). Όταν δεν υπάρχει θόρυβος, η χωρητικότητα του καναλιού εξαρτάται μόνο από το εύρος ζώνης, B , του μέσου διάδοσης. Το θεώρημα του Shannon (1946) προσδιορίζει την μέγιστη χωρητικότητα ενός καναλιού απουσία θορύβου ως:

$$C = 2 B,$$

όπου η χωρητικότητα C μετράται σε b/s και το εύρος ζώνης B σε Hz. Σε περίπτωση παρουσίας θορύβου, η χωρητικότητα του καναλιού, όπως ορίζεται από το δεύτερο θεώρημα του Shannon (1948), εξαρτάται και από το λόγο σήματος ως προς θόρυβο (S/N), σύμφωνα με τον τύπο :

$$C = B \cdot \log_2(1 + S/N) \text{ σε b/s}$$

2.5 Αναγνώριση Σφαλμάτων

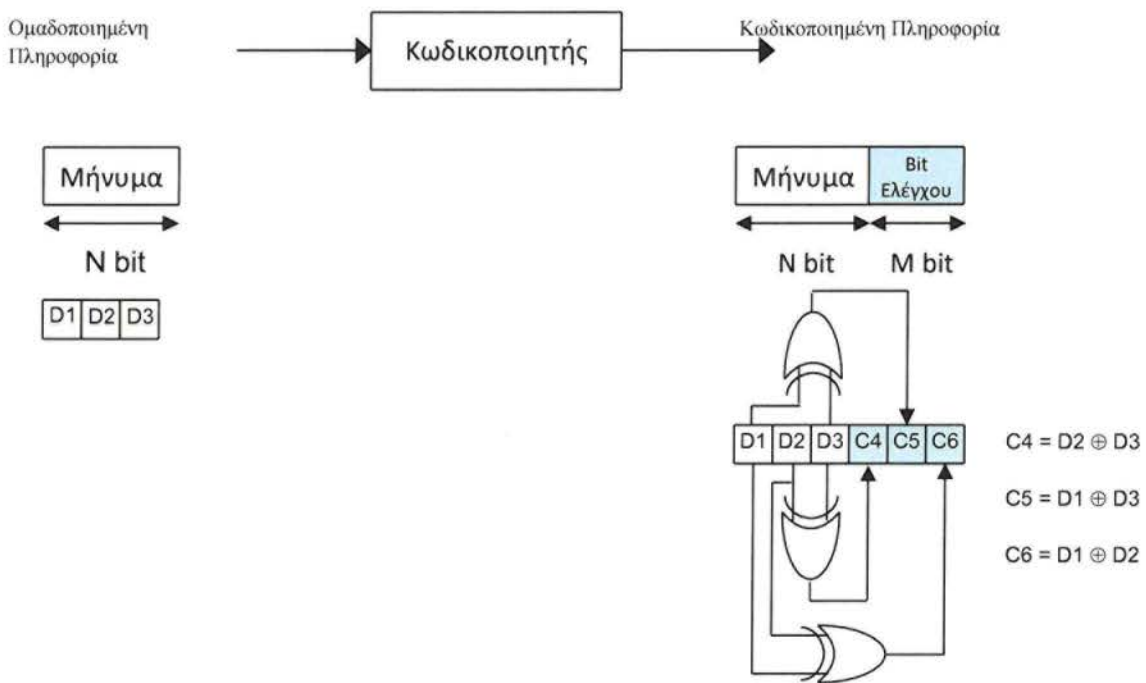
Σφάλματα μπορεί να προκύψουν σε οποιοδήποτε σύστημα μετάδοσης, για το οποίο ο λόγος "σήματος ως προς θόρυβο" είναι σχετικά χαμηλός, υπάρχει δηλαδή αυξημένη παρουσία θορύβου. Για την αναγνώριση και διόρθωση των σφαλμάτων, που έχουν ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας της τηλεπικοινωνιακής ζεύξης, χρησιμοποιούνται επιπλέον bit, που δεν μεταφέρουν πληροφορία, καθιστούν όμως δυνατή την ανίχνευση των σφαλμάτων. Ανάλογα με το πλήθος των επιπλέον bit, η πιθανότητα μη-ανιχνεύσιμου σφάλματος μειώνεται, με την προϋπόθεση βέβαια ότι ο ρυθμός μετάδοσης του συνολικού σήματος (bit πληροφορίας + bit ανίχνευσης σφάλματος) δεν υπερβαίνει την χωρητικότητα του καναλιού.

Η απλούστερη τεχνική για την αναγνώριση των σφαλμάτων είναι αυτή της ισοτιμίας (parity), άρτιας ή περιττής.

π.χ. στην κωδικοποίηση ASCII το σύμβολο A κωδικοποιείται,

είτε ως: → 0 1000001 (Άρτια ισοτιμία)
 είτε ως: → 1 1000001 (Περιττή ισοτιμία)

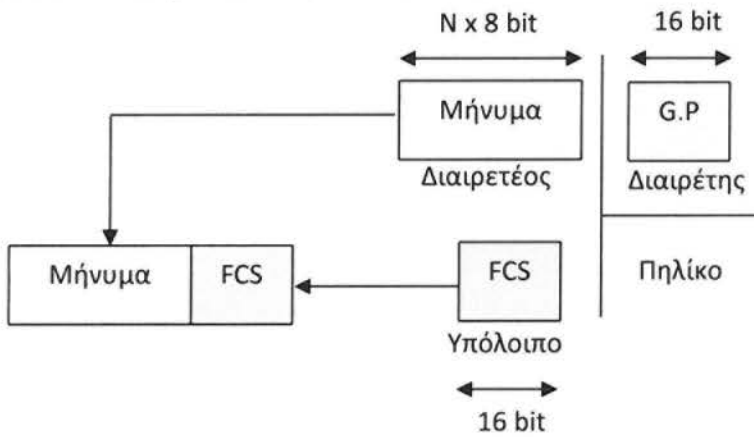
Περισσότερο πολύπλοκες τεχνικές ανίχνευσης σφάλματος περιλαμβάνουν την χρήση κωδικών όπως οι δυδιάστατοι κώδικες και οι κυκλικόι κώδικες. Σύμφωνα με τους δυδιάστατους κώδικες τα δεδομένα μεταδίδονται κατά ομάδες, όπου κάθε ομάδα περιλαμβάνει bit πληροφορίας και bit ελέγχου των σφαλμάτων. Στη εικόνα 2-15 περιγράφεται η διαδικασία παραγωγής ενός δυδιάστατου κώδικα.



εικόνα 2-15: Ο δυδιάστατος κώδικας

Στους κυκλικούς κώδικες, τα προς εκπομπή δεδομένα ομαδοποιούνται σε μεγαλύτερες οντότητες, που ονομάζονται πλαίσια. Όπως περιγράφεται στην εικόνα 2-16, τα δεδομένα κάθε πλαισίου διαιρούνται με ένα συγκεκριμένο δυαδικό αριθμό, το Πολυώνυμο Γεννήτορα (GP), που είναι γνωστό τόσο στον πομπό όσο και στον δέκτη. Το υπόλοιπο της διαίρεσης επισυνάπτεται στο τέλος των δεδομένων του πλαισίου και είναι γνωστό σαν FCS (Ακολουθία Αθροίσματος Ελέγχου - Frame Check Sequence). Στον δέκτη, η διαδικασία διαίρεσης των δεδομένων επαναλαμβάνεται, και το υπόλοιπο που προκύπτει συγκρίνεται με το πεδίο του αποσπελλόμενου FCS, ανιχνεύοντας το πιθανό σφάλμα.

Η τεχνική των κυκλικών κωδίκων χρησιμοποιείται σε bit oriented πρωτόκολλα όπως το SDLC, το LAPD κλπ.



εικόνα 2-16: Διαδικασία δημιουργίας κυκλικού κώδικα

Κεφάλαιο 3

Μέσα Μετάδοσης

Στο χαμηλότερο επίπεδο, όλες οι επικοινωνίες των υπολογιστών συνίστανται στην κωδικοποίηση δεδομένων σε μια μορφή ενέργειας και στην αποστολή της ενέργειας αυτής μέσω κάποιου μέσου μετάδοσης. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα για τη μεταφορά δεδομένων μέσω συρμάτων, ή ραδιοκύματα για τη μεταφορά δεδομένων μέσω του αέρα. Επειδή η κωδικοποίηση και η αποκωδικοποίηση των δεδομένων πραγματοποιούνται από συσκευές υλικού που είναι προσαρτημένες στον υπολογιστή, οι προγραμματιστές και οι χρήστες δεν χρειάζεται να γνωρίζουν τις λεπτομέρειες του τρόπου μετάδοσης των δεδομένων. Επειδή όμως ένας σημαντικός ρόλος του λογισμικού επικοινωνίας είναι να χειρίζεται τα σφάλματα και τις βλάβες που παρουσιάζονται στο υποκείμενο υλικό, η κατανόηση του λογισμικού απαιτεί τη γνώση μερικών βασικών εννοιών της μετάδοσης δεδομένων.

Το μέρος αυτό καλύπτει τις βασικές έννοιες της μετάδοσης δεδομένων. Παρακάτω εξετάζονται τα μέσα που χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση στα σημερινά δικτυακά συστήματα.

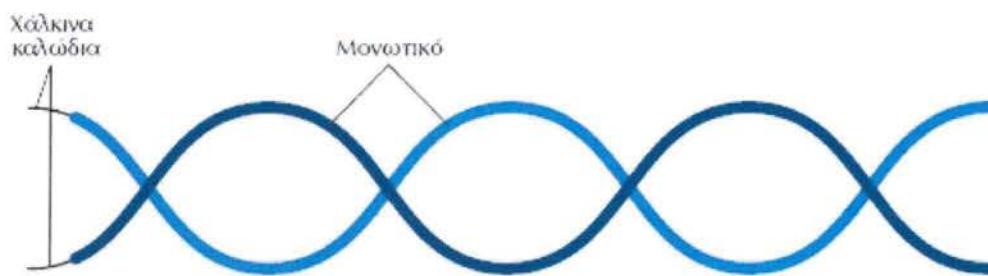
3.1 Ενσύρματα Μέσα Μετάδοσης

Τα ενσύρματα μέσα μετάδοσης χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν αποκλειστικά στα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, μέχρι που έκαναν την εμφάνισή τους τα επίγεια και δορυφορικά μικροκυματικά συστήματα μετάδοσης. Παλαιότερα, το δισύρματο καλώδιο ήταν το μοναδικό μέσο για τη μετάδοση πληροφορίας. Έτσι, οι πρώτες γραμμές μεταφοράς ήταν απλά χάλκινα σύρματα χωρίς μόνωση, στηριγμένα σε μονωτήρες πορσελάνης πάνω σε ξύλινους στύλους. Με την αύξηση των γραμμών, ήταν απαραίτητη η συγκέντρωσή τους σε δέσμες, με συνέπεια τη δημιουργία των καλωδίων. Στα καλώδια οι γραμμές είναι κατάλληλα διαμορφωμένες (πλεγμένες μεταξύ τους), για να αποφεύγονται οι συνακροάσεις και προστατεύονται από εξωτερικές κακώσεις από ένα σκληρό, πλαστικό συνήθως, μανδύα. Ο

μανδύας αυτός παρέχει και εξωτερική μόνωση. Τα καλώδια, όταν τοποθετούνται υπόγεια, προστατεύονται είτε μέσα σε σωλήνες, είτε οπλίζονται με χαλύβδινο περίβλημα. Στις αρτηρίες με πολύ μεγάλη κίνηση και στις υποβρύχιες ζεύξεις, παλαιότερα, χρησιμοποιήθηκαν σχεδόν αποκλειστικά ομοαξονικά καλώδια, ενώ τα τελευταία χρόνια αντικαταστάθηκαν από καλώδια οπτικών ινών.

3.1.1 Χάλκινο Καλώδιο

Ο τεχνικός όρος του χάλκινου καλωδίου είναι συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων και αποτελείται είτε από συμπαγές χάλκινο σύρμα, είτε από νήματα χάλκινου σύρματος, τοποθετημένα σε πλαστικό περίβλημα σε διάφορους



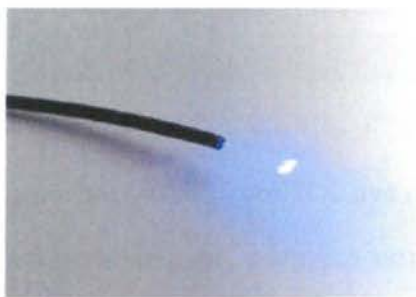
εικόνα 3-1: Χάλκινο Καλώδιο

σηματισμούς. Παλαιότερα, το πλέξιμο των ζευγών του χάλκινου σύρματος στο καλώδιο γίνονταν με τέτοιο τρόπο, ώστε να αναγνωρίζεται πιο καλώδιο ανήκει σε πιο ζεύγος και όχι για να αντιμετωπισθούν προβλήματα μετάδοσης. Παρόλα αυτά, για τη μετάδοση φωνής το χάλκινο καλώδιο ήταν αρκετά αξιόπιστο μέσο. Αποτέλεσμα αυτού είναι να υπάρχουν, σήμερα, χιλιάδες χιλιόμετρα χάλκινου καλωδίου στο τηλεφωνικό δίκτυο και να αποτελεί το πιο διαδεδομένο μέσο μετάδοσης.

Τα χάλκινα καλώδια, που έχουν εγκατασταθεί στο τηλεφωνικό δίκτυο, ήταν σχεδιασμένα, έτσι ώστε να λειτουργούν ως κατω-διαβατά φίλτρα. Να περνούν, δηλαδή, χωρίς εξασθένηση όλες οι συχνότητες φωνής, αλλά να εμποδίζεται η διέλευση συχνοτήτων έξω από τη ζώνη των φωνητικών. Αυτό όμως είχε καταστροφικά αποτελέσματα για τη μετάδοση δεδομένων, γιατί όπως θα εξηγήσουμε στη συνέχεια, η επίτευξη μεγάλων ταχυτήτων εξαρτάται από τη μετάδοση σε υψηλές συχνότητες.

3.1.2 Οπτικές Ίνες

Μια νεότερη μορφή καλωδίου είναι η οπτική ίνα, που είναι κατασκευασμένη από πολύ λεπτές ίνες γυαλιού. Αντί να μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια, οι ίνες αυτές μεταφέρουν φως. Το εύρος ζώνης της οπτικής ίνας είναι μεγαλύτερο από αυτό του χάλκινου καλωδίου, ενώ είναι

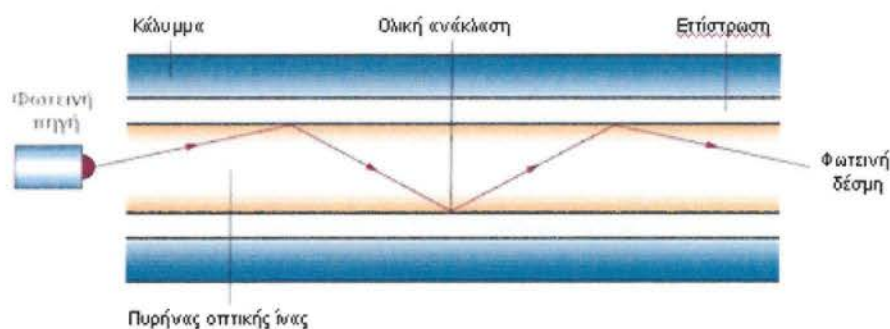


εικόνα 3-2: οπτική ίνα

λιγότερο ευαίσθητη σε παρεμβολές, παρουσιάζει λιγότερο έντονα φαινόμενα υπερπήδησης με γειτονικά μέσα μετάδοσης, έχει μικρότερο κόστος και μικρότερο βάρος για το ίδιο μήκος. Είναι, συνεπώς, πολύ καλύτερο μέσο μετάδοσης από το χαλκό, τον οποίο και τείνει να αντικαταστήσει στα σύγχρονα επικοινωνιακά συστήματα.

Ένα οπτικό σύστημα μετάδοσης συνίσταται από τρία στοιχεία, την πηγή, το μέσο μετάδοσης, που είναι η οπτική ίνα, και τους οπτικοηλεκτρονικούς συζευκτές. Στην απλούστερη των περιπτώσεων η πηγή προσαρμόζεται στο ένα άκρο της οπτικής ίνας και ο συζευκτής στο άλλο. Οι παλμοί του φωτός μεταδίδονται διαμέσου της οπτικής ίνας στο άλλο άκρο, όπου ο συζευκτής τους μετατρέπει σε ηλεκτρικά σήματα. Σημειώνουμε ότι κάθε παλμός φωτός αντιπροσωπεύει το δυαδικό ψηφίο 1, ενώ η απουσία παλμού το δυαδικό ψηφίο 0. Στην περίπτωση μας όμως τα δεδομένα δημιουργούνται από υπολογιστές και επομένως τα ηλεκτρικά σήματα θα πρέπει να μετατραπούν σε παλμούς φωτός. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί και πάλι από το συζευκτή, ο οποίος τώρα παίρνει τα ηλεκτρικά σήματα που δημιουργούνται από τον υπολογιστή και τα χρησιμοποιεί άμεσα για τη δημιουργία παλμών φωτός, οι οποίοι αναπαριστούν την ίδια την πληροφορία. Φυσικά η αντίστροφη διαδικασία εκτελείται από έναν άλλο συζευκτή, ο οποίος βρίσκεται στο άλλο άκρο της οπτικής ίνας και μετατρέπει

τους παλμούς φωτός στα αρχικά ηλεκτρικά σήματα που στάλθηκαν. Το φως μεταδίδεται προς μία πάντα



εικόνα 3-3: Εσωτερικό οπτικής ίνας

κατεύθυνση μέσα από τον πυρήνα της οπτικής ίνας, ο οποίος είναι ένα κυλινδρικό συνεχόμενο νήμα γυαλιού ή πλαστικού. Ο πυρήνας περιβάλλεται από μια μονωτική επικάλυψη και αυτή με τη σειρά της από ένα ειδικό προστατευτικό περίβλημα. Ο πυρήνας και η μονωτική επικάλυψη είναι φτιαγμένοι από υλικά με διαφορετικό δείκτη διάθλασης, έτσι ώστε ο δείκτης ανάκλασης του φωτός στον πυρήνα να είναι λίγο μεγαλύτερος από αυτόν στην επικάλυψη. Αυτό προκαλεί τις συνεχόμενες ανακλάσεις του φωτός μέσα στον κυλινδρικό πυρήνα. Επειδή ο αγωγός από γυαλί είναι μονόπλευρης κατεύθυνσης και προκειμένου να εξασφαλιστεί η μετάδοση και από τα δύο άκρα, το οπτικό καλώδιο αποτελείται από περισσότερες από μία ανεξάρτητες οπτικές ίνες. Λόγω του ότι κάθε οπτική ίνα είναι πολύ λεπτή και ελαφριά, το οπτικό καλώδιο είναι πολύ λεπτότερο και ελαφρύτερο σε σχέση με τα καλώδια άλλων υλικών κατασκευής. Οι τύποι καλωδίωσης της οπτικής ίνας ποικίλλουν ανάλογα με τα φυσικά τους χαρακτηριστικά και τη χωρητικότητα μετάδοσης. Ανάλογα με το δείκτη ανάκλασης και ορισμένα χαρακτηριστικά της οπτικής διάδοσης οι οπτικές ίνες διακρίνονται σε μονότροπες και πολύτροπες. Επειδή το σύστημα οπτικής μετάδοσης δεν παρουσιάζει παρεμβολές από ηλεκτρικά ρεύματα, η οπτική ίνα έχει δυνατότητα υψηλών ρυθμών μετάδοσης σε πολύ μακρινές αποστάσεις. Έτσι με τη χρήση των οπτικών ινών ο ρυθμός μετάδοσης δεδομένων εκατονταπλασιάστηκε μέσα σε μια δεκαετία ενώ η υπολογιστική ισχύς των υπολογιστών δεκαπλασιάστηκε στο ίδιο χρονικό διάστημα.

3.1.3 Συνεστραμμένα Ζεύγη Καλωδίων

Το παλαιότερο και πιο συνηθισμένο μέσο μετάδοσης είναι το συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων (**TP: Twisted Pair**). Αποτελείται από σύρματα με πυρήνα χαλκού, πάχους ενός περίπου χιλιοστού, τα οποία περιβάλλονται από μονωτικό υλικό. Αν δύο σύρματα συστραφούν το ένα γύρω από το άλλο, ώστε να πάρουν ελικοειδές σχήμα, δημιουργούν κύκλωμα



εικόνα 3-4: Συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων

το οποίο μπορεί να μεταφέρει δεδομένα. Ένα καλώδιο αποτελείται από ένα ή περισσότερα τέτοια ζεύγη, τα οποία περιβάλλονται από μονωτικό υλικό, και υπάρχει σε δύο μορφές: το αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους(**UTP: Unshielded Twisted Pair**), συνηθισμένο στα τηλεφωνικά δίκτυα, και το θωρακισμένο καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους(**STP: Shielded Twisted Pair**), που παρέχει προστασία από θόρυβο ή παρεμβολές. Το UTP καθορίζεται από την τυποποίηση EIA/TIA-568 (και τη νεότερη 568A) και χωρίζεται σε κατηγορίες από 1 έως 5, ανάλογα με το πόσο σφιχτό είναι το πλέξιμο των καλωδίων. Το σφιχτό πλέξιμο επιτρέπει γρηγορότερους ρυθμούς μετάδοσης και μείωση των παρεμβολών και των ηλεκτρικών αλληλεπιδράσεων ανάμεσα σε κοντινά όμοια ζεύγη

3.2 Ασύρματα Μέσα Μετάδοσης

Οι ασύρματες ζεύξεις είναι ένας από τους σημαντικότερους τρόπους μετάδοσης, ο οποίος αναπτύχθηκε, αρχικά, για μετάδοση φωνής και



εικόνα 3-5: Ασύρματα μέσα μετάδοσης και ζεύξεις

τηλεοπτικών σημάτων, ενώ σήμερα χρησιμοποιείται και για την μετάδοση δεδομένων, ιδιαίτερα μέσω μικροκυματικών και δορυφορικών συνδέσεων. Το βασικότερο πλεονέκτημα, που παρουσιάζουν τα ασύρματα μέσα μετάδοσης, είναι η έλλειψη εξάρτησής τους από τα υλικά μέσα, αφού δεν χρειάζεται η φυσική / υλική σύνδεση πομπού και δέκτη, επειδή ως μέσο μετάδοσης χρησιμοποιείται ο ελεύθερος χώρος. Πρέπει, όμως, να τονισθεί, ότι ναι μεν η χρησιμοποίηση του ελεύθερου χώρου τους προσδίδει ένα σημαντικό πλεονέκτημα, είναι, όμως, και πηγή ορισμένων αρκετά σημαντικών αδυναμιών και μειονεκτημάτων. Μεταξύ αυτών συμπεριλαμβάνονται η μεγάλη ισχύς, που απαιτούν οι πομποί για τη μετάδοση, η ευαισθησία στο θόρυβο και ο χαμηλός βαθμός ασφάλειας, που παρέχεται, αφού ο οποιοσδήποτε μπορεί να λαμβάνει τα εκπεμπόμενα σήματα χρησιμοποιώντας απλά μία κεραία και ένα δέκτη.

Στα ασύρματα μέσα μετάδοσης, η εκπομπή του σήματος γίνεται σε δεδομένη συχνότητα ή σε σύνολο συχνοτήτων. Επειδή το φάσμα συχνοτήτων είναι περιορισμένο και, επομένως, οι συχνότητες αποτελούν σπάνιο εθνικό πόρο, για να γίνει εκπομπή σε κάποια συχνότητα, θα πρέπει πρώτα η συχνότητα να έχει ανατεθεί από τις αρμόδιες αρχές στον φορέα, που θα κάνει

χρήση της. Η μετάδοση και η λήψη των μεταδιδόμενων σημάτων γίνεται από ειδικές κεραίες, οι οποίες συνδέονται με τον σταθμό λήψης και μετάδοσης. Στην περίπτωση, που το σήμα μεταδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις, τότε μπορεί να ληφθεί από οποιαδήποτε κεραία (παράδειγμα το ραδιόφωνο, η τηλεόραση και τα συστήματα κυψελοειδούς τηλεφωνίας). Στα ασύρματα μέσα μετάδοσης ανήκουν οι επίγειες και δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις και τα συστήματα κυψελοειδούς τηλεφωνίας.

3.2.1 Ραδιοκύματα

Εκτός από την δημόσια εκπομπή ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών προγραμμάτων και την ιδιωτική επικοινωνία με συσκευές όπως τα κινητά τηλέφωνα, η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την μετάδοση δεδομένων των υπολογιστών. Ένα δίκτυο που χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά ραδιοκύματα λέγεται άτυπα ότι λειτουργεί σε ραδιοσυχνότητα (radio frequency), και η μεταδόσεις αυτού του είδους λέγονται μεταδόσεις ραδιοσυχνοτήτων ή μεταδόσεις RF. Αντίθετα από τα δίκτυα που χρησιμοποιούν σύρματα ή οπτικές ίνες, τα δίκτυα που χρησιμοποιούν μεταδόσεις ραδιοσυχνοτήτων δεν χρειάζονται άμεση φυσική σύνδεση μεταξύ των υπολογιστών. Ο κάθε υπολογιστής είναι συνδεδεμένος με μια κεραία, η οποία μπορεί να μεταδίδει και να δέχεται μεταδόσεις ραδιοσυχνοτήτων.

Από φυσική άποψη, οι κεραίες που χρησιμοποιούνται για τα δίκτυα ραδιοσυχνοτήτων (RF networks) μπορεί να είναι μεγάλες ή μικρές, ανάλογα με την επιθυμητή εμβέλεια. Για παράδειγμα, μια κεραία σχεδιασμένη για να διαδίδει σήματα σε απόσταση πολλών χιλιομέτρων μέσα σε μια πόλη μπορεί να αποτελείται από ένα μεταλλικό στυλο με μήκος γύρω στα 2 μέτρα, ο οποίος είναι στερεωμένος κατακόρυφα στην κορυφή ενός κτιρίου. Μια κεραία σχεδιασμένη για να επιτρέπει την επικοινωνία μέσα σε ένα κτήριο μπορεί να είναι τόσο μικρή ώστε να χωράει σε ένα φορητό υπολογιστή (πχ μικρότερη από 20 εκ.).

3.2.2 Δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις



εικόνα 3-6: Δορυφορική μικροκυματική ζεύξη

Οι δορυφορικές μικροκυματικές ζεύξεις χρησιμοποιούν διαστημικούς σταθμούς αναμετάδοσης (δορυφόρους), οι οποίοι μπορούν να αναμεταδίδουν σήμα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Οι δορυφορικές ζεύξεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στις ανοδικές (uplink) και καθοδικές (downlink). Οι ανοδικές ζεύξεις χρησιμοποιούνται για την αποστολή σημάτων από τους επίγειους σταθμούς στους δορυφόρους, ενώ οι δορυφόροι αναμεταδίδουν τα σήματα, που λαμβάνουν, στις καθοδικές ζεύξεις. Η εκπομπή (**broadcast**) των καθοδικών ζεύξεων κάνει τα δορυφορικά συστήματα ελκυστικά για υπηρεσίες εκπομπής (**broadcasting services**), όπως η μετάδοση τηλεοπτικού σήματος.

3.2.3 Μικροκύματα

Για την μεταφορά πληροφοριών μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία πέρα από το φάσμα των συχνοτήτων που χρησιμοποιούνται για το ραδιόφωνο και την τηλεόραση. Συγκεκριμένα, πολλές εταιρίες υπεραστικής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν μεταδόσεις μικροκυμάτων για τη μεταφορά τηλεφωνικών συνδιαλέξεων. Μερικές μεγάλες έχουν επίσης εγκατεστημένα συστήματα επικοινωνίας με μικροκύματα μέσα στα πλαίσια των δικτυακών συστημάτων τους.

Αν και τα μικροκύματα είναι απλώς ραδιοκύματα υψηλότερης συχνότητας, η συμπεριφορά τους είναι διαφορετική. Αντί μια μετάδοση

μικροκυμάτων να εκπέμπεται προς όλες τις κατευθύνσεις, μπορεί να είναι προσανατολισμένη προς μία μόνο κατεύθυνση, ώστε να μην μπορούν να υποκλέψουν το σήμα. Επιπλέον, οι μεταδόσεις μικροκυμάτων μπορούν να μεταφέρουν περισσότερες πληροφορίες από ότι οι ραδιομεταδόσεις χαμηλότερων συχνοτήτων. Επειδή όμως τα μικροκύματα δεν μπορούν να εισδύουν σε μεταλλικές κατασκευές, οι μεταδόσεις μικροκυμάτων λειτουργούν καλύτερα όταν υπάρχει ανοιχτή διαδρομή μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Για αυτό, οι περισσότερες εγκαταστάσεις μικροκυμάτων αποτελούνται από δυο πύργους ψηλότερους από τα γύρω κτίρια και δέντρα, ο καθένας από τους οποίους έχει έναν πομπό μικροκυμάτων που στοχεύει κατευθείαν σε έναν δέκτη μικροκυμάτων στον άλλον.

3.2.4 Υπέρυθρες

Τα ασύρματα τηλεχειριστήρια που χρησιμοποιούνται στις οικιακές συσκευές όπως οι τηλεοράσεις και τα στερεοφωνικά, επικοινωνούν με υπέρυθρες μεταδόσεις. Οι υπέρυθρες ακτίνες περιορίζονται σε μια μικρή περιοχή (πχ σε μια αίθουσα), και συνήθως απαιτούν ο πομπός να στοχεύει προς τον δέκτη. Το υλικό για τις υπέρυθρες μεταδόσεις είναι φθινό σε σχέση με άλλες μεθόδους και δεν χρειάζεται κεραία.

Η υπέρυθρη τεχνολογία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα δίκτυα υπολογιστών για τις επικοινωνίες δεδομένων.

3.2.5 Bluetooth

Οι προδιαγραφές του Bluetooth καθορίζουν την «ασύρματη» τεχνολογία χαμηλού κόστους και χαμηλής ισχύος, που εξαλείφει τα καλώδια μεταξύ των κινητών συσκευών και επιτρέπει τη διασύνδεσή τους. Το Bluetooth λειτουργεί στο «αδέσμευτο» φάσμα συχνοτήτων των 2,4 GHz, ώστε οι συσκευές που το ενσωματώνουν να μπορούν να λειτουργήσουν απροβλημάτιστα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη. Για να περιοριστούν στο ελάχιστο οι παρεμβολές από παρεμφερείς συσκευές, το Bluetooth εκμεταλλεύεται την αμφίδρομη επικοινωνία και τη μέθοδο μετάδοσης

με διασπορά φάσματος Frequency Hopping (έως και 1600 εναλλαγές συχνότητας ανά δευτερόλεπτο). Από φυσική άποψη επίσης το Bluetooth λειτουργεί περίπου στα 2.4 GHz, προδιαγράφει τρία επίπεδα ισχύος της εκπομπής από τα οποία εξαρτάται και η εμβέλεια επικοινωνίας (πάντα μικρότερη των 10 μέτρων σε PAN), ενώ η τακτική αλλαγή της συχνότητας εκπομπής λόγω της αξιοποίησης του FHSS καθορίζεται ψευδοτυχαία από έναν κεντρικό κόμβο, τον Master.

Το Bluetooth επιτρέπει τις απευθείας συνδέσεις από συσκευή προς συσκευή (point to point), καθώς και την ταυτόχρονη σύνδεση έως και 7 συσκευών με τη χρήση μιας μοναδικής συχνότητας. Τις προδιαγραφές της συγκεκριμένης τεχνολογίας ανέπτυξε και υποστηρίζει το Bluetooth Special Interest Group, ενώ η τελευταία «δημόσια» έκδοσή τους είναι η 1.1, η οποία ενσωματώνεται πλέον στις περισσότερες συμβατές συσκευές μέσω κατάλληλων πομποδεκτών και καρτών δικτύου. Ένα πρόβλημα των προδιαγραφών του Bluetooth είναι ότι, λόγω της μετάδοσης στην ελεύθερη ζώνη συχνοτήτων των 2,4 GHz, οι συσκευές που το υποστηρίζουν αδυνατούν να χρησιμοποιήσουν ταυτόχρονα τα περισσότερα πρωτόκολλα της οικογένειας IEEE 802.11, καθώς τότε θα υπήρχαν σοβαρά προβλήματα παρεμβολών.

Οι βασικότερες προδιαγραφές του Bluetooth αφορούν το φυσικό επίπεδο και το υποεπίπεδο MAC, όπου έχουν δημιουργηθεί διαφορετικά πρωτόκολλα για διαφορετικές εφαρμογές και τα οποία ονομάζονται προφίλ. Το Bluetooth SIG έχει ήδη παρουσιάσει τέτοιες παραμετροποιημένες εκδοχές του προτύπου για διάφορες «αγορές» (π.χ. προφίλ ασύρματου τηλεφώνου, προφίλ πρόσβασης σε LAN, προφίλ εκτύπωσης, φωτογραφίας, αυτοκινήτου κλπ). Κάθε προφίλ περιλαμβάνει πρότυπα για όλα τα επίπεδα και προσφέρει λύσεις για τη διασύνδεση με διαφορετικά δίκτυα μεγαλύτερης κλίμακας.

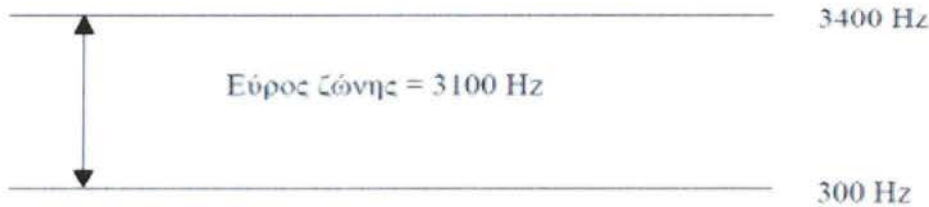
3.3 Χαρακτηριστικά Μέσων Μετάδοσης

Όπως είναι γνωστό τα διάφορα σήματα που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα επικοινωνιών, εκπέμπονται από κατάλληλες πηγές (sources), και χαρακτηρίζονται από συγκεκριμένες τιμές συχνοτήτων. Για το λόγο αυτό τα

μέσα μετάδοσης είναι και αυτά σχεδιασμένα έτσι ώστε να επιτρέπουν τη μετάδοση μόνο εκείνων των σημάτων των οποίων οι συχνότητες ανήκουν σε μια συγκεκριμένη περιοχή ή ζώνη συχνοτήτων. Αυτή η ζώνη συχνοτήτων χαρακτηρίζεται προφανώς από μια μέγιστη και μια ελάχιστη συχνότητα, η διαφορά των οποίων ονομάζεται εύρος ζώνης (bandwidth) του μέσου μετάδοσης.

Παράδειγμα : Ας θεωρήσουμε την περίπτωση του τηλεφωνικού δικτύου το οποίο ως μέσο μετάδοσης χρησιμοποιεί συνεστραμμένα καλώδια. Τα καλώδια αυτού του τύπου, επιτρέπουν τη μετάδοση μόνο εκείνων των σημάτων των οποίων η συχνότητα βρίσκεται στο διάστημα 300 Hz έως 3400 Hz. Επομένως το εύρος ζώνης αυτού του μέσου μετάδοσης είναι Εύρος ζώνης: $3400 \text{ Hz} - 300 \text{ Hz} = 3100 \text{ Hz} = 3.1 \text{ KHz}$.

Εύρος ζώνης: $3400 \text{ Hz} - 300 \text{ Hz} = 3100 \text{ Hz} = 3.1 \text{ KHz}$.



εικόνα 3-7: Εύρους ζώνης τηλεφωνικού δικτύου

Το γεγονός πως τα 300 Hz είναι η ελάχιστη επιτρεπτή συχνότητα που μπορεί να περάσει από το μέσο μετάδοσης, σημαίνει πως ένα σήμα μικρότερης συχνότητας (π.χ. 200 Hz) δεν μπορεί να διέλθει από το μέσο μετάδοσης. Με τον ίδιο τρόπο η μέγιστη συχνότητα των 3400 Hz, υποδηλώνει πως ένα σήμα μεγαλύτερης συχνότητας, π.χ. 4500 Hz δεν έχει τη δυνατότητα διέλευσης από το κανάλι.

Το δεύτερο χαρακτηριστικό γνώρισμα των μέσων μετάδοσης, είναι η χωρητικότητά (capacity) τους. Αυτή ορίζεται ως ο μέγιστος ρυθμός με τον οποίο μπορούμε να στείλουμε ή να πάρουμε δεδομένα, χωρίς να προκύψουν σφάλματα κατά τη διάρκεια της μετάδοσης. Η χωρητικότητα ενός μέσου μετάδοσης είναι ανάλογη του εύρους ζώνης του, που σημαίνει πως ένα μέσο μετάδοσης με μεγάλο εύρος ζώνης, θα έχει αντίστοιχα και μεγάλη χωρητικότητα.

Τέλος είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως τα μέσα μετάδοσης με κριτήριο την τιμή της χωρητικότητάς τους, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες :

- *Μέσα μετάδοσης στενής ζώνης (narrowband)* - Χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων με ρυθμούς από 45 έως 600 bps. Τα μέσα αυτά δεν έχουν επαρκή χωρητικότητα για να μεταδώσουν τηλεφωνικές συνδιαλέξεις, και χρησιμοποιούνται κυρίως σε τηλεγραφικά κυκλώματα.
- *Μέσα μετάδοσης βασικής ζώνης (baseband)* - Χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων με ρυθμούς από 1200 έως 33600 bps. Η βασική τους εφαρμογή είναι στην τηλεφωνία για τη μετάδοση σημάτων φωνής.
- *Μέσα μετάδοσης ευρείας ζώνης (broadband)* - Χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων με ρυθμούς από 48000 bps έως 1.5 Mbps. Η χωρητικότητά τους επιτρέπει να χρησιμοποιηθεί όλο το εύρος τους, μπορεί όμως και να υποδιαιρεθούν σε λογικά κανάλια μικρότερης χωρητικότητας, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν σε τηλεφωνικές συνδιαλέξεις, ή στη μετάδοση σημάτων με χαμηλότερους ρυθμούς μετάδοσης.

3.4 Κατηγορίες Καλωδίων

Τα καλώδια χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Cat 1: Χρήση μόνο για τηλεφωνικό καλώδιο PSTN ή ISDN
- Cat 2: Χρήση σε δίκτυα 4 Mbit/s token ring.
- Cat 3: Χρήση σε δίκτυα με συχνότητες μέχρι τα 16 MHz των 10 Mbit/s.
- Cat 4: Χρήση σε δίκτυα με συχνότητες μέχρι τα 20 MHz των 10 Mbit/s.
- Cat 5: Χρήση σε δίκτυα με συχνότητες μέχρι τα 100 MHz των 100 Mbit/s.
- Cat 5: Χρήση σε δίκτυα με συχνότητες μέχρι τα 100 MHz των 100 Mbit/s αλλά κάνει και για δίκτυα των 1Gigabit.
- Cat 6: Χρήση σε δίκτυα με συχνότητες μέχρι τα 250 MHz και είναι τα πλέον κατάλληλα για δίκτυα του 1Gigabit.

- Cat 7: Χρήση σε δίκτυα με συχνότητες μέχρι τα 600 MHz των 10Gigabit.

3.5 Είδη Καλωδίων

Τα καλώδια χωρίζονται στα εξής είδη:

- *Καλώδια Twisted Pair (συστρεφόμενου ζεύγους):*

Τα καλώδια Twisted Pair είναι καλώδια χαλκού τα οποία περιβάλλονται από πλαστικό. Χρησιμοποιούνται εκεί που υπάρχουν αρκετές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές EMI (π.χ. καλώδια υψηλής τάσης και μηχανήματα που καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες ρεύματος). Αποτελούνται από 8 χωρισμένα σε ζευγάρια (pair) καλώδια χαλκού τα οποία έχουν χρωματικό κώδικα και είναι στριμμένα (twisted) σαν σε πλεξούδα:

- Ζεύγος I: TRANSMIT Πορτοκαλί + Άσπρο πορτοκαλί
 - Ζεύγος II: RECEIVE Πράσινο + Άσπρο πράσινο
 - Ζεύγος III: BIDIRECTIONAL DATA Μπλε + Άσπρο μπλε
 - Ζεύγος IV: BIDIRECTIONAL DATA Καφέ + Άσπρο καφέ
- *Καλώδια Unshielded Twisted Pair (συστρεφόμενου ζεύγους άνευ θωράκισης):*

Καλώδια χωρίς θωράκιση. Χρησιμοποιούνται σε αρκετά δίκτυα όπου δεν υπάρχουν εξωτερικές ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Ακόμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στην τηλεφωνία.

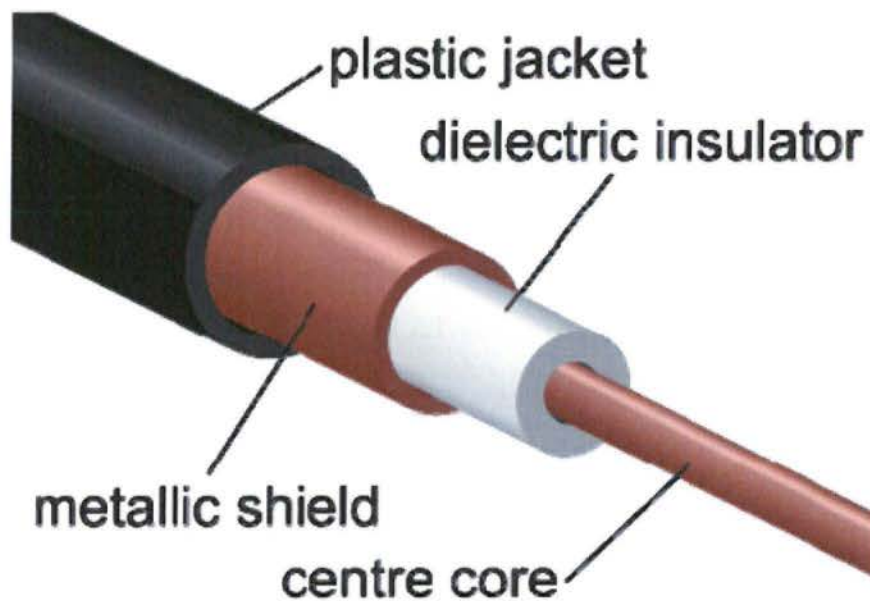
3.6 Το Ομοαξονικό Καλώδιο

Το ομοαξονικό καλώδιο (coaxial cable) αποτελείται από ένα εσωτερικό αγωγό περιβαλλόμενο από ένα εύκαμπτο, σωληνοειδές μονωτικό στρώμα πλαστικού, το οποίο με την σειρά του περιβάλλεται από ένα σωληνωτό συρμάτινο πλέγμα. Στην συνέχεια το πλέγμα μπορεί να περιβάλλεται από μόνωση φύλλου αλουμινίου (aluminium shield). Η όλη

διάταξη καλύπτεται από την εξωτερική μόνωση που είναι ένα πλαστικό κυλινδρικό φύλλο.

Ο όρος ομοαξονικό προέρχεται εξ αιτίας του ότι ο εσωτερικός αγωγός και το εξωτερικό συρμάτινο πλέγμα έχουν τον ίδιο γεωμετρικό άξονα. Το ομοαξονικό καλώδιο εφευρέθηκε από τον Άγγλο μηχανικό και μαθηματικό Oliver Heaviside, ο οποίος δημιούργησε το σχέδιο το 1880.

Το ομοαξονικό καλώδιο διαφέρει από τα άλλα θωρακισμένα καλώδια και χρησιμοποιείται για την διέλευσης ηλεκτρικών σημάτων μεγάλου εύρους συχνότητας. Για παράδειγμα μπορεί να μεταφέρει ηχητικά σήματα από ένα ακουστικό ενισχυτή μέχρι και ηλεκτρικά σήματα πολλών Mega Hertz (πχ σήμα τηλεοπτικό , δορυφορικό κτλ).

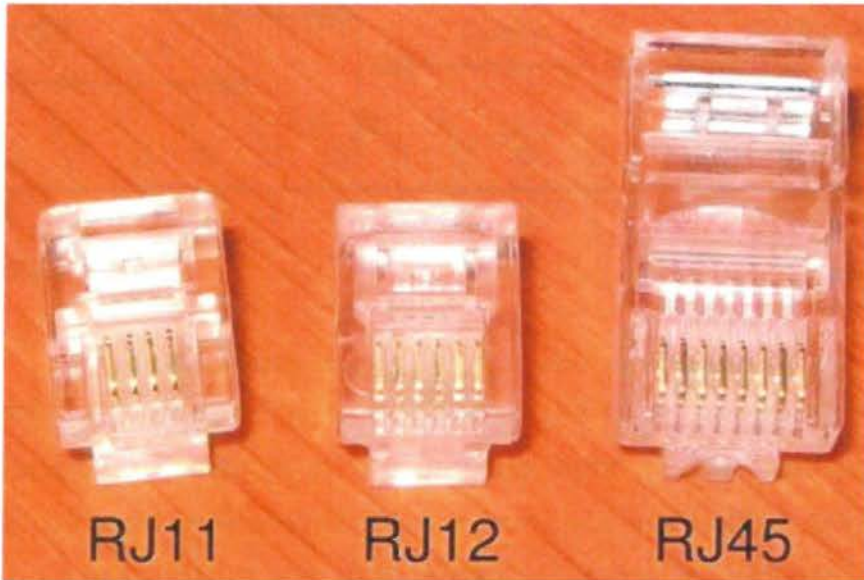


εικόνα 3-8: ομοαξονικό καλώδιο

3.7 Καλώδια RJ-11, RJ-12 και RJ-45

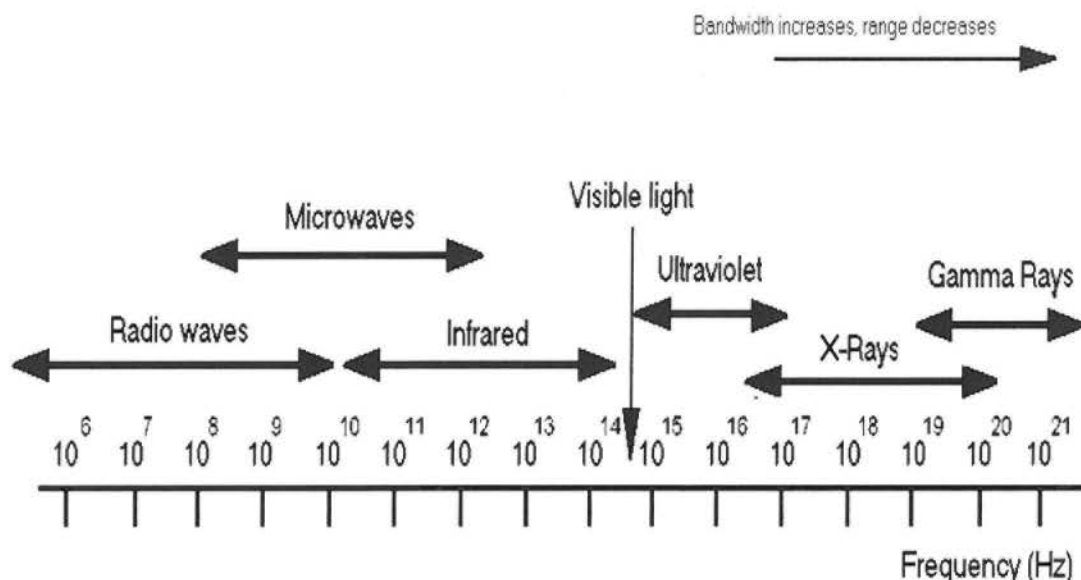
Τα καλώδια RJ-11 αποτελούνται από 4 και τα RJ-12 από 6 καλώδια χαλκού τα οποία περιβάλλονται από πλαστικό. Χρησιμοποιούνται κυρίως στην τηλεφωνία.

Τα καλώδια RJ-45 αποτελούνται από 8 καλώδια χαλκού τα οποία περιβάλλονται από πλαστικό. Χρησιμοποιούνται σε δίκτυα ethernet.



εικόνα 3-9: Καλώδιο RJ-11, RJ12 και RJ-45

3.8 Ηλεκτρομαγνητικά Πεδία



εικόνα 3-10: Συχνότητες ηλεκτρομαγνητικών πεδίων

Τα ηλεκτρικά πεδία δημιουργούνται από διαφορές της τάσης: όσο μεγαλύτερη είναι η τάση, τόσο ισχυρότερο είναι το πεδίο που δημιουργείται. Τα μαγνητικά πεδία δημιουργούνται όταν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος: όσο υψηλότερη είναι η ροή του ρεύματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του μαγνητικού πεδίου. Σε μια συσκευή υπάρχει πάντοτε ένα ηλεκτρικό πεδίο ακόμα κι αν δεν υπάρχει ροή ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν ρέει ρεύμα, η ένταση του μαγνητικού πεδίου ποικίλει και εξαρτάται από την κατανάλωση ισχύος, ωστόσο η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου παραμένει σταθερή.

3.9 Μετάδοση Βασικής Και Ευρείας Ζώνης

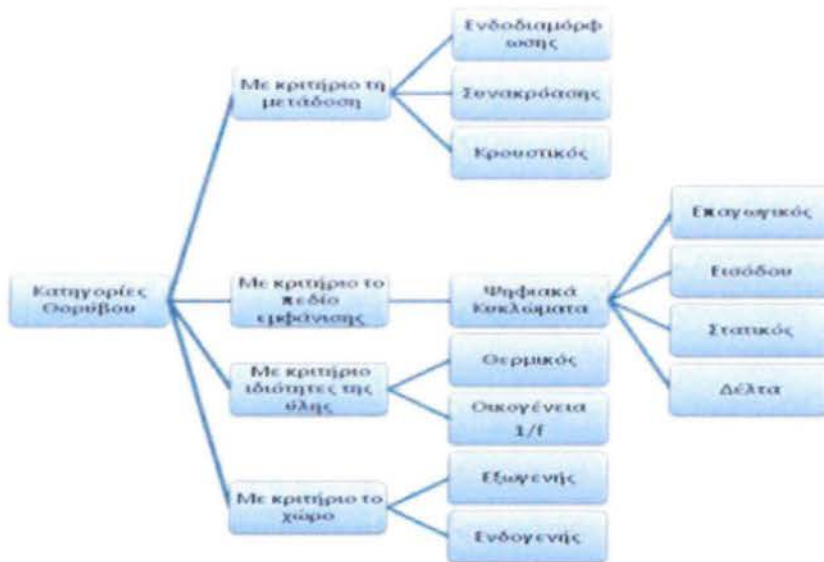
Στην μετάδοση βασικής ζώνης (baseband transmission) διαμέσου ηλεκτρικών καλωδίων, το ηλεκτρικό σήμα εφαρμόζεται απευθείας ανάμεσα στους δυο αγωγούς. Ένα μόνο bit μπορεί να μεταδοθεί κάθε φορά. Η πολυπλεξία μπορεί να επιτευχθεί μόνο με χρονικό καταμερισμό (Time Division Multiplexing, TDM).

Η μετάδοση ευρείας ζώνης (broadband transmission) δεν χρησιμοποιεί το ηλεκτρικό σήμα απευθείας. Το ηλεκτρικό σήμα χρησιμοποιείται στη διαμόρφωση κάποιου χαρακτηριστικού (πχ του πλάτους) ενός άλλου

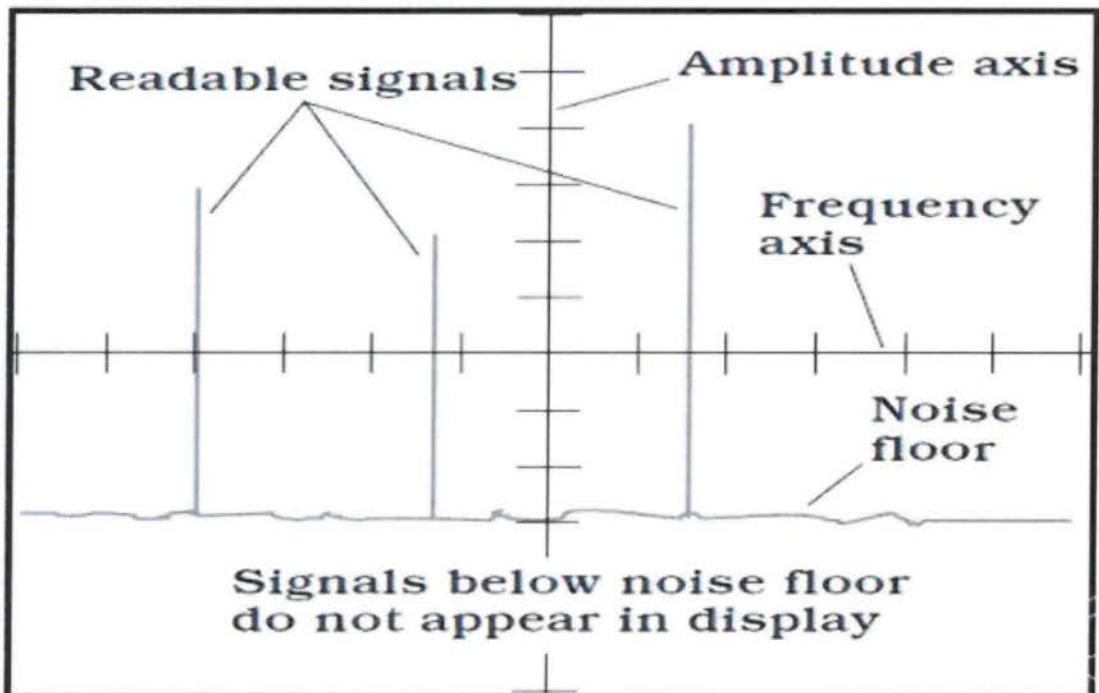
ηλεκτρικού σήματος, που ονομάζεται φέρον (carrier) και που αποτελεί το σήμα που τελικά θα μεταδοθεί. Συνήθως, το φέρον έχει πολύ μεγαλύτερη συχνότητα από το σήμα που μεταφέρει την πληροφορία. Στην μετάδοση ευρείας ζώνης η πολυπλεξία μπορεί να επιτευχθεί και με καταμερισμό του πεδίου συχνοτήτων (Frequency Division Multiplexing, FDM). Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε ροή δεδομένων διατίθεται φέρον διαφορετικής συχνότητας. Στην πολυπλεξία FDM, η μετάδοση των ροών δεδομένων μπορεί να γίνει ταυτόχρονα και με μικρότερες απαιτήσεις αναγέννησης σε σχέση με τη μετάδοση βασικής ζώνης. Η ανάκτηση της πληροφορίας στον προορισμό, γίνεται με την αντίστροφη διαδικασία, που ονομάζεται αποδιαμόρφωση. Οι συσκευές που διαμορφώνουν το φέρον κατά την μετάδοση και το αποδιαμορφώνουν στην λήψη, ονομάζονται modems.

3.10 Θόρυβος

Είναι γεγονός πως η έννοια του θορύβου είναι πολυδιάστατη και της έχουν αποδοθεί κατά καιρούς διάφορες ερμηνείες, γεγονός απόλυτα λογικό αφού εντοπίζεται σε κάθε έκφανση μετάδοσης σημάτων και υλοποίησης ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος. Σύμφωνα με το πρότυπο λεξικό επιστημονικών όρων του Ηλεκτρισμού και της Ηλεκτρονικής του οργανισμού IEEE ο θόρυβος ορίζεται ως «οι ανεπιθύμητες διαταραχές που επιμολύνουν ένα ωφέλιμο σήμα τείνοντας να αποκρύψουν το πληροφοριακό του περιεχόμενο». Όπως προαναφέρθηκε, ο θόρυβος αφορά πολλές και ποικίλες περιπτώσεις αποκατάστασης αέρας επικοινωνίας ανάμεσα σε έναν πομπό και έναν δέκτη. Στο διάγραμμα που ακολουθεί επιχειρείται μια κατηγοριοποίηση του θορύβου με βάση διαφορετικά κάθε φορά κριτήρια.



εικόνα 3-10: Κατηγοριοποίηση θορύβου



εικόνα 3-11: Απώλεια πληροφορίας σε ανάλυση φάσματος εξαιτίας θορύβου

Κατά παράδοση, ο θόρυβος θεωρείται σημαντικός όταν επιμολύνει ασθενή σήματα, δηλαδή όταν τα πλάτη των επεξεργαζόμενων σημάτων είναι παρόμοια με αυτά του υπάρχοντος θορύβου. Έτσι, το σήμα της πληροφορίας κινδυνεύει να χάσει το περιεχόμενό του σε πολύ θορυβώδες περιβάλλον. Για αυτό το λόγο δεν είναι τελικά σημαντικό το πλάτος του σήματος αλλά ο λόγος σήματος-προς-θόρυβο (S/N). Χαμηλό S/N προδίδει ευαισθησία στο θόρυβο

ενώ υψηλό S/N σχετική ανοσία. Συνοπτικά, η σημασία του θορύβου έγκειται στις ακόλουθες καταστάσεις όσον αφορά ηλεκτρονικά κυκλώματα και συστήματα τηλεπικοινωνιών:

- Το επίπεδο θορύβου ορίζει ένα κατώτερο όριο στο πλάτος στο οποίο μπορεί να ενισχυθεί ένα σήμα.
- Το επίπεδο θορύβου καθορίζει το άνω όριο στο κέρδος ενός ενισχυτή, αν το όριο αυτό ξεπεραστεί ο ενισχυτής θα οδηγηθεί σε κορεσμό. Ο θόρυβος καθορίζει το ελάχιστο δυνατόν ανιχνεύσιμο σήμα σε φωρατές και δέκτες.
- Ο θόρυβος καθορίζει το τελικό όριο της ελάχιστης ευαισθησίας στις μετρήσεις.
- Ο θόρυβος μπορεί να προκαλέσει λανθασμένη μέτρηση της φάσης ενός σήματος επηρεάζοντας έτσι την ακρίβεια συστημάτων εκτίμησης
- Τα δυαδικά δεδομένα που αποθηκεύονται σε ηλεκτρονικές μνήμες μπορεί να αλλοιωθούν από το θόρυβο οδηγώντας λογικά «0» να αποθηκεύονται σαν «1» και αντίστροφα.
- Οι τάσεις τροφοδοσίας και οι διαστάσεις όλο και μικραίνουν με σκοπό τη μικρότερη κατανάλωση ισχύος οδηγώντας σε μικρότερα περιθώρια θορύβου.
- Καθορίζει το ελάχιστο επίπεδο ισχύος σήματος που μπορεί να υποστεί επεξεργασία και συνεπώς τη μέγιστη εμβέλεια ενός τηλεπικοινωνιακού συστήματος.
- Καθορίζει τη χωρητικότητα καναλιού (δηλαδή, τον υψηλότερο ρυθμό στον οποίο μπορεί να μεταδοθεί πληροφορία με μηδενική πιθανότητα σφάλματος), η οποία εξαρτάται ισχυρά από το σηματοθορυβικό λόγο (S/N) στην έξοδο. Ο Shannon απέδειξε ότι ένα ιδεατό κανάλι έχει ικανότητα μεταφοράς δεδομένων ανάλογη του γινομένου του εύρους ζώνης του συστήματος πολλαπλασιασμένου με το λογάριθμο του λόγου $(S+N)/N$ όπου S είναι η μέση ισχύς του εκπεμπόμενου σήματος και N η ισχύς του θορύβου.

Έστω ότι έχουμε ένα διάγραμμα που προέρχεται από έναν αναλυτή φάσματος και στο οποίο παρατηρείται πως το σήμα που βρίσκεται κάτω από το επίπεδο θορύβου δε συμπεριλαμβάνεται στην ανάλυση φάσματος.

Παρατηρούμε δηλαδή πρόκειται για «χαμένη» πληροφορία. Ο θόρυβος αποτελεί μόνιμη παρουσία σε όλα τα τηλεπικοινωνιακά συστήματα και προέρχεται από πολλές πηγές, όπως για παράδειγμα οι ατμοσφαιρικές διακυμάνσεις, τα ηλεκτρικά κυκλώματα, η ανθρώπινη δραστηριότητα κτλ. Οι πρώτες δύο πηγές εντάσσονται στην κατηγορία του θερμικού θορύβου. Ο θερμικός θόρυβος οφείλεται στην κινητικότητα φορτισμένων σωματιδίων μέσα στα ηλεκτρονικά στοιχεία που υπάρχουν μέσα σε κάθε σύστημα λήψης, επομένως είναι και αναπόφευκτος. Τα χαρακτηριστικά του θερμικού θορύβου μελετήθηκαν αρχικά για έναν αντιστάτη. Μπορεί να μοντελοποιηθεί ως μία στάσιμη στοχαστική γκαουσιανή διαδικασία με μηδενικό μέσο.

Μία τέτοια διαδικασία ονομάζεται λευκή, που σημαίνει ότι οι θερμικές πηγές θορύβου μοντελοποιούνται με άπειρη και σταθερή φασματική πυκνότητα ισχύος. Περιέχει όλες τις συχνότητες, σε αναλογία προς το λευκό φως. Στη συνέχεια αναφερόμαστε στο θόρυβο ως προθετικό, λευκό, γκαουσιανό θόρυβο (Additive White Gaussian Noise – AWGN).

Στην επικοινωνία δύο κινητών ή ακίνητων πομποδεκτών με σύνδεση σημείου προς σημείο, ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα της επικοινωνίας είναι ο θόρυβος (noise) που προέρχεται από τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ο θόρυβος υπό τύπο ραδιοκυμάτων λαμβάνεται από την κεραία του δέκτη και προστίθεται στο επιθυμητό σήμα με αποτέλεσμα να το παραμορφώνει.

Για τον περιορισμό του θορύβου χρησιμοποιούνται κατάλληλα φίλτρα στο δέκτη που επανακτούν το αρχικό σήμα. Η αύξηση της ισχύος εκπομπής και ως εκ τούτου η αύξηση του λόγου σήματος προς θόρυβο (Signal to Noise Ratio, SNR) είναι ένας άλλος τρόπος περιορισμού της παρεμβολής που προκαλείται από το θόρυβο.

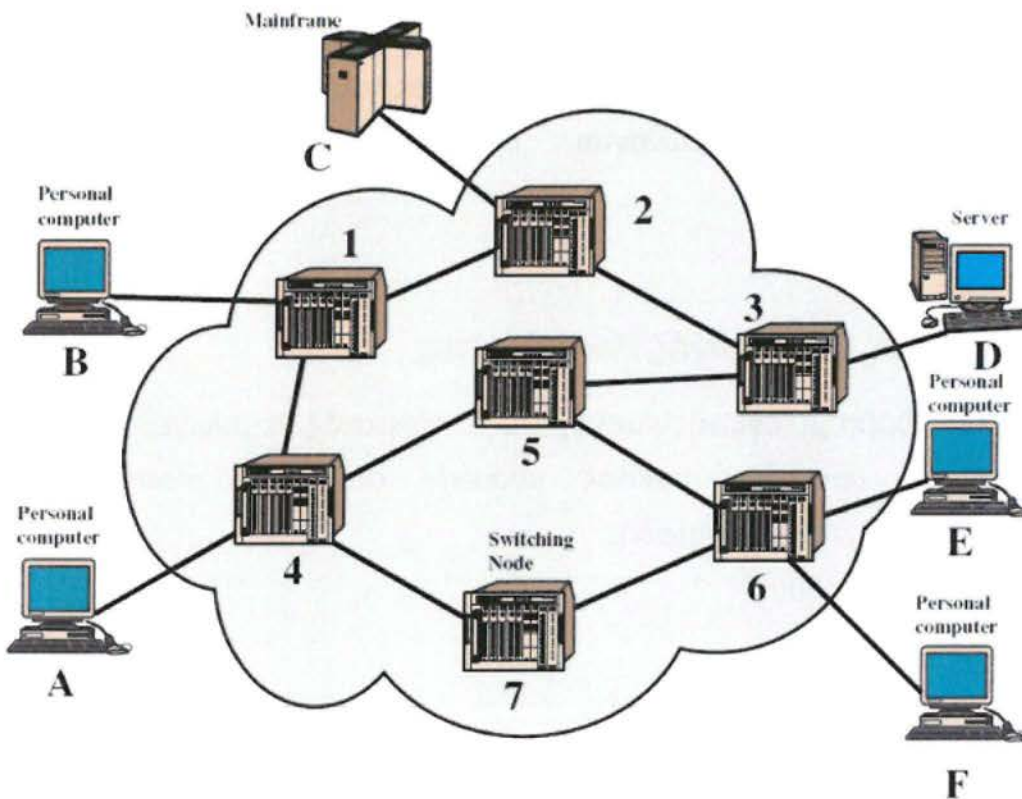
Κεφάλαιο 4

Τεχνικές Μετάδοσης

4.1 Δίκτυα Μεταγωγής

Δίκτυα μεταγωγής είναι τα δίκτυα στα οποία έχουμε επικοινωνία με τη μετάδοση δεδομένων από την πηγή στον προορισμό μέσω ενός δικτύου με ενδιάμεσους κόμβους μεταγωγής.

Στα δίκτυα μεταγωγής κάποιοι κόμβοι συνδέονται μόνο με άλλους κόμβους (π.χ. 5,7) και κάποιοι άλλοι έχουν συνδεδεμένους και σταθμούς. Επίσης οι ζεύξεις κόμβοι με κόμβο είναι συνήθως πολυπλεγμένες (π.χ. FDM, TDM κ.α.). Τέλος το δίκτυο δεν είναι πλήρως συνδεδεμένο (συνήθως όμως υπάρχουν πάνω από 1 πιθανά μονοπάτια).



εικόνα 4-1: Δίκτυο μεταγωγής

4.2 Μεταγωγή Κυκλώματος

Στην μεταγωγή κυκλώματος αποκαθίσταται ένα αποκλειστικό μονοπάτι επικοινωνίας ανάμεσα σε δυο σταθμούς (ακολουθία από ζεύξεις μεταξύ κόμβων του δικτύου) – Circuit Switching. Σε κάθε φυσική ζεύξη αφιερώνεται στη σύνδεση ένα λογικό κανάλι. Η σύνδεση είναι διαφανής: Όταν αποκατασταθεί, εμφανίζεται στις συνδεδεμένες συσκευές σα να υπάρχει μια άμεση σύνδεση.

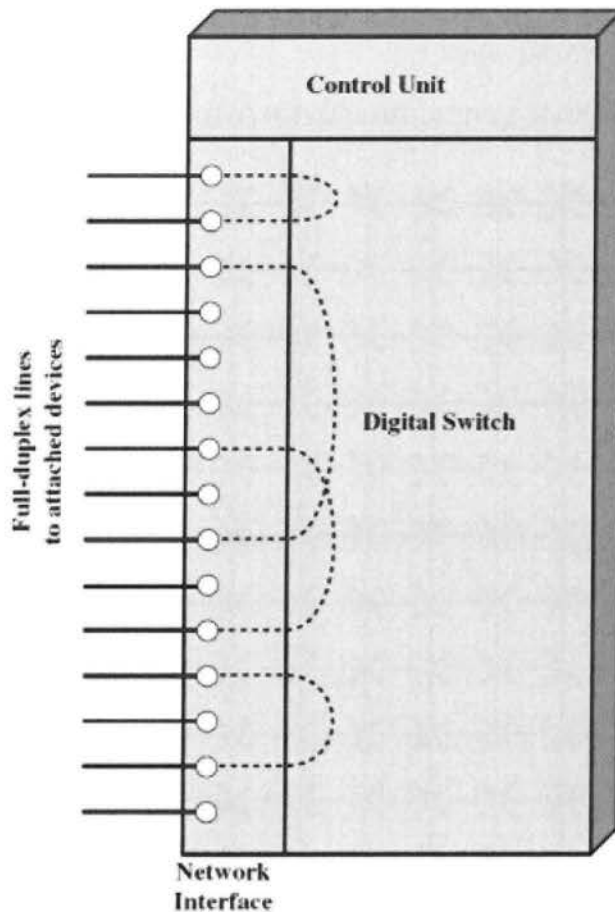
Η μεταγωγή κυκλώματος έχει 3 φάσεις, οι οποίες είναι οι :

- *Αποκατάσταση κυκλώματος* - Πριν μεταδοθεί οποιοδήποτε σήμα πρέπει να αποκατασταθεί ένα κύκλωμα από άκρο σε άκρο (από σταθμό σε σταθμό)
- *Μεταφορά δεδομένων* - Σε αυτή τη φάση μεταδίδεται η πληροφορία ανάμεσα στους σταθμούς. Γενικά, η σύνδεση είναι αμφίδρομη
- *Αποσύνδεση κυκλώματος* - Έπειτα από κάποια περίοδο μεταφοράς δεδομένων η σύνδεση τερματίζεται με πρωτοβουλία ενός από τους 2 σταθμούς. Ελευθερώνονται οι αποκλειστικοί πόροι που χρησιμοποιούνταν.

4.2.1 Κόμβος Μεταγωγής Κυκλώματος

Στον κόμβο μεταγωγής κυκλώματος ο ψηφιακός μεταγωγέας παρέχει ένα διάφανο μονοπάτι σήματος ανάμεσα σε οποιοδήποτε ζεύγος συνδεδεμένων συσκευών, δηλαδή:

- Διεπαφή δικτύου
- Μονάδα ελέγχου
 - Αποκαθιστά συνδέσεις
 - Συντηρεί τη σύνδεση
 - Διακόπτει τη σύνδεση



εικόνα 4-2: Ψηφιακός μεταγωγέας

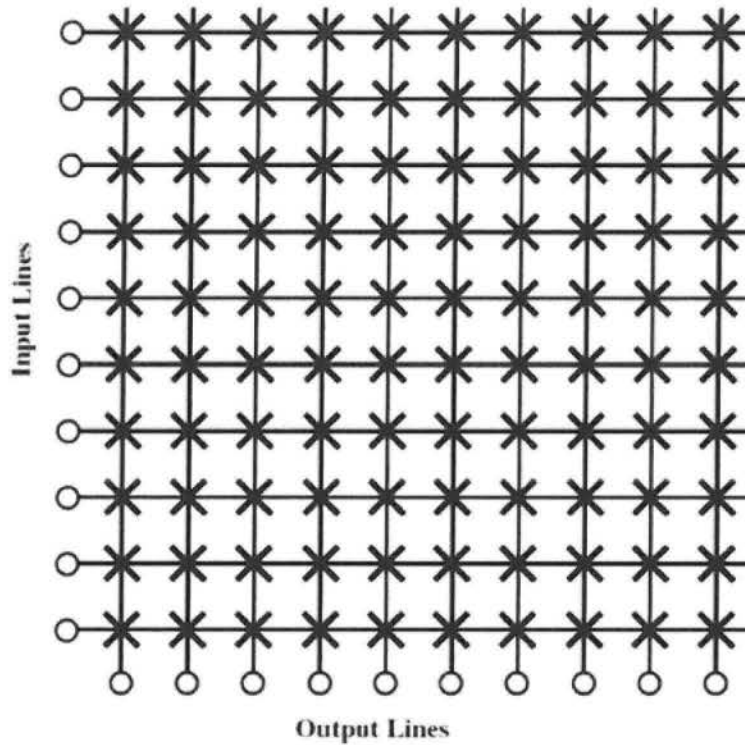
4.3 Μεταγωγή Διαίρεσης Χώρου

Αρχικά αναπτύχθηκε για αναλογικό περιβάλλον και στη συνέχεια επικράτησε και στο ψηφιακό. Τα μονοπάτια των σημάτων είναι φυσικά απομακρυσμένα το ένα από το άλλο. Κάθε σύνδεση απαιτεί την αποκατάσταση ενός φυσικού μονοπατιού μέσω του μεταγωγέα που έχει αφιερωθεί αποκλειστικά στην μεταφορά σημάτων ανάμεσα στα δύο τερματικά σημεία. Βασική δομική μονάδα είναι μια μεταλλική διασταύρωση ή μια πύλη ημιαγωγού που μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί από μια μονάδα ελέγχου.

Περιορισμοί:

- Ο αριθμός των διασταυρώσεων αυξάνει με το τετράγωνο του αριθμού των συνδεδεμένων σταθμών

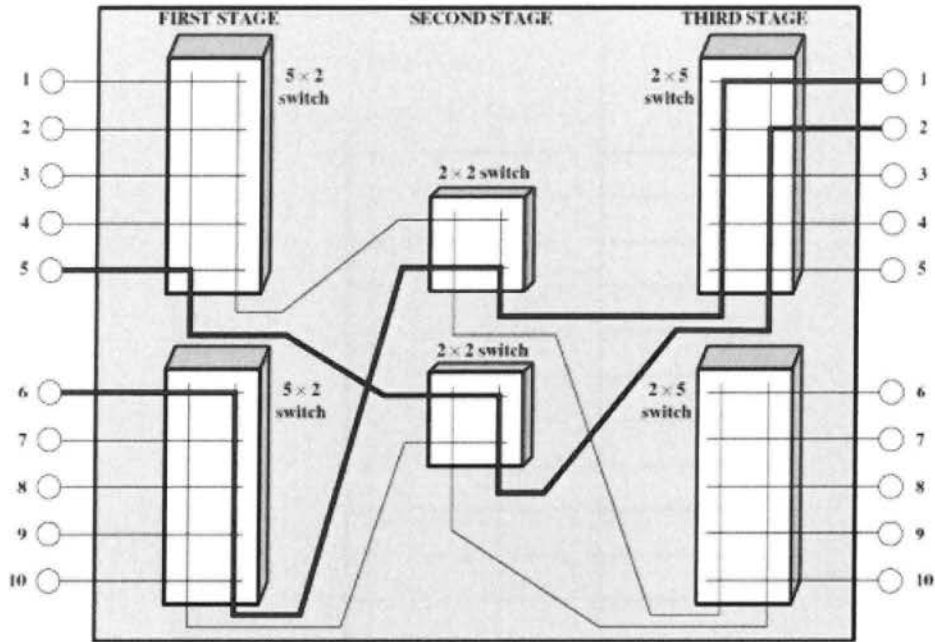
- Η καταστροφή μιας διασταύρωσης εμποδίζει τη σύνδεση των αντίστοιχων συσκευών
- Οι διασταυρώσεις χρησιμοποιούνται αναποτελεσματικά



εικόνα 4-3: Γραμμές εισόδου - εξόδου

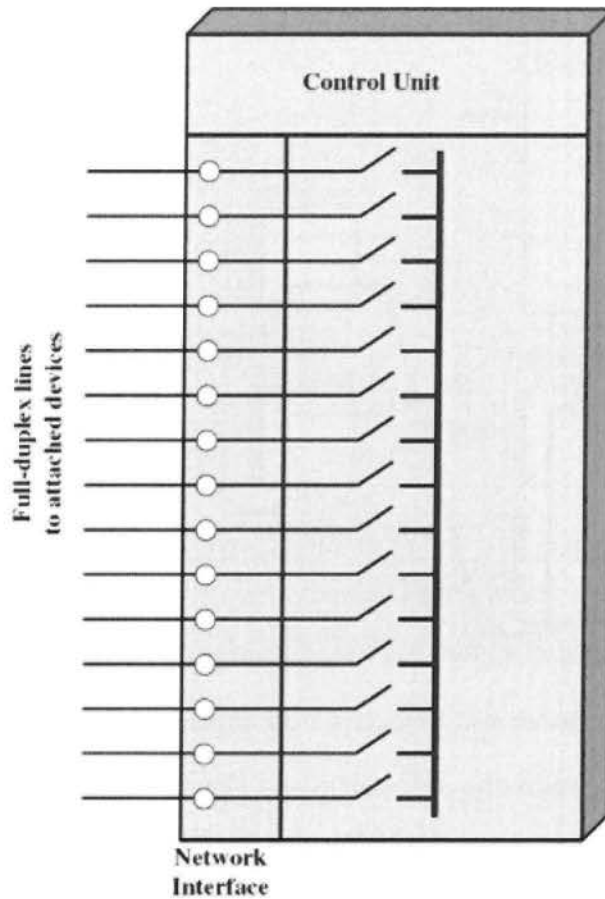
Στις Μεταγωγές πολλαπλών σταδίων

- Ο αριθμός των διασταυρώσεων μειώνεται
- Υπάρχουν περισσότερα από ένα μονοπάτια μέσα στο δίκτυο για τη σύνδεση 2 τερματικών σημείων



εικόνα 4-4: Μεταγωγή πολλαπλών σταδίων

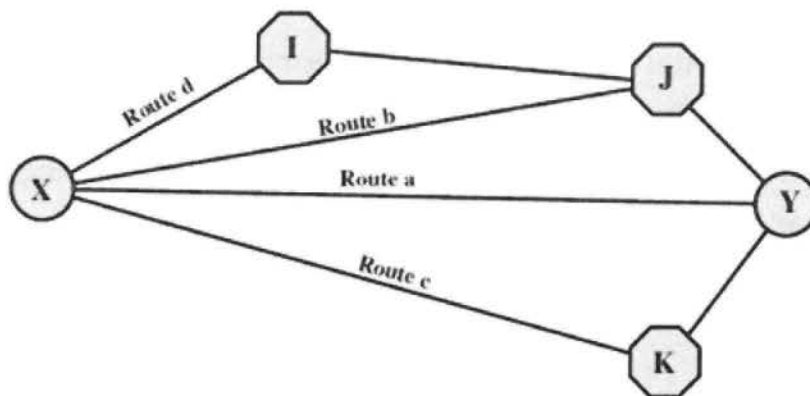
Η Μεταγωγή Διαίρεσης Χρόνου τώρα Περιλαμβάνει τον τεμαχισμό μιας ροής από bit σε ενότητες που μοιράζονται μια ταχύτερη ροή από bit με άλλες ροές. Για τη δρομολόγηση δεδομένων από την είσοδο στην έξοδο οι ξεχωριστές ενότητες ή σχισμές ελέγχονται από κάποια λογική.



εικόνα 4-5: TDM bus switching (time division multiplexing)

Η δρομολόγηση σε Δίκτυα Μεταγωγής Κυκλώματος χωρίζεται στην Στατική ιεραρχική προσέγγιση και στην Δυναμική προσέγγιση τις οποίες οι αποφάσεις δρομολόγησης εξαρτώνται από τις τρέχουσες καταστάσεις της κίνησης και οι κόμβοι μεταγωγής έχουν ομότιμη σχέση και όχι ιεραρχική.

Στην εναλλακτική Δρομολόγηση τώρα οι πιθανές διαδρομές που θα χρησιμοποιηθούν ανάμεσα σε δυο τερματικά είναι προκαθορισμένες.



Route a: X → Y
 Route b: X → J → Y
 Route c: X → K → Y
 Route d: X → I → J → Y

○ = end office
 ⊙ = intermediate switching node

(a) Topology

Time Period	First route	Second route	Third route	Fourth and final route
Morning	a	b	c	d
Afternoon	a	d	b	c
Evening	a	d	c	b
Weekend	a	c	b	d

(b) Routing table

εικόνα 4-6: Εναλλακτική Δρομολόγηση

4.4 Μεταγωγή Πακέτου

Τα δεδομένα μεταδίδονται σε μικρά πακέτα. Το μήνυμα τεμαχίζεται από την πηγή. Κάθε πακέτο περιέχει ένα τμήμα των δεδομένων συν την πληροφορία ελέγχου. Σε κάθε κόμβο της διαδρομής το πακέτο παραλαμβάνεται, αποθηκεύεται προσωρινά και στέλνεται στον επόμενο κόμβο.

4.4.1 Πλεονεκτήματα Έναντι Μεταγωγής Κυκλώματος

Η αποδοτικότητα της γραμμής είναι μεγαλύτερη, επειδή μια απλή σύνδεση κόμβου-με-κόμβο μπορεί να μοιράζεται δυναμικά σε πολλά πακέτα κάθε στιγμή. Επίσης Μπορεί να εκτελέσει μετατροπή ρυθμού δεδομένων. Δυο σταθμοί διαφορετικών ρυθμών δεδομένων μπορούν να ανταλλάξουν

πακέτα επειδή ο καθένας συνδέεται στον κόμβο με το δικό του ρυθμό δεδομένων. Στα δίκτυα Μεταγωγής Κυκλώματος μια κλήση μπορεί να μπλοκαριστεί. Σε ένα δίκτυο Μεταγωγής Πακέτου τα πακέτα εξακολουθούν να γίνονται αποδεκτά, αλλά αυξάνει η καθυστέρηση παράδοσης. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν προτεραιότητες. Πακέτα με προτεραιότητα που βρίσκονται σε κάποιο κόμβο μπορούν να σταλούν πρώτα, έχοντας μικρότερη καθυστέρηση.

4.4.2 Δρομολόγηση Σε Δίκτυα Μεταγωγής Πακέτου

Τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά δρομολόγησης είναι:

- Ορθότητα
- Απλότητα
- Ανθεκτικότητα
- Σταθερότητα
- Δικαιοσύνη
- Βελτιστοποίηση
- Αποδοτικότητα
- Επιλογές που αυξάνουν την διακομιστική ικανότητα του δικτύου συγκρούονται με το χαρακτηριστικό της δικαιοσύνης

Το πιο απλό κριτήριο είναι η επιλογή της διαδρομής με ελάχιστα άλματα (hops) – min αριθμός κόμβων κατά μήκος της διαδρομής. Μια γενίκευση του κριτηρίου αυτού είναι η δρομολόγηση ελάχιστου κόστους (least-cost routing), όπου κάθε σύνδεση μεταξύ κόμβων συσχετίζεται με ένα κόστος και για κάθε ζεύγος συνδεδεμένων σταθμών αναζητείται η διαδρομή που επιτυγχάνει το ελάχιστο κόστος.

Σημαντικά χαρακτηριστικά για την επιλογή της διαδρομής είναι ο χρόνος και ο τόπος απόφασης. Όταν πρόκειται για εσωτερική λειτουργία αυτόνομου πακέτου, για κάθε πακέτο χωριστά λαμβάνεται μία απόφαση δρομολόγησης, ενώ για εσωτερική λειτουργία νοητού κυκλώματος η απόφαση παίρνεται τη στιγμή που αποκαθίσταται το νοητό κύκλωμα. Ο τόπος απόφασης αναφέρεται στο ποιος κόμβος ή ποιοι κόμβοι του δικτύου είναι υπεύθυνοι για την απόφαση της δρομολόγησης (κατανεμημένη ή

κεντρική ή δρομολόγηση σταθμού πηγής). Στην κατανεμημένη δρομολόγηση οι κόμβοι χρησιμοποιούν τοπική πληροφορία, συλλέγουν πληροφορία από γειτονικούς κόμβους αλλά και από άλλους κόμβους μίας συγκεκριμένης διαδρομής.

4.5 Τεχνικές Μεταγωγής

Υπάρχουν 2 προσεγγίσεις για το χειρισμό της σειράς των πακέτων και της δρομολόγησής τους στον παραλήπτη:

- Αυτόνομο πακέτο (datagram)
- Νοητό κύκλωμα (virtual circuit)

4.5.1 Αυτόνομο Πακέτο (datagram)

Κάθε πακέτο αντιμετωπίζεται ξεχωριστά, δεν συνδέεται με πακέτα που έχουν φύγει πιο πριν. Κάθε πακέτο έχει τη διεύθυνση του προορισμού του. Πακέτα με την ίδια διεύθυνση προορισμού ακολουθούν (όχι κατ' ανάγκην) διαφορετικές διαδρομές.

4.5.2 Νοητό Κύκλωμα (Virtual Circuit)

Πριν μεταδοθεί οποιοδήποτε πακέτο, αποκαθίσταται μια προσχεδιασμένη διαδρομή. Αρχικά αποστέλλεται ένα ειδικό πακέτο ελέγχου – Αίτηση Κλήσης (Call Request). Η διαδρομή είναι σταθερή σε όλη τη διάρκεια μιας λογικής σύνδεσης.

4.5.3 Σύγκριση Datagram –Virtual Circuit

Στο Νοητό Κύκλωμα κάθε κόμβος δε χρειάζεται να αποφασίσει για το που θα στείλει το πακέτο.

Πλεονεκτήματα Virtual Circuit:

- Αν δυο σταθμοί ανταλλάζουν δεδομένα για μεγάλα χρονικά διαστήματα
- Υπηρεσίες ταξινόμησης πακέτων και ελέγχου σφαλμάτων
- Τα πακέτα διασχίζουν γρηγορότερα το δίκτυο

Πλεονεκτήματα datagram

- Δεν υπάρχει η φάση της αποκατάστασης σύνδεσης.
- Πιο ευέλικτη τεχνική (π.χ. σε περιπτώσεις συμφόρησης).
- Η παράδοση ενός αυτόνομου πακέτου είναι πιο αξιόπιστη (π.χ. αν ένας κόμβος τεθεί εκτός λειτουργίας)

Κεφάλαιο 5

Δίκτυα Επικοινωνίας

Δίκτυο είναι μια ομάδα υπολογιστών συνδεδεμένων μεταξύ τους ενσύρματα ή ασύρματα, η οποία επιτρέπει σε πολλούς ανθρώπους να ανταλλάσσουν πληροφορίες και να μοιράζονται ταυτόχρονα εξοπλισμό.

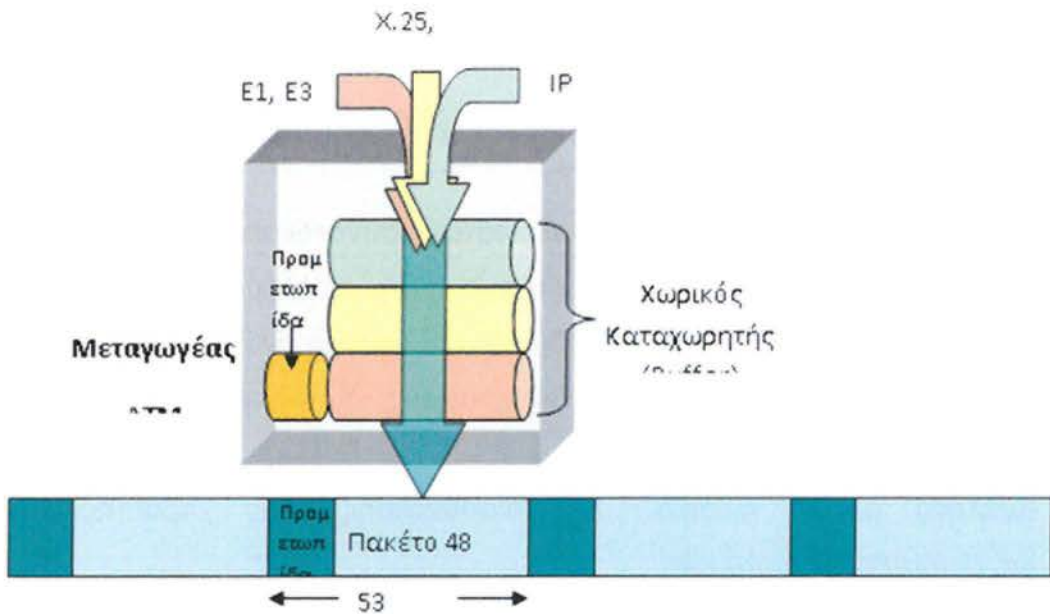
Τα δίκτυα φέρουν τους εξής χαρακτηρισμούς, που καθορίζουν και την κατηγορία τους :

- Ανάλογα με το φυσικό μέσο διασύνδεσής τους χαρακτηρίζονται ως *ενσύρματα* ή *ασύρματα*.
- Ανάλογα με τον τρόπο πρόσβασης σε αυτά χαρακτηρίζονται ως *δημόσια* ή *ιδιωτικά* δίκτυα.
- Ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη του δικτύου χαρακτηρίζονται ως *τοπικά* (LAN και WLAN), *μητροπολιτικά* (MAN και WMAN), *ευρείας κάλυψης* (WAN και WWAN) και *προσωπικά* (PAN και WPAN).

Οι χαρακτηρισμοί με το πρόσθετο W ανταποκρίνονται στον ασύρματο (Wireless) τρόπο σύνδεσης.

5.1 Μεταγωγέας ATM

Ο μεταγωγέας ATM παρέχει μεταγωγή σε μεγάλες ταχύτητες και κλιμακούμενο εύρος ζώνης για την διασύνδεση δικτύων LAN και WAN. Η τεχνική μεταγωγής βασίζεται σε πακέτα σταθερού μήκους, 53 byte, που ονομάζονται *κελιά* και επιτρέπουν την ταυτόχρονη συνύπαρξη πολλαπλών υπηρεσιών (φωνής, δεδομένων και video) σε ένα ενιαίο δίκτυο. Η διαδικασία μεταγωγής σε ένα δίκτυο κελιών είναι απλή και αποδοτική. Οι μεταγωγείς του δικτύου ATM περιλαμβάνουν πίνακα δρομολόγησης προς κάθε άλλο μεταγωγέα του δικτύου. Για κάθε διαδρομή ο μεταγωγέας επιλέγει τον αριθμό ταυτότητας (ID). Καθώς το πακέτο φθάνει σε αυτόν, εξετάζεται το περιεχόμενο του *Αναγνωριστικού Νοητής Διαδρομής* (VPI), που τιμοθετήθηκε από τον προηγούμενο μεταγωγέα, και μεταβάλλεται ανάλογα με την διαδρομή που επιλέγεται προς τον επόμενο μεταγωγέα του δικτύου.



εικόνα 5-1: Μεταγωγέας ATM

Πλεονεκτήματα, που σχετίζονται με τη χρήση του ATM είναι:

- Το πολύ μικρό μήκος των κελιών του ATM σε σύγκριση με τα πακέτα, μόλις 53 byte έκαστο.
- Το ATM χρησιμοποιεί μιν ασύγχρονη μετάδοση (με την έννοια ότι κάθε κελί είναι ανεξάρτητο από τα άλλα κελιά), αλλά τα κελιά ακολουθούν το ένα κατόπιν του άλλου την ίδια διαδρομή, επομένως οποιαδήποτε καθυστέρηση κατά την μετάδοση επιδρά στο συνολικό μήνυμα, ενώ διατηρείται και η σειρά των κελιών.
- Τα σφάλματα σε κελιά ATM ανιχνεύονται και διορθώνονται εύκολα. Το μικρό μέγεθος του κελιού-πακέτου πληροφορίας βοηθά στην γρήγορη επεξεργασία και αυτόματη διόρθωση των σφαλμάτων στον δέκτη, καταργώντας την ανάγκη για επανεκπομπή.
- Λόγω της απλότητας του ATM, δεν απαιτούνται διαδικασίες ελέγχου ροής και συμφόρησης, όπως σε άλλα πρωτόκολλα WAN.

5.2 Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network - WAN)

Τα υπολογιστικά σημεία βρίσκονται διασκορπισμένα σε διαφορετικές πόλεις και συνδέονται μέσω του υπεραστικού δικτύου. Χαρακτηριστικά παραδείγματα δικτύων WAN αποτελούν τα δίκτυα των υποκαταστημάτων μιας τράπεζας ανά την επικράτεια και των αεροπορικών εταιρειών. Το δίκτυο internet αποτελεί ένα επιπλέον παράδειγμα δικτύου WAN. Ένα δίκτυο WAN μπορεί να περιλαμβάνει την διασύνδεση ενός αριθμού δικτύων LAN χωροταξικά διασκορπισμένων ανά την υφήλιο.

5.3 Τοπικά Δίκτυα (Local Area Network – LAN)

Τα δίκτυα LAN αποτελούν τη μικρότερη και λιγότερο πολύπλοκη κατηγορία δικτύων. Τα υπολογιστικά σημεία περιορίζονται χωροταξικά σε ένα κτίριο ή μια ομάδα κτιρίων σε μορφή κτιριοσυγκροτήματος. Αναπτύσσονται κυρίως σε χώρους επιχειρήσεων ή και σε ακαδημαϊκά κτίρια και περιλαμβάνουν έναν ή περισσότερους εξυπηρετητές σε ενιαίο χώρο ενός δωματίου (computer room) και καλωδίωση, που διατρέχει όλο τον υπόλοιπο χώρο, συνδέοντας τους υπολογιστές των χρηστών, σύμφωνα με μια σαφώς καθορισμένη τοπολογία. Χρησιμοποιούνται ταχύτητες συνήθως από 10 Mb/s έως 100 Mb/s, ενώ τα τελευταία χρόνια έχουμε τυποποιήσεις 1 Gb/s και 10 Gb/s.

5.4 Dial Up

Η σύνδεση Dial-up χρησιμοποιείται κατά κανόνα από οικιακούς συνδρομητές (1 χρήστη) με την χρήση υπάρχουσας τηλεφωνικής σύνδεσης. Διαθέτει μικρή ταχύτητα πρόσβασης και δεν έχει σταθερή σύνδεση. Επιτρέπει την μετάδοση bits μέσω κοινών τηλεφωνικών γραμμών και χρησιμοποιείται όταν οι Η/Υ δεν είναι κοντά. Η μετάδοση γίνεται μέσω της τηλεφωνικής γραμμής και είναι σειριακή.

5.5 PSTN

Το **δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής** (public switched telephone network) είναι το παγκόσμιο τηλεφωνικό δίκτυο. Αποτελείται από τηλεφωνικές γραμμές, οπτικές ίνες, συνδέσμους μέσω μικροκυμάτων, κυψελωτά δίκτυα, τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους, και υποθαλάσσια καλώδια, όλα διασυνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω κέντρων switching, τα οποία επιτρέπουν σε οποιοδήποτε τηλέφωνο στον κόσμο να επικοινωνήσει με οποιοδήποτε άλλο. Αν και αρχικά ήταν ένα πλήρως αναλογικό ενσύρματο δίκτυο, τα τελευταία χρόνια έχει μετατραπεί σχεδόν στο σύνολό του σε ψηφιακό, ενώ έχουν εισαχθεί και ασύρματα τμήματα.

5.6 ISDN

Το 1993 άρχισε να γίνεται πραγματικότητα στη χώρα μας, αλλά και σε όλη την Ευρώπη, το όνειρο του ψηφιακού δικτύου ολοκληρωμένων υπηρεσιών, του ISDN (Intergrated Services Digital Network) όπως επικράτησε να ονομάζεται διεθνώς. Αποτελεί τον τελικό σκοπό μιας παγκόσμια συντονισμένης προσπάθειας στις επικοινωνίες, για την ενιαία και τεχνοοικονομικά βέλτιστη αντιμετώπιση των επικοινωνιακών αναγκών, που σήμερα εξυπηρετούνται από ιδιαίτερα δίκτυα. Η κοινή υποδομή που επιτρέπει την εξέλιξη αυτή, αντιπροσωπεύεται από την ψηφιακή τεχνική και την βαθμιαία ψηφιοποίηση του τηλεφωνικού δικτύου. Γενικότερα όμως άρχισε ήδη στην Ευρώπη η πειραματική εφαρμογή του B - ISDN (Broandband ISDN), δηλαδή του ISDN ευρείας ζώνης. Τα κέντρα του B - ISDN, η λειτουργία των οποίων στηρίζεται στον ασύγχρονο ρυθμό μετάδοσης ATM (Asynchronous Transfer Mode), προβλέπεται σύντομα να αρχίσουν να εγκαθίστανται αντί των γνωστών ψηφιακών κέντρων. Προβλέπεται τότε ένα είδος ταύτισης των συστημάτων κέντρων και μετάδοσης, καθώς και η συνύπαρξη του ISDN των συνήθων ψηφιακών κέντρων με το B - ISDN των κέντρων ATM.

Κινητήριος δύναμη πίσω από το B - ISDN είναι η ένταξη υπηρεσιών σχετιζομένων με μετάδοση εικόνας. Απαιτείται θεαματική αύξηση του εύρους ζώνης της πρόσβασης προς και από τον χρήστη, με σίγουρη πλέον την

αντικατάσταση των υπαρχόντων συνδρομητικών γραμμών με μέσο ευρείας ζώνης. Στο απώτερο μέλλον, ένα κοινό δίκτυο θα περιλαμβάνει και όλες τις υπηρεσίες εκπομπής (broadcasting), δηλαδή θα εξυπηρετεί τα μαζικά ηλεκτρονικά μέσα που σήμερα αντιπροσωπεύονται από ραδιόφωνο και τηλεόραση, με ξεχωριστή μετάδοση έξω από οποιοδήποτε επικοινωνιακό δίκτυο. Στην αναφορά που ακολουθεί θα αναλυθούν εκτενεστέρα οι λόγοι που μας οδήγησαν στα παραπάνω ενοποιημένα δίκτυα, το υλικό τους, αλλά και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν.

Σήμερα, όπως είναι γνωστό, υπάρχουν διάφορα ανεξάρτητα μεταξύ τους δίκτυα. Έτσι έχουμε το τηλεφωνικό δίκτυο, το δίκτυο telex, το δίκτυο data κτλ. Εάν συνεπώς κάποιος επιθυμεί να χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες περισσότερων ανεξάρτητων δικτύων, θα πρέπει να διαθέτει ιδιαίτερη γραμμή σύνδεσης για κάθε ένα από αυτά.

Είναι φυσικό, ότι επειδή το τηλεφωνικό δίκτυο είναι σήμερα το πλέον ανεπτυγμένο και διαδεδομένο από όλα τα άλλα, κάθε ρεαλιστική προσπάθεια για την ολοκλήρωση ενός ενοποιημένου δικτύου θα πρέπει να βασίζεται στην σταδιακή και προγραμματισμένη βελτίωση και επέκταση του δικτύου αυτού.

Αλλά και μέσα στο τηλεφωνικό δίκτυο, το συντριπτικό μέρος της εγκατεστημένης επένδυσης αντιπροσωπεύεται από το λεγόμενο τερματικό δίκτυο, δηλαδή το υποδίκτυο που συνδέει τους συνδρομητές με τα τηλεφωνικά κέντρα. Έτσι, στις προδιαγραφές του ISDN είναι ενσωματωμένη η δυνατότητα να χρησιμοποιούν σε μεγάλο ποσοστό τις δισύρματες γραμμές χαλκού για την μεταφορά ψηφιακής πληροφορίας. Αυτό βοηθά πάρα πολύ στο να οδηγούμαστε σε σχετικά γρήγορη προσφορά των δυνατοτήτων του ISDN σε μεγάλο αριθμό συνδρομητών.

Η ψηφιοποίηση της μεταγωγής και μετάδοσης στην τηλεφωνία, οδηγεί σταδιακά σε πλήρη ψηφιακά τηλεφωνικά δίκτυα βασισμένα στην μεταγωγή κυκλώματος. Έτσι το ISDN αποτελεί την φυσική εξέλιξη ενός εντελώς ψηφιοποιημένου τηλεφωνικού δικτύου. Το σημαντικό είναι το πρόσθετο χαρακτηριστικό του, που είναι η ενοποίηση της μετάδοσης της φωνής, του κειμένου, της τηλεομοιοτυπίας, των δεδομένων κτλ με ένα ενιαίο δίκτυο.

Προκειμένου να είναι δυνατή η σύνδεση των πελατών του ISDN και με τους πελάτες άλλων δικτύων, το ISDN μπορεί να συνδέεται και με άλλα δίκτυα.

Οι μελλοντικές εξελίξεις του ISDN έχουν να κάνουν με τις αντιδράσεις των χρηστών στις θεαματικά αυξημένες επικοινωνιακές δυνατότητες που θα τους προσφερθούν. Μετάδοση φωνής και δεδομένων είναι οι προφανείς υπηρεσίες που θα χρησιμοποιηθούν, όμως η όλη προσπάθεια θα ήταν αδικαιολόγητη, κυρίως οικονομικά, αν το ISDN δεν δημιουργούσε νέες υπηρεσίες αυξημένου επικοινωνιακού φόρτου, όπως μετάδοση εικόνας και VIDEO.

5.6.1 Υπηρεσίες Στο ISDN

Κατά την CCITT διακρίνονται δύο κατηγορίες υπηρεσιών στο ISDN, οι υπηρεσίες μεταφοράς και οι τηλευπηρεσίες. Παράδειγμα υπηρεσίας μεταφοράς είναι η μεταφορά δεδομένων, ενώ παραδείγματα τηλευπηρεσιών είναι η τηλεφωνία και το teletex. Οι υπηρεσίες μεταφοράς και οι τηλευπηρεσίες καθορίζονται από την CCITT από ορισμένα προκαθορισμένα χαρακτηριστικά (ATTRIBUTES). Έτσι μια ορισμένη τηλευπηρεσία ή υπηρεσία μεταφοράς, ορίζεται με τις τιμές που λαμβάνουν αυτά τα προκαθορισμένα χαρακτηριστικά για την υπηρεσία αυτή. Πρέπει να σημειωθεί, ότι οι συμπληρωματικές υπηρεσίες του ISDN ορίζονται στη CCITT με ένα κείμενο περιγραφής τους, συμπληρωμένο με ένα λογικό διάγραμμα ροής, που αναλύει τον τρόπο λειτουργίας της συμπληρωματικής υπηρεσίας με διάφορες καταστάσεις. Μια συμπληρωματική υπηρεσία δεν μπορεί να νοηθεί σαν ανεξάρτητη υπηρεσία και πάντοτε παρέχεται στον χρήστη σε συνδυασμό με μια βασική υπηρεσία. Συμπληρωματικές υπηρεσίες για την τηλεφωνία είναι μεταξύ άλλων, η δυνατότητα συνεδριακών κλήσεων, η φραγή κλήσης, χρέωση του καλούμένου κτλ.

Οι υπηρεσίες μεταφοράς διαφέρουν από τις τηλευπηρεσίες, όχι μόνο στις λειτουργίες που πρέπει να ενεργοποιηθούν από το δίκτυο, αλλά και στο ότι οι τηλευπηρεσίες περιλαμβάνουν δυνατότητες των τερματικών, ενώ τούτο δεν συμβαίνει με τις υπηρεσίες μεταφοράς.

5.6.2 Είδη Τερματικών Διατάξεων Του ISDN

Οι τερματικές διατάξεις του ISDN κατατάσσονται σε τέσσερις ομάδες λειτουργιών, τις ομάδες:

- TE 1 (Terminal Equipment 1)
- TE 2 (Terminal Equipment 2)
- TA (Terminal Adapter)
- NT (Network Termination)

Η ομάδα TE 1 μπορεί να περιλαμβάνει ένα ή περισσότερα είδη συσκευών, όπου λέγοντας συσκευή εννοούμε το τερματικό ISDN. Δηλαδή το TE 1 έχει interface προς την πλευρά του δικτύου συμβατό με το ISDN. Εκτός από υπηρεσίες μεταφοράς φωνής, κειμένου, data, και εικόνας, ένα τερματικό TE 1 μπορεί να προσφέρει και συμπληρωματικές υπηρεσίες, όπως η ένδειξη μηνυμάτων σε μικρή οθόνη, στοιχεία της χρέωσης στη μικρή οθόνη, ενταμίευση των επιλεγόμενων αριθμών, συντετμημένη επιλογή, ενταμίευση των 10 τελευταίων επιλεγέντων αριθμών, επανεπιλογή ενός από τους 10 τελευταίους επιλεγέντες αριθμούς, ύπαρξη εσωτερικού τηλεφωνικού καταλόγου και επιλογή από αυτόν με χρήση ονόματος ή αριθμού κτλ. Τα ελάχιστα που μπορεί να διαθέτει ένα τερματικό TE 1 ISDN, είναι ένα μικροϋπολογιστή για την εκτέλεση των απαιτούμενων λειτουργιών συνεργασίας του με το κέντρο ISDN, ένα μικροτηλέφωνο τηλεφώνου, κομβία επιλογής αριθμού, μια οθόνη για αριθμούς και μηνύματα και κάποιο πληκτρολόγιο αποστολής μηνυμάτων. Παραδείγματα τερματικών ISDN μπορεί να είναι ένα ψηφιακό τηλέφωνο, ένα τερματικό teletex, ένα τερματικό videotex, ένα τερματικό telefax, ένας προσωπικός υπολογιστής ή ένα τερματικό για πολλές λειτουργίες.

Η ομάδα TE 2 περιλαμβάνει τερματικά τα οποία δεν είναι συμβατά με το ISDN, δηλαδή τα τερματικά αυτά έχουν interfaces συμβατά με διαφορετικές συστάσεις από τις συστάσεις του ISDN.

Ο TA έρχεται να συμπληρώσει με hardware και software για το μη συμβατό TE 2, ώστε να το κάνει συμβατό με το τυποποιημένο interface του ISDN. Ο συνδυασμός του TE 2 και του TA, μας δίνει τις λειτουργίες του TE 1. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι ο TA είναι μια συσκευή που μας παρέχει τις εξής λειτουργίες: μετατρέπει τα σήματα έλεγχου ενός τερματικού TE 2 σε

σήματα του πρωτοκόλλου των μηνυμάτων ελέγχου του ISDN στο κανάλι σηματοδότησης, και προσαρμόζει την ταχύτητα και τα data ενός τερματικού TE 2 σε αυτά των καναλιών επικοινωνίας του ISDN. Συνοπτικά ο TA κάνει μετατροπή του πρωτοκόλλου σηματοδότησης, μετατροπή των DATA και δίνει στο TE 2 δυνατότητα επιλογής και δυνατότητα οθόνης. Παραδείγματα TA θα μπορούσε να είναι μια συσκευή που θα έκανε συμβατό με το ISDN έναν προσωπικό υπολογιστή με τηλέφωνο, η θα μπορούσε να είναι μια συσκευή που θα έκανε συμβατό με το ISDN ένα αναλογικό τηλέφωνο.

Η μονάδα λειτουργιών NT 1 βρίσκεται στην περιοχή του συνδρομητή και προσαρμόζει το interface της πλευράς του TE 1 ή του TA με την ψηφιακή συνδρομητική γραμμή. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συσκευών NT 1, ανάλογα με τον αριθμό των καναλιών επικοινωνίας, δηλαδή των συσκευών TE 1 που εξυπηρετεί κάθε NT 1. Οι κύριες λειτουργίες της NT 1 είναι η σύνδεση της γραμμής χωρίς επιλογή, λειτουργίες εποπτείας και συντήρησης της γραμμής, χρονισμός, τροφοδότηση των τερματικών με ισχύ, πολυπλεξία των bits, προσαρμογή του τερματικού με την γραμμή, και διαχείριση των προσκρούσεων.

Η ομάδα λειτουργιών NT 2 είναι μια ομάδα πιο έξυπνων λειτουργιών, όπως επιλογής και διαχείρισης πληροφοριών σηματοδότησης. Συσκευή τύπου NT 2 μπορεί να είναι για παράδειγμα μια PABX για ISDN (ISPBX) ή ένα LAN. Το NT 2 χρειάζεται για την συμβατότητα του με την γραμμή ένα NT 1. Τότε το NT 1 αυτό, διαφέρει από το NT 1 που είδαμε πριν γιατί δεν συνδέεται με το κέντρο ISDN με δίκλινη γραμμή, αλλά έχουμε σύστημα πολλών καναλιών με τετρασύρματη γραμμή. Αυτό γίνεται επειδή χρειαζόμαστε περισσότερα από δύο κανάλια επικοινωνίας και ένα κανάλι σηματοδότησης. Το NT 1 και το NT 2 είναι δυνατόν να αποτελούν μια ενιαία μονάδα, την NT. Οι κύριες λειτουργίες του NT 2 είναι η διαχείριση των πληροφοριών σηματοδότησης, η πολυπλεξία των πληροφοριών σηματοδότησης, η διασύνδεση των data, η λειτουργία της συγκέντρωσης, οι λειτουργίες συντήρησης και εποπτείας, και η λειτουργία της φυσικής σύνδεσης.

Στη διάταξη LT (line termination), τερματίζει η συνδρομητική γραμμή στη πλευρά του κέντρου.

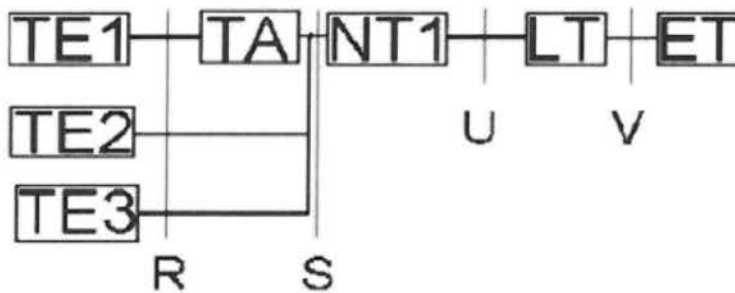
Μια ISPBX, (δευτερεύουσα ISDN ή συνδρομητικό κέντρο ISDN όπως ονομάζεται), εξυπηρετεί για παράδειγμα μια μεγάλη επιχείρηση και διαθέτει

επιλογικές λειτουργίες, λειτουργίες συγκέντρωσης της κίνησης, καθώς και άλλες εξυπηρετήσεις. Μια ISPBX δεν διαφέρει πολύ από ένα κέντρο ISDN, διαφέρει μόνο ως προς το μέγεθος και ως προς την ικανότητα διεκπεραίωσης κλήσεων.

Ένας IMUX (ISDN Multiplexer) συνδέεται με το κέντρο μέσω ενός ψηφιακού link ανώτερης τάξης. Σε αυτόν συνδέεται μια ομάδα απομακρυσμένων συνδρομητών ISDN.

5.6.3 Σχηματισμοί Και Σημεία Αναφοράς ISDN

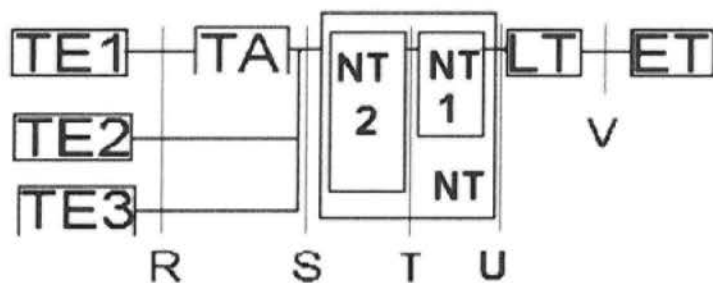
Επειδή οι ομάδες λειτουργιών, που είδαμε πιο πάνω, μπορούν να συνδυαστούν με διάφορους τρόπους και σε διάφορους συνδυασμούς, η CCITT όρισε σχηματισμούς αναφοράς. Βασικά υπάρχουν δύο σχηματισμοί αναφοράς τυποποιημένοι από την CCITT, ένας για σχετικά μικρή κίνηση και ένας για μεγαλύτερη κίνηση.



εικόνα 5-2: Ομάδα λειτουργίας CCITT

Ο πρώτος τυποποιημένος σχηματισμός χρησιμοποιεί τις ομάδες λειτουργιών που αναφέραμε TE 1, TE 2, TA και NT 1. Στους σχηματισμούς αναφοράς χρησιμοποιούνται και σημεία αναφοράς (S, R, U και V). Ο σχηματισμός αυτός φαίνεται στην εικόνα 5-2. Το S σημείο αναφοράς διαχωρίζει το τερματικό ISDN από το NT 1. Το σημείο αναφοράς R βρίσκεται μεταξύ ενός όχι ISDN τερματικού και του TA. Τα R και S σημεία αναφοράς βρίσκονται στην περιοχή του συνδρομητή. Στην περιοχή του κέντρου, υπάρχουν οι ομάδες λειτουργιών ET (EXCHANGE TERMINATION) και LT (LINE TERMINATION). Οι ομάδες αυτές δεν έχουν τυποποιηθεί ακόμα από

την CCITT, καθώς επίσης δεν έχει τυποποιηθεί το σημείο αναφοράς V που χωρίζει μεταξύ τους τα σημεία LT και ET. Το σημείο αναφοράς U, βρίσκεται μεταξύ των διατάξεων του συνδρομητή και των διατάξεων του κέντρου. Δηλαδή το σημείο U αντιστοιχεί στο link επικοινωνίας, και στην περίπτωση του πρώτου σχηματισμού που περιγράφουμε, είναι η γραμμή των δυο αγωγών. Το LT, όπου τερματίζει στο κέντρο το link επικοινωνίας, πρέπει το ελάχιστο να μπορεί να δέχεται από τη γραμμή, και να στέλνει σε αυτή κριτήρια. Το ET που όπως αναφέραμε δεν έχει τυποποιηθεί, πρέπει να υποστηρίζει την διαχείριση και την διεκπεραίωση της επικοινωνίας προς το link επικοινωνίας. Το U σημείο αναφοράς αυτό είχε οριστεί στις πρώτες συστάσεις της CCITT, στις πρόσφατες όμως δεν υπάρχει. Υπάρχει όμως σε πολλές εκδόσεις, και φαίνεται ότι θα χρησιμοποιείται στο μέλλον περισσότερο στην Αμερική παρά στην Ευρώπη.



εικόνα 5-3: Ομάδα λειτουργίας NT2

Ο δεύτερος τυποποιημένος σχηματισμός για μεγάλη κίνηση φαίνεται στην εικόνα 5-3. Στην περίπτωση του σχηματισμού αυτού, χρησιμοποιείται η ομάδα λειτουργιών NT 2. Επίσης έχουμε link επικοινωνίας με μεγαλύτερη χωρητικότητα μετάδοσης σε σχέση με την δισύρματη γραμμή. Όπως έχουμε αναφέρει, το NT 2 συνδέεται με το link επικοινωνίας μέσω του NT 1. Μεταξύ των NT 1 και NT 2 έχουμε το σημείο αναφοράς T που διαχωρίζει τις ομάδες λειτουργιών NT 2 και NT 1. Το σημείο αναφοράς T εξαφανίζεται σε ορισμένες τέτοιες εφαρμογές. Το σημείο U στην περίπτωση του δεύτερου αυτού τυποποιημένου σχηματισμού, αφορά ένα link επικοινωνίας με πολύ περισσότερα κανάλια από ότι στην περίπτωση του πρώτου σχηματισμού.

5.6.4 Κατηγορίες Πρόσβασης ISDN

Τα κανάλια πρόσβασης των χρηστών συγκεντρώνονται, μέσω του NT, στο link επικοινωνίας προς το κέντρο ISDN. Ένα κανάλι πρόσβασης χρήστη μπορεί να είναι είτε κανάλι σηματοδοσίας, είτε κανάλι επικοινωνίας. Σε ότι αφορά το link επικοινωνίας με το κέντρο ISDN, διακρίνουμε δυο κυρίως τυποποιημένες από την CCITT κατηγορίες πρόσβασης. Οι κατηγορίες αυτές είναι η βασική κατηγορία πρόσβασης και η πρωτεύουσα κατηγορία πρόσβασης.

Η βασική κατηγορία πρόσβασης αντιστοιχεί στον πρώτο τυποποιημένο σχηματισμό αναφοράς που είδαμε (με χρήση του NT 1) όπου έχουμε μικρή κίνηση, και όπου ως link επικοινωνίας χρησιμοποιείται η δισύρματη ψηφιακή γραμμή.

Στη βασική κατηγορία πρόσβασης μπορεί να υπάρχει ένας από τους εξής τρεις συνδυασμούς, μόνο ένα κανάλι σηματοδοσίας, ένα κανάλι σηματοδοσίας και ένα κανάλι επικοινωνίας ή ένα κανάλι σηματοδοσίας και δυο κανάλια επικοινωνίας. Όπως βλέπουμε πάντα στην βασική κατηγορία πρόσβασης περιλαμβάνεται ένα κανάλι σηματοδοσίας.

Η δεύτερη κατηγορία πρόσβασης, δηλαδή η πρωτεύουσα κατηγορία πρόσβασης, διεκπεραιώνει μεγαλύτερη κίνηση από την βασική κατηγορία. Η πρωτεύουσα κατηγορία πρόσβασης χρησιμοποιείται για παράδειγμα στην περίπτωση ISPBX ή στην περίπτωση IMUX που είδαμε. Η πρωτεύουσα κατηγορία πρόσβασης αντιστοιχεί στον δεύτερο σχηματισμό αναφοράς (NT 1 ΚΑΙ NT 2).

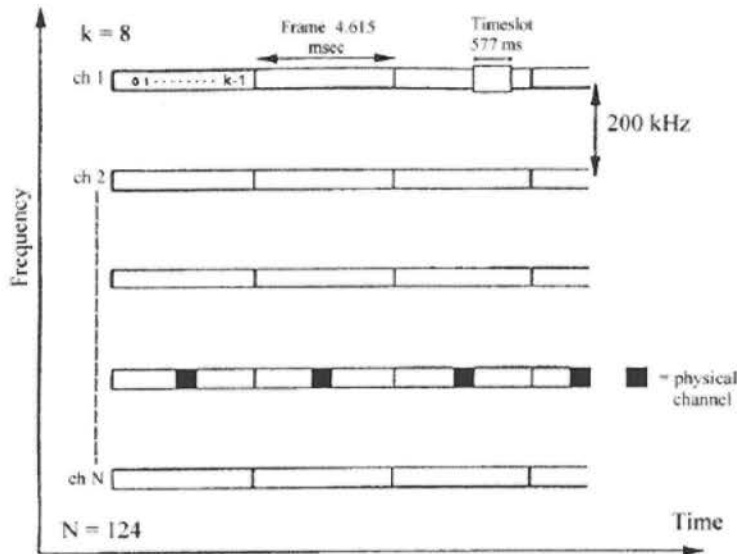
Η πρωτεύουσα κατηγορία πρόσβασης διαθέτει ένα κανάλι σηματοδοσίας και 30 κανάλια επικοινωνίας. Ένας IMUX συνδέεται με μια πρωτεύουσα κατηγορία πρόσβασης με το κέντρο ISDN. Μια ISPBX μπορεί να συνδεθεί και με δυο πρωτεύουσες κατηγορίες πρόσβασης με το κέντρο ISDN, τότε η μια από τις δυο πρωτεύουσες κατηγορίες πρόσβασης θα έχει 31 κανάλια επικοινωνίας και θα χρησιμοποιεί το κανάλι σηματοδοσίας της άλλης.

Η πρωτεύουσα κατηγορία πρόσβασης αφού διαθέτει 31 κανάλια χρησιμοποιεί το σύστημα PCM πρώτης τάξης 2048 kbit/s. Στην Αμερική χρησιμοποιείται το σύστημα 1544 kbit/s με ένα κανάλι σηματοδοσίας και 23

κανάλια επικοινωνίας, η 24 κανάλια επικοινωνίας αν υπάρχουν περισσότερες πρωτεύουσες κατηγορίες πρόσβασης, για παράδειγμα σε μια ISPBX.

5.7 Το Δίκτυο GSM

Το GSM χρησιμοποιεί Πολλαπλή Πρόσβαση με Διάρθρωση Χρόνου (Time Division Multiple Access, TDMA) και Διάρθρωση Συχνότητας (Frequency Division Multiple Access, FDMA). Έτσι, μπορούν να λαμβάνουν χώρα την ίδια χρονική στιγμή και στην ίδια συχνότητα πολλές συνδιαλλαγές χρησιμοποιώντας διαφορετικές χρονικές σχισμές (timeslots), όπως φαίνεται στην εικόνα 5-4.



εικόνα 5-4: επικοινωνία μέσω δικτύου GSM

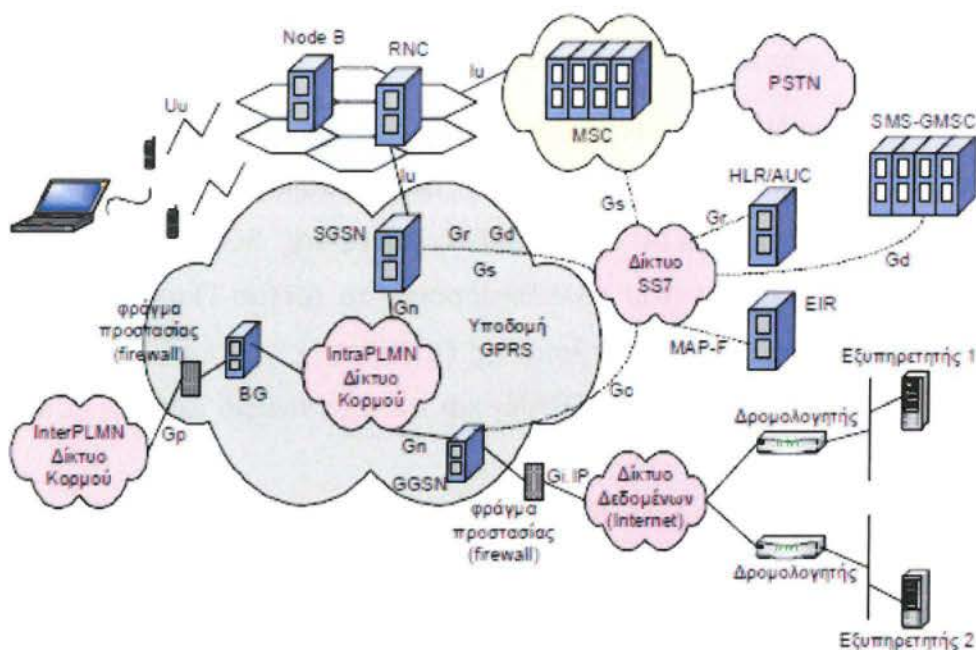
Ένα πλαίσιο (frame) έχει διάρκεια 4.615ms και αποτελείται από οκτώ τέτοιες χρονοσχισμές (577ms διάρκεια η καθεμία). Οι συχνότητες εκπομπής και λήψης είναι διαφορετικές με αποτέλεσμα οι μεταδόσεις της άνω ζεύξης (κινητό προς σταθμό βάσης) και της κάτω ζεύξης (σταθμό βάσης προς κινητό) να είναι ταυτόχρονες.

5.8 3G - Το Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών

(Universal Mobile Telecommunications System, UMTS)

Η μοντελοποίηση της γενικής αρχιτεκτονικής του UMTS (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Τηλεπικοινωνιών), τόσο από φυσικής όσο και από λειτουργικής πλευράς, παρέχεται στις προδιαγραφές της 3GPP. Το δίκτυο αποτελείται από τρεις τομείς που αλληλεπιδρούν: το Δίκτυο Πυρήνα (Core Network, CN), το Επίγειο Δίκτυο Ασύρματης Πρόσβασης του UMTS (UMTS Terrestrial Radio Access Network, UTRAN) και τον Εξοπλισμό Χρήστη (User Equipment, UE).

Το δίκτυο πυρήνα του UMTS βασίζεται σε αυτό του GPRS. Η κύρια λειτουργία του δικτύου πυρήνα είναι το να παρέχει μεταγωγή (switching), δρομολόγηση (routing) και μεταφορά της τηλεπικοινωνιακής κίνησης του χρήστη. Το δίκτυο πυρήνα περιλαμβάνει επίσης βάσεις δεδομένων και λειτουργίες διαχείρισης δικτύου. Η ριζική διαφορά του UMTS σε σχέση με όλα τα προηγούμενα δίκτυα έγκειται στο δίκτυο ραδιοπρόσβασης. Το UTRAN παρέχει τη μέθοδο πρόσβασης μέσω της ασύρματης διεπαφής (air interface access method) για τον εξοπλισμό χρήστη. Το δίκτυο ασύρματης πρόσβασης και το δίκτυο πυρήνα είναι συνδεδεμένα μέσω μιας ανοιχτής διεπαφής, που καλείται Iu, ενώ ο εξοπλισμός του χρήστη επικοινωνεί με το δίκτυο ασύρματης πρόσβασης μέσω μιας ανοιχτής ασύρματης διεπαφής, που καλείται Uu. Μια άποψη της αρχιτεκτονικής ενός 3G Δικτύου Κινητών Επικοινωνιών UMTS φαίνεται στην εικόνα 5-5.



εικόνα 5-5: επικοινωνία μέσω δικτύου 3G

5.9 4G

Πρόκειται για τον διάδοχο του 3G, με αρκετά **υψηλότερες ταχύτητες** upload/download, μικρότερο latency (ήτοι, ταχύτερη απόκριση) και εν γένει βρίσκεται ένα σκαλοπάτι ψηλότερα στην κατηγορία του mobile broadband. Σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα που έχουν οριστεί, το 4G οφείλει να έχει **peak download 1 Gbps** (για ακίνητους χρήστες ή κινούμενους με χαμηλές ταχύτητες) και 100 Mbps για εν κινήσει χρήστες (π.χ. μέσα σε αυτοκίνητο, τρέινο κ.λπ.), ωστόσο, κανένα από τα δύο υπάρχοντα πρωτόκολλα δεν υποστηρίζει αυτές τις ταχύτητες. Η αναφορά γίνεται για τα **Mobile WiMAX** (IEEE 802.16e) και **LTE** (Long Term Evolution), τα οποία υπάρχουν από το 2006 και 2009 αντίστοιχα και εξυπηρετούν εκατομμύρια χρήστες σε διάφορες χώρες του κόσμου. Οι ταχύτητες που επιτυγχάνουν κυμαίνονται στα 128/56 Mbps (down/up) και 100/50 Mbps (down/up) αντίστοιχα, απέχοντας πολύ από τα τεχνικά κριτήρια του 4G, παρ'όλα αυτά έχει επιτραπεί γενικότερα στους παρόχους να τα διαφημίζουν σαν "4G", έως ότου φθάσουν στους χρήστες οι πραγματικές 4G συνδέσεις. Τέλος, πρέπει να αναφέρουμε πως το 4G υποστηρίζει **IP τηλεφωνία** και όχι την παραδοσιακή

μέθοδο του “circuit-switching” που χρησιμοποιούσαμε μέχρι σήμερα, ενώ λειτουργεί και σε τελείως διαφορετικές συχνότητες από τα GSM δίκτυά μας. Ακόμα και αυτές οι συχνότητες, όμως, διαφέρουν από χώρα σε χώρα, στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται οι συχνότητες των **1800 και 2600 MHz** αλλά και των **800 MHz**, όταν ολοκληρωθεί 100% η μετάβαση στην ψηφιακή τηλεόραση και απελευθερωθεί αυτή η συχνότητα.

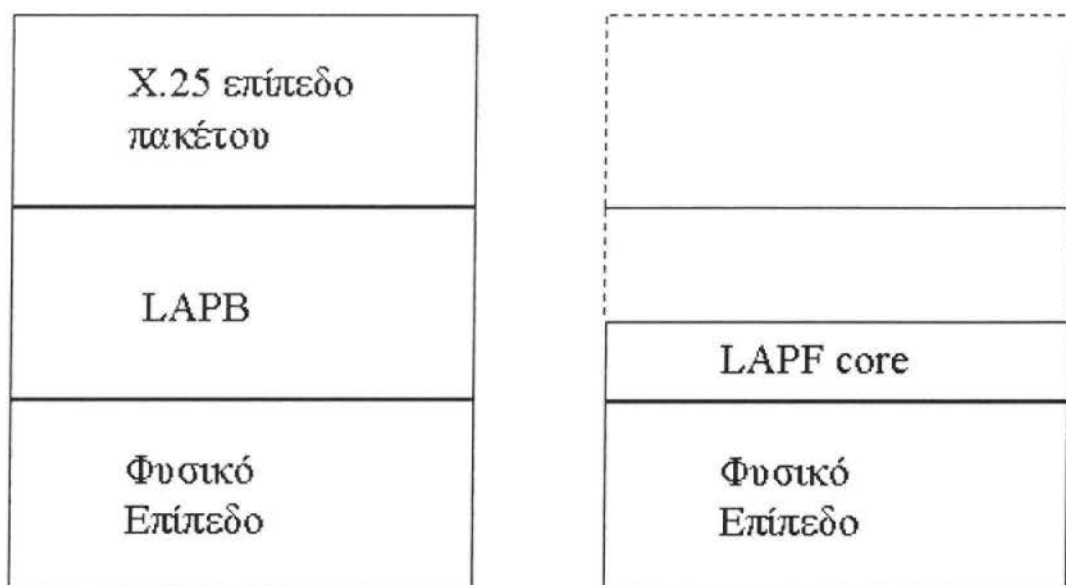
5.10 Frame Relay

Η πιο σπουδαία, τεχνικά, ανακάλυψη που προήλθε από την εργασία τυποποίησης του ISDN, είναι το Frame Relay. Αν και σχεδιάστηκε για το ISDN, το frame relay χρησιμοποιείται τώρα ευρύτατα σε ποικίλα δημόσια και ιδιωτικά δίκτυα που δεν ακολουθούν τα στάνταρ του ISDN.

Το frame relay αποτελεί σημαντική πρόοδο σε σχέση με το παραδοσιακό packet switching και το X.25. Το παρόν ξεκινά με μία γενική εικόνα των διαφορών μεταξύ των δύο αυτών προσεγγίσεων. Στην συνέχεια εξετάζονται οι λεπτομέρειες του frame relay. Τέλος αναπτύσσονται τα σημεία κλειδιά του ελέγχου-συμφόρησης στα δίκτυα frame relay.

Η παραδοσιακή προσέγγιση στο packet-switching (μεταγωγή πακέτου) χρησιμοποιεί το X.25, το οποίο, όχι μόνον καθορίζει το interface μεταξύ χρήστη και δικτύου, αλλά επίσης επηρεάζει και το εσωτερικό σχέδιο του δικτύου. Μερικά βασικά χαρακτηριστικά του X.25 είναι:

- *Πακέτα Ελέγχου για κλήση*
Χρησιμοποιούνται για να δημιουργούνται και να εκκαθαρίζονται εικονικά κυκλώματα. Μεταφέρονται στο ίδιο κανάλι και στο ίδιο εικονικό κύκλωμα για τα πακέτα δεδομένων. Άρα γίνεται χρήση της μεθόδου inband signaling ουσιαστικά.
- *Πολύπλεξη των εικονικών κυκλωμάτων λαμβάνει χώρα στο επίπεδο 3*
Τα επίπεδα 2 και 3 συμπεριλαμβάνουν μηχανισμούς για έλεγχο ροής και έλεγχο σφαλμάτων.



εικόνα 5-6: Μετακίνηση Πληροφορίας κατά X.25 (αριστερά) και Frame Relay (δεξιά)

Η προσέγγιση του X.25 καταλήγει σε σημαντικό περίσσιο φόρτο. Όπως φαίνεται και από την εικόνα 5-6, υπάρχει μεγάλος φόρτος για την διακίνηση ενός και μόνον πακέτου με δεδομένα από την πηγή ως τον προορισμό. Σε κάθε βήμα του πακέτου στο δίκτυο, το πρωτόκολλο του data link layer απαιτεί την ανταλλαγή ενός πλαισίου (frame) δεδομένων και ενός πλαισίου επιβεβαίωσης. Επιπλέον, σε κάθε ενδιάμεσο κόμβο πρέπει να τηρούνται πίνακες κατάστασης για κάθε εικονικό κύκλωμα για την διαχείριση κλήσεων και θέματα ελέγχου ροής/σφαλμάτων του πρωτοκόλλου X.25.

Όλος αυτός ο επιπρόσθετος φόρτος μπορεί να δικαιολογηθεί όταν υπάρχει σημαντική πιθανότητα σφάλματος σε οποιοδήποτε σύνδεσμο του δικτύου. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να μην είναι η πλέον κατάλληλη για μοντέρνες εγκαταστάσεις ψηφιακής επικοινωνίας. Τα σημερινά δίκτυα χρησιμοποιούν αξιόπιστη τεχνολογία ψηφιακής επικοινωνίας, επάνω σε αξιόπιστους συνδέσμους επικοινωνίας, υψηλής ποιότητας, πολλοί από τους οποίους είναι πλέον οπτικές ίνες. Επιπλέον, με την χρήση οπτικών ινών και ψηφιακής επικοινωνίας, μπορούν να επιτευχθούν υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων. Σε αυτό το περιβάλλον, ο επιπρόσθετος φόρτος του X.25 είναι όχι μόνος άχρηστος, αλλά μειώνει και το ποσοστό πραγματικής χρήσης του δικτύου.

Το frame relay είναι σχεδιασμένο ώστε να απαλείφει μεγάλο μέρος από αυτό που το X.25 επιβάλλει στα συστήματα τελικού χρήστη και σε δίκτυα τύπου packet-switching. Οι κύριες διαφορές μεταξύ του frame relay και του συμβατικής υπηρεσίας X.25 είναι:

Η σηματοδότηση ελέγχου κλήσεων λαμβάνει χώρα σε διαφορετική λογική σύνδεση από τα δεδομένα του χρήστη. Έτσι, οι ενδιάμεσοι κόμβοι δεν χρειάζεται να διατηρούν πίνακες καταστάσεων ή μηνύματα διεργασιών σχετιζόμενων με τον έλεγχο κλήσεων σε ξεχωριστή - ανά κλήση - βάση. Η πολύπλεξη και η μεταγωγή λογικών συνδέσεων λαμβάνει χώρα στο επίπεδο 2 αντί του επιπέδου 3, εξαλείφοντας ένα ολόκληρο επίπεδο επεξεργασίας.

Δεν υφίσταται κανένας έλεγχος ροής και σφάλματος τύπου άλμα-με-άλμα (hop-by-hop). Ο έλεγχος ροής και σφαλμάτων από άκρου εις άκρον, εάν χρησιμοποιούνται καθόλου, είναι η ευθύνη ενός υψηλότερου επιπέδου. Στο frame relay, ένα πλαίσιο δεδομένων (data frame) ενός χρήστη αποστέλλεται από την πηγή στον προορισμό, και μία επιβεβαίωση, που γεννάται σε υψηλότερο επίπεδο, μεταφέρεται πίσω σε ένα (άλλο) πλαίσιο.

Ας σκεφθούμε τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτής της προσέγγισης. Το κύριο πιθανό μειονέκτημα του frame relay, συγκρινόμενο με το X.25, είναι ότι έχουμε χάσει την ικανότητα να εκτελούμε έλεγχο ροής και σφάλματος, σύνδεσμος-με-σύνδεσμο (κάτι που όμως μπορεί να παρασχεθεί σε υψηλότερο επίπεδο). Στο X.25, πολλαπλά εικονικά κυκλώματα μεταφέρονται σε ένα φυσικό κύκλωμα και το LAPB είναι διαθέσιμο στο link level για την παροχή αξιόπιστης εκπομπής από την πηγή στο δίκτυο μεταγωγής πακέτων, και από το τελευταίο δίκτυο στον προορισμό. Επιπλέον, σε κάθε άλμα μέσα στο δίκτυο, το πρωτόκολλο του data link layer μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αξιοπιστία. Με την χρήση του frame relay, αυτός ο έλεγχος, άλμα-κατά-άλμα συνδέσμου, χάνεται. Εν τούτοις, με την αυξανόμενη αξιοπιστία των μέσων εκπομπής και μεταγωγής, αυτή η έλλειψη δεν είναι κύριο μειονέκτημα.

Το πλεονέκτημα του frame relay είναι ότι έχουμε βελτιστοποιήσει την διεργασία επικοινωνίας. Η απαιτούμενη λειτουργικότητα του πρωτοκόλλου στον interface χρήστης-δίκτυο είναι μειωμένη, όπως άλλωστε και η εσωτερική επεξεργασία του δικτύου. Ως αποτέλεσμα, έχουμε χαμηλότερη καθυστέρηση και υψηλότερη πραγματική απόδοση. Μελέτες δείχνουν μία βελτίωση της

απόδοσης χρησιμοποιώντας frame relay, συγκρινόμενο με X.25, τάξης μεγέθους ή περισσότερο. Η Πρόταση I.233 της ITU-T υποδεικνύει ότι το frame relay θα πρέπει να χρησιμοποιείται για ταχύτητες έως 2 Mbps, αν και προ πολλού το όριο αυτό έχει ξεπεραστεί κατά πολύ (π.χ. 46 Mbps).

Το στάνταρ T1.606 της ANSI παραθέτει τέσσερα παραδείγματα εφαρμογών με καλύτερη απόδοση χρησιμοποιώντας frame relay:

- *Block-interactive data applications* - Π.χ. γραφικά υψηλής ανάλυσης. Τα ιδιάζοντα χαρακτηριστικά τέτοιου τύπου εφαρμογής είναι χαμηλές καθυστερήσεις και υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων.
- *File transfer* - Για μεταφορές μεγάλων αρχείων. Καθυστέρηση στην μεταφορά εδώ δεν είναι κρίσιμη όπως στην προηγούμενη περίπτωση. Υψηλός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων ίσως είναι αναγκαίος μόνον για μείωση συνολικού χρόνου μεταφοράς αρχείων.
- *Multiplexed low-bit rate* - Αυτού του είδους η εφαρμογή εκμεταλλεύεται την ικανότητα πολύπλεξης του frame relay, ώστε να παράσχει έναν διακανονισμό χαμηλού κόστους για ένα μεγάλο πλήθος από εφαρμογές χαμηλού ρυθμού μετάδοσης δεδομένων. Τέτοιο παράδειγμα είναι ακόμη και επόμενη κατηγορία.
- *Character-interactive traffic* - Παράδειγμα αποτελεί η επεξεργασία κειμένου. Τα κύρια χαρακτηριστικά είναι μικρά πλαίσια, χαμηλές καθυστερήσεις και χαμηλό μεταδιδόμενο ποσό πληροφορίας.

5.10.1 Αρχιτεκτονική Πρωτοκόλλου Frame Relay

Εδώ πρέπει να διακρίνουμε δύο ξεχωριστά επίπεδα λειτουργίας, όπως φαίνεται και στην εικόνα 5-7: Ένα επίπεδο ελέγχου (C), που έχει να κάνει με την δημιουργία και τερματισμό λογικών συνδέσεων, και ένα επίπεδο χρήστη (U), το οποίο είναι υπεύθυνο για την μεταφορά των δεδομένων χρήστη μεταξύ των συνδρομητών. Συνεπώς το επίπεδο C υφίσταται μεταξύ συνδρομητή και δικτύου, ενώ το U επίπεδο για διαλειτουργικότητα άκρου-μέ-ακρο (end-to-end).

Επίπεδο Ελέγχου	Επίπεδο Χρήστη
Q.931/Q.933	Λειτουργίες Επιλ. από χρήστη
LAPD (Q.921)	LAPF core
I.430/I.431	

εικόνα 5-7: Επίπεδα Ελέγχου και Χρήστη

- *Επίπεδο Ελέγχου (C)*

Το επίπεδο ελέγχου είναι παρόμοιο με την σηματοδότηση στο ίδιο κανάλι για δίκτυα τύπου μεταγωγής κυκλώματος (circuit-switching), υπό την έννοια ότι ένα ξεχωριστό λογικό κανάλι δημιουργείται για πληροφορίες ελέγχου.

Στο data link layer, χρησιμοποιείται το LAPD (Q.921) για να παράσχει αξιόπιστη υπηρεσία ελέγχου, με έλεγχο ροής και

σφαλμάτων, μεταξύ χρήστη (TE) και δικτύου (NT). Αυτή η υπηρεσία χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή μηνυμάτων ελέγχου τύπου Q.933.

- *Επίπεδο Χρήστη*

Για την μεταφορά πληροφοριών μεταξύ χρηστών, το αντίστοιχο πρωτόκολλο είναι το LAPF (Link Access Procedure for Frame-Mode Bearer Services), το οποίο είναι ορισμένο στο Q.922. Το τελευταίο είναι μία εξελιγμένη έκδοση του LAPD (Q.921). Ειδικά για το frame relay μόνον οι κύριες λειτουργίες του LAPF χρησιμοποιούνται:

- Διαχωρισμός, συντονισμός και διαφάνεια πλαισίων
- Πολύπλεξη/Απόπλεξη πλαισίων με την χρήση των πεδίων διευθύνσεων
- Εξέταση κάθε πλαισίου για επιβεβαίωση ότι αποτελείται από ακέραιο πλήθος byte πριν την εισαγωγή ή εξαγωγή 0-bit
- Εξέταση κάθε πλαισίου ώστε να μην είναι ούτε πολύ μεγάλο, ούτε πολύ μικρό
- Ανίχνευση σφαλμάτων εκπομπής
- Λειτουργίες ελέγχου σφαλμάτων

Η κεντρική ιδέα είναι η χρήση μόνον ενός υπο-επιπέδου του data link layer για την μεταφορά πλαισίων μέσω frame-relay. Εάν είναι επιθυμητό να υπάρχουν επιπλέον υπηρεσίες, ώστε π.χ. το frame-relay να εμφανίζεται ως connection-oriented υπηρεσία, αυτές επιλέγονται επιπρόσθετα και δεν αποτελούν τμήμα του frame-relay. Αντίστοιχα και ο συνδρομητής μπορεί να επιλέξει υπηρεσία μεταφοράς πλαισίων είτε με π.χ. διατήρηση σειράς παραλαβής με εκείνη της εκπομπής, είτε με μικρή πιθανότητα απώλειας πλαισίων.

5.10.2 Έλεγχος Κλήσης Frame Relay

Εδώ εξετάζονται οι διάφορες προσεγγίσεις για δημιουργία frame relay συνδέσεων και μετά περιγράφεται το πρωτόκολλο για τον έλεγχο της σύνδεσης.

5.10.3 Εναλλακτικές Κλήσεις Ελέγχου Frame Relay

Το πρωτόκολλο ελέγχου κλήσεων πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει μία σειρά από εναλλακτικές περιπτώσεις. Πρώτα ας δούμε δύο περιπτώσεις για την παροχή υπηρεσιών χειρισμού πλαισίων. Στο frame relay, κάθε χρήστης δεν συνδέεται απ' ευθείας με έναν άλλο χρήστη, αλλά με έναν χειριστή πλαισίων στο δίκτυο. Υπάρχουν δύο περιπτώσεις:

- *Switched Access* - Ο χρήστης συνδέεται σε ένα δίκτυο μεταγωγής, όπου δεν παρέχεται υπηρεσία χειρισμού πλαισίων (π.χ. ISDN). Η τερματική συσκευή διασύνδεσης του χρήστη πρέπει να παρέχει υπηρεσίες χειρισμού των πλαισίων.
- *Integrated Access* - Ο χρήστης συνδέεται σε ένα δίκτυο καθαρά frame relay ή δίκτυο μεταγωγής όπου όμως παρέχεται υπηρεσία χειρισμού πλαισίων. Εδώ ο χρήστης έχει άμεση λογική πρόσβαση στον χειριστή πλαισίων.

Όλα τα παραπάνω έχουν να κάνουν με την σύνδεση μεταξύ συνδρομητή και του χειριστή πλαισίων (*access connection*). Μόλις αυτή η σύνδεση επιτευχθεί, είναι δυνατόν να πολυπλεχθούν πολλές λογικές συνδέσεις (*frame relay connections*) επάνω από την παραπάνω σύνδεση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Συσκευές Τηλεπικοινωνιών Και Δικτύωσης

Η τεχνολογία που έχει αυξήσει ραγδαία τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι η δικτύωσή τους, δηλαδή η διασύνδεσή τους μέσω κάποιου φυσικού μέσου για την ανταλλαγή δεδομένων και την από κοινού χρήση των περιφερειακών τους μονάδων. Στις μέρες μας οι υπολογιστές διασυνδέονται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο μέσο και τη φυσική τους απόσταση. Οι περισσότεροι υπολογιστές αποτελούν τμήματα ενός μικρού ή μεγαλύτερου δικτύου, τοπικού ή ευρείας περιοχής. Διασυνδέονται με μέσα όπως οι τηλεφωνικές γραμμές, οι οπτικές ίνες, με ασύρματο τρόπο ή ακόμα και μέσω δορυφόρων.

6.1 Συσκευές Δικτύωσης

Δύο Η/Υ συστήματα μπορούν να συνδεθούν χρησιμοποιώντας:

- Σειριακή ή παράλληλη θύρα επικοινωνίας
- Δια-αποδιαμορφωτές (Modems)
- Κάρτες δικτύου (NICs)
- Διανομείς (Hubs)
- Επαναλήπτες (repeaters)
- Γέφυρες (bridges)
- Δρομολογητές (routers)

6.1.1 Σειριακή Ή Παράλληλη Θύρα Επικοινωνίας

Ο πιο απλός τρόπος διασύνδεσης δύο υπολογιστών είναι μέσω ενός καλωδίου που συνδέει τις αντίστοιχες παράλληλες ή σειριακές θύρες τους. Η παράλληλη θύρα ή θύρα centronics, όπως λέγεται, έχει 25 ακίδες, και μεταδίδει παράλληλα 8 bits δεδομένων. Η σειριακή θύρα ή RS-232 έχει 9 ή

25 ακίδες, μεταδίδει ένα bit κάθε φορά, και φθάνει σε ταχύτητα μετάδοσης μέχρι τα 115.200 bits το δευτερόλεπτο.

Η σύνδεση μέσω των θυρών αυτών περιορίζεται από την απόσταση, καθώς τα καλώδια δεν μπορούν να είναι μεγαλύτερα των 10 m (για την παράλληλη θύρα). Αποτελεί όμως την πιο απλή λύση για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ δύο υπολογιστών.

6.1.2 Δια-αποδιαμορφωτές (Modems)

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος διασύνδεσης δύο υπολογιστών είναι μέσω μίας τηλεφωνικής γραμμής. Από νωρίς χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία των κοινών τηλεφωνικών δικτύων, καθώς το τηλέφωνο είναι η πιο διαδεδομένη συσκευή επικοινωνίας. Βέβαια οι τηλεφωνικές γραμμές μεταδίδουν ηλεκτρικό σήμα που αντιστοιχεί στη φωνή μας, οπότε χρειάζεται η μετατροπή των ψηφιακών δεδομένων των υπολογιστών σε σήμα αναλογικής μορφής που μεταδίδεται μέσω των τηλεφωνικών γραμμών.

Η συσκευή που μετατρέπει τη σειρά των ψηφιακών δεδομένων σε αναλογικό σήμα που να μπορεί να διαδίδεται μέσω των τηλεφωνικών γραμμών και αντίστροφα, ονομάζεται modem. Το modem μεταδίδει ένα σταθερό ημιτονοειδές αναλογικό σήμα, το φέρον σήμα (carrier). Τα χαρακτηριστικά του φέροντος, δηλαδή το πλάτος, η συχνότητα και η φάση του μεταβάλλονται ανάλογα με την τιμή της ψηφιακής πληροφορίας (το 0 ή 1). Με άλλα λόγια γίνεται μια κωδικοποίηση του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό σήμα, με την πληροφορία να «μεταφέρεται» μέσω του φέροντος σήματος. Το modem αναλαμβάνει στη μία άκρη τη διαμόρφωση του αναλογικού σήματος και στην άλλη την αποδιαμόρφωση του αναλογικού ήχου που λαμβάνεται, ώστε να φτάσει στον παραλήπτη-υπολογιστή η ψηφιακή πληροφορία.

Η τεχνική αυτή διαμόρφωσης-αποδιαμόρφωσης (Modulation-Demodulation) είναι μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική στην επιστήμη των τηλεπικοινωνιών, όχι μόνο στους υπολογιστές. Σε οποιοδήποτε φυσικό μέσο μετάδοσης ενός σήματος, π.χ. τον αέρα, την οπτική ίνα, το χάλκινο καλώδιο, φροντίζουμε να «κωδικοποιούμε» τη χρήσιμη πληροφορία που θέλουμε να μεταδώσουμε πάνω σε ένα σήμα που μπορεί να μεταφερθεί καλύτερα (π.χ.

με τις λιγότερες απώλειες σε ισχύ) στο φυσικό μέσο. Αυτή η αρχή εφαρμόζεται στα ραδιοφωνικά σήματα (διαμόρφωση AM ή FM), όπου ένα αναλογικό σήμα διαμορφώνει ένα άλλο αναλογικό σήμα μεγαλύτερης συχνότητας.

Οι βασικοί τρόποι διαμόρφωσης είναι:

- *Διαμόρφωση κατά πλάτος (AM-Amplitude Modulation)*

Το πλάτος του φέροντος σήματος μεταβάλλεται ανάλογα με το σήμα της πληροφορίας.

- *Διαμόρφωση κατά συχνότητα (FM-Frequency Modulation)*

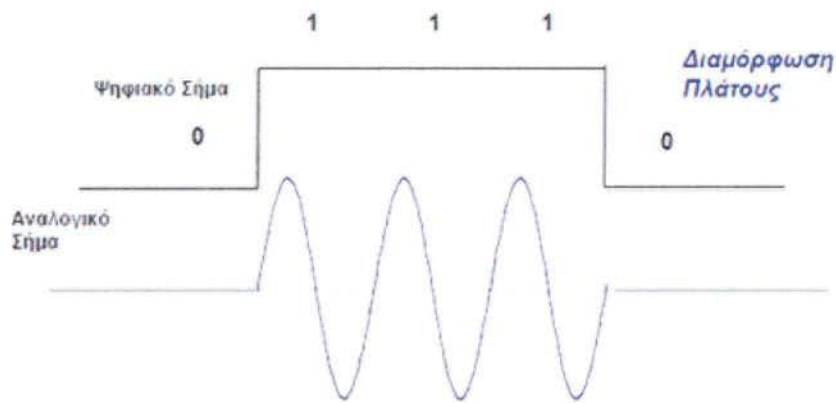
Στην περίπτωση αυτή η συχνότητα του φέροντος σήματος μεταβάλλεται ανάλογα με το σήμα της πληροφορίας.

- *Διαμόρφωση κατά φάση (Phase Modulation)*

Η φάση του φέροντος σήματος μεταβάλλεται ανάλογα με την πληροφορία.

Η ταχύτητα μετάδοσης στη διασύνδεση δύο υπολογιστών μετρείται σε bits ανά δευτερόλεπτο. Εκφράζει το ρυθμό που μεταδίδονται τα ψηφιακά δεδομένα από τον έναν υπολογιστή στον άλλο. Γενικότερα οι ταχύτητες των δικτύων εκφράζονται σε Kbits/sec ή και Mbits/sec. Στην περίπτωση της διασύνδεσης μέσω τηλεφωνικών γραμμών υπάρχει και άλλη μια μονάδα μέτρησης της ταχύτητας, πέρα από το ρυθμό μετάδοσης, που ίσως δημιουργεί σύγχυση. Είναι η ταχύτητα μεταβολής των χαρακτηριστικών του φέροντος σήματος στην τηλεφωνική γραμμή, και μετρείται σε baud. Για παράδειγμα, μετράμε σε baud, το ρυθμό εναλλαγών από τη μια συχνότητα στην άλλη για την περίπτωση FM.

Ας υποθέσουμε ότι χρησιμοποιούμε δύο διαφορετικές συχνότητες για το φέρον σήμα και αντιστοιχούμε στη φάση της διαμόρφωσης το μηδέν στη μια και το ένα στην άλλη. Τότε η ταχύτητα μετάδοσης σε bits θα ήταν ίση με την ταχύτητα σε baud. Αν όμως χρησιμοποιούμε για το φέρον 4 διαφορετικές συχνότητες, σε κάθε συχνότητα μπορούμε να αντιστοιχίσουμε 2 bits. Έτσι, αν το φέρον έχει ταχύτητα 1200 baud, και για κάθε baud έχουμε 2 bit, η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων είναι 2400 bits/sec.



εικόνα 6-1: Διαμόρφωση κατά συχνότητα (FM-Frequency Modulation)

Η ταχύτητα μεταβολής του φέροντος περιορίζεται από την ποιότητα του φυσικού μέσου, δηλαδή την τεχνολογία των τηλεφωνικών γραμμών. Επίσης δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πάρα πολλές στάθμες διαμόρφωσης (πλάτη ή συχνότητες), γιατί πρέπει να γίνεται χωρίς λάθη η αποδιαμόρφωση. Αυτό σημαίνει ότι οι διαφορετικές στάθμες του σήματος πρέπει να είναι διακεκριμένες. Η τεχνολογία των modem λοιπόν επιτρέπει σχετικά χαμηλές ταχύτητες διασύνδεσης. Τα πρώτα modem συνέδεαν υπολογιστές με ταχύτητες 300 έως και 2400 bit/sec ενώ στις μέρες μας φθάνουν μέχρι τα 56.600 bits/sec. Σε ιδιαίτερες συνθήκες μετάδοσης (καλή ποιότητα γραμμών, κοντινές αποστάσεις) οι ταχύτητες αυξάνονται (π.χ. baseband modems).

6.1.3 Κάρτες Δικτύου (NICs)

Οι κάρτες δικτύου αποτελούν τις συσκευές μέσω των οποίων γίνεται η διασύνδεση ενός υπολογιστή σε ένα τοπικό δίκτυο. Η κάρτα δικτύου συνδέεται στο διάδρομο του υπολογιστή και αναλαμβάνει να μεταφέρει δεδομένα από και προς το δίκτυο. Ο ρόλος της είναι να ομαδοποιεί τα δεδομένα, μετατρέποντάς τα σε κάποια μορφή που είναι συμβατή με το πρωτόκολλο του δικτύου, ώστε να μπορούν να διαβαστούν από τους υπόλοιπους υπολογιστές. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα των καρτών αναλαμβάνουν τη διόρθωση των λαθών, την αποστολή και λήψη των δεδομένων. Το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο δικτύωσης είναι το Ethernet, και

οι περισσότερες κάρτες στους προσωπικούς υπολογιστές λειτουργούν με αυτήν την κατηγορία δικτύων.

Οι κάρτες δικτύου Ethernet στο πίσω μέρος τους έχουν ειδικές υποδοχές για διαφόρων ειδών συνδέσεις: υπάρχει η υποδοχή για συνδεσμολογία ομοαξονικού καλωδίου (BNC) και η υποδοχή για συνδεσμολογία συνεστραμμένου ζεύγους (RJ45).

6.1.4 Διανομείς (Hubs)

Το hub είναι ο ενεργός δικτυακός εξοπλισμός που υλοποιεί το δίκτυο Ethernet και επιτρέπει σε μια ομάδα Η/Υ να επικοινωνούν μεταξύ τους. Υπάρχουν hub 4, 8, 16, ή 24 θέσεων που επιτρέπουν την διασύνδεση αντίστοιχου αριθμού Η/Υ.

Μπορεί να επιτευχθεί αύξηση του αριθμού των διασυνδεδεμένων Η/Υ, αν συνδεθούν 2 hub μεταξύ τους με χρήση patch cord:

- Με χρήση ενός *crossover patch cord* - που συνδέει 2 οποιεσδήποτε θέσεις των 2 hub.
- Με χρήση *straight patch cord* - (προτιμότερη λύση) που συνδέει μια οποιαδήποτε θύρα του ενός hub με την θύρα uplink του άλλου hub.

Η θύρα uplink μπορεί να αποτελείται από 1 ή 2 πριζάκια RJ-45. Στην πρώτη περίπτωση συνοδεύεται από ένα διακόπτη ο οποίος θα πρέπει να τίθεται στην θέση uplink. Στην δεύτερη περίπτωση θα πρέπει να χρησιμοποιείται το πριζάκι με την ένδειξη uplink.

6.1.5 Επαναλήπτες - Γέφυρες - Δρομολογητές

(Repeaters - Bridges - Routers)

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν τα δίκτυα των υπολογιστών. Ένας επαναλήπτης (repeater) είναι μια συσκευή ενίσχυσης του σήματος που ταξιδεύει μέσα στο φυσικό μέσο δικτύωσης, για να μπορούμε να δημιουργούμε δίκτυα μεταξύ υπολογιστών που είναι απομακρυσμένοι μεταξύ τους περισσότερο απ' όσο ορίζουν οι προδιαγραφές ενός συγκεκριμένου μέσου μετάδοσης. Όσο μακρύτερο είναι π.χ. ένα

καλώδιο, τόσο πέφτει η ισχύς του σήματος και χρειάζεται ενίσχυση για να μεταδοθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Ο επαναλήπτης τοποθετείται σε τακτά διαστήματα κατά μήκος της διεύθυνσης μετάδοσης και ενισχύει το σήμα.

Ο δρομολογητής (router) και η γέφυρα (bridge) φροντίζουν για τη συνένωση διαφορετικών δικτύων. Ο ρόλος τους είναι να προωθούν τα πακέτα πληροφορίας από το ένα δίκτυο στο άλλο επιλεκτικά, ανάλογα με τον υπολογιστή-προορισμό. Έτσι αποφεύγεται η άσκοπη μετάδοση πακέτων δεδομένων σε τμήματα δικτύων που είναι άσχετα με τον προορισμό.

Κεφάλαιο 7

Digital Subscriber

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μια πληθώρα επιλογών όσον αφορά στην υψηλής ταχύτητας πρόσβαση στο Internet. Μεταξύ των νεώτερων, η οποία ενδέχεται να αποδειχτεί και μία από τις πλέον δημοφιλείς, είναι η ψηφιακή συνδρομητική γραμμή (Digital Subscriber Line - DSL). Σήμερα είναι διαθέσιμα διάφορα είδη DSL τεχνολογιών, αλλά όλες λειτουργούν με τις ίδιες βασικές αρχές. Συγκεκριμένα σας επιτρέπουν να χρησιμοποιήσετε τις υπάρχουσες τηλεφωνικές γραμμές για να έχετε πρόσβαση στο Internet σε πολύ υψηλές ταχύτητες που φτάνουν έως 55 Mbps στην περίπτωση χρήσης του VDSL (Very high data rate DSL), αν και το είδος αυτό της εξαιρετικά γρήγορης σύνδεσης χρησιμοποιείται κυρίως από μεγάλες εταιρίες εξαιτίας του υψηλού κόστους της. Η ταχύτητα που συνδέονται οι οικιακοί χρήστες ανέρχεται στα 24 Mbps η οποία είναι εξαιρετικά υψηλή αν συγκριθεί με τις ταχύτητες των modems. Επιπροσθέτως, οι τεχνολογίες DSL σας επιτρέπουν να χρησιμοποιείτε το Internet σε αυτές τις υψηλές ταχύτητες ενώ ταυτόχρονα να μιλάτε στο τηλέφωνο χρησιμοποιώντας την ίδια απλή τηλεφωνική γραμμή. Οι DSL τεχνολογίες απαιτούν την ύπαρξη DSL modems στα δύο άκρα της τηλεφωνικής γραμμής. Στην πραγματικότητα ο όρος DSL δεν αναφέρεται σε μία τηλεφωνική γραμμή επειδή μια συνηθισμένη, χάλκινη τηλεφωνική γραμμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για DSL. Ο όρος αποδίδεται επίσης και στα modems τα οποία όμως δεν είναι στην πραγματικότητα modems. Τα παραδοσιακά modems διαμορφώνουν τα ψηφιακά σήματα από τον υπολογιστή σας σε αναλογικά σήματα τα οποία στέλνονται μέσω των τηλεφωνικών γραμμών, και τότε τα επαναδιαμορφώνουν σε ψηφιακά σήματα τα οποία είναι αντιληπτά από τον υπολογιστή. Τα DSL modems δεν μετατρέπουν τα σήματα από ψηφιακά σε αναλογικά. Επειδή τα σήματα δεν χρειάζεται να μετατραπούν και μπορούν να σταλούν ως ψηφιακά δεδομένα αντί για αναλογικά, τα δεδομένα στέλνονται σε πολύ υψηλότερες ταχύτητες από αυτές που υποστηρίζουν τα παραδοσιακά modems. Η τεχνολογία DSL

έχει ένα μειονέκτημα: προϋποθέτει το σπίτι σας και το DSL modem να βρίσκεται σε μια καθορισμένη απόσταση από το γραφείο της τηλεφωνικής εταιρίας και το DSL modem της. Στις πόλεις αυτό δεν αποτελεί σημαντικό πρόβλημα, σε αντίθεση με τις αγροτικές περιοχές. Η ακριβής απόσταση που απαιτείται εξαρτάται από το είδος και την ταχύτητα της υπηρεσίας που χρησιμοποιείτε. Για να επιτευχθούν υψηλότερες ταχύτητες θα πρέπει να είστε εγγύτερα στο γραφείο της τηλεφωνικής εταιρίας. Παρά το γεγονός ότι είναι διαθέσιμα αρκετά είδη DSL υπηρεσιών οι πιο δημοφιλείς στο οικιακό περιβάλλον είναι η Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) και η DSL Lite. Με τις προαναφερθείσες τεχνολογίες μπορείτε να λαμβάνετε δεδομένα με ταχύτερο ρυθμό από αυτόν που στέλνετε. Για παράδειγμα μπορείτε να λαμβάνετε δεδομένα με ταχύτητα 1,5 Mbps και να στέλνετε δεδομένα στα 640 Kbps.

7.1 ADSL

Το ADSL, το οποίο προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων **A**symmetric **D**igital **S**ubscriber **L**ine, είναι αυτό που δίνεται στους περισσότερους απλούς χρήστες. Η τεχνολογία ADSL εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο και σε άλλα Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα, δίνοντας τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων (δεδομένα, κινούμενη εικόνα, γραφικά) μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής. Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με ασύμμετρο τρόπο, δηλαδή προσφέρει διαφορετικό ρυθμό για τη λήψη (downstream) και διαφορετικό για την αποστολή δεδομένων (upstream). Το σημαντικότερο είναι ότι το εύρος ζώνης δεν το μοιραζόμαστε, αλλά είναι εξ' ολοκλήρου στη διάθεσή μας. Ωστόσο θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός ότι η απόδοση του ADSL εξαρτάται σημαντικά από την απόσταση του χρήστη από τον τηλεπικοινωνιακό παροχέα. Εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο και σε άλλα Τηλεπικοινωνιακά Δίκτυα, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα για ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων (δεδομένα, κινούμενη εικόνα, γραφικά) μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής. Αυτό γίνεται εφικτό χάρη στους εξελιγμένους αλγόριθμους και στη βελτιωμένη

ψηφιακή επεξεργασία σήματος, τα οποία συμπιέζουν σε μεγάλο βαθμό την πληροφορία που μεταδίδεται μέσα από τα υπάρχοντα τηλεφωνικά καλώδια, καθώς επίσης και στη βελτίωση των μετασχηματιστών, των αναλογικών φίλτρων και των μετατροπών σήματος (από αναλογικό σε ψηφιακό).

Τα ADSL modems κυκλοφορούν στο εμπόριο (τουλάχιστον για το εξωτερικό) σε διαφορετικούς ρυθμούς ταχυτήτων. Η "μικρότερη έκδοση" παρέχει 1,5 με 2 Mbps για τη λήψη δεδομένων (downstream) και 16 kbps για την αποστολή δεδομένων (upstream).

Οι τηλεφωνικές γραμμές μεγάλου μήκους προκαλούν μεγάλη εξασθένηση στα σήματα υψηλών συχνοτήτων που μπορεί να φτάσει και τα 90 dB στο 1 MHz (το οποίο αποτελεί το άνω όριο της ζώνης που χρησιμοποιεί το ADSL), υποχρεώνοντας έτσι τα ADSL modems να "δουλεύουν πολύ σκληρά" για να πετύχουν μεγάλο δυναμικό εύρος, να διαχωρίσουν τα κανάλια και να κρατήσουν το θόρυβο σε χαμηλά επίπεδα. Για τον απλό χρήστη το ADSL φαίνεται κάτι απλό - διαφανείς "σωλήνες" σύγχρονων δεδομένων διαφορετικών ταχυτήτων πάνω από απλές τηλεφωνικές γραμμές. Μέσα στα ADSL modems, όπου όλα τα τρανζίστορς λειτουργούν, υπάρχει ένα θαύμα τεχνολογίας.

Για να δημιουργηθούν πολλαπλά κανάλια επικοινωνίας, τα ADSL modems χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης μιας τηλεφωνικής γραμμής με ένα από τους δυο ακόλουθους τρόπους:

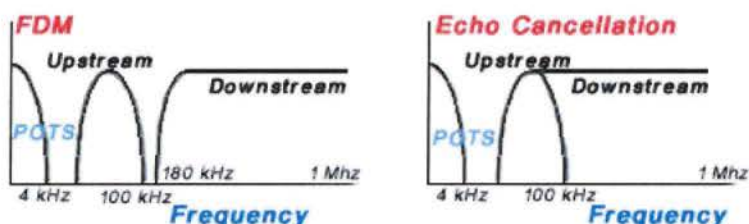
- *Πολυπλεξία στη συχνότητα (Frequency Division Multiplexing)*

Με την πολυπλεξία στη συχνότητα δεσμεύεται μία ζώνη για τα δεδομένα λήψης (256 διακριτά κανάλια σε φάσμα 26 kHz μέχρι 1,2 MHz) και μια άλλη ζώνη για τα δεδομένα αποστολής. Το μονοπάτι για τα δεδομένα λήψης χωρίζεται στη συνέχεια μέσω πολυπλεξίας στο χρόνο σε ένα ή περισσότερα κανάλια υψηλής ταχύτητας και σε ένα ή περισσότερα κανάλια χαμηλής ταχύτητας. Το μονοπάτι για τα δεδομένα αποστολής πολυπλέκεται επίσης σε αντίστοιχα κανάλια χαμηλής ταχύτητας.

- *Καταστολή της ηχούς (Echo Cancellation)*

Με την καταστολή της ηχούς η ζώνη για τα δεδομένα αποστολής επικαλύπτεται με τη ζώνη για τα δεδομένα λήψης και αυτές στη συνέχεια διαχωρίζονται μέσω τοπικής καταστολής της ηχούς, μια τεχνικής γνωστής στα V.32 και V.34 modems.

Οποιαδήποτε από τις δύο τεχνικές χρησιμοποιηθεί, το ADSL διαχωρίζει μια περιοχή 4 kHz (κανάλι φωνής) για απλή τηλεφωνία (POTS) κοντά στη DC περιοχή της ζώνης. Επίσης, κάθε ένα από τα 256 κανάλια μπορεί να μεταφέρει (μέσω πολυπλεξίας στο χρόνο) μέχρι 32 kbps. Έτσι, η μέγιστη ταχύτητα που μπορούμε να πετύχουμε με την τεχνολογία ADSL είναι: **$256 * 32 \text{ kbps} = 8.192 \text{ Mbps}$**



εικόνα 7-1: Πολυπλεξία στη συχνότητα (αριστερά) και Καταστολή της ηχούς (δεξιά)

Ένα ADSL modem οργανώνει σε μπλοκ τις ροές των δεδομένων που δημιουργούνται από την πολυπλεξία των καναλιών λήψης και των καναλιών αμφίδρομης επικοινωνίας και στη συνέχεια προσαρτεί ένα κώδικα διόρθωσης σφαλμάτων σε κάθε μπλοκ. Ο δέκτης στη συνέχεια διορθώνει τα σφάλματα που δημιουργούνται κατά την αποστολή των μπλοκ. Έτσι, ακόμη και σε κινούμενη εικόνα (MPEG video) όπου τα σφάλματα μειώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητά της, επιτυγχάνονται πολύ μικροί ρυθμοί σφαλμάτων.

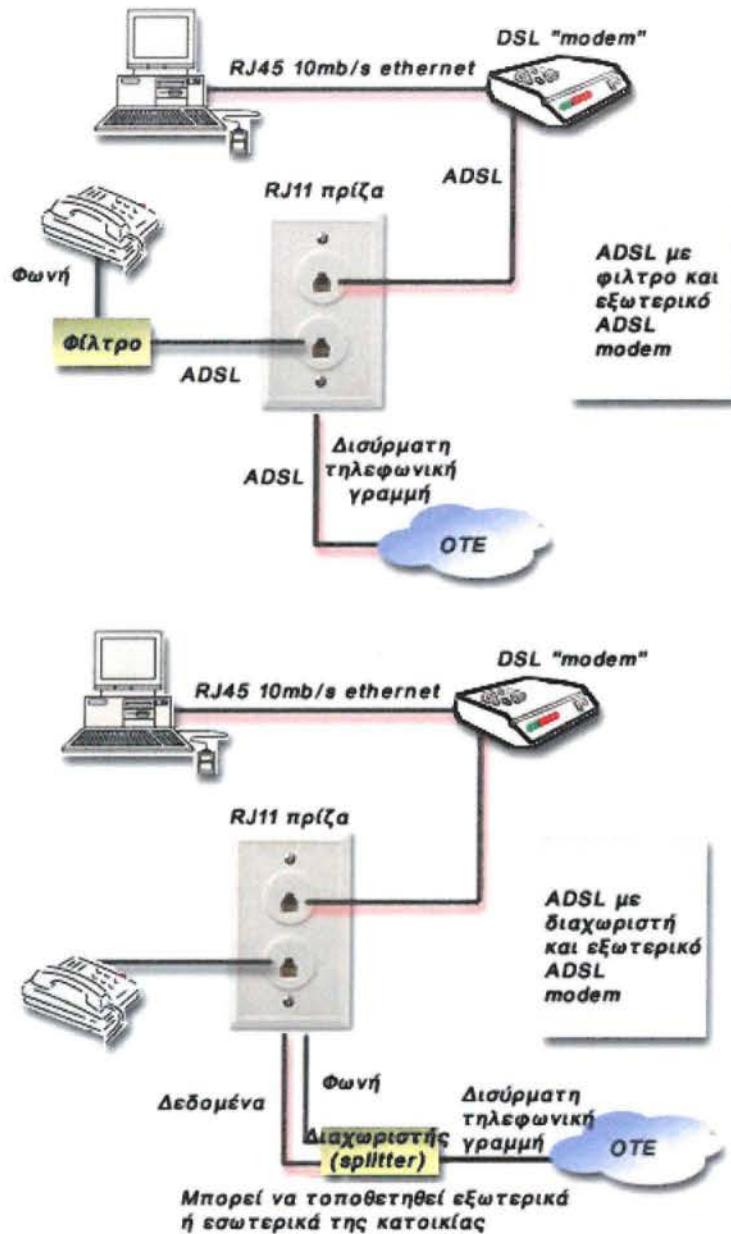
7.1.1 Συνδεσμολογίες ADSL (Splitterless Και Splitter-Based)

Όταν παίρνουμε ADSL στο σπίτι μας ο τηλεπικοινωνιακός παροχέας τοποθετεί μία συσκευή στον πελάτη (Network Interface Device - NID) η οποία διαχωρίζει τις συχνότητες της φωνής, που κυμαίνονται μεταξύ 0 - 4kHz, από τις υψηλότερες συχνότητες των DSL σημάτων (25kHz - 1,1MHz). Ο διαχωριστής των σημάτων διαφορετικών συχνοτήτων, ένα χαμηλοπερατό

φίλτρο, είναι μια παθητική συσκευή, δηλαδή δεν χρειάζεται επιπλέον παροχή ρεύματος και μπορεί να συνεχίζει να λειτουργεί αν υπάρξει τοπική διακοπή παροχής ρεύματος.

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες DSL, η **splitter-based** και η **splitterless**. Και στις δύο περιπτώσεις στο σπίτι μας φθάνει ένα δισύρματο καλώδιο. Ωστόσο, για την splitter-based τεχνολογία απαιτείται η εγκατάσταση ενός διαχωριστή σήματος από την τηλεφωνική εταιρία στο χώρο του συνδρομητή (είτε μέσα στο σπίτι είτε έξω από αυτό) ώστε να διαχωριστεί το σήμα της φωνής από το σήμα που μεταφέρει τα δεδομένα. Για τη splitterless τεχνολογία, δεν έχουμε διαχωρισμό των δύο σημάτων. Η τεχνολογία splitterless είναι γνωστή και ως "*Universal DSL*" ή "*G.Lite*" ή "*DSL Lite*".

- Με το **splitterless DSL**, το DSL modem συνδέεται απευθείας με την τηλεφωνική γραμμή, όπως και οι τηλεφωνικές συσκευές. Το modem περιέχει ειδικά chips που διαχωρίζουν τα σήματα, αλλά λειτουργούν σε χαμηλότερη ισχύ ώστε να μη δημιουργούν παρεμβολές στα σήματα της φωνής. Έτσι, η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων είναι μικρότερη σε σχέση με το splitter-based DSL. Επιπλέον, οι τηλεφωνικές συσκευές απαιτούν την ύπαρξη ενός φίλτρου που θα παρεμποδίζει τα σήματα DSL (δεδομένων), τα οποία μπορεί να ακουστούν ως θόρυβος στη γραμμή και να παρεμβάλλουν την κανονική λειτουργία του τηλεφώνου.
- Από την άλλη, με το **splitter-based DSL**, το σήμα DSL (δεδομένων) διαχωρίζεται από τη γραμμή του τηλεφώνου και με διαφορετικό καλώδιο οδεύει προς το modem (εικόνα 7-2). Αυτό απαιτεί, όπως καταλαβαίνουμε, επιπλέον καλωδίωση που στοιχίζει, όπως στοιχίζει επίσης και ο διαχωριστής σήματος. Το καλώδιο του modem συνδέεται μέσω διεπιφάνειας (NIC-Network Interface Card) η οποία συνήθως είναι μία κάρτα ethernet ή ένα hub το οποίο θα συνδέεται σε τοπικό δίκτυο.



εικόνα 7-2: splitterless DSL (πάνω) και splitter-based DSL (κάτω)

7.2 HDSL

Το ακρωνύμιο HDSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων High-bit-rate Digital Subscriber Line και σε αντίθεση με το ADSL είναι συμμετρικό και προσφέρει τον ίδιο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (μέχρι 2 Mbps) τόσο για τη αποστολή όσο και για τη λήψη. Ωστόσο, η μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 3,5 km. Μια άλλη βασική διαφορά από το ADSL είναι ότι απαιτείται η εγκατάσταση 2 τηλεφωνικών γραμμών (2 συνεστραμμένα καλώδια).

7.3 SDSL

Το SDSL, Single-line Digital Subscriber Line, είναι μια τεχνολογία παρόμοια με το HDSL όσον αφορά στο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων (μέχρι 2 Mbps), που απαιτεί όμως μόνο ένα συνεστραμμένο ζεύγος χαλκού. Για το λόγο αυτό, η μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων δεν μπορεί να ξεπερνά τα 3 km.

7.4 VDSL

Το VDSL, Very-high-data-rate Digital Subscriber Line, δίνει εντυπωσιακά μεγαλύτερες ταχύτητες που μπορεί να φτάνουν τα 52 Mbps, με περιορισμό όμως τη μέγιστη απόσταση μεταξύ των δύο άκρων του χάλκινου αγωγού. Ανάλογα με την υλοποίηση, το VDSL δε μπορεί να ξεπερνά το 1,5 km και οι ρυθμοί μετάδοσης κυμαίνονται για τη λήψη από 13 έως 52 Mbps και για την αποστολή από 1,5 έως 2,3 Mbps.

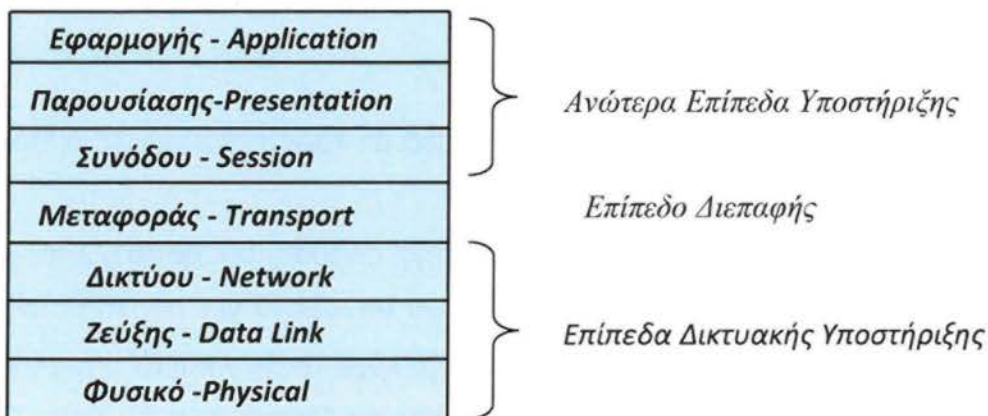
Κεφάλαιο 8

Μοντέλα Αρχιτεκτονικών διασύνδεσης

8.1 Το Μοντέλο του OSI

Το μοντέλο του OSI (Open System Interconnection) αναπτύχθηκε από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (ISO) το 1977. Ο οργανισμός όρισε τις διαδικασίες που πρέπει να πληρούν τα πρωτόκολλα επικοινωνίας ώστε να είναι δυνατή η επικοινωνία δύο διαφορετικών συστημάτων, ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή τους. Το μοντέλο δεν αποτελεί αφ'εαυτού πρότυπο, αλλά μάλλον μια καταγραφή απαιτήσεων, που είναι χρήσιμη για την κατανόηση του τρόπου επικοινωνίας δεδομένων.

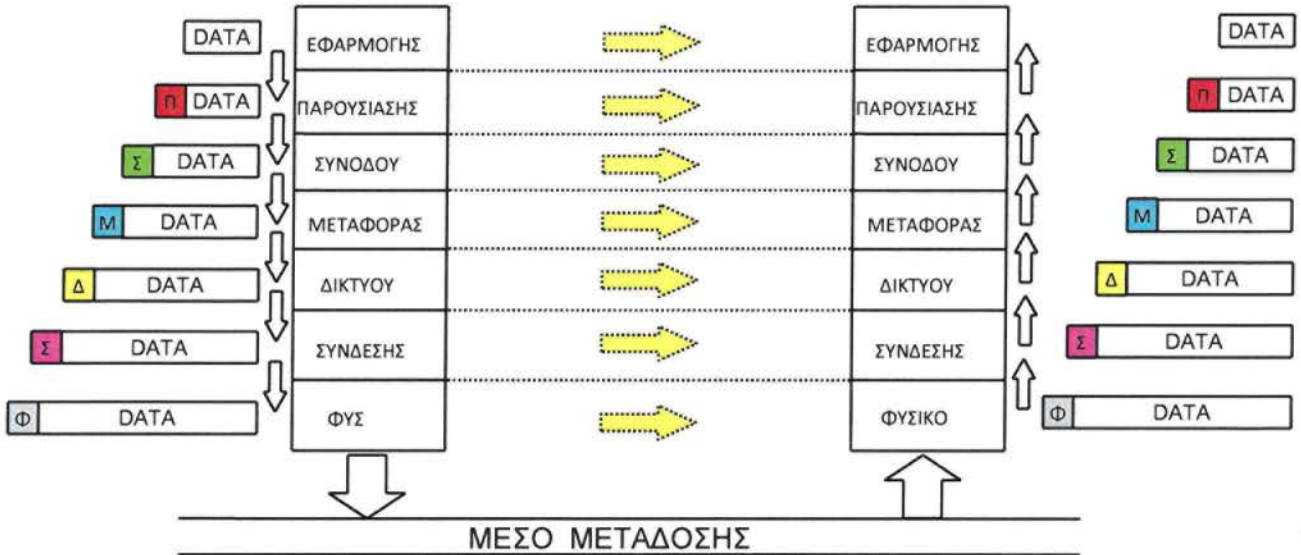
Το μοντέλο του OSI ορίζει επτά επίπεδα επικοινωνίας (εικόνα 8-1), με την ακόλουθη σειρά: Φυσικό Επίπεδο (1), Επίπεδο Σύνδεσης ή Ζεύξης (2), Επίπεδο Δικτύου (3), Επίπεδο Μεταφοράς (4), Επίπεδο Συνόδου (5), Επίπεδο Παρουσίασης (6) και Επίπεδο Εφαρμογής (7).



εικόνα 8-1: Τα επτά επίπεδα του OSI

Οι λειτουργίες κάθε επιπέδου είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, έτσι ώστε οι αλλαγές σε ένα επίπεδο να μην επηρεάζουν τα άλλα. Το επίπεδο N χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες του επιπέδου (N-1) και παρέχει τις υπηρεσίες του στο επίπεδο (N+1). Τα επίπεδα επικοινωνούν μέσω παραμέτρων, που αποδίδονται σε προκαθορισμένα πεδία της οντότητας της πληροφορίας στα

σημεία διεπαφής. Κάθε επίπεδο προσθέτει τις δικές του πληροφορίες ελέγχου, υπό μορφή προμετωπίδας, καθώς η πληροφορία διακινείται από τα υψηλότερα επίπεδα προς τα χαμηλότερα (εικόνα 8-2). Κατά την αντίστροφη διαδρομή η προμετωπίδα κάθε επιπέδου αποσπάται από την πληροφορία.



εικόνα 8-2: Επικοινωνία διαμέσου των επιπέδων του OSI.

8.1.1 Ομαδοποίηση Επιπέδων

Τα επτά επίπεδα ομαδοποιούνται λογικά σε τρεις λειτουργικές ομάδες επιπέδων:

- Τα επίπεδα 1, 2, και 3 (φυσικό, σύνδεσης, δικτύου) ομαδοποιούνται ως επίπεδα **δικτυακής υποστήριξης**. Είναι υπεύθυνα για τις διαδικασίες μετάδοσης των δεδομένων, τόσο μεταξύ κόμβων όσο και από άκρο σε άκρο του δικτύου, για την φυσική διευθυνσιοδότηση των κόμβων, για την ανίχνευση σφαλμάτων, τον συγχρονισμό, τον έλεγχο ροής κλπ.
- Το επίπεδο 4 (μεταφοράς) αποτελεί την διεπαφή μεταξύ των επιπέδων **δικτυακής υποστήριξης** και των ανώτερων επιπέδων **υποστήριξης χρηστών**. Ρόλος του είναι να διασφαλίζει ότι η πληροφορία στα ακραία σημεία του δικτύου μεταφέρεται σε μορφή κατάλληλη, ώστε να γίνεται κατανοητή από τα υψηλότερα επίπεδα.

- Τα επίπεδα 5, 6, και 7 (συνόδου, παρουσίασης, και εφαρμογών) μπορούν να θεωρηθούν ως τα **ανώτερα επίπεδα υποστήριξης**, που επιτρέπουν την λειτουργία των εφαρμογών του χρήστη. Στις περισσότερες περιπτώσεις ο χρήστης ασχολείται μόνο με το επίπεδο 7, χωρίς να ενδιαφέρεται για τις διαδικασίες που έχουν ακολουθηθεί στα χαμηλότερα επίπεδα.

8.1.2 Η λειτουργία Των Επιπέδων

Γίνεται αναφορά στις επιμέρους λειτουργίες κάθε επιπέδου χωριστά.

- **Φυσικό Επίπεδο**

Το φυσικό επίπεδο ορίζει:

- Τα μηχανικά, ηλεκτρικά και διαδικαστικά χαρακτηριστικά της διεπαφής.
- Προδιαγράφει καλώδια, συνδέσμους και άλλα παρελκόμενα του μέσου μετάδοσης.
- Μεταδίδει τα δεδομένα σε μορφή ηλεκτρικών παλμών (σύγχρονα ή ασύγχρονα) διαμέσου της τηλεπικοινωνιακής σύνδεσης.
- Ανιχνεύει τις συγκρούσεις.
- Ενεργοποιεί/απενεργοποιεί τη φυσική ζεύξη.
- Περιλαμβάνει λογισμικό οδήγησης (drivers) συσκευών για τηλεπικοινωνιακές διεπαφές.
- Ορίζει θέματα τοπολογίας, σηματοδοσίας και κωδικοποίησης.

Ενδεικτικά πρωτόκολλα :

EIA : RS-232, RS-449

ITU : V24/V.28, V.25, X.21, X.200

ISO : 4903, FDDI

- **Επίπεδο Σύνδεσης**

Το επίπεδο σύνδεσης εκτελεί διαδικασίες αποκατάστασης, υποστήριξης και τερματισμού της σύνδεσης. Παίρνει δεδομένα από το φυσικό επίπεδο, ανιχνεύει και διορθώνει τυχόν σφάλματα, ελέγχει την ροή της πληροφορίας και τα προωθεί στο επίπεδο δικτύου. Οι υπηρεσίες που προσφέρει περιλαμβάνουν:

- Την αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων μιας ζεύξης (από κόμβο σε κόμβο).
- Τον κατακερματισμό των δεδομένων (σε πακέτα) και την σύνθεση του πλαισίου μεταφοράς με την προσθήκη των πεδίων έναρξης και τερματισμού (flags).
- Την διαχείριση του αλγορίθμου ανίχνευσης σφάλματος προσθέτοντας στο πλαίσιο τα bit της ακολουθίας αθροίσματος ελέγχου (Frame Check Sum - FCS).
- Την διαχείριση της πρόσβασης και χρήσης του καναλιού.
- Την επίλυση των προβλημάτων που οφείλονται σε απώλεια, βλάβη και επανεκπομπή πλαισίων.
- Την αποστολή του πλαισίου επιβεβαίωσης ορθής λήψης.
- Τον καθορισμό του είδους της υπηρεσίας (ασυνδεσμική ή συνδεσμική).
- Την υποστήριξη διαδικασιών IEEE MAC (*Medium Access Control*) και LLC (*Logical Link Control*).
- Τον καθορισμό των διαδικασιών διευθυνσιοδότησης, ελέγχου πρόσβασης, ροής και συγχρονισμού.

Ενδεικτικά πρωτόκολλα :

ANSI : Advanced Data Communication Control Procedure - ADCCP

ISO : High-Level Data-Link Control - HDLC

IBM : Synchronous Data-Link Control - SDLC.

ITU: LAPB (Link Access Procedure Balanced) – X.25

Point-to-Point Protocol – PPP

Frame Relay

• Επίπεδο Δικτύου

Ασχολείται με την οργάνωση της πληροφορίας σε πακέτα, την απαρίθμηση αυτών, την διακίνηση των πακέτων μεταξύ των ακραίων σημείων της ζεύξης, και την ταξινόμησή τους στον δέκτη. Είναι γνωστό και σαν επίπεδο *πακέτων*. Καθορίζει το είδος της διευθυνσιοδότησης (*διευθύνσεις HW, SW και Service*), την τεχνική μεταγωγής (μεταγωγή πακέτων σε *νοητό κύκλωμα* ή *δεδομενόγραμμα*) και δρομολόγησης (*στατική, δυναμική και μέσω πινάκων*). Προσφέρει τις ακόλουθες υπηρεσίες:

- Αποκατάσταση και τερματισμός συνδέσεων μεταξύ των ακραίων σημείων του δικτύου (καθορισμός νοητών κυκλωμάτων).
- Παροχή υπηρεσίας δεδομενογράμματος (εναλλακτικά)
- Προσδιορισμός των ακραίων και ενδιάμεσων σημείων σύνδεσης με χρήση διευθύνσεων.
- Μεταφορά δεδομένων σε μορφή πακέτων.
- Έλεγχος του δικτυακού φόρτου.
- Αναγνώριση μηνυμάτων προτεραιότητας και διακίνηση των πακέτων με την κατάλληλη σειρά.
- Απαρίθμηση και έλεγχος σφαλμάτων.
- Έλεγχος της ροής των δεδομένων.
- Διαχείριση της διασυνδεσιμότητας του δικτύου (για τεχνικές ασυνδεσιμικές και συνδεσιμικές)

Ενδεικτικά πρωτόκολλα :

ISO/ITU : Σύσταση X.25

Xerox : Internet Protocol - IP.

• Επίπεδο Μεταφοράς

Αποτελεί την διεπαφή μεταξύ των τριών χαμηλότερων επιπέδων του OSI, που σχετίζονται με τις διαδικασίες επικοινωνίας, και των υψηλότερων επιπέδων, που σχετίζονται με τις εφαρμογές. Αποτελεί το πρώτο επίπεδο υπό τον έλεγχο του χρήστη, που καθορίζει μέσω παραμέτρων την απαιτούμενη ποιότητα εξυπηρέτησης της σύνδεσης. Οι προσφερόμενες υπηρεσίες περιλαμβάνουν :

- Τον τεμαχισμό της πληροφορίας σε πακέτα (segmentation) και την επανασυγκόλληση (defragmentation) αυτών.
- Την μορφοποίηση των διευθύνσεων και την αντιστοίχησή τους με λογικές διευθύνσεις (δηλαδή από 139.30.40.23 σε xyz.abc.def.gi).
- Την δυνατότητα πολύπλεξης διευθύνσεων χρηστών.
- Τον έλεγχο σφαλμάτων για μετάδοση μεταξύ των ακραίων σημείων του δικτύου.
- Τον έλεγχο της ροής.
- Τον έλεγχο της ποιότητας της υπηρεσίας.

- Την προσθήκη και αφαίρεση των προμετωπίδων.

Ενδεικτικά πρωτόκολλα :

Xerox : Transmission Control Protocol - TCP.

- **Επίπεδο Συνόδου**

Ορίζει θέματα διαχείρισης συνόδου όπως :

- Την αποκατάσταση της σύνδεσης σε επίπεδο χρήστη.
- Τον έλεγχο διαλόγου και την εξακρίβωση των στοιχείων χρήστη (login, password).
- Θέματα συγχρονισμού.
- Τον τρόπο απόλυσης της σύνδεσης (ευπρεπής και άμεσος).

- **Επίπεδο Παρουσίασης**

Προσφέρει τις ακόλουθες υπηρεσίες :

- Παρουσίαση σε κατανοητή μορφή, των δεδομένων που διακινούνται μεταξύ εφαρμογών.
- Κρυπτογράφηση.
- Συμπίεση.
- Θέματα ασφάλειας.

- **Επίπεδο Εφαρμογής**

Καθορίζει τον τρόπο επικοινωνίας δυο εφαρμογών. Περιλαμβάνει την εξακρίβωση των επιμέρους στοιχείων των εφαρμογών, που επιθυμούν να επικοινωνήσουν, την επιβεβαίωση της διαθεσιμότητας, τον έλεγχο των δικαιωμάτων κάθε χρήστη, την συμφωνία στις αρμοδιότητες και διαδικασίες. Οι βασικές υπηρεσίες που εντάσσονται στο επίπεδο εφαρμογής περιλαμβάνουν διαδικασίες:

- NVT (Ιδεατό Τερματικό Δικτύου - **Network Virtual Terminal**)
- Ελέγχου αρχείων ως προς την Πρόσβαση, Μεταφορά και Διαχείριση.
- Υπηρεσίες ταχυδρομείου.
- Υπηρεσίες φακέλων κλπ.

Σχετικές τυποποιήσεις :

File Transfer Protocol - FTP

Virtual Terminal Protocol - VTP

Τυποποίηση ITU για ηλεκτρονικό ταχυδρομείο : X.400

Τυποποίηση ISO για μεταφορά αρχείων : File Transfer

8.2 Μοντέλο Τριών Επιπέδων

Το μοντέλο των επτά επιπέδων του OSI είναι αρκετά πολύπλοκο, με αποτέλεσμα κάποια από τα επίπεδα να χρησιμοποιούνται σπάνια και να έχουν έτσι περιπέσει σε αχρησία. Επίσης, από την εποχή που καθιερώθηκε (1977) μέχρι σήμερα, έχουν επέλθει σημαντικότερες αλλαγές στις τηλεπικοινωνίες, με αποτέλεσμα να θεωρείται σήμερα απαξιωμένο. Για τον λόγο αυτό σπάνια εφαρμόζεται στην πλήρη του ανάπτυξη και αντί αυτού επιλέγονται απλούστερα μοντέλα, που διατηρούν την φιλοσοφία της επιπεδοποίησης και ενσωματώνουν τα αρχικά επίπεδα σε μεγαλύτερες ομαδοποιήσεις.

Το μοντέλο των 3 επιπέδων χρησιμοποιείται από πολλές εταιρίες κατασκευής τηλεπικοινωνιακού υλικού και προσεγγίζει καλύτερα το ολοκληρωμένο σύστημα, ομαδοποιώντας τις λειτουργίες του σε τρία επίπεδα: Δικτυακής Υποδομής (1), Πρωτοκόλλων Δικτύου (2) και Υπηρεσιών Δικτύου (3). Στο σχήμα 8-3 παρουσιάζεται ο συσχετισμός του μοντέλου 3 επιπέδων με το μοντέλο του OSI.



εικόνα 8-3: Συσχετισμός του μοντέλου 3 επιπέδων με το μοντέλο του OSI.

Κεφάλαιο 9

Πρωτόκολλα Επιπέδου Σύνδεσης

Το επίπεδο σύνδεσης (δεύτερο επίπεδο κατά OSI) αναφέρεται στις διαδικασίες μεταφοράς δεδομένων μεταξύ τερματικής συσκευής και κόμβου ή μεταξύ δύο κόμβων του δικτύου. Οι βασικές λειτουργίες του, όπως καθορίζονται από τα αντίστοιχα πρωτόκολλα, περιλαμβάνουν:

- αρχική αποκατάσταση ζεύξης
- μεταφορά δεδομένων
- έλεγχο ροής
- ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων
- τερματισμό της σύνδεσης.

Ανάλογα από τον τρόπο ελέγχου των διαδικασιών επικοινωνίας, οι ζεύξεις διακρίνονται σε:

- *Ισότιμες* - Οποιοσδήποτε σταθμός μπορεί να ξεκινήσει την διαδικασία επικοινωνίας και να διατηρήσει τον έλεγχο ροής των πληροφοριών μέχρι το πέρας της μετάδοσης. Δεν υπάρχει κυρίαρχος σταθμός, και κάθε ένας προσπαθεί να κερδίσει τον έλεγχο πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης, όταν είναι διαθέσιμο (π.χ. όπως σε δίκτυα LAN).
- *Ιεραρχικές* - Υπάρχει ένας κυρίαρχος σταθμός, γνωστός σαν *master*, επιφορτισμένος με τον έλεγχο των διαδικασιών επικοινωνίας, ενώ οι υπόλοιποι σταθμοί είναι *υποτελείς*, γνωστοί ως *slaves*. Ο κυρίαρχος σταθμός επικοινωνεί με τους υποτελείς χρησιμοποιώντας την τεχνική των διαδοχικών εντολών (rolling). Σύμφωνα με την τεχνική αυτή, ο κυρίαρχος σταθμός αποστέλλει περιοδικά πρόσκληση σε κάθε ένα από τους υποτελείς, δίνοντάς τους την δυνατότητα να μεταδώσουν δεδομένα. Κάθε υποτελής σταθμός υποχρεούται να ανταποκριθεί, είτε εκπέμποντας δεδομένα είτε απαντώντας αρνητικά.

Ανάλογα με την μορφή τους, τα πρωτόκολλα του επιπέδου σύνδεσης κατηγοριοποιούνται σε :

- *Byte ή Character Oriented πρωτόκολλα* - Βασίζονται σε ομάδες χαρακτήρων, κωδικοποιημένων σε δυαδική μορφή, για την μετάδοση των δεδομένων. Ορίζονται τρεις βασικοί τύποι χαρακτήρων: οι *γραφικοί χαρακτήρες* για αναπαράσταση των συμβόλων, οι *χαρακτήρες ελέγχου* για τον έλεγχο του τερματικού και οι *χαρακτήρες επικοινωνίας*, που ελέγχουν τις λειτουργίες συγχρονισμού και διαχείρισης μηνυμάτων. Τα πρωτόκολλα διαφοροποιούνται μόνο ως προς το πλήθος των bit που χρησιμοποιούνται για την κωδικοποίηση των χαρακτήρων. Ο περισσότερο δημοφιλής character oriented κώδικας είναι ο κώδικας ASCII (7 bit για χαρακτήρες και 1 bit ισοτιμίας - parity). Η επικοινωνία στα πρωτόκολλα αυτά είναι συνήθως χαμηλής ταχύτητας, ασύγχρονη και ημιαμφίδρομη (HDX).
- *Bit Oriented πρωτόκολλα* - Ομαδοποιούν τα προς μετάδοση δεδομένα σε μεγαλύτερες οντότητες, που είναι γνωστές ως *πλαίσια*. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την μετάδοση δεδομένων σε δίκτυα WAN, παρέχοντας δυνατότητα σύγχρονης μετάδοσης, ημιαμφίδρομης (HDX) ή αμφίδρομης (FDX). Στα πιο γνωστά bit oriented πρωτόκολλα περιλαμβάνονται τα πρωτόκολλα SDLC (Synchronous Data Link Control της IBM), LAPD (της ITU) και PPP.

Στα δημόσια δίκτυα δεδομένων (WAN) χρησιμοποιούνται αποκλειστικά bit-oriented πρωτόκολλα. Ακολουθείται συνήθως το *ιεραρχικό* μοντέλο επικοινωνίας μεταξύ DTE και DCE, σύμφωνα με το οποίο ο ένας σταθμός (DTE) έχει κυρίαρχο ρόλο (master) και αποστέλλει εντολές, ενώ ο άλλος (DCE) υποτελή ρόλο (slave) και περιορίζεται σε *αποκρίσεις*.

Ακολουθεί η αναφορά σε δύο πρωτόκολλα επιπέδου σύνδεσης δικτύων WAN: το πρωτόκολλο **LAPB**, που υλοποιείται από το X.25 σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων τεχνικής νοητού κυκλώματος, και το πρωτόκολλο **PPP**, που υλοποιείται από το TCP/IP σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων τεχνικής δεδομενογράμματος.

9.1 Το Πρωτόκολλο LAPB

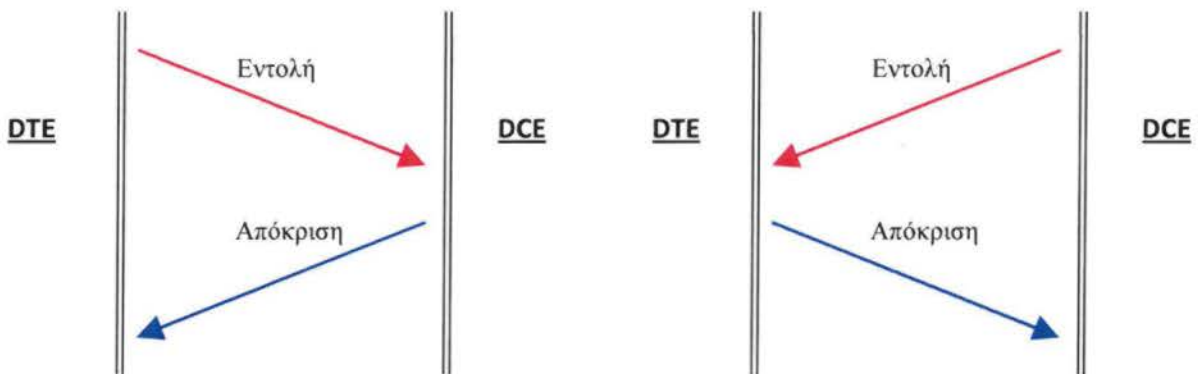
Το LAPB είναι ένα σύγχρονο, bit oriented πρωτόκολλο του επιπέδου σύνδεσης, που επιτρέπει ημιαμφίδρομη (HDX) ή αμφίδρομη (FDX) επικοινωνία σε σημείο-σημειακές και σημείο-πολυσημειακές συνδέσεις. Η ανίχνευση σφαλμάτων και ο έλεγχος ροής επιτυγχάνεται με χρήση της τεχνικής go-back N.

Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται υπό την μορφή ανταλλαγής πλαισίων. Σε κάθε ανταλλαγή ο ένας από τους σταθμούς έχει τον έλεγχο της επικοινωνίας (κυρίαρχος), ενώ ο άλλος λειτουργεί ως υποτελής.

Οι βασικές λειτουργίες σύνδεσης, σύμφωνα με το πρωτόκολλο LAPB περιλαμβάνουν:

- Αποκατάσταση της σύνδεσης
- Μεταφορά δεδομένων και
- Τερματισμό της σύνδεσης

Σε κάθε περίπτωση και ανάλογα με τον ρόλο κάθε συσκευής ως κυρίαρχης ή υποτελούς, τα πλαίσια μεταφέρουν εντολές ή απαντήσεις αντίστοιχα.



εικόνα 9-1: Σχέσεις κυρίαρχου – υποτελούς μεταξύ συσκευών DTE και DCE.

9.1.1 Δομή Πλαισίου Πρωτοκόλλου LAPB

Η δομή του πλαισίου του πρωτοκόλλου LAPD απαρτίζεται από τα ακόλουθα πεδία:

- *Έναρξη/Τέλος (Flag)* - Περιλαμβάνει 8 bit, που καθορίζουν μοναδικά την έναρξη και το πέρας ενός πλαισίου. Περιλαμβάνει την ακολουθία 01111110, που είναι μοναδική μέσα στο πλαίσιο και χρησιμοποιείται και για συγχρονισμό του δέκτη.
- *Διεύθυνση* - Περιλαμβάνει 8 bit, που προσδιορίζουν αν το πλαίσιο περιλαμβάνει *εντολή* ή *απόκριση*. Στις εντολές η διεύθυνση προσδιορίζει τον *παραλήπτη*, ενώ στις αποκρίσεις τον *αποστολέα*.
- *Έλεγχος* - Περιλαμβάνει 8 bit, που προσδιορίζουν το είδος του πλαισίου. Προβλέπονται τρία είδη πλαισίων: *I* (Πληροφορίας - Information), *S* (Ελέγχου - Supervisory) και *U* (Μη Αριθμημένα - Unnumbered).
- *Δεδομένα* - Διαθέτουν μόνο τα πλαίσια τύπου-*I*. Περιέχεται ένα μόνο πακέτο κάθε φορά. Το μέγιστο μήκος ορίζεται από την παράμετρο N_1 του τρίτου επιπέδου και είναι 128 byte.
- *Άθροισμα Ελέγχου (FCS)* - Διαχειρίζεται την διαδικασία ελέγχου σφαλμάτων σε επίπεδο πλαισίου με χρήση κυκλικών κωδίκων.

1 byte 1 byte 1 byte N byte 2 byte 1 byte

Έναρξη (Flag)	Διεύθυνση (Address)	Έλεγχος (Control)	Πακέτο Δεδομένων (Data Packet)	Άθροισμα Ελέγχου (FCS)	Τέλος (Flag)
------------------	------------------------	----------------------	-----------------------------------	---------------------------	-----------------

εικόνα 9-2: Το πλαίσιο του LAPD.

Το είδος του πλαισίου καθορίζεται από το περιεχόμενο του πεδίου ελέγχου, όπως περιγράφεται αναλυτικά στον πίνακα 9-3:

ΤΥΠΟΣ	ΕΝΤΟΛΗ	ΑΠΟΚΡΙΣΗ	Bit πεδίου ελέγχου							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Πληροφορίας (I)	I		0	N _s			P	N _r		
Ελέγχου (S)	RR	RR	1	0	0	0	P/F	N _r		
	RNR	RNR	1	0	1	0	P/F	N _r		
	REJ	REJ	1	0	0	1	P/F	N _r		
Μη-Αριθμημένα (U)	SABM		1	1	1	1	P	1	0	0
	DISC		1	1	0	0	P	0	1	0
		DM	1	1	1	1	F	0	0	0
		UA	1	1	0	0	F	1	1	0
		FRMR	1	1	1	0	F	0	0	1

Πίνακας 9-3: Τα πλαίσια του LAPD

Ακολουθεί λεπτομερής αναφορά στα επιμέρους είδη πλαισίων:

- Πλαίσιο Πληροφορίας** - Τα πλαίσια τύπου I μεταφέρουν δεδομένα, υπάρχει δηλαδή ενεργό φορτίο $N \times 8$ bit στο πεδίο δεδομένων. Ένα πλαίσιο ορίζεται ως τύπου I, όταν το msb του πεδίου ελέγχου είναι 0. Τα άλλα bit του πεδίου ελέγχου περιλαμβάνουν δυο απαριθμητές, N_s και N_r , έκαστος μήκους 3 bit, που παίρνουν τιμές από 0 έως 7 (κυκλική αρίθμηση modulo 8). Ο N_s απαριθμεί τα εκπεμπόμενα πλαίσια πληροφορίας, και ο πομπός αυξάνει την τιμή του κατά ένα κάθε φορά που εκπέμπεται ένα πλαίσιο τύπου I. Ο N_r ενημερώνεται στον δέκτη και χρησιμοποιείται για πληροφόρηση του πομπού. Κάθε φορά που ο δέκτης λαμβάνει σωστά ένα πλαίσιο I-τύπου, η τιμή του N_r αυξάνει κατά ένα. Σύμφωνα με την τεχνική ελέγχου ροής "go back-N", ο πομπός έχει την δυνατότητα να στέλνει διαδοχικά πλαίσια τύπου I, χωρίς να λαμβάνει επιβεβαίωση ορθής λήψης από τον δέκτη. Ο μέγιστος αριθμός των ανεπιβεβαίωτων πλαισίων είναι μια παράμετρος του πρωτοκόλλου, που αναφέρεται ως *μέγεθος παραθύρου* (window) και η τιμή της δεν μπορεί να υπερβαίνει την μέγιστη τιμή του απαριθμητή, δηλαδή το 7.
- Πλαίσια Ελέγχου** - Ένα πλαίσιο ορίζεται ως τύπου S όταν τα πρώτα δυο bit του πεδίου ελέγχου είναι "10". Τα πλαίσια τύπου S ελέγχουν

την ροή των δεδομένων, χρησιμοποιούμενα τόσο ως πλαίσια εντολών όσο και ως πλαίσια αποκρίσεων. Τα τρία Isb του πεδίου ελέγχου περιλαμβάνουν τον απαριθμητή λήψης του πλαισίου I, στο οποίο αναφέρονται. Διακρίνονται τρία πλαίσια ελέγχου :

- *RR (ετοιμότητα για λήψη)* - Ο ένας σταθμός ενημερώνει τον άλλο ότι είναι έτοιμος να λάβει το επόμενο πλαίσιο τύπου I.
- *RNR (μη-ετοιμότητα για λήψη)* - Αδυνατεί προς το παρόν να λάβει άλλο πλαίσιο τύπου I, διότι πιθανόν η μονάδα αποθήκευσης (buffer) του να έχει γεμίσει.
- *REJ (απόρριψη)* - Δηλώνει τη λήψη ενός εσφαλμένου πλαισίου για απόρριψη, που προσδιορίζεται από την τιμή του απαριθμητή N_r .
- *Μη-Αριθμημένα* - Χρησιμοποιούνται στις διαδικασίες αποκατάστασης και τερματισμού μιας σύνδεσης, καθώς και για την αναφορά σφαλμάτων στη διαδικασία σύνδεσης. Ένα πλαίσιο ορίζεται ως τύπου U, όταν τα πρώτα δυο bit του πεδίου ελέγχου είναι "11". Χρησιμοποιούνται 5 πλαίσια τύπου U, εκ των οποίων τα δύο πρώτα είναι πλαίσια εντολών και τρία τελευταία αποκρίσεων.
 - *SABM (Set Asynchronous Balanced Mode)*
Εντολή αποκατάστασης της σύνδεσης.
 - *DISC (διακοπή)*
Εντολή για διακοπή σύνδεσης.
 - *UA (μη-αριθμημένη γνωστοποίηση)*
Απόκριση του υποτελή σταθμού σε πλαίσια εντολών.
 - *DM (τρόπος διακοπής)*
Απόκριση του υποτελή σταθμού στην εντολή DISC.
 - *FRMR (απόρριψη πλαισίου)*
Απόκριση σε εντολή για απόρριψη πλαισίου.

Το πέμπτο bit του πεδίου ελέγχου ονομάζεται P/F (*Poll/Final*) bit. Στα πλαίσια εντολών υφίσταται μόνο ως *poll bit*, ενώ στα πλαίσια απόκρισης μόνο *final bit*. Σε κανονικές συνθήκες το P/F έχει τιμή 0. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο κυρίαρχος σταθμός απαιτεί άμεση απόκριση θέτοντας την τιμή του poll bit σε 1. Στην αντίστοιχη απόκριση ο υποτελής σταθμός το διατηρεί ίσο με 1.

9.1.2 Φάσεις Λογικής Σύνδεσης Πρωτοκόλλου LAPB

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι φάσεις λειτουργίας, που προβλέπονται από το πρωτόκολλο LAPB είναι :

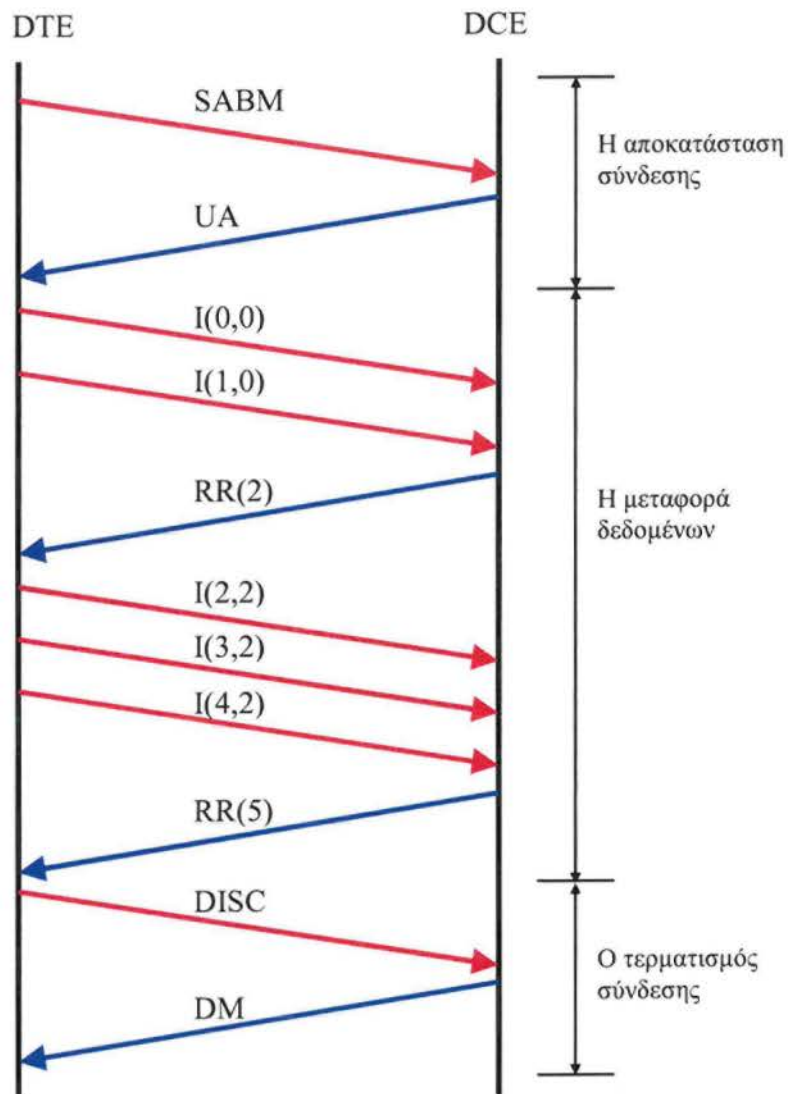
- Η αποκατάσταση σύνδεσης
- Η μεταφορά δεδομένων
- Ο τερματισμός σύνδεσης

Οι φάσεις αυτές διακρίνονται εμφανώς στην εικόνα 9-4, που περιγράφει την λογική σύνδεση μεταξύ δυο κόμβων του δικτύου (DTE - DCE) με σχέση *κυρίαρχου - υποτελής*.

Ακολουθεί η περιγραφή των βημάτων κάθε φάσης:

- *Φάση αποκατάστασης σύνδεσης DTE (κυρίαρχος) – DCE (υποτελής)*
 - Αποστολή πλαισίου εντολής SABM από DTE προς DCE. Κατάσταση ετοιμότητας για εκπομπή/λήψη πλαισίων πληροφορίας.
 - Απόκριση του DCE με πλαίσιο UA προς το DTE: Επιβεβαίωση ετοιμότητας για λήψη πλαισίων πληροφορίας.
- *Φάση μεταφοράς δεδομένων*
 - Αποστολή πλαισίου I(0,0) προς DCE με $N_s=0$ (πρώτο πλαίσιο με αύξοντα αριθμό 0) και $N_r=0$ (αναμένει τη επιβεβαίωση λήψης πλαισίου πληροφορίας με αύξοντα αριθμό 0).
 - Αποστολή πλαισίου I(1,0) προς DCE με $N_s=1$ (δεύτερο πλαίσιο με αύξοντα αριθμό 1) και $N_r=0$ (αναμένει τη επιβεβαίωση λήψης πλαισίου πληροφορίας με αύξοντα αριθμό 0).
 - Απόκριση RR(2) από το DCE προς DTE με $N_r=2$ (επιβεβαιώνει την λήψη των δυο πρώτων πλαισίων τύπου I).
 - Αποστολή πλαισίου I(2,2) προς DCE με $N_s=2$ (τρίτο πλαίσιο με αύξοντα αριθμό 2) και $N_r=2$ (αναμένει τη επιβεβαίωση λήψης πλαισίου πληροφορίας με αύξοντα αριθμό 2).
 - Αποστολή πλαισίου I(3,2) προς DCE με $N_s=3$ (τέταρτο πλαίσιο με αύξοντα αριθμό 3) και $N_r=2$ (αναμένει τη επιβεβαίωση λήψης πλαισίου πληροφορίας με αύξοντα αριθμό 2).
 - Αποστολή πλαισίου I(4,2) προς DCE με $N_s=4$ (πέμπτο πλαίσιο με αύξοντα αριθμό 4) και $N_r=2$ (αναμένει τη επιβεβαίωση λήψης πλαισίου πληροφορίας με αύξοντα αριθμό 2).

- Πλαίσιο RR(5) από DCE προς DTE με $N_r=5$ (επιβεβαιώνει την λήψη των πέντε πρώτων πλαισίων τύπου I).



εικόνα 9-4: Φάσεις σύνδεσης DTE-DCE σύμφωνα με το πρωτόκολλο LAPB

- **Φάση τερματισμού σύνδεσης**
 - Αποστολή πλαισίου εντολής DISC από το DTE προς το DCE. Εντολή για τον τερματισμό της σύνδεσης.
 - Απόκριση DM του DCE. Κατάσταση τερματισμού σύνδεσης.

9.1.3 Παράμετροι Φάσης Μεταφοράς Δεδομένων Πρωτοκόλλου LAPB

Η παράμετρος K , γνωστή ως παράθυρο, προσδιορίζει το μέγιστο αριθμό των πλαισίων πληροφορίας I , που αποστέλλονται από τον κυρίαρχο σταθμό, χωρίς να απαιτείται άμεση επιβεβαίωση ορθής λήψης από τον υποτελή. Οι επιτρεπτές τιμές του K είναι από 1 έως 7.

Η παράμετρος T_1 καθορίζει τον μέγιστο χρόνο, που μπορεί να περιμένει ο κυρίαρχος σταθμός για την επιβεβαίωση ορθής λήψης μετά την αποστολή K πλαισίων. Οι δυνατές τιμές του T_1 είναι από 2 έως 3s.

Αν η χρονική διάρκεια T_1 παρέλθει χωρίς επιβεβαίωση λήψης τα K πλαίσια πληροφορίας επανεκπέμπονται. Η παράμετρος N_2 καθορίζει τον μέγιστο αριθμό των επανεκπομπών, με μέγιστη τιμή $N_2 = 20$.

9.2 Το Πρωτόκολλο PPP

Το Σημειο-Σημιακό Πρωτόκολλο εμφανίστηκε αρχικά ως ένα πρωτόκολλο του επιπέδου σύνδεσης, για την μετάδοση κίνησης IP σε σημειο-σημιακές ζεύξεις, σύντομα όμως καθιερώθηκε ως ένα πρότυπο για την ανάθεση και διαχείριση διευθύνσεων IP. Στις δυνατότητές του περιλαμβάνονται η ασύγχρονη (start/stop) και σύγχρονη (bit-oriented) ενθυλάκωση, η πολύπλεξη άλλων δικτυακών πρωτοκόλλων, η αποκατάσταση και ο τερματισμός ζεύξης, ο έλεγχος της ποιότητας σύνδεσης, η ανίχνευση σφαλμάτων, η προαιρετική διαπραγμάτευση διευθύνσεων επιπέδου δικτύου και η συμπίεση δεδομένων. Το PPP υποστηρίζει τις λειτουργίες αυτές μέσω ενός Εκτεταμένου Πρωτοκόλλου Ελέγχου Ζεύξης (LCP) και μιας ομάδας Πρωτοκόλλων Δικτυακού Ελέγχου (NCP) για την διαπραγμάτευση των προαιρετικών παραμέτρων και των ευκολιών τους. Εκτός από το IP, το PPP υποστηρίζει και άλλα πρωτόκολλα υψηλότερων επιπέδων, όπως το IPX (Internetwork Packet Exchange) της Novell και το πρωτόκολλο DECnet.

9.2.1 Τα Μέρη Του Πρωτοκόλλου PPP

Το πρωτόκολλο PPP αναφέρεται σε μεταγωγή πακέτων με τη μέθοδο εκπομπής δεδομενογραμμάτων σε σειριακές, σημειο-σημειακές ζεύξεις. Περιλαμβάνει τρία κύρια μέρη:

- Τη διαδικασία ενθυλάκωσης δεδομενογραμμάτων σε σειριακές ζεύξεις. Το PPP βασίζεται στο πρωτόκολλο Υψηλού Επιπέδου Ελέγχου Ζεύξης (HDLC).
- Το εκτεταμένο πρωτόκολλο ελέγχου ζεύξης LCP για τον καθορισμό, την αποκατάσταση και τον έλεγχο της ζεύξης.
- Μια ομάδα πρωτοκόλλων δικτυακού ελέγχου (NCP) για την υποστήριξη διαφορετικών δικτυακών πρωτοκόλλων του αμέσως ανώτερου επιπέδου.

9.2.2 Γενική Λειτουργία Του Πρωτοκόλλου PPP

Πριν την έναρξη της επικοινωνίας σε μια σημειο-σημειακή ζεύξη, το PPP αποστέλλει πλαίσια LCP προκειμένου να αποκαταστήσει και (προαιρετικά) να ελέγξει την ζεύξη. Μετά την αποκατάσταση της ζεύξης και την ολοκλήρωση της διαπραγμάτευσης των προαιρετικών παραμέτρων λειτουργίας του LCP, το PPP αποστέλλει πλαίσια NCP για την επιλογή και μορφοποίηση ενός ή περισσοτέρων πρωτοκόλλων του επιπέδου δικτύου. Μετά την ολοκλήρωση και αυτών των διαδικασιών, μπορεί να ξεκινήσει η αποστολή πακέτων από κάθε δικτυακό πρωτόκολλο. Η ζεύξη παραμένει ενεργή μέχρις ότου να τερματισθεί από νέα πλαίσια LCP ή NCP, ή από κάποιο εξωτερικό γεγονός (για παράδειγμα αν λήξει ο χρόνος ζωής ενός πακέτου ή διακοπεί η σύνδεση λόγω βλάβης).

9.2.3 Απαιτήσεις Φυσικού Επιπέδου Του Πρωτοκόλλου PPP

Το PPP λειτουργεί στα άκρα οποιασδήποτε διεπαφής DTE/DCE. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την EIA/TIA-232-C (πρώην RS-232-C), EIA/TIA-422 (πρώην RS-422), EIA/TIA-423 (πρώην RS-423), και όλες τις τυποποιημένες από την ITU-T από V.24/V.28 έως V.35. Η μόνη απαίτηση που επιβάλλεται από το PPP είναι η ύπαρξη αμφίδρομης σύνδεσης, μισθωμένης ή μεταγόμενης, που να μπορεί να λειτουργήσει σε ασύγχρονο ή σύγχρονο σειριακό τρόπο, διαφανή σε πλαίσια PPP του επιπέδου ζεύξης. Το PPP δεν επιβάλλει περιορισμούς στον ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων, πέραν εκείνων που επιβάλλονται από την χρησιμοποιούμενη διεπαφή DTE/DCE.

9.2.4 Το Πλαίσιο Του Πρωτοκόλλου PPP

Το PPP ακολουθεί τη δομή πλαισίου του HDLC κατά ISO, που περιγράφεται στο Πίνακα 9-5:

Μήκος πεδίων	1	1	1	2	Μεταβλητό	2 ή 4	1
	Έναρξη	Διεύθυνση	Έλεγχος	Πρωτόκολλο	Δεδομένα	Άθροισμα Ελέγχου (FCS)	Λήξη

Πίνακας 9-5: Η δομή του πλαισίου PPP

Το πλαίσιο του PPP περιλαμβάνει τα ακόλουθα πεδία:

- Έναρξη/Λήξη (*Flag*) - Περιλαμβάνει ένα byte, που καθορίζει την έναρξη ή το πέρας ενός πλαισίου. Περιλαμβάνει την ακόλουθη σειρά από bit: 01111110.
- Διεύθυνση - Περιλαμβάνει ένα byte που περιέχει την δυαδική ακολουθία 11111111, που αποτελεί τυπική διεύθυνση ευρυεκπομπής. Το PPP δεν εκχωρεί διευθύνσεις σε ξεχωριστούς σταθμούς.
- Έλεγχος - Περιλαμβάνει ένα byte που περιέχει την δυαδική ακολουθία 00000011, η οποία δηλώνει εκπομπή δεδομένων χρήστη με μη-συνεχόμενα πλαίσια. Παρέχεται υπηρεσία ασυνδεσμικής σύνδεσης.

- *Πρωτόκολλο* - Δύο byte ενδεικτικά του πρωτοκόλλου, που ενθυλακώνεται στο πεδίο πληροφορίας του πλαισίου.
- *Δεδομένα* - Περιλαμβάνει το *δεδομένογράμμα* του πρωτοκόλλου, που ορίζεται στο πεδίο πρωτοκόλλου. Το μέγιστο μήκος του πεδίου δεδομένων είναι 1,500 byte, μπορεί όμως, με προηγούμενη συμφωνία, να χρησιμοποιηθούν και άλλα μεγέθη πακέτων.
- *Ακολουθία Ελέγχου Πλαισίου (FCS)* - Συνήθως 16 bit (2 byte). Με προηγούμενη συμφωνία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί FCS 32-bit (4-byte) για βελτιωμένες δυνατότητες ανίχνευσης σφάλματος.

Το LCP μπορεί να διαπραγματευθεί μεταβολές στην τυποποιημένη δομή του πλαισίου PPP, τα τροποποιημένα πλαίσια θα είναι όμως εμφανώς διακριτά από τα τυπικά πλαίσια.

9.2.5 Το Πρωτόκολλο Ελέγχου Ζεύξης PPP

Το LCP του PPP ελέγχει τις διαδικασίες αποκατάστασης, διαμόρφωσης, συντήρησης και τερματισμού μιας σημείο-σημειακής ζεύξης. Το LCP διέρχεται από τέσσερις διαφορετικές φάσεις.

Αρχικά αποκαθίσταται η ζεύξη και γίνεται η διαπραγμάτευση των παραμέτρων λειτουργίας. Η φάση αυτή ολοκληρώνεται με την αποστολή ενός πλαισίου *γνωστοποίησης* της διάταξης και λήψης του αντίστοιχου πλαισίου *επιβεβαίωσης της γνωστοποίησης*.

Ακολουθεί ο καθορισμός της ποιότητας της ζεύξης. Το LCP επιτρέπει *προαιρετικά* μια φάση καθορισμού της ποιότητας της σύνδεσης, αμέσως μετά την αποκατάστασή της και μετά την ολοκλήρωση της διαπραγμάτευσης των παραμέτρων της. Κατά την φάση αυτή, η ζεύξη ελέγχεται προκειμένου να διαπιστωθεί αν η ποιότητα της σύνδεσης είναι επαρκής για την λειτουργία των πρωτοκόλλων του δικτυακού επιπέδου. Αν και η φάση αυτή είναι προαιρετική, το LCP μπορεί να καθυστερήσει την εκπομπή των πακέτων πληροφορίας μέχρι να ολοκληρωθεί και η φάση αυτή, εφόσον απαιτείται. Μετά το πέρας της φάσης καθορισμού της ποιότητας της ζεύξης από το LCP, ακολουθεί η φάση του δικτυακού ελέγχου από κατάλληλα NCP. Αν κάποιο

κάποιο LCP τερματίσει τη ζεύξη, ενημερώνονται τα πρωτόκολλα δικτυακού ελέγχου, προκειμένου να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες.

Τέλος ακολουθεί η διαδικασία τερματισμού της ζεύξης. Το LCP μπορεί να τερματίσει μια σύνδεση οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό συνήθως γίνεται μετά από αίτηση του χρήστη, μπορεί όμως να συμβεί και λόγω φυσικού συμβάντος, όπως η απώλεια φορέα ή αν η ζεύξη παραμείνει ανενεργή περισσότερο από το μέγιστο επιτρεπτό, όπως αυτό καθορίζεται από τις παραμέτρους λειτουργίας.

Συνολικά στο πρωτόκολλο PPP ορίζονται τρία είδη πλαισίων LCP. Πλαίσια *αποκατάστασης*, πλαίσια *τερματισμού* και πλαίσια *συντήρησης* της ζεύξης. Τα πλαίσια αυτά χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση των εργασιών που περιγράφονται στις φάσεις του LCP.

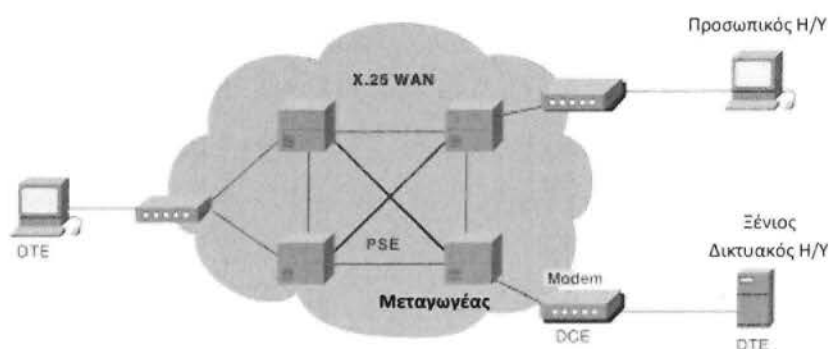
9.3 Τα Πρωτοκόλλα Του X.25

Το X.25 περιλαμβάνει μια τυποποιημένη ομάδα πρωτοκόλλων της ITU-T για επικοινωνία σε δίκτυα WAN, και ορίζει τον τρόπο αποκατάστασης, διατήρησης και τερματισμού μιας από άκρο σε άκρο σύνδεσης μεταξύ τερματικών συσκευών και συσκευών δικτύου. Το X.25 σχεδιάστηκε για αξιόπιστη και αποτελεσματική λειτουργία, ανεξάρτητα από τις δυνατότητες της χρησιμοποιούμενης υποδομής και το είδος των συστημάτων που συνδέονται στο δίκτυο. Χρησιμοποιήθηκε συνήθως σε δημόσια δίκτυα μεταγωγής πακέτων, που ανέπτυξαν και συντηρούν τηλεπικοινωνιακοί φορείς.

Η ανάπτυξη του προτύπου X.25 ξεκίνησε το 1970. Την εποχή εκείνη υπήρχε ανάγκη για την δημιουργία πρωτοκόλλων WAN, που να μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες υπηρεσίες σε δημόσια δίκτυα μεταγωγής δεδομένων, βασισμένα στην υφιστάμενη δικτυακή υποδομή. Για τον λόγο αυτό το X.25 περιλαμβάνει ένα πλήθος ελέγχων και διαδικασιών, που σκοπό έχουν να επιτύχουν εγγυημένη αξιοπιστία στη μετάδοση, αλλά περιορίζουν την μέγιστη ταχύτητα.

9.3.1 Συσσκευές Του Πρωτοκόλλου X.25

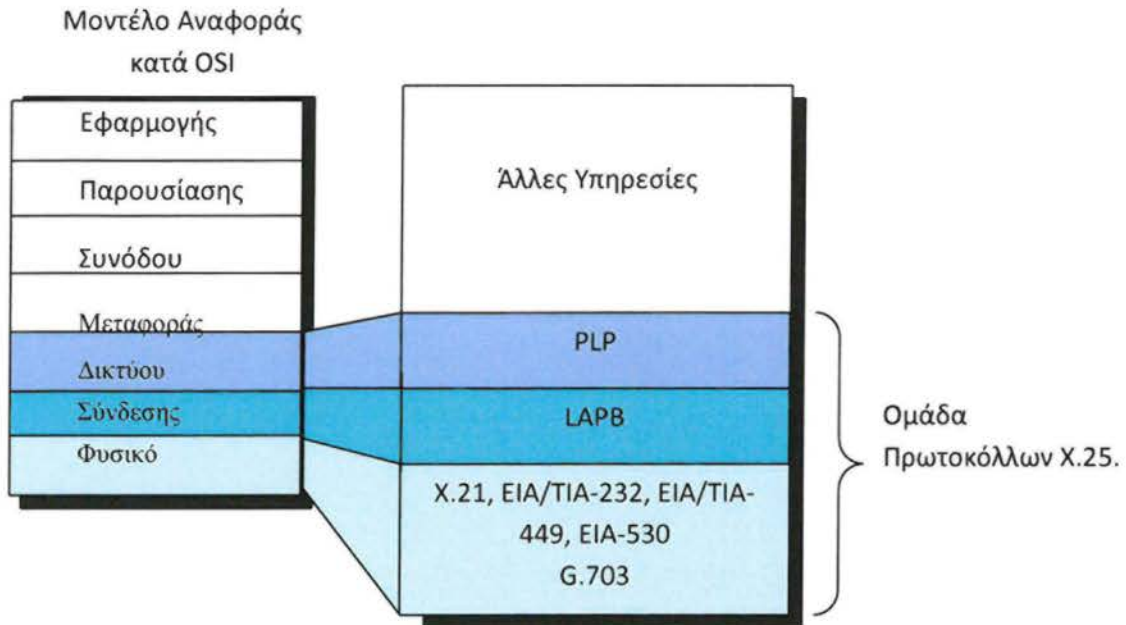
Οι δικτυακές συσκευές του X.25 εντάσσονται σε τρεις γενικές κατηγορίες: εξοπλισμός τερματικού δεδομένων (DTE), εξοπλισμός τερματικού δικτύου δεδομένων (DCE), και εξοπλισμός μεταγωγής πακέτων (PSE). Οι συσκευές DTE αποτελούν ακραίες τερματικές διατάξεις, που επικοινωνούν διαμέσου του δικτύου X.25. Περιλαμβάνουν συνήθως τερματικά, όπως προσωπικούς Η/Υ ή δικτυακούς Η/Υ, και βρίσκονται σε χώρους των συνδρομητών. Οι συσκευές DCE είναι τηλεπικοινωνιακές συσκευές, όπως modem και μεταγωγείς πακέτων, αποτελούν τη διεπαφή μεταξύ των συσκευών DTE και PSE, και βρίσκονται συνήθως εγκατεστημένες σε χώρους του δικτυακού παροχέα. Τα PSE είναι μεταγωγείς, που είναι εγκατεστημένοι στους κόμβους του δικτύου και εκτελούν την λειτουργία μεταγωγής πακέτων, δρομολογώντας δεδομένα από μία συσκευή DTE σε άλλη. Η σχέση μεταξύ των τριών τύπων δικτυακών συσκευών ενός δικτύου X.25 παρουσιάζεται στην εικόνα 9-6.



εικόνα 9-6: Οι δικτυακές συσκευές του X.25

9.3.2 Η Ομάδα Πρωτοκόλλων Του X.25

Η ομάδα πρωτοκόλλων του X.25 αναφέρεται στα τρία χαμηλότερα επίπεδα του μοντέλου OSI (εικόνα 9-7) . Πιο συγκεκριμένα οι υλοποιήσεις του X.25 χρησιμοποιούν συνήθως τα ακόλουθα πρωτόκολλα: *Πρωτόκολλο Επιπέδου Πακέτων (PLP)*, *Ισοσταθμισμένης Διαδικασίας Πρόσβασης Ζεύξης (LAPB)*, και οποιαδήποτε από τις συνήθεις σειριακές διεπαφές (όπως EIA/TIA-232, EIA/TIA-449, EIA-530, και G.703).



εικόνα 9-7: Τα πρωτόκολλα του X.25.

9.3.3 Διευκολύνσεις Του Πρωτοκόλλου X.25

Η X.25 προβλέπει την δυνατότητα προαιρετικών διευκολύνσεων, που επιτρέπουν στους συνδρομητές τους να προσαρμόσουν την παρεχόμενη υπηρεσία σε συγκεκριμένες ανάγκες τους. Ειδικότερα παρέχονται δύο ομάδες διευκολύνσεων:

- *Βασικές διευκολύνσεις* - Περιλαμβάνουν την διαπραγμάτευση παραμέτρων ελέγχου ροής, την διαπραγμάτευση της κλάσης διεκπεραιωτικής ικανότητας, δυνατότητα αίτησης και αποδοχής ταχείας επικοινωνίας, φραγή εισερχομένων και εξερχόμενων κλήσεων, δημιουργίας κλειστής ομάδας χρηστών, λογικών καναλιών μονής κατεύθυνσης κλπ.
- *Πρόσθετες διευκολύνσεις* - Περιλαμβάνουν την δυνατότητα για ανάστροφη χρέωση και αποδοχή ανάστροφης χρέωσης, μη

τυποποιημένο μέγεθος πακέτου και παραθύρου, πρόσβαση σε πληροφορίες χρέωσης, δυνατότητα για εκτροπή κλήσης και ένδειξη εκτροπής κλήσης, κωδικό αναγνώρισης χρήστη κλπ.

Κεφάλαιο 10

Εισαγωγή Στο INTERNET Και Στην Υπηρεσία Περιήγησης Στον Παγκόσμιο Ιστό/WWW

Το Διαδίκτυο (Internet) είναι το δίκτυο των δικτύων, στο οποίο είναι συνδεδεμένοι παρά πολλοί υπολογιστές και επιμέρους δίκτυα τα οποία μπορούν να χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνολογία και λειτουργικά συστήματα. Περιλαμβάνει σχεδόν το σύνολο των παγκόσμιων πηγών πληροφορίας και προσφέρει ποικιλία από υπηρεσίες και εργαλεία επικοινωνίας και πληροφόρησης. Στα τέλη της δεκαετίας του '60, το υπουργείο άμυνας των Η.Π.Α. ανέπτυξε ένα πειραματικό σύστημα επικοινωνίας που ονομαζόταν ARPANet.

Αρχικά συνέδεε τα δίκτυα υπολογιστών των στρατιωτικών βάσεων των Η.Π.Α, αλλά σύντομα επεκτάθηκε ώστε να περιλαμβάνει τις εταιρείες και τα ερευνητικά ιδρύματα που είχαν σχέση με την άμυνα.

Τη δεκαετία του 1980, αυτά τα συνδεδεμένα δίκτυα, επεκτάθηκαν ευρύτατα στα πανεπιστήμια και σε άλλους οργανισμούς.

Το Internet δεν ανήκει σε κανέναν, ούτε κανείς καθορίζει τι είδους πληροφορίες θα περάσουν σε αυτό ή πώς αυτές οι πληροφορίες θα χρησιμοποιηθούν.

Είναι παρόμοιο με το διεθνές τηλεφωνικό σύστημα: στο σύνολό του δεν είναι ιδιοκτησία κανενός και δεν ελέγχεται από κανέναν, υπάρχει όμως σύνδεση τέτοια ώστε να λειτουργεί ως ένα μεγάλο δίκτυο.

Εάν κάποιο τμήμα έχει βλάβη οι πληροφορίες ακολουθούν άλλο δρόμο παρακάμπτοντας το χαλασμένο τμήμα.

Οι κυριότερες υπηρεσίες:

- *Παγκόσμιος ιστός* – περιήγηση σε πολυμορφική (multimedia) πληροφορία
- *Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο* – (e-mail)

- *Μεταφορά αρχείων – (ftp)*
- *Εκτέλεση προγραμμάτων σε άλλους υπολογιστές – (telnet)*
- *Συνομιλία με άλλους χρήστες – (Talk, irc, videoconferencing)*
- *Ομάδες συζητήσεων – (newsgroups, mailing lists, chatlines)*
- *Αναζήτηση πληροφοριών – (archie, search engines)*

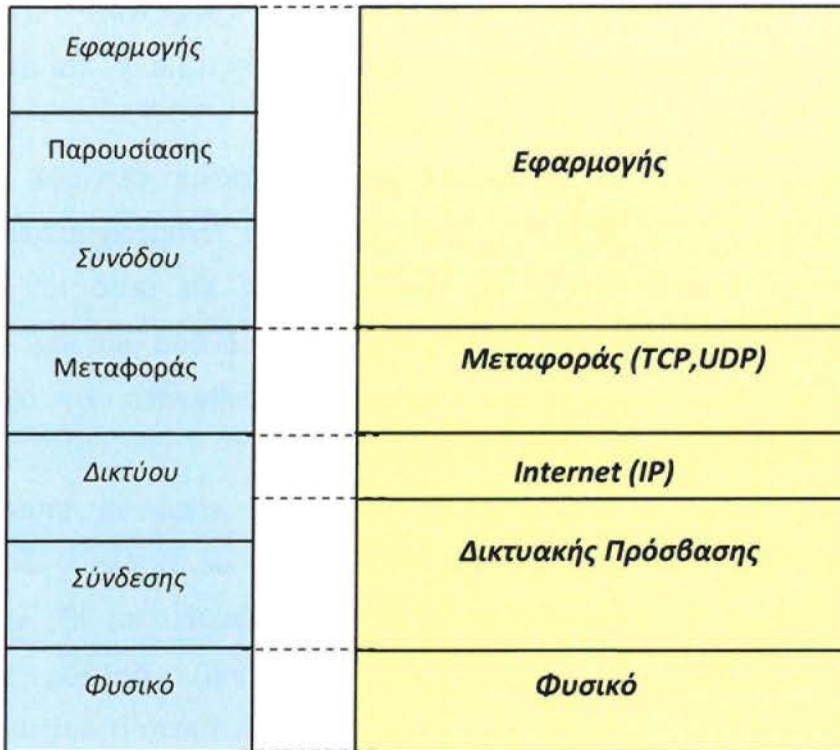
Οι υπηρεσίες μεταφέρονται χάρη στο πρωτόκολλο TCP/IP (Transmission Control Protocol/ Internet Protocol) οι υπολογιστές συνδέονται, μιλώντας την ίδια γλώσσα (πρωτόκολλο). Το TCP/IP χωρίζει τις πληροφορίες που στέλνουμε σε πακέτα που το καθένα έχει τη δική του ταυτότητα. Κάθε πακέτο «ταξιδεύει» μόνο του μέσα στο Internet και μπορεί να ακολουθήσει διαφορετικό δρόμο από τα άλλα πακέτα για να φθάσει στον προορισμό του. Όταν φθάσουν στον προορισμό τους επανασυνδέονται με τη σωστή σειρά. Ο Δρομολογητής (router) είναι ένας ειδικός υπολογιστής που ρυθμίζει την κυκλοφορία των πακέτων και επιλέγει την καταλληλότερη διαδρομή. Σπονδυλική στήλη (Backbone) είναι μία ομάδα γραμμών μεγάλης ταχύτητας που συνδέουν μεταξύ τους τα μεγαλύτερα δίκτυα. Μπορούμε να λαμβάνουμε (download) πληροφορίες από έναν άλλον υπολογιστή ή να στέλνουμε (upload) σε έναν άλλον υπολογιστή μέσω του Internet.

10.1 Το TCP/IP Πρωτόκολλο

Το μοντέλο TCP/IP αναπτύχθηκε το 1970 για τις ανάγκες του δικτύου ARPANET, που αποτέλεσε τον πρόδρομο του σημερινού Internet, και παρουσιάζει σήμερα την ευρύτερη δυνατή αποδοχή από κατασκευαστές δικτυακού υλικού. Διατηρεί τις βασικές αρχές της επιπεδοποίησης του OSI, μειώνοντας τα αρχικά λειτουργικά επίπεδα σε πέντε: *Φυσικό (1), Δικτυακής Πρόσβασης (2), Internet (IP) (3), Μεταφοράς (TCP, UDP) (4) και Εφαρμογής (5)*.

Ο συσχετισμός του μοντέλου TCP/IP με το μοντέλο του OSI περιγράφεται στην εικόνα 10-1. Τα τρία υψηλότερα επίπεδα του OSI (Συνόδου, Παρουσίασης και Εφαρμογής) ενοποιούνται, τα επίπεδα Μεταφοράς και Φυσικό διατηρούνται ως είχαν, και η ουσιαστική

διαφοροποίηση επέρχεται στα επίπεδα Σύνδεσης και Δικτύου, όπου κάποιες από τις λειτουργίες του επιπέδου Δικτύου ενσωματώνονται στο επίπεδο Σύνδεσης, δημιουργώντας το επίπεδο Δικτυακής Πρόσβασης, ενώ οι υπόλοιπες, που παραμένουν, αποτελούν το επίπεδο Internet (IP).



εικόνα 10-1: συσχέτισμός του μοντέλου TCP/IP με το μοντέλο του OSI

Μία διεύθυνση IP (*IP address - Internet Protocol address*), είναι ένας μοναδικός αριθμός που χρησιμοποιείται από συσκευές για τη μεταξύ τους αναγνώριση και συνεννόηση σε ένα δίκτυο υπολογιστών που χρησιμοποιεί το Internet Protocol standard. Κάθε συσκευή που ανήκει στο δίκτυο - όπως επίσης δρομολογητές (routers), υπολογιστές, time-servers, εκτυπωτές, μηχανές για fax μέσω Internet, και ορισμένα τηλέφωνα - πρέπει να έχει τη δική της μοναδική διεύθυνση. Μία διεύθυνση IP μπορεί να θεωρηθεί το αντίστοιχο μιας διεύθυνσης κατοικίας ή ενός αριθμού τηλεφώνου (σύγκριση με VoIP) για έναν υπολογιστή ή άλλη συσκευή δικτύου στο Διαδίκτυο. Όπως κάθε διεύθυνση κατοικίας και αριθμός τηλεφώνου αντιστοιχούν σε ένα και μοναδικό κτίριο ή τηλέφωνο, μια IP address χρησιμοποιείται για τη μοναδική αναγνώριση ενός υπολογιστή ή άλλης συσκευής που συνδέεται στο δίκτυο.

Μια διεύθυνση IP μπορεί να "μοιράζεται" σε πολλές συσκευές-πελάτες είτε επειδή αυτές είναι μέρος ενός shared hosting web server environment, είτε λόγω ενός proxy server (π.χ. ενός Παροχέα Υπηρεσιών Διαδικτύου (ISP) ή μιας υπηρεσίας για εξασφάλιση ανωνυμίας - anonymizer service) που λειτουργούν ως μεσολαβητές. Στην τελευταία περίπτωση (χρήση διακομιστή μεσολάβησης) η πραγματική διεύθυνση IP μπορεί να αποκρύπτεται από το διακομιστή που δέχεται αίτηση. Η αναλογία στα τηλεφωνικά συστήματα θα ήταν η χρήση διεθνών ή τοπικών αριθμών κλήσης (proxy) και επεκτάσεων (shared).

Μια υπηρεσία εύρεσης δικτύου (network lookup service), το Domain Name Service (DNS), δίνει τη δυνατότητα να αντιστοιχηθούν ονόματα υπολογιστών (hostnames) σε μια διεύθυνση IP. Με αυτό τον τρόπο, οι άνθρωποι μπορούν εύκολα να θυμούνται ένα όνομα και όχι μια σειρά αριθμών. Το DNS επιτρέπει σε πολλαπλές διευθύνσεις και ονόματα να δείχνουν σε ένα πόρο του Διαδικτύου.

Ένας ακόμη λόγος ύπαρξης του DNS είναι να επιτρέπει, για παράδειγμα, σε έναν ιστότοπο που φιλοξενείται σε πολλούς διακομιστές, καθένας από τους οποίους έχει τη δική του διεύθυνση IP, να παρέχει στοιχειώδη εξισορρόπηση φόρτου (load balancing), δηλαδή μία ορθή διαμοίραση της κίνησης που δέχεται ο ιστότοπος ανάμεσα στους υπολογιστές που τον φιλοξενούν.

Για παράδειγμα, το www.wikipedia.org δείχνει στο 207.142.131.248.

Σημείωση: Το 207.142.131.248 είναι και για Wikipedia και Wikimedia. Ο φυλλομετρητής στέλνει το επιθυμητό όνομα του κεντρικού υπολογιστή ως μέρος του αιτήματος - request, επιτρέποντας στον διακομιστή(server) να παρουσιάσει την κατάλληλη σελίδα.

10.1.1 Δυναμικές Και Στατικές Διευθύνσεις IP

Οι διευθύνσεις IP ορίζονται είτε μόνιμα (για παράδειγμα, σε ένα διακομιστή ο οποίος βρίσκεται πάντα στην ίδια διεύθυνση) είτε προσωρινά από ένα πλήθος διαθέσιμων διευθύνσεων.

10.1.2 Δυναμικές IP

Οι δυναμικές διευθύνσεις IP δίνονται για να αναγνωρίζονται προσωρινές συσκευές όπως προσωπικοί υπολογιστές ή προγράμματα πελάτες (clients). Οι ISPs χρησιμοποιούν δυναμική κατανομή (οι διευθύνσεις IP κατανέμονται δυναμικά) για να ορίσουν διευθύνσεις από ένα μικρό πλήθος διαθέσιμων σε ένα μεγαλύτερο αριθμό πελατών. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για σύνδεση μέσω τηλεφώνου (dial-up), WiFi και άλλες προσωρινές συνδέσεις, επιτρέποντας σε χρήστες φορητών υπολογιστών να συνδέονται αυτόματα σε μια ποικιλία υπηρεσιών χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζουν λεπτομέρειες σχετικά με τη δρομολόγηση (routing) του κάθε δικτύου.

Οι χρήστες με δυναμικές διευθύνσεις IP πιθανόν να έχουν προβλήματα στο να τρέχουν δικό τους mail server (διακομιστή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου) καθώς τα τελευταία χρόνια υπηρεσίες όπως το mail-abuse.org έχουν συλλέξει λίστες από σειρές (ranges) διευθύνσεων IP (διευθύνσεις δηλαδή που έχουν ίδια κάποια αρχικά ψηφία) και τις έχουν μπλοκάρει.

Η δυναμική κατανομή διευθύνσεων IP απαιτεί έναν κεντρικό διακομιστή (server) για να ακούει τα αιτήματα και να ορίσει έπειτα μια διεύθυνση. Οι διευθύνσεις μπορούν να οριστούν τυχαία ή να βασιστούν σε μια προκαθορισμένη πολιτική (policy). Το πιο συνηθισμένο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για τον ορισμό διευθύνσεων δυναμικά είναι το Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP). Το DHCP περιλαμβάνει ένα lease time που καθορίζει πόσο καιρό μπορεί αυτός που κάνει την αίτηση να χρησιμοποιήσει μια διεύθυνση πριν ζητήσει την ανανέωσή της, επιτρέποντας σε διευθύνσεις να παίρνονται, εάν όποιος τις ζήτησε αποσυνδεθεί.

Είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται δυναμική κατανομή για ιδιωτικά δίκτυα. Δεδομένου ότι τα ιδιωτικά δίκτυα σπάνια παρουσιάζουν έλλειψη διευθύνσεων, είναι δυνατό να οριστεί η ίδια διεύθυνση στον ίδιο υπολογιστή με κάθε αίτηση (request) ή να καθοριστεί ένας παρατεταμένος lease time. Αυτές οι δύο μέθοδοι μιμούνται την ανάθεση στατικής διεύθυνσης IP.

10.1.3 Στατικές IP

Οι στατικές διευθύνσεις IP χρησιμοποιούνται για να αναγνωρίζονται ημιμόνιμες συσκευές με σταθερές διευθύνσεις IP. Οι εξυπηρετητές (servers) τυπικά χρησιμοποιούν στατικές διευθύνσεις IP. Η στατική διεύθυνση μπορεί να διαμορφωθεί άμεσα (να γίνει configured) επάνω στη συσκευή ή ως μέρος της κεντρικής διαμόρφωσης DHCP που συσχετίζει τη MAC address της συσκευής με μια στατική διεύθυνση.

10.1.4 Εκδόσεις του IP

Το Πρωτόκολλο Διαδικτύου έχει δύο κύριες εκδόσεις σε χρήση, την IPv4 και την IPv6. Κάθε έκδοση έχει το δικό της ορισμό για την διεύθυνση IP. Λόγω της επικράτησής της, ο όρος «διεύθυνση IP» τυπικά αναφέρεται σε εκείνες που ορίζονται στο IPv4.

Οι διευθύνσεις IP που ορίζονται είναι αριθμοί της μορφής xxx.xxx.xxx.xxx (IPv4), όπου xxx ένας αριθμός από 0 έως 255 ή xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx.xxx.xxx.xxx.xxx (IPv6). Σε ένα δίκτυο υπολογιστών όπως είναι και το Διαδίκτυο ο κάθε υπολογιστής στέλνει ορισμένα πακέτα πληροφοριών, τα οποία ονομάζονται *IP Packets*.

10.1.5 IPv4

Το IPv4 χρησιμοποιεί διευθύνσεις των 32-bit (4 byte), που περιορίζουν το πλήθος διευθύνσεων σε 4.294.967.296 (2^{32}) πιθανές μοναδικές διευθύνσεις. Εντούτοις, πολλές παρακρατούνται για ειδικούς λόγους, όπως για χρήση σε ιδιωτικά δίκτυα (~18 εκατομμύρια) ή διευθύνσεις πολυδιανομής (~1 εκατομμύριο). Κατά αυτόν τον τρόπο, μειώνεται ο αριθμός που μπορεί να διατεθεί για δημόσιες διευθύνσεις Διαδικτύου και, καθώς ο αριθμός διαθέσιμων διευθύνσεων καταναλώνεται, η έλλειψη εμφανίζεται να είναι αναπόφευκτη μακροπρόθεσμα. Αυτός ο περιορισμός έχει συντελέσει στη στροφή προς το IPv6, που είναι αυτήν την περίοδο σε αρχικά στάδια επέκτασης και ο μόνος υποψήφιος αντικαταστάτης του IPv4.

10.1.6 IPv5

Ότι θα μπορούσε να θεωρηθεί *IPv5* υπήρξε μόνο ως ένα πειραματικό πρωτόκολλο, ονομαζόμενο ST2, που περιγράφηκε στο RFC 1819. Σύμφωνα με τις πρότυπες συμβάσεις για κάθε διανομή UNIX, όλες οι περιττά αριθμημένες εκδόσεις θεωρούνται πειραματικές. Αυτή η έκδοση δεν προορίστηκε ποτέ για υλοποίηση και εφαρμογή και το πρωτόκολλο εγκαταλείφθηκε. Το RSVP το έχει αντικαταστήσει ως έναν ορισμένο βαθμό.

10.1.7 IPv6

Στο IPv6, το νέο standard (αλλά όχι ακόμα εκτεταμένης χρήσης) Πρωτόκολλο Διαδικτύου, οι διευθύνσεις έχουν μέγεθος 128 bit, το οποίο, ακόμη και με γενναιόδωρη ανάθεση netblocks, θα είναι αρκετό για να επαρκέσει στο κοντινό μέλλον. Θεωρητικά, θα υπάρχουν ακριβώς 2^{128} , ή περίπου $3,403 \times 10^{38}$ μοναδικές διευθύνσεις για διεπιφάνειες διακομιστών (host interfaces). Ο ακριβής αριθμός είναι 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456.

Αυτό το μεγάλο πλήθος διευθύνσεων θα δεσμευτεί αραιά, γεγονός που καθιστά πιθανή την κωδικοποίηση περισσότερων πληροφοριών δρομολόγησης στις ίδιες τις διευθύνσεις.

10.1.8 Δημόσιες Και Ιδιωτικές Διευθύνσεις IP

Δημόσια διεύθυνση (public IP) ονομάζεται κάθε IP διεύθυνση που είναι απευθείας ορατή στο Διαδίκτυο, για παράδειγμα η διεύθυνση που εμφανίζεται αν προσπαθήσετε να κάνετε ανώνυμη καταχώρηση στη Βικιπαίδεια. Αυτή είναι συνήθως η IP που δίνεται στο modem-router που χρησιμοποιείται και όχι η διεύθυνση που δίνει το modem-router στον υπολογιστή σας.

Και τα δύο πρωτόκολλα IP (v4 και v6) έχουν περιοχές διευθύνσεων (υποδίκτυα - subnets) τα οποία προορίζονται για ιδιωτική χρήση. Οι ιδιωτικές διευθύνσεις για το IPv4 σύμφωνα με το RFC 1918 είναι:

IANA-ιδιωτικές διευθύνσεις IPv4			
	Αρχή	Τέλος	Αρ. διευθύνσεων
24-bit Block (/8 prefix, 1 × A)	10.0.0.0	10.255.255.255	16.777.216
20-bit Block (/12 prefix, 16 × B)	172.16.0.0	172.31.255.255	1.048.576
16-bit Block (/16 prefix, 256 × C)	192.168.0.0	192.168.255.255	65.536

πίνακας 10-2: IANA-ιδιωτικές διευθύνσεις IPv4

Σύμφωνα με το RFC 3330:

- Η διεύθυνση 127.0.0.1 συνήθως χρησιμοποιείται για τον τοπικό υπολογιστή και, όπως και ολόκληρο το υποδίκτυο 127.0.0.0/8, δεν "βγαίνει" ούτε στο τοπικό υποδίκτυο.
- Οι διευθύνσεις του υποδικτύου 39.0.0.0/8 χρησιμοποιήθηκαν το 1995 και του 24.0.0.0/8 το 1996 για ειδικούς σκοπούς αλλά πλέον περιλαμβάνονται στις δημόσιες διευθύνσεις.

Οι ίδιες ιδιωτικές διευθύνσεις βρίσκονται σε διάφορα υποδίκτυα παγκοσμίως και δεν "περνούν" μέσα από τους δρομολογητές (routers). Για να μπορέσει ένας υπολογιστής να βγει στο Διαδίκτυο χρησιμοποιείται, συνήθως, ο πίνακας αντικαταστάσεων NAT.

Εάν χρησιμοποιείτε modem-router και DSL σύνδεση τότε πιθανότατα ο υπολογιστής σας έχει μία ιδιωτική διεύθυνση η οποία μεταφράζεται στο modem-router στη δημόσια που σας αποδίδει ο πάροχος. Οι περισσότερες οικιακές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα έχουν, εσωτερικά, ιδιωτικές διευθύνσεις και "βγαίνουν" στο Διαδίκτυο μέσω της Δημόσιας IP που δίνει ο πάροχος. Σε εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούν σύνδεση με απλό modem (είτε απλή τηλεφωνική, είτε ISDN) και όχι DSL (aDSL, sDSL κλπ) ο υπολογιστής στον οποίο βρίσκεται το modem έχει, σχεδόν πάντα, τη δημόσια IP που του αποδίδει κάθε φορά ο πάροχος.

Η διεύθυνση IP του υπολογιστή σας μπορεί να βρεθεί αν μέσα από ένα παράθυρο γραμμής εντολών δώσετε την εντολή ipconfig (συστήματα με windows) ή ifconfig (unix like συστήματα).

10.2 Θέματα Ασφαλείας

Σε ορισμένες περιπτώσεις συστήματα του ίδιου υποδικτύου (subnet) στο οποίο βρίσκεται ο υπολογιστής ο οποίος έχει τη συγκεκριμένη IP λαμβάνουν (εάν χρησιμοποιούνται hubs στο επίπεδο δύο) ή μπορούν να λάβουν με επιθέσεις arp cache poisoning (εάν χρησιμοποιούνται switches στο επίπεδο δύο) όλα τα πακέτα που έχουν ως προορισμό τη συγκεκριμένη IP. Βέβαια το επίπεδο δύο στο οποίο δύναται να συμβούν αυτά είναι ένα επίπεδο κάτω από το IP.

Γενικά το IP δεν σχεδιάστηκε σαν ένα 100% αλεξίσφαιρο πρωτόκολλο. Είναι ένα πρωτόκολλο που λύνει το πρόβλημα της διασύνδεσης πολύ καλά και εξ' ορισμού αφήνει μεγάλα περιθώρια λάθους. Το IP μεταθέτει το πρόβλημα της ασφάλειας σε άλλα πρωτόκολλα.

10.3 Ανωνυμία

Η έκφραση "κοινοποίηση της IP" πρακτικά σημαίνει κοινοποίηση του τηλεφωνικού αριθμού ή της σύνδεσης DSL στην οποία, κατά μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, είχε αποδοθεί από τον πάροχο η συγκεκριμένη IP και, στις περισσότερες χώρες, μπορεί να γνωστοποιηθεί μόνο σε αστυνομικές ή εισαγγελικές αρχές για την δίωξη ηλεκτρονικού εγκλήματος.

Κεφάλαιο 11

Διαδίκτυο

Το **Διαδίκτυο** ή **Internet** όπως είναι η διεθνής ονομασία του που έχει επικρατήσει, είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι οποίοι επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ένα κοινό πρωτόκολλο επικοινωνίας, το *TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)*. Οι χρήστες του Διαδικτύου μπορούν εύκολα και γρήγορα να περιηγηθούν σε μια τεράστια βάση πληροφοριών, να αποστείλουν και να λάβουν αρχεία, να κάνουν χρήση της ηλεκτρονικής αλληλογραφίας, και γενικά να χρησιμοποιήσουν ένα πλήθος πολυάριθμων υπηρεσιών που έχουν στη διάθεσή τους.

Η απαραίλακτη μεταφορά της πληροφορίας σε οποιαδήποτε μορφή είναι αυτή (αρχείο, μήνυμα κτλ.), επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός κατάλληλου πρωτοκόλλου μεταφοράς (transfer protocol). Το πρωτόκολλο μεταφοράς λέει στους δύο υπολογιστές πώς να στείλουν και πώς να λάβουν την πληροφορία. Ανάμεσα σε αυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο είναι τα εξής:

- *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)* - Για την περιήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό.
- *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)* - Για την υπηρεσία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- *File Transfer Protocol (FTP)* - Για την υπηρεσία της μεταφοράς αρχείων.
- *Network News Transfer Protocol (NNTP)* - Για τη χρήση του Usenet και τη συμμετοχή σε ομάδες ειδήσεων – συζητήσεων (Newsgroups).

11.1 Ιστορία Του Διαδικτύου

Το 1969, το Υπουργείο Άμυνας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και συγκεκριμένα το Γραφείο Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων, το γνωστό ως *ARPA (Advanced Research Projects Agency)*, χρηματοδότησε τη δημιουργία ενός δικτύου που συνέδεε τέσσερις υπερυπολογιστές. Ο ένας ήταν εγκατεστημένος στο Πανεπιστήμιο της California στο Los Angeles (UCLA), ο άλλος στο Πανεπιστήμιο της Santa Barbara (USCB), ο τρίτος στο Πανεπιστήμιο Utah και ο τέταρτος στο Ινστιτούτο Ερευνών του Stanford (SRI). Το δίκτυο αυτό είναι γνωστό στην ιστορία ως *ARPANET*, και ήταν κατασκευασμένο με τέτοιο τρόπο, ώστε αν για κάποιον λόγο ένα τμήμα του έβγαινε εκτός λειτουργίας, το υπόλοιπο να λειτουργεί χωρίς προβλήματα.

Στα πρώτα δύο χρόνια της λειτουργίας του δικτύου συνδέθηκαν με αυτό 20 ακόμα υπολογιστές, στα επόμενα οκτώ χρόνια συνδέθηκαν άλλοι 200, πολλοί από τους οποίους ήταν εγκατεστημένοι στην Ευρώπη. Το 1974 δόθηκε στο δίκτυο το όνομα Internet. Την ίδια χρονιά άρχισε να χάνει την στρατιωτική ιδιότητά του, και έως το 1989 οι συνδεδεμένοι υπολογιστές στο δίκτυο είχαν φτάσει τους 100.000. Από εκεί και πέρα η ανάπτυξη του Internet ήταν εκρηκτική. Έως τις αρχές του 2000 είχαν συνδεθεί σε αυτό 180.000.000 υπολογιστές. Ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις, αλλά και ιδιώτες αποκτούν καθημερινά πρόσβαση στο Διαδίκτυο, και είναι χαρακτηριστικό ότι οι υπολογιστές που συνδέονται στο Internet διπλασιάζονται κάθε λίγους μήνες.

11.2 Σχετική Ορολογία

- **Παγκόσμιος Ιστός (*World Wide Web - WWW*)**

Δεν είναι λίγοι αυτοί που νομίζουν ότι οι όροι Διαδίκτυο και Παγκόσμιος Ιστός είναι ταυτόσημοι. Η αλήθεια είναι ότι ο Παγκόσμιος Ιστός (*World Wide Web* ή *WWW*) είναι ένα μέρος του Διαδικτύου. Αποτελεί όμως το μεγαλύτερο, το δημοφιλέστερο και το ταχύτερα αναπτυσσόμενο κομμάτι του. Συγκεκριμένα, ο Παγκόσμιος Ιστός είναι το μέσο για την εύκολη ανάκτηση του

τεράστιου όγκου πληροφοριών που διατίθενται μέσω του Διαδικτύου. Χρησιμοποιεί ένα από τα πρωτόκολλα του Διαδικτύου, το *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*.

- **Ιστοσελίδα (web page)**

Οι πληροφορίες του Παγκόσμιου Ιστού εμφανίζονται μορφοποιημένες με τη γλώσσα HTML (Hypertext Markup Language) σε μορφή ιστοσελίδων (web pages) και με την κατάληξη *.htm* ή *.html*. Υπάρχουν όμως και διαφορετικές μορφοποιήσεις ιστοσελίδων, όπως για παράδειγμα *.php*. Οι ιστοσελίδες μπορεί να περιέχουν εκτός από στατικό κείμενο, εικόνες, video, ήχο, κινούμενες εικόνες (animation), δυναμικό κείμενο κτλ.

- **Διακομιστής Ιστού (web server)**

Κάθε ιστοσελίδα βρίσκεται με τη μορφή αρχείου σε κάποιον διακομιστή Ιστού (web Server). Οι διακομιστές Ιστού είναι ειδικοί υπολογιστές με ειδικό λογισμικό και κατάλληλες δικτυακές συνδέσεις, οι οποίοι επιτρέπουν τη διάθεση των ιστοσελίδων σε ολόκληρο τον κόσμο. Ο χρήστης του Διαδικτύου που θέλει να δει μια ιστοσελίδα, τη ζητάει από τον διακομιστή Ιστού στον οποίο αυτή βρίσκεται, και ο διακομιστής Ιστού με τη σειρά του την στέλνει.

- **Πρόγραμμα Περιήγησης (web browser)**

Το πρόγραμμα περιήγησης ή αλλιώς ο web browser είναι ένα πρόγραμμα (πχ Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla κτλ.), το οποίο χρησιμοποιεί ο χρήστης για να ζητήσει μια ιστοσελίδα από τον διακομιστή Ιστού που την περιέχει. Ο διακομιστής Ιστού λαμβάνει το αίτημα και εμφανίζει την ιστοσελίδα στο παράθυρο του προγράμματος περιήγησης του χρήστη.

- **Διευθύνσεις Ιστού (Web Addresses)**

Κάθε ιστοσελίδα χαρακτηρίζεται με μοναδικό τρόπο από τη διεύθυνσή της, ή αλλιώς το URL (*Uniform Resource Locator*) της. Το URL είναι αρκετό για να εντοπιστεί μια ιστοσελίδα που βρίσκεται σε έναν διακομιστή Ιστού οπουδήποτε στον κόσμο. Συνήθως αποτελείται από 5 μέρη: το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά της, το όνομα περιοχής (domain name)

του διακομιστή Ιστού που την περιέχει, τη διαδρομή στο αρχείο της ιστοσελίδας και το όνομα του αρχείου της ιστοσελίδας. Για παράδειγμα, η διεύθυνση:

<http://www.google.gr/postings/publications.php>

αποτελείται από τα εξής μέρη:

- **http://** - χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο μεταφοράς HTTP
 - **www** - το όνομα του Web Server. Μπορεί να είναι οποιοδήποτε όνομα, αλλά το www είναι το όνομα που χρησιμοποιείται περίπου από το 90% των servers σήμερα.
 - **google.gr** - το όνομα περιοχής του διακομιστή Ιστού. Το τελευταίο μέρος δηλώνει το περιεχόμενο της σελίδας (πχ .com: εμπορικό, .edu: εκπαιδευτικό, .gov: κυβερνητικό, .org: μη κερδοσκοπικό) ή την χώρα (πχ .au: Αυστραλία, .gr: Ελλάδα).
 - **/postings/** - το όνομα του φακέλου που περιέχει το αρχείο της ιστοσελίδας.
 - **publications.php** - το όνομα του αρχείου της ιστοσελίδας.
-
- **Τοποθεσία ιστού (web site)**

Μια ομάδα ιστοσελίδων που αφορούν έναν ιδιώτη, μια επιχείρηση, έναν οργανισμό ή άλλες ομάδες αποτελεί μια τοποθεσία Ιστού ή ένα Web Site.

- **Υπερσύνδεσμος (hyperlink ή link)**

Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά που διευκολύνουν την περιήγηση στον Παγκόσμιο Ιστό είναι η χρήση της δομής του *υπερκειμένου (hypertext)*. Η ανάγνωση των πληροφοριών και η μετακίνηση μέσα στο υπερκείμενο γίνεται με τη βοήθεια των *υπερσυνδέσμων (hyperlinks)*, οι οποίοι βρίσκονται σε διάφορα σημεία μιας ιστοσελίδας. Συνήθως πρόκειται για υπογραμμισμένο κείμενο με διαφορετικό χρώμα από το κείμενο της ιστοσελίδας, αλλά μπορεί να είναι και εικόνα. Αναγνωρίζεται από την μορφή που παίρνει ο δείκτης του ποντικιού όταν είναι επάνω του (γίνεται ένα «χέρι»).

11.3 Τα Προγράμματα Περιήγησης

Διάφορες εταιρίες έχουν κατασκευάσει προγράμματα περιήγησης. Τα πιο αντιπροσωπευτικά είναι ο Google Chrome, ο Internet Explorer και ο Mozilla. Από λειτουργική άποψη τα προγράμματα αυτά δεν έχουν σημαντικές διαφορές. Μαθαίνοντας ένα από αυτά μπορούμε εύκολα να χειριστούμε και έναν άλλο.

Η επικοινωνία στο διαδίκτυο κατατάσσεται σε ασύγχρονη και σε σύγχρονη επικοινωνία.

11.4 Ασύγχρονη Επικοινωνία Στο Διαδίκτυο

Ασύγχρονη επικοινωνία είναι η επικοινωνία που πραγματοποιείται σε οποιοδήποτε χρόνο. Δεν υπάρχει κάποιο συγκεκριμένο πρότυπο επικοινωνίας. Προσφέρει τη δυνατότητα για ανταλλαγή μηνυμάτων ανεξάρτητα από χρονικούς περιορισμούς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα ασύγχρονης επικοινωνίας είναι τα εξής:

- *Εικονικός Τόπος Συζητήσεων - Φόρουμ (Discussion Forum)*
Πολλοί δημόσιοι και ιδιωτικοί φορείς, καθώς και φυσικά πρόσωπα έχουν διοργανώσει κάποιους εικονικούς τόπους συζητήσεων γνωστούς με τον όρο «φόρουμ», που περιέχουν συγκεκριμένα θέματα ειδικού ενδιαφέροντος μέσα στο διαδίκτυο. Στα φόρουμ ο καθένας μπορεί να συμμετέχει μέσω γραπτού κειμένου, είτε σχολιάζοντας θέματα είτε θέτοντας νέα θέματα προς συζήτηση.
- *Λίστες Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου (Mailing lists)*
Οι Λίστες Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου είναι ηλεκτρονικές λίστες ανακοινώσεων όπου κάποια καθορισμένη ομάδα απομακρυσμένων μεταξύ τους ατόμων ανταλλάσσουν μηνύματα σχετικά με κάποιο θέμα το οποίο έχουν καθορίσει οι ίδιοι, και ορίζοντας έναν από αυτούς ως υπεύθυνο για την καλή λειτουργία της λίστας.
- *Ομάδες Συζητήσεων (Newsgroup)*
Στο διαδίκτυο έχουν δημιουργηθεί από διάφορους φορείς ή και απλούς χρήστες πολυάριθμες ομάδες συζητήσεων με εξαιρετική ποικιλία

θεμάτων. Υπάρχουν ομάδες συζητήσεων γενικού ενδιαφέροντος και ομάδες συζητήσεων επικαιρότητας (newsgroups).

11.5 Σύγχρονη Επικοινωνία Στο Διαδίκτυο

Η επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο ονομάζεται σύγχρονη επικοινωνία και επιτρέπει με μικρό κόστος τη συνομιλία με τη χρήση κείμενου, εικόνας και ήχου ατόμων τα οποία βρίσκονται σε διαφορετικό χώρο. Οι κυριότερες υπηρεσίες που προσφέρει το διαδίκτυο για σύγχρονη επικοινωνία είναι οι εξής:

- *Γραπτή συνομιλία πραγματικού χρόνου ή Internet Relay Chat (IRC)*
Η υπηρεσία της γραπτής συνομιλίας πραγματικού χρόνου ή chat δίνει τη δυνατότητα ανταλλαγής μηνυμάτων κειμένου σε πραγματικό χρόνο με ένα ή περισσότερα άτομα τα οποία βρίσκονται σε απομακρυσμένα σημεία του διαδικτύου. Υπάρχουν «δημόσιοι» χώροι συνομιλιών οι οποίοι είναι οργανωμένοι θεματικά και αφού επιλέξετε αυτόν που σας ενδιαφέρει μπορείτε να δηλώσετε ένα όνομα ή ψευδώνυμο και να πάρετε μέρος στη συζήτηση.
- *Ταυτόχρονη συνομιλία με ήχο και κείμενο (Φωνητική Επικοινωνία)*
Η ταυτόχρονη συνομιλία με ήχο και γραπτό κείμενο σας δίνει τη δυνατότητα ζωντανής συνομιλίας με ένα ή περισσότερα άτομα με την προϋπόθεση ότι έχετε εγκαταστήσει στον υπολογιστή σας μικρόφωνο, ηχεία και το κατάλληλο πρόγραμμα.
- *Τηλεδιάσκεψη*
Η τηλεδιάσκεψη είναι μια παρά πολύ σημαντική υπηρεσία σύγχρονης επικοινωνίας, η οποία σας επιτρέπει να βλέπετε και να συνομιλείτε ταυτόχρονα με πολλά άτομα από διαφορετικά μέρη χρησιμοποιώντας κείμενο, ήχο και video

11.6 Ιοί

Ο ιός του υπολογιστή είναι ένα κομμάτι προγράμματος, το οποίο αντιγράφει τον εαυτό του και επισυνάπτεται σε ένα νομότυπο πρόγραμμα με σκοπό να «μολύνει» άλλα προγράμματα. Όταν το μολυσμένο πρόγραμμα εκτελεστεί (το λεγόμενο «άνοιγμα μολυσμένου αρχείου»), κάτω από ορισμένες συνθήκες, προσπαθεί να μολύνει και άλλα προγράμματα, να διαγράψει, να αλλάξει ή να κρυπτογραφήσει αρχεία. Η ύπαρξη ιών είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του Διαδικτύου. Υπάρχουν σήμερα χιλιάδες διαφορετικοί ιοί, οι οποίοι προσβάλλουν εκατομμύρια υπολογιστών σε όλο τον κόσμο. Πολλοί έχουν τη δυνατότητα να μεταλλάσσονται και να διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό από τον αρχικό ιό. Σε περίπτωση που μιλάμε για υπολογιστές δικτύων, η καταστροφή έχει ακόμα μεγαλύτερες διαστάσεις, καθώς μολύνονται και καταρρέουν αρχεία εταιρειών, πανεπιστημίων, ακόμα και κυβερνήσεων.

11.7 Δούρειοι Ίπποι (Trojan horses)

Πρόκειται για ένα είδος προγράμματος, το οποίο δεν αναπαράγεται και δρα «υπογείως», χωρίς ο χρήστης του υπολογιστή να αντιλαμβάνεται αρχικά την ύπαρξή του. Το πρόγραμμα αυτό ενεργεί ως μέσο μεταφοράς άλλων μορφών επιβλαβούς λογισμικού (malware), ενεργοποιείται σε συγκεκριμένο χρόνο και δημιουργεί ένα αντίγραφο του αυθεντικού προγράμματος που χρησιμοποιείται από το χρήστη, το οποίο θα δουλεύει κανονικά, σα να ήταν το αυθεντικό. Όταν ο χρήστης εκτελέσει το συγκεκριμένο πρόγραμμα χρησιμοποιεί την έκδοση του Δούρειου Ίππου, ο οποίος δρα καταστροφικά.

11.8 Σκουλήκια (Worms)

Πρόκειται για προγράμματα υπολογιστών τα οποία αντιγράφουν τον εαυτό τους σε δίκτυα Η/Υ. Χρησιμοποιούν το Internet ως μέσο διάδοσής τους (emails, irc chat κ.ά.). Αναπαράγονται από υπολογιστή σε υπολογιστή, εκμεταλλευόμενα τα σφάλματα του λογισμικού των υπολογιστών. Οι

μολυσμένοι υπολογιστές μετά από κάποιο διάστημα κατακλύζονται από αντίγραφα του «σκουληκιού» και δε μπορούν να λειτουργήσουν.

11.9 Βασικές αρχές προστασίας από ιούς

Οι βασικές αρχές προστασίας από ιούς είναι οι εξής:

- *Αντιικό λογισμικό* - επιτρέπει την προστασία του χρήστη από το σύνολο σχεδόν των ιών. Ωστόσο, δεν αποτελεί πανάκεια στο πρόβλημα. Με σκοπό την βέλτιστη χρήση του αντιικού λογισμικού θα πρέπει να τηρούνται τα εξής:
 - *Τακτική ενημέρωση του λογισμικού* - Καινούριοι ιοί εμφανίζονται επί καθημερινής βάσεως. Το αντιικό λογισμικό γενικά μπορεί να προστατεύσει το χρήστη μόνο από τους ιούς που περιέχονται στη βάση δεδομένων του. Τα περισσότερα σύγχρονα αντιικά λογισμικά ενσωματώνουν για το σκοπό αυτό μηχανισμούς αναβάθμισης της βάσης αυτής, ώστε να έχουν τη δυνατότητα να αντιμετωπίσουν το σύνολο των υπαρχόντων ιών.
 - *Συνεχής ενεργοποίηση του λογισμικού* - Τα περισσότερα σύγχρονα αντιικά λογισμικά ενσωματώνουν προγράμματα τα οποία συνεχώς ελέγχουν κάθε αρχείο ή μήνυμα ηλεκτρονικής αλληλογραφίας που ανακτά ο χρήστης, ώστε να εντοπίζουν τον ιό πριν αυτός εκτελεστεί και προσβάλλει το υπολογιστικό σύστημα. Είναι σημαντικό ο χρήστης να μην κλείνει τα προγράμματα αυτά, για οποιοδήποτε λόγο.
- *Τακτική ενημέρωση του λειτουργικού συστήματος* - μπορεί να πραγματοποιείται αυτόματα. Η ενημέρωση (update) ελέγχει το λειτουργικό του υπολογιστή σας, καθώς και άλλο λογισμικό, και φροντίζει για την απόκτηση όλων των ενημερωμένων εκδόσεων και κρίσιμων αναβαθμίσεων που χρειάζονται.
- *Προσοχή στα μηνύματα με επισυναπτόμενα* - είναι σημαντικό να αποφεύγει κανείς το άνοιγμα αρχείων ή εγγράφων που παραλαμβάνει από γνωστούς ή αγνώστους αποστολείς, είτε μέσω ηλεκτρονικής αλληλογραφίας είτε μέσω άλλων μέσων. Ακόμα και αν ο αποστολέας

είναι γνωστός, ελέγξτε προσεκτικά το περιεχόμενο του μηνύματος και αν το θέμα του είναι σχετικό με αυτό που συνήθως συζητάτε. Σε αντίθετη περίπτωση, και ιδίως όταν το μήνυμα περιέχει επισυναπτόμενο, αποφύγετε το άνοιγμα του επισυναπτομένου αρχείου. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται σε μηνύματα που σας προτρέπουν να ανοίξετε κάποιο επισυναπτόμενο και ισχυρίζονται πως προέρχονται από την ομάδα υποστήριξης κάποιου φορέα, τράπεζας, κ.λπ.

- *Εγκατάσταση τείχους προστασίας* - η εγκατάσταση και ενεργοποίηση λογισμικού τείχους προστασίας επιτρέπει την προστασία του χρήστη από προβλήματα ασφαλείας του λειτουργικού συστήματος για τα οποία δεν υπάρχει διαθέσιμη ακόμα κάποια κρίσιμη ενημέρωση.
- *Τακτική λήψη αντιγράφων ασφαλείας* - σε περίπτωση που ένας ιός, ή οποιοσδήποτε άλλος παράγοντας, προκαλέσει ανεπανόρθωτη καταστροφή στα δεδομένα του χρήστη, η διαθεσιμότητα έγκυρων αντιγράφων ασφαλείας είναι ο μόνος τρόπος επαναφοράς τους.

11.10 Client - Server

Γενικά, το client-server computing αναφέρεται σε μια βασική αλλαγή στο στυλ των υπολογιστών, την αλλαγή από τα συστήματα που βασίζονται στα μηχανήματα στα συστήματα που βασίζονται στον χρήστη.

Ειδικότερα, ένα σύστημα client-server είναι ένα σύστημα στο οποίο το δίκτυο ενώνει διάφορους υπολογιστικούς πόρους, ώστε οι clients (ή αλλιώς front end) να μπορούν να ζητούν υπηρεσίες από έναν server (ή αλλιώς back end), ο οποίος προσφέρει πληροφορίες ή επιπρόσθετη υπολογιστική ισχύ.

Με άλλα λόγια, στο client-server μοντέλο, ο client θέτει μια αίτηση και ο server επιστρέφει μια ανταπόκριση ή κάνει μια σειρά από ενέργειες. Ο server μπορεί να ενεργοποιείται άμεσα για την αίτηση αυτή ή να προσθέτει την αίτηση σε μια ουρά. Η άμεση ενεργοποίηση για την αίτηση μπορεί, για παράδειγμα, να σημαίνει ότι ο server υπολογίζει έναν αριθμό και τον επιστρέφει αμέσως στον client. Η τοποθέτηση της αίτησης σε μια ουρά

μπορεί να σημαίνει ότι η αίτηση πρέπει να τεθεί σε αναμονή για να εξυπηρετηθεί. Ένα καλό παράδειγμα για αυτό είναι όταν εκτυπώνουμε ένα κείμενο σε ένα εκτυπωτή δικτύου. Ο server τοποθετεί την αίτηση σε μια ουρά μαζί με αιτήσεις εκτυπώσεων και από άλλους clients. Μετά επεξεργάζεται την αίτηση με βάση την σειρά προτεραιότητας, η οποία, σε αυτή την περίπτωση, καθορίζεται από τη σειρά με την οποία ο server παρέλαβε την απαίτηση.

Το client-server computing είναι πολύ σημαντικό, διότι επιτυγχάνει τα εξής:

- Αποτελεσματική χρήση της υπολογιστικής ισχύος.
- Μείωση του κόστους συντήρησης, δημιουργώντας συστήματα client-server που απαιτούν λιγότερη συντήρηση και κοστίζουν λιγότερο στην αναβάθμιση.
- Αύξηση της παραγωγικότητας, προσφέροντας στους χρήστες ξεκάθαρη πρόσβαση στις αναγκαίες πληροφορίες μέσω σταθερών και εύκολων στην χρήση διασυνδέσεων.
- Αύξηση της ευελιξίας και της δυνατότητας δημιουργίας συστημάτων που υποστηρίζουν πολλά περιβάλλοντα.

Με βάση αυτούς τους σκοπούς, οι οργανισμοί που κινούνται προς την κατεύθυνση της client-server τεχνολογίας αυξάνουν κατά πολύ την ανταγωνιστική τους θέση.

11.10.1 Το Βασικό Client - Server Μοντέλο

Η πλευρά του client πρώτα στέλνει ένα μήνυμα για να καλέσει σε ετοιμότητα τον server. Από τη στιγμή που ο client και ο server έχουν επικοινωνία μεταξύ τους, ο client μπορεί να υποβάλλει την αίτησή του.

• Client

Ο client είναι ο αιτών των υπηρεσιών. Ο client δεν μπορεί παρά να είναι ένας υπολογιστής. Οι υπηρεσίες που ζητούνται από τον client μπορεί να υπάρχουν στους ίδιους σταθμούς εργασίας ή σε απομακρυσμένους σταθμούς εργασίας που συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου. Ο client ξεκινάει πάντα την επικοινωνία.

Τα συστατικά του client είναι πολύ απλά. Μια client μηχανή πρέπει να μπορεί να κάνει τα ακόλουθα:

- Να τρέχει το λογισμικό των γραφικών διεπαφών χρηστών (GUIs).
- Να δημιουργεί τις αιτήσεις για πληροφορίες και να τις στέλνει στον server.
- Να αποθηκεύει τις επιστρεφόμενες πληροφορίες.

Αυτές οι αιτήσεις καθορίζουν πόση μνήμη χρειάζεται, ποια ταχύτητα επεξεργασίας θα μπορούσε να βελτιώσει τον χρόνο ανταπόκρισης, και πόση χωρητικότητα αποθήκευσης απαιτείται.

• Server

Ο server απαντάει στις αιτήσεις που γίνονται από τους clients. Ένας client μπορεί να ενεργεί ως server εάν λαμβάνει και επεξεργάζεται αιτήσεις όπως ακριβώς και τις στέλνει (για παράδειγμα, ένας σταθμός εργασίας που χρησιμοποιείται και ως server εκτυπώσεων από άλλους). Οι server δεν ξεκινάνε τις επικοινωνίες περιμένουν τις αιτήσεις των clients.

Επιστρέφοντας στο παράδειγμα του server εκτυπώσεων ενός δικτύου, ο client ζητάει από τον server να εκτυπώσει ένα κείμενο σε έναν συγκεκριμένο εκτυπωτή και ο server προσθέτει την εκτύπωση σε μια ουρά και ενημερώνει τον client όταν το κείμενο εκτυπωθεί επιτυχημένα. Η διαδικασία του client μπορεί να ανήκει φυσικά στον ίδιο σταθμό εργασίας με την διαδικασία του server. Στο παράδειγμα εδώ, μια εντολή εκτύπωσης μπορεί να εκδίδεται στον server του σταθμού εργασίας του δικτύου, χρησιμοποιώντας την διαδικασία του server εκτυπώσεων σε αυτόν τον σταθμό εργασίας.

Τα συστατικά του server είναι πολύ απλά. Μια server μηχανή πρέπει να μπορεί να κάνει τα ακόλουθα :

- Να αποθηκεύει, να ανακτά και να προστατεύει πληροφορίες.
- Να επιθεωρεί τις αιτήσεις των clients.
- Να δημιουργεί εφαρμογές διαχείρισης πληροφοριών, όπως δημιουργία αντιγράφων, ασφάλεια κτλ.
- Να διαχειρίζεται πληροφορίες.

11.1 Client

Για να σχεδιάσουμε το client τμήμα μιας εφαρμογής, που είναι γνωστό και ως front end, είναι απαραίτητο να καταλάβουμε τα διάφορα συστατικά που το απαρτίζουν. Το υλικό (hardware), το λειτουργικό σύστημα (operating system), το δίκτυο(network), η γραφική διεπαφή του χρήστη (graphical user interface) και το λογισμικό (software) είναι απαραίτητα για να υποστηρίξουν και να δημιουργήσουν μια εφαρμογή. Για παράδειγμα, μια Windows εφαρμογή μπορεί να αποτελείται από έναν επεξεργαστή, συνδεδεμένο με έναν server μέσω ενός τοπικού δικτύου, ο οποίος τρέχει μια client-server εφαρμογή σε Windows.

11.11.1 Συστατικά Του Client

- **Υλικό**

Το υλικό του client μπορεί να είναι ένας προσωπικός υπολογιστής ή σταθμός εργασιών. Ο client πρέπει να είναι σε θέση να χειρίζεται την εφαρμογή. Με άλλα λόγια, το client πρέπει να έχει αρκετή δύναμη για να απαιτήσει, να παρουσιάσει και να χειριστεί τις πληροφορίες. Παρατηρούμε, δηλαδή ότι υπάρχουν τέσσερις σημαντικές προϋπόθεσης όταν καθορίζονται οι ανάγκες σε υλικό:

- Η ισχύς του επεξεργαστή
- Η ταχύτητα του επεξεργαστή
- Η ποσότητα της RAM
- Η κάρτα οθόνης (VGA)

- **Λειτουργικό Σύστημα**

Το λειτουργικό σύστημα κρύβει τις λεπτομέρειες του υλικού του υπολογιστή από τον client. Τα λειτουργικά συστήματα είναι προγράμματα που διαχειρίζονται τους πόρους του υπολογιστή, ελέγχουν την εκτέλεση εφαρμογών και ενεργούν ως μια διασύνδεση μεταξύ του χρήστη και του ίδιου του υλικού του υπολογιστή. Τα λειτουργικά συστήματα κάνουν τον υπολογιστή πιο αποτελεσματικό και κατάλληλο για χρήση, παρά το γεγονός

ότι τα ίδια λειτουργικά συστήματα δεν είναι τίποτα περισσότερο από προγράμματα.

Τα λειτουργικά συστήματα εκτελούν τις ακόλουθες λειτουργίες:

- Ελέγχουν την διαχείριση των πόρων που μετακινούν, αποθηκεύουν, επεξεργάζονται και ελέγχουν πληροφορίες.
- Φορτώνουν οδηγίες και πληροφορίες στην κύρια μνήμη, αρχικοποιούν αρχεία και συσκευές I/O (εισόδου / εξόδου) και προετοιμάζουν τους πόρους .
- Ελέγχουν την πρόσβαση στα αρχεία, συμπεριλαμβανομένου την μορφοποίηση και την διαθεσιμότητα των πληροφοριών, όπως και την πρόσβαση σε απασχολούμενους πόρους.
- Παρέχει τις οδηγίες και τα συνθήματα ελέγχου των διάφορων συσκευών I/O (εισόδου / εξόδου).
- Ελέγχει την πρόσβαση στο σύστημα σαν σύνολο.

Τα λειτουργικά συστήματα χαρακτηρίζονται από τις ακόλουθες τρεις βασικές δυνατότητες:

- Την δυνατότητα να διευθύνει την RAM.
- Την δυνατότητα να φορτώνει και να εκτελεί εφαρμογές 'ταυτόχρονα'.
- Την δυνατότητα να υποστηρίζει ή να παρέχει σταθερή διασύνδεση στους χρήστες.

Η δυνατότητα να διευθύνει την RAM δεν είναι ίδια όσο το πόσο RAM υποστηρίζει το συγκεκριμένο κομμάτι του υλικού. Η ποιότητα της RAM που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι περιορισμένη από το λειτουργικό σύστημα. Για παράδειγμα το DOS δεν μπορεί να χρησιμοποιήσει περισσότερο από 1MB RAM. Όσο περισσότερη μνήμη μπορεί να διευθύνει ένα λειτουργικό σύστημα, τόσο πιο ισχυρές εφαρμογές μπορούν να τρέχουν κάτω από αυτό το λειτουργικό σύστημα.

Όσο αφορά τη δεύτερη δυνατότητα, βλέπουμε ότι η λέξη 'ταυτόχρονα' είναι σε εισαγωγικά. Αυτό συμβαίνει διότι οι υπολογιστές με μια CPU μπορούν μόνο να εκτελούν μια απλή οδηγία τη φορά. Ωστόσο, διαιρώντας τον χρόνο επεξεργασίας σε πολλαπλές εργασίες, η CPU μπορεί να δημιουργεί την αυταπάτη ότι οι πολλαπλές επεξεργασίες εκτελούνται ταυτόχρονα. Για παράδειγμα, ένα πρόγραμμα επικοινωνίας μπορεί να

φορτώσει μια πληροφορία από έναν server, ενώ ο χρήστης δουλεύει σε ένα άλλο πρόγραμμα. Το φόρτωμα και η εκτέλεση πολλών εφαρμογών την ίδια στιγμή καλείται πολυεπεξεργασία (multitasking).

Το GUI (Graphical User Interface) παρέχει στον χρήστη την όψη και τη αίσθηση της εφαρμογής. Το GUI μπορεί να είναι τμήμα του ίδιου του λειτουργικού συστήματος. Σε μερικές περιπτώσεις, η εφαρμογή δημιουργείται για ένα συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα. Ωστόσο, μερικές φορές το λειτουργικό σύστημα επιλέγεται, αφού επιλεγθεί το περιβάλλον διασύνδεσης των χρηστών. Για παράδειγμα, το Open windows (που είναι ένα GUI) τρέχει σε UNIX. Συνεπώς, εάν αποφασίσουμε ότι θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε το Open windows για GUI, εκ των πραγμάτων πρέπει να επιλέξουμε το UNIX ως λειτουργικό σύστημα.

Η ιδεατή μνήμη είναι ένα τρικ που επιτρέπει στον υπολογιστή να χρησιμοποιεί μέρος του χώρου αποθήκευσης του σκληρού δίσκου ως RAM. Πάντως, η επίδοση είναι πιο αργή και ο χώρος του σκληρού δίσκου που χρησιμοποιείται ως RAM δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποθήκευση. Τα Windows μπορούν να διασυνδέσουν πληροφορίες σε διάφορες εφαρμογές, οπότε οι αλλαγές που γίνονται στις πληροφορίες μιας εφαρμογής ενημερώνονται σε όλες τις άλλες εφαρμογές που χρησιμοποιούν τις ίδιες πληροφορίες.

Τα ακόλουθα κάνουν δυνατή την διασύνδεση:

- Τα DLLs (Dynamic Link Libraries) επιτρέπουν να κωδικοποιούνται οι ρουτίνες ως υπομονάδες και να διασυνδέονται, όταν απαιτούνται.
- Τα DDE (Dynamic Data Exchange) ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ των εφαρμογών.
- Τα OLE (Object Linking and Embedding) δημιουργούν μια συλλογή αντικειμένων, που διασυνδέονται με τα εργαλεία λογισμικού που τα δημιουργούν.

11.12 Server

Αν και ο client κατέχει ένα μεγάλο μέρος της προσοχής, αφού με τον client αλληλεπιδρούν οι χρήστες, ο server είναι η καρδιά του client-server συστήματος. Οι servers είναι τα σημεία όπου αποθηκεύονται οι πληροφορίες και εκτελούνται οι εργασίες. Σήμερα, ο server μπορεί να είναι οποιαδήποτε μορφή υπολογιστή. Ωστόσο η αύξηση της ισχύος και η μείωση του κόστους των προσωπικών υπολογιστών τους κάνει γενικά την πιο συμφέρουσα οικονομικά επιλογή. Ακόμα και αν ο server είναι ένας σταθερός προσωπικός υπολογιστής αυτό που κάνει τη διαφορά από ένα σταθερό προσωπικό σύστημα είναι ότι είναι εξειδικευμένος και έχει συγκεκριμένες πρωτοβουλίες.

11.12.1 Τύποι των Servers

Οι servers μπορούν να διαιρεθούν σε έξι τύπους:

- Server Εφαρμογών (Application servers).
- Server Πληροφοριών (Data servers).
- Server Υπολογισμών (Compute servers).
- Server Βάσεων Δεδομένων (Database servers).
- Server Πόρων ή Επικοινωνιών (Resource or Communications servers).

Ο τύπος του server που χρησιμοποιείται εξαρτάται από την απαιτούμενη εργασία. Επίσης, αυτοί οι έξι ρόλοι μπορούν να συνδυαστούν σε ένα σύστημα ή να διαιρεθούν σε περισσότερα. Για παράδειγμα, η ίδια μηχανή μπορεί να εξυπηρετήσει σαν ένας server εφαρμογών και ένας server βάσεων δεδομένων.

Οι περισσότεροι servers που χρησιμοποιούνται σήμερα στις επιχειρήσεις είναι servers αρχείων (file servers). Οι servers αρχείων επιτρέπουν στους clients να προσπελάσουν αρχεία και να μοιραστούν πληροφορίες και λογισμικό. Αυτοί οι servers είναι συνήθως ένας προσωπικός υπολογιστής ή ένα UNIX σύστημα με έναν επεξεργαστή. Πολλοί άνθρωποι μπορούν να προσπελάσουν τον server αρχείων την ίδια στιγμή, που σημαίνει ότι ο server έχει πολλαπλές μονάδες δίσκων και κάρτες προσαρμογής

δικτύου, αλλά μόνο ένα άτομο μπορεί να προσπελάσει ένα συγκεκριμένο αρχείο εκείνη τη στιγμή.

- **Server Εφαρμογών (Application servers)**

Οι servers εφαρμογών (application servers) τρέχουν λογισμικό εφαρμογών, που είναι πολύ σημαντικό όταν διανέμονται λογικές εφαρμογών μεταξύ του client και του server. Η τοποθέτηση εφαρμογών στον server σημαίνει ότι αυτές οι εφαρμογές είναι διαθέσιμες σε πολλούς clients. Πολλοί clients μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα RPCs (Remote Procedure Calls) για να θέσουν σε λειτουργία μια επεξεργασία στον server. Πολλοί servers εφαρμογών μπορούν ακόμα και να εργαστούν μαζί για να απαντήσουν στην απαίτηση του client. Κάθε server μπορεί να τρέξει ένα διαφορετικό λειτουργικό σύστημα σε μια διαφορετική πλατφόρμα υλικού, αλλά αυτές οι λεπτομέρειες είναι ξεκάθαρες στον client -ο client μπορεί να κάνει αιτήσεις χωρίς να υπολογίζει τον τύπο της μηχανής που θα ανταποκριθεί.

- **Server Πληροφοριών (Data servers)**

Οι servers πληροφοριών (data servers) χρησιμοποιούνται μόνο για αποθήκευση και διαχείριση πληροφοριών και χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με servers υπολογισμών (compute servers). Αυτοί οι servers ερευνούν και ελέγχουν την αξιοπιστία των πληροφοριών, αλλά γενικά δεν μεταβιβάζουν μεγάλη ποσότητα πληροφοριών στο δίκτυο.

- **Server Υπολογισμών (Compute servers)**

Οι servers υπολογισμών (compute servers) παίρνουν τις αιτήσεις των clients για πληροφορίες στον server πληροφοριών και μετά προωθούν τα αποτελέσματα των αιτήσεων πίσω στον client.

- **Server Βάσεων Δεδομένων (Database servers)**

Οι servers βάσεων δεδομένων (database servers) είναι τυπικά client-server συστήματα, και έχουν να κάνουν την ίδια εργασία με αυτή που κάνουν οι servers πληροφοριών και υπολογισμών μαζί. Οι servers βάσεων δεδομένων τρέχουν DBMS (Database Management System) λογισμικό και πολύ πιθανό και κάποια λογική client-server εφαρμογή, που σημαίνει ότι αυτός ο τύπος του server χρειάζεται περισσότερη ισχύ. Τα DBMS προσφέρουν εξειδικευμένες υπηρεσίες: την δυνατότητα να ανακτά πληροφορίες και να διαχειρίζεται πληροφορίες. Οι servers που συνδυάζουν τις λειτουργίες του server βάσεων δεδομένων και του server εφαρμογών είναι επίσης γνωστοί ως server συναλλαγών (transaction servers).

- **Server Πόρων ή Επικοινωνιών (Resource or Communication servers)**

Οι servers πόρων (resource servers), που περικλείουν τους servers επικοινωνιών (communications servers) επιτρέπουν σε πολλούς clients την προσπέλαση συγκεκριμένων πόρων, που είναι ουσιαστικά πολύ ακριβοί για να βρίσκονται σε έναν client. Για παράδειγμα, οι servers εκτυπώσεις (print servers) συνδέουν πολλούς clients με πολλούς εκτυπωτές. Οι servers επικοινωνιών συνδέουν απομακρυσμένα συστήματα. Άλλοι servers πόρων μπορούν να συνδέσουν clients με άλλες συσκευές, όπως πολυμέσα. Συνήθως από τη στιγμή που οι servers πόρων είναι συνδεδεμένοι σε μια συγκεκριμένη συσκευή, δεν απαιτείται τόσο πολύ ισχύ, όση αυτή των servers που προσφέρουν περισσότερο περιπλοκές υπηρεσίες.

Ένας εύκολος τρόπος για να ξεχωρίσουμε τους servers εφαρμογών, βάσεων δεδομένων και συναλλαγών είναι πώς ο client κάνει αιτήσεις στον server. Οι servers δέχονται τους παρακάτω τύπους απαιτήσεων από τους clients:

- Οι servers εφαρμογών ενεργούν κάπως πιο αποκεντρωμένα από τη βάση δεδομένων σε απάντηση του client.
- Οι servers βάσεων δεδομένων επιστρέφουν πληροφορία σαν απάντηση σε μια αίτηση του client , που γίνεται σε SQL.
- Οι servers συναλλαγών επιστρέφουν πληροφορία σαν απάντηση σε ένα μήνυμα που αποτελείται από ένα σύνολο εντολών SQL. Αυτό το σύνολο επιτυγχάνει ή αποτυγχάνει σαν μια μονάδα.

Από τους έξι τύπους, οι client-server εφαρμογές συνήθως χρησιμοποιούν πιο πολύ servers εφαρμογών, βάσεων δεδομένων και συναλλαγών ή κάποιο συνδυασμό αυτών των τριών.

11.12.2 Συστατικά του Server

Για να σχεδιάσουμε το server τμήμα της εφαρμογής, που είναι γνωστό και ως back end, πρέπει να καταλάβουμε τα διάφορα συστατικά που απαρτίζουν τον server. Το υλικό, το λειτουργικό σύστημα, η βάση δεδομένων και το λογισμικό πρέπει να υποστηρίζουν και να δουλέψουν για την εφαρμογή.

- **Υλικό**

Μια μηχανή δεν απαιτεί πολύ ειδικό υλικό για να μετατραπεί σε server, αν και ορισμένοι servers έχουν κάποιες συγκεκριμένες απαιτήσεις. Συνήθως ο server που επιλέγεται, εξαρτάται από τις εφαρμογές που θα τρέξουμε και από το κόστος της μηχανής.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του server είναι τα ακόλουθα:

- Ο server μπορεί να ανταποκριθεί σε ταυτόχρονες αιτήσεις για εξυπηρέτηση πολλών clients.
- Ο server είναι αξιόπιστος, διότι οι clients εξαρτώνται από αυτόν.

- ο Ο server μπορεί να αυξομειώνεται, διότι οι client-server εφαρμογές τείνουν να έχουν ανάγκη όλο και περισσότερης μνήμης και ισχύς για επεξεργασία.

Μέχρι πρόσφατα η τεχνολογία των προσωπικών υπολογιστών είχε θεωρηθεί επαρκής μόνο για απλούς servers αρχείων ή servers συσκευών. Τώρα οι προσωπικοί υπολογιστές είναι πιο ακριβές μηχανές, πιο γρήγορα και πανίσχυρα συστήματα.

Όταν συνιστούμε στους χρήστες πιο είδος server χρειάζονται, πρέπει να υπολογίζουμε τις ανάγκες τους. Είναι καλό να προτείνουμε κάτι, που δεν θα χρειαστεί να αναβαθμίσουμε αμέσως μετά την εγκατάσταση του συστήματος. Εξαιτίας του γεγονότος ότι οι server είναι η καρδιά των client - server συστημάτων, οι servers απαιτούν περισσότερη σκέψη από τους clients.

Αυτά που πρέπει να υπολογίζουμε είναι τα εξής:

- ο Την ταχύτητα του επεξεργαστή.
- ο τον αριθμό των επεξεργαστών.
- ο την μνήμη.
- ο την χωρητικότητα.
- ο την αξιοπιστία.
- ο την κλιμάκωση
- ο την υποστήριξη.

• Λειτουργικό Σύστημα

Τα λειτουργικά συστήματα των servers διαχειρίζονται τους πόρους του υπολογιστή, ελέγχουν την εκτέλεση των εφαρμογών και ενεργούν ως προστασία ανάμεσα στις servers εφαρμογές και τους clients.

Οι servers για client-server εφαρμογές λειτουργούν καλύτερα όταν τα λειτουργικά τους συστήματα υποστηρίζουν την πολυεπεξεργασία, την προτεραιότητα, την διαδικασία επικοινωνίας, την πολυνηματική επεξεργασία, την διαχείριση μνήμης, την απομόνωση της εφαρμογής και τις εκτεταμένες υπηρεσίες.

Κάθε ένα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά περιγράφονται ως εξής:

- *Preemptive multitasking* - εμποδίζει μια απλή εργασία από το να εξουσιάζει τον server, επιτρέποντας στο λειτουργικό σύστημα του server να χειριστεί την μεταγωγή διεργασιών. Εάν ο server δεν ελέγχει την ποσότητα του χρόνου που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία μιας αίτησης του client, ένας client θα μονοπωλούσε τους πόρους και θα εμπόδιζε τον server να απαντήσει σε άλλους clients.
- *Prioritizing* - επιτρέπει στον server να αποδίδει βαθμό προτεραιότητας στις εργασίες και φροντίζει πρώτα για τις πιο σημαντικές εργασίες. Για παράδειγμα, μια τραπεζική μηχανή που ζητάει επιβεβαίωση για τον λογαριασμό ενός πελάτη έχει υψηλότερη προτεραιότητα από μια απαίτηση για μια καθημερινή αναφορά παραγωγής.
- *Interprocess Communications* - είναι το τι επιτρέπουν οι ανεξάρτητες διεργασίες να μοιράσουν και να ανταλλάσσουν πληροφορίες, εάν ή όχι αυτές οι διεργασίες είναι τοπικές (στην ίδια μηχανή) ή απομακρυσμένες (σε άλλες μηχανές). Τα IPCs κάνουν τις τοπικές και τις απομακρυσμένες κλήσεις ξεκάθαρες στην εφαρμογή.
- *Multi-threaded processing* - επιτρέπει στον server να επεξεργάζεται περισσότερες από μια αιτήσεις την στιγμή, θέτοντας διαφορετικά μονοπάτια, που μπορεί ο server να διαχειριστεί. Διαχειρίζοντας αυτά τα μονοπάτια, ο server μπορεί να επεξεργαστεί αιτήσεις σχεδόν παράλληλα.
- *Memory Management* - καθορίζει πως ο server χρησιμοποιεί την μνήμη αποτελεσματικά και επιτρέπει στον server να ανταλλάσσει μεγάλα προγράμματα και πληροφορίες με ή χωρίς μνήμη.
- *Application isolation*: διατηρεί τις εφαρμογές χωριστά, ώστε μια ενέργεια ή ένα σφάλμα σε μια εφαρμογή να μην επηρεάζει κάποια άλλη εφαρμογή.
- *Extended services* - προσφέρουν προοδευμένα συστήματα λογισμικού που μπορούν πραγματικά να εκμεταλλευτούν τη δυναμικότητα των client-server συστημάτων. Μερικές από αυτές τις εφαρμογές περιλαμβάνουν εμπλουτισμένες επικοινωνίες, λεξιλόγια δικτύου, δυνατότητες πιστοποίησης και εξουσιοδότησης, οθόνες αλληλεπίδρασης, κτλ.

Δικτυογραφία

- ♦ http://en.wikipedia.org/wiki/Twisted_pair
- ♦ http://en.wikipedia.org/wiki/Coaxial_cable
- ♦ http://en.wikipedia.org/wiki/Optical_fiber_cable
- ♦ <http://en.wikipedia.org/wiki/Satelite>
- ♦ http://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_telephony
- ♦ Μανώλης Κιαγιάς, “Μετάδοση Δεδομένων και Δίκτυα - Το Ανεπίσημο Βοήθημα”, 2005, <http://diktia.dyndns.org/?q=node/9>
- ♦ Warren Montgomery, “Electrical Engineering 498D/598D (Telecommunications Systems)”, <http://home.att.net/~wamontgomery/niu498d/ELE498-1.ppt>
- ♦ Ketan Mayer-Patel, “TCP Friendly Streaming”, <http://inst.eecs.berkeley.edu/~cs294-9/fa03/slides/TCPFriendly.ppt>
- ♦ Dave Hollinger, “TCP Details”, <http://www.cse.sc.edu/~wyxu/515/slides/CSCE515-Aug28.ppt>
- ♦ “Comparison and Contrast between the OSI and TCP/IP Model”, <http://academic.regis.edu/jguhlke/osi.ppt>
- ♦ ΣΕΜΦΕ, Σχεδίαση Εφαρμογών και Υπηρεσιών Διαδικτύου, http://icbnet.ntua.gr/icbnet/Mathimata/IntroInternetTech/slides/5-FTP_E-mail_DNS.ppt
- ♦ <http://digitalschool.minedu.gov.gr>
- ♦ http://www.it.uom.gr/project/client_server/theoria1.htm
- ♦ <http://users.sch.gr/kgiannaras/index.php/mathimata/psifiaka-ilektronika/kodikes-bcd-gray-ascii>
- ♦ <http://users.sch.gr>

Βιβλιογραφία

- ♦ Douglas E. Comer - 2004 - Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών - Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- ♦ Luce T. - 1991 - Αρχιτεκτονική Υπολογιστών - Εκδόσεις Τζιόλας
- ♦ Maran R. - 1995 - Μαθαίνω μόνος μου τους υπολογιστές και το Internet - Γεννάδειος Σχολή
- ♦ 1994 - Πώς δουλεύουν οι Υπολογιστές - Εκδόσεις Κλειδάριθμος
- ♦ Hutchinson S. & Sawyer S. - 1996 - Computers and Information Systems - Εκδόσεις Irwin
- ♦ Vermaat M., Walker T., Hall T. & Repede J. - 1997 - Discovering Computer - Εκδόσεις Shelly Cashman Series
- ♦ W.Fone - Sending information across a WAN
- ♦ Άρης Αλεξόπουλος & Γιώργος Λαγόγιαννης - 2010 - Τηλεπικοινωνίες Και Δίκτυα Υπολογιστών - Εκδόσεις Αφοί Ροη ΑΕ
- ♦ Nicopolitidis P., Obaidat M.S., Papadimitriou G.I., Pomportsis A.S. - 2006 - Ασύρματα Δίκτυα
- ♦ Δημήτρης Ξενικός - 2007 - Ψηφιακές τηλεπικοινωνίες
- ♦ Χρήστος Βασιλόπουλος - 2003 - Επικοινωνίες Η/Υ

