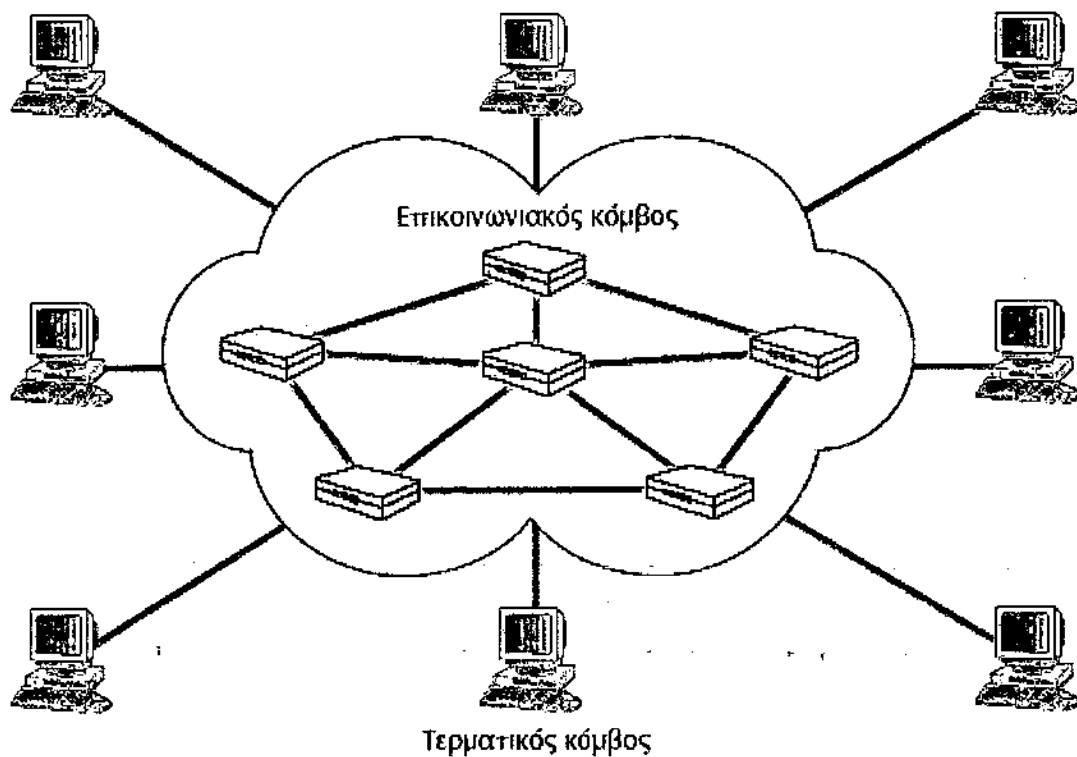


ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ :

ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΤΗ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ :
Ι. ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΥ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
Ι. ΜΟΥΣΤΑΚΗΣ
Σ. ΤΣΑΦΟΣ

ΑΡΧΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

<u>1.1 Τα επικοινωνιακά δίκτυα και οι ανάγκες που εξυπηρετούν</u>	1
<u>1.2 Η σύγκλιση των επικοινωνιών με την πληροφορική</u>	3
<u>1.3 Υπηρεσίες δικτύου επικοινωνίας</u>	4
<u>1.4 Μεταγωγή και πολυπλεξία</u>	8
<u>1.5 Κατηγορίες δικτύων ανάλογα με τη γεωγραφική τους έκταση</u>	13
1.5.1 Τοπικά δίκτυα	13
1.5.2 Δίκτυα ευρείας περιοχής	13
1.5.3 Σύγκριση LAN και WAN :	14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ**

<u>2.1 Τύποι καλωδίων</u>	16
2.1.1 Καλώδια συνεστραμμένων ζευγών (Twisted pair)	16
2.1.2 Ομοαξονικό καλώδιο (Coaxial Cable)	17
2.1.3 Καλώδιο οπτικών ινών (Fiber optics cable)	18
<u>2.2 Τοπολογίες Τοπικών Δικτύων</u>	18
<u>2.3 Πρότυπα Τοπικών Δικτύων</u>	23
2.3.1 Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης (LLC – IEEE 802.2)	26
2.3.2 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο IEEE 802.3	29
2.3.3 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο IEEE 802.4 – Αρτηρία με Κουπόνι (Token Bus)	31
2.3.4 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο IEEE 802.5 – Δακτύλιος με κουπόνι (Token Ring)	35
2.3.5 Σύγκριση τοπικών δικτύων	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

<u>3.1 MODEM</u>	42
3.1.1 Πρότυπα επικοινωνίας των modems	42
<u>3.2 Κάρτες δικτύου (Network Interface Cards – NICs)</u>	45
<u>3.3 Επαναλήπτες (Repeaters)</u>	46
<u>3.4 Γέφυρες (Bridges)</u>	48
<u>3.5 Μεταγωγείς (Switches)</u>	51
<u>3.6 Δρομολογητές (Routers)</u>	55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΔΙΚΤΥΑ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

<u>4.1 Επεκτείνοντας το δίκτυο.</u>	60
<u>4.2 Επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές</u>	61
<u>4.3 Μισθωμένες γραμμές</u>	62
<u>4.4 X.25</u>	64
<u>4.5 ISDN</u>	66
<u>4.6 Frame Relay</u>	70
<u>4.7 ATM</u>	72
<u>4.8 xDSL</u>	74
<u>4.9 Εικονικά ιδιωτικά δίκτυα</u>	77
<u>4.10 Κριτήρια επιλογής τεχνολογιών WAN</u>	78

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

<u>5.1 Η έννοια του πληροφοριακού συστήματος</u>	81
<u>5.2 Ορισμός πληροφοριακού συστήματος</u>	81
<u>5.3 Σκοποί πληροφοριακού συστήματος</u>	83
<u>5.4 Συστατικά μέρη πληροφοριακού συστήματος</u>	86
5.4.1 Διοίκηση	86
5.4.2 Πληροφορία	89
5.4.2.1 Δεδομένα και Πληροφορία	89
5.4.2.2. Κύκλος Ζωής Δεδομένων	92
5.4.2.3 Επίπεδα Πληροφοριών	95

5.4.2.4 Κατηγορίες Πληροφοριών	95
5.4.2.5 Χαρακτηριστικά πληροφοριών	97
5.4.3 Σύστημα	100
5.4.3.1 Στοιχεία Συστήματος	101
5.4.3.2. Είδη Συστημάτων	105
5.4.3.3. Έλεγχος Συστήματος	109
5.4.3.4 Διάσπαση και Απομόνωση Συστημάτων	113

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

<u>ΕΙΔΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ</u>	119
<u>6.1 Είδη Πληροφοριακών Συστημάτων</u>	119
6.1.1 Μηχανογραφημένα Πληροφοριακά Συστήματα	122
<u>6.2 Πληροφοριακά Συστήματα και Χρήστες</u>	130

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

<u>ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΩΝ</u>	134
<u>7.1 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝ</u>	134
<u>7.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΔΙΚΤΥΩΝ</u>	134
<u>7.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΔΙΚΤΥΟΥ</u>	136
<u>7.3.1 Αυθεντικοποίηση</u>	137
<u>7.3.2 Έλεγχος προσπέλασης</u>	138
<u>7.3.3 Εμπιστευτικότητα δεδομένων</u>	139
<u>7.3.4 Ακαιρεότητα δεδομένων</u>	139
<u>7.3.5 Καταλογισμός ευθύνης</u>	139
<u>7.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</u>	140
<u>7.4.1 Έλεγχος προσπέλασης</u>	140
<u>7.4.2 Κρυπτογραφία</u>	142
<u>7.4.3 Ψηφιακή υπογραφή</u>	143
<u>7.5 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ</u>	143
<u>7.6 ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ</u>	144
<u>ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ</u>	
<u>7.7 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ</u>	145
<u>ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</u>	
<u>7.8 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</u>	146
<u>7.9 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ</u>	150
<u>7.9.1 Firewall</u>	151
<u>7.9.2 Αποφυγή καταστροφών</u>	152

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8</u>	
<u>ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ</u>	156
<u>8.1 ΓΕΝΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ</u>	156
<u>8.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ / ΟΦΕΛΟΣ</u>	158
<u>8.3 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ</u>	160
<u>8.4 ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ</u>	162
<u>8.5 ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΠΤΩΣΗΣ</u>	162
<u>8.6 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΚΤΑΣΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ</u>	163
<u>8.7 ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ</u>	164
<u>8.8 ΜΗ ΠΟΣΟΤΙΚΟΣ-ΑΠΟΤΙΜΩΜΕΝΑ ΟΦΕΛΗ</u>	166
<u>8.8.1 Αύξηση παραγωγικότητας</u>	167
<u>8.8.2 Μείωση επιχειρηματικού κινδύνου</u>	167
<u>8.8.3 Επέκταση επιχειρηματικής δραστηριότητας</u>	168
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	169

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**ΑΡΧΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ****Εισαγωγή**

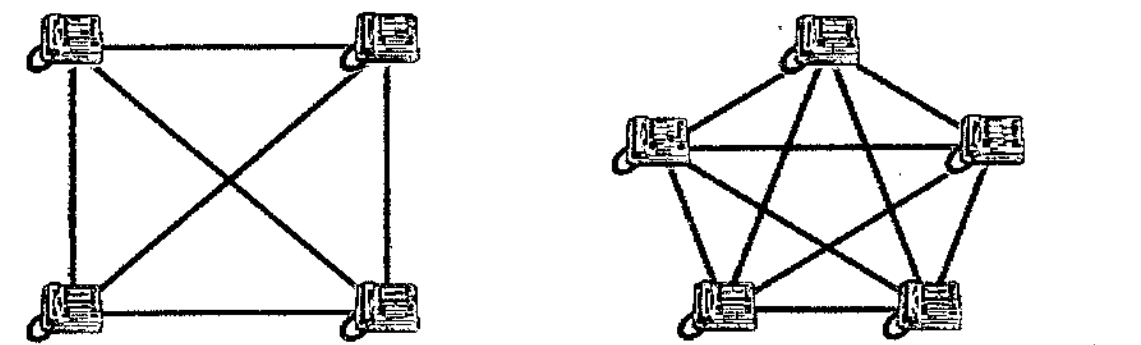
Οι νέες τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας αλλάζουν ραγδαία τον τρόπο εργασίας, διασκέδασης, επικοινωνίας και συναλλαγής και οδηγούν στην Κοινωνία της Πληροφορίας. Τα δίκτυα επικοινωνίας αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για την Κοινωνία της Πληροφορίας. Σε αυτό το κεφάλαιο θα σας δοθούν οι βασικές αρχές και τεχνικές ανάπτυξης δικτύων επικοινωνίας.

1.1 Τα επικοινωνιακά δίκτυα και οι ανάγκες που εξυπηρετούν

Η ανάγκη των ανθρώπων να επικοινωνούν μεταξύ τους ξεκινά από πολύ παλιά με τη χρήση σημάτων καπνού και συνεχίζεται στον 19^ο αιώνα με τη χρήση της τηλεγραφίας, στον 20^ο αιώνα με τη χρήση της τηλεφωνίας και στην 3^η χιλιετία με την χρήση δικτύων υπολογιστών.

Για την επικοινωνία δύο συσκευών απαιτείται να υπάρχει μεταξύ τους σύνδεση από σημείο σε σημείο. Η σύνδεση αυτή μπορεί να υλοποιείται με καλώδιο, οπτική ίνα ή ραδιοζεύξη. Όταν ο αριθμός των συσκευών αυξάνει και πρέπει να είναι δυνατή η επικοινωνία μεταξύ δύο οποιωνδήποτε συσκευών, προφανώς δεν είναι πρακτική λύση να υπάρχουν συνδέσεις από σημείο προς σημείο για όλες αυτές τις συσκευές.

Για να αντιληφθούμε το πρόβλημα, ας δούμε την περίπτωση της απευθείας τηλεφωνικής σύνδεσης. Για να υπάρχει τηλεφωνική επικοινωνία ανάμεσα σε δύο συνδρομητές, χρειάζονται δύο τηλεφωνικές συσκευές και μία γραμμή, που να τους συνδέει. Για να προστεθεί κι ένας τρίτος συνδρομητής, θα πρέπει κάθε συνδρομητής να έχει δύο συσκευές και δύο γραμμές, που να τον ενώνουν με τους άλλους δύο, δηλαδή απαιτούνται συνολικά $3 \times 2 = 6$ συσκευές και $3 \times 2/2 = 3$ γραμμές. Για να προστεθεί και τέταρτος συνδρομητής θα πρέπει κάθε συνδρομητής, να έχει τρεις συσκευές και τρεις γραμμές που να τον ενώνουν με τους άλλους τρεις, δηλαδή απαιτούνται συνολικά $4 \times 3 = 12$ συσκευές και $4 \times 3/2 = 6$ γραμμές (σχήμα 1.1).



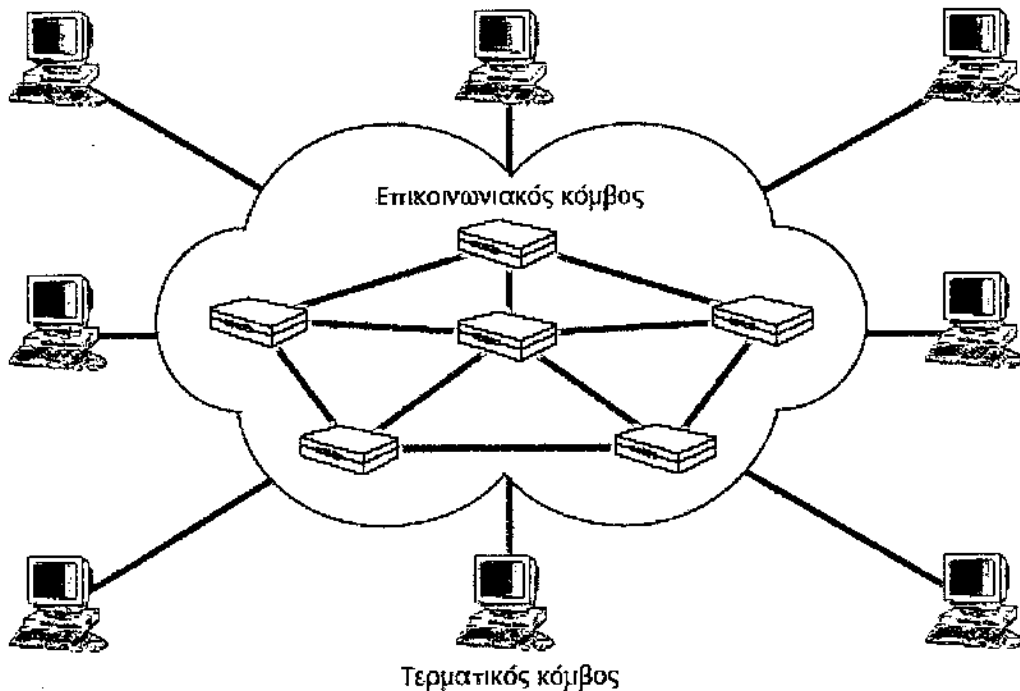
Σχήμα 1.1 Αριθμός συνδέσεων για 4,5 συνδρομητές

Έτσι, τελικά, για τη σύνδεση N συνδρομητών, κάθε συνδρομητής θα χρειάζεται $N-1$ τηλεφωνικές συσκευές και θα απαιτούνται συνολικά $N(N-1)/2$ επικοινωνιακές γραμμές. Στην περίπτωση μικρού χωριού 1000 κατοίκων, θα έπρεπε κάθε συνδρομητής να έχει 999 τηλεφωνικές συσκευές και να υπάρχουν συνολικά 499.500 επικοινωνιακές γραμμές !

Έτσι, με την αύξηση των συνδρομητών, έγινε προφανής η ανάγκη του **τηλεφωνικού δικτύου (telephone network)** όπου δεν υπάρχουν άπειρες πολλαπλές συνδέσεις από σημείο σε σημείο αλλά γίνεται από κοινού εκμετάλλευση του υπάρχοντος εξοπλισμού και των τηλεπικοινωνιακών γραμμών. Στην αρχή δημιουργήθηκαν τα χειροκίνητα τηλεφωνικά κέντρα, στη συνέχεια τα αυτόματα ηλεκτρομηχανικά κέντρα, μετά τα ηλεκτρονικά κέντρα και τέλος, τα σύγχρονα τηλεφωνικά κέντρα, που χρησιμοποιούν υπολογιστικά συστήματα και την τεχνική της αποθήκευσης και προώθησης για τη μετάδοση της πληροφορίας.

Το ίδιο πρόβλημα υπάρχει και στις συνδέσεις υπολογιστών. Στην αρχή υπήρχαν συνδέσεις από σημείο σε σημείο. Όταν όμως ο αριθμός των υπολογιστών άρχισε να αυξάνει και έγινε αντιληπτό το όφελος από την διασύνδεση των υπολογιστών, άρχισαν να δημιουργούνται τα **δίκτυα δεδομένων (data networks)**.

Γενικότερα, η λύση στο πρόβλημα της επικοινωνίας είναι η ύπαρξη **επικοινωνιακού δικτύου** του οποίου τις γραμμές, τους κόμβους και γενικότερα τους **πόρους (resources)** να μπορεί να χρησιμοποιεί οποιαδήποτε συσκευή που θέλει να επικοινωνήσει (σχήμα 1.2)



Σχήμα 1.2 Τερματικοί και επικοινωνιακοί κόμβοι σε ένα επικοινωνιακό δίκτυο

Επικοινωνιακό δίκτυο, λοιπόν, είναι ένα σύνολο κόμβων διασυνδεδεμένων με γραμμές επικοινωνίας, έτσι ώστε να επιτρέπεται η ανταλλαγή πληροφορίας. Οι κόμβοι μπορεί να είναι τερματικές συσκευές, όπως τηλεφωνικές συσκευές, υπολογιστές, εκτυπωτές, εξυπηρετητές αρχείων. Μπορεί επίσης να είναι συσκευές επικοινωνίας, όπως τηλεφωνικά κέντρα, πύλες, δρομολογητές, επαναλήπτες. Από τα παραπάνω παραδείγματα προκύπτει ότι, τελικά, υπάρχουν δύο είδη κόμβων : οι τερματικοί και οι επικοινωνιακοί ή τηλεπικοινωνιακοί κόμβοι. Οι τερματικοί κόμβοι παράγουν ή καταναλώνουν την πληροφορία, που μεταφέρεται στο δίκτυο. Οι επικοινωνιακοί κόμβοι μεταφέρουν την πληροφορία, αλλά ούτε την παράγουν ούτε την καταναλώνουν.

Υπάρχουν πολλά είδη δικτύων επικοινωνίας. Το τηλεφωνικό δίκτυο, που χρησιμοποιείται για μετάδοση φωνής, είναι το πιο γνωστό και επεκταμένο δίκτυο επικοινωνίας. Ακόμα δίκτυα υπολογιστών μπορεί να χρησιμοποιούνται σε γραφεία, για να επιτρέπουν στους εργαζόμενους, να χρησιμοποιούν από κοινού δεδομένα και συσκευές, σε εργοστάσια, για να βοηθούν στις αυτοματοποιημένες διαδικασίες παραγωγής (π.χ. διασύνδεση εργαλειομηχανών, ρομπότ) αλλά και σε ολόκληρο τον κόσμο για να παρέχουν στους χρήστες τους τη δυνατότητα ανταλλαγής μηνυμάτων, αρχείων και πρόσβασης σε κάθε είδους πληροφορία (Internet).

Όλα τα παραπάνω συστήματα είναι επικοινωνιακά δίκτυα. Διαφέρουν, όμως, σημαντικά στο είδος της πληροφορίας, που μεταδίδουν και στον τρόπο που χρησιμοποιούνται. Μερικά από τα οφέλη από τη χρήση των δικτύων επικοινωνίας είναι :

- Διαμερισμός πόρων.
- Υψηλή αξιοπιστία.
- Εξοικονόμηση χρημάτων.
- Επικοινωνία.

1.2 Η σύγκλιση των επικοινωνιών με την πληροφορική

Τις τελευταίες δεκαετίες οι χώροι των επικοινωνιών και της πληροφορικής επικαλύπτονται όλο και περισσότερο. Προκύπτει έτσι η τηλεπληροφορική και νέες τεχνολογίες, προϊόντα και εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον ενοποιημένο αυτό χώρο. Η επανάσταση της πληροφορικής φέρνει μερικά αξιοσημείωτα αποτελέσματα:

- ❖ Δεν υπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ της επεξεργασίας των δεδομένων (υπολογιστικός εξοπλισμός) και των επικοινωνιών δεδομένων (εξοπλισμός μετάδοσης και μεταγωγής).
- ❖ Ενοποιούνται οι επικοινωνίες δεδομένων, φωνής και εικόνας.

- ✧ Αμβλύνεται ο διαχωρισμός μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων με έναν επεξεργαστή, με πολλούς επεξεργαστές τοπικών δικτύων, ευρύτερων δικτύων και δικτύων μεγάλης εξάπλωσης.

Κατά συνέπεια, οι χώροι δράσης των εταιρειών υπολογιστών και των εταιρειών επικοινωνιών επικαλύπτονται όλο και περισσότερο, από την παραγωγή συστημάτων έως και την ολοκλήρωση των συστημάτων. Ακόμη, χαρακτηριστικό είναι ότι αναπτύσσονται ολοκληρωμένα συστήματα, τα οποία μεταδίδουν και επεξεργάζονται κάθε τύπου δεδομένα και πληροφορίες.

Η σύγκλιση στο χώρο των επικοινωνιών έχει καταλυτική επίδραση στην εξέλιξη της κοινωνίας και της οικονομίας της. Σύντομα η εικόνα που έχουμε για έννοιες όπως το γραφείο και το σχολείο, θα αλλάξει ριζικά. Τα καταστήματα μπορεί να αντικατασταθούν από ηλεκτρονικούς καταλόγους παραγγελιών και οι πόλεις να απλωθούν, αφού εγκαταστάσεις επικοινωνιών υψηλής ταχύτητας θα ελαττώσουν την ανάγκη για φυσική προσέγγιση.

1.3 Υπηρεσίες δικτύου επικοινωνίας

Ένα δίκτυο επικοινωνιών έχει σκοπό να παρέχει υπηρεσίες στους χρήστες του. Τέτοια υπηρεσία είναι η υπηρεσία τηλεφωνικής επικοινωνίας, με την οποία γίνεται εφικτή η σύνδεση μιας τηλεφωνικής συσκευής με οποιαδήποτε άλλη, όπου κι αν βρίσκεται. Με την τηλεφωνική υπηρεσία έχουμε τη δυνατότητα μετάδοσης πληροφορίας του χρήστη, αλλά και μετάδοσης πληροφορίας σηματοδοσίας (τέτοια είναι το σήμα κουνούνισματος στο τηλέφωνο του καλούμενου, το σήμα κλήσης ή κατειλημμένου στο τηλέφωνο του καλούντος κ.ο.κ.). Η ένδειξη αναμονής κλήσης, η εκτροπή κλήσης, η τριμερής επικοινωνία, η φραγή εξερχόμενων κλήσεων είναι μερικές ακόμη υπηρεσίες, που προσφέρονται από τις τηλεφωνικές εταιρείες. Μια μισθωμένη γραμμή E1 μεταξύ δύο απομακρυσμένων σημείων παρέχει υπηρεσία μεταφοράς πληροφορίας ανά πάσα στιγμή, με ταχύτητα 2 Mbits το δευτερόλεπτο (2 Mbps).

Τα δίκτυα δεδομένων παρέχουν κι αυτές πολλές υπηρεσίες. Για παράδειγμα, στον περιορισμένο γεωγραφικά χώρο ενός τοπικού δικτύου, η υπηρεσία εξυπηρέτησης εκτυπώσεων επιτρέπει σε όλους τους υπολογιστές του τοπικού δικτύου να χρησιμοποιούν από κοινού ένα διαθέσιμο εκτυπωτή (printer server). Η υπηρεσία εξυπηρέτησης αρχείων επιτρέπει σε όλους τους χρήστες του τοπικού δικτύου να χρησιμοποιούν αρχεία, που βρίσκονται σε ένα διαθέσιμο για το σκοπό αυτό υπολογιστή (file server). Αλλά και στον ευρύτερο χώρο, π.χ. του Internet, παρέχονται διάφορες υπηρεσίες όπως η υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail), η οποία επιτρέπει στους χρήστες της να ανταλλάσσουν μηνύματα, η υπηρεσία μεταφοράς αρχείων (file transfer), η οποία επιτρέπει τη μεταφορά αρχείων από ένα υπολογιστή σε έναν άλλο κ.ο.κ.

Επισημάνση :

Η σύγκλιση των τεχνολογιών των επικοινωνιών και των υπολογιστών κάνει δυνατή τη μετάδοση κάθε μορφής πληροφορίας, όπως εικόνα, ήχος, κείμενο, γραφικά και δεδομένα, μέσα σε ένα δίκτυο επικοινωνίας. Με την ευρεία αυτή έννοια διαπραγματευόμαστε τα δίκτυα στην παρούσα πτυχιακή.

Όπως βλέπουμε, λοιπόν, ένα δίκτυο προσφέρει ποικίλες και αρκετά διαφοροποιημένες υπηρεσίες. Υπάρχει όμως μια θεμελιώδης αρχή, στην οποία βασίζεται η οποιοδήποτε τύπου ανταλλαγή πληροφορίας. Αυτή είναι ότι η πληροφορία μεταφέρεται και αποθηκεύεται στο δίκτυο επικοινωνίας με τη μορφή bits. Για την ακρίβεια, το τελευταίο στάδιο του μετασχηματισμού της πληροφορίας, ώστε να είναι δυνατή η διαβίβασή της μέσα από το φυσικό μέσο μετάδοσης, είναι η μετατροπή των bits σε ηλεκτρικό σήμα.

Ανάλογα με την υπηρεσία, η μεταφορά των bits μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο αξιόπιστη και να διαρκεί περισσότερο ή λιγότερο χρόνο. Τις διαφορετικές αυτές απαιτήσεις εξυπηρετεί το δίκτυο χρησιμοποιώντας λίγες μόνο διαφορετικές **κατηγορίες υπηρεσιών επικοινωνίας**.

Έτσι, από την άποψη του χρήστη οι υπηρεσίες επικοινωνίας μπορεί να είναι είτε **σύγχρονες** είτε **ασύγχρονες**.

Κατά την **σύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας**, μεταδίδεται σειρά από bits με σταθερή καθυστέρηση και συγκεκριμένο ρυθμό μετάδοσης. Κάθε bit φθάνει στον προορισμό του με την ίδια καθυστέρηση (άρα και με τη σωστή σειρά), ενώ μερικά bits είναι πιθανό να ληφθούν λάθος (0 αντί για 1 και αντίστροφα). Για παράδειγμα, το τηλεφωνικό δίκτυο προσφέρει σύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας στους χρήστες του. Ο συνδρομητής του τηλεφωνικού δικτύου καλεί πρώτα τον αριθμό άλλου συνδρομητή, για να εγκαταστήσει σύνδεση, μετά μιλά με τον άλλο συνδρομητή και τέλος διακόπτεται η σύνδεση. Σε όλη τη διάρκεια της σύνδεσης, οι δύο συνδρομητές έχουν στην διάθεσή τους αποκλειστικά ένα κανάλι από σημείο σε σημείο, το οποίο παραδίδει πληροφορίες με τη σειρά που στάλθηκαν .



Σχήμα 1.3 Στην υπηρεσία σύγχρονης επικοινωνίας κάθε bit καθυστερεί το ίδιο

Κατά την **ασύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας**, η σειρά από bits πριν την μετάδοσή της διαιρείται σε πακέτα. Τα πακέτα μεταδίδονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο μέσα από το δίκτυο

επικοινωνίας, και συνεπώς λαμβάνονται στον προορισμό με διαφορετικές καθυστερήσεις, πιθανά κι εκτός σειράς. Ακόμα, κάποια πακέτα μπορεί να ληφθούν λανθασμένα ή να χαθούν. Για την περιγραφή της ποιότητας της ασύγχρονης υπηρεσίας επικοινωνίας χρησιμοποιούνται παράμετροι, όπως ο ρυθμός λανθασμένων πακέτων, η καθυστέρηση, ο τελικός ρυθμός μετάδοσης, η αξιοπιστία και η ασφάλεια της επικοινωνίας.



Σχήμα 1.4 Στην υπηρεσία ασύγχρονης επικοινωνίας μεταφέρονται πακέτα με μεταβλητή καθυστέρηση

Οι ασύγχρονες υπηρεσίες επικοινωνίας κατηγοριοποιούνται σε υπηρεσίες **με σύνδεση** και υπηρεσίες **χωρίς σύνδεση**.

Στην **υπηρεσία με σύνδεση (connection oriented service)**, ο χρήστης διαθέτει μια αξιόπιστη από άκρο σε άκρο σύνδεση, η οποία μεταφέρει τα πακέτα με τη σειρά, που στάλθηκαν. Ανάλογα με την ποιότητα της υπηρεσίας μπορεί να παρέχεται και εγγύηση για την απουσία ή όχι λαθών .



Σχήμα 1.5 Στην υπηρεσία με σύνδεση μεταφέρονται πακέτα στη σωστή σειρά

Στην **υπηρεσία χωρίς σύνδεση (connectionless service)**, ο χρήστης απλά συγκεντρώνει την πληροφορία που έχει να στείλει, της βάζει διεύθυνση και μετά τη στέλνει, ελπίζοντας ότι θα φθάσει στον προορισμό της. Δεν υπάρχει καμία εγγύηση ότι αυτό θα πραγματοποιηθεί. Τα πακέτα μεταφέρονται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο και γι' αυτό μπορεί να φθάσουν στον προορισμό τους με λάθος σειρά, ενώ μερικά μπορεί να έχουν λάθη και άλλα να χαθούν. Μερικές υπηρεσίες με σύνδεση μπορεί να παρέχουν έναν **μηχανισμό επιβεβαίωσης της λήψης** των πακέτων. Η υπηρεσία χωρίς σύνδεση μας θυμίζει το ταχυδρομικό σύστημα. Εκεί, για να στείλουμε ένα γράμμα, το ρίχνουμε στο ειδικό γραμματοκιβώτιο από το οποίο το συλλέγει ο ταχυδρομικός οργανισμός. Μέσω του ταχυδρομικού δικτύου το γράμμα οδηγείται – ελπίζουμε-στο σωστό μέρος, δηλαδή στο γραμματοκιβώτιο του παραλήπτη. Δεν μπορούμε ποτέ να είμαστε βέβαιοι, ότι το γράμμα θα φτάσει, αλλά ξέρουμε ότι υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα και για το λόγο αυτό δείχνουμε

εμπιστοσύνη στο ταχυδρομικό δίκτυο. Υπάρχει βέβαια και η δυνατότητα αποστολής συστημένων γραμμάτων όπου εξασφαλίζεται εγγυημένη παράδοση (μηχανισμός επιβεβαίωσης λήψης).



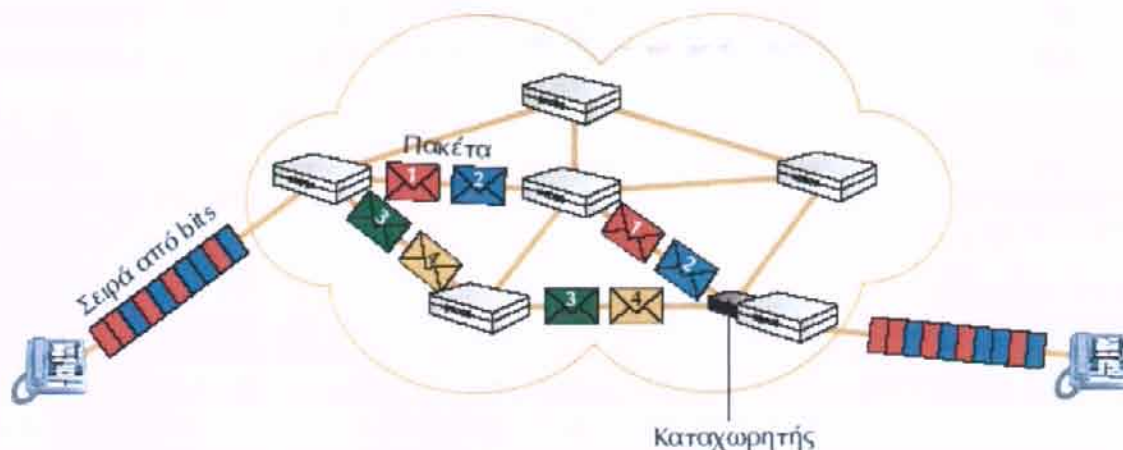
Σχήμα1.6 Στην υπηρεσία χωρίς σύνδεση τα πακέτα μεταφέρονται με τυχαία σειρά και δεν υπάρχει εγγύηση ότι θα παραληφθούν χωρίς λάθη

Ας δούμε τώρα μερικά παραδείγματα υπηρεσιών δικτύων επικοινωνίας και την αντίστοιχη κατηγορία, στην οποία ανήκουν. Εκεί όπου απαιτείται σταθερός ρυθμός μετάδοσης bits μέσα από το δίκτυο επικοινωνίας, χρησιμοποιείται σύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας (π.χ. μετάδοση ήχου, κινούμενης εικόνας). Εκεί όπου απαιτείται η ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ απομακρυσμένων υπολογιστών, χρησιμοποιείται συνήθως ασύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας με σύνδεση (π.χ. απομακρυσμένο τερματικό). Τέλος, όταν υπάρχει σποραδική μόνο μετάδοση πακέτων και δεν μας ενδιαφέρει η καθυστέρηση ή η σειρά λήψης των πακέτων, χρησιμοποιείται ασύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας χωρίς σύνδεση (π.χ. ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, ομάδες συζητήσεων).

Επισημάνση :

Είναι δυνατόν μια σύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας να υλοποιηθεί πάνω από μια ασύγχρονη υπηρεσία επικοινωνίας. Για να το κατανοήσουμε, θα αναφερθούμε στην μετάδοση φωνής. Η ακολουθία των bits, που αντιπροσωπεύουν τη φωνή, διαιρείται σε πακέτα. Τα πακέτα μεταδίδονται ασύγχρονα (χρησιμοποιώντας μια ασύγχρονη υπηρεσία του δικτύου επικοινωνίας). Η μεταβλητή καθυστέρηση, με την οποία τα πακέτα φωνής φθάνουν στο δέκτη, εξομαλύνεται με χρήση καταχωρητή. Ο ρόλος του καταχωρητή είναι να παραδίδει στην τηλεφωνική συσκευή του παραλήπτη μια σειρά από bits με την ίδια καθυστέρηση για κάθε bit (πράγμα που είναι απαραίτητο σε κάθε τηλεφωνική επικοινωνία). Έτσι, τελικά, ο χρήσης απολαμβάνει την ίδια υπηρεσία με αυτή που θα του παρείχε η υπηρεσία του κλασσικού τηλεφωνικού δικτύου, αντιλαμβάνεται δηλαδή σύγχρονη υπηρεσία.

Η επισημάνση αυτή δείχνει τις δυνατότητες των σημερινών δικτύων δεδομένων για παροχή κάθε κατηγορίας υπηρεσιών.



Σχήμα 1.7 Η μετάδοση φωνής σε πακέτα , είναι δυνατή με την χρήση καταχωρητών

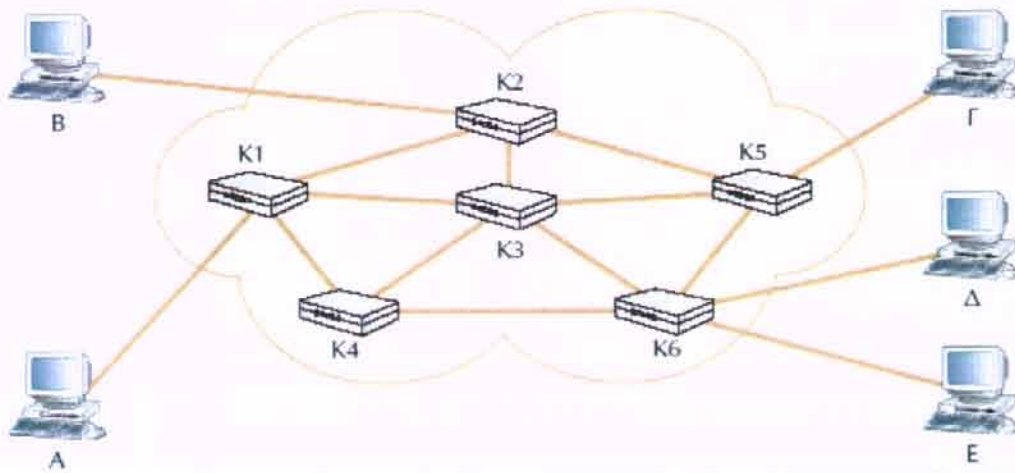
1.4 Μεταγωγή και πολυπλεξία

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε στη δυνατότητα καλύτερης αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων μέσω του επικοινωνιακού δικτύου. Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές, που χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της πληροφορίας μέσα από το δίκτυο και βοηθούν στην αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων του δικτύου. Αυτές είναι η **μεταγωγή** και η **πολυπλεξία**.

Με τη **μεταγωγή (switching)** η πληροφορία που στέλνει ένας σταθμός, περνά από διαδοχικούς κόμβους του δικτύου, για να φθάσει τελικά στο σταθμό προορισμού. Έτσι, χωρίς να είναι ανάγκη να υπάρχουν γραμμές, που να συνδέουν όλους τους σταθμούς μεταξύ τους, παρέχεται από το δίκτυο μια υπηρεσία επικοινωνίας, όπου κάθε σταθμός είναι δυνατόν να ανταλλάξει πληροφορίες με οποιοδήποτε σταθμό του δικτύου.

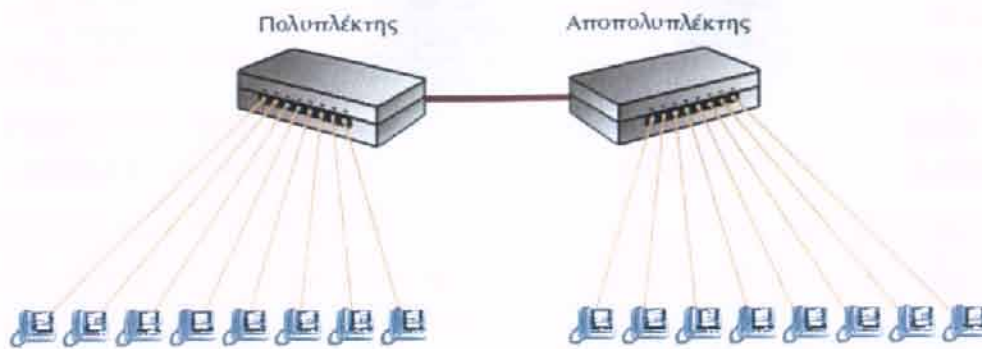
Οι κόμβοι μεταγωγής δεν ασχολούνται με το περιεχόμενο της πληροφορίας, αλλά μόνο με το πώς θα προωθήσουν την πληροφορία κατάλληλα από κόμβο σε κόμβο, μέχρι αυτή να φθάσει στον προορισμό της. Το σχήμα 1.8 δείχνει ένα απλό δίκτυο μεταγωγής. Οι σταθμοί, στους οποίους παρέχονται οι υπηρεσίες επικοινωνίας από το δίκτυο, μπορεί να είναι υπολογιστές, τερματικά, τηλεφωνικές συσκευές ή οποιαδήποτε άλλη συσκευή επικοινωνίας. Οι κόμβοι μεταγωγής ή απλά κόμβοι, συνδέονται μεταξύ τους με τις επικοινωνιακές γραμμές. Κάθε σταθμός συνδέεται με κάποιο κόμβο. Για παράδειγμα, ένα μήνυμα που στέλνει ο σταθμός Α και προορίζεται για τον σταθμό Δ, παραδίδεται αρχικά στον κόμβο Κ1. Μετά, μέσω των κόμβων Κ3 και Κ6 ή μέσω των κόμβων Κ4 και Κ6, προωθείται στον σταθμό προορισμού Δ. Μερικές παρατηρήσεις που μπορούμε να κάνουμε βασισμένο στο σχήμα 1.8 είναι :

- ✧ Μερικοί κόμβοι συνδέονται μόνο με άλλους κόμβους και εκτελούν μόνο τη λειτουργία της μεταγωγής, ενώ μερικοί άλλοι συνδέονται ταυτόχρονα και με ένα ή περισσότερους σταθμούς. Αυτοί οι τελευταίοι κόμβοι, εκτός από τις λειτουργίες μεταγωγής, δέχονται και παραδίδουν δεδομένα στους συνδεδεμένους σταθμούς.
- ✧ Η τοπολογία διασύνδεσης των κόμβων δεν είναι πλήρης, δηλαδή δεν υπάρχει πάντα απευθείας γραμμή, που να συνδέει δύο κόμβους. Βέβαια είναι επιθυμητό να υπάρχουν περισσότερες από μία διαδρομές, που να συνδέουν δύο σταθμούς. Με τον τρόπο αυτό, το δίκτυο γίνεται περισσότερο αξιόπιστο και λιγότερο ευάλωτο σε βλάβες.
- ✧ Μέσα από τις επικοινωνιακές γραμμές, που χρησιμοποιούνται για να συνδέονται οι κόμβοι, περνούν περισσότερες από μία συνδέσεις σταθμών και αυτό επιτυγχάνεται με την πολυπλεξία.



Σχήμα 1.8 Σε ένα δίκτυο μεταγωγής, η πληροφορία που στέλνει ένας σταθμός περνά από διαδοχικούς κόμβους του δικτύου για να φθάσει τελικά στο σταθμό προορισμού.

Πολυπλεξία (multiplexing) είναι η τεχνική που επιτρέπει δεδομένα από πολλές πηγές να μεταδίδονται μέσα από την ίδια γραμμή επικοινωνίας. Έτσι γίνεται καλύτερη αξιοποίηση των τηλεπικοινωνιακών γραμμών υψηλής χωρητικότητας. Η διαδικασία της πολυπλεξίας φαίνεται στο σχήμα 1.9(στην πιο απλή της μορφή). Υπάρχουν n γραμμές εισόδου σε μια συσκευή, που λέγεται **πολυπλέκτης (multiplexer)**. Ο πολυπλέκτης συνδέεται μέσω επικοινωνιακής γραμμής με ένα **αποπολυπλέκτη (demultiplexer)**. Έτσι είναι δυνατόν να μεταφέρονται n διαφορετικά κανάλια μέσω της γραμμής σύνδεσης. Ο πολυπλέκτης συνθέτει (πολυπλέκει) τα δεδομένα από τις n γραμμές εισόδου και τα μεταδίδει μέσα από γραμμή μεγαλύτερης χωρητικότητας. Ο αποπολυπλέκτης λαμβάνει την πολυπλεγμένη ροή δεδομένων, χωρίζει τα δεδομένα ανάλογα με το κανάλι, στο οποίο ανήκουν και τα οδηγεί στις αντίστοιχες γραμμές εξόδου.



Σχημα 1.9 Με την πολυπλεξία δεδομένα από πολλές πηγές μεταδίδονται μέσα από την ίδια γραμμή επικοινωνίας

1.7 Πρωτόκολλα και Αρχιτεκτονική δικτύου .

Για να ανταλλάξουν δεδομένα δύο σταθμοί, εκτός από την ύπαρξη διαδρομής μεταξύ τους, είτε απευθείας είτε μέσω δικτύου επικοινωνίας, χρειάζεται να ακολουθηθούν επίσης συγκεκριμένες διαδικασίες. Για παράδειγμα, ο σταθμός – πηγή πρέπει να ενεργοποιήσει μια απευθείας επικοινωνιακή σύνδεση ή να πληροφορήσει το δίκτυο, για το ποιος είναι ο σταθμός με τον οποίο θέλει να επικοινωνήσει, ώστε να αποκατασταθεί η σχετική σύνδεση. Ακόμη πρέπει να ξέρει, πότε ο σταθμός προορισμού είναι έτοιμος να λάβει δεδομένα. Επίσης κάθε σταθμός πρέπει να είναι σε θέση να γνωρίζει, αν τα δεδομένα που έστειλε παρελήφθησαν σωστά ή δεν παρελήφθησαν καθόλου.

Έτσι, για την επικοινωνία των σταθμών σε ένα δίκτυο χρησιμοποιείται σύνολο κανόνων, το οποίο αποτελεί το πρωτόκολλο επικοινωνίας (communication protocol) ή απλά πρωτόκολλο (protocol). Για την ακρίβεια το πρωτόκολλο χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ οντοτήτων (entities), που βρίσκονται σε διαφορετικά συστήματα. Για παράδειγμα, οντότητες είναι τα προγράμματα εφαρμογών των χρηστών, τα προγράμματα μεταφοράς αρχείων, τα συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, ο εξοπλισμός για ανταλλαγή e-mail. Συστήματα είναι οι τηλεφωνικές συσκευές, οι υπολογιστές, τα τερματικά, οι απομακρυσμένοι αισθητήρες. Γενικά, οντότητα είναι οτιδήποτε μπορεί να στέλνει ή να λαμβάνει πληροφορία. Σύστημα είναι ένα συγκεκριμένο φυσικό αντικείμενο που περιέχει μια ή περισσότερες οντότητες. Έτσι τελικά οποιαδήποτε επικοινωνία πραγματοποιείται μεταξύ των αρμοδίων οντοτήτων. Για να είναι η επικοινωνία αυτή εφικτή και επιτυχής, οι οντότητες θα πρέπει να «μιλούν την ίδια γλώσσα», δηλαδή το ίδιο πρωτόκολλο.

Όσον αφορά τους χρήστες ενός δικτύου επικοινωνίας, αυτό που πρέπει να προσέχουν αν θέλουν να είναι δυνατόν να επικοινωνούν, είναι να χρησιμοποιούν συστήματα που υποστηρίζουν τα ίδια πρωτόκολλα επικοινωνίας.

Επισημάνση :

Η διενέργεια της επικοινωνίας μεταξύ οντοτήτων, που βρίσκονται σε διαφορετικά συστήματα, είναι αρκετά περίπλοκη, για να υλοποιείται από ένα συμπαγές πρωτόκολλο. Αντίθετα, χρησιμοποιείται ένα σύνολο πρωτοκόλλων, με ιεραρχική ή στρωματοποιημένη δομή.

Τώρα που γνωρίσαμε την έννοια του πρωτοκόλλου, είναι δυνατόν να αντιληφθούμε και τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται τα δίκτυα επικοινωνίας.

Ο ρόλος των διαφόρων τμημάτων του λογισμικού και του υλικού στη διεργασία της επικοινωνίας, η μεταξύ τους σχέση και τα πρωτόκολλα τα οποία πρέπει να ακολουθούνται, καθορίζονται από την **αρχιτεκτονική δικτύου (network architecture)**. Μάλιστα, με σκοπό να γίνει πιο εύκολη η σχεδίαση και υλοποίηση ενός δικτύου, χρησιμοποιούνται ανεξάρτητα δομικά στοιχεία τα **στρώματα (layers)** ή **επίπεδα (levels)**. Στην περίπτωση αυτή έχουμε **στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική δικτύου**. Ο αριθμός των επιπέδων, τα ονόματα, το περιεχόμενο και η λειτουργία τους διαφέρουν από αρχιτεκτονική σε αρχιτεκτονική. Όμως, σε κάθε περίπτωση, ο σκοπός του κάθε επιπέδου είναι να προσφέρει συγκεκριμένες υπηρεσίες στα υψηλότερα επίπεδα, με τρόπο διαφανή, απομονώνοντάς τα δηλαδή από τις λεπτομέρειες σχετικά με το πώς πραγματικά υλοποιούνται οι παρεχόμενες υπηρεσίες.

Με τη στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική, πετυχαίνουμε :

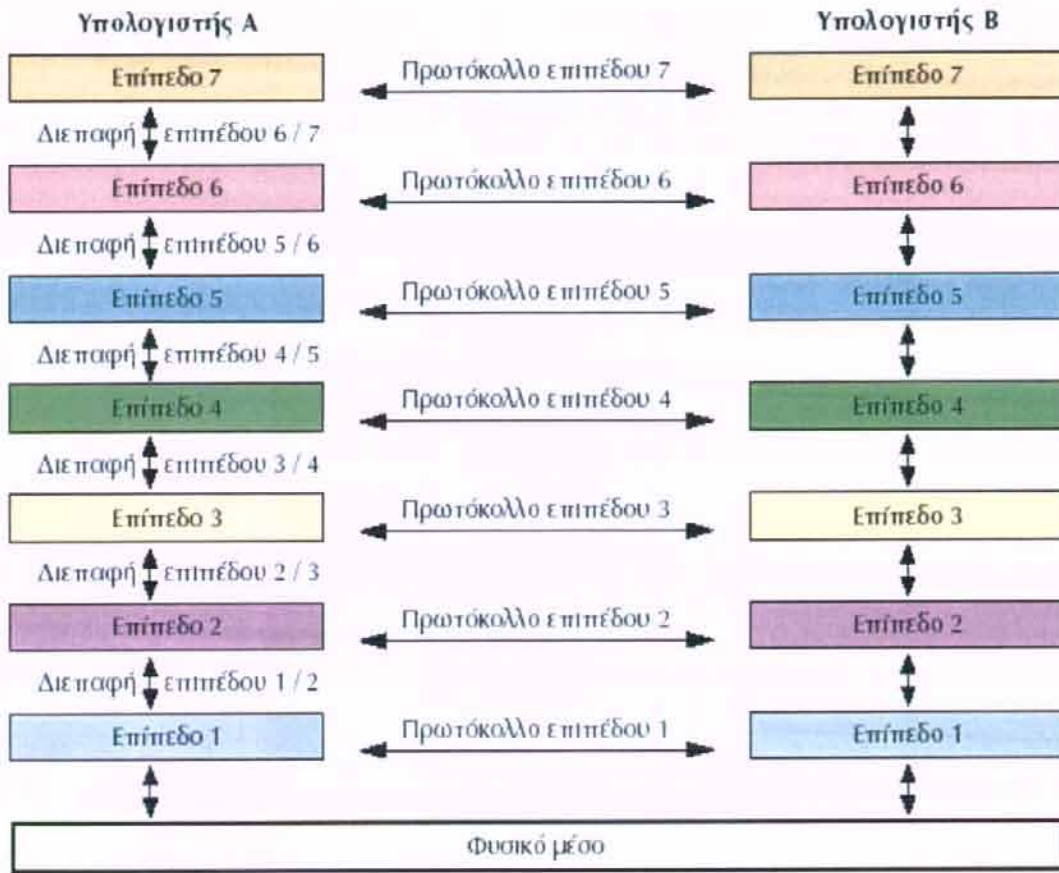
- ❖ Διαχωρισμό του προβλήματος της επικοινωνίας σε μικρότερα και πιο εύκολα διαχειρίσιμα προβλήματα.
- ❖ Εύκολη προσθήκη ή βελτίωση υπηρεσιών, αφού οι απαιτούμενες αλλαγές περιορίζονται σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο.

Σημείωση :

Μερικές από τις ανεξάρτητες λειτουργίες οι οποίες απαιτούνται στις επικοινωνίες δικτύου και είναι δυνατόν να υλοποιούνται σε διαφορετικά επίπεδα, είναι η μετατροπή των δεδομένων σε ηλεκτρικό σήμα, η ανίχνευση και η διόρθωση λαθών, η προώθηση των δεδομένων στον προορισμό, η κρυπτογράφηση των δεδομένων.

Οι σχεδιαστές, αφού αποφασίσουν τον αριθμό των επιπέδων, που θα συμπεριλάβουν σε ένα δίκτυο, το ρόλο του καθενός και τα πρωτόκολλά τους, σχεδιάζουν και τη **διεπαφή (interface)** ανάμεσα στα γειτονικά επίπεδα. Η διεπαφή καθορίζει τις βασικές λειτουργίες και υπηρεσίες, που προσφέρει κάθε επίπεδο στο ανώτερό του και τα μηνύματα, που ανταλλάσσονται μεταξύ των δύο γειτονικών επιπέδων. Ο σαφής και ξεκάθαρος καθορισμός των διεπαφών είναι παράγοντας

ιδιαίτερα κρίσιμος για την εύκολη και ανεξάρτητη βελτίωση και αναβάθμιση του κάθε επιπέδου και συμβάλλει στην εύκολη αντικατάσταση υλοποίησης ενός επιπέδου με άλλη εντελώς διαφορετική υλοποίηση.



Σχήμα 1.10 Επίπεδα , πρωτόκολλα και διεπαφές κατά την επικοινωνία δύο υπολογιστών

Λόγω της σπουδαιότητας της αρχιτεκτονικής επιπέδου, διάφοροι οργανισμοί και κατασκευαστές υπολογιστών έχουν ασχοληθεί με την τυποποίηση και ανάπτυξη αρχιτεκτονικών. Από τις πιο σημαντικές είναι η Αρχιτεκτονική Συστήματος Δικτύου (System Network Architecture, SNA) της IBM, η αρχιτεκτονική OSI (το μοντέλο αναφοράς OSI) του ISO, που θα αναπτύξουμε σε προσεχή παράγραφο και η αρχιτεκτονική TCP/IP, που χρησιμοποιείται στο Διαδίκτυο.

Επισήμανση :

Το σύνολο των επιπέδων, των πρωτοκόλλων και των διεπαφών μεταξύ των επιπέδων αποτελούν την αρχιτεκτονική δικτύου.

1.5 Κατηγορίες δικτύων ανάλογα με τη γεωγραφική τους έκταση

Ανάλογα με την έκταση, που καταλαμβάνουν, κατατάσσουμε τα δίκτυα σε τοπικά, και δίκτυα ευρείας περιοχής.

1.5.1 Τοπικά δίκτυα

Τα **τοπικά δίκτυα (Local Area Networks, LANs)** είναι δίκτυα, τα οποία εκτείνονται σε περιορισμένη γεωγραφικά περιοχή (π.χ. κτήριο ή συγκρότημα κτηρίων και σε έκταση μερικών μέτρων και σπάνια λίγων χιλιομέτρων). Χαρακτηρίζονται από υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων (10 έως 100 Mbps), μικρή καθυστέρηση μετάδοσης δεδομένων και μικρό αριθμό σφαλμάτων. Επίσης έχουν μικρό σχετικά αριθμό συνδεδεμένων συσκευών και χρησιμοποιούν ιδιωτικά μέσα μετάδοσης. Τοπικά δίκτυα συναντάμε σε σχολεία, πανεπιστήμια, εταιρείες, οργανισμούς, ιδρύματα και αλλού.

Τα τοπικά δίκτυα μπορεί να συνδέονται μεταξύ τους με ειδικό εξοπλισμό σχηματίζοντας είτε μεγαλύτερα τοπικά δίκτυα είτε, αν η απόσταση είναι μεγάλη, δίκτυα ευρείας περιοχής.

Στα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιείται ειδική παραλλαγή της στατιστικής πολυπλεξίας αντί της μεθόδου μεταγωγής, που προτιμάται στα δίκτυα ευρείας περιοχής. Συγκεκριμένα, η μέθοδος που χρησιμοποιείται λέγεται **πολλαπλή πρόσβαση (multiple access)**. Στη μέθοδο αυτή δεν υπάρχουν ενδιάμεσοι κόμβοι μεταγωγής. Σε κάθε σταθμό, υπάρχει ένας πομπός / δέκτης που επικοινωνεί μέσω κοινού μέσου μετάδοσης με όλους τους άλλους σταθμούς. Τα δεδομένα μεταδίδονται με τη μορφή πακέτων. Επειδή το ίδιο μέσο χρησιμοποιείται από όλους τους σταθμούς, μόνο ένας σταθμός είναι δυνατόν να εκπέμπει σε κάθε χρονική στιγμή.

1.5.2 Δίκτυα ευρείας περιοχής

Τα **δίκτυα ευρείας περιοχής (wide Area Networks, WANs)** καλύπτουν εκτεταμένη γεωγραφικά περιοχή (π.χ. μια πόλη, ή πόλεις, που βρίσκονται στο ίδιο ή και σε διαφορετικά κράτη). Στα δίκτυα αυτά, η σύνδεση των συστημάτων γίνεται με επιλεγόμενες (dial-up) τηλεφωνικές γραμμές (πρόκειται για τις απλές τηλεφωνικές γραμμές του ΟΤΕ), με αφιερωμένες ή αλλιώς μισθωμένες τηλεφωνικές γραμμές (dedicated ή leased lines), με δορυφορικές ζεύξεις και με γραμμές ειδικών δικτύων (π.χ. Hellaspac). Τα δίκτυα ευρείας περιοχής χαρακτηρίζονται από χαμηλές ταχύτητες και μεγάλες καθυστερήσεις (σε σχέση με τα τοπικά δίκτυα).

Στα δίκτυα ευρείας περιοχής μπορεί να συμμετέχουν τοπικά ή άλλα δίκτυα, ευρείας περιοχής. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζεται ένα **διαδίκτυο**. Το μεγαλύτερο διαδίκτυο, που υπάρχει σήμερα, είναι το **Internet (Διαδίκτυο)**.

Κρίσιμος παράγοντας που επηρεάζει την επίδοση ενός δικτύου ευρείας περιοχής είναι ότι η υλοποίησή του στηρίζεται στην υποδομή των τηλεφωνικών εταιρειών ή άλλων τηλεπικοινωνιακών φορέων (για παράδειγμα του ΟΤΕ). Οι συσκευές επικοινωνιών, οι ταχύτητες μετάδοσης και η ποιότητα περιορίζονται σε ό,τι μπορούν να προσφέρουν αυτοί οι φορείς.

1.5.3 Σύγκριση LAN και WAN :

Ένα LAN όπως κι ένα WAN είναι δίκτυα επικοινωνιών, που διασυνδέουν διαφορετικά συστήματα, συσκευές και παρέχουν τα μέσα για τη μεταξύ τους ανταλλαγή πληροφορίας. Υπάρχουν, βέβαια, μερικές βασικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των LAN και WAN. Καταρχήν, η διαφορετική έκταση την οποία εξυπηρετούν, οδηγεί σε διαφορετικές τεχνικές υλοποίησης. Επίσης, επειδή ένα LAN ανήκει σε ένα μόνο οργανισμό, ο οποίος εξυπηρετεί, έτσι, τις τοπικές επικοινωνιακές του ανάγκες, προϋποθέτει και την εξ ολοκλήρου αγορά, συντήρηση και διαχείριση του δικτύου από τον ίδιο τον οργανισμό. Τέλος, οι ρυθμοί μετάδοσης στα LAN είναι τυπικά πολύ μεγαλύτεροι απ' ότι στα WAN, κι έτσι μπορούν να υποστηρίξουν εφαρμογές πολύ πιο απαιτητικές σε εύρος ζώνης (όπως φωνή, κινούμενη εικόνα κ.λ.π.)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Εισαγωγή

Πολλοί τύποι καλωδίων χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα υπολογιστών. Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε τους κύριους τύπους καλωδίων, που χρησιμοποιούνται σήμερα σε όλες τις τοπολογίες δικτύων.

Στη συνέχεια του κεφαλαίου αυτού θα αναλύσουμε τα τοπικά δίκτυα υπολογιστών, τις διάφορες τοπολογίες τους, καθώς και τα σημαντικότερα και πλέον διαδεδομένα πρότυπα, που χρησιμοποιούνται στην υλοποίηση των τοπικών δικτύων.

2.1 Τύποι καλωδίων

Τα καλώδια, που κυρίως χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα, διαιρούνται σε τρεις βασικές κατηγορίες :

- ✧ Καλώδια συνεστραμμένων ζευγών
- ✧ Ομοαξονικά καλώδια
- ✧ Καλώδια οπτικών ινών

2.1.1 Καλώδια συνεστραμμένων ζευγών (Twisted pair)

Τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών είναι τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα στα τοπικά δίκτυα υπολογιστών. Αποτελούνται από τέσσερα ζεύγη συνεστραμμένων χάλκινων αγωγών. Ο κάθε αγωγός καλύπτεται από μονωτικό περίβλημα και υπάρχει εξωτερικό μονωτικό περίβλημα το οποίο καλύπτει τα τέσσερα ζευγάρια των αγωγών. Υπάρχουν σε διάφορες ποικιλίες, θωρακισμένα ή αθωράκιστα.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τους διάφορους τύπους καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών.

UTP (Unshielded Twisted Pair)

Αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών. Αποτελείται από τέσσερα ζεύγη συνεστραμμένων αγωγών καλυπτομένων από μονωτικό περίβλημα. Τα τέσσερα ζεύγη καλύπτονται και από εξωτερικό μονωτικό περίβλημα.

FTP (Foiled Twisted Pair)

Θωρακισμένο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών με τη χρήση φύλλου αλουμινίου.

Αποτελείται από τέσσερα ζεύγη συνεστραμμένων αγωγών καλυπτόμενων από μονωτικό περίβλημα. Κάτω από το εξωτερικό περίβλημα υπάρχει φύλλο αλουμινίου για τη θωράκιση του

καλωδίου. Σε επαφή με το περίβλημα αλουμινίου υπάρχει γυμνό καλώδιο από συνεστραμμένες ίνες, το οποίο πραγματοποιεί τη γείωση του φύλλου αλουμινίου και καλείται καλώδιο γείωσης (drain wire).

STP (Shielded Twisted Pair)

Θωρακισμένο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών με τη χρήση μεταλλικού πλέγματος.

Αποτελείται από τέσσερα ζεύγη συνεστραμμένων αγωγών καλυπτόμενων από μονωτικό περίβλημα. Κάτω από το εξωτερικό περίβλημα υπάρχει επικασσιτερωμένο μπλεντάζ χαλκού για τη θωράκιση του καλωδίου. Για την πραγματοποίηση της γείωσης του πλέγματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί γυμνό καλώδιο γείωσης (drain wire) ή να συστραφεί στην άκρη του το ίδιο το πλέγμα και ακολούθως να γειωθεί.

2.1.2 Ομοαξονικό καλώδιο (Coaxial Cable)

Το ομοαξονικό καλώδιο είναι το πρώτο καλώδιο, το οποίο χρησιμοποιήθηκε ευρέως στα τοπικά δίκτυα. Σήμερα υπάρχουν ελάχιστα δίκτυα, τα οποία χρησιμοποιούν το ομοαξονικό καλώδιο, καθότι εδώ και τουλάχιστον μία πενταετία τις καλωδιώσεις τοπικών δικτύων χρησιμοποιείται το καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών.

Το ομοαξονικό καλώδιο παίρνει το όνομά του από την κατασκευή του. Αποτελείται από κεντρικό χάλκινο αγωγό, ο οποίος περικλείεται από μονωτική πλαστική ύλη, την οποία καλούμε διηλεκτρικό. Γύρω από το διηλεκτρικό και ομοαξονικά τοποθετημένη ως προς τον κεντρικό αγωγό βρίσκεται η θωράκιση από μεταλλικό πλέγμα ή φύλλο αλουμινίου. Στην περίπτωση του αλουμινίου, υπάρχει και γυμνό καλώδιο γείωσης (drain wire). Το καλώδιο, τέλος, περικλείεται από εξωτερικό μονωτικό περίβλημα.

Γενικά χρησιμοποιούνται δύο τύποι ομοαξονικού καλωδίου στα τοπικά δίκτυα: το **thick net** (παχύ) και το **thinnet** (λεπτό).

Η σύνδεση των καλωδίων αυτών με τους υπολογιστές σε τοπικό δίκτυο είναι διαφορετική.

Επειδή η θωράκιση είναι γειωμένη, το ομοαξονικό καλώδιο δεν επηρεάζεται εύκολα από εξωτερικές πηγές ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Κατά συνέπεια, εξασφαλίζει τη μετάδοση σημάτων με καλή προφύλαξη ως προς το θόρυβο.

Παρουσιάζει, επίσης, χαμηλή εξασθένιση σήματος στις συχνότητες μετάδοσης δεδομένων. Σαν συνέπεια αυτών των ιδιοτήτων, το μέγιστο χρήσιμο μήκος για χρήση του σε τοπικό δίκτυο με ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων 100 Mbps είναι 500 μέτρα για το Thicknet και 185 για το Thinnet ομοαξονικό καλώδιο.

Λόγω της καλής θωράκισής του και της χαμηλής εξασθένισης του σήματος καθώς και του χαμηλού κόστους εγκατάστασης, το ομοαξονικό καλώδιο είτε σαν Thicknet είτε σαν Thinnet, χρησιμοποιήθηκε ευρέως μέχρι περίπου τα μέσα της προηγούμενης δεκαετίας σε καλωδιώσεις τοπικών δικτύων. Αργότερα αντικαταστάθηκε από τα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών.

2.1.3 Καλώδιο οπτικών ινών (Fiber optics cable)

Ένα άλλο αρκετά συνηθισμένο καλώδιο στις σύγχρονες καλωδιώσεις είναι η οπτική ίνα. Χρησιμοποιείται, κυρίως, όπου οι αποστάσεις είναι μεγάλες και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί το καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών και όπου οι απαιτήσεις σε ρυθμούς μετάδοσης είναι αρκετά αυξημένες. Σκεφτείτε, ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οπτική ίνα για να καλύψουμε απόσταση 5 km και οι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων φθάνουν τα 10 Gbps.

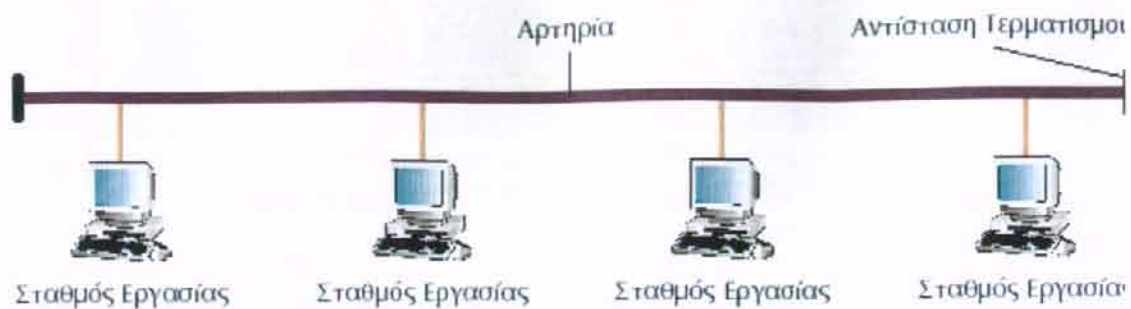
2.2 Τοπολογίες Τοπικών Δικτύων

Στην παράγραφο αυτή θα παρουσιάσουμε τις κυριότερες τοπολογίες τοπικών δικτύων και θα αναφερθούμε στα χαρακτηριστικά τους. Επίσης θα αναφερθούμε στις διάφορες συστάσεις, που έχουν δημιουργηθεί και κάνουν χρήση των τοπολογιών και θα περιγράψουμε τις λειτουργίες των πιο διαδεδομένων προτύπων πρόσβασης στο φυσικό μέσο.

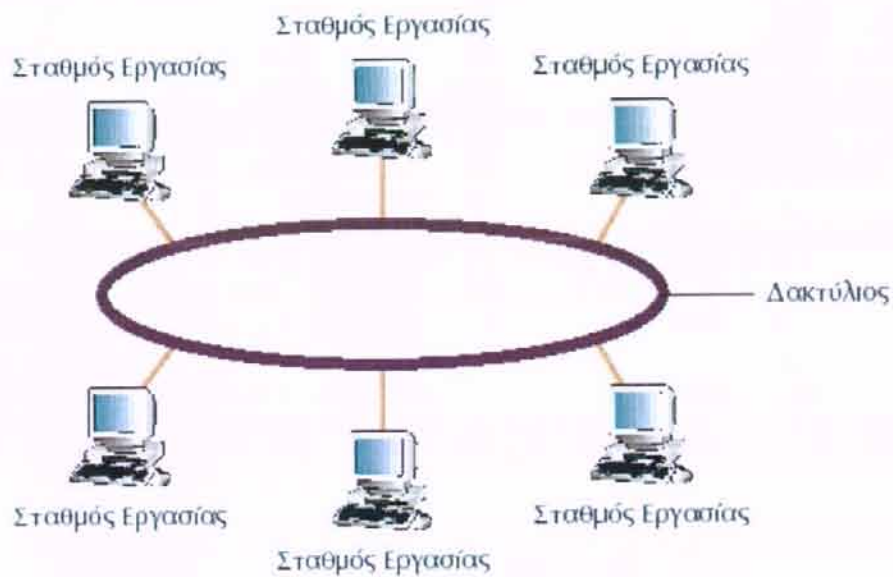
Οι πλέον διαδεδομένες τοπολογίες τοπικών δικτύων είναι τρεις : η τοπολογία αρτηρίας, η τοπολογία αστέρα και η τοπολογία δακτυλίου (Σχήμα 2.1).

Σημείωση

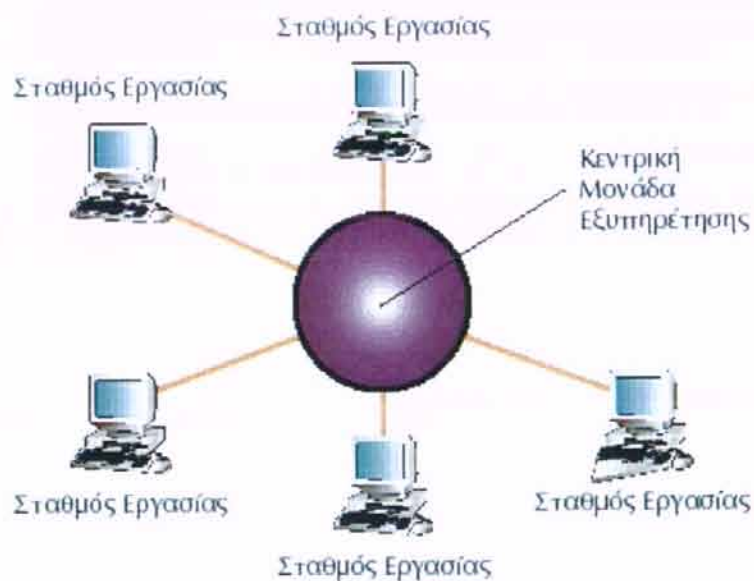
Όταν συζητάμε για δίκτυα, θα ακούσετε συχνά να γίνεται λόγος για τους όρους φυσικό και λογικό. Αυτοί οι όροι χρησιμοποιούνται για αρκετά διαφορετικά πράγματα. Ο όρος φυσικό στο πλαίσιο της δικτύωσης σημαίνει το πραγματικό, το φυσικό πράγμα. Ο όρος λογικό σημαίνει τον τρόπο κατά τον οποίο λειτουργεί ανεξάρτητα από την εμφάνιση του. Για παράδειγμα ένα δίκτυο token ring είναι φυσικά καλωδιωμένο με τοπολογία αστέρα. Ωστόσο, λογικά, αυτό είναι ένας δακτύλιος, στον οποίο τα σήματα πηγαίνουν από κόμβο σε κόμβο.



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 2.1 Βασικές τοπολογίες τοπικών δικτύων (α) Αρτηρίας (β) Δακτυλίου (γ) Αστέρα

➔ Τοπολογία Αρτηρίας (Bus Topology)

Οι σταθμοί εργασίας συνδέονται σε κοινό διαμοιραζόμενο επικοινωνιακό φυσικό μέσο. Η σύνδεση των σταθμών εργασίας στο μέσο γίνεται με τη βοήθεια συσκευών διασύνδεσης και παροχέτευσης του καλωδίου (taps). Τα πλαίσια που στέλνει ο σταθμός εργασίας, διαδίδονται κατά μήκος όλου του καλωδίου. Οι σταθμοί εργασίας που συνδέονται στο μέσο, αναγνωρίζουν τα πλαίσια, που προορίζονται γ' αυτούς, με βάση τη διεύθυνση προορισμού, που έχουν τα πλαίσια. Επειδή τα πλαίσια διατρέχουν όλο το φυσικό μέσο, επηρεάζονται από παράγοντες, όπως η ταχύτητα μετάδοσης του μέσου και η χαρακτηριστική του αντίσταση. Η ισχύς σήματος ενός σταθμού, που εκπέμπει, είναι υψηλότερη στους γειτονικούς του σταθμούς εργασίας, σε σχέση με αυτή, που λαμβάνουν οι σταθμοί αυτοί που απέχουν αρκετά απ' αυτόν. Επίσης, πρέπει να γίνεται προσεκτικός σχεδιασμός του τρόπου, που διασυνδέονται οι σταθμοί εργασίας στο φυσικό μέσο, ώστε να μην περιορίζουν την ισχύ των σημάτων. Έτσι, υπάρχουν περιορισμοί για το μέγιστο μήκος του φυσικού μέσου και για τον αριθμό σταθμών εργασίας που μπορούμε να συνδέσουμε.

Επισημάνση :

Γενικά, τα δίκτυα αρτηρίας παρουσιάζουν μικρή πολυπλοκότητα και η απόδοσή τους είναι καλή, όταν έχουμε μικρά φορτία κίνησης. Η απόδοσή τους, όμως, μειώνεται γρήγορα με την αύξηση του φορτίου.

➔ Τοπολογία Δακτυλίου (Ring Topology)

Στην τοπολογία αυτή υπάρχει κλειστή διαδρομή του φυσικού μέσου και οι σταθμοί εργασίας συνδέονται διαδοχικά σημείο – προς σημείο, τα πλαίσια μεταδίδονται κατά «κυκλικό» τρόπο και κάθε σταθμός εργασίας πρέπει να αναγνωρίζει τα πλαίσια που προορίζονται γι' αυτόν, με βάση τη διεύθυνση προορισμού των πλαισίων. Η ροή της πληροφορίας γίνεται προς μία κατεύθυνση μόνο. Υπάρχει, όμως, και η περίπτωση υλοποίησης με διπλό δακτύλιο, όπου η πληροφορία μπορεί να ρέει σε αντίθετες κατευθύνσεις σε καθένα από τους δύο δακτυλίους.

Επισημάνση :

Γενικά τα πρωτόκολλα τοπολογίας δακτυλίου παρουσιάζουν αυξημένη πολυπλοκότητα. Κύριο χαρακτηριστικό της τοπολογίας δακτυλίου είναι η ισοκατανομή της χωρητικότητας του δικτύου. Πλεονέκτημα της τοπολογίας είναι ότι η απόδοσή τους παραμένει σταθερή κάτω από μεγάλα φορτία και ότι με την αύξηση του φορτίου, δεν παρατηρείται αναλογική αύξηση στη μέση καθυστέρηση μετάδοσης των πλαισίων.

➔ Τοπολογία Αστέρα (Star Topology)

Οι σταθμοί εργασίας συνδέονται με κεντρική μονάδα εξυπηρέτησης. Η αξιοπιστία του δικτύου καθορίζεται άμεσα από την κεντρική μονάδα εξυπηρέτησης, η βλάβη της οποίας οδηγεί στην κατάρρευση του δικτύου.

Η επέκταση το δικτύου καθορίζεται από το μέγιστο αριθμό των σταθμών εργασίας, που μπορεί να υποστηρίξει η κεντρική μονάδα. Στην κεντρική μονάδα, εκτός από τους σταθμούς εργασίας, μπορεί να συνδέονται άλλες κεντρικές μονάδες εξυπηρέτησης, υλοποιώντας έτσι ένα αρκετά σύνθετο δίκτυο. Βέβαια, τα χαρακτηριστικά της κεντρικής μονάδας εξυπηρέτησης, όπως η καθυστέρηση, που προσθέτει στη μετάδοση του σήματος, συχνά θέτουν περιορισμούς όσον αφορά το μέγιστο αριθμό μονάδων εξυπηρέτησης, που μπορεί να μεσολαβούν μεταξύ δύο σταθμών εργασίας.

Ο ρόλος της κεντρικής μονάδας εξυπηρέτησης σε μια τοπολογία δικτύου αστέρα όσον αφορά τον τρόπο ελέγχου του δικτύου μπορεί να διαφέρει, όπως :

- i Ο πλήρης έλεγχος του δικτύου γίνεται από την κεντρική μονάδα εξυπηρέτησης. Ο κόμβος είναι υπεύθυνος για τις διαδικασίες προώθησης στο δίκτυο.
- ii Ο έλεγχος βρίσκεται σε έναν από τους σταθμούς εργασίας του δικτύου και ο κεντρικός κόμβος λειτουργεί μόνο σαν διακόπτης μεταγωγής μεταξύ των σταθμών εργασίας.
- iii Ο έλεγχος του δικτύου είναι ισοκατανεμημένος στους σταθμούς εργασίας και ο κεντρικός κόμβος του δικτύου είναι υπεύθυνος για τη δρομολόγηση των μηνυμάτων και την αποφυγή συγκρούσεων κατά την επικοινωνία των σταθμών εργασίας.

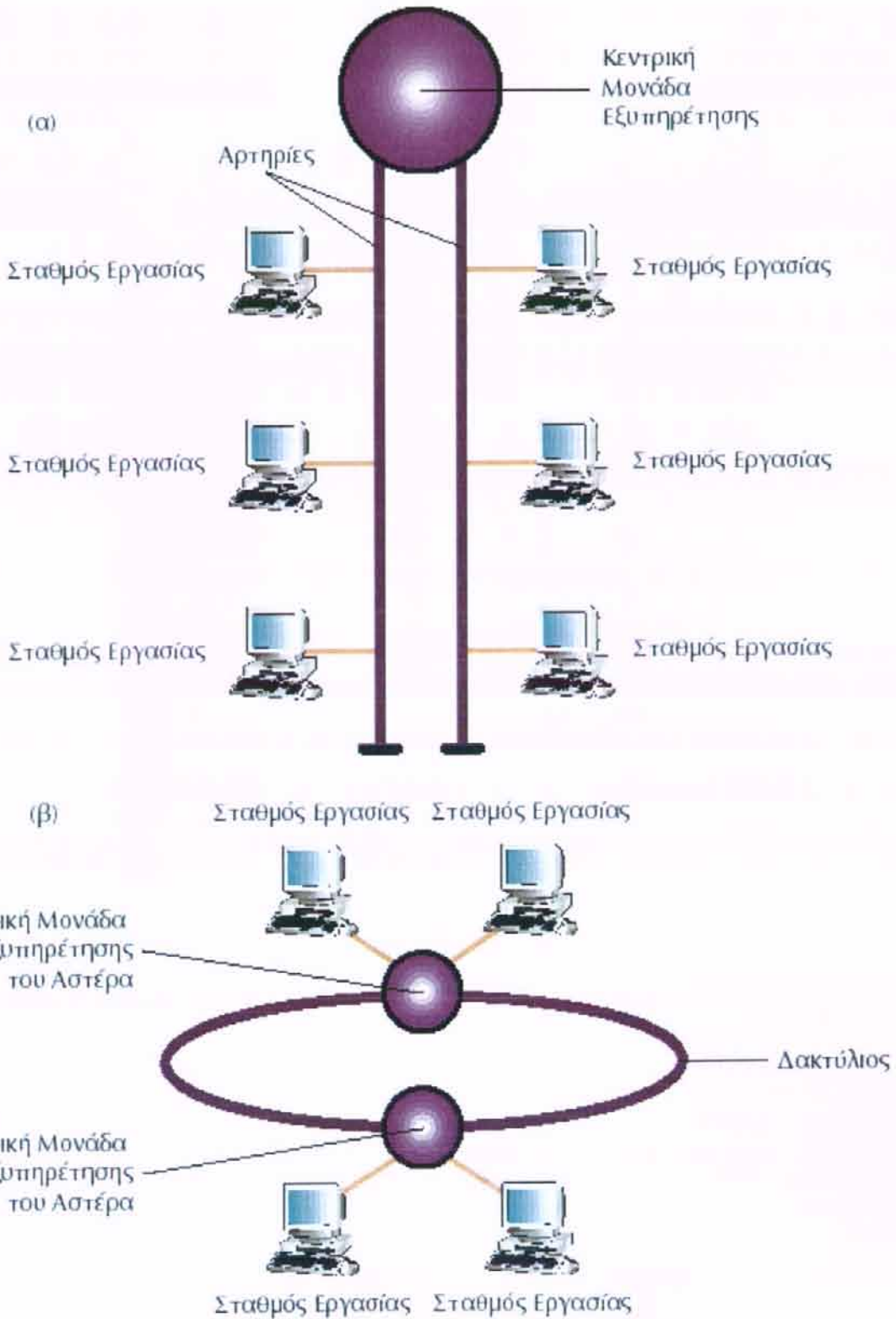
Επισήμανση :

Μπορούμε να σχηματίσουμε νέες τοπολογίες δικτύων με το συνδυασμό των βασικών τοπολογιών, που έχουμε ήδη αναφέρει. Οι πιο συνηθισμένες είναι η τοπολογία δένδρου και η τοπολογία αστέρα – δακτυλίου.

Η τοπολογία δένδρου είναι συνδυασμός της τοπολογίας αστέρα και αρτηρίας. Το δίκτυο έχει κεντρικό κόμβο και σε αυτόν συνδέονται δίκτυα με τοπολογία αρτηρίας. Έτσι, η συνολική τοπολογία του δικτύου μοιάζει με ανεστραμμένο δένδρο με κλαδιά δίκτυα αρνητικού τύπου αρτηρίας και ρίζα τον κόμβο. Η τοπολογία αυτή είναι εύκολα επεκτάσιμη, αλλά, αν ο κεντρικός κόμβος αποτύχει, απομονώνει την επικοινωνία των σταθμών εργασίας που ανήκουν σε διαφορετικές αρτηρίες.

Στην τοπολογία αστέρα δακτυλίου οι σταθμοί εργασίας συνδέονται σε κόμβους σχηματίζοντας επιμέρους δίκτυα τύπου αστέρα και οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με τοπολογία

δακτυλίου. Κύριο χαρακτηριστικό αυτής της τοπολογίας είναι η ευκολία απομόνωσης βλαβών και επέκτασης του δικτύου.



Σχήμα 2.2 Συνδιασμός βασικών τοπολογιών τοπικών δικτύων (α)Δένδρου (β)Αστέρα-Δακτυλίου

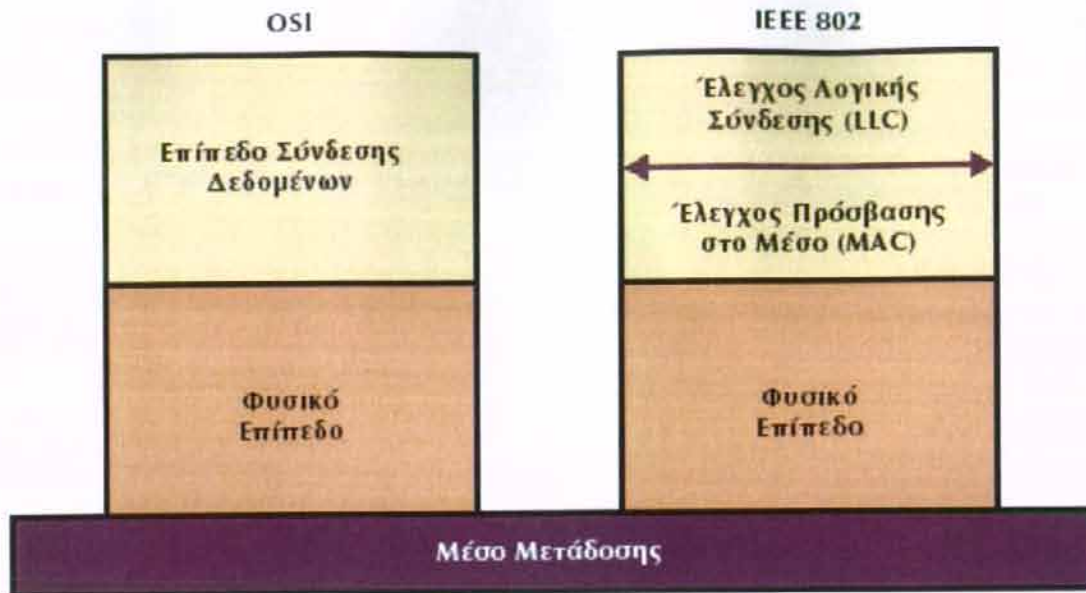
2.3 Πρότυπα Τοπικών Δικτύων

Διάφορες εταιρείες είχαν αναπτύξει τις σημαντικότερες τοπολογίες τοπικών δικτύων. Επίσης, είχαν αναπτύξει και τα πρωτόκολλα, που θα χρησιμοποιούσαν οι σταθμοί εργασίας, προκειμένου να συμμετάσχουν σε τοπικό δίκτυο. Ήταν, όμως, εμφανής η έλλειψη τυποποίησης, προκειμένου να μπορούν να επικοινωνήσουν σταθμοί εργασίας από διαφορετικούς κατασκευαστές. Η τυποποίηση των τοπικών δικτύων άρχισε με τη συνδρομή τόσο του **Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE)** όσο και της **Ευρωπαϊκής Ένωσης Κατασκευαστών Υπολογιστών (European Computer Manufacturing Association, ECMA)** οι οποίοι συμφώνησαν να ακολουθήσουν το μοντέλο OSI.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η ανταλλαγή μηνυμάτων και η επικοινωνία των σταθμών εργασίας μέσω δικτύου έχει αναλυθεί σε επτά επίπεδα με βάση το μοντέλο OSI. Τα δύο κατώτερα επίπεδα είναι το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων και το φυσικό επίπεδο. Τα δύο αυτά επίπεδα καθορίζουν τον τύπο του δικτύου και το πρωτόκολλο επικοινωνίας. Η υλοποίηση των δύο αυτών επιπέδων γίνεται από συνδυασμό υλικού και λογισμικού.

Ο οργανισμός IEEE δημιούργησε επιτροπή, που είναι γνωστή σαν επιτροπή 802, με έργο τον καθορισμό προτύπων για τα τοπικά (LAN) και μητροπολιτικά (MAN) δίκτυα υπολογιστών. Τα μητροπολιτικά δίκτυα υπολογιστών έχουν χαρακτηριστικά, που βρίσκονται μεταξύ των χαρακτηριστικών των τοπικών και των ευρέων δικτύων (παραδείγματα MAN είναι δίκτυα, που καλύπτουν μια πόλη). Το έργο της επιτροπής χωρίστηκε αρχικά σε 6 υποεπιτροπές και η καθεμία εστιάστηκε στην ανάπτυξη επιμέρους προτύπων για τους διαφορετικούς τύπους δικτύων. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκαν και άλλες υποεπιτροπές. Τα αποτελέσματα της κάθε υποεπιτροπής είναι γνωστά ως IEEE 802.χ όπου χ ο αριθμός της υποεπιτροπής που έβγαλε το αποτέλεσμα.

Με βάση το έργο της υποεπιτροπής 802, το δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI χωρίστηκε σε δύο υποεπίπεδα : στο υποεπίπεδο Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης της γραμμής (Logical Link Control, LLC) και στο υποεπίπεδο Ελέγχου Πρόσβασης στο Μέσο (Medium Access Control, MAC).



Σχήμα 2.3 Σχέση μοντέλων αναφοράς OSI και IEEE 8

Το υποεπίπεδο Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης περιγράφεται από το πρότυπο IEEE 802.2. Τα πρότυπα IEEE 802.3,4 και 5 περιγράφουν τους διαφορετικούς τρόπους πρόσβασης στο μέσο.

2.3. Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης (LLC – IEEE 802.2)

Το πρότυπο IEEE 802.2 περιγράφει τις λειτουργίες του υποεπιπέδου LLC. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, το LLC είναι το ανώτερο υποεπίπεδο του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων και είναι κοινό για τις διάφορες μεθόδους πρόσβασης στο μέσο, όπως αυτές ορίζονται από τα πρότυπα IEEE 802.3, 4 και 5. Ο κύριος σκοπός του LLC είναι η παροχή υπηρεσιών στο επίπεδο δικτύου. Το επίπεδο δικτύου υποστηρίζεται από τα «Σημεία Πρόσβασης για Εξυπηρέτηση» (SAPs – Service Access Points), που παρέχει το υποεπίπεδο LLC. Το υποεπίπεδο LLC με τη σειρά του δέχεται υπηρεσίες από το κατώτερό του υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο.

Το υποεπίπεδο LLC μπορεί να παρέχει τις παρακάτω υπηρεσίες :

- * **Υπηρεσία χωρίς επιβεβαίωση και χωρίς σύνδεση (Unacknowledged connectionless service).**

Στην περίπτωση αυτή ένας σταθμός εργασίας στέλνει πλαίσια στο σταθμό εργασίας του προορισμού χωρίς να περιμένει επιβεβαίωση λήψης. Επίσης δεν εγκαθίσταται προκαταβολικά σύνδεση μεταξύ των δύο σταθμών και ούτε, φυσικά, τερματίζεται η σύνδεση στο τέλος της επικοινωνίας. Εάν για διάφορους λόγους, όπως εξαιτίας θορύβου στο κανάλι επικοινωνίας, χαθεί κάποιο πλαίσιο, δεν γίνεται προσπάθεια επανάκτησής του. Η υπηρεσία αυτή προσφέρει τη μικρότερη καθυστέρηση στην επικοινωνία των σταθμών

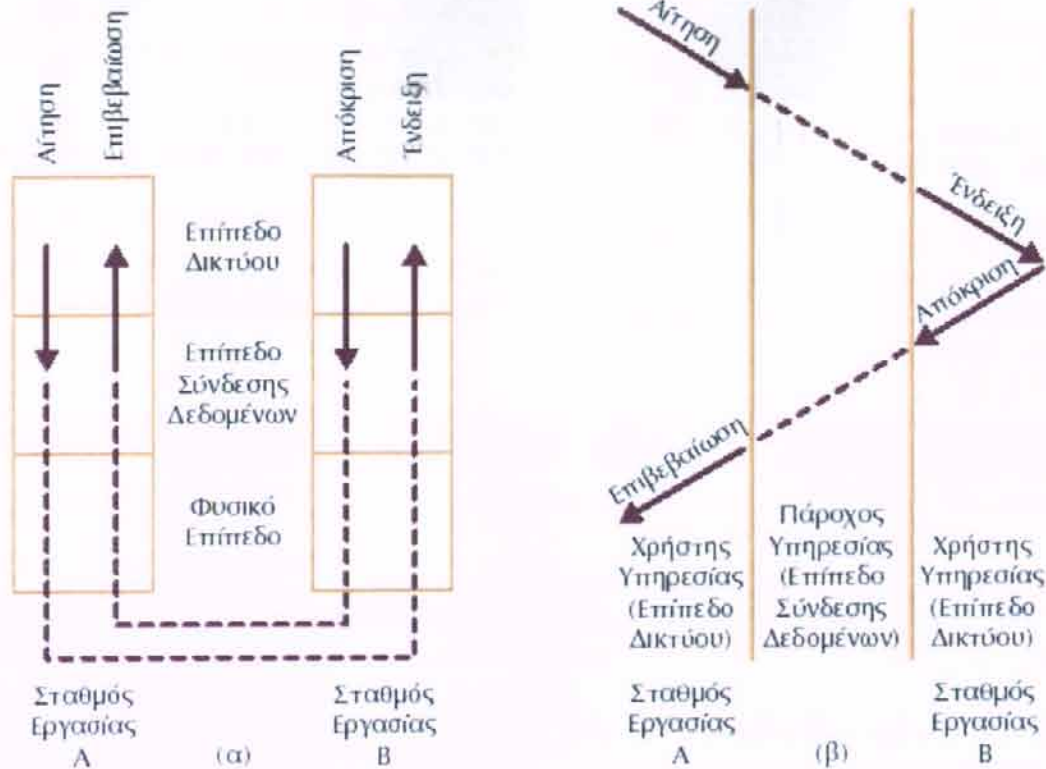
εργασίας και είναι κατάλληλη για επικοινωνία σε μέσα, που παρουσιάζουν χαμηλό ποσοστό λαθών και η επανάκτηση λανθασμένων δεδομένων γίνεται από υψηλότερα επίπεδα.

* **Υπηρεσία με επιβεβαίωση λήψης χωρίς σύνδεση (Acknowledged connectionless service).**
 Σε αυτή την υπηρεσία όπως και προηγουμένως, δεν εγκαθίσταται σύνδεση μεταξύ των σταθμών εργασίας πριν την έναρξη ανταλλαγής δεδομένων, αλλά για κάθε πλαίσιο που στέλνεται επιβεβαιώνεται η λήψη του από το σταθμό εργασίας του προορισμού. Η υπηρεσία αυτού του είδους κυρίως εφαρμόζεται, σε συνδέσεις τύπου σημείο – σε – σημείο (point to point).

* **Υπηρεσία με σύνδεση (Connection oriented service).**
 Είναι η πιο περίπλοκη υπηρεσία που μπορεί να παρέχει το υποεπίπεδο LLC. Ένας σταθμός εργασίας πριν αρχίσει την επικοινωνία με τον σταθμό εργασίας του προορισμού, πρέπει πρώτα να εγκαταστήσει με αυτόν ένα νοητό κύκλωμα. Επίσης γίνεται και επιβεβαίωση λήψης του κάθε πλαισίου που μεταδόθηκε. Στην υπηρεσία αυτή γίνεται επίσης και έλεγχος ροής των δεδομένων. Ο έλεγχος ροής αναφέρεται στο επίπεδο δικτύου. Η διαδικασία εγκατάστασης ενός νοητού κυκλώματος περιλαμβάνει τρία στάδια : την εγκατάσταση σύνδεσης, την μεταφορά δεδομένων και τον τερματισμό της σύνδεσης . Στην εγκατάσταση σύνδεσης οι δύο σταθμοί που πρόκειται να επικοινωνήσουν, ανταλλάσσουν κάποιες αρχικές τιμές για μεταβλητές και μετρητές που χρειάζονται για να παρακολουθήσουν την μετάδοση των πλαισίων. Στη φάση μεταφοράς δεδομένων μεταδίδονται τα πλαίσια και επιβεβαιώνεται η λήψη τους. Στην φάση τερματισμού της σύνδεσης απελευθερώνονται οι μεταβλητές και μετρητές και γενικά ότι μέσα εργασίας μπορεί να υποστηρίξει για την επίτευξη της επικοινωνίας.

Ένας σταθμός εργασίας μπορεί να υποστηρίξει περισσότερες από μία μορφές υπηρεσίας. Οι υπηρεσίες LLC γίνονται διαθέσιμες στο επίπεδο δικτύου με την βοήθεια των τεσσάρων συνηθισμένων τύπων των πρωτογενών λειτουργιών που είναι: η αίτηση (request), η ένδειξη (indication), η απόκριση (response) και η επιβεβαίωση (confirm). Η αλληλουχία των πρωτογενών υπηρεσιών φαίνεται στο σχήμα 2.4

Η αίτηση χρησιμοποιείται από το επίπεδο δικτύου για να ζητήσει από το LLC να κάνει κάτι όπως να εγκαταστήσει ή να τερματίσει μια σύνδεση ή να στείλει ένα πλαίσιο. Η ένδειξη υποδεικνύει στον σταθμό προορισμού και συγκεκριμένα στο επίπεδο δικτύου το τι ζητά η αίτηση του σταθμού που θέλει να επικοινωνήσει, και απαντά με την απόκριση. Ο σταθμός που έκανε την αίτηση λαμβάνει τελικά την επιβεβαίωση στο αν η αίτησή του έγινε δεκτή ή όχι και για ποιο λόγο.



Σχήμα 2.4 Αλληλουχία των πρωτογενών υπηρεσιών

Τα πρωτόκολλα σύνδεσης δεδομένων χωρίζονται σε : πρωτόκολλα απαρίθμησης δεδομένων και σε πρωτόκολλα διαχωρισμού bit. Δεν θα επεκταθούμε σε περισσότερες λεπτομέρειες για τον τρόπο λειτουργίας αυτών των πρωτοκόλλων, γιατί ξεφεύγει από τους σκοπούς αυτού του βιβλίου. Θα αναφέρουμε απλώς ότι τα πιο διαδεδομένα είναι τα πρωτόκολλα διαχωρισμού bit και κυρίως το HDLC (Ελεγχος Σύνδεσης Δεδομένων Υψηλής Στάθμης, High Level Link Control). Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του HDLC και μια απ' αυτές χρησιμοποιεί και το πρότυπο IEEE 802.2.

2.3.2 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο IEEE 802.3

Το πρότυπο IEEE 802.3 περιγράφει το πρωτόκολλο ελέγχου πρόσβασης στο φυσικό μέσο, για τοπικό δίκτυο υπολογιστών τοπολογίας αρτηρίας.

Το πρότυπο IEEE 802.3 καλύπτει τα πρωτόκολλα του φυσικού επιπέδου και του υποεπιπέδου MAC. Έτσι με το πρότυπο IEEE 802.3 καθορίζονται οι υπηρεσίες που προσφέρει το υποεπίπεδο MAC προς το υποεπίπεδο LLC που είδαμε στην προηγούμενη παράγραφο. Επίσης καθορίζεται ο τρόπος πρόσβασης του υποεπιπέδου MAC στο φυσικό μέσο. Ο τρόπος πρόσβασης στο μέσο, που χρησιμοποιείται στο πρότυπο **IEEE 802.3**, είναι γνωστός ως μέθοδος «Πολλαπλής Προσπέλασης με Ακρόαση Φέροντος και Ανίχνευση Συγκρούσεων» (**Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – CSMA/CD**). Τέλος καθορίζονται τα σήματα σηματοδότησης και

οι τρόποι σύνδεσης στο φυσικό μέσο. Επειδή οι τρόποι σύνδεσης με το φυσικό μέσο ποικίλουν αναλόγως με την επιλογή του φυσικού μέσου, υπάρχουν εναλλακτικά πρότυπα που θα τα παρουσιάσουμε παρακάτω.

Στη συνέχεια θα περιγράψουμε τα χαρακτηριστικά της μεθόδου CSMA/CD.

Μέθοδος πρόσβασης στο μέσο CSMA/CD.

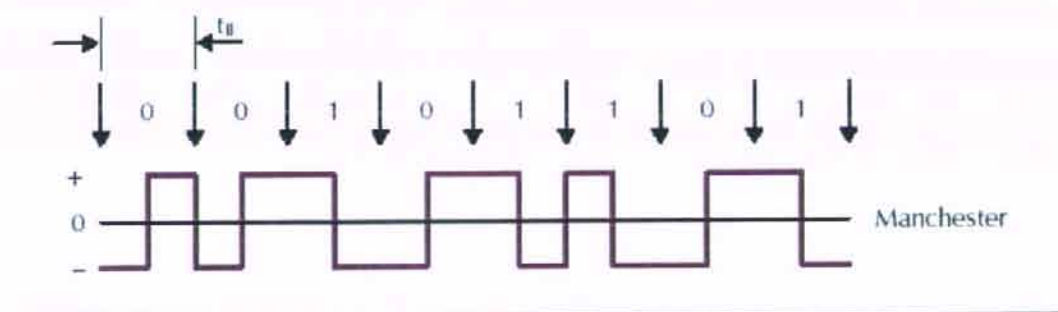
Ο συνδυασμός της μεθόδου CSMA/cd και της τοπολογίας αρτηρίας συχνά αναφέρεται σαν Ethernet. Το Ethernet αναπτύχθηκε από την εταιρεία Xerox στις αρχές του 1970 και υπήρξε η βάση για την ανάπτυξη του πρωτοτύπου IEEE 802.3. Υπάρχουν δύο εκδόσεις του Ethernet (η I και η II). Η αρχική έκδοση του Ethernet (η I) δεν ήταν συμβατή με το IEEE 802.3, αλλά η έκδοση II είναι βασικά η ίδια με το IEEE 802.3. Σήμερα, ο όρος Ethernet συχνά αναφέρεται σε όλα τα δίκτυα, που χρησιμοποιούν τη μέθοδο CSMA/CD και γενικά συμμορφώνονται με το πρότυπο Ethernet ή τις διάφορες εκδοχές του IEEE 802.3.

Ο αλγόριθμος πρόσβασης στο μέσο έχει ως εξής :

Όλοι οι σταθμοί εργασίας που συνδέονται στο ίδιο φυσικό μέσο και είναι ενεργοί, πρέπει να ακούσουν το μέσο (καλώδιο). Εάν το μέσο μετάδοσης είναι απασχολημένο, ο σταθμός εργασίας που θέλει να μεταδώσει δεδομένα, θα πρέπει να περιμένει έως ότου ελευθερωθεί. Όταν το μέσο είναι ελεύθερο, ο σταθμός εργασίας ξεκινά αμέσως τη μετάδοση των πλαισίων του. Εάν την ίδια χρονική στιγμή, που το μέσο ελευθερώνεται, υπάρξουν και άλλοι σταθμοί εργασίας, που θέλουν να μεταδώσουν στο μέσο, θα δημιουργηθεί το φαινόμενο της σύγκρουσης (collision). Στην περίπτωση αυτή, οι σταθμοί, που προσπάθησαν ταυτόχρονα να εκπέμψουν, θα αντιληφθούν το φαινόμενο και θα μεταδώσουν σύντομο σήμα, που θα αναφέρει την ύπαρξη σύγκρουσης και θα σταματήσουν την εκπομπή των υπόλοιπων πλαισίων τους, εάν βέβαια έχουν απομείνει και άλλα προς μετάδοση. Μετά το σήμα γνωστοποίησης της σύγκρουσης, οι σταθμοί που συμμετείχαν στη σύγκρουση θα περιμένουν κάποιο τυχαίο χρονικό διάστημα πριν ξαναεπιχειρήσουν τη μετάδοση.

Μια πολύ κρίσιμη παράμετρος που επηρεάζει και την απόδοση της μεθόδου, είναι ο χρόνος, που απαιτείται για την ανίχνευση σύγκρουσης. Όπως έχουμε αναφέρει, όλοι οι σταθμοί εργασίας, που συνδέονται στο φυσικό μέσο με την μέθοδο CSMA/CD, πρέπει να παρατηρούν συνέχεια το μέσο. Όταν, επομένως, ένας σταθμός αρχίσει να μεταδίδει πλαίσια στο μέσο και συμβεί σύγκρουση, ο σταθμός θα την αντιληφθεί, επειδή και ο ίδιος θα αντιληφθεί ότι τα πλαίσια, που έχει μεταδώσει το μέσο, είναι αλλοιωμένα, λόγω του θορύβου, που θα προκληθεί, από την ταυτόχρονη εκπομπή πλαισίων (στην ουσία ηλεκτρικών σημάτων) από τους άλλους σταθμούς. Πρέπει, επομένως, η ανίχνευση της σύγκρουσης από το σταθμό εργασίας να γίνει σε χρόνο μικρότερο από τη διάρκεια μετάδοσης του συνόλου των πλαισίων. Αυτή η παρατήρηση δημιουργεί αυτόματα περιορισμούς στο μέγιστο μήκος του καλωδίου, καθώς και στους ρυθμούς μετάδοσης των σταθμών εργασίας. Ας πάρουμε την περίπτωση σταθμού εργασίας A, που αρχίζει να μεταδίδει

την χρονική στιγμή t_0 . Ας υποθέσουμε, επίσης, ότι ο σταθμός A, που ξεκινά τη μετάδοση στη χρονική στιγμή t_0 , βρίσκεται στη μία άκρη του καλωδίου και ότι ο χρόνος μετάδοσης του σήματος από τη μια άκρη στην άλλη είναι τ . Στην αντίθετη άκρη του καλωδίου υπάρχει σταθμός B, που ξεκινά τη μετάδοση την στιγμή $t_0 + \tau - \chi$. Όπως είναι φυσικό, ο B θα αντιληφθεί τη σύγκρουση μετά από χρόνο χ και θα σταματήσει τη μετάδοση. Ο σταθμός A, όμως, θα χρειασθεί χρόνο $2\tau - \chi$, για να αντιληφθεί τη σύγκρουση, γιατί τόσο χρόνια χρειάζονται τα αλλοιωμένα πλέον πλαίσια να φθάσουν σ' αυτόν. Επομένως, ένας σταθμός δεν μπορεί να είναι σίγουρος, ότι βρήκε το μέσο ελεύθερο, παρά μόνο όταν περάσει χρόνος 2τ χωρίς να γίνει σύγκρουση. Κατά συνέπεια, το μήκος των πλαισίων, θα πρέπει να είναι τέτοιο, που να επιτρέπει την ανίχνευση των συγκρούσεων πριν από το τέλος της μετάδοσης. Η υλοποίηση του μηχανισμού CSMA/CD καθορίζει, ότι το μέγιστο μήκος πλαισίου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 1518 οκτάδες (bytes), ενώ το ελάχιστο κάτω από 64 οκτάδες. Επίσης, εάν το μήκος του καλωδίου είναι πολύ μεγάλο, οι συγκρούσεις ποτέ δεν θα ανιχνεύονται έγκαιρα. Ακόμα γίνεται αντιληπτό, ότι τα σήματα δεν θα πρέπει να έχουν στάθμη 0 Volt, γιατί σύγκρουση δύο σημάτων, που αντιστοιχούν σε μηδενική στάθμη δεν θα ανιχνευθεί. Για το λόγο αυτό, η μετάδοση των σημάτων γίνεται με βάση την ευρέως χρησιμοποιούμενη κωδικοποίηση Manchester. Στην κωδικοποίηση Manchester, το καλώδιο μπορεί να βρίσκεται σε μια από τις τρεις καταστάσεις : η μετάδοση ενός bit 0 γίνεται με μετάβαση από χαμηλή σε υψηλή στάθμη, η μετάδοση ενός bit 1 γίνεται με μετάβαση από υψηλή σε χαμηλή στάθμη, ενώ τέλος κατάσταση χωρίς σήμα (αδρανές) ισοδυναμεί σε 0 Volts. Η υψηλή στάθμη σήματος είναι +0,85 Volts, ενώ η χαμηλή -0,85 Volts.



Σχήμα 2.5 Κωδικοποίηση Manchester

Ένα θέμα, που πρέπει επίσης να εξετασθεί, είναι για πόσο χρόνο ένας σταθμός εργασίας, αφού ανιχνεύσει τη σύγκρουση, θα απέχει από τη μετάδοση. Είναι προφανές, ότι ο χρόνος δεν θα πρέπει να είναι σταθερός και ίδιος για όλους τους σταθμούς εργασίας, γιατί έτσι θα οδηγηθούμε σε διαδοχικές και συνεχείς συγκρούσεις. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται αλγόριθμος για τον υπολογισμό της καθυστέρησης επαναμετάδοσης για κάθε σταθμό χωριστά, εξασφαλίζοντάς τους τυχαίο χρόνο επανεκπομπής.

Βασικά Πρότυπα του IEEE 802.3.

Προκειμένου να καλυφθούν οι διάφοροι συνδυασμοί φυσικών μέσων μεταφοράς και ρυθμοί δεδομένων, το πρότυπο IEEE 802.3 έχει προβεί στην έκδοση κάποιων παραλλαγών. Με την πάροδο του χρόνου, ολοένα και περισσότερες παραλλαγές προστίθενται στα βασικά πρότυπα του IEEE 802.3.

Η κωδικοποίηση των βασικών προτύπων γίνεται ως εξής :

XBase / BroadbandY

όπου :

X η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων σε Mbps

Base / Broadband ο τύπος σηματοδότησης, που χρησιμοποιείται,

Y αντιστοιχεί στο μέγιστο μήκος του τμήματος (segment).

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται τα βασικά πρότυπα IEEE 802.3 και τα χαρακτηριστικά τους.

Τύπος Δικτύου	Μέσο Μετάδοσης	Μέθοδος Σηματοδότησης	Ρυθμός Δεδομένων	Μέγιστο μήκος τμήματος	Τοπολογία
10Base5	Ομοαξονικό 50 Ohm thick	Βασικής ζώνης	10 Mbps	500 m	Αρτηρίας
10Base2	Ομοαξονικό 50 Ohm thin (RG-58)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	185 m	Αρτηρίας
1Base5	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής Ζώνης	1 Mbps	250 m	Αστέρα
10BaseT	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	100 m	Αστέρα
10broad36	Ομοαξονικό 75 Ohm	Ευρυζωνική	10 Mbps	3600 m	Αρτηρίας

Πίνακας 2.1 Βασικά πρότυπα του IEEE 802.3 και τα χαρακτηριστικά τους

Το Ethernet II είναι παρόμοιο με το 10base5.

Πέρα από τις βασικές εκδόσεις του IEEE 802.3 που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα, έχουν παρουσιαστεί και άλλες εκδόσεις, όπως οι εκδόσεις για οπτική ίνα ως φυσικό μέσο μετάδοσης (Fiber Ethernet). Η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται είναι : 10Base-F.

➔ **10Base-F : Fiber Ethernet**

Το 10Base-F βασίζεται στην προδιαγραφή FOIRL (Fiber Optic Inter-Repeater Link), που δημιουργήθηκε για τη διασύνδεση επαναληπτών με οπτικές ίνες. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη οπτική ίνα είναι η διπλή πολύτροπη 62.5/125 μm για τη μεταφορά υπέρυθρης ακτινοβολίας φωτός από LEDs. Η πιο γνωστή έκδοση είναι η 10Base-FL και χρησιμοποιείται στη διασύνδεση κυρίως επαναληπτών (HUBs) σε απόσταση μέχρι και 2 km.

Η χρήση οπτικής ίνας χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να συνδέσουμε σημεία, που απέχουν αρκετά μεταξύ τους (μέχρι 2 km), και όταν υπάρχει αυξημένος ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος (για παράδειγμα βιομηχανίες). Το μειονέκτημα, όμως, της οπτικής ίνας, είναι το αυξημένο κόστος και η δυσκολία, που παρουσιάζει στην εγκατάσταση και το χειρισμό της (π.χ. δεν μπορούμε να την τσακίσουμε για το σχηματισμό γωνίας).

Ethernet υψηλών ταχυτήτων

Στην προηγούμενη παράγραφο παρουσιάσαμε τα βασικά πρότυπα του IEEE 802.3. Όπως έχουμε ήδη αναφέρει νέες εκδόσεις του IEEE 802.3 αναπτύσσονται και γίνονται πρότυπα με την πάροδο του χρόνου. Στη συνέχεια, θα παρουσιάσουμε δύο νέα πρότυπα : το IEEE 802.3u (Fast Ethernet) και το IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet).

➔ **Fast Ethernet**

Το Fast Ethernet παρέχει εύρος ζώνης 100 Mbps. Εκτός από τον δεκαπλασιασμό της ταχύτητας, που παρέχει το Fast Ethernet, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να μην διαταραχθεί κατά το δυνατόν η υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή. Έτσι ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο φυσικό μέσο, δημιουργήθηκαν διάφορα επιμέρους πρότυπα : το 100Base-TX, 100Base-FX και 100Base-T4.

- ◆ **100Base-TX** : Ως φυσικό μέσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί καλώδιο UTP (αθωράκιστο) κατηγορίας 5, ή καλώδιο STP (θωρακισμένο). Η απόσταση του τμήματος μπορεί να φθάσει μέχρι τα 100 μέτρα. Για τη μετάδοση των δεδομένων χρησιμοποιούνται τα δύο από τα τέσσερα ζεύγη του καλωδίου, ένα ζεύγος για κάθε κατεύθυνση. Επίσης, για λόγους χρονισμού κυκλοφορούν πάντα σύμβολα και στα δύο ζεύγη είτε αυτά είναι πραγματικά δεδομένα είτε ειδικά σύμβολα στην περίπτωση που δεν υπάρχει δραστηριότητα στο δίκτυο. Τα ζεύγη, που δεν χρησιμοποιούνται, συνήθως τερματίζονται.
- ◆ **100Base-T4** : Το φυσικό μέσο μπορεί να είναι καλώδιο UTP κατηγορίας 3 και πάνω. Στο πρότυπο αυτό γίνεται χρήση και των τεσσάρων ζευγών του καλωδίου και αυτό αποτελεί μειονέκτημα στην περίπτωση, που υπάρχουν παλαιότερες εγκαταστάσεις και

χρησιμοποιούν μόνο τα δύο ζεύγη. Στα ζεύγη υπάρχει σήμα μόνο, όταν έχουμε μεταφορά δεδομένων. Η μέγιστη απόσταση ενός τμήματος είναι τα 100 μέτρα. Τα τρία ζεύγη χρησιμοποιούνται για μετάδοση δεδομένων, ενώ το τέταρτο για αναγνώριση (λήψη) των συγκρούσεων. Το 100BaseT4, αντίθετα με το 100BaseTX, δεν χρησιμοποιεί ξεχωριστά κανάλια για εκπομπή και λήψη και για το λόγο αυτό δεν είναι δυνατή η αμφίδρομη μετάδοση δεδομένων.

- ♦ **100Base-FX** : Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διπλή πολύτροπη (62.5/125 μm) ή μονότροπη οπτική ίνα. Το μήκος τμήματος για την περίπτωση χρήσης πολύτροπης ίνας είναι 412 μέτρα σε επικοινωνία half-duplex και 2 χιλιόμετρα σε επικοινωνία full-duplex. Για μονότροπη ίνα η απόσταση τμήματος μπορεί να φθάσει τα 25 χιλιόμετρα.

➔ **Gigabit Ethernet**

Το Gigabit Ethernet IEEE 802.3z είναι το νεώτερο πρότυπο του IEEE 802.3. Προσφέρει επικοινωνία στο δίκτυο με εύρος ζώνης τα 1000 Mbps. Υπάρχει συμβατότητα στην καλωδίωση και κυρίως για χρήση καλωδίων βελτιωμένων κατηγορίας 5 (cat 5 enhance). Το 100BaseT είναι πρότυπο για καλώδια τύπου cat 5e.

Το Gigabit Ethernet έχει πρότυπα στην περίπτωση χρήσης οπτικών ινών. Έτσι για πολύτροπη οπτική ίνα 62.5 μm στο πρότυπο 1000Base-SX το μέγιστο μήκος μπορεί να φτάσει τα 275 μέτρα, ενώ για ίνα 50 μm τα 550 μέτρα. Στο πρότυπο 1000BaseLX για πολύτροπη ίνα 62,5 ή 50 microns το μέγιστο μήκος φθάνει τα 550 μέτρα και με μονότροπη ίνα των 9 μm μπορεί να φθάσει τα 5 km.

Επισήμανση :

Θα λέγαμε ότι το Gigabit Ethernet δημιουργεί νέες δυνατότητες στο χώρο των τοπικών δικτύων με την πραγματικά τεράστια ταχύτητα που μπορεί να προσφέρει. Ειδικά με την τυποποίηση του 1000BaseT γίνεται πολύ ελκυστικό γιατί μπορεί να εκμεταλλευθεί την υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή που στην πλειοψηφία της είναι τύπου cat 5.

Ήδη όλοι οι κατασκευαστές δικτυακού εξοπλισμού έχουν να επιδείξουν αρκετά μεγάλη γκάμα από gigabit switches και σε πολύ ανταγωνιστικότερες τιμές από άλλες τεχνολογίες με μικρότερο προσφερόμενο εύρος ζώνης.

2.3.3 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο IEEE 802.4 – Αρτηρία με Κουπόνι (Token Bus)

Όταν η IEEE έβγαζε το πρότυπο 802.3, η χρήση του οποίου είναι πλέον πολύ διαδεδομένη, οι άνθρωποι της βιομηχανίας και κυρίως αυτοί που ασχολούνται με αυτοματισμούς, όπως η General Motors, είχαν κάποιους ενδοιασμούς. Οι επιφυλάξεις ξεκινούσαν από τον πιθανοτικό

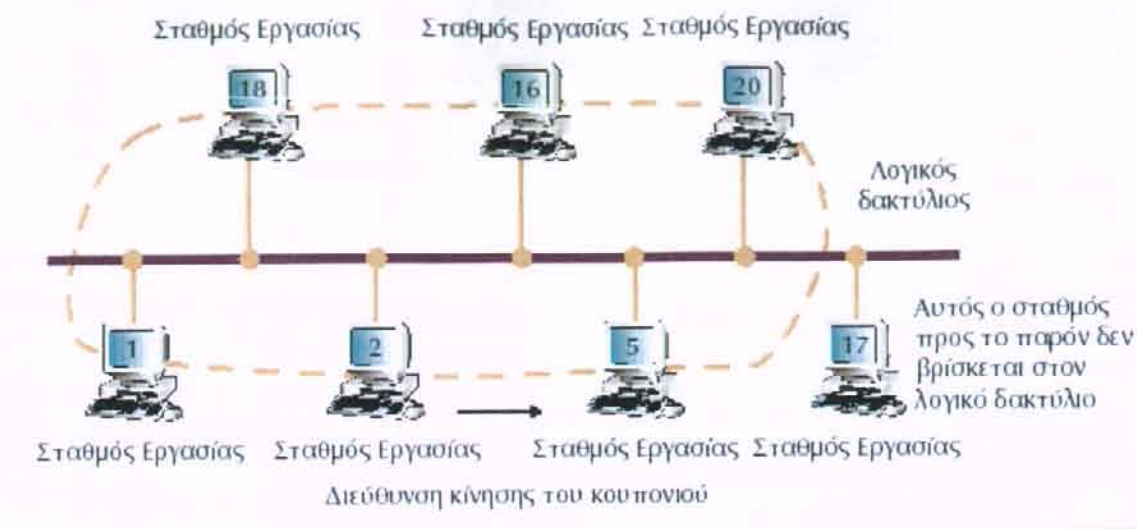
τρόπο λειτουργίας του 802.3. Για παράδειγμα, ένας σταθμός ίσως να χρειαστεί να περιμένει αυθαίρετα μεγάλο χρόνο για να στείλει κάποια πλαίσια. Στην περίπτωση όμως της βιομηχανίας, μπορεί ένας σταθμός να χρειαστεί να στείλει σήμα συναγερμού (αλάρμ). Είναι λογικό να θέλουμε να σχεδιάζουμε συστήματα πραγματικού χρόνου με τη δυνατότητα πρόβλεψης της καθυστέρησης κρίσιμης πληροφορίας.

Έτσι δημιουργήθηκε το πρότυπο **IEEE 802.4**, που ονομάζεται και **αρτηρία με κουπόνι (token bus)**. Παράδειγμα πρωτοκόλλου, που στηρίζεται στο token bus, είναι το MAP (Manufacturing Automation Protocol, Πρωτόκολλο Αυτοματισμού Κατασκευής), που αναπτύχθηκε από την εταιρεία General Motors. Πάντως πρέπει να επισημάνουμε ότι το IEEE 802.4 δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο, επειδή έχει αρκετά πολύπλοκο μηχανισμό λειτουργίας και παρουσιάζεται δυσκολία στην εμφάνιση ελκυστικών εναλλακτικών λύσεων στην χρήση ποικίλων φυσικών μέσων.

Σε φυσικό επίπεδο γίνεται χρήση ομοαξονικού καλωδίου 75 Ohm ευρείας ζώνης διαφόρων χαρακτηριστικών (RG6, RG11, RG59 και JT4750) από 0,5 έως 1 ίντσα. Δυνατές ταχύτητες μετάδοσης είναι από 1.5 και 10 Mbps. Για τη μετάδοση των σημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν τρεις διαφορετικές αναλογικές τεχνικές διαμόρφωσης : συνεχούς φάσης διαμόρφωση κατά συχνότητα (phase continuous FSK), σύμφωνης φάσης διαμόρφωση κατά συχνότητα (phase coherent FSK) και πολυεπίπεδη διπλοδυαδική διαμόρφωση κατά πλάτος και συχνότητα (multi level duobinary AM/FSK). Επίσης καθορίζονται πλήρως τα ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά για το μέσο μετάδοσης καθώς και οι υπηρεσίες που το φυσικό επίπεδο παρέχει στο υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (MAC).

Το πρότυπο IEEE 802.4 καθορίζει επίσης και υπηρεσίες, που προσφέρει το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο προς το υποεπίπεδο ελέγχου λογικής σύνδεσης (LLC).

Στη συνέχεια, θα περιγράψουμε τα κυριότερα χαρακτηριστικά της μεθόδου ελέγχου πρόσβασης στο μέσο αρτηρίας με κουπόνι. Η αρτηρία με κουπόνι είναι μια τοπολογία γραμμικής ή δενδρικής μορφής. Οι σταθμοί εργασίας σχηματίζουν λογικό δακτύλιο. Η φυσική θέση των σταθμών στο δίκτυο είναι άσχετη και ανεξάρτητη από τη θέση τους στο λογικό δακτύλιο (βλέπε σχήμα 2.6).



Σχήμα 2.6 Αρτηρία με κουπόνι

Ο κάθε σταθμός στο λογικό δακτύλιο γνωρίζει τη διεύθυνση των σταθμών, που λογικά βρίσκονται πριν και μετά από αυτόν. Στο δίκτυο κυκλοφορεί ειδικό πλαίσιο, που ονομάζεται κουπόνι (token). Κάθε κουπόνι περιέχει διεύθυνση προορισμού. Ο σταθμός, που λαμβάνει το κουπόνι, έχει το δικαίωμα πρόσβασης στο μέσο για κάποιο μέγιστο χρόνο. Στο χρόνο, που έχει ο σταθμός εργασίας, μπορεί να μεταδώσει τα πλαίσιά του. Ο σταθμός περνάει το κουπόνι στο λογικά επόμενο του σταθμό όταν : δεν έχει να μεταδώσει πλαίσια δεδομένων, ή έχει στείλει όλα τα πλαίσια δεδομένων, που έχει για μετάδοση, πριν λήξει ο χρόνος του, ή όταν τελειώσει ο μέγιστος χρόνος, που είχε στη διάθεσή του. Όπως είναι φανερό από τον τρόπο λειτουργίας του token bus, από τη στιγμή που μόνο ένας σταθμός εργασίας κατέχει το κουπόνι κάθε φορά, δεν γίνονται συγκρούσεις. Τα πλαίσια που στέλνονται από ένα σταθμό εργασίας στο μέσο, περιέχουν τη διεύθυνση προορισμού και, έτσι, είναι δυνατόν ο σταθμός που θα δει πλαίσια με διεύθυνση προορισμού ίδια με τη δική του, να λάβει τα πλαίσια που τον αφορούν. Τα πλαίσια με διαφορετική διεύθυνση προορισμού απορρίπτονται.

Στο πρότυπο αρτηρίας με κουπόνι ορίζονται τέσσερα είδη προτεραιότητας : 0, 2, 4 και 6 για τα πλαίσια, όπου 0 είναι η χαμηλότερη μορφή προτεραιότητας και 6 η υψηλότερη. Είναι σαν να έχει ο κάθε σταθμός τέσσερις διαφορετικές ουρές για τα πλαίσια που θέλει να μεταδώσει, με την κάθε ουρά να έχει διαφορετική προτεραιότητα. Όταν τα δεδομένα έρχονται στο υποεπίπεδο MAC, ελέγχεται η προτεραιότητά τους και προωθούνται σε μία από τις τέσσερις ουρές. Όταν ένας σταθμός έχει το κουπόνι, ξεκινά την αποστολή των δεδομένων από την ουρά με τη μεγαλύτερη προτεραιότητα, δηλαδή την ουρά 6 και στη συνέχεια, την ουρά 4, 2 και 0 με τη σειρά. Υπάρχει, βέβαια, η δυνατότητα να γίνουν ρυθμίσεις σε μετρητές που κρατά ο κάθε σταθμός εργασίας χωριστά και να καθορισθούν τα ποσοστά χρόνου, που έχει η κάθε ουρά στη διάθεσή της από το συνολικό χρόνο, που έχει ο σταθμός εργασίας το κουπόνι. Αν μια ουρά δεν έχει δεδομένα να στείλει, ο χρόνος που αντιστοιχεί στην συγκεκριμένη ουρά, δεν χάνεται αλλά υπάρχει η δυνατότητα

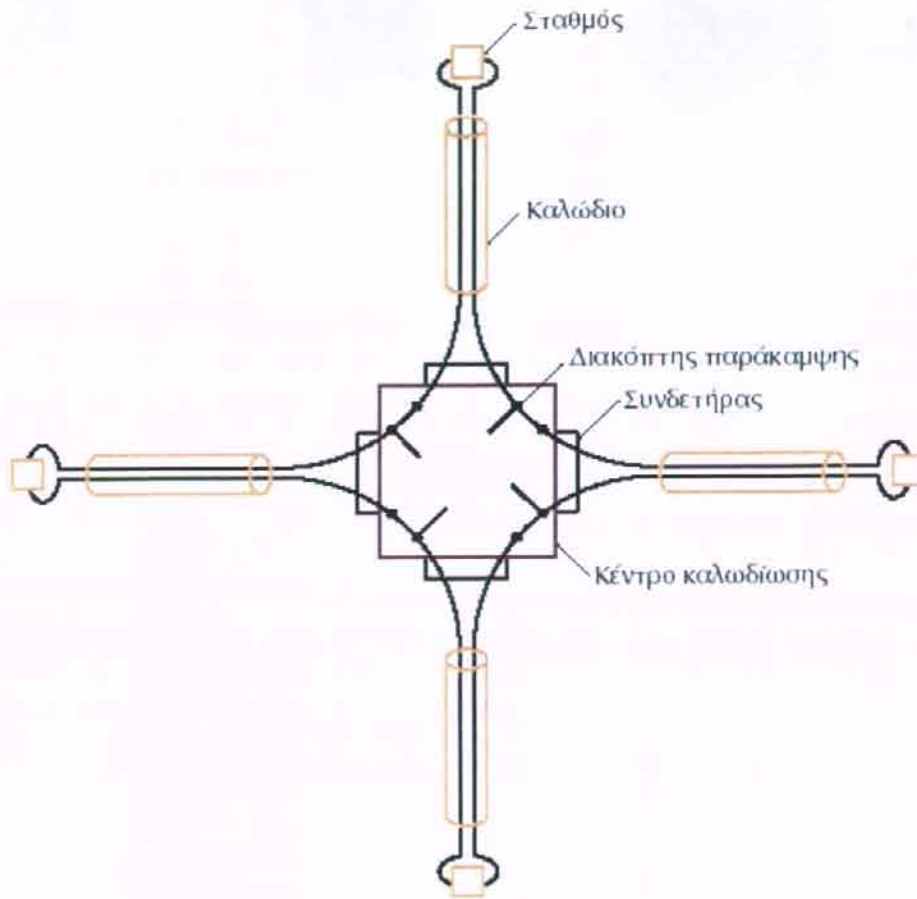
χρησιμοποίησής του από τις ουρές χαμηλότερης προτεραιότητας. Είναι φανερό ότι οι ουρές με χαμηλές προτεραιότητες μπορεί να μην προλάβουν να στείλουν τα δεδομένα τους όταν ο σταθμός εργασίας έχει το κουπόνι. Από την άλλη πλευρά όμως, μπορούμε με σωστή ρύθμιση των μετρητών ενός σταθμού, να είμαστε σίγουροι, ότι σημαντικά δεδομένα (όπως αλάρμ μηχανής) θα μεταδοθούν. Επιπλέον, μπορούμε να κάνουμε εκτίμηση της μέγιστης δυνατής καθυστέρησης. Ο μηχανισμός προτεραιοτήτων του IEEE 802.4 είναι ένας από τους σημαντικούς λόγους, που τον έχει κάνει δημοφιλή σε δίκτυα βιομηχανικών αυτοματισμών.

Άλλες λειτουργίες που περιγράφονται στο πρότυπο, σχετίζονται με τη συντήρηση του λογικού δακτυλίου. Τέτοιες λειτουργίες είναι : η αρχικοποίηση του λογικού δικτύου, η πρόσθεση ή αφαίρεση σταθμών εργασίας στο λογικό δακτύλιο καθώς και η επανόρθωση από λάθος. Για τις λειτουργίες συντήρησης του δακτυλίου οι σταθμοί εργασίας σε περιοδικά διαστήματα στέλνουν κουπόνια ειδικής μορφής. Για τον έλεγχο των κουπονιών ειδικής μορφής υπάρχουν διάφορες μεταβλητές, όπως για παράδειγμα ο μέγιστος αριθμός αναζήτησης σταθμών, ή ο μέγιστος χρόνος περιστροφής του κουπονιού. Κάθε σταθμός, που συμμετέχει στο δακτύλιο δέχεται ένα κουπόνι ειδικής μορφής για τη συντήρηση του δακτυλίου, ελέγχει τις διάφορες παραμέτρους του, και, όταν χρειάζεται τροποποιεί, κάποιες από τις μεταβλητές του κουπονιού ή το ακυρώνει, προκειμένου να εξασφαλίσει την απρόσκοπτη λειτουργία του δακτυλίου. Γενικά θα λέγαμε, ότι ο μηχανισμός συντήρησης δακτυλίου είναι σχετικά περίπλοκος και για την υλοποίησή του χρειάζεται η συμβολή αρκετών μετρητών, που ελέγχει ο κάθε σταθμός εντός του δακτυλίου.

2.3.4 Πρότυπο πρόσβασης στο μέσο IEEE 802.5 – Δακτύλιος με κουπόνι (Token Ring)

Το δίκτυο token ring αναπτύχθηκε αρχικά από την IBM και παραμένει η κύρια τοπολογία τοπικού δικτύου, που χρησιμοποιεί η IBM. Το πρότυπο **IEEE 802.5** είναι σχεδόν ταυτόσημο και πλήρως συμβατό με το token ring. Το IEEE 802.5 αναπτύχθηκε μετά από το token ring, και, γενικά, η χρήση του όρου token ring χρησιμοποιείται τόσο για το token ring της IBM, όσο και για το IEEE 802.5.

Το πρότυπο καθορίζει τις υπηρεσίες, που προσφέρει το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (MAC) προς το υποεπίπεδο ελέγχου λογικής (LLC). Επίσης καθορίζει τις προδιαγραφές σύνδεσης του σταθμού εργασίας στο φυσικό μέσο και τα λειτουργικά, ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης με το μέσο μετάδοσης. Υποτίθεται, ότι ο κάθε σταθμός εργασίας συνδέεται στο δακτύλιο μέσω μονάδας σύζευξης με το καλώδιο. Το πρότυπο αναφέρει λεπτομέρειες, που αφορούν τη σηματοδότηση, την κωδικοποίηση και τους υποστηριζόμενους ρυθμούς δεδομένων. Προδιαγράφονται, επίσης, οι υπηρεσίες, που παρέχει το φυσικό επίπεδο προς το υποεπίπεδο MAC. Το πρότυπο, όμως, δεν καθορίζει προδιαγραφές για το ίδιο το μέσο, δηλαδή το καλώδιο.



Σχήμα 2.7 Υλοποίηση δακτυλίου με κουπόνι με την χρήση κέντρου καλωδίωσης

Στην πραγματικότητα, η υλοποίηση του δακτυλίου γίνεται με συνδέσεις από σημείο σε σημείο. Μία από τις επικρίσεις για τα δίκτυα δακτυλίου είναι ότι, εάν κάπου έχουμε διακοπή του καλωδίου, ο δακτύλιος πεθαίνει. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με την χρήση κέντρου καλωδίωσης, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.7.

Μέσα στο κέντρο καλωδίωσης υπάρχουν διακόπτες παράκαμψης, οι οποίοι τροφοδοτούνται με ηλεκτρικό ρεύμα από τους σταθμούς. Εάν κοπεί ο δακτύλιος ή εάν σταθμός τεθεί εκτός λειτουργίας, η διακοπή του ρεύματος θα απελευθερώσει το ρελέ και θα παρακάμψει το σημείο, που υπάρχει πρόβλημα, η ενεργοποίηση των ρελέ μπορεί να γίνεται με κάποιο λογισμικό.

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει το token ring και το IEEE 802.5 είναι σχεδόν ταυτόσημα. Παρόλα αυτά υπάρχουν κάποιες διαφορές, που θα αναφέρουμε στην συνέχεια. Το token ring καθορίζει φυσική τοπολογία αστέρα, όπου όλοι οι σταθμοί εργασίας συνδέονται σε συσκευές, που ονομάζονται «Μονάδες Πρόσβασης Πολλαπλών Σταθμών» (**Multistation Access Unit, MSAU**), ενώ το IEEE 802.5 δεν καθορίζει την τοπολογία συνδεσμολογίας, αν και στην πράξη οι περισσότερες υλοποιήσεις του IEEE 802.5 βασίζονται σε κέντρα καλωδίωσης, δηλαδή δακτυλίου με μορφή αστέρα. Στο token ring χρησιμοποιείται συνεστραμμένο ζεύγος, ενώ στο IEEE 802.5 το καλώδιο δεν περιγράφεται. Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται συνοπτικά τα

κυριότερα χαρακτηριστικά του token ring και του IEEE 802.5.

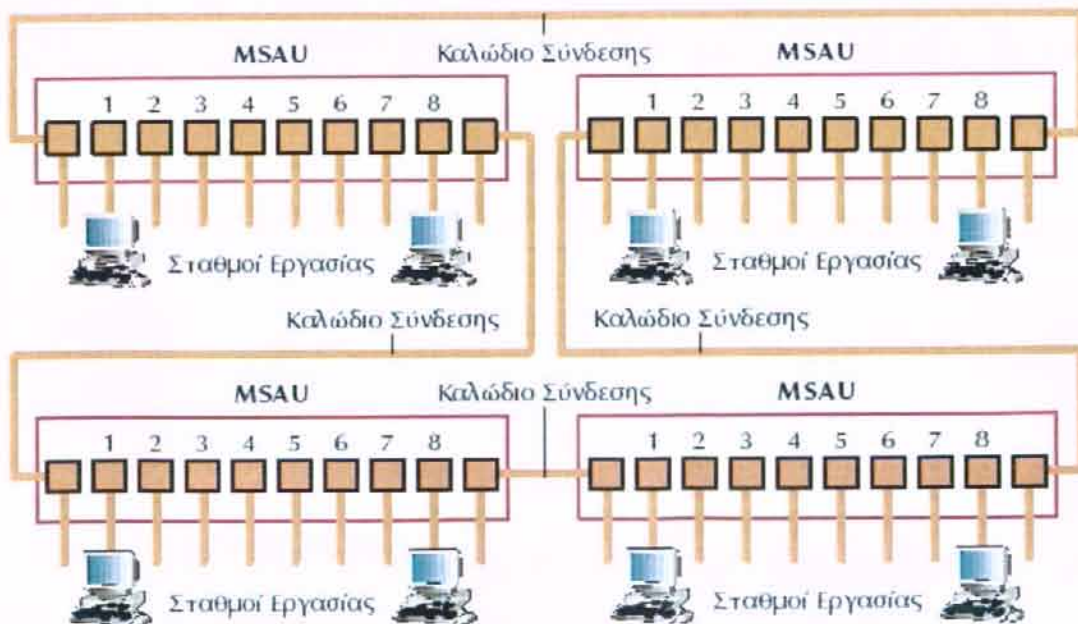
	IBM Token Ring Δίκτυο	IEEE 802.5
Ρυθμοί δεδομένων	4.16 Mbps	4.16 Mbps
Σταθμοί / Τμήμα	260 (για καλώδιο S.T.P.) 72 (για καλώδιο U.T.P.)	250
Φυσική Τοπολογία	Αστέρας	Δεν καθορίζεται
Μέσο	Συνεστραμμένο ζεύγος	- // -
Σηματοδοσία	Βασικής ζώνης	Βασικής ζώνης
Μέσο πρόσβασης	Πέρασμα κουπονιού	Πέρασμα κουπονιού
Κωδικοποίηση σήματος	Διαφορετική Manchester	Διαφορετική Manchester

Πίνακας 2.2 Χαρακτηριστικά token ring και IEEE802.5

* Πρέπει να αναφέρουμε ότι υπάρχει δακτύλιος με κουπόνι που υποστηρίζει η 16 Mbps, είναι το λεγόμενο «Early release ring» της εταιρείας IBM.

Στο παρακάτω σχήμα 2.8 μπορούμε να δούμε, πως υλοποιείται η φυσική συνδεσμολογία των σταθμών εργασίας με την βοήθεια των συσκευών MSAU.

Όπως μπορούμε να δούμε στο σχήμα 2.8, οι σταθμοί συνδέονται απευθείας στα MSAU. Μπορούμε να συνδέσουμε διάφορα MSAU μεταξύ τους, προκειμένου να σχηματίσουμε μεγάλο δακτύλιο. Οι συσκευές MSAU έχουν ρελέ παράκαμψης για την απομόνωση σταθμών με κάποια βλάβη από το δακτύλιο.



Σχήμα 2.8 Σύνδεση των MSAU , για την δημιουργία ενός μεγάλου δακτυλίου με κουπόνι

Τα δίκτυα token ring και IEEE 802.5 είναι από τα πρώτα παραδείγματα δικτύων, που λειτουργούν με πέρασμα κουπονιού (token passing). Στο δίκτυο κυκλοφορεί μικρό πλαίσιο, το λεγόμενο κουπόνι. Ο σταθμός, που λαμβάνει το κουπόνι, έχει το δικαίωμα να μεταδώσει τα δικά του πλαίσια. Εάν ο σταθμός, που δέχεται το κουπόνι δεν έχει δεδομένα να μεταδώσει, απλά περνά το κουπόνι στον επόμενο σταθμό του δακτύλιου. Ο σταθμός που δέχεται κουπόνι, διαθέτει καθορισμένο χρόνο που μπορεί να το κρατήσει, δηλαδή μέσα σε αυτό το χρόνο μπορεί να μεταδώσει όσα δεδομένα προλάβει.

Εάν ο σταθμός, που λάβει το κουπόνι, έχει δεδομένα να μεταδώσει, μετατρέπει ένα bit του πλαισίου του κουπονιού, δηλαδή μετατρέπει το κουπόνι σε αρχή ακολουθίας πλαισίων (start – frame – sequence). Στη συνέχεια ο σταθμός προσκολλά τα δεδομένα, προς μετάδοση και τα στέλνει στο δακτύλιο προς τον επόμενο του σταθμό. Κατά την διάρκεια μετάδοσης των δεδομένων από ένα σταθμό δεν κυκλοφορεί κανένα κουπόνι μέσα στο δακτύλιο. Συνεπώς, οι σταθμοί, που θέλουν να μεταδώσουν τα δικά τους πλαίσια, πρέπει να περιμένουν. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται οι συγκρούσεις μέσα στο δακτύλιο.

Όταν το πλαίσιο με τα δεδομένα φτάσει, τελικά, στο σταθμό προορισμού, αυτός αντιγράφει τα δεδομένα για περαιτέρω επεξεργασία και ταυτόχρονα μεταβάλλει κάποιο bit του πλαισίου, για να μπορέσει να καταλάβει ο σταθμός, που το έστειλε, ότι το πλαίσιο παραλήφθηκε. Το πλαίσιο, όμως, συνεχίζει να κυκλοφορεί μέσα στο δακτύλιο και τελικά φθάνει στο σταθμό που το έστειλε. Ο σταθμός, που έστειλε το πλαίσιο, έχει την ευθύνη να σταματήσει και την κυκλοφορία του πλαισίου από το δακτύλιο. Ο σταθμός, που έστειλε το πλαίσιο βλέποντας τυχόν αλλαγές σε κάποια bit του πλαισίου, που έλαβε, σε σχέση με αυτό που αρχικά έστειλε, μπορεί να καταλάβει : εάν ο σταθμός, για τον οποίο προορίζεται το πλαίσιο, δεν υπάρχει ή είναι ανενεργός, εάν ο σταθμός υπάρχει στο δίκτυο, αλλά για κάποιο λόγο δεν παρέλαβε το πλαίσιο, ή εάν το πλαίσιο έχει παραληφθεί κανονικά.

Ο σταθμός που στέλνει τα δεδομένα δεν έχει περιορισμό στο μέγεθος του πλαισίου, που μπορεί να στείλει. Έτσι υπάρχει συνήθως πλαίσιο, που ταξιδεύει στο δακτύλιο. Υπάρχει όμως, και η δυνατότητα να τεμαχίσει τα δεδομένα του σε μικρότερα πλαίσια, πάντα όμως μέσα στο χρόνο που μπορεί να κρατήσει το κουπόνι.

Με βάση όσα έχουμε αναφέρει μπορούμε να ξεχωρίσουμε τη λειτουργία των σταθμών στο δακτύλιο σε δύο φάσεις : τη φάση ακρόασης και τη φάση μετάδοσης. Στη φάση ακρόασης βρίσκονται οι σταθμοί που δεν έχουν το κουπόνι. Στη φάση ακρόασης, τοποθετούν κάθε bit του πλαισίου, που δέχονται σε ενδιάμεσο καταχωρητή ενός bit και κατόπιν, το αντιγράφουν έξω ξανά στο δακτύλιο. Όταν το bit βρίσκεται στον ενδιάμεσο καταχωρητή, η τιμή του μπορεί να επιθεωρηθεί ή και να μεταβληθεί από το σταθμό. Στη φάση της ακρόασης, έχουμε τη λεγόμενη καθυστέρηση 1 – bit. Ο σταθμός, που θα λάβει το κουπόνι και στέλνει το πλαίσιο με τα δεδομένα

του βρίσκεται πλέον σε φάση μετάδοσης. Είναι σαν να έχει σπάσει το δακτύλιο και από το ένα σημείο να στέλνει τα bits του πλαισίου και από το άλλο να λαμβάνει το πλαίσιο, που έχει στείλει, για να τσεκάρει ποια ήταν η τύχη του και ταυτόχρονα να σταματά την επανακυκλοφορία της πληροφορίας μέσα στο δακτύλιο.



Σχήμα2.9 Δίκτυο δακτυλίου με κουπόνι

Στο τέλος, αφού ο σταθμός μεταδώσει όλα τα δεδομένα του ή του τελειώσει ο χρόνος μετάδοσης που είχε στη διάθεσή του, πρέπει να εκδώσει καινούργιο κουπόνι και να το περάσει στον επόμενο σταθμό.

Στο token ring και IEEE 802.5, υποστηρίζονται οκτώ επίπεδα προτεραιότητας. Ο μηχανισμός προτεραιοτήτων είναι αρκετά πολύπλοκος. Μέσα στο κουπόνι υπάρχει πεδίο που δηλώνεται ο βαθμός προτεραιότητας. Ένας σταθμός, που θέλει να μεταδώσει δεδομένα με προτεραιότητα X, θα πρέπει να περιμένει να περάσει κουπόνι με προτεραιότητα μικρότερη ή ίση του X. Υπάρχει τρόπος ο σταθμός, που θέλει να μεταδώσει, να δεσμεύσει το επόμενο κουπόνι αλλάζοντας πεδίο του τρέχοντος κουπονιού (κάνοντας δηλαδή ένα είδος κράτησης προτεραιότητας). Επειδή, γενικά, ο μηχανισμός της κράτησης οδηγεί τελικά στην αύξηση της προτεραιότητας, έχουν δημιουργηθεί κανόνες, όπου οι σταθμοί, που αυξάνουν την προτεραιότητα, στο τέλος της μετάδοσης του πλαισίου τους, να μεταδώσουν κουπόνι με μικρότερη προτεραιότητα.

Επίσης, στα δίκτυα token ring και IEEE 802.5 υπάρχει και ο μηχανισμός συντήρησης του δακτυλίου. Για το λόγο αυτό ορίζεται σταθμός ως «ενεργός ελεγκτής» (active monitor) ο οποίος ανιχνεύει και διορθώνει, όσο μπορεί, πιθανές καταστάσεις δυσλειτουργίας. Διαθέτει, επίσης, τη δυνατότητα «καθαρισμού» του δακτυλίου, εκδίδοντας το λεγόμενο πλαίσιο καθαρισμού (purge frame). Οι υπόλοιποι σταθμοί του δικτύου συνεργάζονται μεταξύ τους για την παρακολούθηση της συνέχειας του δακτυλίου. Σε περίπτωση βλάβης του ενεργού ελεγκτή, αυτόματα αναλαμβάνει το ρόλο του κάποιος άλλος σταθμός εργασίας, μέσα στο δακτύλιο.

Από τον τρόπο λειτουργίας των δικτύων token ring και IEEE 802.5 είναι φανερό, ότι υπάρχει γενικά η δυνατότητα εκτίμησης της καθυστέρησης μετάδοσης πλαισίου στο δίκτυο, σε αντίθεση με το πρότυπο IEEE 802.3 (Ethernet). Έτσι, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εφαρμογές, που χρειάζονται μετάδοση σε πραγματικό χρόνο, αρκεί, βέβαια, να καλύπτονται από το εύρος ζώνης, που μπορεί να προσφέρει το δίκτυο.

2.3.5 Σύγκριση τοπικών δικτύων

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε στα πλεονεκτήματα αλλά και στα μειονεκτήματα των προτύπων πρόσβασης στο μέσο IEEE 802.3, 802.4 και 802.5.

Το πρότυπο IEEE 802.3 διακρίνεται για την απλότητα του αλγόριθμου πρόσβασης στο μέσο CSMA/CD. Η μέθοδος CSMA/CD είναι εύκολα υλοποιήσιμη, εφαρμόζεται αρκετά χρόνια και είναι ο πλέον διαδεδομένος τύπος με τεράστια εγκατεστημένη βάση. Ειδικότερα η υλοποίησή του με την χρήση κεντρικής μονάδας εξυπηρέτησης, βοηθά στην γρήγορη εγκατάσταση σταθμών χωρίς να βγει εκτός λειτουργίας το δίκτυο. Ο διαμοιρασμός της χρήσης του δικτύου είναι δίκαιος και η καθυστέρηση σε χαμηλό φορτίο είναι πρακτικά ελάχιστη.

Στα μειονεκτήματα του IEEE 802.3 μπορούμε να καταλογίσουμε τη μη καθορισμένη συμπεριφορά. Σε κατάσταση λειτουργίας με υψηλό φορτίο, η απόδοσή του μειώνεται δραματικά. Το γεγονός ότι ο χρόνος πρόσβασης στο μέσο δεν μπορεί να προβλεφθεί, το κάνει μη ελκυστικό για εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Επίσης, δεν έχει μηχανισμό προτεραιοτήτων, γεγονός που εντείνει το πρόβλημα. Στα μειονεκτήματα θα μπορούσαμε να προσθέσουμε, ότι η υλοποίηση μέρους του ενεργού εξοπλισμού του προτύπου απαιτεί αναλογικά μέρη, όπως για παράδειγμα το κύκλωμα εντοπισμού συγκρούσεων.

Πρέπει, όμως, να ομολογήσουμε, ότι το διαθέσιμο εύρος ζώνης που προσφέρει στις νέες εκδόσεις στα 100 Mbps και ειδικότερα στα 1000 Mbps το καθιστά ιδιαίτερα ελκυστική τεχνολογία. Σε συνδυασμό με τις ελάχιστες ή μηδαμινές απαιτήσεις για αλλαγές στην υπάρχουσα καλωδίωση, καθώς και η ποικιλομορφία των φυσικών μέσων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, λύνει τα χέρια των σχεδιαστών τοπικών δικτύων.

Από την άλλη πλευρά υπάρχουν, τα πρότυπα πρόσβασης στο μέσο, που χρησιμοποιούν σαν μέθοδο το πέραςμα κουπονιού. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι η ντετερμινιστική συμπεριφορά των δικτύων, υπό την έννοια ότι υπάρχει ανώτατο όριο χρόνου, που κάποιος σταθμός πρέπει να περιμένει πριν μεταδώσει. Το όριο αυτό είναι γνωστό, γιατί κάθε σταθμός του δακτυλίου μπορεί να κρατήσει το κουπόνι για καθορισμένο χρόνο. Η απόδοση των μεθόδων IEEE 802.4 και 802.5 πλησιάζει το 100% όσο το φορτίο κίνησης αυξάνει. Σε χαμηλή κίνηση όμως, τα πρότυπα αυτά έχουν χειρότερη συμπεριφορά συγκρινόμενα ειδικά με το IEEE 802.3. Αυτό συμβαίνει, γιατί ο σταθμός θα περιμένει να λάβει το κουπόνι προκειμένου να αρχίσει τη μετάδοση, ενώ το κουπόνι

μπορεί να μεταβαίνει σε σταθμούς, που δεν έχουν τίποτε να μεταδώσουν. Μεγάλο πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα υποστήριξης επιπέδων προτεραιότητας. Η δυνατότητα προτεραιότητας διευκολύνει τη χρήση του δικτύου από εφαρμογές πραγματικού χρόνου, γιατί μπορούν να βασίζονται σε καθορισμένο εύρος ζώνης.

Βασικό μειονέκτημα των μεθόδων IEEE 802.4 και 802.5 είναι η αυξημένη πολυπλοκότητα των αλγόριθμων που χρησιμοποιούν.

Τα δύο πρότυπα IEEE 802.4 και 802.5 δεν προορίζονται για χρήση στον ίδιο εργασιακό χώρο. Το πρότυπο IEEE 802.4 έχει εγκατεστημένη βάση, κυρίως, σε βιομηχανικούς χώρους. Με κατάλληλη ρύθμιση των παραμέτρων των σταθμών, προσφέρει εγγυημένο εύρος ζώνης σε κάθε επίπεδο προτεραιότητας, σε αντίθεση με το 802,5 όπου ευνοούνται υπερβολικά οι σταθμοί, που θέλουν να μεταδώσουν με υψηλή προτεραιότητα. Επίσης, δεν στηρίζεται σε κεντρικό σταθμό εποπτείας του δακτυλίου, όπως το 802.5, αλλά όλοι οι σταθμοί περιοδικά αναλαμβάνουν πρωτοβουλίες συντήρησης του δακτυλίου. Μειονέκτημα του 802.5 θεωρείται η ύπαρξη κάθε φορά ενός μόνο σταθμού εποπτείας. Τα προβλήματα αρχίζουν όχι από την ολοκληρωτική βλάβη αυτού, αλλά στην περίπτωση μερικής υπολειτουργίας. Μεγάλο πλεονέκτημα του πρότυπου 802.5, σε περίπτωση υλοποίησής του με κέντρα καλωδιώσεων, είναι η δυνατότητα ανίχνευσης και εξάλειψης διακοπών στα καλώδια αυτόματα.

Ο σχεδιαστής δικτύων πρέπει να σταθμίσει ποια χαρακτηριστικά πρέπει να καλύπτει το δίκτυο, που θέλει να σχεδιάσει, σε συνάρτηση πάντα με τις εφαρμογές που θα τρέχουν πάνω σε αυτό, και να αποφασίσει. Πολλές φορές η υλοποίηση καινούργιου δικτύου είναι πιο εύκολη από την αναβάθμιση υπάρχοντος, επειδή δεν χρειάζεται να ληφθεί υπόψη η υπάρχουσα εγκατεστημένη βάση. Σημαντικότερος παράγοντας είναι το κόστος και στο σημείο αυτό το πρότυπο IEEE 802.3, λόγω της απλότητας που το διακρίνει, υπερτερεί σημαντικά. Ταυτόχρονα έχει παρουσιάσει και τη μεγαλύτερη εξέλιξη σε σχέση με τους «ανταγωνιστές του». Ίσως για το λόγο αυτό δεν είναι τυχαίο, που σήμερα πλέον οι περισσότερες εγκαταστάσεις δικτύων είναι βασισμένες σε εκδόσεις του προτύπου IEEE802.3.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3**ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ****Εισαγωγή :**

Ένα δίκτυο αποτελείται από παθητικά και ενεργά στοιχεία.

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε και θα αναλύσουμε τα ενεργά στοιχεία των δικτύων, όπως τα modems, τους επαναλήπτες, τους μεταγωγείς, τις γέφυρες και τους δρομολογητές.

Στα παθητικά στοιχεία εντάσσονται τα καλώδια, τα οποία παρουσιάσαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο. Παθητικά στοιχεία, επίσης, είναι τα εξαρτήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται στη δομημένη καλωδίωση για την σύνδεση και μικτονόμηση των γραμμών. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι τεχνικές και τα εξαρτήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται στην δομημένη καλωδίωση.

3.1 MODEM

Το modem είναι συσκευή διαμόρφωσης και αποδιαμόρφωσης και το όνομά του προέρχεται από τα αρχικά των αγγλικών λέξεων modulator – demodulator (διαμορφωτής – αποδιαμορφωτής).

Τα modem ή αλλιώς και «Εξοπλισμός Επικοινωνίας δεδομένων» (Data Communication Equipment, DCE), τοποθετούνται πάντα ανά ζεύγη στα δύο άκρα τηλεφωνικής γραμμής, προκειμένου να γίνει εφικτή η επικοινωνία δύο υπολογιστικών συστημάτων που καλούνται και «Τερματικές Συσκευές δεδομένων» (Data Terminal Equipment, DTE) μέσω της τηλεφωνικής γραμμής (βλέπε σχήμα 3.1)



Σχήμα 3.1 Συνδεσμολογία των συσκευών DTE&DCE

3.1.1 Πρότυπα επικοινωνίας των modems

Έχουν αναπτυχθεί από διεθνείς οργανισμούς, πρότυπα (συστάσεις), τα οποία καθορίζουν τον τρόπο επικοινωνίας των modem.

Η μεγαλύτερη ταχύτητα σύνδεσης μεταξύ δύο modem παρατηρείται στην σύσταση V.90 στα 56 kbps, αλλά προς μία μόνο κατεύθυνση, επειδή προς την αντίθετη η ταχύτητα είναι 33.6 kbps και γι' αυτό θεωρείται ότι είναι ασύμμετρη τεχνολογία.

Η μέγιστη ταχύτητα σύνδεσης μεταξύ δύο modem V.34 είναι 33.6 kbps ενώ πολύ συχνά είναι χαμηλότερη από τα 28.8 kbps. Εξαρτάται από την ποιότητα της γραμμής, που κι αυτή με τη

σειρά της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ποσοστό ψηφιοποίησης του δημόσιου δικτύου. Όπως βλέπουμε και στο σχήμα 3.2 τα δεδομένα στέλνονται με ψηφιακό τρόπο από το DTE1 στο DCE1, όπου και μετατρέπονται σε αναλογική μορφή από DAC (digital to analog converter) και στη συνέχεια διαμορφώνονται και μεταδίδονται στη γραμμή. Στο άλλο άκρο της γραμμής τα δεδομένα αποδιαμορφώνονται και ψηφιοποιούνται από ADC (analog to digital converter) στο DCE2 και λαμβάνονται, τελικά, σε ψηφιακή μορφή από το DTE2.

Ομοίως τα δεδομένα που στέλνονται από το DTE2 προς το DTE1 ακολουθούν την ίδια διαδικασία. Από την παραπάνω περιγραφή γίνεται φανερό, ότι για την αμφίδρομη επικοινωνία χρειάζονται δύο μετατροπές του σήματος από ψηφιακό σε αναλογικό και δύο μετατροπές του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό. Από τις παραπάνω μετατροπές, αυτή, που εισάγει τον περισσότερο θόρυβο είναι η μετατροπή από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (θόρυβος κβαντοποίησης – quantization noise).



Σχήμα 3.2 Επικοινωνία τερματικών συσκευών DTEs με χρήση modems μέσω του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου

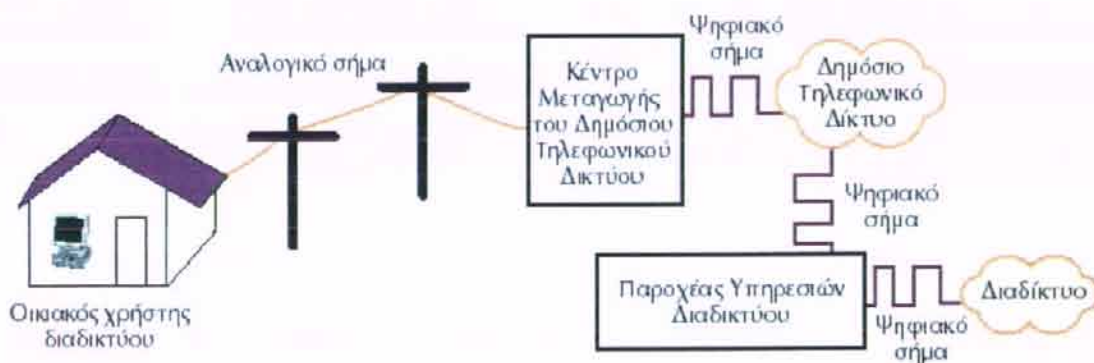
Η μεγαλύτερη χρήση των modems γίνεται από χρήστες, που θέλουν να συνδεθούν με τηλεφωνική διεπιλογή με κάποιον παροχέα υπηρεσιών διαδικτύου (Internet Service Provider, ISP) ή με κάποια μεγάλη τράπεζα δεδομένων. Σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό των δημόσιων τηλεφωνικών δικτύων (Public Switched Telephone Network, PSTN) των ανεπτυγμένων χωρών είναι ψηφιακό και οι περισσότεροι παροχείς υπηρεσιών σύνδεσης στο Διαδίκτυο συνδέονται στο PSTN με ψηφιακό τρόπο. Το γεγονός αυτό εκμεταλλεύεται η σύσταση V.90, για να επιτευχθεί ταχύτητα μέχρι 56 kbps στη μεταφορά των δεδομένων από τους ISP's στους τελικούς χρήστες. Όπως μπορούμε να δούμε και στα σχήματα 3.3 (α)&(β) για την μεταφορά της πληροφορίας από τους εξυπηρετητές των ISP's γίνεται μόνο μία μετατροπή του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό (η μετατροπή A/D γίνεται στο modem του χρήστη) σε αντίθεση με την περίπτωση επικοινωνίας συμβατικών modem V.34. Εάν η γραμμή από το τοπικό κέντρο PSTN του χρήστη είναι ψηφιακά τερματισμένη μέχρι την περιοχή του εξυπηρετητές του ISP, γίνεται μόνο DAC μετατροπή στο σήμα από τον ISP προς τον τελικό χρήστη. Εάν τα modem στα άκρα είναι 56k συμβατά, τότε είναι πολύ πιθανό να έχουμε ταχύτητες κοντά στα 56 kbps. Πρέπει, επίσης, να τονίσουμε, ότι

επιπρόσθετη ψηφιακή κωδικοποίηση εφαρμόζεται στην αρχή της συνηθισμένης διαμόρφωσης το σήματος προς τον τελικό χρήστη. Αντίθετα η ταχύτητα σύνδεσης των δεδομένων από χρήστη, που πραγματοποιεί κλήση προς τον ISP δεν υπερβαίνει τα 33.6 kbps (βλέπε σχήμα 3.3(γ)).

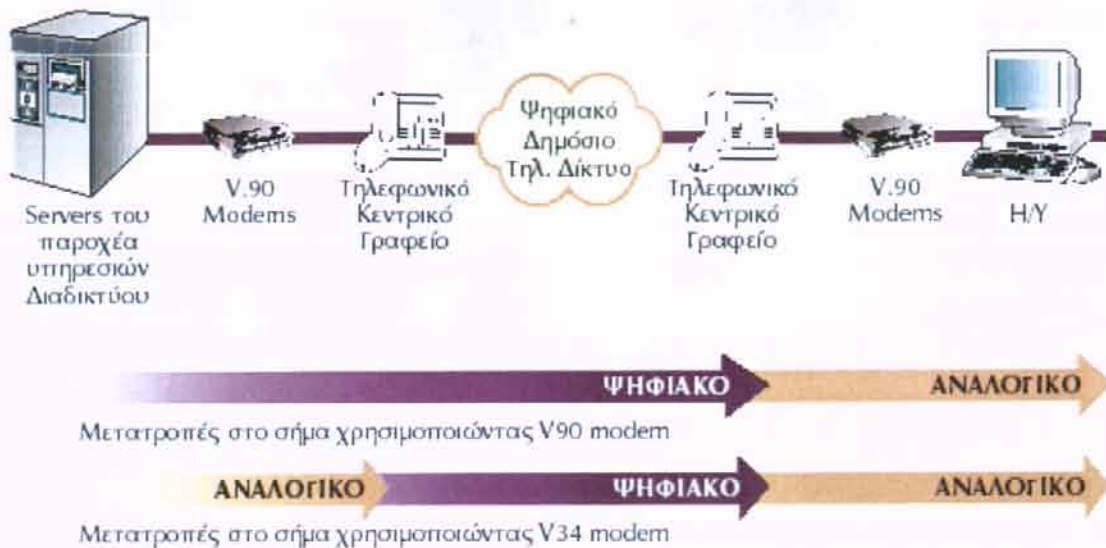
Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν και περιορίζουν την ποιότητα στη σύνδεση μέχρι τα 33 kbps (πρόσφατες βελτιώσεις των προϊόντων των κατασκευαστών modem ανεβάζουν την ταχύτητα ίσως και πάνω από 40 kbps) από τον χρήστη προς τον ISP, όπως :

- ❖ Απρόβλεπτα, πολλές φορές, επίπεδα σήματος εξαιτίας προβλημάτων στην καλωδίωση και μεγάλες αποστάσεις από τον τελικό χρήστη μέχρι το τοπικό κέντρο του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου.
- ❖ Θόρυβος κβαντοποίησης από την μετατροπή του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό για την μετάδοσή του στις τηλεφωνικές γραμμές.
- ❖ Ελαφρώς διαφορετικός εξοπλισμός του δημόσιου τηλεφωνικού οργανισμού, καθώς επίσης αλγόριθμοι για την εγκατάσταση της κλήσης από οικιακό χρήστη προς ISP.

Η ασυμμετρική ταχύτητα σύνδεσης μας εξασφαλίζει γρηγορότερη μεταφορά πληροφοριών από τράπεζες δεδομένων ή το Διαδίκτυο, που είναι και το ζητούμενο, ενώ το μικρότερο εύρος της γραμμής προς την αντίθετη κατεύθυνση δεν αποτελεί πρόβλημα, αφού, συνήθως, περνά πληροφορία για επιλογές πλήκτρων ή του ποντικιού του τελικού χρήστη. Βέβαια, αρκετές φορές, η σύνδεση με modem V.90 δεν υπερβαίνει τα 33.6 kbps και προς τις δύο κατευθύνσεις, εάν κάποιος από τους παραπάνω παράγοντες εκλείψει.



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 3.3 Σύνδεση υπολογιστών με V90 modem, σε παροχέα υπηρεσιών διαδικτύου, κάνοντας χρήση του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου (α) Τοπολογία διασύνδεσης (β) Μετατροπές A/D ή D/A που γίνονται στο σήμα εάν χρησιμοποιούνται modem V90 ή V34 (γ) Απεικόνιση της ασυμμετρικής σύνδεσης στην περίπτωση χρησιμοποίησης V90 modems

3.2 Κάρτες δικτύου (Network Interface Cards – NICs)

Οι κάρτες δικτύου χρησιμοποιούνται για να συνδέσουμε DTE, συνήθως PC, στο δίκτυο. Οι κάρτες δικτύου παρέχουν τη φυσική σύνδεση μεταξύ του καλωδίου του δικτύου και του εσωτερικού διαδρόμου (bus) του υπολογιστή. Οι κάρτες δικτύων μετατρέπουν τα καθαρά bits του υπολογιστή, σε πληροφορία συμβατή με τα ηλεκτρικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου του δικτύου.

Υπάρχουν αρκετές αρχιτεκτονικές εσωτερικών διαδρόμων στους υπολογιστές και για το λόγο αυτό υπάρχουν και αρκετές υλοποιήσεις καρτών δικτύων. Αυτή τη στιγμή, η πιο διαδεδομένη αρχιτεκτονική bus για PC γενιάς «486 / Pentium» είναι η «PCI». Η αρχιτεκτονική «ISA» ήταν πολύ

διαδεδομένη με PC γενιάς «386», καθώς και σε παλαιότερης γενιάς PC. Οι τρεις βασικές εκδόσεις των καρτών δικτύου, που συναντώνται σήμερα είναι, των 8 bits, 16 bits και 32 bits. Με όσα περισσότερα bits συνδέεται μια κάρτα δικτύου στο εσωτερικό bus του υπολογιστή, τόσο μεγαλύτερος είναι ο όγκος, αλλά και η ταχύτητα των δεδομένων, που μπορούν να μεταδοθούν στο καλώδιο δικτύου.

Υπάρχουν κάρτες δικτύου για να καλύψουν πλέον όλα τα πρότυπα των δικτύων, παρέχοντας φυσικά και τον αντίστοιχο συνδετήρα για πρόσβαση στο φυσικό μέσο. Για παράδειγμα, εύκολα μπορεί κάποιος να προμηθευτεί κάρτες για όλες τις μορφές του Ethernet ακόμα και το καινούργιο Gigabit Ethernet, FDDI, Token Ring κ.λ.π. Πολύ συνηθισμένες σήμερα είναι οι κάρτες «10/100 autosense» δηλαδή οι κάρτες που αντιλαμβάνονται εάν το μέσο, που συνδέονται, είναι για ταχύτητες 10 Mbps ή 100 Mbps και αναλόγως προσαρμόζουν την λειτουργία τους.

Οι κάρτες δικτύου συνδέονται επίσης με κάποιο λογισμικό (driver) που απαιτείται να εγκατασταθεί στον υπολογιστή, προκειμένου το λειτουργικό σύστημα του υπολογιστή να μπορέσει να αναγνωρίσει την κάρτα και να συνεργαστεί με αυτήν. Όπως είναι φυσικό, υπάρχει διαφορετικό λογισμικό της κάρτας για κάθε διαφορετικό λειτουργικό σύστημα. Σήμερα, οι περισσότερες κάρτες δικτύου είναι συμβατές με το σύστημα Plug-n-Play (PnP). Τα συστήματα PnP αναγνωρίζουν μόνα τους την εγκατάσταση νέου υλικού στον υπολογιστή και αυτόματα διαλέγουν το κατάλληλο λογισμικό και προβαίνουν στις απαραίτητες ρυθμίσεις και παραμετροποιήσεις του συστήματος. Στις παλαιότερες; Κάρτες δικτύων που δεν ήταν PnP, ή στους υπολογιστές των οποίων τα λειτουργικά συστήματα δεν υποστηρίζουν την τεχνική PnP, χρειάζεται ο χρήστης να παρέμβει και μερικές φορές, να επέμβει και σε διακόπτες παραμετροποίησης που διαθέτουν οι κάρτες δικτύου.

3.3 Επαναλήπτες (Repeaters)

Οι επαναλήπτες είναι ενεργές ηλεκτρονικές συσκευές και η λειτουργία τους εντάσσεται στο πρώτο επίπεδο του μοντέλου OSI. Οι επαναλήπτες συνδέουν δύο τμήματα καλωδίων του ίδιου τύπου, τα οποία αποτελούν και το φορέα υλοποίησης του φυσικού επιπέδου συγκεκριμένου πρωτοκόλλου επικοινωνίας. Η κύρια λειτουργική διαδικασία επαναλήπτη είναι να αναζωογονεί τα σήματα που κυκλοφορούν μέσα σε καλώδιο, προκειμένου να συνεχισθεί η μετάδοσή τους μέχρι τον προορισμό τους.

Τα πρωτόκολλα πρόσβασης στο φυσικό μέσο καθορίζουν τον τύπο του καλωδίου που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε (π.χ. ομοαξονικό, συνεστραμμένο ζεύγος), το βαθμό θωράκισης που θα έχει το καλώδιο, το μέγιστο μήκος, που μπορεί να έχει το καλώδιο, καθώς επίσης και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των σημάτων (π.χ. επιτρεπτές στάθμες τάσεων, χαρακτηριστικές αντιστάσεις). Συνδέσεις σημείων με καλώδια, που παραβιάζουν τις απαιτήσεις ως προς το μέγιστο

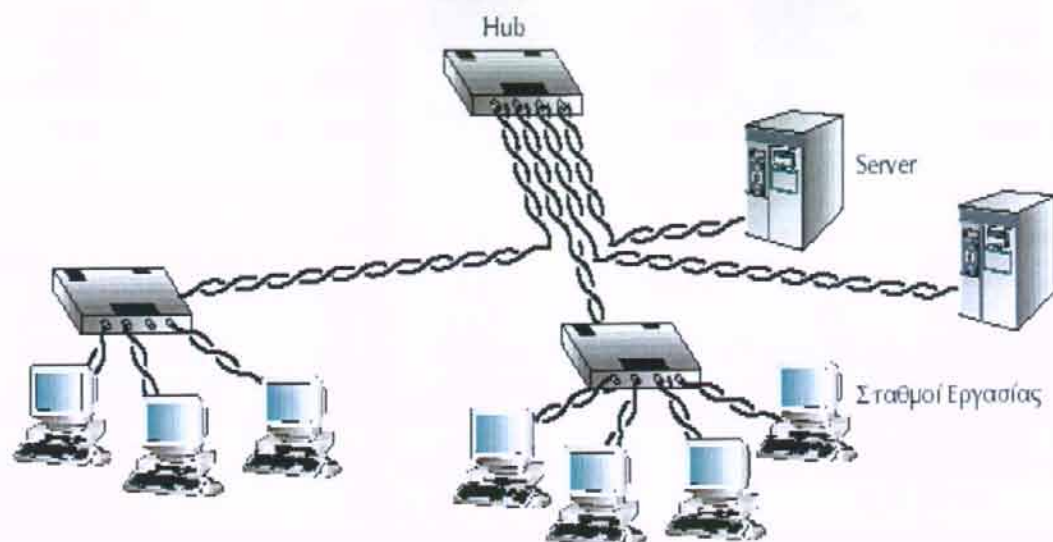
μήκος, πιθανό να αλλοιώνουν την μεταδιδόμενη πληροφορία εξαιτίας των αντιστάσεων του καλωδίου, από φαινόμενα ανακλάσεων, και εισαγωγή θορύβου. Εάν οι αποστάσεις των σημείων, που θέλουμε να ενώσουμε, υπερβαίνουν τις επιτρεπόμενες τιμές, που καθορίζει το πρωτόκολλο, τότε κάνουμε χρήση των επαναληπτών, αναζωογονώντας τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των σημάτων, δηλαδή ουσιαστικά αντιγράφουμε τα bits ανάμεσα στα δύο τμήματα των καλωδίων, που συνδέει ο επαναλήπτης.

Στα σύγχρονα δίκτυα, η πιο διαδεδομένη μορφή επαναλήπτη είναι το hub. Το hub χρησιμοποιείται για να ενώσει δύο ή περισσότερα καλώδια τύπου Ethernet των συστάσεων 1Base5, 10BaseT, 10BaseFL, 100BaseTX και 100BaseFx καθώς και του Gigabit Ethernet. Με το hub υλοποιούμε τοπολογία εσωτερικού δικτύου τύπου αστέρα. Το hub παρέχει ηλεκτρική ενίσχυση στο σήμα, που έρχεται από τμήμα δικτύου Ethernet και ταυτόχρονα το επαναλαμβάνει (το στέλνει) σε όλες τις πόρτες του hub. Σε ένα hub με πολλές πόρτες μπορούμε να συνδέσουμε στη μία πόρτα ένα υπολογιστή και σε κάποια άλλη πόρτα, άλλο υπολογιστή ή άλλο hub. Με τον τρόπο αυτό, το σήμα αφού έχει ενισχυθεί μέσα στο hub, μπορεί να συνεχίσει τη διαδρομή του στα υπόλοιπα τμήματα δικτύου, που συνδέονται στο hub, αυξάνοντας, ουσιαστικά, τη διαδρομή, που μπορεί να διανύσει το σήμα στο διπλάσιο ή και περισσότερο, εάν παρεμβάλλουμε και άλλα hub.

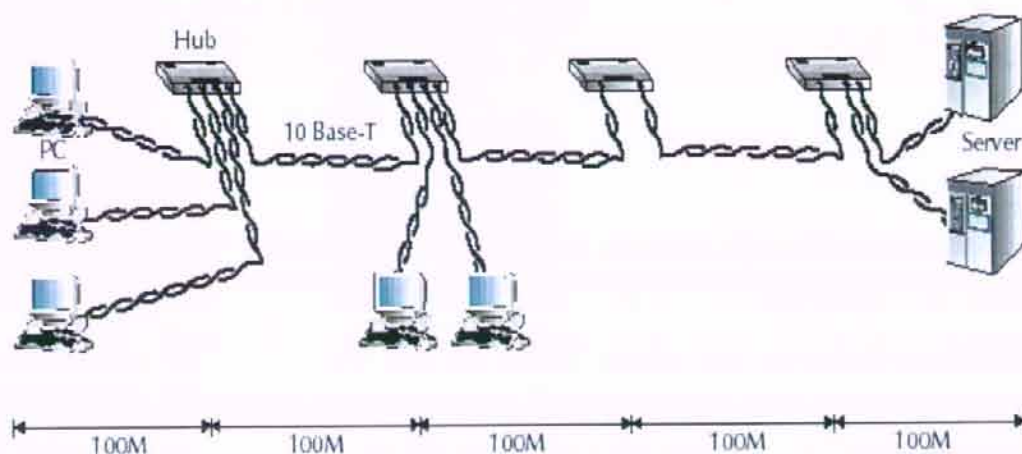
Επισήμανση :

Όταν υλοποιούμε εσωτερικό δίκτυο με hubs, όλοι οι σταθμοί που συνδέονται με τα hub's μοιράζονται το Ethernet (shared Ethernet) και δημιουργούν ουσιαστικά, κοινό πεδίο συγκρούσεων (collision domain). Ουσιαστικά, παίρνουν όλοι οι σταθμοί ποσοστό εύρους από το συνολικό εύρος του υλοποιημένου δικτύου.

Πρέπει να τονίσουμε, ότι στα πρωτόκολλα πρόσβασης στο φυσικό μέσο υπάρχουν περιορισμοί για τον αριθμό των επαναληπτών, που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε. Οι περιορισμοί αυτοί υπάρχουν κυρίως, για την καθυστέρηση που εισάγουν οι επαναλήπτες στη μετάδοση του σήματος. Έτσι, για παράδειγμα στο πρωτόκολλο Ethernet θεωρείται ότι, για να μεταδοθεί το σήμα χρειάζεται περίπου 50 ms. Για τον παραπάνω λόγο, υπάρχει ο κανόνας «5-4-3», που μας καθορίζει ότι ένα πεδίο συγκρούσεων (collision domain) μπορεί να αποτελείται από 5 τμήματα (segments), να έχει μόνο 4 επαναλήπτες και από τα 5 τμήματα μόνο τα 3 να έχουν συνδεδεμένους σταθμούς εργασίας.



Σχήμα 3.4 Τοπικό δίκτυο με χρήση HUB



Σχήμα3.5 Τοπικό δίκτυο . Φαίνονται 5 τμήματα καλωδίων μέγιστου μήκους 100m το καθένα και 4 Hubs, από τα οποία, 3 μόνο έχουν συνδεδεμένους σταθμούς εργασίας .

3.4 Γέφυρες (Bridges)

Οι γέφυρες είναι ηλεκτρονικές συσκευές, που υλοποιούν τη διασύνδεση – επικοινωνία μεταξύ τοπικών δικτύων υπολογιστών στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων του μοντέλου OSI. Οι γέφυρες κάνουν ρήση των διευθύνσεων υλικού (οι οποίες ονομάζονται και φυσικές διευθύνσεις ή διευθύνσεις επιπέδου MAC – Media Access Control) των σταθμών εργασίας, για να μεταδώσουν τα πλαίσια δεδομένων μεταξύ των δικτύων, που συνδέουν.



Σχήμα3.6 Λειτουργία της γέφυρας σε σχέση με τα επίπεδα του OSI μοντέλου

Όταν πρωτοεμφανίσθηκαν συνδέειαν μόνο ομοειδή δίκτυα, ενώ, αργότερα, εμφανίσθηκαν και γέφυρες, που είχαν τη δυνατότητα διασύνδεσης ετερογενών δικτύων. Οι σημερινές γέφυρες έχουν επιπλέον χαρακτηριστικά, όπως δυνατότητες φιλτραρίσματος και υψηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων μεταξύ των δικτύων, που συνδέουν. Με το πέρασμα των χρόνων, οι τιμές των γεφυρών ελαττώθηκαν σημαντικά, ενώ ταυτόχρονα η δυνατότητα γεφύρωσης ενσωματώθηκε στους δρομολογητές (routers). Λόγω της μεγάλης εξάπλωσης των δρομολογητών και των switches (συσκευές που θα παρουσιάσουμε αργότερα) μειώθηκε η αγορά των γεφυρών ως ξεχωριστών συσκευών.

Όπως προαναφέρθηκε, οι γέφυρες διασυνδέσουν στο δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI. Σε περίληψη, οι κυριότερες υπηρεσίες του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων (data link layer) είναι η σύνδεση δεδομένων, η παροχή φυσικής διευθυνσιοδότησης (MAC addresses), ο καθορισμός τελικών σημείων για σύνδεση γραμμής δεδομένων, ο έλεγχος ροής δεδομένων και οι διαδικασίες αναγνώρισης και διόρθωσης λαθών που μπορούν να συμβούν στο φυσικό επίπεδο. Οι γέφυρες παρέχουν αυτές τις λειτουργίες υποστηρίζοντας διάφορα πρωτόκολλα link-layer και αλγόριθμους πρόσβασης στο φυσικό μέσο (medium access algorithm). Τα πλαίσια, που φθάνουν σε γέφυρα, αναλύονται και προωθούνται στον προορισμό τους με βάση την πληροφορία, που περιέχουν. Ο μηχανισμός προώθησης γίνεται με την βοήθεια πινάκων προώθησης, που έχει δημιουργήσει η ίδια η γέφυρα (π.χ. διαφανείς γέφυρες – transparent bridging), ενώ σε άλλες περιπτώσεις με βάση τη διαδρομή που περιέχεται στο ίδιο το πλαίσιο (π.χ. γέφυρες πηγαίας δρομολόγησης – source route bridging).

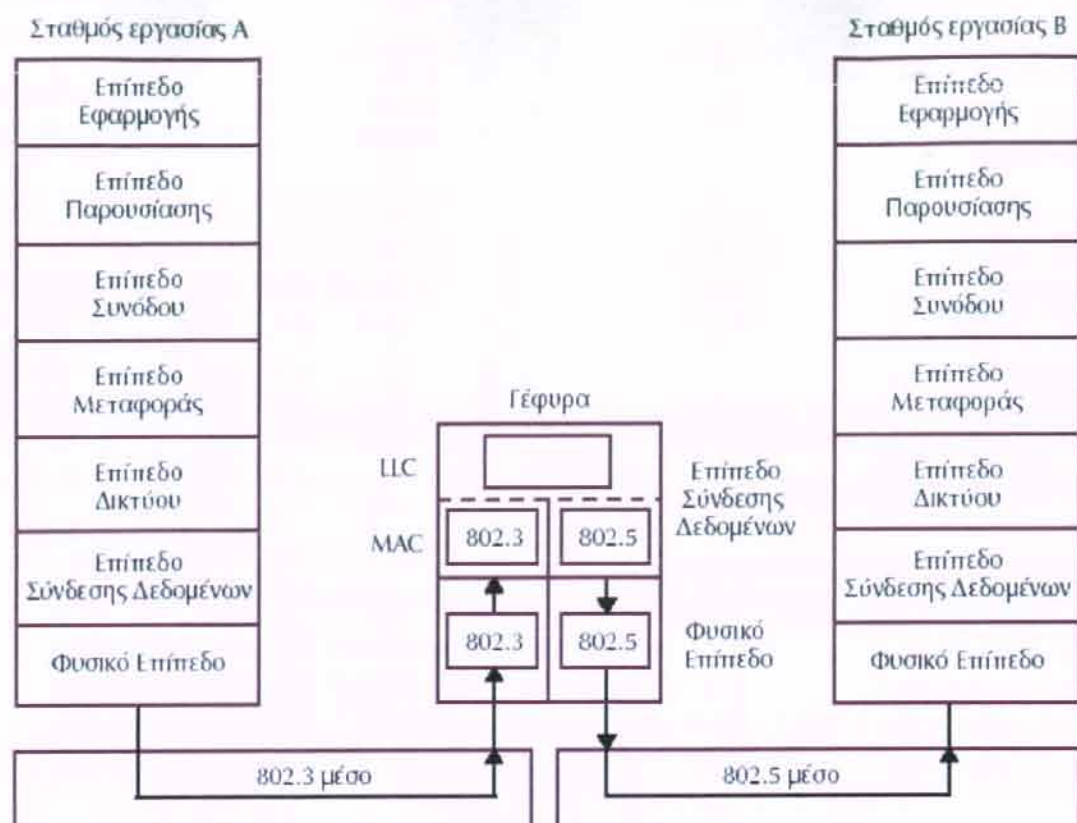
Επισημάνση :

Επειδή οι γέφυρες εξετάζουν πρώτα όλο το πλαίσιο και μετά το προωθούν, όταν δεν περιέχει σφάλματα, ονομάζονται και συσκευές «store and forward».

Το γεγονός ότι το πλαίσιο ουσιαστικά αναδημιουργείται στη γέφυρα πριν προωθηθεί, κάνει δυνατή τόσο την δημιουργία ξεχωριστών πεδίων συγκρούσεων (collision domains) όταν αυτή συνδέει ίδια πρωτόκολλα πρόσβασης στο φυσικό μέσο (π.χ. Ethernet), όσο και την χρησιμοποίηση περισσότερων επαναληπτών στη συνολική σχεδίαση του δικτύου, αφού με την μεσολάβηση γέφυρας επανακινούνται οι κανόνες ως προς την απόσταση του φυσικού μέσου και τον αριθμό των ενδιάμεσων επαναληπτών .

Οι γέφυρες μπορούν να προγραμματιστούν να φιλτράρουν πλαίσια από συγκεκριμένους σταθμούς (συγκεκριμένες φυσικές διευθύνσεις) ή και από ολόκληρα δίκτυα. Με τον τρόπο αυτό, μπορούμε να ελέγχουμε τη μετάδοση μεταξύ των δικτύων που συνδέουν οι γέφυρες, ανεπιθύμητων πλαισίων εκπομπής (broadcast) και πολλαπλής αποστολής (multicast) καθώς και την επικοινωνία συγκεκριμένων σταθμών εργασίας μεταξύ ξεχωριστών δικτύων.

Το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE) έχει χωρίσει το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων του OSI σε δύο υποεπίπεδα : το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο φυσικό μέσο MAC και στο υποεπίπεδο λογικής σύνδεσης LLC, βλέπε σχήμα 3.7. Όταν οι γέφυρες ενώνουν ομογενή δίκτυα χρησιμοποιούν το υποεπίπεδο MAC, ενώ όταν γεφυρώνουν ετερογενή δίκτυα κάνουν χρήση και του υποεπιπέδου LLC. Στο σχήμα 3.7 η γέφυρα ενώνει δύο διαφορετικά δίκτυα 802.3 και 802.5. Όταν ο σταθμός Α στείλει πακέτο, αυτό κατεβαίνει στο υποεπίπεδο LLC και αποκτά την επικεφαλίδα LLC. Στη συνέχεια, διέρχεται μέσα από το υποεπίπεδο MAC και αποκτά την επικεφαλίδα του μέσου του 802.3. Το πλαίσιο που έχει δημιουργηθεί μέσω του καλωδίου του φυσικού μέσου φθάνει στο υποεπίπεδο MAC της γέφυρας, όπου η επικεφαλίδα 802.3 αφαιρείται. Το πλαίσιο με την επικεφαλίδα LLC πηγαίνει στο υποεπίπεδο LLC όπου γίνεται και η επεξεργασία και στη συνέχεια κατευθύνεται στο υποεπίπεδο MAC, αποκτά επικεφαλίδα 802.5 και μεταδίδεται μέσω του καλωδίου, τελικά, στον παραλήπτη σταθμό Β.



Σχήμα 3.7 Σύνδεση δικτύων με διαφορετικούς τρόπους πρόσβασης του φυσικού μέσου με την βοήθεια γέφυρας, κάνοντας την χρήση των υποεπιπέδων MAC & LLC

3.5 Μεταγωγείς (Switches)

Ο μεταγωγέας είναι επέκταση της έννοιας της γέφυρας. Θα μπορούσαμε να πούμε, ότι αποτελεί συνδυασμό του επαναλήπτη (HUB) και της γέφυρας. Στην αρχή οι μεταγωγείς υλοποίησαν δίκτυα τύπου Ethernet, ενώ σήμερα, κυκλοφορούν μεταγωγείς και άλλου τύπου πρωτόκολλα, όπως για παράδειγμα FDDI, ATM. Οι περισσότερες, σήμερα, σύγχρονες σχεδιάσεις εσωτερικών τοπικών δικτύων γίνονται με δίκτυα τύπου Ethernet και τα βασικότερα δομικά στοιχεία των δικτύων αυτών αποτελούν οι μεταγωγείς για Ethernet. Για το λόγο αυτό, στη συνέχεια του κεφαλαίου, θα αναφερθούμε κυρίως σε μεταγωγείς Ethernet (Ethernet switches).

Σημείωση :

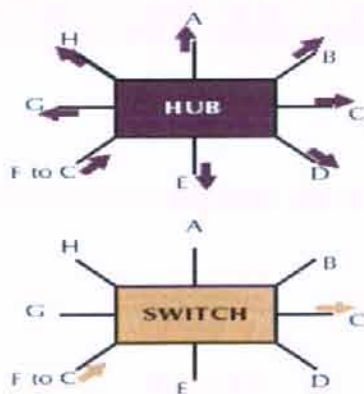
Η κύρια λειτουργία του μεταγωγέα εστιάζεται στο δεύτερο επίπεδο του προτύπου OSI αν και έχουν παρουσιασθεί τεχνικές για μεταγωγή στο τρίτο και τέταρτο επίπεδο (layer 3, 4 switching) του μοντέλου OSI.

Οι μεταγωγείς έχουν, συνήθως, πολλές πόρτες όπως και τα hub. Σε κάθε πόρτα μεταγωγέα μπορούμε να συνδέσουμε υπολογιστή, ένα hub, άλλο switch ή δρομολογητή .

Επισημάνση :

Το κύριο χαρακτηριστικό του μεταγωγέα είναι, ότι κάθε πόρτα του προσφέρει καθορισμένο εύρος ζώνης, σε αντίθεση με το hub, όπου όλες οι συσκευές, που συνδέονται σε αυτό, μοιράζονται το εύρος ζώνης του μέσου (shared Ethernet). Επίσης, κάθε πόρτα του switch, όπως και στις γέφυρες αποτελεί ξεχωριστό πεδίο συγκρούσεων (collision domain). Αντίθετα στο hub, όλες οι συσκευές, που συνδέονται σ' αυτό, δημιουργούν κοινό πεδίο συγκρούσεων και αυτό γιατί μοιράζονται το ίδιο μέσο. Τα πλαίσια, όμως, broadcast ή multicast από ένα σταθμό μεταδίδονται προς όλες τις πόρτες του switch. Το switch δημιουργεί και αυτό πίνακες προώθησης, όπως και οι γέφυρες και χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο spanning tree, για να εξασφαλίσει τοπολογία δικτύου χωρίς την ύπαρξη βρόχων.

Στην περίπτωση που δύο σταθμοί θέλουν να επικοινωνήσουν και βρίσκονται σε διαφορετικές πόρτες του switch (unicast πλαίσιο), το switch εξετάζει τον πίνακα προώθησης για να βρει καταχώρηση MAC προορισμού και σε ποια πόρτα συνδέεται προκειμένου να το προωθήσει. Έτσι, όπως μπορούμε να δούμε και στο σχήμα 3.8 εάν ο σταθμός F θέλει να επικοινωνήσει με το σταθμό C, στην περίπτωση που υπάρχει hub, το πλαίσιο θα έφτανε σε όλους τους σταθμούς, ενώ στην περίπτωση του switch το πλαίσιο θα πήγαινε από το σταθμό F μόνο στο σταθμό προορισμού C. Από τα παραπάνω είναι φανερό ότι η χρησιμοποίηση switch μειώνει την κίνηση και αυξάνει την επίδοση του δικτύου, ουσιαστικά αυξάνει δραστικά το διαθέσιμο εύρος ζώνης των σταθμών εργασίας.



Σχήμα 3.8 Διαφορές στην διασύνδεση σταθμών εργασίας , με την χρήση switch έναντι hub

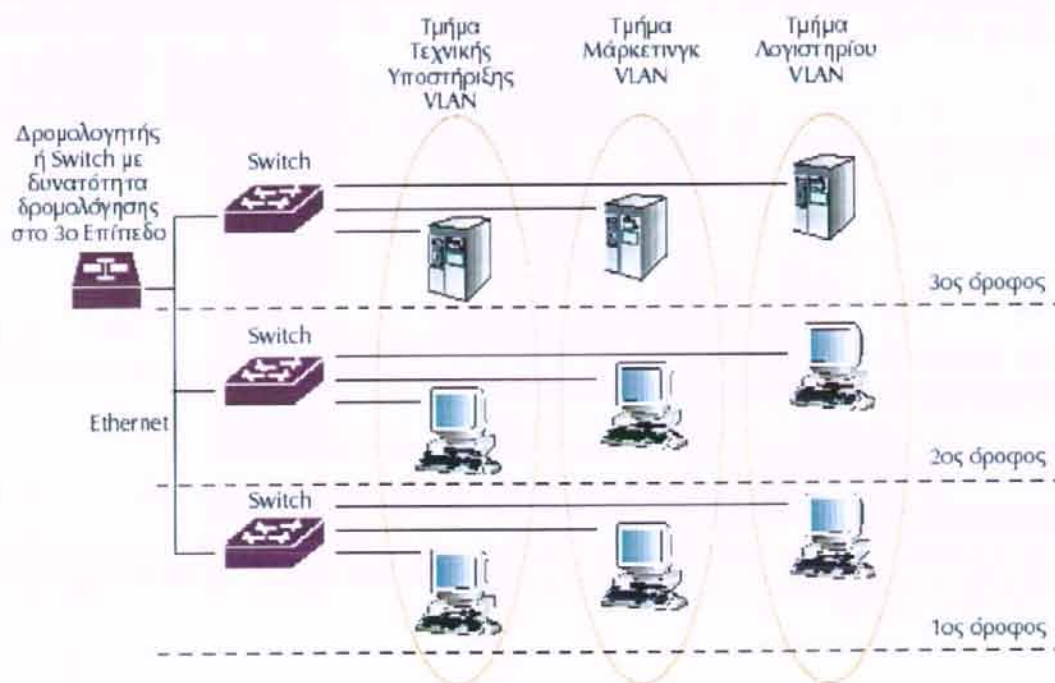
Οι γέφυρες ονομάζονται και συσκευές store and forward. Τα switch, εκτός από τη δυνατότητα προώθησης των πλαισίων με τρόπο store and forward, έχουν την δυνατότητα να λειτουργήσουν και με τον τρόπο cut-through. Το switch σε κατάσταση λειτουργίας cut-through

εξετάζει μόνο μέρος του πλαισίου, και, κυρίως, τη διεύθυνση προορισμού (destination MAC) και προβαίνει άμεσα σε προώθηση του πλαισίου. Αντίθετα, σε λειτουργία store and forward, εξετάζει όλο το πλαίσιο και σε περίπτωση, που υπάρχει λάθος στο πεδίο Ακολουθίας Ελέγχου Πλαισίου (Frame Check Sequence, FCS), το απορρίπτει. Η λειτουργία cut-through είναι πιο γρήγορη από τη λειτουργία store and forward αλλά η δεύτερη δεν προωθεί πλαίσια με λάθη στο υπόλοιπο δίκτυο. Επιπλέον το switch προσφέρει αισθητά μεγαλύτερη ταχύτητα στην προώθηση των πακέτων σε σχέση με μια παραδοσιακή γέφυρα, επειδή η κατασκευή του περιλαμβάνει ειδικά chip (asic) και, ουσιαστικά, το μεγαλύτερο κομμάτι της μεταγωγής γίνεται από υλικό. Αντίθετα στις γέφυρες, ο μηχανισμός λειτουργεί με την εκτέλεση κάποιου προγράμματος (software). Τα περισσότερα switches προσφέρουν ταχύτητες της τάξεως των gigabits και γι' αυτό μπορούν να προσφέρουν πεδία συγκρούσεων και καθορισμένες ταχύτητες για κάθε πόρτα χωριστά. Τα switches μπορούν άμεσα να πάρουν τη θέση των hubs σε υπάρχον δίκτυο, χωρίς να χρειαστεί απολύτως καμία ανασχεδίαση, προσφέροντας ταυτόχρονα σημαντική αύξηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης στους σταθμούς εργασίας. Τα switches προσφέρονται με μεγάλη ποικιλία σε αριθμό από πόρτες, καθώς και σε παραλλαγές του πρωτοκόλλου 802.3 (Ethernet) π.χ. 10BaseT, 100BaseTx, 100BaseFx. Επίσης αρκετά switch περιέχουν πόρτες για σύνδεση με FDDI δίκτυα κορμού.

Πολύ ενδιαφέρον χαρακτηριστικό των περισσότερων switches είναι η δυνατότητα υλοποίησης «εικονικών δικτύων» (Virtual LANS – VLANs). Το εικονικό δίκτυο αποτελεί broadcast πεδίο και μπορεί να αποτελείται από πολλά διαφορετικά πεδία συγκρούσεων (collision domain). Η δημιουργία του εικονικού δικτύου γίνεται με διαχειριστική παρέμβαση. Για να γίνει πιο κατανοητή η έννοια των εικονικών δικτύων, ας πάρουμε την περίπτωση επιχείρησης που έχει τμήμα μάρκετινγκ, πωλήσεων, λογιστηρίου, τεχνικής υποστήριξης και διοίκησης. Το κτίριο, που στεγάζει την επιχείρηση, εκτείνεται σε διάφορους ορόφους. Σε κάθε όροφο υπάρχουν switches, που συνδέονται μεταξύ τους με την κατακόρυφη καλωδίωση και οι διάφοροι σταθμοί εργασίας σε κάθε όροφο καταλήγουν απευθείας στις πόρτες του switch του κάθε ορόφου ή διαμέσω hubs, όπου και αυτά με τη σειρά τους συνδέονται με κάποιες πόρτες του switch με τη χρήση της οριζόντιας καλωδίωσης. Επίσης, ας υποθέσουμε, ότι τα διάφορα τμήματα της εταιρείας δεν είναι συγκεντρωμένα στον ίδιο χώρο, αλλά ότι είναι διάσπαρτα στους ορόφους του κτιρίου.

Είναι λογικό, η κίνηση στο δίκτυο να παρατηρείται, κυρίως, μεταξύ των σταθμών εργασίας, που ανήκουν στο ίδιο τμήμα εργασίας και πιθανά προς συγκεκριμένους κεντρικούς εξυπηρετητές των τμημάτων. Επομένως, broadcast και multicast κυρίως πακέτα, που θα δημιουργούνται, στην προσπάθεια κάποιου σταθμού εργασίας σε ένα τμήμα της επιχείρησης να επικοινωνήσει με τον εξυπηρετητή, που θέλει, δεν υπάρχει λόγος να μεταδίδονται και σε σταθμούς εργασίας άλλων τμημάτων. Από την άλλη, η προμήθεια ενεργών δικτυακών συσκευών για διασύνδεση του κάθε

τμήματος ξεχωριστά δεν αποτελεί τεχνικά και οικονομικά την καλύτερη λύση. Αντίθετα, η δημιουργία ξεχωριστών εικονικών δικτύων για κάθε τμήμα χωριστά και αντιστοίχιση των σταθμών εργασίας στο VLAN, που του αντιστοιχεί, δηλαδή τη δημιουργία ξεχωριστού broadcast πεδίου για κάθε τμήμα, άσχετα σε πιο πεδίο συγκρούσεων ανήκει ο κάθε υπολογιστής, αποτελεί την καλύτερη δυνατή αξιοποίηση του υπάρχοντος δικτυακού εξοπλισμού. Η επικοινωνία πλέον μεταξύ σταθμών εργασίας, που ανήκουν σε διαφορετικά VLANs, μπορεί να γίνει είτε με τη μεσολάβηση κάποιου δρομολογητή, όπως και στο παραπάνω σχήμα, είτε με την προσθήκη έξτρα κάρτας σε ένα από τα switch του δικτύου με δυνατότητα μεταγωγής στο τρίτο επίπεδο του μοντέλου OSI (layer 3 switching).



Σχήμα 3.9 Τοπικό δίκτυο με VLANs. Η διασύνδεση των VLANs υλοποιείται με χρήση δρομολογητή ή switch με δυνατότητα δρομολόγησης στο 3^ο επίπεδο

Η αντιστοίχιση των σταθμών εργασίας σε συγκεκριμένα VLANs μπορεί να υλοποιηθεί με ένα από τους παρακάτω τρεις τρόπους :

- ✧ Με βάση τη φυσική διεύθυνση του σταθμού εργασίας (MAC διεύθυνση). Στην περίπτωση αυτή δημιουργούμε λίστες με διευθύνσεις MAC για κάθε εικονικό δίκτυο. Αποτελεί την πιο δύσκολη λύση, τόσο διαχειριστικά, όσο και από πλευράς υλοποίησης, αλλά και την πιο γρήγορη από άποψη επίδοσης του δικτύου.

- ✧ Με βάση τις πόρτες των switches. Στην περίπτωση αυτή αντιστοιχούμε κάποιες πόρτες των switches σε συγκεκριμένα VLANs. Με τη λύση αυτή κάθε πλαίσιο με μια διεύθυνση MAC του σταθμού αφετηρίας, που θα εισέρχεται στο switch από κάποια πόρτα, θα αντιστοιχεί τον υπολογιστή με τη συγκεκριμένη διεύθυνση MAC στο αντίστοιχο VLAN που έχει οριστεί ότι ανήκει η πόρτα. Η λύση αυτή είναι η πιο συνηθισμένη και μέτρια από πλευράς επίδοσης και ευελιξίας ανασχεδίασης του δικτύου.
- ✧ Με βάση τη διεύθυνση του πρωτοκόλλου του τρίτου επιπέδου του σταθμού εργασίας. Για παράδειγμα, με βάση την IP διεύθυνση του υπολογιστή εάν έχουμε δίκτυο TCP/IP. Η λύση αυτή υλοποιείται μόνο εάν υπάρχει η δυνατότητα από κάποιο switch να δεχθεί κάρτα, που υλοποιεί μεταγωγή στο τρίτο επίπεδο (layer 3 switching). Αποτελεί την πιο εύκολη διαχειριστικά λύση, που προσθέτει επιπλέον δυνατότητες διαχωρισμού δικτύου, ειδικά όταν κάνουμε ανασχεδίαση υπάρχοντος δικτύου με εισαγωγή συσκευών, όπως τα switches, αλλά ταυτόχρονα είναι και η λιγότερη αποδοτική από άποψη επιδόσεων (performance).

Αρκετές εταιρείες σήμερα έχουν αναπτύξει switches που έχουν δυνατότητες για μεταγωγή πέρα από το τρίτο επίπεδο, που έχουμε ήδη αναφέρει, και στο τέταρτο επίπεδο (layer 4 switching) του μοντέλου OSI. Επειδή τα switches αποτελούν τις σύγχρονες εγκαταστάσεις δικτύων LAN ίσως τα βασικότερα δομικά ενεργά δικτυακά στοιχεία, η έρευνα και η συνεχόμενη προσθήκη επιπλέον χαρακτηριστικών σ' αυτά είναι κάτι το αναμενόμενο.

3.6 Δρομολογητές (Routers)

Η κύρια λειτουργία των δρομολογητών είναι η διασύνδεση των δικτύων στο τρίτο επίπεδο του μοντέλου OSI. Ταυτόχρονα οι δρομολογητές υποστηρίζουν όλες τις λειτουργίες του τρίτου επιπέδου του μοντέλου OSI.

Σε αντίθεση με τις γέφυρες και τους μεταγωγείς που συνδέουν δίκτυα προωθώντας τα πλαίσια με βάση τη φυσική διεύθυνση των συσκευών (MAC διευθύνσεις), οι δρομολογητές συνδέουν τα επιμέρους δίκτυα με βάση το πρωτόκολλο, που χρησιμοποιούν για την επικοινωνία τους οι σταθμοί εργασίας. Η δρομολόγηση των πακέτων γίνεται με βάση τη λογική διεύθυνση, που έχουμε καθορίσει στους σταθμούς εργασίας. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι δρομολογητές δημιουργήθηκαν για το λογικό διαχωρισμό των δικτύων με βάση την διεύθυνση του πρωτοκόλλου, που υλοποιούν, και όχι για τον απλό φυσικό διαχωρισμό τους. Βέβαια, το τίμημα για τη δυνατότητα προώθησης των δικτύων με βάση τα πρωτόκολλα, που υλοποιούν, είναι η ταχύτητα με

την οποία γίνεται η προώθηση των πακέτων, που είναι αρκετά μικρότερη συγκρινόμενη με τις ταχύτητες προώθησης που προσφέρουν οι γέφυρες και οι μεταγωγείς.

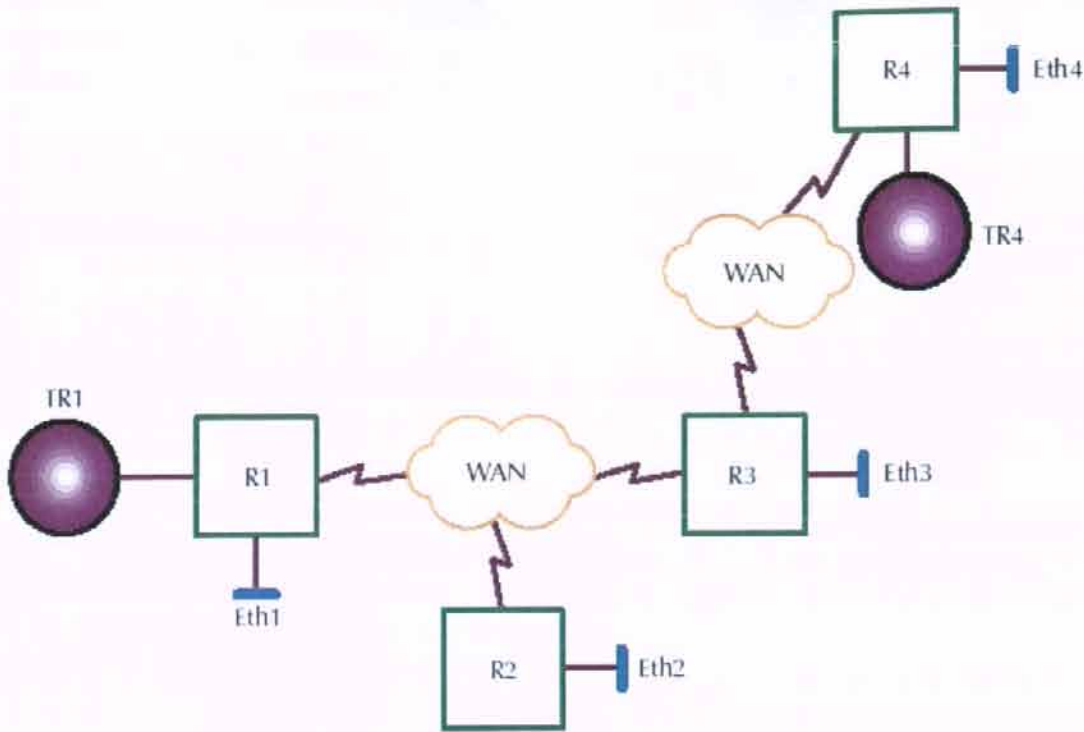
Αρχιτεκτονική Δικτύου βασισμένη στο μοντέλο OSI



Σχήμα3.10 Λειτουργία του δρομολογητή σε σχέση με τα επίπεδα του μοντέλου OSI

Οι δρομολογητές αναλαμβάνουν, επίσης, τη διασύνδεση απομακρυσμένων τοπικών δικτύων LAN's μέσω τηλεπικοινωνιακών γραμμών, κάνοντας χρήση πρωτοκόλλων που παρέχουν διασύνδεση στο τρίτο επίπεδο. Γνωστά πρωτόκολλα του τρίτου επιπέδου είναι το X.25 και το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol, IP). Το X.25 είναι πρωτόκολλο με σύνδεση, δηλαδή πρώτα δημιουργείται νοητό κύκλωμα μεταξύ των σημείων, που θέλουν να επικοινωνήσουν και στη συνέχεια τα πακέτα χρησιμοποιούν το κύκλωμα που έχει ανοίξει. Το IP στηρίζεται σε αυτοδύναμα πακέτα και το καθένα είναι πιθανό να ακολουθεί διαφορετική διαδρομή.

Οι δρομολογητές υποστηρίζουν μεγάλη ποικιλία πρωτοκόλλων, καθώς καθ πόρτες διασύνδεσης τόσο σε LAN όσο και WAN επίπεδο. Παραδείγματα LAN, που ένας δρομολογητής μπορεί να διασυνδέει, είναι οι διάφορες μορφές του Ethernet, token ring και το FDDI. Για τη διασύνδεση απομακρυσμένων LAN's μέσω WAN δικτύου, οι δρομολογητές παρέχουν τις κατάλληλες πόρτες ανάλογα με την τεχνολογία του δικτύου WAN, που θα χρησιμοποιήσουν. Έτσι, μπορεί να έχουν πόρτες σύγχρονες ή ασύγχρονες και να εκπληρούν διάφορα πρότυπα διασύνδεσης μεταξύ DTE (δρομολογητής) και DCE (η συσκευή του παροχέα για το WAN δίκτυο).



R1, R2, R3, R4: δρομολογητές
 TR1, TR4: τοπικά δίκτυα Token Ring
 Eth1, Eth2, Eth3, Eth4: τοπικά δίκτυα Ethernet

Σχήμα3.11 Διασύνδεση απομακρυσμένων διαφόρων τύπων LANs , μέσω WAN δικτύου με την χρήση δρομολογητών

Μια από τις κύριες λειτουργίες του δρομολογητή είναι η δρομολόγηση των πακέτων από την πηγή στον προορισμό τους. Κατά την διάρκεια της διαδρομής μεσολαβεί τουλάχιστον ένας ενδιάμεσος κόμβος. Η δρομολόγηση περιλαμβάνει δύο βασικές διαδικασίες : τον καθορισμό του βέλτιστου μονοπατιού, σε περίπτωση εναλλακτικών διαδρομών και τη μεταφορά των πακέτων. Η επιλογή της διαδρομής μπορεί να βασισθεί σε διάφορα κριτήρια, όπως για παράδειγμα τον αριθμό των ενδιάμεσων κόμβων από την πηγή μέχρι τον προορισμό ή από διάφορα βάρη, που έχουμε ορίσει σε διάφορα τμήματα διαδρομής και πάντα σε συνάρτηση με τον αλγόριθμο δρομολόγησης, που έχουμε επιλέξει. Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης συνήθως δημιουργούν πίνακες δρομολόγησης με πληροφορίες για τις διάφορες διαδρομές. Η δομή της πληροφορίας διαφέρει σε σχέση με τον αλγόριθμο δρομολόγησης, που χρησιμοποιούμε.

Επίσης, χαρακτηριστικό των δρομολογητών είναι η δυνατότητα, που παρέχουν, για φιλτράρισμα των πακέτων, είτε με βάση το πρωτόκολλο είτε τις διευθύνσεις πηγής ή προορισμού των πακέτων, ή γενικότερα τα λογικά υποδίκτυα. Επίσης, εάν έχουμε καλή γνώση των εφαρμογών στα ανώτερα επίπεδα, δηλαδή εάν γνωρίζουμε τον αριθμό της πόρτας με την οποία η εφαρμογή

επικοινωνεί με το τρίτο επίπεδο ή κάποια συγκεκριμένα bit μέσα στα πακέτα, που είναι χαρακτηριστικά της εφαρμογής, μπορούμε να δημιουργήσουμε δικά μας κριτήρια φιλτραρίσματος. Οι δυνατές ενέργειες όταν ένα πακέτο εκπληρεί το κριτήριο κάποιου φίλτρου είναι είτε η απόρριψη του (drop), είτε η αποδοχή του (accept), είτε η καταγραφή (log) του σε κάποιο αρχείο, είτε η αλλαγή προτεραιότητας στην προώθηση του πακέτου (το τελευταίο, εάν υποστηρίζεται από το πρωτόκολλο επικοινωνίας π.χ. (TCP/IP).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**ΔΙΚΤΥΑ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ****Εισαγωγή**

Καθώς οι επιχειρήσεις, οι οργανισμοί αναπτύσσονται, τα δίκτυα, που υποστηρίζουν τη λειτουργία τους, οφείλουν και αυτά να εξελίσσονται και να μεγαλώνουν. Για να επιτευχθεί αυτή η επέκταση των δικτύων από το μικρό γεωγραφικό χώρο του τοπικού δικτύου σε ευρύτερο χώρο, που μπορεί να καλύπτει μια χώρα, μια ήπειρο ή και τον κόσμο ολόκληρο, απαιτείται ειδικός εξοπλισμός και χρήση ειδικών τεχνολογιών μετάδοσης. Στο κεφάλαιο αυτό θα γνωρίσουμε τις τεχνολογίες μετάδοσης, που μπορεί να είναι κλασσικές ή και αρκετά προηγμένες, καθώς και τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

4.1 Επεκτείνοντας το δίκτυο.

Τα τοπικά δίκτυα αποτελούν πολύ καλή λύση για επικοινωνία με περιορισμένη, όμως, απόσταση κάλυψης. Για να ικανοποιηθεί η διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για επικοινωνία σε ευρύτερες γεωγραφικές εκτάσεις, αναπτύσσονται τα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks, WAN). Η επέκταση των τοπικών δικτύων και ο σχηματισμός δικτύων WAN επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων γραμμών σύνδεσης και στοιχείων, όπως modem, γέφυρες, δρομολογητές κ.α.

Για την ανάπτυξη γραμμών WAN μπορεί να χρησιμοποιούνται δίκτυα μεταγωγής (κυκλώματος, πακέτου), δορυφορικές συνδέσεις, μικροκυματικές συνδέσεις, οπτικές ίνες, ακόμη και συστήματα καλωδιακής τηλεόρασης.

Ως προς το χρήστη, το WAN εμφανίζεται να λειτουργεί κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο με το LAN. Πραγματικά, αν το WAN έχει υλοποιηθεί με τις κατάλληλες τεχνικές, δεν θα πρέπει να υπάρχει καμία διαφορά στη συμπεριφορά ως προς τα LAN.

Επειδή είναι αρκετά δύσκολο π.χ. για μια εταιρεία να εγκαταστήσει και να διαχειριστεί από μόνη της τις γραμμές WAN, συνήθως τις ενοικιάζει από τηλεπικοινωνιακό φορέα, ο οποίος μπορεί να έχει αναπτύξει την απαραίτητη σε εξοπλισμό αλλά και γεωγραφική εξάπλωση υποδομή. Οι τεχνολογίες, που χρησιμοποιούνται στις **υπηρεσίες δικτύων ευρείας περιοχής (υπηρεσίες WAN)** που παρέχονται ως υπηρεσίες από τους διάφορους τηλεπικοινωνιακούς φορείς, είναι οι παραδοσιακές :

- * Επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές.
- * Μόνιμες ή μισθωμένες γραμμές.
- * X.25

Αλλά και οι πιο πρόσφατες :

- * Frame Relay
- * ISDN
- * ATM
- * xDSL

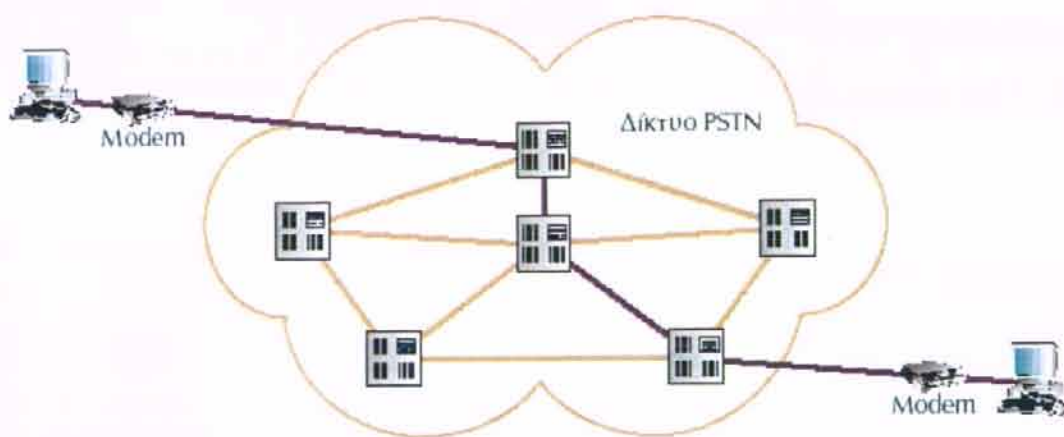
Σημείωση :

Με την πλήρη απελευθέρωση των τηλεπικοινωνιών και στη χώρα μας από 1/1/2001 αναμένεται αύξηση του ανταγωνισμού η οποία θα οδηγήσει στη βελτίωση των παρεχόμενων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών.

4.2 Επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές

Το ίδιο δίκτυο, που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μέσω τηλεφωνικών συσκευών, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί και για την επικοινωνία υπολογιστών. Το παγκόσμιο εκτεταμένο αυτό δίκτυο είναι γνωστό σαν **δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (Public Switched Telephone Network, PSTN)**. Για το χώρο των υπολογιστών το PSTN προσφέρει μέσω των επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών, τις γραμμές σύνδεσης, που απαιτούνται για το σχηματισμό WAN.

Επειδή ο αρχικός σχεδιασμός του PSTN έγινε για τη μετάδοση φωνής και όχι για τη μετάδοση ψηφιακών δεδομένων, απαιτούνται ειδικές συσκευές, τα modems, για τη διαμόρφωση των ψηφιακών σημάτων, που παράγουν οι υπολογιστές σε αναλογικά και αντίστροφα.



Σχήμα4.1 Σύνδεση σταθμών μέσω δικτύου PSTN

Οι επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές προσφέρουν σχετικά μικρούς αριθμούς μετάδοσης. Η ποιότητά τους δεν είναι σταθερή και εξαρτάται από την ποιότητα των γραμμών, που

συμμετέχουν στη δημιουργία της σύνδεσης. Σήμερα, η ταχύτητα ροής δεδομένων μπορεί να φθάσει σε αυτές τις γραμμές και τα 56 kbps.

Η επιλεγόμενη τηλεφωνική γραμμή είναι πολύ διαδεδομένη υπηρεσία και χρησιμοποιείται για συνδέσεις περιορισμένης διάρκειας όταν δεν δικαιολογείται το επιπλέον κόστος αφιερωμένης γραμμής. Μερικές τυπικές εφαρμογές της είναι η πρόσβαση στο Διαδίκτυο ή σε άλλες on-line υπηρεσίες χαμηλής ταχύτητας, η σύνδεση απομακρυσμένου κόμβου με το τοπικό δίκτυο, η τηλεργασία. Επίσης, χρησιμοποιείται σαν εφεδρική γραμμή σε περίπτωση βλάβης μιας μόνιμης γραμμής.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Υψηλή διαθεσιμότητα	Μικρή ταχύτητα	Απομακρυσμένη πρόσβαση
Μικρό κόστος	Μεταβλητή ποιότητα και αξιοπιστία	Εφαρμογές χωρίς απαιτήσεις υψηλής ταχύτητας

Πίνακας 4.1 Χαρακτηριστικά επιλεγόμενων γραμμών

4.3 Μισθωμένες γραμμές

Αντίθετα από τις επιλεγόμενες γραμμές, που πρέπει να δημιουργούνται κάθε φορά, που απαιτείται σύνδεση μεταξύ δύο σημείων, οι μισθωμένες ή μόνιμες γραμμές παρέχουν μια επικοινωνιακή γραμμή έτοιμη να χρησιμοποιηθεί ανά πάσα στιγμή. Υπάρχουν αναλογικές και ψηφιακές γραμμές, οι οποίες προσφέρονται από τους διάφορους τηλεπικοινωνιακούς φορείς.

Η **αναλογική μισθωμένη γραμμή** είναι περισσότερο γρήγορη και αξιόπιστη από την επιλεγόμενη γραμμή. Επίσης είναι σχετικά ακριβή, γιατί ο τηλεπικοινωνιακός φορέας δεσμεύει πολύτιμους πόρους του δικτύου του για τη μισθωμένη γραμμή, είτε αυτή χρησιμοποιείται είτε όχι. Οι αναλογικές μισθωμένες γραμμές, όπως και οι αναλογικές επιλεγόμενες γραμμές, απαιτούν τη χρήση modem, ενώ θέτουν όρια στην ποιότητα και στην ταχύτητα μετάδοσης.

Σημείωση :

Οι μισθωμένες γραμμές είναι διαθέσιμες 24 ώρες το 24ωρο, 7 ημέρες την εβδομάδα, και γι' αυτό είναι κατάλληλες, π.χ. για τη μόνιμη σύνδεση μεταξύ των υποκαταστημάτων μιας εταιρείας, για τη σύνδεση εταιρειών με το Διαδίκτυο, προκειμένου να παρέχουν υπηρεσίες πληροφόρησης διαρκώς διαθέσιμες κ.α.

Όταν χρησιμοποιείται υψηλότερη ποιότητα επικοινωνίας και ευκολότερη διαχείριση, χρησιμοποιούνται οι **ψηφιακές μισθωμένες γραμμές**. Οι ταχύτητες των ψηφιακών γραμμών κυμαίνονται από 19,2 kbps μέχρι 45 Mbps. Πολύ συχνά χρησιμοποιούμενη επιλογή είναι οι γραμμές **E1** στα 2,048 Mbps (για την Ευρώπη) ή οι γραμμές **T1** στα 1,544 Mbps (για τη Β. Αμερική και την Ιαπωνία). Σε περιπτώσεις, που επαρκούν μικρότερες ταχύτητες, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί ποσοστό των γραμμών E1 ή T1 σε πολλαπλάσια των 64 kbps.

Σημείωση :

Η ψηφιακή γραμμή E1 επιτρέπει τη μετάδοση 32 καναλιών δεδομένων μέσα από μια δισύρματη τηλεφωνική γραμμή. Κάθε κανάλι δειγματοληπτείται 8.000 φορές το δευτερόλεπτο και κάθε δείγμα, που παράγεται, κωδικοποιείται σε σειρά των 8 bits. Έτσι καθένα από τα 32 κανάλια μπορεί να μεταδίδει δεδομένα με ρυθμό 64 kbps. Η γραμμή E1 μπορεί να μεταδίδει συνολικά δεδομένα με ρυθμό 2.048 Mbps.

Επειδή η μετάδοση είναι από άκρη σε άκρη ψηφιακή, για τη σύνδεση του δικτύου με τη γραμμή δεν χρησιμοποιείται modem αλλά άλλη συσκευή που ονομάζεται **μονάδα εξυπηρέτησης καναλιού – δεδομένων (Channel Service Unit / Data Service Unit, CSU/DSU)**. Αυτή αφενός μετατρέπει το ψηφιακό σήμα, που παράγουν οι διάφοροι σταθμοί του δικτύου, σε ψηφιακό σήμα κατάλληλης μορφής (διπολικό), ώστε να μπορεί να μεταδοθεί στη γραμμή, αφετέρου περιέχει ειδικά ηλεκτρονικά κυκλώματα προστασίας των εγκαταστάσεων του παροχέα της υπηρεσίας.

Βασικό μειονέκτημα των ψηφιακών μισθωμένων γραμμών είναι ότι αν παρουσιάσουν πρόβλημα, διακόπτεται η λειτουργία τους. Δεν υπάρχει, δηλαδή, η δυνατότητα να κρατηθεί η σύνδεση ανοιχτή σε χαμηλότερη ταχύτητα (κάτι που μπορεί να γίνει σε αναλογική γραμμή).

Η τιμολόγηση μισθωμένης γραμμής είναι συνάρτηση της ταχύτητας και της απόστασης μεταξύ των δύο ακραίων σημείων, κι όχι του όγκου των δεδομένων, που διακινούνται μέσα από αυτή. Αν πρόκειται να συνδέσουμε με αφιερωμένες γραμμές μικρό αριθμό σημείων και οι συνδέσεις να χρησιμοποιούνται πολλές ώρες την ημέρα, μπορεί η επιλογή τους να αποτελεί την πιο συμφέρουσα λύση από άποψη κόστους.

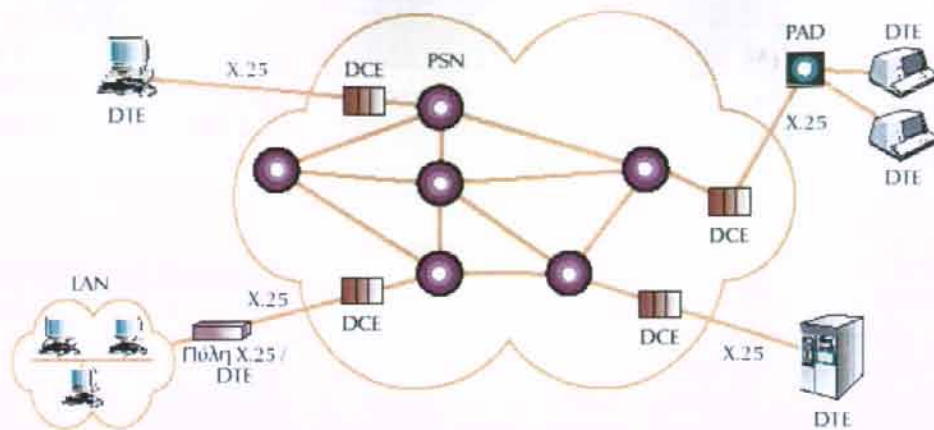
Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Υψηλή διαθεσιμότητα	Μεγάλο μηνιαίο πάγιο τέλος	Διασύνδεση τοπικών δικτύων, που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση
Ασφάλεια, ανήκει από-κλειστικά στο χρήστη	Αν η γραμμή είναι Ψηφιακή, δύσκολη	Μόνιμη σύνδεση στο Internet
Μικρό κόστος στην περίπτωση διαρκούς μετάδοσης μεγάλης ποσότητας δεδομένων	η εφεδρεία σε περίπτωση προβλήματος στη γραμμή	
Υψηλές ταχύτητες		

Πίνακας 4.2 Χαρακτηριστικά μισθωμένων γραμμών

4.4 X.25

Το X.25 είναι τεχνολογία μεταγωγής πακέτου, όπου τα δεδομένα μεταδίδονται στο δίκτυο μεταγωγής σε μικρά κομμάτια, τα πακέτα. Το δίκτυο X.25 αποτελείται ουσιαστικά, από **κόμβους μεταγωγής πακέτων (Packet Switching Nodes, PSNs)** οι οποίοι δρομολογούν κατάλληλα τα πακέτα, ώστε να φθάσουν στον προορισμό τους.

Η διεπαφή μεταξύ του εξοπλισμού του χρήστη και του δικτύου μεταγωγής πακέτων περιγράφεται από το πρότυπο X.25, που αφορά τα τρία κατώτερα επίπεδα του μοντέλου αναφοράς OSI. Στο πρότυπο X.25, ο ακραίος εξοπλισμός του χρήστη αναφέρεται σαν **τερματικός εξοπλισμός δεδομένων (Data Terminal Equipment, DTE)** και ο κόμβος μεταγωγής πακέτων, με τον οποίο συνδέεται ένα DTE, αναφέρεται σαν **εξοπλισμός επικοινωνίας δεδομένων (Data Communication Equipment, DCE)**. Αν κάποιες από τις συσκευές του χρήστη δεν έχουν τη δυνατότητα διαχείρισης πακέτων X.25 (π.χ. ασύγχρονα τερματικά), υπάρχει δυνατότητα σύνδεσής τους σε τέτοιο δίκτυο μέσω της **μονάδας συναρμολόγησης – αποσυναρμολόγησης πακέτων (Packet Assembler – Disassembler, PAD)**.



Σχήμα 4.2 Δίκτυο X.25

Τα πρώτα δίκτυα X.25 χρησιμοποιούσαν απλές τηλεφωνικές γραμμές για τη μετάδοση δεδομένων, που αποτελούσαν αρκετά αναξιόπιστο μέσο μετάδοσης και επέτρεπαν την εμφάνιση αρκετών λαθών. Για το λόγο αυτό το X.25 χρησιμοποιούσε ειδικές μεθόδους ανίχνευσης λαθών και επαναμετάδοσης δεδομένων. Με τις σημερινές τηλεπικοινωνιακές γραμμές, που εμφανίζουν πολύ μικρότερη πιθανότητα σφαλμάτων και είναι πολύ περισσότερο αξιόπιστες, ο εκτεταμένος έλεγχος λαθών του X.25 δεν είναι πια απαραίτητος και επιπλέον επιδρά αρνητικά στην ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων. Για το λόγο αυτό, όπως θα δούμε και στην επόμενη παράγραφο, σήμερα χρησιμοποιούνται πολύ πιο «χαλαρά» πρωτόκολλα όσον αφορά τον έλεγχο λαθών και τις επαναμεταδόσεις.

Τα δίκτυα X.25 παρέχουν στους χρήστες υπηρεσίες νοητού κυκλώματος με σύνδεση (connection oriented services). Συγκεκριμένα μπορεί να παρέχουν **μεταγωγίμα νοητά κυκλώματα (Switched Virtual Circuits, SVCs)** και **μόνιμα νοητά κυκλώματα (Permanent Virtual Circuits, PVCs)**. Κάθε νοητό κύκλωμα προσδιορίζεται από ένα μοναδικό αριθμό **VCI (Virtual Channel Identifier)** κι έτσι μπορεί να εξυπηρετεί μια διαφορετική σύνδεση. Πολλά νοητά κυκλώματα είναι δυνατόν να πολυπλέκονται χρονικά μέσα στην ίδια φυσική σύνδεση και για το λόγο αυτό γίνεται πολύ καλύτερη εκμετάλλευση του διαθέσιμου εύρους ζώνης.

Σημείωση :

Τα SVCs είναι προσωρινές συνδέσεις, που δημιουργούνται όταν υπάρξει αίτηση σύνδεσης και τερματίζονται μόλις τελειώσει η μετάδοση δεδομένων (όπως συμβαίνει στις τηλεφωνικές κλήσεις). Κάθε τερματική συσκευή DTE του δικτύου παίρνει μια μοναδική διεύθυνση, που χρησιμοποιείται όπως ένας τηλεφωνικός αριθμός. Τα PVCs είναι μόνιμα διαθέσιμα κυκλώματα και δεν απαιτείται η κλήση για τη δημιουργία τους, αλλά δημιουργούνται από το φορέα του δικτύου και παραμένουν μόνιμα στη διάθεση των χρηστών (όπως συμβαίνει και με τις μόνιμες μισθωμένες γραμμές).

Το κόστος της υπηρεσίας X.25 είναι πολύ προσιτό. Η τιμολόγηση γίνεται ανάλογα με το ποσό δεδομένων, που διακινήθηκε, κάνοντας αρκετά ελκυστική τη χρήση της στην περίπτωση μετάδοσης μικρού ποσού δεδομένων σποραδικά. Αν και έχουν εμφανισθεί καινούργιες τεχνολογίες, όπως το ISDN και το Frame Relay, σε αρκετά μέρη του κόσμου χρησιμοποιείται η τεχνολογία X.25, γιατί είναι η πιο φθηνή ή ακόμη και η μόνη διαθέσιμη.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Αξιοπιστία	Μικρή ταχύτητα	Εφαρμογές τερματικού προς κεντρικό υπολογιστή
Μικρό κόστος στην Περίπτωση σποραδικής κίνησης	Αργή απόκριση	
Διαθέσιμη παντού	Μόνο για δεδομένα	
Διαχείριση του WAN από το φορέα		

Πίνακας 4.3 Χαρακτηριστικά X25

4.5 ISDN

Τα τελευταία χρόνια εμφανίσθηκε μεγάλη ζήτηση για παροχή υπηρεσιών ήχου, εικόνας, video, δεδομένων. Οι διάφοροι τηλεπικοινωνιακοί φορείς προσπαθώντας να ικανοποιήσουν τη ζήτηση αυτή δημιούργησαν εκτός από το τηλεφωνικό δίκτυο για τις υπηρεσίες φωνής, αρκετά ακόμη εξειδικευμένα δίκτυα, όπως δίκτυα δεδομένων για επικοινωνίες υπολογιστών (π.χ. το δίκτυο Hellaspac και το δίκτυο Hellascom, που δημιούργησε ο ΟΤΕ), δίκτυα telex για επικοινωνίες κειμένου, δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης κ.α. Η ανάπτυξη ξεχωριστών δικτύων για κάθε υπηρεσία έχει μειονεκτήματα, όπως μεγάλο διαχειριστικό κόστος για τον τηλεπικοινωνιακό φορέα, αυξημένο κόστος για τον χρήστη, λόγω του ποικίλου και διαφορετικού εξοπλισμού που χρησιμοποιεί η κάθε τεχνολογία, αποθάρρυνση της εμπορικής ανάπτυξης. Τα παραπάνω προβλήματα έρχεται να λύσει το **Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών (Integrated Services Digital Network, ISDN)**. Το ISDN επιτρέπει στους χρήστες να μεταδίδουν φωνή, εικόνα και δεδομένα, σε ψηφιακή μορφή μέσα από την υπάρχουσα υποδομή δισύρματων τηλεφωνικών καλωδίων.

Επισήμανση :

Τα δισύρματα τηλεφωνικά καλώδια είναι μια μεγάλη εγκατεστημένη υποδομή, που δημιουργήθηκε κατά την ανάπτυξη του κλασικού τηλεφωνικού δικτύου (Plain Old Telephone System, POTS) για την υποστήριξη της αναλογικής τηλεφωνίας. Το ISDN έδωσε τη δυνατότητα η μεγάλη αυτή υποδομή να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση καθαρά ψηφιακού σήματος με όλα τα πλεονεκτήματα που αυτό συνεπάγεται.

Με το ISDN αποσυσχετίζεται το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο από το είδος της πληροφορίας, που διακινεί, και τυποποιεί η διεπαφή συσκευών διαφόρων κατασκευαστών στο δίκτυο, χωρίς να χρειάζεται ειδικός και πιθανά ακριβός εξοπλισμός προσαρμογής.

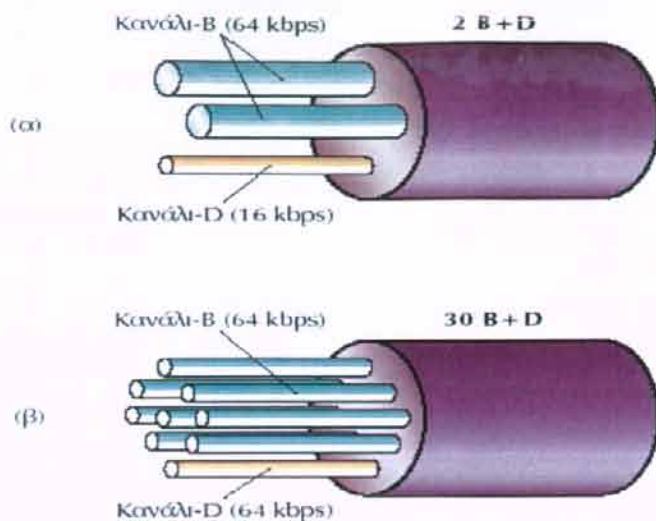
Τα βασικά στοιχεία, που χαρακτηρίζουν το ISDN, είναι :

- ❖ η ψηφιακή μετάδοση. Όλα τα σήματα μεταδίδονται σε ψηφιακή μορφή απ' άκρη σ' άκρη του δικτύου, δηλαδή από τη μια τερματική γραμμή ως την άλλη.
- ❖ Η σηματοδότηση, που γίνεται μέσω ιδιαίτερου καναλιού (common channel signaling). Με τον όρο σηματοδότηση ορίζουμε όλα εκείνα τα βοηθητικά σήματα με τα οποία διαχειριζόμαστε μια επικοινωνία (έναρξη, κλήση, κούδούνισμα κ.λ.π.).
- ❖ Η ενιαία και πολλαπλού σκοπού διασύνδεση των χρηστών στο δίκτυο. Ένας χρήστης μπορεί να απολαμβάνει τις διάφορες υπηρεσίες του δικτύου με μία και μόνο σύνδεση μέσω της ίδιας πρίζας.

Το δίκτυο ISDN παρέχει δύο τύπους πρόσβασης, τη διεπαφή βασικού ρυθμού και τη διεπαφή πρωτεύοντος ρυθμού.

Η **διεπαφή βασικού ρυθμού (Basic Rate Interface, BRI)** παρέχει δύο κανάλια φορείς (2 κανάλια-B) κι ένα κανάλι σηματοδότησης (1 κανάλι-D). Κάθε κανάλι-B έχει ρυθμό μετάδοσης 64 kbps και χρησιμοποιείται για τη μεταφορά ψηφιοποιημένης φωνής και δεδομένων. Το κανάλι -D έχει ρυθμό μετάδοσης 16 kbps και χρησιμοποιείται για την εγκαθίδρυση και διαχείριση της σύνδεσης. Οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες – πελάτες τους να χρησιμοποιούν το ένα ή και τα δύο κανάλια-B, πράγμα που σημαίνει ότι η σύνδεση βασικού ρυθμού μπορεί να παρέχει ρυθμό μετάδοσης μέχρι 144 kbps (2B+D).

Η **διεπαφή πρωτεύοντος ρυθμού (Primary Rate Interface, PRI)** παρέχει 30 κανάλια των 64 kbps (30 B-κανάλια) κι ένα των 64 kbps (1 D-κανάλι). Το εύρος ζώνης ενός ακόμη καναλιού των 64 kbps χρησιμοποιείται για πλαισίωση (framing) και συντήρηση του δικτύου. Έχουμε, έτσι, συνολικό ρυθμό μετάδοσης 2,048 Mbps, που άλλωστε είναι και η ταχύτητα που υποστηρίζει μια ψηφιακή γραμμή E1. Στη Β. Αμερική και Ιαπωνία έχουμε 23B+1D κανάλια (όλα των 64 kbps) και άλλα 8 kbps πλεονασμό, άρα, συνολικό ρυθμό 1,544 Mbps μια ψηφιακή γραμμή T1).

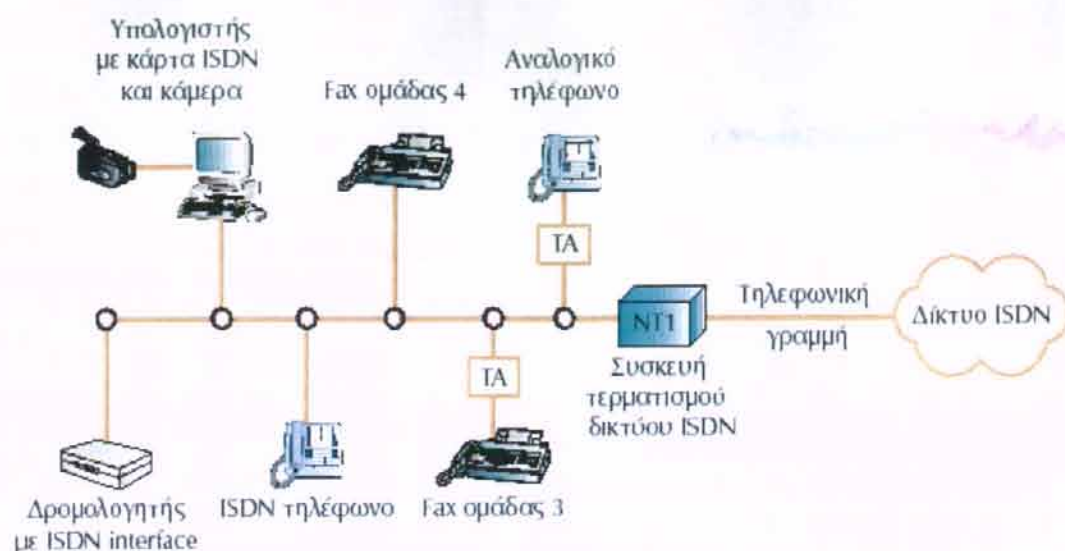


Σχήμα 4.3 (α) Διεπαφή βασικού ρυθμού (BRI) (β) Διεπαφή πρωτεύοντος ρυθμού (PRI)

Το ISDN χρησιμοποιεί την υπάρχουσα τηλεπικοινωνιακή υποδομή, απαιτεί, όμως, την εγκατάσταση ειδικής συσκευής στη μεριά του χρήστη, της **συσκευής τερματισμού δικτύου NT1**. Ο τηλεπικοινωνιακός φορέας τοποθετεί τη συσκευή αυτή στο χώρο του χρήστη – συνδρομητή και μετά τη συνδέει με τον κόμβο ISDN στο τηλεφωνικό κέντρο, αρκετά χιλιόμετρα μακριά, χρησιμοποιώντας το συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, που παλιότερα χρησιμοποιείτο στη σύνδεση με το τηλέφωνο του συνδρομητή. Μετά η κίνηση δρομολογείται από το δίκτυο του τηλεπικοινωνιακού φορέα (με τεχνικές μεταγωγής πακέτων κυκλώματος κ.α.). Στη συσκευή τερματισμού NT1 είναι δυνατόν να συνδεθούν μέχρι 8 συσκευές σε απόσταση 150 μέτρα. Μπορεί να είναι συσκευές ειδικά σχεδιασμένες για το δίκτυο ISDN, όπως ψηφιακή τηλεφωνική συσκευή, fax ομάδας 4, εικονοτηλέφωνο, δρομολογητής, ή απλές συσκευές, όπως η αναλογική τηλεφωνική συσκευή, κοινό τερματικό κ.α. Στην τελευταία περίπτωση, χρησιμοποιείται ειδική διάταξη, ο **τερματικός προσαρμογέας (Terminal Adaptor, TA)**.

Επισημάνση :

Τα κανάλια B και D είναι λογικά κανάλια και όχι φυσικά. Έτσι στη συσκευή NT1 καταλήγει πάντα μια απλή δισύρματη γραμμή και όχι περισσότερα καλώδια.



Σχήμα4.4 Ο εξοπλισμός του ISDN

Ο συνδυασμός βασικού και πρωτεύοντος ρυθμού είναι ιδανικός για τη δημιουργία ενός δικτύου με μια κεντρική θέση και πολλές περιφερειακές. Χρησιμοποιώντας σύνδεση πρωτεύοντος ρυθμού στην κεντρική θέση και συνδέσεις βασικού ρυθμού στις περιφερειακές θέσεις, η κεντρική θέση – υπολογιστής, μπορεί να επικοινωνεί ταυτόχρονα με 30 διαφορετικές απομακρυσμένες θέσεις – υπολογιστές (23 αντίστοιχα για την Αμερική).

Η υπηρεσία ESDN είναι χρήσιμη, όταν η μετάδοση δεδομένων δεν είναι συνεχής και οι ανάγκες σε ταχύτητα κυμαίνονται. Ο χρήσης πληρώνει όσο διαρκεί η κλήση, γι' αυτό είναι αρκετά συνηθισμένο να χρησιμοποιείται σαν εφεδρική σύνδεση αφιερωμένων γραμμών.

Το ISDN που περιγράψαμε, αναφέρεται και ως ISDN στενής ζώνης (Narrowband ISDN), ενώ αναπτύσσονται και πρότυπα για το **ISDN ευρείας ζώνης (Broadband ISDN)**, το οποίο απαιτεί τη χρήση οπτικής ίνας.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Κόστος ανάλογο με την κίνηση	Αν και αναπτύσσεται διαρκώς, δεν είναι ακόμη παγκόσμια	Σποραδική κίνηση που περιλαμβάνει φωνή, εικόνα, δεδομένα
Μεταφορά φωνής, εικόνας και δεδομένων	διαθέσιμη	Σαν εφεδρική γραμμή μαζί με τις ασύγχρονες επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές
Γρήγορη εγκαθίδρυση σύνδεσης	Ακριβή για συνεχή μεταφορά δεδομένων	
Χρήση υπάρχουσας υποδομής		
Ιδανική για χρήση σαν εφεδρική γραμμή		

Πίνακας 4.4 Χαρακτηριστικά ISDN

4.6 Frame Relay

Καθώς η ανάπτυξη δικτύων βασίζεται όλο και περισσότερο στη χρήση οπτικών ινών και ψηφιακών μεθόδων μετάδοσης, εμφανίστηκαν νέες τεχνολογίες μεταγωγής πακέτων, όπως για παράδειγμα το Frame Relay, που απαιτούν πολύ λιγότερο έλεγχο σφαλμάτων απ' ό τι οι παλαιότερες τεχνολογίες.

Το Frame Relay είναι σύγχρονη τεχνολογία γρήγορης μεταγωγής πακέτων (Fast Packet Switching) μεταβλητού μεγέθους. Σε αυτή την τεχνολογία έχουν αφαιρεθεί αρκετές λειτουργίες ελέγχου οι οποίες δεν είναι απαραίτητες σε αξιόπιστο και ασφαλές ψηφιακό περιβάλλον. Επίσης, έχει προδιαγραφεί η διεπαφή μεταξύ τερματικής συσκευής (DTE) και δικτύου (DCE).

Το δίκτυο Frame Relay προσφέρει στους χρήστες υπηρεσίες μόνο πρώτου και δεύτερου επιπέδου (δεν υπάρχει επίπεδο δικτύου). Πρόκειται, ουσιαστικά, για συνδέσεις από σημείο σε σημείο, όπου ένα μόνιμο νοητό κύκλωμα (PVC) χρησιμοποιείται για τη μετάδοση πακέτων μεταβλητού μεγέθους στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων (2^ο επίπεδο του μοντέλου αναφοράς OSI). Για την επικοινωνία δύο απομακρυσμένων τοπικών δικτύων, τα δεδομένα από το δίκτυο Α οδηγούνται μέσω ψηφιακής μισθωμένης γραμμής στον πλησιέστερο κόμβο μεταγωγής του δικτύου

Frame Relay. Μετά προωθούνται κατάλληλα μέσω του δικτύου Frame Relay και τελικά φθάνουν στο δίκτυο προορισμού Β.

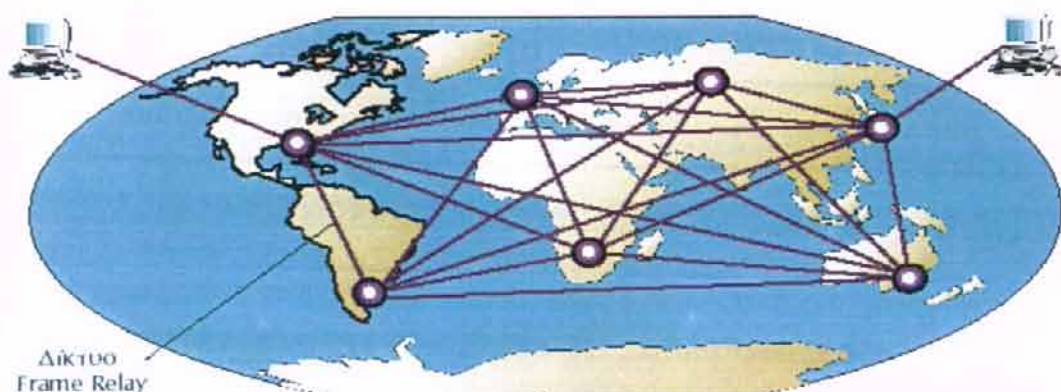
Τα δίκτυα τεχνολογίας Frame Relay είναι αρκετά δημοφιλή, γιατί εκτελούν πολύ πιο γρήγορα από άλλα συστήματα μεταγωγής βασικές λειτουργίες προώθησης πακέτων. Αυτό συμβαίνει, επειδή με τη χρήση PVC είναι εκ των προτέρων καθορισμένη η διαδρομή, που θα ακολουθήσουν τα πακέτα μιας σύνδεσης από άκρη σε άκρη (Σχήμα 4.5) Δεν είναι ανάγκη να υπάρχουν συσκευές που να τεμαχίζουν και να επανασυναρμολογούν τα πακέτα ή να αποφασίζουν για την καλύτερη διαδρομή.

Σημείωση :

Όταν κόμβος του δικτύου Frame Relay λάβει πλαίσιο, διαβάζει τη διεύθυνση προορισμού, που βρίσκεται στην επικεφαλίδα του και αμέσως μετά από έναν απλό έλεγχο προωθεί το πλαίσιο, χωρίς να περιμένει να το λάβει ολόκληρο. Το πλαίσιο, ακολουθώντας το PVC (μέσω των κατάλληλων κόμβων), φθάνει στον προορισμό, όπου τοποθετείται στη σωστή σειρά και επανασυναρμολογείται το πακέτο. Αν διαπιστωθεί ότι το πακέτο χάθηκε ή αλλοιώθηκε, η ακραία συσκευή λήψης ζητά την επαναμετάδοσή του από τη συσκευή εκπομπής.

Επίσης τα δίκτυα Frame Relay είναι δυνατόν να παρέχουν στους χρήστες τους εύρος ζώνης ανάλογα με τις ανάγκες τους. Υποστηρίζουν ταχύτητες από 64 kbps έως 2,048 Mbps (56 kbps έως 1,544 Mbps αντίστοιχα για την Αμερική). Σε ανάπτυξη βρίσκονται προδιαγραφές για 34 Mbps (45 Mbps για την Αμερική). Η τιμολόγηση της χρήσης του δικτύου Frame Relay εξαρτάται από το επιθυμητό εύρος ζώνης.

Για την πρόσβαση τοπικού δικτύου σε δίκτυο Frame Relay απαιτείται μισθωμένη ψηφιακή γραμμή για την σύνδεση με τον πλησιέστερο κόμβο, δρομολογητής με κάρτα Frame Relay και συσκευή CSU/DSU για τον μετασχηματισμό του ψηφιακού σήματος.



Σχήμα4.5 Ένα δίκτυο Frame Relay ,είναι σύστημα από σημείο σε σημείο αφού χρησιμοποιεί μόνιμα νοητά κυκλώματα

Με τη βελτίωση της τεχνολογίας των συσκευών μεταγωγής Frame Relay έγινε δυνατό οι παροχείς αυτής της υπηρεσίας να μπορούν να παρέχουν εγγύηση για την ελάχιστη χωρητικότητα κάθε καναλιού PVC μέσω του **δεσμευμένου ρυθμού πληροφορίας (Committed Information Rate, CIR)**. Φυσικά, όταν στο δίκτυο υπάρχει διαθέσιμο εύρος ζώνης, μπορούν να επιτευχθούν και υψηλότεροι ρυθμοί από τον CIR.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Υψηλές ταχύτητες και μικρότερες καθυστερήσεις, λόγω περιορισμένου ελέγχου ροής και σφαλμάτων	Σχετικά υψηλό αρχικό κόστος (μισθωμένη γραμμή για την πρόσβαση στον κόμβο Frame Relay)	Διασύνδεση πολλών απομακρυσμένων τοπικών δικτύων
Αξιοποίηση των σύγχρονων μεθόδων ψηφιακής μετάδοσης		Ηκαλύτερη εναλλακτική λύση ως προς τις ψηφιακές αφιερωμένες γραμμές (από άκρη σε άκρη)
Διαχείριση του WAN από το φορέα κι όχι από το χρήστη		
Φθηνότερη μόνιμη σύνδεση σε σχέση με την αφιερωμένη γραμμή		

Πίνακας 4.5 Χαρακτηριστικά Frame Relay

Η υπηρεσία Frame Relay είναι οικονομικότερη από τη χρήση αφιερωμένων γραμμών, όταν πρόκειται να διασυνδεθούν αρκετά τοπικά δίκτυα σε πολλές απομακρυσμένες περιοχές. Απαιτείται λιγότερο υλικό στα κεντρικά γραφεία του χρήστη – πελάτη της υπηρεσίας, αφού αρκεί μια μόνο γραμμή E1 / T1 (μεταξύ του πελάτη και του παροχέα της υπηρεσίας) για το σύνολο των απαιτούμενων γραμμών. Ακόμη ο φορέας της υπηρεσίας είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση και καλή λειτουργία του δικτύου Frame Relay, αντίθετα με τις αφιερωμένες γραμμές όπου υπεύθυνος είναι ο χρήστης πελάτης.

4.7 ATM

Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (Asynchronous Transfer Mode, ATM) είναι σύγχρονη και πολλά υποσχόμενη εφαρμογή της τεχνικής της μεταγωγής. Συνδυάζει την αποδοτικότητα της μεταγωγής πακέτων με την αξιοπιστία της μεταγωγής κυκλώματος. Για τη μετάδοση των δεδομένων, χρησιμοποιεί σταθερού μεγέθους πακέτα των 53 bytes, τις κυψέλες (cells). Από αυτά,

τα 5 πρώτα bytes αποτελούν την ATM επικεφαλίδα (header) και τα υπόλοιπα 48 bytes την ωφέλιμη πληροφορία του χρήστη (payload).

Το γεγονός, ότι χρησιμοποιούνται κυψέλες σταθερού μεγέθους, επιβαρύνει πολύ λιγότερο τις διεργασίες μεταγωγής και δρομολόγησης, που εκτελούνται σε κάθε κόμβο του δικτύου ATM. Έτσι, μπορούν να επιτευχθούν πολύ υψηλές ταχύτητες μεταγωγής των δεδομένων, που μπορούν να φθάσουν και τα 622 Mbps

Σημείωση :

Με σύνδεση ATM των 622 Mbps είναι δυνατόν να μεταδώσουμε την εγκυκλοπαίδεια Britannica, μαζί με τα γραφικά της, σε κάτι λιγότερο από ένα δευτερόλεπτο. Εάν χρησιμοποιούσαμε modem των 9600 bps, θα χρειαζόμασταν περισσότερο από δύο ημέρες !

Η τεχνολογία ATM προδιαγράφηκε αρχικά για τη δημιουργία του ISDN ευρείας ζώνης (Broadcast ISDN), και αναμένεται να παίξει πολύ σημαντικό ρόλο στο μέλλον των επικοινωνιών υψηλής ταχύτητας. Χρησιμοποιώντας μεθόδους στατιστικής πολυπλεξίας, κάνει δυναμική διάθεση του εύρους ζώνης ανάλογα με τη ζήτηση και μπορεί να υποστηρίξει τη μεταφορά κάθε κατηγορίας δεδομένων ακόμη και πραγματικού χρόνου, όπως φωνής, δεδομένων, fax, κινούμενης εικόνας, ήχου ποιότητας CD κ.α.

Ένα δίκτυο ATM αποτελείται από μεταγωγείς ATM (ATM switches) υψηλής ταχύτητας, οι οποίοι δρομολογούν χωρίς καθόλου καθυστέρηση τις εισερχόμενες κυψέλες. Έτσι, η τεχνολογία ATM προσφέρει πολύ υψηλές ταχύτητες ακόμη και κάτω από συνθήκες ιδιαίτερα αυξημένης κίνησης στο δίκτυο.

Σαν μέσο μετάδοσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε από τα διαθέσιμα μέσα, όπως συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, ομοαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα. Ο εξοπλισμός, που απαιτείται στο ATM, προσφέρεται σήμερα από περιορισμένο αριθμό κατασκευαστών. Η μετατροπή της υπάρχουσας δικτυακής υποδομής σε καθαρά ATM περιβάλλον απαιτεί σε μεγάλο βαθμό αντικατάσταση του εξοπλισμού, κάτι που αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα στην ταχεία και σε μεγάλη κλίμακα εξάπλωση της τεχνολογίας ATM. Έχει όμως ήδη αρχίσει να αποτελεί κύρια επιλογή στην ανάπτυξη δικτύων κορμού. Για παράδειγμα, ο ΟΤΕ αναπτύσσει δημόσιο δίκτυο ATM με 7 διαβιβαστικούς κόμβους και 32 κόμβους πρόσβασης, ενώ πολλά πανεπιστημιακά ιδρύματα της χώρας μας βασίζουν την ανάπτυξη των δικτύων τους σε δίκτυο κορμού τεχνολογίας ATM.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Πολύ υψηλές ταχύτητες (έως και 2,4 Gbps)	Πρότυπα που ακόμη αναπτύσσονται	Κίνηση μεγάλου όγκου φωνής, εικόνας και δεδομένων
Μεταφορά φωνής, εικόνας και δεδομένων ακόμη και σε πραγματικό χρόνο	Όχι ευρέως διαθέσιμη	
Βέλτιστη αξιοποίηση του διαθέσιμου εύρους ζώνης		

Πίνακας 4.6 Χαρακτηριστικά ATM

4.8 xDSL

Η τεχνολογία xDSL (x Digital Subscriber Line) κάνει δυνατή την επίτευξη πολύ υψηλών ταχυτήτων μεταφοράς δεδομένων μέσα από την υπάρχουσα τηλεφωνική καλωδιακή υποδομή και συγκεκριμένα μέσα από τα χάλκινα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων, τα οποία χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν κάθε σπίτι με τον τηλεπικοινωνιακό φορέα (συνδρομητικός βρόχος, local loop). Το γράμμα «x» αφορά το σύνολο των διαφορετικών τεχνολογιών ADSL, R-ADSL, HDSL, SDSL και VDSL, που συμπεριλαμβάνονται στην ευρύτερη οικογένεια xDSL και είναι ουσιαστικά παραλλαγές της ψηφιακής συνδρομητικής γραμμής (**Digital Subscriber Line, DSL**), δηλαδή της τεχνολογίας ISDN-BRI (2 κανάλια των 64 kbps και ένα των 16 kbps).

Σε πολλές περιπτώσεις το κόστος εγκατάστασης οπτικής ίνας μέχρι το σπίτι (Fiber to the Home) είναι απαγορευτικό. Με τη ραγδαία ανάπτυξη του Διαδικτύου και εφαρμογών απαιτητικών σε εύρος ζώνης, όπως πολυμέσα, τηλεδιάσκεψη, video κατά παραγγελία, έγινε φανερό ότι ο συνδρομητικός βρόχος αποτελεί τον κυριότερο περιοριστικό παράγοντα στην ταχύτητα πρόσβασης. Για παράδειγμα, ακόμη και οι τελευταίες τεχνολογίες modem (V.90) για ταχύτητες της τάξης των 56 kbps μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικές μόνο για εφαρμογές, όπως το e-mail.

Η τεχνολογία xDSL μπορεί να προσφέρει ταχύτητες της τάξεως των mbps μέσα από αφόρτιστες μισθωμένες γραμμές και μάλιστα χωρίς τη χρήση ενισχυτών ή επαναληπτών. Υποστηρίζει τα πρότυπα E1 (2,048 Mbps) και T1 (1,544 Mbps) για τη μετάδοση δεδομένων, ενώ

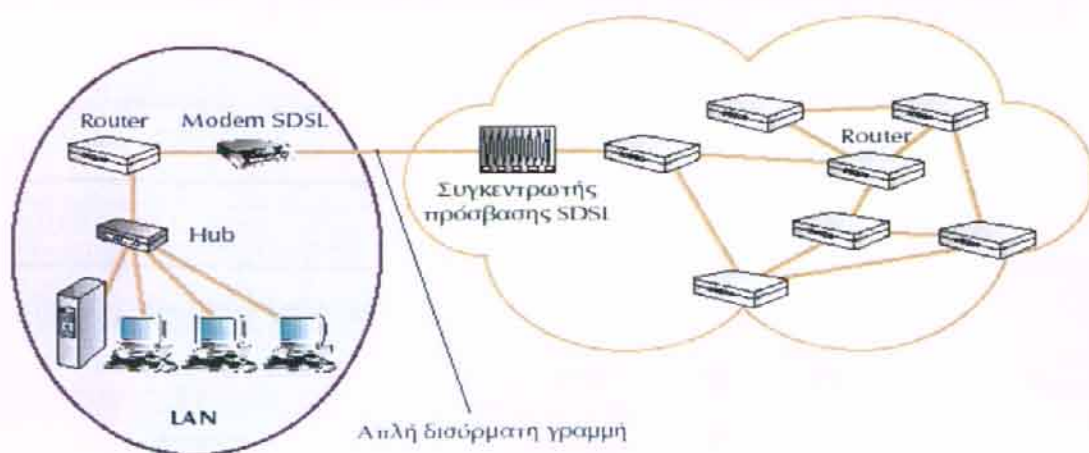
παράλληλα υποστηρίζει και τη μετάδοση φωνής. Χρησιμοποιεί συσκευή τερματισμού σε κάθε άκρο της σύνδεσης. Αυτή η συσκευή λειτουργεί όπως το modem, αφού λαμβάνει ροή ψηφιακού σήματος, που στη συνέχεια το μεταδίδει στην τηλεφωνική γραμμή με τη μορφή αναλογικού σήματος υψηλού ρυθμού (λέγεται και baseband modem).

Σημείωση :

Τα πηνία φόρτισης (loading coils) τοποθετήθηκαν αρχικά κατά μήκος του συνδρομητικού βρόχου, με σκοπό να αυξήσουν την ποιότητα της τηλεφωνικής επικοινωνίας. Η τεχνολογία xDSL απαιτεί την απουσία τέτοιων πηνίων, τα οποία περιορίζουν το εύρος ζώνης της γραμμής μέχρι τα 3 έως 8 kHz (voice band).

Χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες διαμόρφωσης, οι οποίες χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης της γραμμής σε τρία κανάλια : ένα για τη μετάδοση της φωνής, ένα για τη μετάδοση δεδομένων προς τα πάνω (upstream) κι ένα για τη μετάδοση των δεδομένων προς τα κάτω (downstream).

Οι διάφορες παραλλαγές xDSL υποστηρίζουν συμμετρική ή ασύμμετρη μετάδοση δεδομένων. Αυτό σημαίνει, ότι τα δεδομένα μπορεί να μεταδίδονται με την ίδια ή διαφορετική ταχύτητα προς τις δύο κατευθύνσεις (downstream και upstream). Έτσι, κάθε παραλλαγή μπορεί να είναι κατάλληλη για χρήση σε εφαρμογές, όπου απαιτείται υψηλότερη ταχύτητα στην κατεύθυνση μετάδοσης προς το χρήστη (π.χ. πρόσβαση σε ιστοσελίδες) ή ίδια ταχύτητα και προς τις δύο κατευθύνσεις (π.χ. υποκατάστατο για γραμμές E1, τηλεδιάσκεψη).



Σχήμα4.6 Πρόσβαση τοπικού δικτύου σε δίκτυο ετρείας περιοχής με την τεχνολογία SDSL

Τεχνολογία	Σημασία	Αριθμός ζευγών	Ταχύτητα	Μέγιστη απόσταση
ADSL	Asymmetric DSL	1	8 Mbps downstream	3 km
			1,5 Mbps upstream	6,6- 7,5 km
ADSL Lite		1	1 Mbps downstream	
			384 Mbps upstream	
HDSL	High-bit-rate DSL	2	2 Mbps full duplex (E1)	3,5-4,5 km
		3	1,5 Mbps full duplex (T1)	
SDSL	Single-line DSL	1	2 Mbps full duplex (E1)	3 km
			1,5 Mbps full duplex (T1)	
VDSL	Very-high-bit-rate DSL	1	13-52 Mbps downstream	0,3-1,4 km
			1,5-2,3 Mbps upstream	

Πίνακας 4.7 Οι τεχνολογίες xDSL

Τα ταχύτητες που επιτυγχάνονται ανάμεσα στα baseband modems σε συνδέσεις xDSL, εξαρτώνται από την απόσταση και τη διατομή των καλωδίων που χρησιμοποιούνται στο τηλεφωνικό δίκτυο. Στον πίνακα 4.8 δίνεται η σχέση αυτή για την τεχνολογία SDSL.

Ταχύτητα	0.4 mm	0.5 00	0.6 mm	0.8 mm	10 mm	1.2 mm
128 kbps	6.5	8.9	12.7	16.1	22.5	25.1
256 kbps	5.5	7.5	10.8	13.6	19.0	21.2
384 kbps	5.1	7.0	10.0	12.6	17.6	19.7
512 kbps	4.7	6.4	9.2	11.6	16.3	18.1
768 kbps	4.4	6.0	8.6	10.9	15.2	17.0
1152 kbps	3.8	5.2	7.4	9.4	13.1	14.7
1536 kbps	3.3	4.5	6.5	8.2	1.4	12.7
2048 kbps	2.5	3.4	4.9	6.2	8.7	9.7
2304 kbps	2.2	3.0	4.3	5.4	7.6	8.5

Πίνακας 4.8 Η ταχύτητα σαν συνάρτηση της απόστασης και της διατομής του χάλκινου καλωδίου, για σύνδεση modem SDSL

Από τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών xDSL (πίνακας 4.9) βλέπουμε ότι, για πρόσβαση στο Διαδίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνολογία ADSL ή ADSL Lite. Αν οι απαιτήσεις σε

ταχύτητα είναι πολύ μεγάλες, όπως στην περίπτωση πολυμεσικών εφαρμογών Internet ή τηλεόρασης υψηλής ευκρίνειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνολογία VDSL. Αντίθετα, στην περίπτωση διασύνδεσης τοπικών δικτύων, αντί για τις κλασσικές ψηφιακές γραμμές E1 / T1, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποια από τις συμμετρικές τεχνολογίες HDSL, SDSL.

Εξαιτίας του εξαιρετικά χαμηλού κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας της απαιτούμενης υποδομής αναμένεται, ότι η τεχνολογία xDSL θα αποτελέσει στα επόμενα χρόνια μία όλο και περισσότερο διαδεδομένη τεχνολογική λύση για την παροχή υπηρεσιών, όπως είναι η πρόσβαση των τελικών χρηστών προς το Internet, online υπηρεσίες, video κατά παραγγελία, δικτυακή TV, μετάδοση φωνής κ.α.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Αξιοποίηση υπάρχουσας υποδομής	Μικρή απόσταση	Πρόσβαση σε Internet, Intranet, τηλεφωνία πάνω από IP.
Πολύ υψηλές ταχύτητες		Διασύνδεση τοπικών δικτύων, υποκατάστατο γραμμών E1 / T1
Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας		Video κατά παραγγελία, Τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας
Υποστήριξη μετάδοσης δεδομένων και τηλεφωνίας μέσα από την ίδια τηλεφωνική γραμμή		

Πίνακας 4.9 Χαρακτηριστικά xDSL

4.9 Εικονικά ιδιωτικά δίκτυα

Συνήθως οι εταιρείες, οργανισμοί αναπτύσσουν τα ιδιωτικά δίκτυά τους σε μεγάλη έκταση κάνοντας χρήση αποκλειστικά συνδέσεων. Αυτό γιατί έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις σε ασφάλεια, εύρος ζώνης, ποιότητα υπηρεσίας. Το κόστος σε αυτή την περίπτωση είναι υψηλό. Από την άλλη, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί δημόσιο δίκτυο δεδομένων, διατηρώντας την ιδιωτικότητα και το χαμηλό κόστος. Σαν δημόσιο δίκτυο δεδομένων έχει επικρατήσει η χρήση του Διαδικτύου, λόγω της μεγάλης του εξάπλωσης και της φθηνής πρόσβασης. Προκύπτουν έτσι τα **εικονικά ιδιωτικά**

δίκτυα (Virtual Private Networks, VPN) όπου με τη βοήθεια της τεχνολογίας **tunneling** τα δεδομένα κρυπτογραφούνται ώστε να μην είναι δυνατόν να υποκλαπούν και να αναγνωριστούν από άλλους και μετά περικλείονται σε πακέτα TCP/IP και μεταδίδονται μέσω του Διαδικτύου. Όταν φθάσουν στον προορισμό ακολουθείται η αντίστροφη διαδικασία ώστε να επιστρέψουν στην αρχική τους μορφή.

Η ασφάλεια στα VPN επιτυγχάνεται με ειδικές μεθόδους κρυπτογράφησης και ενθυλάκωσης των δεδομένων.

Η δημιουργία των VPN μπορεί να παραλληλισθεί με τη χρήση μισθωμένων γραμμών, οι οποίες στην πραγματικότητα προσομοιώνονται με τη χρήση των πρωτοκόλλων tunneling στο Διαδίκτυο.

Γνωστά πρωτόκολλα tunneling είναι τα L2F (Layer Two Forwarding, PPTP (point to Point Tunneling Protocol), L2TP (Layer Two Tunneling Protocol), IPSec (Secure IP).

4.10 Κριτήρια επιλογής τεχνολογιών WAN

Όπως είδαμε, υπάρχουν πάρα πολλές τεχνολογίες, που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη δικτύου WAN ή απλά για τη σύνδεση με δίκτυο WAN. Στις προηγούμενες παραγράφους γνωρίσαμε τις κυριότερες από αυτές. Ο χρήστης ή η εταιρεία, που επιθυμεί να δημιουργήσει ή να συνδεθεί με ένα WAN, μπορεί να χρησιμοποιήσει δημόσιο ή ιδιωτικό δίκτυο, μόνιμες ή επιλεγόμενες συνδέσεις, αναλογικές ή ψηφιακές συνδέσεις, συνδέσεις μεταγωγής κυκλώματος ή μεταγωγής πακέτου. Οι αφιερωμένες ψηφιακές γραμμές, για παράδειγμα, είναι ευρέως διαθέσιμες αλλά ακριβές, ειδικά για εφαρμογές όπου δεν υπάρχει διαρκής μετάδοση δεδομένων. Οι υπηρεσίες μεταγωγής πακέτων, όπως η X.25, μπορεί να είναι πιο προσιτές, αλλά προσφέρουν μικρότερες ταχύτητες. Κι ενώ οι επιλεγόμενες υπηρεσίες, όπως η ISDN, παρέχουν υψηλότερες ταχύτητες, δεν είναι διαθέσιμες παντού, και μπορεί να είναι ακριβές αν δεν χρησιμοποιούνται κατάλληλα. Σε κάθε περίπτωση, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες όπως το κόστος, η επίδοση, η διαθεσιμότητα. Διαμορφώνονται, έτσι, κριτήρια για την επιλογή τεχνολογιών WAN, που μπορεί να εξαρτώνται είτε από τον τηλεπικοινωνιακό φορέα είτε από τον ίδιο τον χρήστη.

Τα κριτήρια που αφορούν τον τηλεπικοινωνιακό φορέα είναι :

Ταχύτητα : Μπορεί η υπηρεσία WAN να υποστηρίξει τον απαιτούμενο όγκο δεδομένων σε αρκετά ικανοποιητική ταχύτητα ;

Κόστος : Πόσο θα στοιχίσει η υπηρεσία και ο απαιτούμενος εξοπλισμός ; Για παράδειγμα, πρώτη προσέγγιση στο πρόβλημα της επιλογής τεχνολογίας WAN αποτελεί το γεγονός ότι όσο

μεγαλύτερη είναι η απόσταση και η απαιτούμενη ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων, τόσο μεγαλύτερο είναι και το κόστος.

Αξιοπιστία : Η υπηρεσία WAN θα είναι διαθέσιμη, όποτε χρειαστεί, και θα μεταφέρει δεδομένα χωρίς σφάλματα ;

Ασφάλεια : Μπορεί η υπηρεσία WAN και ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός να εμποδίσουν την πρόσβαση σε μη εξουσιοδοτημένους χρήστες ;

Διαχείριση : Παρέχεται στον χρήστη – πελάτη η δυνατότητα διαχείρισης του δικτύου του, ώστε να ελέγχει το κόστος των υπηρεσιών WAN, που του παρέχονται ;

Διαθεσιμότητα : Είναι η υπηρεσία WAN διαθέσιμη σε περιοχές, όπου ο χρήστης – πελάτης θα τη χρειαστεί ή είναι διαθέσιμη μόνο στην κεντρική θέση ; Επίσης, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη, ότι δεν ισχύει πάντα ότι «το καινούργιο είναι και το καλύτερο».

Επισήμανση :

Η επιλογή τεχνολογίας WAN είναι συνάρτηση πάρα πολλών παραγόντων, που εξαρτώνται από :

- ✧ τον τηλεπικοινωνιακό φορέα,
- ✧ το χρήστη.



Σχήμα4.7 Κριτήρια επιλογής τεχνολογίας WAN

Για την επιλογή τεχνολογίας WAN υπάρχουν και θέματα, που έχουν σχέση με το χρήστη και τις σημερινές αλλά και μελλοντικές ανάγκες του. Τέτοια κριτήρια είναι για παράδειγμα :

- ❖ Πόσο μεγάλο είναι το δίκτυό του ;
- ❖ Πόσο ευαίσθητες στη χρονική καθυστέρηση είναι οι εφαρμογές που χρησιμοποιεί ; Είναι προφανές, ότι εφαρμογές όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μεταφορά αρχείων, πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων, επικοινωνία φωνής έχουν διαφορετικές απαιτήσεις όσον αφορά τη χρονική καθυστέρηση
- ❖ Τι είδη υπολογιστών, εφαρμογών χρησιμοποιούνται ; Πώς προβλέπεται αυτά να μετεξελιχθούν σε 3-5 χρόνια ;
- ❖ Υπάρχουν εφαρμογές κρίσιμες, που απαιτούν να είναι διαθέσιμες εφεδρικές γραμμές ; Οι τράπεζες για παράδειγμα ανήκουν στην κατηγορία χρηστών με εφαρμογές που κάνουν απαραίτητη την ύπαρξη εφεδρικών γραμμών.

Όλοι οι παραπάνω παράγοντες αλληλοσυνδέονται και ο χρήστης – πελάτης θα πρέπει να τους εξετάσει όλους ώστε να πάρει σωστή απόφαση. Στόχος του πρέπει να είναι να διαλέξει την πιο φθηνή λύση, που ικανοποιεί κατά το καλύτερο δυνατό τις ανάγκες του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Εισαγωγή

5.1 Η έννοια του πληροφοριακού συστήματος

Αρκετά συχνά ορισμένοι θεωρούν ως **Πληροφοριακό Σύστημα (ΠΣ)** ένα σύστημα Η/Υ που συνδέεται με τράπεζες **δεδομένων**, στις οποίες υπάρχει αποθηκευμένη πληροφορία. Η άποψη όμως αυτή, όπως θα δούμε και σε επόμενες ενότητες, απέχει πολύ από την πραγματικότητα.

Τα ΠΣ δεν είναι απαραίτητο να περιέχουν Η/Υ, να βασίζονται δηλαδή σε Η/Υ. Πληροφοριακά συστήματα υπήρχαν πολύ πριν από την εμφάνιση των Η/Υ. Από την αρχαία εποχή άτομα, επιχειρήσεις και κράτη χρησιμοποιούσαν πολύ στοιχειώδη και άτυπα πληροφοριακά συστήματα με το να συγκεντρώνουν και να επεξεργάζονται πληροφορίες. Με την πάροδο του χρόνου οι επιχειρήσεις και οι οργανισμοί άρχισαν να αναπτύσσουν χειρογραφικά ΠΣ για τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση και χρήση των πληροφοριών. Η εισαγωγή των Η/Υ στα Πληροφοριακά Συστήματα έγινε στα μέσα της δεκαετίας του 1950 και έκτοτε, όπως είναι γνωστό, επεκτάθηκε ραγδαία.

Έτσι, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι ένα ΠΣ, είτε είναι χειρογραφικό είτε μηχανογραφικό, αποτελείται μεταξύ των άλλων και από τα ακόλουθα τέσσερα στοιχεία.

α. Συλλογή δεδομένων: Τα δεδομένα αφορούν αριθμούς, γεγονότα, συζητήσεις, διαδόσεις, κ.ά.

β. Αποθήκευση δεδομένων: Τα δεδομένα είναι δυνατό να αποθηκευθούν στο μυαλό του ατόμου, σε καρτελοθήκη, σε αρχείο, ή σε τράπεζα δεδομένων Η/Υ.

γ. Επεξεργασία δεδομένων: Η επεξεργασία των δεδομένων περιλαμβάνει την ανάλυση, κωδικοποίηση, ταξινόμηση και σύνθεση τους.

δ. Παρουσίαση της πληροφορίας: Η παρουσίαση της πληροφορίας στο χρήστη γίνεται στη μορφή που αυτός τη χρειάζεται.

5.2 Ορισμός πληροφοριακού συστήματος

Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι γενικά παραδεκτό ότι δεν υπάρχει ομοφωνία ως προς τον ορισμό του ΠΣ. Από ορισμένους συγγραφείς

Ο όρος Πληροφοριακά Συστήματα χρησιμοποιήθηκε ως συνώνυμος με τον όρο συστήματα επεξεργασίας δεδομένων βασισμένα σε Η/Υ (computer based data processing system). Αυτό βέβαια δεν ισχύει για δυο κυρίως λόγους: Πρώτο, όπως αναφέραμε στην προηγούμενη ενότητα, όταν λέμε ΠΣ θεωρούμε ένα σύστημα, το οποίο μπορεί να είναι χειρογραφικό ή μηχανογραφημένο και επομένως όχι απαραίτητα βασισμένο σε Η/Υ. Δεύτερο, είναι δυνατό να υπάρχει ένα σύστημα επεξεργασίας δεδομένων βασισμένο σε Η/Υ, το οποίο όμως να μην παρέχει πληροφόρηση στη διοίκηση της επιχείρησης. Για παράδειγμα αναφέρουμε ένα σύστημα πληρωμών, το οποίο δίνει όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την πληρωμή των εργαζομένων, καθώς επίσης και για τις ασφαλιστικές, φορολογικές και λοιπές κρατήσεις, αλλά το οποίο δε δίνει πραγματική πληροφόρηση στη διοίκηση της επιχείρησης. Άλλοι πάλι συγγραφείς ενώ δεν αναφέρουν τι ακριβώς εννοούν με τον όρο ΠΣ, αφήνουν τον αναγνώστη να συμπεράνει το τι είναι ένα ΠΣ με βάση τις εμπειρίες που έχει αποκτήσει.

Παραπλήσια όμως διχογνωμία υπάρχει και στα διευθυντικά στελέχη των επιχειρήσεων. Εάν ρωτήσουμε τα διευθυντικά στελέχη ορισμένων επιχειρήσεων για το τι σημαίνει ΠΣ, το μοναδικό ίσως κοινό σημείο που θα συναντήσουμε στις απαντήσεις τους, είναι ότι δεν υπάρχει συμφωνία για τον ορισμό του ΠΣ. Έτσι, ενώ είναι αδιανόητο να εγκρίνει η διοίκηση μιας επιχείρησης την εισαγωγή μιας νέας υπερσύγχρονης γραμμής παραγωγής, χωρίς προηγουμένως να έχει κατανοηθεί πλήρως το προϊόν, να έχει εκτιμηθεί το κόστος παραγωγής του, καθώς επίσης και οι δυνατότητες επιτυχίας του στην αγορά, ωστόσο είναι δυνατό, η ίδια διοίκηση να συμφωνήσει για την ανάπτυξη ενός πολυδάπανου ΠΣ, για το οποίο δεν υπάρχουν σαφώς καθορισμένοι σκοποί. Αυτή η έλλειψη κοινής κατανόησης, η οποία σε ορισμένες περιπτώσεις ενδέχεται να είναι και έλλειψη επιθυμίας για κατανόηση, μπορεί να θέσει αρκετούς περιορισμούς στη διαδικασία ανάπτυξης του συστήματος και να μειώσει την πιθανότητα υλοποίησης ενός ΠΣ υψηλής ποιότητας.

Κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί παρά πολύ ορισμοί για τα πληροφοριακά συστήματα, ωστόσο εμείς θα περιοριστούμε σε έναν ορισμό τον οποίο θεωρούμε ότι είναι ο πιο σωστός και πιο σύγχρονος. Ένας τέτοιος ορισμός είναι ο ακόλουθος

Πληροφοριακό σύστημα είναι ένα οργανωμένος συνδυασμός ανθρώπων, υλικών (hardware), λογισμικού (software), δικτύων επικοινωνίας (communication network), και πηγές δεδομένων (data resources), το οποίο συλλέγει διαμορφώνει και διανέμει τις πληροφορίες μέσα σε μια επιχείρηση ή σε ένα οργανισμό. Δείτε την εικόνα 5.1 . οι άνθρωποι βασίζονται σε ένα πληροφοριακό σύστημα για να επικοινωνήσουν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας μια μεγάλη γκάμα συσκευών (hardware), λογισμικού (software), καναλιών επικοινωνίας (communication networks), και πηγές δεδομένων (data resources), για να επιτύχουν τους στόχους της επιχείρησης. Θα πρέπει

να σημειώσουμε εδώ ότι ένα πληροφοριακό σύστημα είναι είτε χειρόγραφο είτε μηχανογραφημένο. Στην σημερινή εποχή έχουν επικρατήσει τα μηχανογραφημένα.

Σχήμα 5.1

Πληροφοριακό σύστημα είναι ένα οργανωμένος συνδυασμός ανθρώπων, υλικών, λογισμικού, δικτύων επικοινωνίας, πηγές δεδομένων το οποίο συλλέγει, διαμορφώνει, και διανέμει τις πληροφορίες μέσα σε έναν οργανισμό.



5.3 Σκοποί πληροφοριακού συστήματος

ΣΤΟ παρελθόν, όταν τα ΠΣ δεν ήταν βασισμένα σε Η/Υ, οι πληροφοριακές απαιτήσεις των επιχειρήσεων αφορούσαν κυρίως τη συλλογή, αποθήκευση και επεξεργασία δεδομένων, που ήταν αναγκαία για τις καθημερινές συναλλαγές και την παροχή της λειτουργικής πληροφόρησης, δηλαδή, τις πληροφορίες του κατώτερου επιπέδου διοικητικής ιεραρχίας, Αυτό συνέβαινε για διάφορους λόγους, ορισμένους, από τους οποίους και θα αναφέρουμε. Ένας λόγος ήταν, ότι οι λειτουργίες του ΠΣ που παρουσιάσαμε στην προηγούμενη ενότητα μέχρι και πριν μερικά χρόνια γίνονταν χειρογραφικά, κάτι που απαιτούσε σημαντικούς ανθρώπινους πόρους για την καταγραφή και επεξεργασία των δεδομένων, καθώς και για τη μετατροπή τους σε κατάλληλη μορφή, ώστε να υποστηρίζεται ο λειτουργικός έλεγχος (operational control) της επιχείρησης. Ένας δεύτερος λόγος ήταν το σχετικά στατικό περιβάλλον μέσα στο οποίο λειτουργούσαν οι περισσότερες επιχειρήσεις μέχρι και τη δεκαετία του 1960, αν όχι και λίγο αργότερα. Σε ένα τέτοιο περιβάλλον ο προγραμματισμός για το μέλλον απαιτούσε πολύ λιγότερη πληροφόρηση από ότι σήμερα, όπου το περιβάλλον κάθε άλλο παρά στατικό είναι, με αποτέλεσμα οι πληροφοριακές ανάγκες της εποχής εκείνης να εστιάζονται κυρίως στις καθημερινές συναλλαγές και στις βραχυπρόθεσμες δραστηριότητες της επιχείρησης καθώς και στον έλεγχο τους.

Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι την εποχή εκείνη δεν είχε δοθεί έμφαση στη χρησιμοποίηση των ΠΣ για τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων (strategic decisions). Αντίθετα, στη σημερινή εποχή, όπου ο ανταγωνισμός μεταξύ των οικονομικών μονάδων είναι πολύ πιο έντονος, η επιχείρηση εκείνη που έχει καλύτερη πληροφόρηση από τους ανταγωνιστές της, έχει τη δυνατότητα

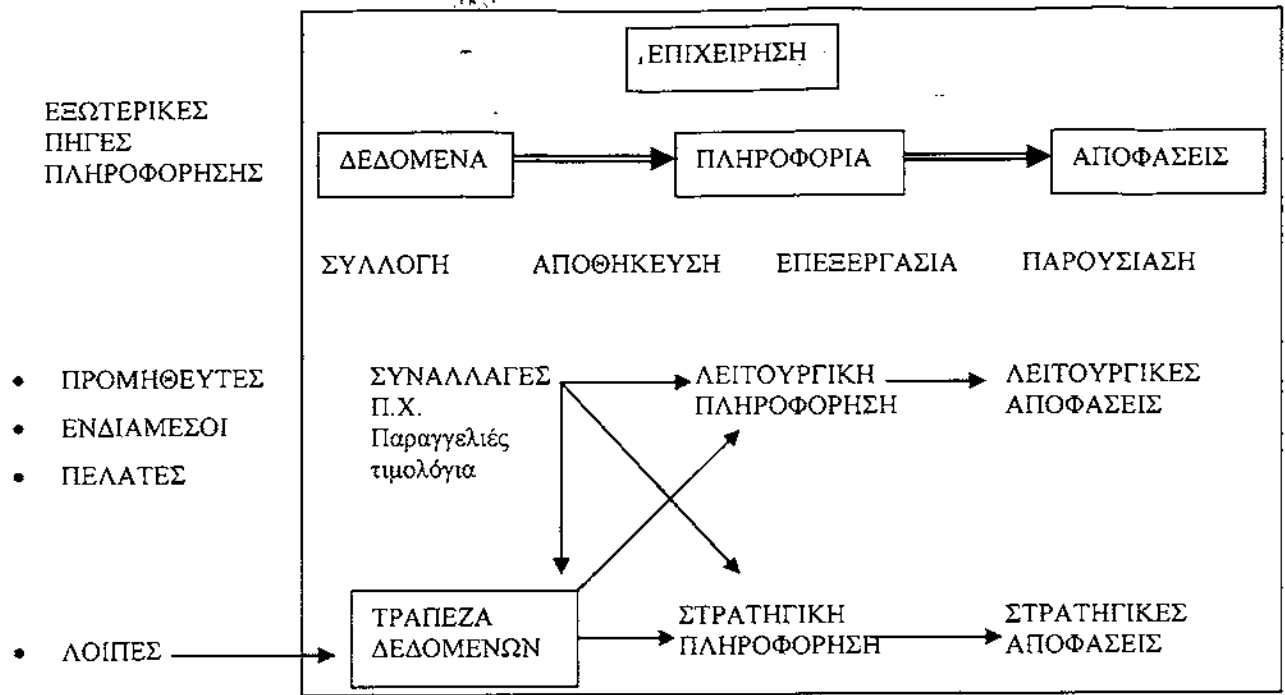
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5-ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

να παίρνει πιο σωστές αποφάσεις. Αυτό σημαίνει, ότι η εν λόγω επιχείρηση μπορεί να αποκτήσει σημαντικά **ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα**. Φυσικά παρόμοια οφέλη μπορούν επίσης να πραγματοποιηθούν με επέκταση της **αλυσίδας αξίας** (value chain) συνδέοντας μεταξύ τους διαφορετικές επιχειρήσεις ή ακόμα και διαφορετικούς βιομηχανικούς κλάδους.

Από την προηγούμενη ανάλυση συνάγεται το συμπέρασμα, ότι το ΠΣ της επιχείρησης πρέπει να αποσκοπεί στην ικανοποίηση όχι μόνο των πληροφοριακών αναγκών για τις αποφάσεις ρουτίνας και τις λειτουργικές αποφάσεις, αλλά και των πληροφοριακών αναγκών για τις στρατηγικές αποφάσεις. Εξάλλου, δε θα πρέπει να ξεχνάμε, ότι το μέλλον των οικονομικών μονάδων καθορίζεται αποφασιστικά από τις στρατηγικές κυρίως αποφάσεις. Έτσι, θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε, ότι οι **σπουδαιότεροι σκοποί των πληροφοριακών συστημάτων** είναι οι ακόλουθοι:

- Η **συλλογή και αποθήκευση δεδομένων**, τα οποία με κατάλληλη επεξεργασία να μετασχηματίζονται σε **χρήσιμη πληροφόρηση**.
- Η **παροχή λειτουργικής πληροφόρησης** στους εργαζόμενους για να επιτελούν κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις δραστηριότητες της επιχείρησης τις σχετικές με τις καθημερινές συναλλαγές και το βραχυπρόθεσμο προγραμματισμό και έλεγχο. Η **παροχή στρατηγικής πληροφόρησης** σε κατάλληλη μορφή στα διευθυντικά στελέχη για να παίρνουν τις καλύτερες δυνατές αποφάσεις, που σχετίζονται με τη μελλοντική πορεία του οργανισμού.
- Η **επέκταση της αλυσίδας αξίας** της επιχείρησης. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού είναι αναγκαίο το ΠΣ της επιχείρησης να συνδέεται με εξωτερικά ΠΣ και ιδιαίτερα με εκείνα των προμηθευτών, των ενδιάμεσων και των αγοραστών, προκειμένου να δημιουργηθούν οφέλη από την απόκτηση επιπρόσθετης πληροφόρησης.

Οι παραπάνω σκοποί που αφορούν τις διαφορετικές λειτουργίες των πληροφοριών καθώς επίσης και ο τρόπος με τον οποίο οι λειτουργίες αυτές σχετίζονται και υποστηρίζουν τη λήψη των αποφάσεων εμφανίζονται στο παρακάτω διάγραμμα.



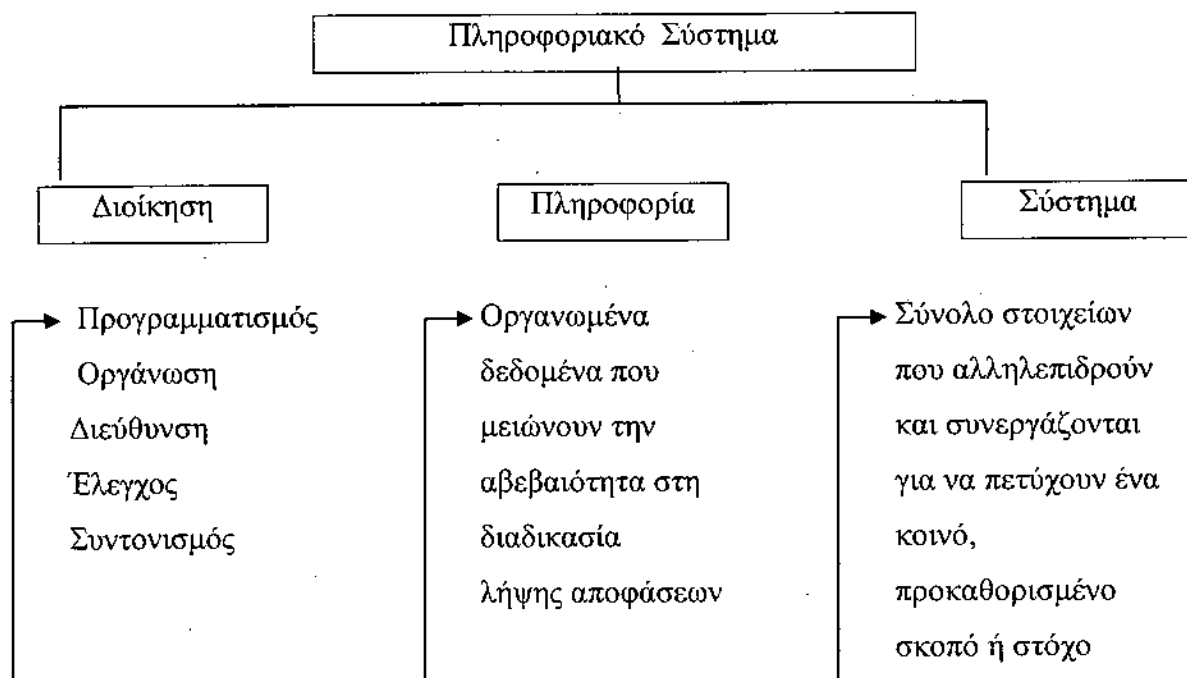
Διάγραμμα 5.1 Συσχέτιση λειτουργιών ενός πληροφοριακού συστήματος

5.4 Συστατικά μέρη πληροφοριακού συστήματος

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα συστατικά μέρη ενός πληροφοριακού συστήματος είναι :το ανθρώπινο δυναμικό, το υλικό, το λογισμικό, τα δίκτυα και τα δεδομένα. Ένα ΠΣ γίνεται περισσότερο κατανοητό, αν μελετήσουμε χωριστά κάθε ένα από τα συστατικά στοιχεία, από τα οποία αποτελείται, δηλαδή, τη διοίκηση η οποία αποτελείται κυρίως από το ανθρώπινο δυναμικό, την πληροφορία και το σύστημα το οποίο αποτελείται κυρίως από το υλικό(hardware), τα δίκτυα (networks)καθώς και το λογισμικό, τα οποία εμφανίζονται στο διάγραμμα (5.2).

5.4.1 Διοίκηση

Στη βιβλιογραφία της διοίκησης των επιχειρήσεων μπορούν να βρεθούν πάρα πολλοί ορισμοί για το τι νοείται με τον όρο «Διοίκηση». Ορισμένοι από τους συγγραφείς δίνουν μακροσκελείς ορισμούς, ενώ άλλοι ορίζουν τη διοίκηση πολύ απλά ως «τη διαδικασία της επίτευξης των στόχων μέσω ανθρώπων» (getting things done through people). Για τις ανάγκες του παρόντος συγγράματος θα ορίσουμε τη διοίκηση ως **τη διαδικασία της ενοποίησης των πόρων (resources) και των ενεργειών (tasks) με σκοπό την επίτευξη των προκαθορισμένων στόχων της επιχείρησης.** Οι λειτουργίες της διοίκησης συνοψίζονται στο παρακάτω διάγραμμα:



Διάγραμμα 5.2

Συστατικά στοιχεία ενός ΠΣ

Τα άτομα που είναι επιφορτισμένα με τη διοίκηση, δηλαδή τα διευθυντικά στελέχη, πρέπει αφενός μεν να καθορίζουν το σκοπό και τους στόχους της επιχείρησης ή του οργανισμού, αφετέρου

δε να προσδιορίζουν και να οργανώνουν τους διαθέσιμους πόρους (ανθρώπους, κεφάλαια, εξοπλισμό κ.λ.π.), ώστε να επιτυγχάνονται οι προκαθορισμένοι στόχοι. Τα στελέχη αυτά αντιμετωπίζουν συνεχώς νέες απρόβλεπτες προκλήσεις τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον των επιχειρήσεων. Η κατανομή των περιορισμένων πόρων, τα προβλήματα υποκίνησης των εργαζομένων, οι μεταβαλλόμενες συνήθειες των καταναλωτών, οι ταχύτατες αλλαγές στο πολυτάραχο εξωτερικό περιβάλλον κ.α., είναι μερικές από τις προκλήσεις, που αντιμετωπίζουν σε καθημερινή σχεδόν βάση τα διευθυντικά στελέχη. Η σωστή αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων κάνει την διοίκηση των επιχειρήσεων ένα πολύ ενδιαφέρον πεδίο μελέτης.

Το πρώτο μέλημα των διοικητικών στελεχών είναι να αποφασίσουν **τι πρέπει να κάνει η επιχείρηση**. Σ' αυτό το στάδιο, που ονομάζεται **προγραμματισμός** (planning), τα στελέχη θέτουν τους μακροχρόνιους στόχους και εξετάζουν τις εναλλακτικές στρατηγικές για την επίτευξη των στόχων αυτών. Όμως κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η λειτουργία του προγραμματισμού υφίσταται τις δραματικές επιπτώσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος. Έτσι, ο καθορισμός των μακροχρόνιων στόχων της επιχείρησης δεν εξαρτάται μόνο από τις **δυνάμεις και αδυναμίες** της, όπως συνέβαινε σε μεγάλο βαθμό μέχρι και τη δεκαετία του 1960, αλλά και από τις **ευκαιρίες και απειλές**, που παρουσιάζονται στο εξωτερικό της περιβάλλον. Από τα παραπάνω προκύπτει, το πόσο αναγκαία είναι η ύπαρξη ενός ΠΣ, που θα βοηθά την επιχείρηση να προσαρμόζεται στις παραπάνω αλλαγές.

Κατόπιν, τα στελέχη αποφασίζουν **πως θα πραγματοποιηθεί** αυτό που πρέπει να κάνει η επιχείρηση, δηλαδή **οργανώνουν** (organizing) κατάλληλα τις λειτουργίες εκείνες με τις οποίες είναι δυνατό να επιτευχθούν οι επιχειρηματικοί στόχοι.

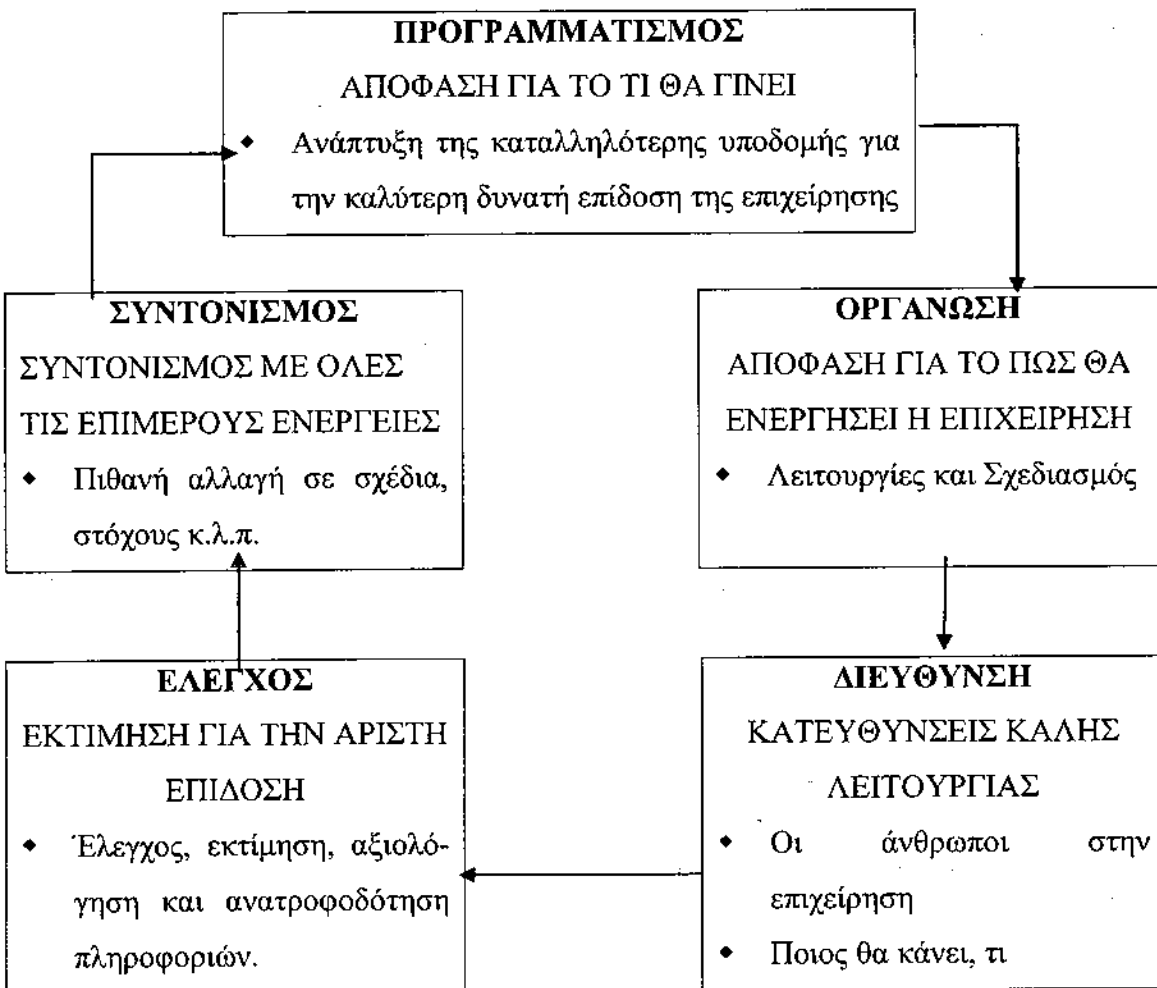
Στη συνέχεια τα στελέχη **διευθύνουν** (leading) τους εργαζόμενους της επιχείρησης κατά τον πλέον αποδοτικό και αποτελεσματικό τρόπο για την επίτευξη των προκαθορισμένων στόχων.

Είναι φανερό πως, όταν η οργανωσιακή δομή της επιχείρησης είναι η αρμόζουσα και οι εργαζόμενοι γνωρίζουν επακριβώς τα καθήκοντα και τις υποχρεώσεις τους, τα διευθυντικά στελέχη μπορούν να τους βοηθήσουν όχι μόνο να αντιληφθούν τους επιχειρηματικούς στόχους, αλλά και να συνεισφέρουν, όσο το δυνατόν περισσότερο στην επίτευξή τους.

Η επόμενη λειτουργία των διευθυντικών στελεχών είναι ο **έλεγχος** (control) ο οποίος περιλαμβάνει τον προσδιορισμό των προτύπων, την επίβλεψη της προόδου που πραγματοποιήθηκε, καθώς και τις διορθωτικές αλλαγές που απαιτούνται για την εστίαση της επιχείρησης στους προκαθορισμένους στόχους. Βέβαια, ο προσδιορισμός των προτύπων γίνεται στη λειτουργία του προγραμματισμού, όπου καθορίζονται οι απαραίτητοι έλεγχοι για τη μέτρηση και διατήρηση της επίδοσης (performance). Κατά τη διάρκεια του ελέγχου, τα στελέχη εκτιμούν την επίδοση τόσο των μεμονωμένων ατόμων, όσο και των διαφόρων ομάδων μέσα στην επιχείρηση, εξετάζουν τους

δείκτες **αποδοτικότητας** (efficiency) και **αποτελεσματικότητας** (effectiveness) και επιπρόσθετα ερευνούν για προβλήματα σχετικά με την επικοινωνία, την κατανομή των πόρων, και τις ενδοπροσωπικές σχέσεις μεταξύ των εργαζομένων.

Η τελευταία λειτουργία των διευθυντικών στελεχών είναι ο **συντονισμός** (coordination) με τον οποίο αξιολογούν όλες τις πληροφορίες, που αποκτούν από την λειτουργία του ελέγχου. Στο στάδιο αυτό καθορίζουν επίσης τους παράγοντες και τις δραστηριότητες που πρέπει να τροποποιηθούν, ώστε να πραγματοποιηθούν οι προκαθορισμένοι στόχοι. Ως γνωστό, ο έλεγχος αποκαλύπτει τις αποκλίσεις μεταξύ των προκαθορισμένων στόχων και του πραγματοποιηθέντος αποτελέσματος. Έτσι, ο συντονισμός όλων των επιμέρους τμημάτων και δραστηριοτήτων της επιχείρησης βοηθά στην τελική επίτευξη των προκαθορισμένων στόχων. Μια απλοποιημένη μορφή των λειτουργιών των διευθυντικών στελεχών δίνεται στο διάγραμμα (5.3)



Διάγραμμα 5.3

Η απασχόληση των διευθυντικών στελεχών

5.4.2 Πληροφορία

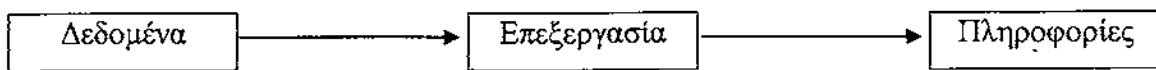
Η πληροφορία αποτελεί το δεύτερο συστατικό στοιχείο ενός ΠΣ. Όπως είναι γνωστό, οι οικονομικές μονάδες επεξεργάζονται δεδομένα και πληροφορίες από τις πρώτες κιόλας ημέρες της ζωής τους, προκειμένου να διευκολυνθούν στην λήψη των αποφάσεων. Είναι επίσης γνωστό, πως για να υπάρχει μια σωστή και αποτελεσματική διοίκηση, τα διευθυντικά στελέχη θα πρέπει να κατέχουν την αναγκαία πληροφόρηση αναφορικά με τους ανταγωνιστές, τα υποκατάστατα προϊόντα, τη θέση της επιχείρησης, τους πελάτες, τους προμηθευτές και πολλούς άλλους παράγοντες. Έτσι, δεν θα ήταν υπερβολή να δεχθούμε, ότι οι επιχειρήσεις για την επίτευξη των στόχων τους στηρίζονται στην πληροφορία, και να σημειώσουμε, πως πολλά από τα προβλήματα, τα οποία εμφανίζονται σ' αυτές, οφείλονται είτε στην έλλειψη των απαραίτητων πληροφοριών είτε στο ότι δεν δημιουργήθηκε ένα σύστημα, που να παρέχει στα διευθυντικά τους στελέχη σωστή και έγκυρη πληροφόρηση, όταν αυτή χρειάζεται. Με ένα τέτοιο σύστημα είναι δυνατή η συλλογή και αποθήκευση των κατάλληλων δεδομένων και στη συνέχεια, η μετατροπή τους σε πληροφορία με κάποιας μορφής επεξεργασία.

5.4.2.1 Δεδομένα και Πληροφορία

Τα **δεδομένα** (data) είναι η πρώτη ύλη κάθε ΠΣ και αποτελούν τη βάση για τη δημιουργία των πληροφοριών. Με τον όρο **δεδομένα** θα εννοούμε για τις ανάγκες αυτού του βιβλίου **στοιχεία, τα οποία έχουν συλλεγεί από διάφορες πηγές εντός και εκτός της επιχείρησης και με τα οποία περιγράφουμε γεγονότα, πράγματα, πρόσωπα, ιδέες κ.λ.π.** Τέτοιου είδους στοιχεία είναι πολύ συνηθισμένα στον κόσμο των επιχειρήσεων. Για παράδειγμα, αναφέρουμε τις πωλήσεις της επιχείρησής μας κατά την προηγούμενη χρονική περίοδο, το οικονομικό της αποτέλεσμα (κέρδος ή ζημία) κατά την ίδια περίοδο, τον αριθμό των απασχολούμενων σ' αυτή και άλλα. Πολλές μάλιστα φορές χρησιμοποιούμε τέτοια στοιχεία για να περιγράψουμε π.χ. το μέγεθος της επιχείρησης. Έτσι, όταν λέμε ότι οι πωλήσεις κατά το 1994 ανήλθαν σε 5,4 δισεκατομμύρια ή ότι στην επιχείρηση εργάζονται 1500 άτομα, από τα οποία τα 130 είναι ενδιάμεσα στελέχη και τα 65 ανώτερα, δεν κάνουμε τίποτε άλλο από το να περιγράψουμε το μέγεθός της με βάση τα παραπάνω στοιχεία.

Αντίθετα, με τον όρο **πληροφορία** (information) θα εννοούμε **δεδομένα, τα οποία έχουν υποστεί μια κάποια επεξεργασία, ώστε να έχουν έννοια για τον αποδέκτη και αξία για τις αποφάσεις που παίρνει ή τις δραστηριότητες που εκτελεί.** Ο μετασχηματισμός αυτός των δεδομένων σε πληροφορία παρουσιάζεται στο Διάγραμμα (5.4). Όπως μάλιστα αναφέρουν χαρακτηριστικά οι Davis και Olson (1985) η **σχέση που υπάρχει μεταξύ των δεδομένων και των πληροφοριών είναι ίδια με τη σχέση που υπάρχει μεταξύ της πρώτης ύλης και του έτοιμου προϊόντος.** Με την επεξεργασία μετατρέπουμε τα δεδομένα από μια μορφή που δεν μπορούν να

χρησιμοποιηθούν σε μια άλλη μορφή άμεσης χρησιμοποίησης για τη λήψη αποφάσεων.



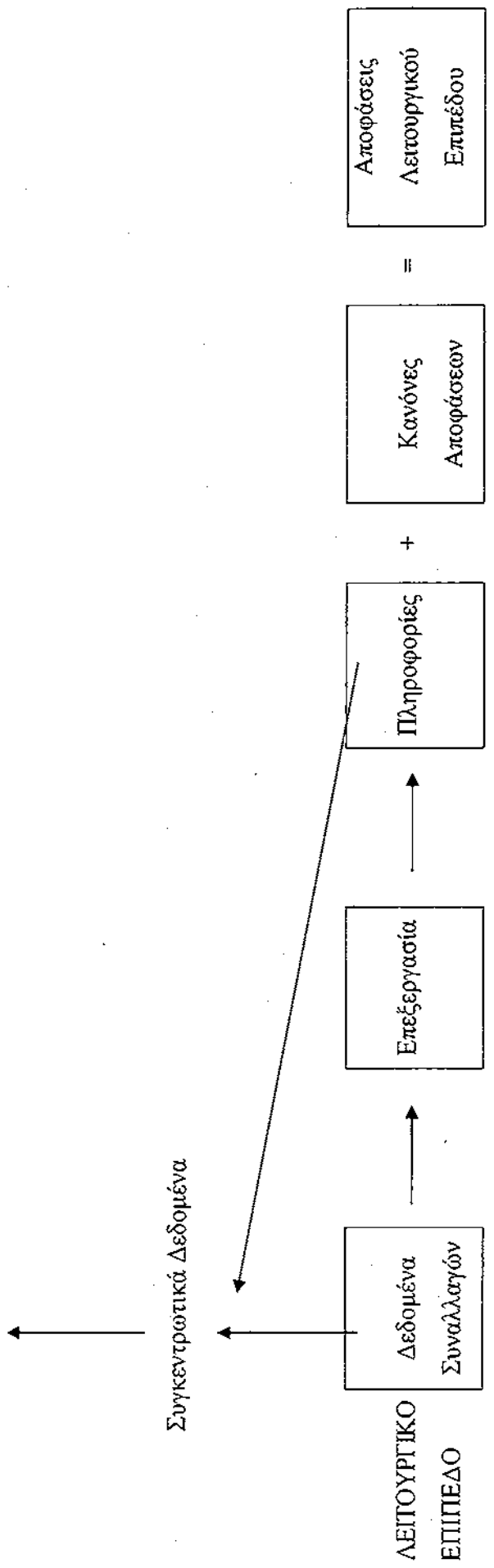
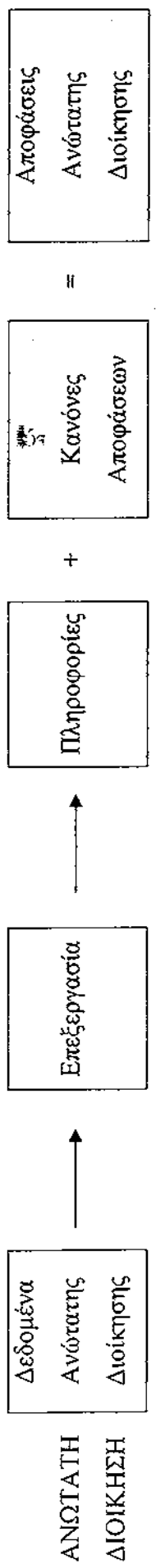
Διάγραμμα 5.4

Μετατροπή δεδομένων σε πληροφορίες

Η αντιστοιχία των πρώτων υλών προς τα έτοιμα προϊόντα σημαίνει, ότι η πληροφορία για ένα πρόσωπο μπορεί να είναι δεδομένα για κάποιον άλλο, όπως ακριβώς τα έτοιμα προϊόντα μιας επιχείρησης μπορεί να είναι η πρώτη ύλη μιας άλλης επιχείρησης, η οποία επιπρόσθετα θα την επεξεργασθεί για να παράγει το τελικό της προϊόν κ.ο.κ. Για παράδειγμα, αναφέρουμε τις παραγγελίες οι οποίες για τον υπεύθυνο διεκπεραίωσης των παραγγελιών είναι πληροφορία, αλλά ταυτόχρονα αποτελούν δεδομένα για τον υπεύθυνο των αποθεμάτων. Λόγω αυτής της σχέσης μεταξύ των δεδομένων και της πληροφορίας είναι σύνηθες να χρησιμοποιούν ορισμένοι τους δύο αυτούς όρους εναλλακτικά.

Από τα προηγούμενα είναι φανερό ότι **τα δεδομένα δεν είναι πληροφορία μέχρι να τεθούν στην κατάλληλη μορφή**, ώστε να έχουν σημασία για τον συγκεκριμένο αποδέκτη, και ότι **η πληροφορία είναι δεδομένα, τα οποία έχουν υποστεί κατάλληλη επεξεργασία**, για να δώσουν γνώση σε συγκεκριμένο πρόσωπο, ώστε να πάρει τη σωστή απόφαση.

Αξίζει να σημειώσουμε, ότι διαφορετικά πρόσωπα μέσα στην ίδια επιχείρηση πιθανό να χρησιμοποιούν τα ίδια δεδομένα, για να πάρουν την πληροφόρηση που θα τους οδηγήσει στη λήψη διαφορετικών αποφάσεων. Η περίπτωση αυτή εμφανίζεται στο διάγραμμα (5.5). Πιο συγκεκριμένα, στο λειτουργικό επίπεδο διοίκησης τα κατώτερα διευθυντικά στελέχη αποκτούν από τα δεδομένα των συναλλαγών επεξεργασμένες πληροφορίες, τις οποίες στη συνέχεια χρησιμοποιούν με βάση συγκεκριμένους κανόνες αποφάσεων, ώστε να πάρουν τις καλύτερες δυνατές αποφάσεις τους. Παραδείγματα τέτοιων αποφάσεων είναι ο προγραμματισμός της εκτέλεσης των παραγγελιών των πελατών για την παραγωγή, η κατανομή των στοιχείων κόστους στα τμήματα και η έκδοση της μισθοδοσίας για το λογιστικό, η επιλογή των διαδρομών για τη διανομή, η διαχείριση των ρευστών διαθεσίμων για το χρηματοοικονομικό, και άλλα πολλά. Όμως, συγκεντρωτικά δεδομένα και πληροφορίες του λειτουργικού επιπέδου διοίκησης μπορεί να είναι συγχρόνως δεδομένα για τα διευθυντικά στελέχη της ανώτατης διοίκησης. Τα δεδομένα αυτά μετατρέπονται με την κατάλληλη επεξεργασία σε πληροφορίες για την υποστήριξη των στρατηγικών κυρίως αποφάσεων της ανώτατης διοίκησης. Τέτοιες αποφάσεις είναι ο σχεδιασμός της παραγωγικής δυναμικότητας για την παραγωγή, οι μακροχρόνιες οικονομικές εκθέσεις για το λογιστικό, η επιλογή των μέσων διακίνησης των προϊόντων για τη διανομή, η πρόβλεψη των μακροχρόνιων χρηματοοικονομικών αναγκών και η επιλογή των πηγών δανεισμού για το χρηματοοικονομικό, και άλλες.



Διάγραμμα 5.5

Χρήση δεδομένων από διαφορετικά άτομα μέσα στην επιχείρηση για την λήψη των αποφάσεων

5.4.2.2. Κύκλος Ζωής Δεδομένων

Όπως τα προϊόντα της επιχείρησης έτσι και τα δεδομένα του ΠΣ έχουν το δικό τους κύκλο ζωής. Ο κύκλος ζωής των δεδομένων (data life cycle) είναι πολύ σημαντικός για την ανάπτυξη, το σχεδιασμό και τη λειτουργία του ΠΣ. Ειδικότερα, τα στοιχεία του κύκλου ζωής που έχουν ιδιαίτερη σημασία είναι τα ακόλουθα τρία : **Πρώτο**, η γνώση του τρόπου με τον οποίο δημιουργούνται τα δεδομένα, δηλαδή της διαδικασίας με την οποία γεννιούνται. Η δημιουργία των δεδομένων αφορά τόσο τη διαδικασία όσο και τα αποτελέσματα των συναλλαγών και γεγονότων, που γίνονται στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης, και τα οποία παρατηρούνται και καταγράφονται. **Δεύτερον**, η γνώση του τρόπου με τον οποίο τα δεδομένα μετασχηματίζονται σε πληροφορίες. Όπως αναφέραμε προηγουμένως, τα δεδομένα με την κατάλληλη επεξεργασία αλλάζουν μορφή κατά τρόπο, ώστε η πληροφορία που θα προκύψει, να έχει έννοια και αξία για τον αποδέκτη της. **Τρίτο**, η γνώση του τρόπου με τον οποίο πραγματοποιούνται οι βασικοί τύποι επεξεργασίας των πληροφοριών και ιδιαίτερα η μεταφορά των δεδομένων και η μετάδοση των πληροφοριών, καθώς επίσης και η αποθήκευση και επανάκτησή τους. Ο κύκλος ζωής των δεδομένων παρουσιάζεται στο διάγραμμα (5.6).

Από το διάγραμμα αυτό είναι φανερό, πως ο κύκλος ζωής των δεδομένων αποτελείται από τα εξής :

- α. **Δημιουργία** : Όπως αναφέραμε, η δημιουργία των δεδομένων λαμβάνει χώρα στο εσωτερικό και στο εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης.
- β. **Αποθήκευση** : Όταν τα δεδομένα δημιουργηθούν αποθηκεύονται συνήθως σε διάφορα αρχεία καρτελών ή σε μια βάση δεδομένων.
- γ. **Καταστροφή** : Τα δεδομένα εκείνα που είναι άχρηστα, π.χ. λόγω λάθους κατά την δημιουργία τους, καταστρέφονται αντί ν' αποθηκεύονται.
- δ. **Μεταφορά** : Η μεταφορά των δεδομένων από κάποια διαδικασία σε κάποια άλλη γίνεται συνεχώς κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.
- ε. **Επανάκτηση** : Η επανάκτηση των δεδομένων από ένα σύστημα διαχείρισης βάσης δεδομένων γίνεται με διάφορες μεθόδους.
- στ. **Αναπαραγωγή** : Η διαδικασία αυτή αφορά όλες τις κατηγορίες αναπαραγωγής των δεδομένων, που είναι αποθηκευμένα σε καρτέλες ή στα μέσα αποθήκευσης του Η/Υ και τα οποία δεν είναι στην κατάλληλη μορφή για να χρησιμοποιηθούν από τους χρήστες. Αλλά ακόμα και στην περίπτωση που βρίσκονται στην κατάλληλη μορφή ενδέχεται να απαιτείται αναπαραγωγή τους σε πολλαπλά αντίγραφα, όταν οι χρήστες είναι πολλοί.

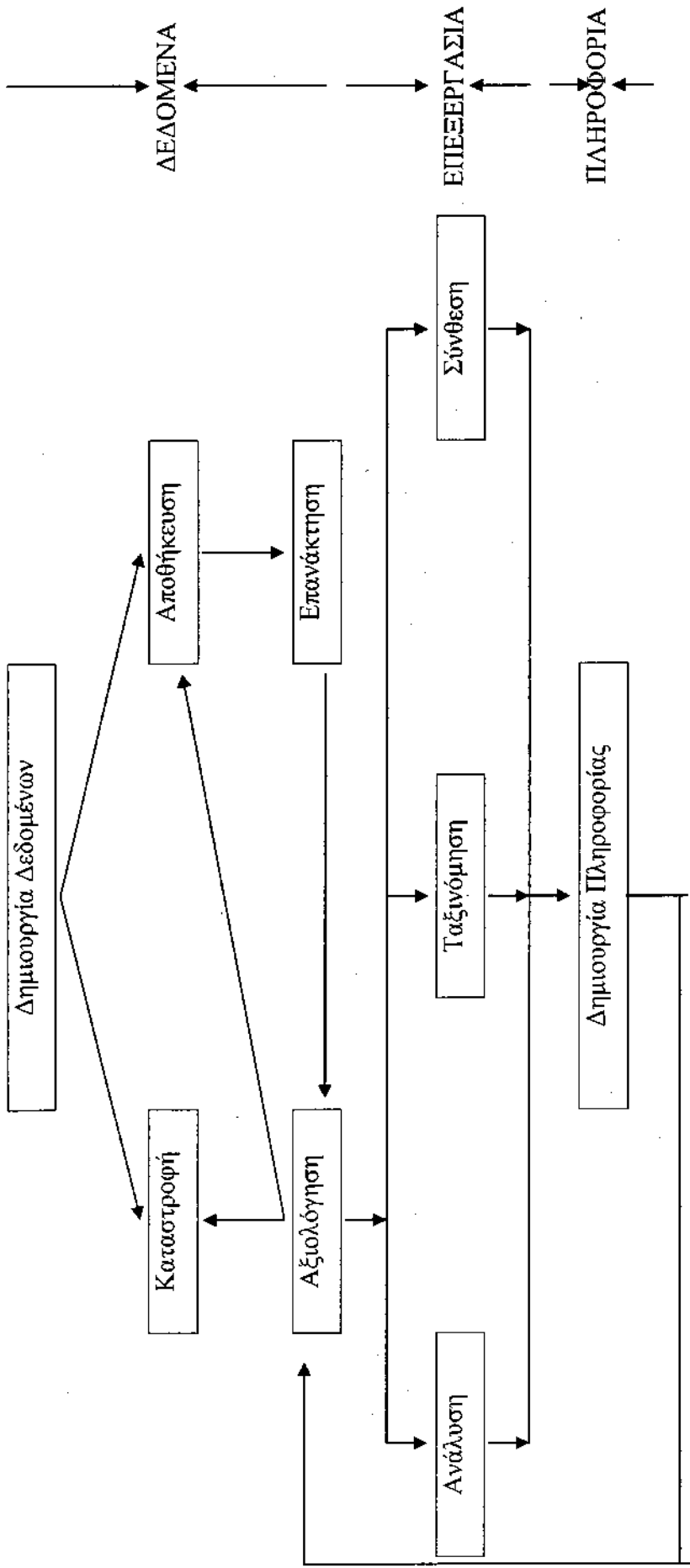
ζ. **Αξιολόγηση** : Μετά την επανάκτηση γίνεται η αξιολόγηση των δεδομένων. Με αυτή καθορίζεται αν τα δεδομένα θα πρέπει να επεξεργασθούν, να επιστραφούν στην τράπεζα δεδομένων για αποθήκευση, ή να καταστραφούν. Βέβαια, τα δεδομένα μετά την μετατροπή τους σε πληροφορίες είναι δυνατόν να αξιολογηθούν εκ νέου, για να διαπιστωθεί αν θα πρέπει να τύχουν πρόσθετης επεξεργασίας, να αποθηκευτούν ή να καταστραφούν.

η. **Ανάλυση** : Τα δεδομένα πριν από τη χρησιμοποίησή τους αναλύονται ανάλογα με τις παρουσιαζόμενες ανάγκες των χρηστών.

θ. **Ταξινόμηση** : Τα δεδομένα αρκετά συχνά συγκεντρώνονται κατά τυχαίο τρόπο. Για να είναι όμως χρήσιμα, είναι απαραίτητο πολλές φορές να ταξινομούνται με βάση κάποιο κριτήριο ταξινόμησης. Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, όπου, δεδομένα που έχουν ήδη ταξινομηθεί, απαιτείται να ταξινομούνται πάλι, αλλά με διαφορετικό κριτήριο ταξινόμησης. Για παράδειγμα αναφέρουμε τις πωλήσεις στο τμήμα πωλήσεων μιας επιχείρησης, οι οποίες είναι ταξινομημένες ανά πωλητή, αλλά χρειάζεται να γίνει ταξινόμησή τους, ανά προϊόν, ομάδα προϊόντων, πελάτη, περιοχή κ.λ.π.

ι. **Σύνθεση** : Πολλές φορές απαιτείται ενοποίηση των δεδομένων για την δημιουργία μιας ολοκληρωμένης έκθεσης ή αναφοράς. Παράδειγμα σύνθεσης αποτελεί η ενοποίηση των ατομικών εκθέσεων των πωλητών σε μία, η ενοποίηση λογιστικών καταστάσεων κ.α.

ια. **Δημιουργία πληροφορίας** : Τα δεδομένα μετατρέπονται σε πληροφορία, η οποία χρησιμοποιείται από τους χρήστες για τη λήψη των αποφάσεων. Στη συνέχεια τα δεδομένα με την μορφή των πληροφοριών μπορούν να αξιολογηθούν πάλι για πρόσθετη επεξεργασία, αποθήκευση ή καταστροφή.



Διάγραμμα 5.6

Κύκλος ζωής δεδομένων

5.4.2.3 Επίπεδα Πληροφοριών

Όπως αναφέραμε προηγουμένως, η πληροφορία ενός ατόμου μπορεί να είναι δεδομένα για κάποιον άλλο. Με άλλα λόγια, η διαφορά μεταξύ δεδομένων και πληροφορίας έχει έννοια σε σχέση με το πλαίσιο αναφοράς στο οποίο χρησιμοποιείται η πληροφορία. Φυσικά, η διαφορά αυτή δεν αναφέρεται μόνο σε επίπεδο ατόμων, τμήματος ή επιχείρησης, αλλά και σε επίπεδο κλάδου επιχειρήσεων, τομέων οικονομίας, τοπικής αυτοδιοίκησης κ.λ.π. Έτσι, μια ταξινόμηση της πληροφορίας ανάλογα με το επίπεδο θα μπορούσε να είναι η εξής :

- α. **Διεθνείς πληροφορίες**, π.χ. συναλλαγματικές ισοτιμίες, ζήτηση ενεργειακών πόρων, δημογραφικά στοιχεία κρατών κ.α.
- β. **Εθνικές πληροφορίες** π.χ. βιομηχανική παραγωγή, εισαγωγές και εξαγωγές, επίπεδο απασχόλησης, εξέλιξη του πληθωρισμού, δημογραφικά στοιχεία νομού, περιφέρειας ή κράτους, κ.α.
- γ. **Κλάδου**, π.χ. πληροφορίες που αφορούν ανταγωνιστικά προϊόντα, παραγωγική δυναμικότητα ανταγωνιστικών επιχειρήσεων, μερίδιο αγοράς κ.α.
- δ. **Επιχείρησης**, π.χ. προβλέψεις πωλήσεων, εκτιμήσεις κόστους προϊόντων, στοιχεία ισολογισμού και οικονομικού αποτελέσματος κ.α.
- ε. **Τμήματος**, π.χ. πληροφορίες σχετικές με πωλήσεις υποκαταστήματος, αναλύσεις δαπανών τμήματος κ.α.
- στ. **Ατόμου**, π.χ. οι πωλήσεις ενός πωλητή ή αντιπροσώπου κατά τη διάρκεια μιας περιόδου, ο μισθός με τις ασφαλιστικές και λοιπές κρατήσεις ενός εργαζομένου κ.α.

5.4.2.4 Κατηγορίες Πληροφοριών

Ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται οι πληροφορίες μπορούμε να τις διακρίνουμε σε **στρατηγικές, τακτικές και λειτουργικές**. Οι κατηγορίες αυτές σχετίζονται επίσης και με τα επίπεδα πληροφοριών που αναφέραμε. Έτσι, οι στρατηγικές πληροφορίες έχουν σχέση περισσότερο με τα ανώτερα επίπεδα πληροφορίας, δηλαδή τις διεθνείς, εθνικές και πληροφορίες κλάδου, ενώ αντίθετα οι λειτουργικές με τα κατώτερα επίπεδα πληροφορίας, δηλαδή με πληροφορίες ατόμου, τμήματος κ.α.

- α. **Στρατηγικές πληροφορίες** : Αυτές αφορούν το μακροπρόθεσμο προγραμματισμό της επιχείρησης και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται κυρίως για την λήψη των στρατηγικών αποφάσεων από τα στελέχη της ανώτατης διοίκησης. Οι στρατηγικές πληροφορίες σε εθνικό επίπεδο περιλαμβάνουν παράγοντες, όπως, διαθεσιμότητα εγχώριων πόρων,

πληθυσμιακές τάσεις, ξένες επενδύσεις, εισαγωγές και εξαγωγές κ.α., ενώ σε επίπεδο κλάδου και επιχείρησης οι πληροφορίες αυτές περιλαμβάνουν παράγοντες σχετικούς με νέες αγορές και προϊόντα, νέες πηγές προμηθειών, επιλογή του τόπου εγκατάστασης, επιλογή του ενδεδειγμένου μεγέθους παραγωγικής δυναμικότητας για την ικανοποίηση της μελλοντικής ζήτησης, επιλογή μιας νέας τεχνολογίας και του κατάλληλου εξοπλισμού και άλλους πολλούς. Αξίζει να σημειώσουμε δύο σημεία σχετικά με τις στρατηγικές πληροφορίας : **πρώτον**, οι πληροφορίες αυτές πρέπει να είναι στην κατάλληλη μορφή, ώστε να διευκολύνεται ο μακροπρόθεσμος προγραμματισμός, όπως συμβαίνει με τα Συστήματα Ανώτατης Διοίκησης (Executive Information Systems) και **δεύτερον** πολλές από αυτές προέρχονται από πηγές και γεγονότα, τα στοιχεία των οποίων δεν υπόκεινται σε επεξεργασία με Η/Υ.

β. Τακτικές πληροφορίες : Οι πληροφορίες αυτές αφορούν κυρίως τα μεσοπρόθεσμα προγράμματα της επιχείρησης, δηλαδή αυτά, η χρονική διάρκεια των οποίων ποικίλλει από μερικούς μήνες μέχρι ένα ή το πολύ δύο χρόνια. Ως παραδείγματα αναφέρουμε την πρόβλεψη της ζήτησης (κατά τρόπο ώστε να προσδιορίζεται η μακροχρόνια τάση, η κυκλική διακύμανση και οι εποχικές διακυμάνσεις), ο γενικός προγραμματισμός παραγωγής, η αξιολόγηση των προμηθευτών, οι περιοδικές εκθέσεις των αποκλίσεων από τους προϋπολογισμούς, το πρόγραμμα απασχόλησης και κατανομής του προσωπικού κ.α. Πολλές από τις τακτικές πληροφορίες βασίζονται σε δεδομένα, που προέρχονται από τις τρέχουσες δραστηριότητες της επιχείρησης και επομένως υπάρχει ανάγκη για ταχεία επεξεργασία των δεδομένων αυτών. Άλλες πάλι βασίζονται σε δεδομένα, που προέρχονται από εξωτερικές πηγές, για τα οποία υπάρχει μικρή ή μηδαμινή ανάγκη επεξεργασίας τους. Παράδειγμα αποτελεί η εισαγωγή ενός νέου ανταγωνιστικού προϊόντος στην αγορά, για το οποίο δεν υπήρχε πληροφόρηση και το οποίο πιθανό να έχει σημαντικές επιπτώσεις στις πωλήσεις της επιχείρησης, κάτι το οποίο δεν μπορεί να αποκαλυφθεί στις προβλέψεις των πωλήσεων που διενεργούνται με Η/Υ. Για τους παραπάνω λόγους η υποστήριξη των αποφάσεων του τακτικού προγραμματισμού καλό είναι να βασίζονται, εφόσον αυτό είναι δυνατό, σε συνδυασμό πληροφοριών, που προέρχονται από διαφορετικές πηγές.

γ. Λειτουργικές πληροφορίες : Αυτές υποστηρίζουν τις αποφάσεις ρουτίνας καθώς και τις αποφάσεις του λειτουργικού προγραμματισμού, δηλαδή τα προγράμματα με πολύ βραχυπρόθεσμο ορίζοντα προγραμματισμού, όπως είναι για παράδειγμα οι ανεκτέλεστες παραγγελίες, το επίπεδο των ημικατεργασμένων προϊόντων, οι βραχυπρόθεσμες υποχρεώσεις και απαιτήσεις, και άλλες πολλές. Οι λειτουργικές πληροφορίες στηρίζονται ως επί το πλείστον σε δεδομένα, που προέρχονται από τις καθημερινές και τρέχουσες

δραστηριότητες της επιχείρησης, και έτσι υπάρχει μεγάλη ανάγκη για γρήγορη επεξεργασία τους. Οι πληροφορίες αυτές, επειδή είναι περισσότερο ειδικές και λεπτομερείς σε σχέση με τις τακτικές και στρατηγικές, που είναι περισσότερο γενικές, θα πρέπει να έχουν την κατάλληλη μορφή, ώστε να ικανοποιούνται οι πληροφοριακές απαιτήσεις του συγκεκριμένου χρήστη.

5.4.2.5 Χαρακτηριστικά Πληροφοριών

Από τη μέχρι τώρα ανάλυση είναι φανερό, ότι η πληροφορία αυξάνει τη γνώση, περιορίζει την αβεβαιότητα και βοηθάει τα στελέχη της επιχείρησης στην διαδικασία της λήψης των αποφάσεων. Όμως, για να συμβούν αυτά, θα πρέπει οι πληροφορίες, είτε πρόκειται για μεμονωμένες πληροφορίες είτε για ένα σύνολο πληροφοριών, να έχουν ορισμένα χαρακτηριστικά.

Τα χαρακτηριστικά της μεμονωμένης πληροφορίας είναι :

Ακρίβεια (Accuracy) : Μια πληροφορία μπορεί να είναι αληθινή ή ψευδής, ακριβής ή ανακριβής. Όταν λέμε μια πληροφορία είναι ακριβής, εννοούμε, ότι εκφράζει την κατάσταση ενός γεγονότος, όπως αυτό είναι στην πραγματικότητα. Αντίθετα, η ανακριβής πληροφορία είναι συνήθως αποτέλεσμα λαθών, που πιθανόν έγιναν κατά την διάρκεια της συλλογής και της επεξεργασίας των δεδομένων ή κατά την προετοιμασία των αναφορών στα διάφορα τμήματα της επιχείρησης. Ορισμένες φορές συμβαίνει να θεωρούμε ως σωστή μια πληροφορία που είναι ανακριβής. Στην περίπτωση αυτή και για όσο χρονικό διάστημα ο χρήστης τη θεωρεί ως ορθή και τη χρησιμοποιεί στη λήψη των αποφάσεων, αυτό αποτελεί πληροφορία για το συγκεκριμένο άτομο. Για παράδειγμα, εάν ο διευθυντής πωλήσεων πάρει μια αναφορά, στην οποία ανακριβώς αναγράφεται ότι οι προβλεπόμενες συνολικές πωλήσεις σε ένα υποκατάστημα κατά το επόμενο τρίμηνο αναμένονται να είναι 30 εκατομμύρια δραχμές, αντί του ορθού των 40 εκατομμυρίων δραχμών, και χρησιμοποιήσει αυτό το νούμερο για να πάρει κάποιες αποφάσεις, αυτό αποτελεί πληροφορία για τον διευθυντή πωλήσεων, έστω κι αν αυτή είναι ανακριβής. Έτσι, το βασικό πρόβλημα που υπάρχει με την πληροφορία είναι ότι μπορεί να είναι ανακριβής, αλλά να μην το έχει αντιληφθεί ο χρήστης και να την χρησιμοποιεί στη λήψη των αποφάσεών του. Για την αποφυγή τέτοιου είδους καταστάσεων θα πρέπει το άτομο που παρέχει την πληροφορία να επιβεβαιώνει την ακρίβειά της.

Ο βαθμός ακρίβειας μιας μεμονωμένης πληροφορίας εξαρτάται φυσικά και από την χρησιμοποίησή της. Αυτό σημαίνει πως δεν υπάρχει λόγος για μεγάλο βαθμό ακρίβειας, εφόσον αυτό δεν είναι αναγκαίο. Για παράδειγμα, ο διευθυντής πωλήσεων δεν ενδιαφέρεται

ποτέ για τις προβλέψεις των πωλήσεων με ακρίβεια δραχμής, αλλά στρογγυλοποιημένες σε χιλιάδες, εκατομμύρια κ.λ.π. Αντίθετα, ο διευθυντής του λογιστηρίου θέλει πολλές από τις πληροφορίες του να είναι ακριβείς μέχρι και την τελευταία δραχμή. Βέβαια, ο επιθυμητός βαθμός ακρίβειας εξαρτάται από τη χρησιμοποίηση της πληροφορίας και είναι γνωστός στο χρήστη της.

β. Μορφή (Form) : Η μορφή αναφέρεται στη δομή της πληροφορίας. Μια πρώτη διάκρισή της είναι σε **ποσοτική** και **ποιοτική** πληροφορία. Η **ποσοτική πληροφορία** εκφράζει το πόσο έχει μετρηθεί από ένα είδος ή γεγονός. Για παράδειγμα, οι πωλήσεις μιας επιχείρησης μπορούν να εκφραστούν ποσοτικά σε σχέση με τις μονάδες του προϊόντος, την καθαρή ή ακαθάριστη αξία τους, το κόστος των πωληθέντων κ.α. Τέτοιου είδους πληροφορίες, όπως οι παραπάνω, είναι πολύ συνηθισμένες στον κόσμο των επιχειρήσεων. Η ποσοτική πληροφορία μπορεί να παρουσιάζεται αριθμητικά ή γραφικά με διαγράμματα, ιστογράμματα κ.α. Με την **ποιοτική πληροφορία** γίνεται συνήθως περιγραφή μιας κατάστασης ή ενός γεγονότος με βάση ένα ποιοτικό κριτήριο. Για παράδειγμα, τα διευθυντικά στελέχη μιας επιχείρησης είναι δυνατόν να ταξινομηθούν με κριτήριο τη θέση που κατέχουν, σε γενικό διευθυντή, διευθυντή, υποδιευθυντή, προϊστάμενο τμήματος κ.α.

Μια δεύτερη διάκριση είναι ανάλογα με το μέσο που χρησιμοποιείται για την παρουσίασή τους. Συνήθως εμφανίζονται σε **χαρτί** (χειρόγραφα, κόλλες γραφομηχανής, φωτοτυπίες, μηχανογραφικό χαρτί) ή σε **οθόνη** (διαφάνειες, μικροφίλμ, οθόνη υπολογιστή κ.α.).

Τέλος, οι πληροφορίες με βάση το βαθμό συγκέντρωσης διακρίνονται σε **λεπτομερείς** και **συγκεντρωτικές**. Οι πρώτες χρησιμοποιούνται περισσότερο από τα στελέχη του κατώτερου επιπέδου διοίκησης, ενώ οι δεύτερες από εκείνα του ανώτερου επιπέδου.

γ. Συχνότητα (Frequency) : Η συχνότητα αποτελεί το μέτρο για το πόσο συχνά μια πληροφορία χρειάζεται, συλλέγεται ή παράγεται. Μια πληροφορία μπορεί να παράγεται καθημερινά, λιγότερο ή περισσότερο συχνά, ή ακόμα και σπάνια ανάλογα με το κάθε πότε τη χρειάζεται το άτομο που τη χρησιμοποιεί. Έτσι, οι πωλήσεις π.χ. σε ένα supermarket είναι μια πληροφορία που παράγεται και σε καθημερινή βάση, το ποσό που δίνεται για τους μισθούς των υπαλλήλων παράγεται κάθε μήνα, ενώ ο φόρος εισοδήματος κάθε χρόνο.

δ. Χρονικός Ορίζοντας (Time Horizon) : Η πληροφορία μπορεί να αναφέρεται στο παρελθόν, στο παρόν ή στο μέλλον. Η **ιστορική πληροφορία** μας δείχνει το τι έχει γίνει στο παρελθόν και χρησιμοποιείται συνήθως για να διαπιστωθεί κατά πόσο οι τιμές συγκεκριμένων μεταβλητών, όπως π.χ. οι πωλήσεις, τα έξοδα, τα κέρδη κ.α. έχουν στην τρέχουσα περίοδο μεταβληθεί προς το καλύτερο ή το χειρότερο. Η **μελλοντική πληροφορία** βοηθά την

επιχείρηση να προγραμματίσει τις ανάγκες της για το μέλλον. Έτσι, με βάση τις προβλέψεις που διενεργούνται για σημαντικές οικονομικές μεταβλητές και άλλες πληροφορίες που αφορούν τη μελλοντική εξέλιξη καταστάσεων, οι επιχειρήσεις προγραμματίζουν την ανάπτυξη των νέων τους προϊόντων, την επέκταση της παραγωγικής τους δυναμικότητας, την εισοδό τους σε νέες αγορές, την πρόσληψη νέου προσωπικού κ.λ.π.

Έκταση (Breadth) : Η έκταση της πληροφορίας είναι το πεδίο δράσεως, στο οποίο αναφέρεται. Μερικές πληροφορίες περιέχουν ένα ευρύ φάσμα ενδιαφέροντος, ενώ άλλες αφορούν ένα μικρότερο πεδίο δράσεως. Για παράδειγμα ένα ευρύ φάσμα για πληροφορίες σχετικές με τις πωλήσεις μιας επιχείρησης μπορεί να περιλαμβάνει όλες τις περιοχές πώλησης, που καλύπτει η επιχείρηση σε μια χώρα. Αντίθετα, ένα μικρότερο πεδίο δράσεως πιθανό να περιλαμβάνει τις πωλήσεις σε μια μόνο πόλη ή σε ένα νομό.

Προέλευση (Origin) : Η προέλευση της πληροφορίας μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική, ανάλογα με την πηγή από την οποία παράγεται. **Εσωτερική** είναι η πληροφορία που δημιουργείται μέσα στην επιχείρηση, ενώ **εξωτερική** η πληροφορία που παράγεται στο εξωτερικό της περιβάλλον, δηλαδή από προμηθευτές, εταιρείες έρευνας μάρκετινγκ, επιμελητήρια, κυβερνητικές υπηρεσίες κ.α.

Τα **χαρακτηριστικά ενός συνόλου πληροφοριών** είναι τα ακόλουθα :

Σχετικότητα (Relevance) : Σχετικές πληροφορίες θα μπορούσαν να θεωρηθούν εκείνες, τις οποίες χρειάζεται κάποιος για να λύσει ένα πρόβλημα ή να πάρει μια απόφαση. Όμως, το κριτήριο με βάση το οποίο κρίνεται αν οι πληροφορίες είναι σχετικές ή όχι είναι ο **χρόνος χρησιμοποίησής τους**. Ένα σύνολο πληροφοριών θεωρείται **σχετικό, εφόσον χρησιμοποιείται σε μια τρέχουσα κατάσταση**. Έτσι, πληροφορίες οι οποίες ήταν στο παρελθόν σχετικές, αλλά σήμερα ο κάτοχός τους δεν τις χρειάζεται και δεν τις χρησιμοποιεί, παύουν να είναι σχετικές. Με την ίδια λογική, αν κάποιος συλλέγει και αποθηκεύει πληροφορίες, επειδή πιστεύει ότι ίσως τις χρησιμοποιήσει στο μέλλον, ούτε αυτές οι πληροφορίες θεωρούνται σχετικές, διότι δεν χρησιμοποιούνται σε μια τρέχουσα κατάσταση.

Πληρότητα (Completeness) : Ένα σύνολο πληροφοριών ενδέχεται να δίδει στο χρήστη σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό την πληροφόρηση που χρειάζεται για να αντιμετωπίσει μια συγκεκριμένη κατάσταση. Όταν ο χρήστης έχει όλες τις αναγκαίες πληροφορίες, τότε θεωρούμε ότι το σύνολο αυτό είναι **πλήρες**. Αντίθετα, όταν το σύνολο δεν δίνει στο χρήστη όλη την πληροφόρηση ή τον αφήνει με αναπάντητες ερωτήσεις, το σύνολο αυτό είναι **ελλιπές**. Σημειώνουμε, πως ορισμένες φορές είναι δύσκολο ή ακόμα και αδύνατο να αποκτήσουμε τον επιθυμητό βαθμό πληρότητας των πληροφοριών. Στις περιπτώσεις αυτές

καλό είναι να αναζητάμε διαδικασίες και συστήματα, που μπορούν να μας δίνουν όσο το δυνατόν πληρέστερη πληροφόρηση.

Επικαιρότητα (Timeliness) : Οι πληροφορίες θα πρέπει να δίνονται στο χρήστη τη χρονική στιγμή που τις χρειάζεται. Η παραγωγή της πληροφορίας πολύ πριν από τη χρήση της, πιθανόν να αυξήσει το κόστος της σημαντικά. Από την άλλη πλευρά, όταν η πληροφορία φθάνει στο χρήστη με καθυστέρηση ή είναι ήδη απαρχαιωμένη κατά την παραλαβή ή χρήση της, τότε ενδέχεται να είναι άχρηστη με αποτέλεσμα τη σπατάλη χρήματος, χρόνου και προσπάθειας, πέρα φυσικά από τις άλλες επιπτώσεις στη λήψη των αποφάσεων. Οι καθυστερήσεις στην επεξεργασία των πληροφοριών μειώνουν σε μικρό ή μεγάλο βαθμό την ωφέλειά, που μπορούν να έχουν απ' αυτές τα διευθυντικά στελέχη.

5.4.3 Σύστημα

Το τρίτο συστατικό στοιχείο του ΠΣ είναι το **σύστημα**. Θα ορίσουμε ως **σύστημα ένα σύνολο συστατικών μερών λειτουργικά συνδεδεμένων που συνεργάζονται για την επίτευξη ενός προκαθορισμένου σκοπού**. Τα συστατικά μέρη του συστήματος ενοποιούνται κατά τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται κάποιο **συνεργικό αποτέλεσμα** (synergic effect). Αυτό σημαίνει, ότι συνήθως το αποτέλεσμα από την ενοποίηση των συστατικών μερών του συστήματος είναι μεγαλύτερο από το αποτέλεσμα, που προκύπτει από το άθροισμα των επιμέρους μερών.

Η έννοια του συστήματος είναι σήμερα ευρύτατα διαδεδομένη. Ακούμε κάθε μέρα για επιχειρησιακά συστήματα, συστήματα Η/Υ, βιολογικά συστήματα, κοινωνικά συστήματα, κυκλοφοριακά συστήματα και πολλά άλλα. Με την πάροδο του χρόνου και εμείς οι ίδιοι ως καταναλωτές ενδιαφερόμαστε όλο και περισσότερο για την απόκτηση συστημάτων, αντί για μεμονωμένα προϊόντα, π.χ. αγοράζουμε πλέον φωτογραφικά ή στερεοφωνικά συστήματα αντί για φωτογραφικές μηχανές ή μαγνητόφωνα. Αλλά και σε κάθε επιχείρηση και οργανισμό συναντάμε πολλά διαφορετικά συστήματα. Έτσι, σε μια επιχείρηση η διεκπεραίωση των «καρτών εργασίας» και οι διαδικασίες που απαιτούνται για τον υπολογισμό του χρόνου εργασίας των εργαζομένων ανά εβδομάδα ή μήνα, αποτελεί παράδειγμα ενός πολύ απλού συστήματος. Ένα περισσότερο πολύπλοκο σύστημα της επιχείρησης είναι το λογιστικό της σύστημα, όπου «συνεργάζονται» άνθρωποι, μηχανήματα, διαδικασίες και κανόνες για να εγγραφούν τα δεδομένα, να μετρηθεί το οικονομικό αποτέλεσμα και να προετοιμασθεί η τελική έκθεση.

Από τα προηγούμενα γίνεται φανερό, ότι ένα σύστημα δεν είναι απλά μια τυχαία συλλογή συστατικών μερών. Κάθε σύστημα αποτελείται από συστατικά μέρη, τα οποία αλληλεπιδρούν για να επιτευχθεί ένας προκαθορισμένος σκοπός. Με άλλα λόγια η έννοια του συστήματος υποδηλώνει «ολότητα», «τελειότητα», και «ενοποίηση» των επιμέρους στοιχείων του.

5.4.3.1 Στοιχεία Συστήματος

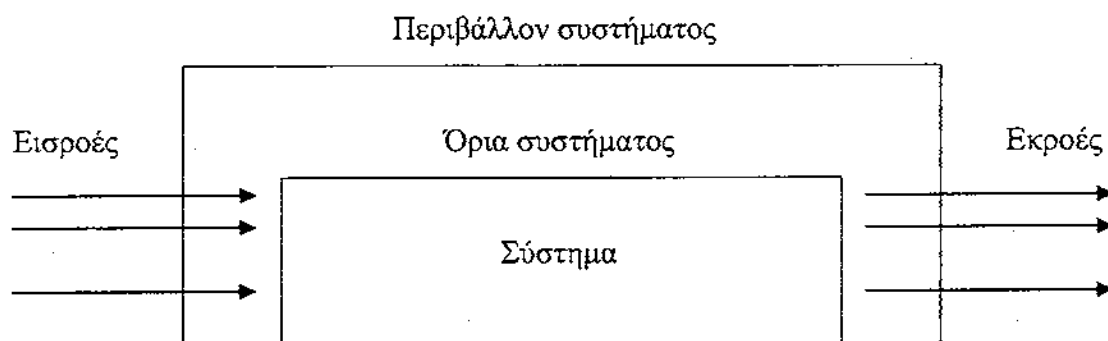
Μέσα στα πλαίσια του ορισμού του συστήματος που αναφέραμε προηγουμένως, μπορούμε τώρα να εξετάσουμε τα στοιχεία, που είναι απαραίτητα για την ύπαρξη οποιουδήποτε συστήματος. Τα στοιχεία αυτά είναι το **περιβάλλον**, τα **όρια**, οι **εισροές / εκροές**, καθώς και τα **συστατικά μέρη** του συστήματος.

- α. **Περιβάλλον Συστήματος** : Όλα τα συστήματα λειτουργούν μέσα σε κάποιο περιβάλλον, από το οποίο επηρεάζονται και το οποίο συνήθως επηρεάζουν σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό. Για παράδειγμα, το περιβάλλον ενός επιχειρησιακού συστήματος περιλαμβάνει ανθρώπινες, επιχειρησιακές και πολιτικές δραστηριότητες, οι οποίες έχουν κάποια επίπτωση στην λειτουργία της επιχείρησης. Με την ίδια λογική το περιβάλλον ενός ΠΣ περιλαμβάνει οποιαδήποτε δραστηριότητα, άτομο ή οντότητα, που δημιουργεί δεδομένα για το σύστημα.
- β. **Όρια Συστήματος** : Τα όρια του συστήματος διαχωρίζουν το σύστημα από το περιβάλλον του. Το σύστημα βρίσκεται μέσα στα όρια, ενώ οτιδήποτε υπάρχει έξω από αυτά αποτελεί το περιβάλλον του. Επιπλέον, τα όρια ελέγχουν τις εισροές και εκροές του συστήματος, ρυθμίζοντας τις ροές μέσα και έξω από αυτό και το προστατεύουν από καταστροφικές ή ζημιογόνες δραστηριότητες με το περιβάλλον. Με άλλα λόγια τα όρια είναι τα φίλτρα των εισροών και εκροών.

Όμως, ο καθορισμός των ορίων ενός συστήματος δεν είναι πάντα μια εύκολη διαδικασία. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου, χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία, μπορούμε να ορίσουμε τα όρια του συστήματος, δηλαδή να καθορίσουμε τι ανήκει στο σύστημα και τι όχι. Πολλές φορές όμως, αυτό είναι δύσκολο και αρκετά υποκειμενικό. Τα όρια του συστήματος συχνά ορίζονται αυθαίρετα από το πρόσωπο που το ερευνά και κατά τρόπο, ώστε να διευκολύνεται η μελέτη του. Η προσέγγιση αυτή είναι βέβαια σωστή και παραδεκτή με την προϋπόθεση, ότι τα όρια του συστήματος δεν ορίζονται πολύ περιορισμένα. Έτσι, για το σύστημα παραγωγής μιας επιχείρησης, ο μηχανολογικός εξοπλισμός, τα ημικατεργασμένα προϊόντα, οι εργαζόμενοι στην παραγωγή, οι διαδικασίες παραγωγής κ.α., είναι μέρος του συστήματος. Οι άλλες λειτουργίες της επιχείρησης όπως π.χ. το μάρκετινγκ, η χρηματοοικονομική, η έρευνα και ανάπτυξη κ.λ.π., αποτελούν σύμφωνα με τα παραπάνω το περιβάλλον του συστήματος παραγωγής. Από το παράδειγμα αυτό, γίνεται φανερό το **πρόβλημα του αυθαίρετου προσδιορισμού των ορίων του συστήματος**. Τι συμβαίνει, π.χ., με το απόθεμα των πρώτων υλών ; Θα τα περιλάβουμε στο σύστημα παραγωγής ή όχι ; Σύμφωνα με κάποιον ορισμό του συστήματος παραγωγής ίσως πρέπει να περιλάβουμε τις

πρώτες ύλες, διότι είναι αναπόσπαστο κομμάτι του συστήματος που μελετάμε, ενώ σύμφωνα με κάποιον άλλο ορισμό πιθανό να μην πρέπει.

Εισροές / Εκροές : Οι εισροές και οι εκροές του συστήματος είναι εκείνα τα στοιχεία, τα οποία του επιτρέπουν να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του. Ως **εισροή** θα θεωρήσουμε κάθε τι που εισέρχεται στο σύστημα από το περιβάλλον του, ενώ ως **εκροή** οτιδήποτε εξέρχεται από το σύστημα, διαπερνά τα όριά του και εισέρχεται στο περιβάλλον. Ένα πολύ απλοποιημένο σύστημα με το περιβάλλον, τα όρια και τις εισροές / εκροές του παρουσιάζεται στο διάγραμμα (5.7). Έτσι, ένα ΠΣ είναι ένα σύστημα όπου εισέρχονται δεδομένα, που μετατρέπονται σε πληροφορίες, οι οποίες, εξέρχονται από το σύστημα ως εκροές. Στη συνέχεια θα εξετάσουμε τέτοια συστήματα.



Διάγραμμα 5.7
Ένα απλοποιημένο σύστημα

Συστατικά μέρη : Όπως αναφέραμε προηγουμένως, το σύστημα ορίζεται από τα όριά του. Ένα σύστημα μπορεί να είναι μια απλή οντότητα, αλλά μπορεί να αποτελείται και από περισσότερα συστατικά μέρη. Όταν ένα από τα συστατικά αυτά μέρη είναι από μόνο του ένα σύστημα, συνήθως το ονομάζουμε **υποσύστημα** (subsystem). Θα θεωρήσουμε ως **συστατικό μέρος** ενός συστήματος μια μονάδα, η οποία συνεργάζεται με άλλα συστατικά μέρη ή υποσυστήματα προκειμένου να επιτευχθεί ένας προκαθορισμένος σκοπός. Συνήθως ο σκοπός αφορά μια κάποια εκροή, η οποία μπορεί να είναι εισροή ενός άλλου συστατικού μέρους ή εισροή ενός άλλου συστήματος. Με άλλα λόγια, μέσα στο ίδιο σύστημα ενδέχεται να υπάρχουν διασυνδέσεις μεταξύ των υποσυστημάτων του, ορισμένα από τα οποία μπορεί να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον του συστήματος έτσι, ώστε να θεωρούνται εισροές ή εκροές του συστήματος, π.χ. ο αντιπρόσωπος μιας επιχείρησης, οι μονάδες εισαγωγής δεδομένων ή εξαγωγής ενός συστήματος Η/Υ κ.α.

Στον πίνακα (5.1) παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων, τα οποία περιγράφηκαν ενώ στον Πίνακα (5.2) δίνονται ορισμένα παραδείγματα συστημάτων με το βασικό σκοπό τους, τα συστατικά τους μέρη και τις εισροές / εκροές τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1

Χαρακτηριστικά Συστημάτων

1. **Σύστημα** είναι ένα σύνολο συστατικών μερών τα οποία συνεργάζονται για την επίτευξη ενός προκαθορισμένου σκοπού.
2. Τα συστατικά μέρη ενός συστήματος **ενοποιούνται** έτσι, ώστε να επιτευχθεί ένα **συνεργικό αποτέλεσμα**.
3. Κάθε σύστημα περιβάλλεται και επηρεάζεται από το **περιβάλλον** του με το οποίο αλληλεπιδρά μέσω των **εισροών / εκροών**.
4. Ο **σωστός ορισμός του σκοπού** του συστήματος είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη μελέτη του.
5. Ένα πολύπλοκο σύστημα αποτελείται από έναν αριθμό μικρότερων **υποσυστημάτων**, τα οποία συνεργάζονται για την επίτευξη του σκοπού του συστήματος.
6. Τα συστήματα πρέπει να είναι εύκαμπτα και ικανά να **αντιδρούν στις αλλαγές**, επειδή με την πάροδο του χρόνου ενδέχεται να αλλάξουν και οι χρήστες και το περιβάλλον τους.
7. Τα συστήματα **δεν λειτουργούν πάντα**, όπως έχουν σχεδιασθεί να λειτουργούν.
8. Η **ανατροφοδότηση (feedback)** και ο **έλεγχος (control)** του συστήματος είναι βασικοί παράγοντες για να διασφαλισθεί, ότι το σύστημα λειτουργεί όπως είχε σχεδιασθεί να λειτουργεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2

Παραδείγματα Συστημάτων

Σύστημα	Βασικός Σκοπός	Συστατικά Μέρη	Εισροές	Εκροές
Κατάστημα	<ul style="list-style-type: none"> • Ικανοποίηση ανθρώπινων αναγκών και επιθυμιών 	Άνθρωποι Κεφάλαια Κτίρια Εξοπλισμός	Αγαθά Κεφάλαια Ενέργεια Δεδομένα / Πληροφορίες	Αγαθά Υπηρεσίες Πληροφορίες
Εταιρεία Συμβούλων Επιχ/σεων	<ul style="list-style-type: none"> • Παροχή συμβουλών στους πελάτες 	Άνθρωποι Κτίρια Εξοπλισμός	Πληροφορίες Κεφάλαια Ενέργεια	Υπηρεσίες Εκθέσεις Αναφορές
Πανεπιστήμιο	<ul style="list-style-type: none"> • Δημιουργία γνώσεων • Παροχή πληροφοριών στην κοινωνία • Δημιουργία ηγετών 	Άνθρωποι Κτίρια Εξοπλισμός	Άνθρωποι Πληροφορίες Κεφάλαια Ενέργεια	Άνθρωποι Πληροφορίες Υπηρεσίες
Ο.Τ.Ε.	<ul style="list-style-type: none"> • Παροχή υπηρεσιών τηλεπικοινωνιών 	Άνθρωποι Κτίρια Εξοπλισμός	Πληροφορίες Ενέργεια Κεφάλαια	Πληροφορίες Υπηρεσίες
Κλινική	<ul style="list-style-type: none"> • Παροχή υπηρεσιών υγείας 	Άνθρωποι Κτίρια Εξοπλισμός Υλικά Κεφάλαια	Άνθρωποι Πληροφορίες Ενέργεια	Άνθρωποι Υπηρεσίες

5.4.3.2. Είδη Συστημάτων

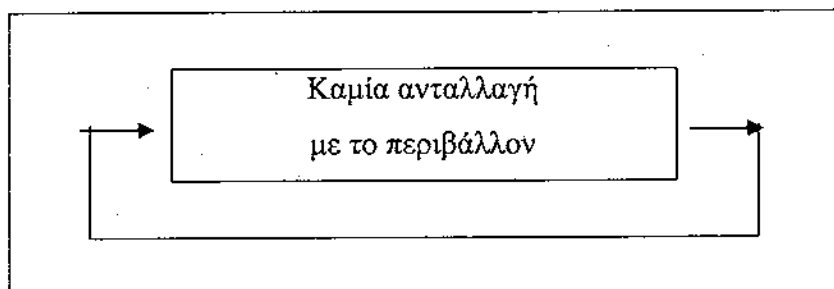
Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε δύο βασικές κατηγορίες συστημάτων, οι οποίες κρίνουμε ότι είναι απαραίτητες για να γίνει κατανοητή η ύλη που ακολουθεί.

Α. Προσδιοριστικά και Πιθανολογικά Συστήματα : Ένα σύστημα θεωρείται ως **προσδιοριστικό (deterministic)** όταν λειτουργεί σύμφωνα με ένα σαφώς προκαθορισμένο σύνολο κανόνων. Αυτό σημαίνει, ότι μπορούμε να προβλέψουμε τη μελλοντική συμπεριφορά του συστήματος (την εκροή του), εφόσον φυσικά γνωρίζουμε επακριβώς τα λειτουργικά του χαρακτηριστικά καθώς και την τρέχουσα κατάστασή του, δηλαδή την κατάσταση στην οποία βρίσκεται όταν το εξετάσουμε. Παραδείγματα προσδιοριστικών συστημάτων θα μπορούσαν να είναι, το σύστημα ανάληψης μετρητών σε μια τράπεζα, ορισμένα προγράμματα Η/Υ που λειτουργούν σύμφωνα με προκαθορισμένες λειτουργίες κ.α. Όμως, πολλά από τα συστήματα που συναντάμε στις επιχειρήσεις δεν είναι προσδιοριστικά, αλλά πιθανολογικά, διότι αλληλεπιδρούν με έναν αριθμό παραγόντων, όπως είναι π.χ. η συμπεριφορά των αγοραστών και των προμηθευτών, το οικονομικό και πολιτικό περιβάλλον, οι κλιματολογικές συνθήκες κ.α. η συμπεριφορά των οποίων δεν είναι σαφώς καθορισμένη. Έτσι, θα ορίσουμε ως **πιθανολογικό** ένα σύστημα, το οποίο επηρεάζεται από αβέβαια γεγονότα και κατά συνέπεια η μελλοντική του συμπεριφορά, δηλαδή η εκροή του, δεν είναι δυνατόν να προβλεφθεί επακριβώς, μια και είναι αντικείμενο εξέτασης των πιθανοτήτων. Το σύστημα αποθεμάτων μιας επιχείρησης είναι ένα πιθανολογικό σύστημα, διότι πολλοί από τους παράγοντες που το επηρεάζουν, όπως π.χ. η ζήτηση των πελατών, δεν είναι γνωστοί και σταθεροί, αλλά περιγράφονται από μια στατιστική κατανομή.

Θα πρέπει να σημειώσουμε πως πολλά από τα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων και οργανισμών εμφανίζονται εκ πρώτης όψεως να είναι προσδιοριστικά, μια και υπάρχουν προκαθορισμένοι κανόνες, σύμφωνα με τους οποίους μετατρέπεται ένα σύνολο δεδομένων σε πληροφορίες. Παρόλα αυτά, ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε με την ευρεία έννοια του όρου να θεωρηθεί και ως πιθανολογικό, για το λόγο ότι η μεγάλη ποικιλία των εισροών του είναι δυνατόν να εισάγει σε αυτό αβέβαιους παράγοντες με αποτέλεσμα η μελλοντική του συμπεριφορά να είναι αβέβαιη.

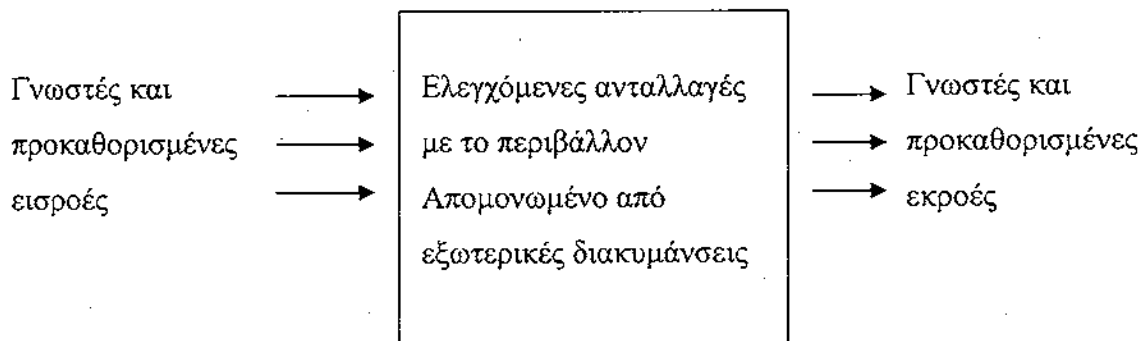
Β. Κλειστά και Ανοικτά Συστήματα : Ένα σύστημα θεωρείται **κλειστό (closed system)**, όταν δεν αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του, δηλαδή δεν ανταλλάσσει με αυτό πληροφορίες, ενέργεια, υλικά κ.α. Κλασικό παράδειγμα κλειστού συστήματος είναι μια απομονωμένη κοινωνία, π.χ. μια πόλη, η οποία παράγει από μόνη της την αναγκαία τροφή, τα υλικά και

την απαιτούμενη ενέργεια και επιπλέον δεν έχει καμία συναλλαγή, επικοινωνία και συνεργασία με άλλες κοινωνίες. Ωστόσο, η έννοια του κλειστού κυκλώματος συναντάται περισσότερο σε επιστημονικά συστήματα, παρά σε κοινωνικά, όπως είναι π.χ. μια χημική αντίδραση σε ένα απομονωμένο περιβάλλον. Ένα κλειστό σύστημα παρουσιάζεται στο Διάγραμμα (5.8). Μερικές φορές ορισμένα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις ή οι οργανισμοί λύνονται με βάση την υπόθεση ότι υπάρχει κάποιο κλειστό σύστημα, προκειμένου να διευκολυνθεί η επίλυσή τους, ώστε να δοθεί μια πρώτη απάντηση στο παρουσιαζόμενο πρόβλημα. Αυτό όμως που πράγματι συμβαίνει, είναι ότι υπάρχουν συστήματα, τα οποία ενώ δεν θεωρούνται κλειστά με τη φυσική έννοια του όρου, αλληλεπιδρούν πολύ λίγο με το περιβάλλον τους.



Διάγραμμα 5.8
Κλειστό σύστημα

Χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι ότι έχουν γνωστές και προκαθορισμένες εισροές και εκροές και δεν επηρεάζονται από τυχαία γεγονότα, που λαμβάνουν χώρα έξω από τα όριά τους. Για τους δύο αυτούς λόγους ονομάζονται **σχετικά κλειστά συστήματα** (relatively closed systems). Ένα σχετικά κλειστό σύστημα παρουσιάζεται στο Διάγραμμα (5.9).

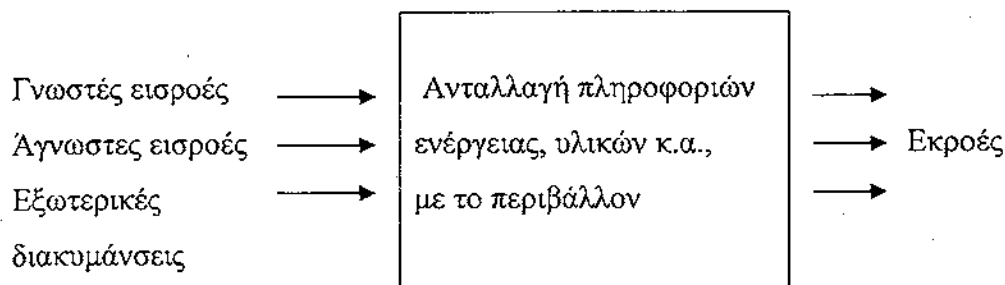


Διάγραμμα 5.9
Σχετικά κλειστό σύστημα

Παράδειγμα συστήματος που μπορεί να χρησιμοποιεί τη «φιλοσοφία» του σχετικά κλειστού συστήματος είναι ένα σύστημα παραγωγής, το οποίο σχεδιάζεται κατά τρόπο, ώστε να λειτουργεί χωρίς εξωτερικές ενοχλήσεις από προμηθευτές και πελάτες με την χρησιμοποίηση αποθεμάτων πρώτων υλών και έτοιμων προϊόντων, αντίστοιχα. Επίσης, ένα πρόγραμμα Η/Υ μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ένα σχετικά κλειστό σύστημα, επειδή συνήθως, έχει με το χρήστη ελεγχόμενες ανταλλαγές, είναι απομονωμένο από εξωτερικούς θορύβους, δέχεται τα δεδομένα με προκαθορισμένες εισροές π.χ. πληκτρολόγιο, ποντίκι, κ.λ.π., και δίνει τις πληροφορίες σε γνωστές και προκαθορισμένες μονάδες εξόδου, π.χ. οθόνη, εκτυπωτής κ.λ.π.

Ως **ανοικτό σύστημα** (open system) θα θεωρήσουμε εκείνο, το οποίο αλληλεπιδρά με το περιβάλλον του, δηλαδή ανταλλάσσει μαζί του πληροφορίες, ενέργεια, υλικά κ.λ. Οι εισροές σε ένα ανοικτό σύστημα μπορεί να είναι γνωστές, άγνωστες (απρόβλεπτες) καθώς και εξωτερικές διακυμάνσεις (θόρυβος). Ένα τέτοιο σύστημα παρουσιάζεται στο Διάγραμμα (5.10). Παραδείγματα ανοικτών συστημάτων είναι τα βιολογικά συστήματα, π.χ. ο άνθρωπος, πολλά πληροφοριακά συστήματα, με την έννοια ότι πρέπει να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες απαιτήσεις για πληροφορίες, τα οργανωσιακά συστήματα των επιχειρήσεων και οργανισμών και άλλα πολλά. Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι πολλά συστήματα των επιχειρήσεων λειτουργούν συνήθως μέσα σε μεγαλύτερα συστήματα. Έτσι, το σύστημα των πωλήσεων είναι ένα μέρος του συστήματος μάρκετινγκ, το οποίο με τη σειρά του αποτελεί μέρος ενός μεγαλύτερου συστήματος, δηλαδή της επιχείρησης, που και αυτή είναι ένα σύστημα ενός μεγαλύτερου συστήματος, που ονομάζεται βιομηχανικός κλάδος κ.ο.κ.

Τα πληροφοριακά συστήματα όπως αναφέραμε είναι συστήματα χρήστη – μηχανής, που εκτελούν ορισμένες δραστηριότητες για την επίτευξη ενός στόχου. Αλλά



Διάγραμμα 5.10

Ανοικτό σύστημα

τόσο η μηχανή – το υλικό (hardware) και το λογισμικό (software) του Η/Υ – όσο και ο χρήστης αποτελούν από μόνα τους μικρότερα συστήματα, το πρώτο περισσότερο κλειστό και προσδιοριστικό, και το δεύτερο περισσότερο ανοικτό και πιθανολογικό. Ατό επιτρέπει να είναι εφικτοί στα πληροφοριακά συστήματα διαφορετικοί συνδυασμοί μεταξύ μηχανής και χρήστη, π.χ. μπορεί να δίνεται έμφαση στον Η/Υ και ο χρήστης απλώς να παρακολουθεί τη λειτουργία του μηχανήματος ή το μηχάνημα να υποστηρίζει το χρήστη κάνοντας όλους τους αναγκαίους υπολογισμούς και αυτός να εκτελεί τη σημαντική εργασία. Η διαφορά αυτή θα γίνει περισσότερο κατανοητή, όταν θα αναφερθούμε στα είδη των πληροφοριακών συστημάτων, δηλαδή στα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών, στα πληροφοριακά συστήματα διοίκησης, στα συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, στα έμπειρα συστήματα και στα στρατηγικά πληροφοριακά συστήματα.

Τελειώνοντας την παρουσίαση των ανοικτών συστημάτων σημειώνουμε ένα **κύριο χαρακτηριστικό** τους, το οποίο αφορά τη δυνατότητα προσαρμογής που πρέπει να έχουν, όταν παρουσιάζονται αλλαγές στο περιβάλλον. Όταν ένα ανοικτό σύστημα δεν λειτουργεί σωστά, δηλαδή δεν αναδιοργανώνει τον εαυτό του σύμφωνα με τις εσωτερικές δυνάμεις των υποσυστημάτων του, ώστε να αντιμετωπίζει τις αλλαγές του περιβάλλοντος, το σύστημα αργά ή γρήγορα θα φθάσει σε κατάσταση «αποδιοργάνωσης» ή «παράλυσης». Αντίθετα, ένα ανοικτό σύστημα που λειτουργεί σωστά και ανιχνεύει τις αλλαγές στο περιβάλλον του μέσω των εισροών του, φθάνει σε μια κατάσταση δυναμικής ισορροπίας (dynamic equilibrium). Για να γίνουν οι έννοιες αυτές περισσότερο κατανοητές, ας εξετάσουμε το παράδειγμα μιας βιομηχανικής επιχείρησης παραγωγής προϊόντων. Ως κατάσταση ισορροπίας θα μπορούσαμε να θεωρήσουμε την αγορά των πρώτων υλικών και λοιπών υλικών, την παραγωγή των προϊόντων και την πώλησή τους. Ας υποθέσουμε, ακόμα, ότι μεταβάλλεται ένας παράγοντας του περιβάλλοντος που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι μια σημαντική αύξηση στις τιμές των πρώτων υλών. Οι εσωτερικές δυνάμεις των υποσυστημάτων θα δημιουργήσουν μια αύξηση στο κόστος παραγωγής και το λογικό επακόλουθο της αναδιοργάνωσης θα είναι μια αύξηση στην τιμή πώλησης των προϊόντων. Συνήθως, για τη μέτρηση της αποδιοργάνωσης ενός συστήματος χρησιμοποιούμε την έννοια της **εντροπίας** (entropy). Ειδικότερα, επειδή τα ανοικτά συστήματα τείνουν να αυξήσουν την εντροπία τους, χρησιμοποιούμε μια διαδικασία, η οποία λαμβάνει εισροές από το περιβάλλον με τη μορφή της πληροφορίας, ώστε να αποφεύγουμε την αποδιοργάνωση ή την καταστροφή τους. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **αρνητική εντροπία** (negative entropy). Στο προηγούμενο παράδειγμα, αν αγνοήσουμε την

αύξηση στο κόστος των πρώτων υλών, τα προϊόντα θα είναι πλέον μη επικερδή και η επιχείρηση πιθανό να οδηγηθεί σε «κατάσταση αποδιοργάνωσης».

5.4.3.3. Έλεγχος Συστήματος

Αναφέραμε προηγουμένως ότι ένα σύστημα αποτελείται από τις εισροές, τις εκροές και τα τυστατικά του μέρη και ότι θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να προσαρμόζεται στις αλλαγές του περιβάλλοντος. Στην ενότητα αυτή θα παρουσιάσουμε τον έλεγχο του συστήματος, που είναι μία από τις πλέον σημαντικές διαδικασίες, που συναντάμε στην οργάνωση και τη διοίκηση των επιχειρήσεων. Θα ορίσουμε ως **έλεγχο τη διαδικασία με την οποία μετράται η τρέχουσα απόδοση ενός συστήματος και με την οποία οδηγείται αυτό στον προκαθορισμένο του σκοπό.** Τα σπουδαιότερα στοιχεία της διαδικασίας του ελέγχου, τα οποία και θα εξετάσουμε στη συνέχεια, είναι ο **προκαθορισμένος σκοπός, στόχος, κριτήριο ή πρότυπο, η μέτρηση της απόδοσης του συστήματος, η σύγκριση της απόδοσης με τον προκαθορισμένο στόχο και τέλος τα μέσα διόρθωσης και προσαρμογής του συστήματος.**

1. **Ο προκαθορισμένος σκοπός :** Για κάθε σύστημα που χρησιμοποιούμε στην επιχείρηση, πρέπει να γνωρίζουμε ποιο είναι το επιθυμητό του αποτέλεσμα, δηλαδή η αναμενόμενη απόδοσή του. Συνήθως, η αναμενόμενη απόδοση ενός συστήματος εκφράζεται από ένα σκοπό, στόχο, κριτήριο ή πρότυπο, που έχουμε προκαθορίσει και μπορεί να είναι μια συγκεκριμένη αριθμητική τιμή, ένα πεδίο τιμών ή ακόμα και μια συγκεκριμένη δραστηριότητα, όπως είναι π.χ. το σύστημα των μεταφορικών μέσων της επιχείρησης που έχει ως σκοπό και τη μεταφορά των προϊόντων στους πελάτες της. Ο προκαθορισμένος στόχος μπορεί να είναι **απλός ή πολλαπλός.** Για παράδειγμα αναφέρουμε, πως το σύστημα πωλήσεων μιας επιχείρησης θα μπορούσε να έχει ως στόχο την πώληση 100.000 μονάδων προϊόντων σε μια γεωγραφική περιοχή κατά το επόμενο έτος, ενώ το σύστημα ελέγχου ποιότητας σ' ένα σύστημα παραγωγής ενδέχεται να έχει δύο στόχους, πρώτο το ποσοστό των ελαττωματικών προϊόντων της παραγωγικής διαδικασίας να μην υπερβαίνει το 3% και δεύτερο η διόρθωση των ελαττωματικών προϊόντων να γίνεται, εφόσον είναι δυνατό, κατά την διάρκεια των νεκρών χρόνων του εξοπλισμού.

3. Με τη **μέτρηση** προσδιορίζεται η απόδοση του συστήματος. Η μέτρηση θα πρέπει να γίνεται πάντα με τις ίδιες μονάδες με τις οποίες είναι εκφρασμένος ο προκαθορισμένος στόχος. Αν π.χ. στο προηγούμενο παράδειγμα μετράμε το ποσοστό των ελαττωματικών για συγκεκριμένο είδος εξοπλισμού, τη μέτρηση αυτή θα πρέπει να την συγκρίνουμε με ένα πρότυπο που αφορά τον ίδιο εξοπλισμό και το ίδιο είδος παραγωγικής διαδικασίας. Έτσι, αν μια ανταγωνιστική επιχείρηση έχει διαφορετικό είδος εξοπλισμού και διαφορετική

παραγωγική διαδικασία, γίνεται αντιληπτό πως οι δύο διαδικασίες δεν είναι συγκρίσιμες μεταξύ τους, όσον αφορά το ποσοστό των ελαττωματικών.

Η **σύγκριση** της απόδοσης του συστήματος με τον προκαθορισμένο στόχο μας επιτρέπει να διαπιστώσουμε κατά πόσο το σύστημα λειτούργησε σωστά. Επειδή όμως ενδέχεται να υπάρχει απόκλιση από το στόχο, είναι αναγκαίο να προσδιορίσουμε αν η παρουσιαζόμενη απόκλιση είναι αποδεκτή ή όχι. Αν π.χ. στην περίπτωση των ελαττωματικών προϊόντων βρεθεί το ποσοστό τους να είναι 3,05% έναντι 3% που ήταν ο στόχος, η μικρή αυτή διαφορά ίσως γίνει αποδεκτή από τη διοίκηση, ενώ αν το ποσοστό των ελαττωματικών γίνει 4,5% η απόκλιση αυτή πολύ πιθανό να θεωρηθεί ως σημαντική και να μην γίνει αποδεκτή.

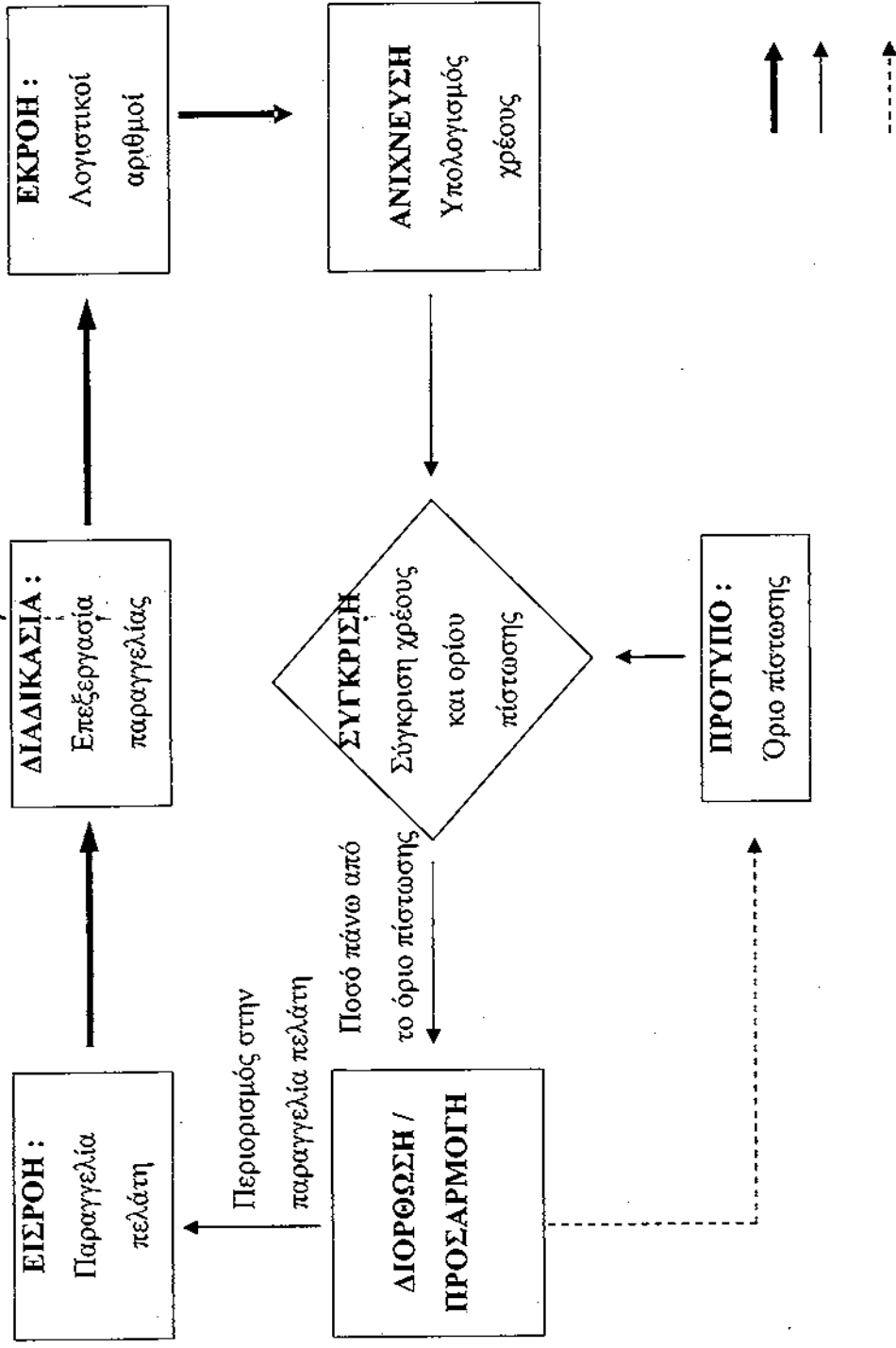
Η **διόρθωση και προσαρμογή** : Το σύστημα θα πρέπει να είναι σχεδιασμένο κατάλληλα, ώστε να μπορούν να γίνονται διορθώσεις και προσαρμογές στις περιπτώσεις που παρουσιάζονται μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ της απόδοσής του και του στόχου. Φυσικά οι αλλαγές αυτές καλό είναι να γίνονται προσεκτικά, διότι σε ορισμένες περιπτώσεις δεν συνεπάγονται μόνο μεγάλες δαπάνες, αλλά ενδέχεται να προσκρούουν και στην αντίδραση των εργαζομένων. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται αρκετές περιπτώσεις όπου οι προσαρμογές που έγιναν οδήγησαν το σύστημα σε χειρότερη κατάσταση λόγω ακριβώς των αντιδράσεων των εργαζομένων.

Από τα προηγούμενα προκύπτει, ότι η πληροφορία είναι ένα πολύ σημαντικό στοιχείο για τη λειτουργία οποιασδήποτε διαδικασίας ελέγχου. Σημαντικό, όμως, στοιχείο της διαδικασίας ελέγχου ενός συστήματος είναι η **ανατροφοδότηση (feedback)**.

Η ανατροφοδότηση είναι μια διαδικασία με την οποία πληροφορία σχετική με την απόδοση του συστήματος εισάγεται σε αυτό ως εισροή, προκειμένου να το βοηθήσει στις προσαρμογές του. Διακρίνουμε δύο είδη ανατροφοδότησης, τη θετική και την αρνητική. Με τη **θετική ανατροφοδότηση (positive feedback)** ενισχύεται η λειτουργία του συστήματος κατά τρόπο, ώστε να συνεχίσει τις δραστηριότητές του και την απόδοσή του **χωρίς καμία αλλαγή**. Αντίθετα, η **αρνητική ανατροφοδότηση (negative feedback)** είναι μια μορφή διορθωτικής ανατροφοδότησης, που βοηθά το σύστημα να παραμείνει μέσα σε ορισμένα κριτικά πλαίσια λειτουργίας και να μειώσει τις αποκλίσεις μεταξύ απόδοσης και προκαθορισμένου στόχου. Για να έχουμε αρνητική ανατροφοδότηση θα πρέπει να συγκριθεί η απόδοση του συστήματος με το στόχο και το αποτέλεσμα της σύγκρισης να εισαχθεί ως πληροφορία (εισροή) στο σύστημα, προκειμένου να γίνουν οι κατάλληλες διορθωτικές αλλαγές.

Οι παραπάνω έννοιες γίνονται περισσότερο κατανοητές, αν εξετάσουμε το παράδειγμα που παρουσιάζεται στο Διάγραμμα (5.11) και το οποίο αφορά την πιστωτική πολιτική που ακολουθεί μια επιχείρηση για τους πελάτες της. Για λόγους συντομίας, θα αρχίσουμε την περιγραφή από τον

πολογισμό του χρέους, παραλείποντας τα τρία πρώτα στάδια της διαδικασίας. Το ποσό που φείλει ένας πελάτης συγκρίνεται κάθε φορά που δίνει παραγγελία με ένα πρότυπο, δηλαδή με το οριο πίστωσης που έχει προκαθορίσει η επιχείρηση. Όταν ένα υπόλοιπο είναι μεγαλύτερο από το οριο πίστωσης ενεργοποιείται ένα σήμα ελέγχου εισροής (input control signal), το οποίο περιορίζει προσωρινά τη συναλλαγή του πελάτη με την επιχείρηση, μέχρι να γίνει το υπόλοιπο μικρότερο από το οριο πίστωσης. Αυτή είναι η περίπτωση της αρνητικής ανατροφοδότησης η οποία βοηθά το σύστημα να μην αποδιοργανωθεί με την αύξηση του χρέους των πελατών και κατά συνέπεια με την αύξηση των επισφαλών απαιτήσεων. Αντίθετα, υπάρχει θετική ανατροφοδότηση όταν το σήμα ελέγχου δεν περιορίζει την αύξηση της διαφοράς μεταξύ του υπολοίπου και του ορίου πίστωσης, επιτρέποντας έτσι την αύξηση του χρέους των πελατών και δημιουργώντας περισσότερες επισφαλείς απαιτήσεις, πράγμα που συνεπάγεται αποδιοργάνωση του συστήματος. Από το παράδειγμα είναι φανερό ότι η αρνητική ανατροφοδότηση έχει ως στόχο την διατήρηση της **σταθερότητας** (stability) του συστήματος, δηλαδή τον περιορισμό του χρέους κάθε πελάτη μέσα στα πιστωτικά του όρια, ελαχιστοποιώντας έτσι τη δημιουργία των επισφαλών απαιτήσεων. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή και ως **ομοιόσταση**, που σημαίνει την υπάρχουσα τάση στα συστήματα να αποκαθιστούν τη σταθερότητά τους σε περιπτώσεις μεταβολών.



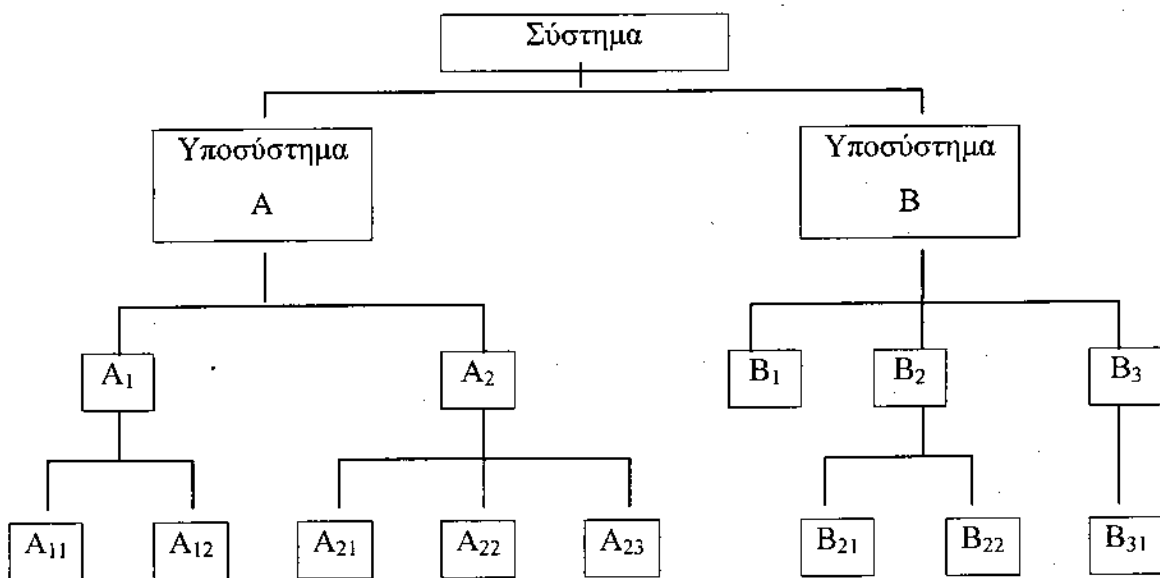
Διάγραμμα 5.11

Έλεγχος / ανατροφοδότηση συστήματος πιστωτικής πολιτικής

5.4.3.4 Διάσπαση και Απομόνωση Συστημάτων

Η ανάλυση ή η σχεδίαση ενός πολύπλοκου συστήματος είναι δύσκολη, όταν το εξετάζουμε ως ένα ενιαίο σύνολο. Στις περιπτώσεις αυτές για διευκόλυνσή μας μπορούμε να διασπάσουμε το σύστημα σε ένα σύνολο μικρότερων υποσυστημάτων, η εξέταση των οποίων είναι πολύ πιο εύκολη. Η διαδικασία με την οποία διασπάμε ένα σύστημα σε υποσυστήματα ονομάζεται **διάσπαση** (decomposition) και λειτουργεί κατά τον ακόλουθο τρόπο. Αρχικά διασπάται το σύστημα σε υποσυστήματα, των οποίων τα όρια και οι διασυνδέσεις ορίζονται έτσι, ώστε όλα τα υποσυστήματα μαζί να παρέχουν την λειτουργικότητα του συστήματος. Κατόπιν, κάθε υποσύστημα διασπάται σε μικρότερα υποσυστήματα και η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να αποκτήσουμε υποσυστήματα τέτοιου μεγέθους τα οποία εύκολα μπορούμε να κατανοήσουμε ή να χειριστούμε. Τα υποσυστήματα που προκύπτουν από την διάσπαση έχουν μια ιεραρχική δομή. Παράδειγμα μιας τέτοιας ιεραρχικής δομής δίνεται στο διάγραμμα 5.12, στο οποίο κάθε υποσύστημα είναι ένα στοιχείο ενός μεγαλύτερου συστήματος.

Η διάσπαση ενός συστήματος σε υποσυστήματα γίνεται τόσο από εκείνον που σχεδιάζει ένα νέο σύστημα, όσο και από εκείνον που αναλύει ένα υπάρχον σύστημα. Και οι δύο όμως πρέπει να αποφασίσουν πως θα κάνουν τη διάσπαση. Η απόφασή τους εξαρτάται από το σκοπό της διάσπασης, καθώς επίσης και από τις ατομικές τους ιδιαιτερότητες. Η βασική αρχή για την διαδικασία της διάσπασης είναι η **λειτουργική ενότητα** των υποσυστημάτων. Αυτό σημαίνει, ότι η διάσπαση θα πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε κάθε υποσύστημα να έχει μεγάλο βαθμό λειτουργικότητας δηλαδή να εκτελεί μια σαφώς καθορισμένη λειτουργία κατά τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

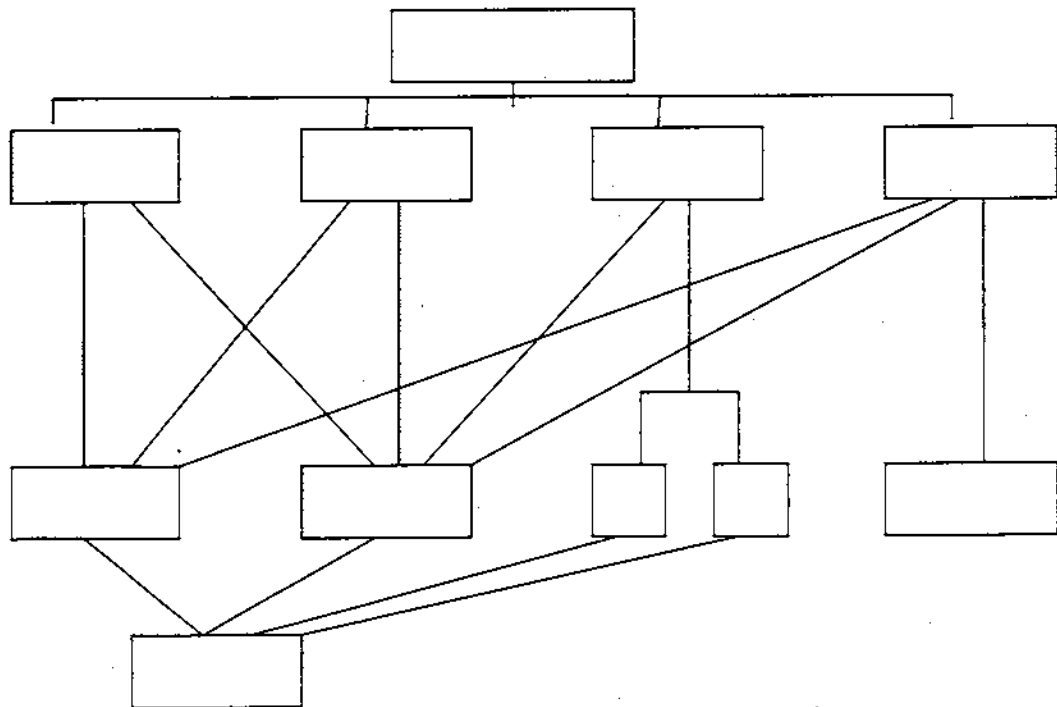


Διάγραμμα 5.12

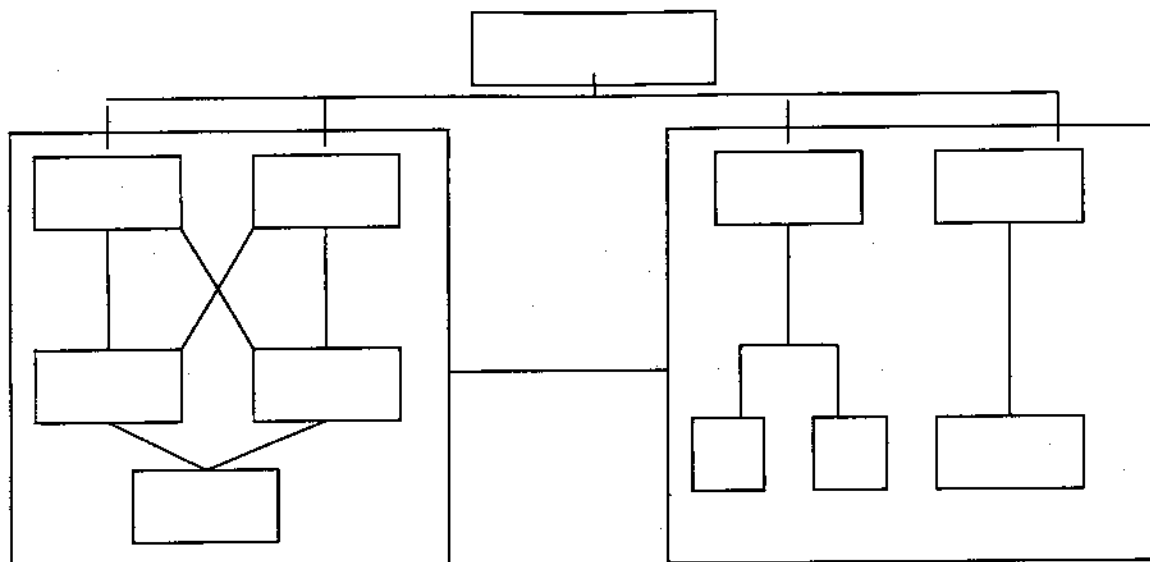
Ιεραρχική σχέση υποσυστημάτων

Η διαδικασία της διάσπασης, όμως, είναι δυνατόν να οδηγήσει σε ένα μεγάλο αριθμό **διασυνδέσεων** (interfaces) μεταξύ των υποσυστημάτων. Αν σε ένα σύστημα υπάρχουν n υποσυστήματα και καθένα από αυτά συνδέεται με τα υπόλοιπα ($n-1$), τότε ο αριθμός των διασυνδέσεων είναι ίσος με $n(n-1)/2$. Έτσι, αν υπάρχουν 5 υποσυστήματα σε ένα σύστημα και όλα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ο αριθμός των διασυνδέσεων είναι 10, ενώ ένα σύστημα με 25 υποσυστήματα που όλα αλληλεπιδρούν έχει 300 διασυνδέσεις. Για να μειώσουμε τον αριθμό των διασυνδέσεων και τις ανάγκες για επικοινωνία μεταξύ των υποσυστημάτων, χρησιμοποιούμε την διαδικασία της **απλοποίησης** (simplification), δηλαδή μια μέθοδο με την οποία τα υποσυστήματα οργανώνονται σε **ομάδες** (clusters), που έχουν μικρό αριθμό διασυνδέσεων μεταξύ τους. Ένα παράδειγμα απλοποίησης δίνεται στο Διάγραμμα (5.13). Τα υποσυστήματα της περίπτωσης (α) με τις πολύπλοκες διασυνδέσεις τους ομαδοποιούνται στις δύο ομάδες υποσυστημάτων Α και Β της περίπτωσης (β), οι οποίες έχουν μία μόνο διασύνδεση.

Οι πολλές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των υποσυστημάτων ενός συστήματος είναι εκείνες που δημιουργούν σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα της πολυπλοκότητας (complexity) του συστήματος.



Α. Πολύπλοκη διασύνδεση υποσυστημάτων



B . Απλοποιημένη διασύνδεση υποσυστημάτων

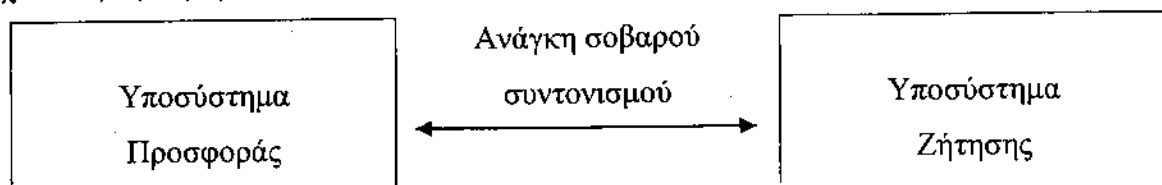
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.13

Απλοποίηση διασυνδέσεων με ομαδοποίηση υποσυστημάτων

Πιο συγκεκριμένα, οι αλληλεπιδράσεις αυτές καθιστούν δύσκολη όχι μόνο την οργάνωση και τη λειτουργία του συστήματος, αλλά και την τροποποίησή του, επειδή μια αλλαγή σε ένα υποσύστημα πιθανό να απαιτεί τροποποιήσεις σε πολλά άλλα υποσυστήματα με τα οποία αλληλεπιδρά. Εκτός από τη μέθοδο της απλοποίησης των υποσυστημάτων σε ομάδες, υπάρχει και η μέθοδος της **απομόνωσης** (decoupling), με την οποία γίνεται επίσης δυνατή η μείωση των διασυνδέσεων και των αναγκών επικοινωνίας μεταξύ των υποσυστημάτων. Με άλλα λόγια η απομόνωση έχει ως σκοπό την χαλάρωση της αλληλεξάρτησης μεταξύ δύο υποσυστημάτων, μειώνοντας έτσι τις ανάγκες επικοινωνίας τους. Ας δούμε όμως, πως λειτουργεί η μέθοδος της απομόνωσης με τη χρησιμοποίηση μερικών παραδειγμάτων.

Όταν δύο υποσυστήματα έχουν μεταξύ τους στενή αλληλεξάρτηση, για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά προϋποθέτουν μεγάλο συντονισμό. Η περίπτωση αυτή είναι συνηθισμένη σε δύο υποσυστήματα, από τα οποία το ένα είναι **υποσύστημα – προσφοράς** και το άλλο **υποσύστημα – ζήτησης** πρώτων υλών, προϊόντων, πληροφορίας κ.λ.π., όπως εμφανίζονται στο Διάγραμμα (5.14). Για παράδειγμα, αν οι πρώτες ύλες που φθάνουν σε ένα εργοστάσιο μπαίνουν κατευθείαν στην παραγωγή, το υποσύστημα των πρώτων υλών και το υποσύστημα της παραγωγής έχουν μεταξύ τους μεγάλη αλληλεξάρτηση. Με αυτές τις συνθήκες λειτουργίας, η άφιξη των πρώτων υλών πρέπει να γίνεται ακριβώς σε συγκεκριμένο χρόνο. Διαφορετικά, εάν οι πρώτες ύλες φθάνουν αργότερα, ίσως δεν θα υπάρχει χώρος για αποθήκευσή τους, ενώ αν φθάσουν αργότερα πιθανό να

δημιουργήσουν καθυστέρηση στο υποσύστημα της παραγωγής. Σε τέτοιου είδους περιπτώσεις υπάρχει ανάγκη σοβαρού συντονισμού των δύο υποσυστημάτων, κάτι το οποίο

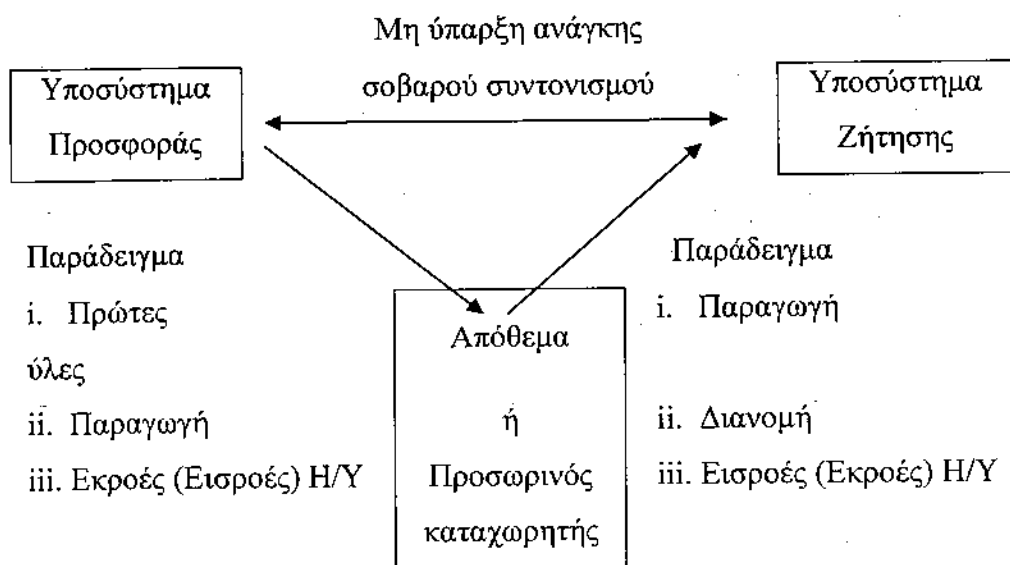


Διάγραμμα 5.14

Αλληλεξάρτηση συστημάτων χωρίς απομόνωση

είναι αρκετά δύσκολο, επειδή και στα δύο υποσυστήματα μπορούν να δημιουργηθούν καθυστερήσεις λόγω τυχαίων γεγονότων ή εξωτερικών επιδράσεων. Ότι ισχύει για το παράδειγμα με τις πρώτες ύλες, το ίδιο ακριβώς ισχύει και για τα έτοιμα προϊόντα. Βέβαια τώρα το υποσύστημα - προσφοράς είναι το υποσύστημα παραγωγής της επιχείρησης, ενώ το υποσύστημα - ζήτησης είναι το υποσύστημα διανομής των προϊόντων στους πελάτες. Η λύση γι' αυτού του είδους τις περιπτώσεις είναι η απομόνωση ή χαλάρωση της αλληλεξάρτησης των δύο υποσυστημάτων κατά τρόπο, ώστε να μπορούν να λειτουργούν με σχετική ανεξαρτησία για ορισμένο χρονικό διάστημα. Τα μέσα απομόνωσης που θα εξετάσουμε είναι τα ακόλουθα :

α. **Αποθέματα (Inventories)** : Στο παράδειγμα των πρώτων υλών μπορεί να δημιουργηθεί απόθεμα πρώτων υλών μεταξύ του υποσυστήματος πρώτων υλών και του υποσυστήματος παραγωγής, ώστε τα δύο υποσυστήματα να λειτουργούν για μικρό χρονικό διάστημα με κάποιο βαθμό ανεξαρτησίας. Το ίδιο μπορεί να γίνει και στο παράδειγμα των έτοιμων προϊόντων με την δημιουργία αποθέματος μεταξύ του υποσυστήματος παραγωγής και του υποσυστήματος διανομής. Η περίπτωση της δημιουργίας αποθέματος εμφανίζεται στο Διάγραμμα (5.15).



Διάγραμμα 5.15

Χρησιμοποίηση αποθεμάτων

Παράδειγμα

- i. Πρώτες ύλες
- ii. Παραγωγή
- iii. Εκροές (Εισροές) Η/Υ

Παράδειγμα

- i. Παραγωγή
- ii. Διανομή
- iii. Εισροές (Εκροές) Η/Υ

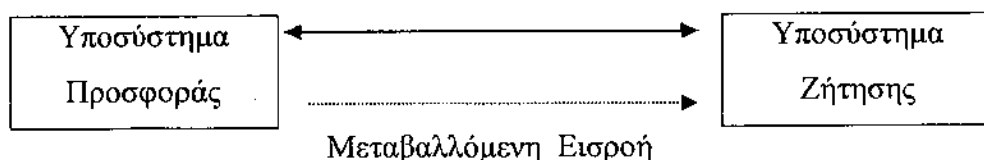
Η ίδια λογική αλλά με προσωρινούς καταχωρητές (buffers) αντί για αποθέματα, χρησιμοποιείται και σε συστήματα Η/Υ για την εξομάλυνση των διαφορετικών ρυθμών εισροής και εκροής των δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, ο προσωρινός καταχωρητής είναι μια περιοχή μνήμης στην οποία αποθηκεύονται προσωρινά τα δεδομένα κατά την διαδικασία μεταφοράς τους από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας στις περιφερειακές ή αντίστροφα. Αυτό γίνεται διότι ο Η/Υ λειτουργεί με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' ό τι π.χ. οι χρήστες των μονάδων εισόδου και εξόδου. Έτσι, το Διάγραμμα (5.15) ισχύει και για την περίπτωση των προσωρινών καταχωρητών, οι οποίοι εκτελούν την ίδια λειτουργία με τα αποθέματα, στο αντίστοιχο σύστημα.

Αδρανής δυναμικότητα (Slack capacity) : Όταν η εκροή του υποσυστήματος προσφοράς είναι εισροή στο υποσύστημα ζήτησης, όπως παρουσιάζεται στο Διάγραμμα (5.16), η ύπαρξη αδρανούς δυναμικότητας επιτρέπει την λειτουργία των υποσυστημάτων με κάποιο βαθμό ανεξαρτησίας, εφόσον φυσικά η αδρανής δυναμικότητα χρησιμοποιηθεί για το σκοπό αυτό. Για παράδειγμα, η αδρανής παραγωγική δυναμικότητα σε ένα σύστημα παραγωγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να ικανοποιήσει τις μεταβολές στη ζήτηση των προϊόντων της επιχείρησης. Τέτοιου είδους περιπτώσεις εμφανίζονται συχνά και στα συστήματα επεξεργασίας δεδομένων.

Ευέλικτοι πόροι (Flexible resources) : Πρόκειται για περιπτώσεις όπου ένα υποσύστημα μπορεί να ικανοποιήσει με σχετικά λίγες προσαρμογές τις μεταβολές της ζήτησης ενός άλλου υποσυστήματος με το οποίο αλληλεπιδρά. Έτσι η υιοθέτηση ενός ευέλικτου

συστήματος παραγωγής (flexible manufacturing

Μη ύπαρξη ανάγκης σοβαρού συντονισμού



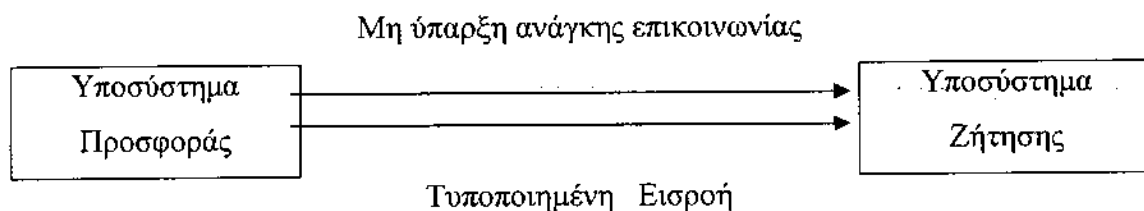
Διάγραμμα 5.16

Χρησιμοποίηση αδρανούς δυναμικότητας ή ευέλικτων πόρων

system) από το υποσύστημα προσφοράς του δίνει τη δυνατότητα να παράγει προϊόντα, που να ικανοποιούν συχνές μεταβολές στις προδιαγραφές του ή στο μέγεθος της παραγγελίας. Επίσης, η κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού μιας επιχείρησης σε διάφορες εργασίες μπορεί να τη βοηθήσει να ανταποκρίνεται γρηγορότερα στις αλλαγές που παρουσιάζονται στην αγορά των προϊόντων. Τέλος, ένας οργανισμός που χρησιμοποιεί συνδυασμένα την

έννοια του συστήματος «αναλυτής – προγραμματιστής» έχει μεγαλύτερη ευελιξία να αντιμετωπίσει τις αλλαγές στη ζήτηση για ανάλυση και προγραμματισμό, απ' ό,τι αν με τον ίδιο αριθμό προσωπικού χρησιμοποιούσε τους αναλυτές για ανάλυση και σχεδίαση μόνο και τους προγραμματιστές για προγραμματισμό. Η περίπτωση των ευέλικτων πόρων, όπως και της αδρανούς δυναμικότητας, παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5.16.

Τυποποίηση (Standardization) : Οι τυποποιημένες προδιαγραφές, το πρότυπο κόστος και άλλα είδη προτύπων επιτρέπουν ένα υποσύστημα να επικοινωνεί με άλλα υποσυστήματα με μειωμένες ανάγκες επικοινωνίας. Έτσι, αν η εκροή του υποσυστήματος προσφοράς είναι τυποποιημένη, το υποσύστημα της ζήτησης γνωρίζοντας το πρότυπο έχει ανάγκη από λίγες προσαρμογές και μπορεί να είναι περισσότερο δομημένο. Γενικά, η τυποποίηση μειώνει τις ανάγκες για επικοινωνία, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα (5.17). Για παράδειγμα, εάν το τμήμα Πληροφοριακών Συστημάτων μιας επιχείρησης ή ενός οργανισμού ακολουθεί μια τυποποιημένη μεθοδολογία ανάπτυξης συστημάτων, οι ανάγκες για επικοινωνία μεταξύ των υποσυστημάτων της επιχείρησης ή του οργανισμού μειώνονται κατά πολύ. Κατά τον ίδιο τρόπο, η χρησιμοποίηση απ' όλους τους χρήστες ομοιόμορφων εργαλείων λογισμικού απλοποιεί πολύ την λειτουργία της επιχείρησης.



Διάγραμμα 5.17

Τυποποίηση

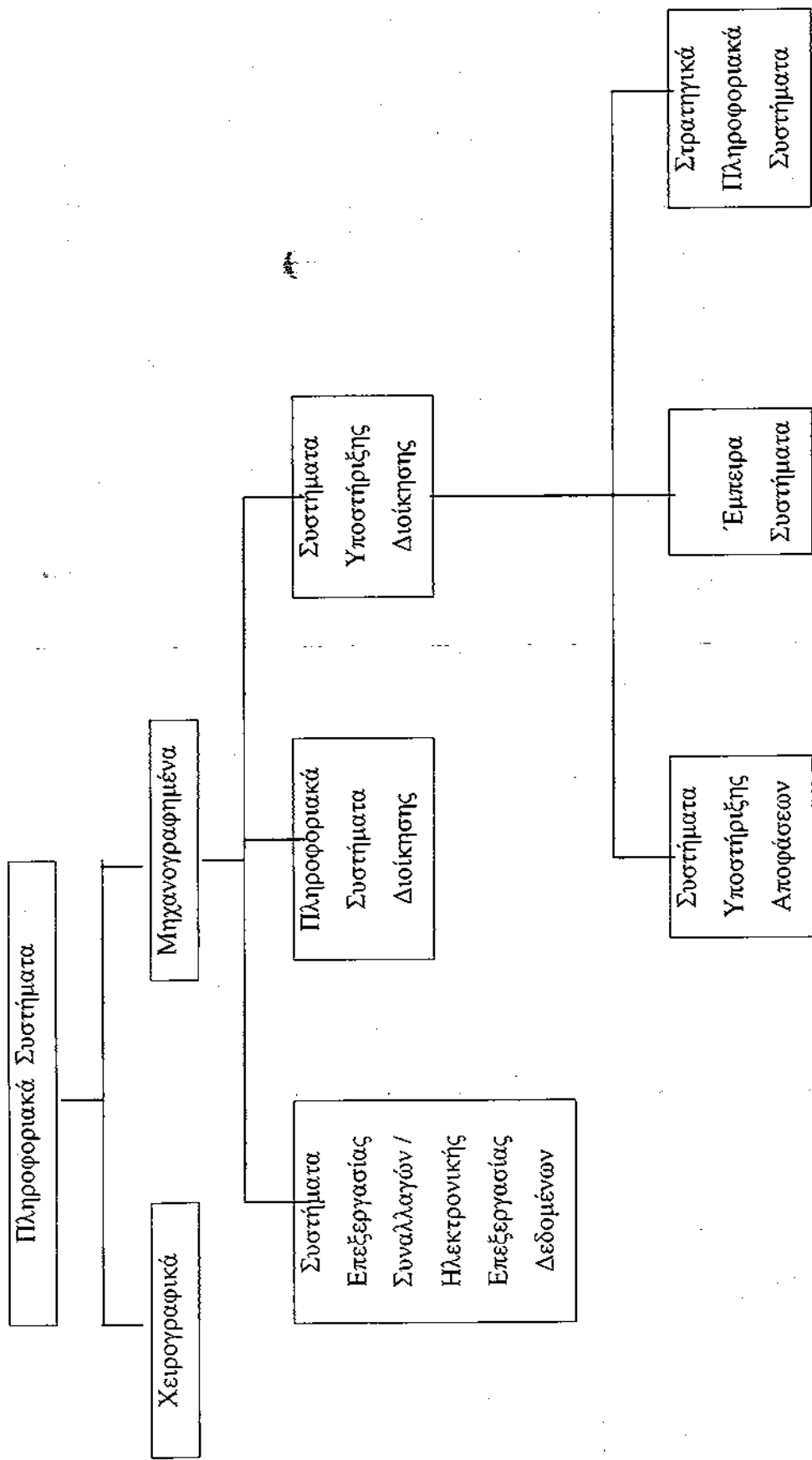
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΙΔΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝΕισαγωγή6.1 Είδη Πληροφοριακών Συστημάτων

Όπως αναφέραμε στο εισαγωγικό κεφάλαιο, δεν νοείται επιχείρηση ή οργανισμός που να μην χρησιμοποιεί κάποιο είδος ΠΣ, χειρογραφικό ή μηχανογραφημένο. Στην ενότητα αυτή, θα παρουσιάσουμε αρχικά την διάκριση μεταξύ των χειρογραφικών και των μηχανογραφημένων ΠΣ, που δίνεται στο Διάγραμμα (6.1) και στη συνέχεια τα είδη των μηχανογραφημένων ΠΣ, τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα στις επιχειρήσεις. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα, τα μηχανογραφημένα ΠΣ περιλαμβάνουν τα Συστήματα Επεξεργασίας Συναλλαγών / Ηλεκτρονικής Επεξεργασίας Δεδομένων, τα Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης και τα Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης. Τα τελευταία διακρίνονται σε Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων, σε Εμπειρικά Συστήματα και σε Στρατηγικά Πληροφοριακά Συστήματα.

Τα χειρογραφικά ΠΣ υπήρχαν ανέκαθεν στις επιχειρήσεις και στους οργανισμούς. Τα λειτουργικά στελέχη για να πάρουν τις αποφάσεις τους έπρεπε να βασίζονται σε πληροφορίες, δηλαδή σε επεξεργασμένα δεδομένα, που αφορούσαν το εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον των επιχειρήσεών τους.

Τα ΠΣ που χρησιμοποίησαν αρχικά οι επιχειρήσεις ήταν πολύ άτυπα και απλά. Με την ανάπτυξη όμως των οικονομιών, οι οικονομικές μονάδες βελτίωναν συνεχώς τα χειρογραφικά τους συστήματα για τη συλλογή, επεξεργασία, αποθήκευση, επανάκτηση και διανομή των πληροφοριών. Ένα κλασικό παράδειγμα χειρογραφικού ΠΣ αποτελεί το αρχείο με τις καρτέλες, που χρησιμοποιούσαν ή που ακόμα χρησιμοποιούν οι ταμίες σε ορισμένες τράπεζες. Όταν κάποιος πελάτης πηγαίνει στην τράπεζα για να καταθέσει ένα χρηματικό ποσό, ο/η ταμίας με τη βοήθεια ενός ατομικού κωδικού αριθμού του πελάτη – που βρίσκεται τυπωμένος στο βιβλιάριό του – ανάχνει τις καρτέλες και μόλις εντοπίσει την καρτέλα του πελάτη, πραγματοποιεί τη συναλλαγή. Η καρτελοθήκη του παραπάνω παραδείγματος δεν είναι τίποτε άλλο παρά ένα χειρογραφικό ΠΣ, ένα σύστημα δηλαδή, που παρέχει πληροφορίες για τους πελάτες της τράπεζας στον / στην ταμία ή σε οποιονδήποτε άλλο υπάλληλο έχει πρόσβαση στην καρτελοθήκη.



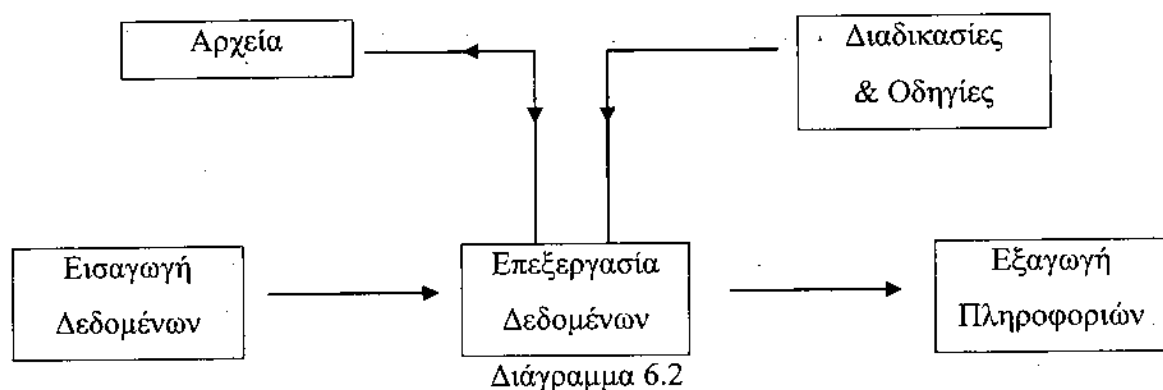
Διάγραμμα 6.1

Διάκριση Πληροφοριακών Συστημάτων

Ένα ΠΣ, είτε είναι χειρογραφικό είτε μηχανογραφημένο, αποτελείται από πέντε βασικά έμμετα με τα οποία πραγματοποιείται η αποστολή του και τα οποία δίνονται στο Διάγραμμα (6.2). Σε ποιονδήποτε τύπο συστήματος οι βασικές του λειτουργίες είναι οι ακόλουθες :

- α. **Εισαγωγή δεδομένων στο σύστημα.**
- β. **Επεξεργασία των δεδομένων.**
- γ. **Διατήρηση αρχείων.**
- δ. **Ανάπτυξη διαδικασιών για το είδος των δεδομένων και για το πότε αυτά χρειάζονται, για το πότε αποκτούνται και το πώς αυτά χρησιμοποιούνται, καθώς επίσης και οδηγίες που πρέπει να ακολουθεί ο επεξεργαστής (άνθρωπος ή μηχανήμα).**
- ε. **Εξαγωγή πληροφοριών από το σύστημα.**

Στο χειρογραφικό σύστημα οι πέντε αυτές λειτουργίες εκτελούνται από τον άνθρωπο, ενώ στο μηχανογραφημένο σύστημα με τη βοήθεια του Η/Υ. Και τα δύο είδη ΠΣ έχουν τα στοιχεία και τα χαρακτηριστικά των συστημάτων και μπορούν να περιγραφούν σε όρους εισροών, επεξεργασίας και εκροών. Στο σύγγραμμα αυτό επιχειρείται η παράλληλη εξέταση των δύο ειδών ΠΣ, ώστε να γίνει αντιληπτή η μετάβαση, που πραγματοποιείται από τα χειρογραφικά στα μηχανογραφημένα ΠΣ.



Βασικά στοιχεία ενός ΠΣ

Η παράλληλη αυτή εξέταση γίνεται για να δείξουμε: **πρώτο** πως τα στοιχεία των συστημάτων, που αφορούν την εισαγωγή και την επεξεργασία των δεδομένων καθώς και την εξαγωγή των συμπερασμάτων, παρέχουν το απαραίτητο υπόβαθρο για την ανάλυση και το σχεδιασμό ενός μηχανογραφημένου ΠΣ, και **δεύτερο** πως ένα μηχανογραφημένο ΠΣ γίνεται βασικό εργαλείο για τον προγραμματισμό και έλεγχο στη διοίκηση των επιχειρήσεων.

Στα χειρογραφικά ΠΣ το άτομο λαμβάνει τα δεδομένα κυρίως μέσω της όρασης και της ακοής και τα αποθηκεύει στο μυαλό του ή σε άλλα βοηθητικά μέσα, όπως π.χ. σημειώσεις, καρτέλες κ.λπ. Στη συνέχεια επανακτά και επεξεργάζεται τα δεδομένα, για να τα μετατρέψει σε απαιτούμενη πληροφορία. Η επεξεργασία τους γίνεται με το μυαλό του ανθρώπου, το οποίο

ειτουργεί και ως μονάδα ελέγχου και λογικής, εκτελώντας τις απαραίτητες πράξεις και λειτουργίες, όπως π.χ. πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμό, διαίρεση, σύγκριση, επανάκτηση δεδομένων, εξαγωγή συμπερασμάτων, αναθεώρηση της επεξεργασίας των δεδομένων λόγω αλλαγής των οδηγιών κ.α. Τα εξαγόμενα από την επεξεργασία των δεδομένων είναι κυρίως πληροφορικές ή γραπτές αναφορές, καθώς επίσης και μια ποικιλία διαφόρων ενεργειών.

Από τα παραπάνω προκύπτει, ότι ο ανθρώπινος νους αποτελεί την κύρια μορφή επεξεργασίας δεδομένων των χειρογραφικών ΠΣ, τα οποία παρά την ιλιγγιώδη ανάπτυξη των μηχανογραφημένων ΠΣ, υπερτερούν έναντι αυτών κυρίως στον τρόπο χειρισμού της πληροφορίας. Ιδιαίτερα, στις περιπτώσεις εκείνες των αποφάσεων που απαιτείται κρίση, το ανθρώπινο μυαλό είναι αναντικατάστατο. Παρόλα όμως αυτά, το ανθρώπινο μυαλό παραμένει ένας αργός επεξεργαστής κατά την εκτέλεση των κανόνων της λογικής. Από τα παραπάνω συνάγεται ότι ενώ ο άνθρωπος από μόνος του είναι ένας ανεπαρκής επεξεργαστής δεδομένων, αποτελεί συγχρόνως ουσιώδες στοιχείο των ΠΣ, ιδιαίτερα στις αποφάσεις εκείνες, όπου απαιτείται κριτική εκτίμηση των αποτελεσμάτων.

6.1.1 Μηχανογραφημένα Πληροφοριακά Συστήματα

Οι λειτουργίες των μηχανογραφημένων ΠΣ, παρά το φόβο και την σύγχυση που ενδεχομένως αισθάνονται ορισμένα διευθυντικά στελέχη για τους Η/Υ, δεν είναι πολύ περισσότερο περίπλοκες από τις αντίστοιχες των χειρογραφικών ΠΣ. Πράγματι, εάν πραγματοποιήσουμε μια υποθετική μετάβαση από τα χειρογραφικά στα μηχανογραφημένα ΠΣ, και συγκρίνουμε τις διάφορες λειτουργίες του, που παρουσιάζονται στον πίνακα (6.1), ο αναγνώστης δεν θα αντιμετωπίσει δυσκολίες για να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο διενεργούνται οι λειτουργίες των μηχανογραφημένων ΠΣ.

Η εισαγωγή των Η/Υ στο ΠΣ συνετέλεσε στην δημιουργία συστημάτων, που επεξεργάζονται αυτόματα μεγάλο όγκο δεδομένων. Ακόμα, η **τεχνολογία της πληροφορίας** (information technology) που είναι η σύγκλιση της τεχνολογίας των Η/Υ, του αυτοματισμού γραφείου και των τηλεπικοινωνιών, προσέφερε νέες δυνατότητες ανάπτυξης ΠΣ, οι οποίες προηγουμένως δεν ήταν εφικτές. Παράλληλα, όμως, η τεχνολογία αυτή δημιούργησε νέα προβλήματα και απαιτήσεις σχετικά με τη μέθοδο ανάπτυξης μηχανογραφημένων ΠΣ, στα οποία θα αναφερθούμε σε επόμενα κεφάλαια του βιβλίου. Στο σημείο αυτό θα πρέπει να σημειώσουμε, ότι με τον όρο «μηχανογραφημένο ΠΣ» δεν εννοούμε πλήρη αυτοματοποίηση της πληροφορίας. Όπως προκύπτει από τον ορισμό του ΠΣ, ένα ΠΣ αποτελείται από μηχανήματα, ανθρώπους, προγράμματα και διαδικασίες. Έτσι, ενώ ορισμένες εργασίες εκτελούνται από το μηχάνημα, υπάρχουν και κάποιες που εκτελούνται από τον άνθρωπο με βάση βέβαια συγκεκριμένες οδηγίες.

ακόμα, δεν θα πρέπει να ξεχνάμε, ότι σε κάθε επιχείρηση και οργανισμό υπάρχουν δεδομένα και πληροφορίες, που δεν μπορούν να αυτοματοποιηθούν. Τελειώνοντας συμβουλεύουμε να μελετηθεί προσεκτικά ο Πίνακας (6.2), στον οποίο παρουσιάζονται οι διαφορές για ορισμένα χαρακτηριστικά του χειρογραφικού και του μηχανογραφημένου ΠΣ και τον Πίνακα (6.3), στον οποίο γίνεται μια σύγκριση των φάσεων των δύο ειδών ΠΣ για την περίπτωση ενός συστήματος αποθεμάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.1

Τρόποι διενέργειας των λειτουργιών των ΠΣ

Λειτουργίες	Χειρογραφικά ΠΣ	Μηχανογραφημένα ΠΣ
Αξιολογή και επιβεβαίωση δεδομένων	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Φωνή ♦ Παρατήρηση ♦ Χειρόγραφες Καρτέλες 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Πληκτρολόγηση ♦ Αναγνώριση φωνής ♦ Τερματικό σημείο πωλήσεων (Point-of-Sales, POS, Terminal)
Κωδικοποίηση και ξινόμηση δεδομένων	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Υπαλληλικό προσωπικό 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Με τη βοήθεια του λογισμικού
Καταχώρηση	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Αλφαβητικά ♦ Χρήση ευρετηρίου σύμφωνα με κάποιο κριτήριο 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Με τη βοήθεια του λογισμικού
Ανάλυση πληροφοριών	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Αριθμομηχανές ♦ Υπολογιστές τσέπης Χρήση μολυβιού και χαρτιού 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)
Υπολογισμοί	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Αριθμομηχανές ♦ Υπολογιστές τσέπης 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU)
Αποθήκευση	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Αρχεία εντύπων (καρτέλες, τετράδια, καθολικά κ.λ.π.) 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Κεντρική μονάδα επεξεργασίας ♦ Μαγνητικά μέσα (ταινίες, δίσκοι, δισκέτες)
Αναζήτηση	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Υπαλληλικό προσωπικό 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Απ' ευθείας σύνδεση (on-line) ♦ Τερματικά ♦ Μαγνητικά μέσα
Αναπαραγωγή	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Φωτοτυπίες ♦ Χρήση Carbon 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Αντίγραφο εκτυπωτή ♦ Μικροφίλμ
Μεταφορά και επικοινωνία	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Χειρόγραφες αναφορές μεταφερόμενες από άτομο σε άτομο με το χέρι ή μέσω ταχυδρομείου 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Τηλεπικοινωνίες ♦ Τηλεσυνδιασκέψεις ♦ On-line πληροφόρηση

Η επεξεργασία των συναλλαγών αποτελεί βασική δραστηριότητα των οικονομικών μονάδων και τα συστήματα που την υποστηρίζουν είναι ζωτικής σημασίας για τις λειτουργίες των μονάδων αυτών. Χωρίς την επεξεργασία των συναλλαγών πολλές από τις λειτουργίες και τις δραστηριότητες της επιχείρησης θα ήταν αδύνατο να πραγματοποιηθούν π.χ. δεν θα λαμβάνονταν παραγγελίες, δεν θα πληρώνονταν λογαριασμοί, δεν θα παραγγέλλονταν ανταλλακτικά κ.α. Τέτοιου είδους λειτουργίες είναι εύκολο να κατανοηθούν και επομένως μπορούν να διατυπωθούν διαδικασίες, που είναι απαραίτητες για την πραγματοποίησή τους.

Στα χειρογραφικά ΠΣ, πριν δηλαδή την εισαγωγή του Η/Υ, η επεξεργασία των συναλλαγών γινόταν ή γίνεται χειρογραφικά ή και με τη βοήθεια αριθμομηχανών. Σήμερα όμως, η ηλεκτρονική επεξεργασία των δεδομένων (ΗΕΔ) έχει αυξήσει σημαντικά τόσο την ταχύτητα όσο και την πολυπλοκότητα της επεξεργασίας των συναλλαγών.

Έτσι, όταν μια επιχείρηση αντιμετωπίζει δομημένες διαδικασίες, οι οποίες επαναλαμβάνονται πολλές φορές κατά την διάρκεια της ημέρας ή της εβδομάδας και οι οποίες γίνονται χειρογραφικά, οι διαδικασίες αυτές μπορούν να πραγματοποιούνται πολύ πιο εύκολα και γρήγορα με ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών βασισμένο στον Η/Υ, με το οποίο αυτοματοποιείται η συλλογή και η επεξεργασία των δεδομένων. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των ΠΣ είναι η δυνατότητά τους να αντιμετωπίζουν δομημένες και επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, οι οποίες μπορούν εύκολα να πραγματοποιούνται με την βοήθεια του Η/Υ.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2

Σύγκριση χειρογραφικού και μηχανογραφημένου των ΠΣ

Λειτουργίες	Χειρογραφικά ΠΣ	Μηχανογραφημένα ΠΣ
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Χρησιμοποιούμενη Τεχνολογία 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Απλή ◆ Εύκολη επεξεργασία ◆ Χειρόγραφοι πίνακες 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Δύσκολη ◆ Όχι πλήρως κατανοητή από χρήστη
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Χρησιμοποιούμενες διαδικασίες 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ατυπες ◆ Τροποποιούνται εύκολα ◆ Εύκολες και προβλέψιμες διαδικασίες 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Τυπικές δομημένες ◆ Απαιτούν ακρίβεια ◆ Λεπτομερείς προδιαγραφές ◆ Δύσκολη η έγκαιρη υλοποίηση
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Διαχείριση έργου 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Έγκαιρη υλοποίηση ◆ Τήρηση προϋπολογισμού 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Συνήθως ο προϋπολογισμός δεν καλύπτει το έργο
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Μετατροπή και εγκατάσταση 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Εύκολη ◆ Ελάχιστες διαδικασίες 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Δύσκολη ◆ Απαιτεί συνήθως πολλές τροποποιήσεις
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Επιπτώσεις στον οργανισμό 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ελάχιστες ως μηδαμινές 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Σημαντικές ◆ Αντίδραση στην εισαγωγή μηχανογραφημένων ΠΣ ◆ Πιθανή αναδιοργάνωση στην επιχείρηση
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Δυνατότητα τροποποίησης 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Εύκολα τροποποιήσιμο ◆ Ευέλικτο σύστημα 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Δύσκολη και δαπανηρή ◆ Χρονοβόρα διαδικασία

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.3

Σύγκριση των φάσεων χειρογραφικού και μηχανογραφημένου ΠΣ αποθεμάτων

Φάσεις	Χειρογραφικά ΠΣ	Μηχανογραφημένα ΠΣ
Εισαγωγή	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Διάφορα χειρογραφικά στοιχεία συναλλαγών 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Μέσω πληκτρολογίου ή / και οπτικών χαρακτήρων αναγνώρισης (OCR)
Αποθήκευση		
* Εσωτερική	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Προσωρινή αποθήκευση για άμεση προσωπική χρήση του υπαλλήλου 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Μαγνητική μνήμη της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (CPU)
* Εξωτερική	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Χειρόγραφα αρχεία αποθεμάτων (π.χ. καρτέλες) 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Μαγνητικά μέσα : ταινίες, δίσκοι, δισκέτες ♦ CD – ROM
Διαδικασία	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Εγχειρίδιο οδηγιών για τον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Πρόγραμμα για επεξεργασία δεδομένων που περιέχεται στην CPU
Επεξεργασία	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Υπάλληλος αποθήκης με τη χρήση αριθμομηχανής 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Κεντρική μονάδα επεξεργασίας
Εξαγωγή	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Προετοιμασία αναφορών και ενημέρωση κύριων αρχείων χειρογραφικά 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Προετοιμασία αναφορών και ταυτόχρονη ενημέρωση κύριων αρχείων αυτόματα

Ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών, εκτός από τη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων, ενημερώνει αυτόματα και τα υπάρχοντα αρχεία με τα αντίστοιχα δεδομένα και παράγει τα απαραίτητα έγγραφα της συναλλαγής. Έτσι, η πώληση κάποιου ανταλλακτικού για το αυτοκίνητό μας συνοδεύεται από το παραστατικό της πώλησης (απόδειξη ή τιμολόγιο) και

αυτόχρονα αφαιρείται μια μονάδα του συγκεκριμένου ανταλλακτικού από την υπάρχουσα τράπεζα δεδομένων της επιχείρησης. Κάτι παραπλήσιο συμβαίνει και σε ένα σύστημα λήψης παραγγελιών, σε ένα σύστημα εισπρακτέων λογαριασμών ή σε ένα σύστημα κράτησης θέσεων που χρησιμοποιούν οι αεροπορικές εταιρείες. Έτσι, όταν κάποιος επιβάτης της πτήσης «Αθήνα – Λονδίνο» περνά τον τελικό έλεγχο εισιτηρίων για τη συγκεκριμένη πτήση, ο υπάλληλος της αεροπορικής εταιρείας χρησιμοποιεί τον Η/Υ για να «κλείσει» κάποια θέση. Μόλις η θέση δοθεί στον πελάτη, ο Η/Υ ενημερώνει την τράπεζα δεδομένων, αφαιρεί τη θέση από την λίστα των διαθέσιμων θέσεων και επιβεβαιώνει το όνομα του πελάτη σ' αυτή.

Ένα σύστημα επεξεργασίας συναλλαγών είναι δυνατόν να συνεργάζεται άμεσα με κάποιο άλλο μηχανογραφικό σύστημα μέσω της **ηλεκτρονικής μεταβίβασης δεδομένων** (electronic data interchange, EDI). Για παράδειγμα, ένας λιανοπωλητής ηλεκτρικών οικιακών συσκευών μπορεί να έχει συνδέσει ηλεκτρονικά το σύστημα τοποθέτησης παραγγελιών με τα συστήματα των προμηθευτών του. Εάν ο λιανοπωλητής χρειασθεί έναν αριθμό ηλεκτρικών συσκευών (π.χ. 35 συγεία) ο Η/Υ «ανιχνεύει» τα συστήματα των προμηθευτών του και δίνει την παραγγελία στον προμηθευτή που προσφέρει την μικρότερη τιμή.

Πληροφοριακά Συστήματα Διοίκησης

Από την παρουσίαση των συστημάτων επεξεργασίας συναλλαγών και ΗΕΔ, που αυτοματοποιούν την επεξεργασία των συναλλαγών, είναι φανερό, ότι ο κύριος σκοπός των συστημάτων αυτών είναι η διατήρηση αρχείων και η ταχύτατη επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, παρά η υποστήριξη των διευθυντικών στελεχών με πληροφόρηση για την διαδικασία της λήψης των αποφάσεων. Αντίθετα, ένα **Πληροφοριακό Σύστημα Διοίκησης** (ΠΣΔ), συλλέγει και επεξεργάζεται δεδομένα και μεταφέρει τις από αυτά προκύπτουσες πληροφορίες, που είναι απαραίτητες για την λήψη των δομημένων κυρίως αποφάσεων, στα διευθυντικά στελέχη. Με άλλα λόγια, σκοπός ενός ΠΣΔ είναι όχι μόνο η συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων όπως συμβαίνει με τα συστήματα ΗΕΔ, αλλά και η διανομή των πληροφοριών στα διευθυντικά στελέχη, έτσι ώστε να μπορούν να αξιολογούν τις παρουσιαζόμενες καταστάσεις και χρησιμοποιώντας τις απαραίτητες **πληροφορίες**, την **κρίση** και τη **διαίσθησή** τους να παίρνουν τις καλύτερες δυνατές αποφάσεις. Τα ΠΣΔ συνήθως παρέχουν αναφορές και στατιστικές αναλύσεις, όπως π.χ. είναι οι μηνιαίες πωλήσεις ανά προϊόν, ομάδα προϊόντων, πωλητή, γεωγραφική περιοχή κ.λ.π., στοιχεία σχετικά με τους εργαζόμενους και άλλα πολλά. Βέβαια για την επίτευξη του στόχου τους τα ΠΣΔ συλλέγουν τα δεδομένα από τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών – ΗΕΔ και τα μετατρέπουν σε πολύτιμη πληροφόρηση. Ακόμα, μπορεί να έχουν την δυνατότητα να παρέχουν **αυτοματοποιημένες απαντήσεις** στις περιπτώσεις όπου οι αποφάσεις που παίρνονται

αναλαμβάνονται με σχετικά μεγάλη συχνότητα. Ωστόσο, θα πρέπει να τονίσουμε, πως τα ΠΣΔ εν παίρνουν από μόνα τους τις αποφάσεις, ούτε λένε στα διευθυντικά στελέχη πώς να τις παίρνουν, αλλά, απλά παρέχουν σ' αυτά τις πληροφορίες που είναι απαραίτητες στη διαδικασία λήψης των αποφάσεων.

Τα ΠΣΔ είναι προφανές, ότι συνδέονται με τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών – ΗΕΔ, διότι, πολλά από τα δεδομένα, που απαιτούνται για την υποστήριξη της λήψης των αποφάσεων, προέρχονται από τις επιχειρησιακές συναλλαγές και ως γνωστό τέτοιου είδους δεδομένα συλλέγονται και αποθηκεύονται σε συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών. Έτσι, χωρίς αυτά τα συστήματα δεν θα ήσαν διαθέσιμα τα δεδομένα, που χρειάζεται να επεξεργασθούν, ώστε να δώσουν τις αναγκαίες πληροφορίες για την λήψη των αποφάσεων. Όμως, παρά τη σχέση τους αυτή, τα δύο είδη συστημάτων δεν είναι «συνώνυμα» διότι όπως αναφέραμε, τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών δεν υποστηρίζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, κάτι που είναι ο κύριος σκοπός των ΠΣΔ, μια και τα στοιχεία των συστημάτων ΗΕΔ υπόκεινται σε επιπρόσθετη επεξεργασία, για να δώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες στα διευθυντικά στελέχη. Επομένως, τα συστήματα επεξεργασίας δεδομένων – ΗΕΔ απλά υποστηρίζουν τα ΠΣΔ και φυσικά η λειτουργία των πρώτων σε μια επιχείρηση δεν σημαίνει ότι η επιχείρηση αυτή διαθέτει και ΠΣΔ.

Από τα παραπάνω είναι φανερό, ότι τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών σχετίζονται κυρίως με τις λειτουργικές δραστηριότητες της επιχείρησης, π.χ. παραγγελίες, πωλήσεις, αγορές κ.λπ, ενώ τα ΠΣΔ θεωρούνται ότι είναι επιχειρησιακά εργαλεία για την υποστήριξη της διαδικασίας της λήψης των αποφάσεων και ιδιαίτερα των αποφάσεων εκείνων, που είναι κατανοητές, επαναλαμβανόμενες και δομημένες.

Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης

Στην ενότητα αυτή, θα εξετάσουμε περιληπτικά τα **Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης, ΣΥΔ**, η περιγραφή των οποίων θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο.

Στα ΣΥΔ βοηθούν τη διοίκηση της επιχείρησης στην λήψη **μη δομημένων αποφάσεων** και όπως ήδη αναφέραμε περιλαμβάνουν τα **Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων ΣΥΑ** (Decision Support Systems, DSS), τα **Έμπειρα Συστήματα, ΕΣ** (Expert Systems, ES) και τα **Στρατηγικά Πληροφοριακά Συστήματα ΣΠΣ** (Strategic Information Systems, SIS). Όπως και τα ΠΣΔ τα ΣΥΔ είναι επιχειρησιακά εργαλεία, που υποστηρίζουν τη διοίκηση της επιχείρησης ή του οργανισμού και βοηθούν τα διοικητικά στελέχη στην λήψη των μη-δομημένων κυρίως αποφάσεων, χωρίς βέβαια να τα υποκαθιστούν στη διαδικασία της λήψης των αποφάσεων.

Τα **Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων** βοηθούν τα διευθυντικά στελέχη στην επίλυση κυρίως των **ημιδομημένων προβλημάτων**, δηλαδή των προβλημάτων εκείνων στα οποία δεν

πορεί να δοθεί μια άμεση απάντηση, διότι απαιτείται ανθρώπινη παρέμβαση, που στην συγκεκριμένη περίπτωση είναι η κρίση του διευθυντικού στελέχους και η υποκειμενική του ανάλυση. Έτσι, η απάντηση στο πρόβλημα δίνεται από την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τον Η/Υ, πράγμα που σημαίνει ότι η αντίστοιχη απόφαση είναι αποτέλεσμα της σχετικής πληροφόρησης, που δημιουργείται από το πληροφοριακό σύστημα και της επιπρόσθετης κρίσης και εμπειρίας των διοικητικών στελεχών. Με άλλα λόγια το κύριο χαρακτηριστικό των ΣΥΑ, όπως και των υπόλοιπων ΣΥΔ, είναι ότι βοηθούν στη λύση ημι-δομημένων προβλημάτων κυρίως, δηλαδή προβλημάτων, που ένα μέρος τους μπορεί να προγραμματισθεί / δομηθεί, και το οποίο δίνεται από τον Η/Υ, και ένα μέρος τους δεν μπορεί να προγραμματισθεί / δομηθεί και για το οποίο χρειάζεται η διαίσθηση και η κρίση του διευθυντικού στελέχους για να δοθεί η λύση.

Τα **Έμπειρα Συστήματα** που ονομάζονται και **Συστήματα Εμπειρογνώμονες** ή **Γνωμικά Συστήματα** είναι προγράμματα Η/Υ, που αναφέρονται σε εξειδικευμένους τομείς της ανθρώπινης γνώσης και αναπτύσσονται με βάση τη γνώση των ειδικών για να λύσουν προβλήματα για τα οποία κανονικά χρειάζεται ανθρώπινη γνώση και εμπειρία. Είναι δηλαδή προγράμματα Η/Υ, τα οποία μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο τα στελέχη των επιχειρήσεων και οργανισμών λαμβάνουν τις μη δομημένες κυρίως αποφάσεις τους, όπως π.χ. είναι αποφάσεις σχετικές με επιλογή και πρόκριση επενδύσεων, με τη διερεύνηση της αξιοπιστίας των πελατών, που ζητούν υψηλά δάνεια από τράπεζες κ.α. Τα Έμπειρα Συστήματα για να δώσουν απάντηση σε ένα πρόβλημα, η πληροφόρηση για το οποίο είναι συνήθως αβέβαιη, ασαφής ή και ατελής, χρησιμοποιούν ευεργετικές μεθόδους (heuristic methods) για να βρουν γρήγορα μια ικανοποιητική λύση, η οποία δεν είναι απαραίτητα η βέλτιστη.

Με τα **Στρατηγικά Πληροφοριακά Συστήματα** που άρχισαν να αναπτύσσονται κατά την δεκαετία του 1980, επιδιώκεται η σύνδεση των δυνατοτήτων της πληροφορικής με την επιχειρησιακή στρατηγική των οικονομικών μονάδων. Κατά την διάρκεια της δεκαετίας αυτής δημιουργήθηκαν νέα ΠΣ, τα οποία βοήθησαν τις επιχειρήσεις να επιτύχουν σημαντικές επιδόσεις στις αγορές (εθνικές ή και διεθνείς), στις οποίες διέθεσαν τα προϊόντά τους. Επιχειρήσεις, όπως η American Hospital Supply, η American Airlines, κ.α., απέκτησαν μέσω της **στρατηγικής χρήσης της πληροφορικής σημαντικά ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα**. Τα πληροφοριακά συστήματα «ASAP» της American Hospital Supply και «SABRE» των αερογραμμών «American» και «United» βοήθησαν τις επιχειρήσεις αυτές να βελτιώσουν τον τρόπο εκτέλεσης των επιχειρηματικών τους δραστηριοτήτων και να επηρεάσουν τόσο την ένταση του ανταγωνισμού όσο και τη θέση τους έναντι των ανταγωνιστών τους.

Αποτέλεσμα των παραπάνω εξελίξεων ήταν, ότι πολλοί βιομηχανικοί κλάδοι άρχισαν βαθμιαία να αντιλαμβάνονται ότι τα Πληροφοριακά Συστήματα δεν είναι μόνο απλά εργαλεία

ποστήριξης εργασιών ρουτίνας, αλλά και στρατηγικά και αποτελεσματικά μέσα για την απόκτηση ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην επέκταση των δραστηριοτήτων των επιχειρήσεων και οργανισμών.

2 Πληροφοριακά Συστήματα και Χρήστες

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέραμε ότι εκείνοι που χρησιμοποιούν άμεσα τα πληροφοριακά συστήματα είναι οι άνθρωποι μέσα στις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς και ότι τα άτομα αυτά έχουν διαφορετικές απόψεις για τον τρόπο με τον οποίο αποκτούν και χειρίζονται την πληροφορία. Αναφέραμε ακόμα ότι, επειδή το ΠΣ είναι ένα σύστημα χρήστη – μηχανής, για την ανάπτυξη του δεν θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη μόνο η τεχνολογία και τα οφέλη που προκύπτουν, αλλά και η παρούσα και μελλοντική δομή και κουλτούρα της επιχείρησης, καθώς και οι άνθρωποι που θα το χρησιμοποιήσουν. Στο Διάγραμμα (6.3) παρουσιάζονται οι τρεις πλευρές που πρέπει να εξετάζονται για την ανάπτυξη ενός ΠΣ.

Στην ενότητα αυτή θα εξετάσουμε το ΠΣ από την πλευρά των ανθρώπων που το χρησιμοποιούν ή που επηρεάζονται από αυτό. Οι βασικότεροι χρήστες ενός μηχανογραφημένου ΠΣ μέσα στην επιχείρηση διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες : στο **υπαλληλικό προσωπικό** (clerical personnel), στα **διευθυντικά στελέχη πρώτης γραμμής** (first line managers) στα **επιτελικά στελέχη** (staff specialists) και στη **διοίκηση της επιχείρησης** (management).

Το **υπαλληλικό προσωπικό** ασχολείται κυρίως με τις διαδικασίες της εισόδου και του ελέγχου των δεδομένων, παρά με την ερμηνεία των πληροφοριών που παίρνουμε από το ΠΣ και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η εργασία του υπαλληλικού προσωπικού μπορεί να μεταβληθεί σημαντικά, ιδιαίτερα στην περίπτωση που αφορά επεξεργασία συναλλαγών και η οποία αλλάζει από χειρογραφικό σε μηχανογραφημένο ΠΣ. Για παράδειγμα με τη χειρογραφική διαδικασία ο υπάλληλος, που λαμβάνει τις παραγγελίες των πελατών της επιχείρησης, χρησιμοποιεί ειδικά ελετία ή καρτέλες για τη λήψη της παραγγελίας, και στη συνέχεια κάνει κάποιον έλεγχο με το βιβλίο αποθήκης, για να διαπιστώσει αν οι συγκεκριμένες ποσότητες της παραγγελίας υπάρχουν σε απόθεμα. Με τη μηχανογραφημένη διαδικασία, ο υπάλληλος κάθεται μπροστά σε ένα τερματικό και όταν παίρνει την παραγγελία από τον πελάτη, απλά ελέγχει το απόθεμα και ολοκληρώνει την παραγγελία κάνοντας τις απαραίτητες πράξεις. Με το μηχανογραφημένο ΠΣ η λήψη

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

- * Η/Υ
- * Τηλεπικοινωνίες
- * Τράπεζα Δεδομένων
- * Έμπειρα Συστήματα
- *



- * Ατομικά Χαρακτηριστικά
- * Γνωστική Λειτουργία
- * Μόρφωση
- * Εμπειρία
- *

ΟΡΓΑΝΩΣΗ

- * Δομή
- * Στυλ Διοίκησης
- * Κουλτούρα
- *

Διάγραμμα 6.3

Στοιχεία που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην ανάπτυξη ενός ΠΣ

ης παραγγελίας μπορεί να γίνει και τηλεφωνικά και συγχρόνως ο υπάλληλος να έχει στην διάθεσή του συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του πελάτη, όπως π.χ. το όριο πίστωσης, τα είδη και τις ποσότητες των προϊόντων που συνήθως παραγγέλλει κ.α. Κάτι παραπλήσιο συμβαίνει και με τους παλλήλους των Δημόσιων Οικονομικών Υπηρεσιών, τους ταμειολογιστές των τραπεζών, οργανισμών και μεγάλων επιχειρήσεων και με πολλές άλλες περιπτώσεις.

Τα διευθυντικά στελέχη πρώτης γραμμής ασχολούνται κυρίως με λειτουργικές αποφάσεις, η υποστήριξη των οποίων βασίζεται ως επί το πλείστον σε λειτουργική πληροφόρηση. Τις πληροφορίες αυτές μπορούν να τις αποκτήσουν από τα συστήματα επεξεργασίας συναλλαγών και την τράπεζα δεδομένων. Για παράδειγμα μια αναφορά για το επίπεδο του αποθέματος παρέχει στον επόπτη της αποθήκης πληροφορίες για όλα τα προϊόντα που βρίσκονται σε απόθεμα, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στα προϊόντα που υπάρχουν σε μικρό απόθεμα, όπως επίσης και στα προϊόντα που υπάρχουν σε μεγάλο απόθεμα. Η αναφορά αυτή βοηθάει τον επόπτη να πάρει τις ανάλογες αποφάσεις, π.χ. δίνει παραγγελίες για τα προϊόντα εκείνα, για τα οποία η στάθμη αποθέματος φθάνει στο σημείο παραγγελίας. Χωρίς τη χρησιμοποίηση μηχανογραφημένο ΠΣ η διαδικασία αυτή γίνεται δύσκολη και ο βαθμός δυσκολίας αυξάνει, όσο αυξάνουν τα είδη των προϊόντων σε απόθεμα.

Τα επιτελικά στελέχη βοηθούν τους διευθύνοντες σε συγκεκριμένες λειτουργικές περιοχές της Διοίκησης των Επιχειρήσεων. Χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες των ΠΣ, ερευνούν την

οράπεζα δεδομένων για την ανεύρεση τυχόν προβλημάτων, αναλύουν τα δεδομένα αυτά, χρησιμοποιούν μοντέλα για την ανεύρεση ικανοποιητικών λύσεων, ενσωματώνουν στα μοντέλα δεδομένα από το εξωτερικό περιβάλλον, τα οποία προηγουμένως εξετάζουν και αναλύουν κ.α. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει τάση για όλο και μεγαλύτερη χρησιμοποίηση επιτελικών στελεχών, τα οποία έχουν τις απαραίτητες γνώσεις για την απόκτηση της κατάλληλης πληροφορίας που είναι αναγκαία στα διευθυντικά στελέχη των ανώτερων βαθμίδων για τη λήψη των αποφάσεων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι, τα ανώτερα στελέχη της επιχείρησης ενδέχεται να μην έχουν το χρόνο ή και τις γνώσεις να πραγματοποιούν την ανάλυση μόνοι τους, μιας και πολλά μοντέλα λήψης αποφάσεων είναι δύσκολα στη χρήση τους και απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις επεξεργασίας δεδομένων.

Για τα διευθυντικά στελέχη των ανώτερων βαθμίδων διοίκησης αναπτύσσονται, όπως αναφέραμε, τα Συστήματα Υποστήριξης Διοίκησης. Τα ΣΥΔ εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς από εκείνους των ΠΣ που χρησιμοποιούνται από τα στελέχη της πρώτης γραμμής. Τα συστήματα αυτά επεξεργάζονται δεδομένα από το εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον, έτσι ώστε να διαπιστωθεί τι συμβαίνει στα κατώτερα επίπεδα διοικητικής ιεραρχίας, να εμφανισθούν οι παρουσιαζόμενες τάσεις και να βοηθηθεί η διοίκηση να αποφασίσει τις ενέργειες που πρέπει να αναλάβει, για να βελτιωθεί η ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται μέσω των ΣΥΔ με παραγωγή περιοδικών αναφορών σε τακτά χρονικά διαστήματα ή περιπτώσιακών (ad hoc) αναφορών, που παράγονται σε απάντηση ανάλογων ερωτημάτων, με επεξεργασία αιτημάτων, ώστε να απαντηθούν περιπτώσιακά ερωτήματα, με διαλογικές εφαρμογές για την υποστήριξη ειδικών αναλύσεων, αποφάσεων κ.α. Έτσι, τα ΣΥΔ παρέχουν σημαντική βοήθεια στον εντοπισμό των προβλημάτων και των ευκαιριών και στη διαδικασία της λήψης των αποφάσεων.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιούν τα διευθυντικά στελέχη των ανώτερων βαθμίδων προέρχουν από τα δεδομένα των χρηστών του λειτουργικού επιπέδου ως προς το χρονικό ορίζοντα, το βαθμό ποσοτικοποίησης και το βαθμό λεπτομέρειας που παρέχουν. Επιπρόσθετα τα προγράμματα Η/Υ που επεξεργάζονται τα δεδομένα αυτά, είναι σχεδιασμένα να απαντούν σε διαφορετικό τύπο ερωτήσεων απ' ό,τι τα προγράμματα για το κατώτερο επίπεδο διοίκησης. Επίσης, επειδή πολλά από τα ανώτερα επιχειρησιακά στελέχη δεν έχουν γνώσεις Η/Υ, τα προγράμματα που υποστηρίζουν τις αποφάσεις τους πρέπει να είναι πολύ φιλικά προς το χρήστη (user-friendly).

Τελειώνοντας το κεφάλαιο αυτό σημειώνουμε, πως οι χρήστες, ανεξάρτητα από το επίπεδο της διοικητικής ιεραρχίας που βρίσκονται, θα πρέπει συνεχώς να αναρωτιούνται, πως η επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να τους βοηθήσει να επιτύχουν το έργο τους. Μερικές δε από τις ερωτήσεις που πρέπει να τους απασχολούν είναι οι ακόλουθες : «Μπορεί η συγκεκριμένη εργασία να εκτελεσθεί περισσότερο αποδοτικά ή και οικονομικά με τη χρησιμοποίηση

διαφορετικών μεθόδων ; » «Μήπως η εργασία όπως πραγματοποιείται σήμερα απαιτεί διπλή προσπάθεια, η οποία μπορεί να ελαττωθεί με την χρησιμοποίηση κάποιου μηχανήματος ; » «Είναι το υπάρχον ΠΣ αρκετά φιλικό, δηλαδή εύκολο να το χρησιμοποιείς και να επικοινωνείς μαζί του ; » Ερωτήσεις τέτοιου είδους οδηγούν τους χρήστες να σκέπτονται νέες μεθόδους. Στο παρελθόν, η χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία επεξεργασίας δεδομένων υπαγορευόταν συνήθως από τους περιορισμούς της υπάρχουσας τεχνολογίας και από την ερμηνεία που έδιναν τα στελέχη του μηχανήματος μηχανογράφησης στις πληροφοριακές ανάγκες των χρηστών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ΠΣ με επίκεντρο το μηχάνημα, ενώ η γνώμη των χρηστών δεν λαμβάνονταν σοβαρά υπόψη. Τώρα όμως, τέτοιες προσεγγίσεις ανήκουν στο παρελθόν και όπως έγινε φανερό από τη μεγάλη αποδοχή των προσωπικών Η/Υ στις επιχειρήσεις, οι χρήστες επιθυμούν όλο και περισσότερο, και στο βαθμό που αυτό είναι εφικτό, να υλοποιούν τις δημιουργικές σκέψεις μόνοι τους. Με τις ερωτήσεις αυτές θα ασχοληθούμε στο τελευταίο κεφάλαιο.

ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΩΝΕισαγωγή1.1 Ασφάλεια δικτύων

Τα δίκτυα υπολογιστικών συστημάτων, τοπικά και εκτεταμένης περιοχής, και τα κατανεμημένα συστήματα (distributed systems) που βασίζονται σε αυτά, πέρα των ευκολύνσεων και των δυνατοτήτων που παρέχουν στην επικοινωνία των δεδομένων υπονοδεύονται και από προβλήματα, όπως άλλωστε οι περισσότερες νέες τεχνολογίες. Ένα από τα προβλήματα αυτά είναι η ασφάλεια των επιμέρους τμημάτων τους και των δεδομένων που αποθηκεύονται και διακινούνται σε αυτά.

Ειδικότερα, η ασφάλεια ενός δικτύου μπορεί να οριστεί ως η προστασία, η ακεραιότητα και διαθεσιμότητα των δεδομένων και των υπηρεσιών του. Ο κύριος στόχος της είναι η εξασφάλιση της μετάδοσης των δεδομένων, που διακινούνται μέσω του δικτύου, ώστε να καταλήγουν στον προορισμό τους χωρίς προσθήκες, αφαιρέσεις ή αλλαγές.

Η ασφάλεια δικτύων μπορεί να θεωρηθεί ως ένα υποσύνολο της ασφάλειας πληροφοριών καθώς αυτή αποτελεί ένα συνδυασμό της ασφάλειας των δεδομένων και της ασφάλειας των επικοινωνιών.

Η ασφάλεια της επικοινωνίας των υπολογιστών επεκτείνεται πέρα της ταυτοποίησης ενός χρήστη (identification) και των συνθηματικών (passwords). Αυτή συνίσταται από ένα περιεκτικό σύνολο κανόνων και πρακτικών που βοηθούν στην διαβεβαίωση ότι οι πληροφορίες στις οποίες βασίζεται ένας οργανισμός κι η κοινωνία μας δεν διακυβεύονται. Εδώ θα περιγράψουμε τα προβλήματα ασφάλειας δικτύων που αναφέρονται περισσότερο στα τοπικά δίκτυα.

1.2. Προβλήματα Ασφάλειας Δικτύων

Κάθε ενέργεια η οποία εκθέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια των πληροφοριών ενός οργανισμού ή φυσικού προσώπου συνιστά μια απειλή ασφάλειας (security threat). Σε ένα περιβάλλον δικτύου υπολογιστών οι απειλές μπορεί να προέρχονται είτε από ενεργούς (active) παρεμβολείς είτε από μη-ενεργούς (passive) παρεμβολείς και μπορούν να διακριθούν σε εσκεμμένες και τυχαίες με σημαντικότερες τις πρώτες. Οι πιο γνωστές εσκεμμένες απειλές που μπορούν να διαταράξουν την ασφάλεια ενός δικτύου είναι οι ακόλουθες :

Μη-εξουσιοδοτημένη χρήση ή μεταμφίεση (masquerade) κατά την οποία επιχειρείται προσπέλαση στα δεδομένα ή στις προσφερόμενες υπηρεσίες του δικτύου από μη

εξουσιοδοτημένους χρήστες. Για την μεταμφίεση του εξουσιοδοτημένου χρήστη ο υποκλοπέας (hacker) προσπαθεί να αποκτήσει με αθέμιτα μέσα κάποιο έγκυρο συνθηματικό (password) για να επιτύχει ταυτοποίηση και συνεπώς πρόσβαση στο δίκτυο.

Μη-ενεργός παρακολούθηση (passive tapping) κατά την οποία απειλείται η εμπιστευτικότητα των ανταλλασόμενων μηνυμάτων στο δίκτυο από μη ενεργούς παρεμβολείς ή ακροακούς της διεξαγόμενης επικοινωνίας. Ο βαθμός της απειλής εξαρτάται και από το μέσο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται. Δηλαδή, στα δίκτυα οπτικής ίνας, η παρεμβολή χωρίς εντοπισμό είναι δυσκολότερη απ' ό,τι στα δίκτυα ομοαξονικού καλωδίου. Ο κίνδυνος μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση κρυπτογραφικών τεχνικών.

Ενεργός παρακολούθηση (active passive) κατά την οποία επιχειρείται τροποποίηση ή διαγωγή των ανταλλασσόμενων μηνυμάτων στο δίκτυο. Αν και ο ενεργός παρεμβολέας μπορεί να εντοπισθεί ευκολότερα από ένα μη-ενεργό θεωρείται πιο επικίνδυνος καθώς μπορεί να προκαλέσει μεγαλύτερη ζημιά στο δίκτυο. Επιπλέον, ένας ενεργός παρεμβολέας μπορεί να παραγάγει δικά του δεδομένα στο δίκτυο ή να ανακατευθύνει τα μηνύματα σύμφωνα με τις δικές του επιθυμίες.

Καταλογισμός ευθύνης (repudiation) όπου ένας εξουσιοδοτημένος χρήστης μπορεί να παρνηθεί την ευθύνη αποστολής ή παραλαβής ενός συγκεκριμένου μηνύματος ή ακόμη να κατασκευάσει ένα μη έγκυρο μήνυμα. Η κατάσταση αυτή παρατηρείται συνήθως όταν η επικοινωνία διεξάγεται μεταξύ δύο οργανισμών (π.χ. ηλεκτρονική μετάδοση δεδομένων, EDI).

Αρνηση εξυπηρέτησης (denial of service) κατά την οποία το δίκτυο δεν ανταποκρίνεται στο απαιτούμενο επίπεδο εξυπηρέτησης και/ή λειτουργικότητας. Η απειλή αυτή μπορεί να προκαλέσει την απώλεια μηνυμάτων, καθυστερήσεις και γενικότερα την ομαλή λειτουργία του οργανισμού. Η πρόκληση ενός τέτοιου κινδύνου μπορεί να είναι είτε από εσκεμμένες είτε από τυχαίες ενέργειες. Φυσικά, μικρές διακοπές της λειτουργίας ενός δικτύου είναι δυνατόν να επιτρέπονται, όμως διακοπές μεγάλης διάρκειας επιτρέπονται μόνο εάν είναι εκ των προτέρων προγραμματισμένες.

Επανάληψη (replay) όπου ένας εξουσιοδοτημένος χρήστης προβαίνει στην επανάληψη ενός μηνύματος με στόχο να θεωρηθεί από τον αποδέκτη του ως πρωτότυπο. Οι επαναλήψεις των μηνυμάτων μπορούν να πραγματοποιηθούν είτε από ελαττωματικό λογισμικό είτε από εσκεμμένες προσπάθειες για παραποίηση των μεταδιδόμενων πληροφοριών. Η επίπτωση μιας τέτοιας απειλής στο τραπεζικό περιβάλλον, κατά την ηλεκτρονική μεταβίβαση χρημάτων (Electronic Fund Transfer / EFT), είναι τεράστια.

Ανάλυση επικοινωνίας (traffic analysis) κατά την οποία παρακολουθείται η μετάδοση των μηνυμάτων στο δίκτυο όχι απαραίτητα για την αποκάλυψη του περιεχομένου τους, καθώς αυτά μπορεί να έχουν κρυπτογραφηθεί, αλλά για τον εντοπισμό της προέλευσής τους ή/και της

αποστολής τους. Επιπλέον, πολλές φορές κατά την ανάλυση της επικοινωνίας επιδιώκεται από τον παρεμβολέα ο καθορισμός της συχνότητας επικοινωνίας των εμπλεκόμενων χρηστών.

Ιοί (Viruses) είναι λογισμικό που σχεδιάζεται για να προκαλέσει προβλήματα στην ομαλή λειτουργία του συστήματος. Οι ιοί μπορούν είτε να καταστρέψουν τα δεδομένα ή να παραποιήσουν την ακεραιότητά τους (Time Bomb, True Viruses, Login Bomb, Trojan Worms). Ο τρόπος λειτουργίας τους είναι η επαναλαμβανόμενη αντιγραφή τους σε σημεία που ήδη βρίσκονται καταχωρημένα άλλα δεδομένα.

Επιπλέον θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η φυσική ασφάλεια ενός δικτύου υπολογιστικών συστημάτων που αναφέρεται στην ασφάλεια των δεδομένων και των υπολογιστικών ποσών του συστήματος από φυσικές καταστροφές που θέτουν, έστω και προσωρινά, εκτός λειτουργίας το δίκτυο ή επιμέρους τμήματά του.

7.3.Βασικές Υπηρεσίες Ασφάλειας Δικτύου

Η υπηρεσία ασφάλειας είναι μια δραστηριότητα η οποία ενισχύει την ασφάλεια ενός πληροφοριακού συστήματος και του δικτύου υπολογιστών μέσω του οποίου υλοποιείται. Από τεχνική άποψη, η παροχή των υπηρεσιών ασφαλείας σε περιβάλλοντα δικτύων υπολογιστών είναι περιπλοκότερη απ' ότι σε απομονωμένα συγκεντρωτικά συστήματα. Επίσης, η ενσωμάτωση διαφόρων τεχνικών μπορεί να έχει αρνητική επίπτωση στην αποδοτικότητα του δικτύου καθώς απαιτείται η κατανάλωση υπολογιστικών πόρων από το σύστημα διαχείρισης των υπηρεσιών ασφαλείας. Γι' αυτόν τον λόγο η εισαγωγή υπηρεσιών ασφαλείας σε ένα δίκτυο πρέπει να γίνεται κατά τρόπο ώστε η επίπτωσή τους στην συνολική του αποδοτικότητα να είναι η ελάχιστη δυνατή.

Οι υπηρεσίες ασφαλείας, που ορίζονται στα πλαίσια του μοντέλου αναφοράς (Open Systems Interconnection – OSI) για τη διασύνδεση ανοικτών συστημάτων είναι : η αυθεντικοποίηση (authentication), ο έλεγχος προσπέλασης (access control), η εμπιστευτικότητα (confidentiality), η ακεραιότητα (integrity) και ο καταλογισμός ευθύνης (non-repudiation). Αν και πολλές από τις υπηρεσίες αυτές μπορούν να παρέχονται στα περισσότερα από τα επτά επίπεδα του μοντέλου αναφοράς OSI, Σχ. , τελευταία υποστηρίζεται ότι οι υπηρεσίες αυτές είναι καλύτερο να παρέχονται στο επίπεδο εφαρμογής.

ΕΠΙΠΕΔΟ (Layer)	ΥΠΗΡΕΣΙΑ
7 Εφαρμογής (Application)	Αυθεντικοποίηση Έλεγχος Προσπέλασης Ακεραιότητα Δεδομένων Εμπιστευτικότητα Δεδομένων Καταλογισμός Ευθύνης
6 Παρουσίασης (Presentation)	Εμπιστευτικότητα Δεδομένων
5 Συνόδου (Session)	-----
4 Μεταφοράς (Transport)	Αυθεντικοποίηση Προσπέλαση Ελέγχου Ακεραιότητα Δεδομένων Εμπιστευτικότητα Δεδομένων
3 Δικτύου (Network)	Αυθεντικοποίηση Προσπέλαση Ελέγχου Ακεραιότητα Δεδομένων Εμπιστευτικότητα Δεδομένων
2 Σύνδεσης Δεδομένων (Data Link)	Αυθεντικοποίηση Προσπέλαση Ελέγχου Ακεραιότητα Δεδομένων Εμπιστευτικότητα Δεδομένων
1 Φυσικό (Physical)	Εμπιστευτικότητα Δεδομένων

Πίνακας 7.1 Βασικές υπηρεσίες ασφάλειας δικτύου

7.3.1 Αυθεντικοποίηση

Η αυθεντικοποίηση έχει ως στόχο την απόδειξη της γνησιότητας μιας οντότητας (χρήστη ή υπολογιστή) έτσι ώστε να παρεμποδίζεται η εμφάνιση μιας οντότητας ως μια άλλη (impersonation). Επιπλέον, με τη διαδικασία της αυθεντικοποίησης μπορεί να εξασφαλιστεί η γνησιότητα ενός μηνύματος.

Γενικά, η αυθεντικοποίηση είναι η βασικότερη υπηρεσία ασφάλειας που μπορεί να προσφέρει ένα δίκτυο υπολογιστών καθώς αυτή παρέχει προστασία έναντι μη εξουσιοδοτημένων προσοληψιών εξασφαλίζοντας την γνησιότητα ενός μηνύματος, τη νομιμότητα ενός χρήστη ή αποστολέα και την εγκυρότητα ενός τερματικού ή υπολογιστή.

Η απλούστερη μορφή αυθεντικοποίησης βασίζεται στην τεχνική των συνθηματικών (passwords). Η τεχνική αυτή χαρακτηρίζεται από πλήθος προβλημάτων όπως η διαδικασία πληκτρολόγησης του συνθηματικού το οποίο εκτίθεται στους παρευρισκόμενους, η καταχώρησή

ου στον υπολογιστή, η επιλογή και διαφύλαξη του από τον ίδιο τον χρήστη. Επιπλέον σε περιβάλλον κατανεμημένης επεξεργασίας όπου ένας χρήστης συνδέεται αρχικά σε έναν υπολογιστή και στη συνέχεια μπορεί να ζητήσει κάποια υπηρεσία από άλλον υπολογιστή, η αποκλοπή του συνθηματικού από έναν παρεμβολέα είναι αρκετά εύκολη.

Οι ισχυρές τεχνικές αυθεντικοποίησης βασίζονται σε κρυπτογραφικά συστήματα και διακρίνονται στην απλή αυθεντικοποίηση (one way) και στην αμοιβαία αυθεντικοποίηση (two ways). Σύμφωνα με την απλή αυθεντικοποίηση ένας χρήστης δικτύου πρέπει να γνωστοποιήσει την ταυτότητά του, στον υπολογιστή που θέλει να χρησιμοποιήσει, έτσι ώστε να του επιτραπεί η προσπέλαση σε αυτόν. Αντίθετα, σύμφωνα με την αμοιβαία αυθεντικοποίηση και οι δύο (χρήστης και υπολογιστής, χρήστης και χρήστης) πρέπει να γνωστοποιήσουν ο ένας στον άλλο τις ταυτότητές τους.

Η αυθεντικοποίηση σε ένα περιβάλλον δικτύων υπολογιστών όπου εμπλέκεται ένας μεγάλος αριθμός χρηστών από διαφορετικούς οργανισμούς, είναι μια αρκετά χρονοβόρα και περίπλοκη διαδικασία.

Έτσι η δημιουργία ενός κέντρου ελέγχου (κέντρου αυθεντικοποίησης) διευκολύνει τη διαδικασία της αυθεντικοποίησης με την παροχή των αναγκαίων πληροφοριών σε κάθε εμπλεκόμενο χρήστη. Ειδικότερα, κάθε χρήστης που επιθυμεί να επικοινωνήσει με οποιαδήποτε οντότητα του δικτύου, εξασφαλίζει τις αναγκαίες πληροφορίες από το κέντρο ελέγχου, το οποίο φέρει την υπευθυνότητα της διαχείρισής τους.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ύπαρξη ενός τέτοιου κέντρου είναι η αποδοχή του από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, καθώς το κέντρο κατέχει και διαχειρίζεται πληροφορίες, η αποκάλυψη ή τροποποίηση των οποίων συνεπάγεται την υπονόμηση του συστήματος ασφαλείας.

Επειδή στην λειτουργία του κέντρου αυθεντικοποίησης εμπλέκεται και ο ανθρώπινος παράγοντας, ο οποίος μπορεί να συντελέσει στην εξασθένηση της ασφάλειας του συστήματος, προτάθηκε τελευταία μερικές από τις αρμοδιότητες του κέντρου να μεταφερθούν στους χρήστες. Η υλοποίηση ενός τέτοιου συστήματος μπορεί να επιτευχθεί με την βοήθεια των έξυπνων καρτών (smart cards) στις οποίες καταχωρούνται μυστικά κλειδιά, αλγόριθμοι και χαρακτηριστικά των χρηστών.

Επιπλέον η μεταφορά αρμοδιοτήτων από το κέντρο προς τους χρήστες συντελεί στην αποσυμφόρηση της επικοινωνίας χρηστών – κέντρου ελέγχου, καθώς τους παρέχει τη δυνατότητα σε πολλές περιπτώσεις να έλθουν σε επικοινωνία απευθείας.

7.3.2 Έλεγχος προσπέλασης

Ο έλεγχος προσπέλασης δικτύων υπολογιστών περιλαμβάνει όλους τους τυπικούς μηχανισμούς ελέγχου που διατίθενται από τα λειτουργικά συστήματα και τα συστήματα βάσεων

εδομένων, καθώς και τις επεκτάσεις των ελέγχων αυτών για την προστασία των συνδέσεων μεταξύ των κόμβων ενός δικτύου και των δεδομένων που διακινούνται μέσω αυτών.

Οι έλεγχοι προσπέλασης στα δεδομένα και τους υπολογιστικούς πόρους του δικτύου πρέπει να περιλαμβάνουν κάποια διαδικασία αυθεντικοποίησης του χρήστη (είτε απλή, είτε σκληρή) που καθορίζεται από το επιθυμητό επίπεδο ασφάλειας.

7.3.3 Εμπιστευτικότητα δεδομένων

Η υπηρεσία εμπιστευτικότητας εγγυάται ότι οι πληροφορίες δεν είναι διαθέσιμες ούτε αποκαλύπτονται στους μη εξουσιοδοτημένους χρήστες και παρέχει μηχανισμούς οι οποίοι προστατεύουν τα μεταδιδόμενα δεδομένα από τους μη-ενεργούς παρεμβολείς. Η έννοια της εμπιστευτικότητας μπορεί να εφαρμοστεί είτε σε ολόκληρο το μήνυμα είτε σε ένα τμήμα του.

Για την εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας των δεδομένων μπορεί ανάλογα με την περίπτωση, να χρησιμοποιηθεί κρυπτογράφηση των δεδομένων με τους ακόλουθους τρόπους : end to end και link to link. Κατά την πρώτη μέθοδο, τα δεδομένα αποστέλλονται κρυπτογραφημένα και αποκρυπτογραφούνται όταν παραληφθούν από τον χρήστη για τον οποίο προορίζονται. Έτσι, τα δεδομένα δεν είναι αναγνώσιμα από τους ενδιάμεσους κόμβους του δικτύου στο βαθμό που η χρησιμοποιούμενη κρυπτογραφική τεχνική είναι ασφαλής.

Κατά την δεύτερη μέθοδο, τα δεδομένα αποστέλλονται κρυπτογραφημένα και αποκρυπτογραφούνται όχι μόνο από τον τελικό τους προορισμό αλλά και σε κάθε ενδιάμεσο κόμβο του δικτύου. Έτσι, είναι δυνατή η αποστολή κρυπτογραφημένων δεδομένων από έναν κόμβο του δικτύου σε έναν άλλο και η ταυτόχρονη κοινοποίησή τους σε όλους τους ενδιάμεσους κόμβους. Εφόσον είναι επιθυμητή κάποια επιλογή των ενδιάμεσων κόμβων του δικτύου στους οποίους θα κοινοποιηθούν τα δεδομένα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός των δύο μεθόδων.

7.3.4 Ακεραιότητα δεδομένων

Η υπηρεσία ακεραιότητας των δεδομένων εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα δεν έχουν αλλάξει ή καταστραφεί από μη εξουσιοδοτημένους χρήστες και είναι συναφής με την αυθεντικοποίηση των δεδομένων. Ειδικότερα οι υπηρεσίες ακεραιότητας και αυθεντικοποίησης των δεδομένων είναι συνήθως απαραίτητες και οι δύο στο πλαίσιο της ασφάλειας δικτύων και χρησιμοποιούν τους ίδιους μηχανισμούς οι οποίοι βασίζονται σε κρυπτογραφικές τεχνικές. Επίσης, ακεραιότητα των δεδομένων μπορεί να εφαρμοστεί είτε σε ολόκληρο το μήνυμα είτε σε επιλεγμένα τμήματά του.

7.3.5 Καταλογισμός ευθύνης

Επιπλέον της αυθεντικοποίησης ενός χρήστη και της ακεραιότητας των δεδομένων που διακινούνται σε ένα δίκτυο υπολογιστών συχνά απαιτείται ο καταλογισμός της ευθύνης για την

αποστολή ή την παραλαβή ενός μηνύματος. Δηλαδή, σε ορισμένες περιπτώσεις είναι απαραίτητο ο αποστολέας (παραλήπτης) ενός μηνύματος να μην μπορεί να απαρνηθεί την ευθύνη αποστολής (παραλαβής) του συγκεκριμένου μηνύματος.

Ένας μηχανισμός αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού του είδους είναι με την χρήση ψηφιακής υπογραφής (digital signature) που υλοποιείται με την βοήθεια κρυπτογραφικών συστημάτων. Ένας άλλος μηχανισμός για τον καταλογισμό ευθύνης είναι η ύπαρξη ενός έμπιστου κέντρου ελέγχου (trusted third party).

7.4 Τεχνικές Υλοποίησης των Υπηρεσιών Ασφαλείας

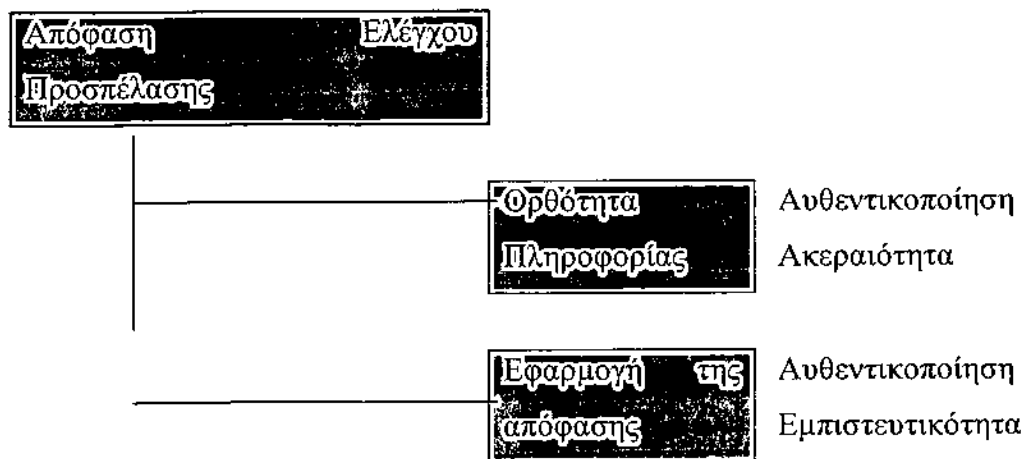
Οι τεχνικές υλοποίησης των υπηρεσιών ασφαλείας σε ένα δίκτυο υπολογιστών είναι ο έλεγχος προσπέλασης, η κρυπτογραφία και η ψηφιακή υπογραφή.

7.4.1 Έλεγχος προσπέλασης

Ο έλεγχος προσπέλασης (Access Control) ορίζεται ως η παρεμπόδιση της χρήσης ενός υπολογιστικού πόρου ή δεδομένων, με μη επιτρεπτό τρόπο από τις οντότητες του συστήματος.

Ο έλεγχος προσπέλασης σχετίζεται άμεσα με τις υπηρεσίες της αυθεντικοποίησης, ακεραιότητας και εμπιστευτικότητας του μηνύματος. Η σχέση αυτή παρουσιάζεται διαγραμματικά στο διάγραμμα 7.2

Ο έλεγχος προσπέλασης είναι αποτελεσματικός όταν αναφέρεται σε ορθή πληροφορία και μπορεί να εφαρμοστεί. Η εφαρμογή του γίνεται με την βοήθεια των υπηρεσιών αυθεντικοποίησης, ακεραιότητας και εμπιστευτικότητας του μηνύματος. Η αυθεντικοποίηση και η ακεραιότητα της πληροφορίας εξασφαλίζουν την ορθότητα της πληροφορίας στην οποία ασκείται ο έλεγχος προσπέλασης ενώ η αυθεντικοποίηση και η εμπιστευτικότητα του μηνύματος στην εφαρμογή του ελέγχου.

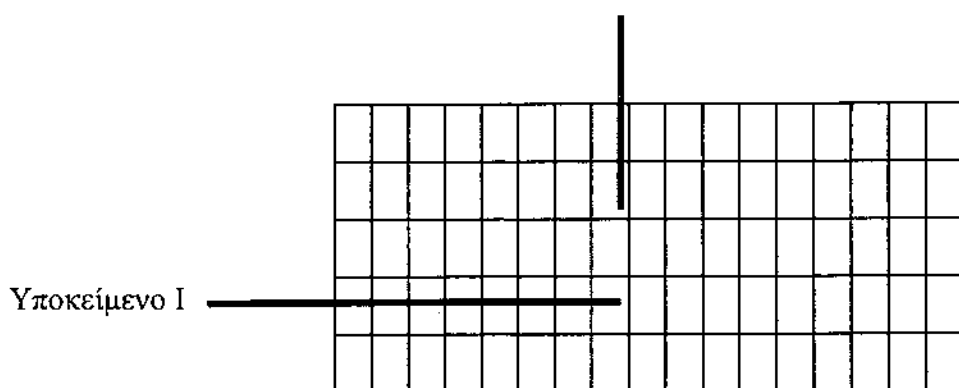


Διάγραμμα 7.2 Σχέση ελέγχου προσπέλασης με τις υπηρεσίες ασφαλείας

Για παράδειγμα, έστω σε ένα δίκτυο ο χρήστης Α επιθυμεί να στείλει ένα μήνυμα στον χρήστη Β χωρίς να μπορεί να επέμβει ο χρήστης Γ. Η εφαρμογή της απόφασης του ελέγχου προσπέλασης σημαίνει ότι ο χρήστης Γ δεν μπορεί να ενημερωθεί για το μήνυμα που ο χρήστης Α στέλνει στον Β. Η εφαρμογή της απόφασης αυτής μπορεί να γίνει με την δημιουργία ενός ασφαλούς διαύλου μεταξύ των χρηστών Α και Β ώστε οι χρήστες που επικοινωνούν να είναι πράγματι αυτοί (αυθεντικοποίηση) και οι μόνοι που γνωρίζουν το μήνυμα (εμπιστευτικότητα του μηνύματος). Όταν ο χρήστης Β παραλάβει το μήνυμα τότε πραγματοποιείται πάλι έλεγχος προσπέλασης σχετικά με το αν ο χρήστης Β μπορεί να είναι ο παραλήπτης. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να επαληθευτεί η ταυτότητα των χρηστών (αυθεντικοποίηση) και εάν το μήνυμα δεν έχει μορφοποιηθεί (ακεραιότητα του μηνύματος).

Ο έλεγχος προσπέλασης υλοποιείται με την βοήθεια ενός πίνακα (λίστα) που κάθε στήλη του αφορά το αντικείμενο του ελέγχου και κάθε γραμμή το υποκείμενο του ελέγχου. Αντικείμενο ελέγχου προσπέλασης ορίζεται κάθε αρχείο, τερματικό, εφαρμογή και κάθε υπολογιστικός πόρος του συστήματος που μπορεί κάθε οντότητα του συστήματος να προσπελάσει. Υποκείμενο του ελέγχου προσπέλασης ορίζεται η κάθε οντότητα (χρήστης, υπολογιστής, εφαρμογή) που έχει την δυνατότητα πρόσβασης. Στο διάγραμμα 7.3 παρουσιάζεται διαγραμματικά ο πίνακας ελέγχου προσπελάσεων (λίστα προσπελάσεων – access list).

Αντικείμενο J



Διάγραμμα 7.3 Λίστα προσπελάσεων

Κάθε στοιχείο (I,J) της λίστας περιγράφει το είδος της προσπέλασης που έχει το υποκείμενο I στο αντικείμενο J καθώς και άλλες σχετικές πληροφορίες. Για παράδειγμα, ένα στοιχείο περιγράφει εάν ο χρήστης έχει την δυνατότητα διαβάσματος, ενημέρωσης ή μορφοποίησης ενός αρχείου, εκτέλεσης μιας εφαρμογής, σύνδεσης με ένα άλλο υπολογιστή ενώ

ως σχετικές πληροφορίες μπορεί να είναι η δυνατότητα αλλαγής του είδους προσπέλασης που έχει.

Επίσης, ο έλεγχος προσπέλασης χωρίζεται σε ελεύθερης βούλησης (discretionary) και υποχρεωτικός (mandatory). Ελεύθερης βούλησης έλεγχος είναι η παροχή των δικαιωμάτων προσπέλασης (access rights) των αντικειμένων του υποκειμένου, σε άλλα υποκείμενα. Αντίθετα, υποχρεωτικός έλεγχος είναι όταν δεν έχει τη δυνατότητα παροχής των δικαιωμάτων του σε τρίτους.

Μια άλλη μορφή ελέγχου προσπέλασης είναι οι ετικέτες ασφαλείας (security labels).

Κάθε υποκείμενο και αντικείμενο του συστήματος έχει ετικέτα ασφαλείας που εκφράζει :

Η ετικέτα αντικειμένου, τη σημαντικότητα του αντικειμένου μέσα στο σύστημα.

Η ετικέτα υποκειμένου, την αξιοπιστία του υποκειμένου μέσα στο σύστημα.

Συνεπώς ένα υποκείμενο για να έχει πρόσβαση σε ένα αντικείμενο θα πρέπει ο βαθμός αξιοπιστίας του υποκειμένου να ικανοποιεί τη σημαντικότητα του αντικειμένου.

7.4.2 Κρυπτογραφία

Η κρυπτογραφία σχετίζεται με την τροποποίηση ενός κειμένου από την αρχική μορφή του σε κωδικοποιημένη και την επαναφορά του από κωδικοποιημένη μορφή στην αρχική, έτσι ώστε να μπορεί να μεταφερθεί χωρίς να υπάρχει τρόπος να μορφοποιηθεί. Η κρυπτογραφία χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς και αποτελεί βασικό μηχανισμό για την ανάπτυξη ενός αποτελεσματικού συστήματος ασφάλειας. Σε αντίθεση με την κρυπτογραφία, κρυπτανάλυση ονομάζεται η τεχνική της εύρεσης του αλγόριθμου που χρησιμοποιείται σε ένα κρυπτογραφικό σύστημα για να κωδικοποιεί και αποκωδικοποιεί τα δεδομένα.

Σε ένα κρυπτογραφικό σύστημα ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται ο σκοπός του δεν είναι πάντα ο ίδιος. Ορισμένα συστήματα χαρακτηρίζονται επιτυχημένα επειδή ο χρόνος που χρειάζεται ένας μη εξουσιοδοτημένος χρήστης για να ανακαλύψει την λειτουργία είναι μεγάλος. Τα συστήματα αυτά ονομάζονται υπολογιστικά ασφαλή κρυπτογραφικά συστήματα (computationally secure system). Υπάρχουν όμως και συστήματα που είναι ανεξάρτητα του χρόνου που έχει στην διάθεσή του ο μη εξουσιοδοτημένος χρήστης και ονομάζονται ασφαλή κρυπτογραφικά συστήματα χωρίς χρονικά όρια (unconditionally secure system). Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι ο τρόπος κωδικοποίησης και αποκωδικοποίησης του μηνύματος. Μερικά χωρίζουν το μήνυμα σε πολύ μικρά μέρη τα οποία κωδικοποιούν ένα προς ένα, ενώ άλλα σε μεγαλύτερα. Το μέγεθος του τμήματος, εάν είναι δηλαδή πολύ μικρό ή μεγάλο, είναι σημαντικό καθώς μια απρόσμενη αλλαγή σε ένα από αυτά δεν επιφέρει μεγάλη αλλαγή στο αποτέλεσμα εάν το μέγεθος είναι μικρό ενώ όταν είναι μεγάλο το τελικό αποτέλεσμα μπορεί να είναι διαφορετικό.

Μέχρι το 1976 τα συστήματα κρυπτογράφησης χρησιμοποιούσαν ένα κλειδί για την κωδικοποίηση και αποκωδικοποίηση του μηνύματος το οποίο ήταν γνωστό μόνο στις δύο οντότητες που ήθελαν να επικοινωνήσουν. Το κύριο χαρακτηριστικό του κλειδιού, το οποίο ονομαζόταν μυστικό κλειδί (secret key), ήταν η μικρή πιθανότητα εύρεσής του από τρίτη οντότητα καθώς περιλάμβανε μεγάλο πλήθος ψηφίων. Το 1976 οι Diffie και Hellman όρισαν ένα νέο σύστημα κρυπτογράφησης το οποίο είχε δύο κλειδιά, το ένα για την κωδικοποίηση και το άλλο για την αποκωδικοποίηση, τα οποία συσχετιζόνταν με μια μαθηματική συνάρτηση. Έτσι δημιουργήθηκαν δύο μεγάλες και βασικές κατηγορίες κρυπτογραφικών συστημάτων : τα συμμετρικά συστήματα (symmetric) ή συστήματα μυστικού κλειδιού (secret key) και τα μη συμμετρικά συστήματα (asymmetric) ή συστήματα δημόσιου κλειδιού.

7.4.3 Ψηφιακή υπογραφή

Η ψηφιακή υπογραφή (Digital Signature) θεωρείται ως το ηλεκτρονικό ισοδύναμο της συμβατικής υπογραφής και είναι μια συμβολοσειρά που προκύπτει από το συνδυασμό των δυαδικών ψηφίων ενός μηνύματος και αυτών ενός μυστικού κλειδιού.

Η ψηφιακή υπογραφή πρέπει να δημιουργείται και να επαληθεύεται εύκολα, ενώ η πλαστογράφησης της να πραγμάτωποιείται με μεγάλη δυσκολία.

Η χρησιμοποίηση της ψηφιακής υπογραφής σε ένα σύστημα ασφάλειας ενός δικτύου είναι απαραίτητη, καθώς παρέχει αυθεντικοποίηση του αποστολέα, εμπιστευτικότητα και ακεραιότητα του μηνύματος. Ο Merkle έχει περιγράψει δύο εφαρμογές που με την βοήθεια των ψηφιακών υπογραφών παρέχουν προστασία λογισμικού.

Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται συμμετρικό κρυπτογραφικό πρωτόκολλο τότε απαιτείται η συμμετοχή ενός τρίτου έμπιστου χρήστη (trusted third party) και δεν παρέχεται αυθεντικοποίηση του αποστολέα. Τα προβλήματα και κίνδυνοι είναι πολλοί όταν η ψηφιακή υπογραφή χαθεί ή κλαπεί. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι η ψηφιακή υπογραφή και τα κρυπτογραφικά πρωτόκολλα έχουν μεγάλη σχέση μεταξύ τους.

7.5 Ασφάλεια Εκτεταμένων Δικτύων

Από τα προηγούμενα προκύπτει ότι η ασφάλεια των δικτύων, ιδιαίτερα των τοπικών (LAN), μπορεί να εξασφαλιστεί με ένα σωστό διαχειριστικό έλεγχο, ο οποίος με κατάλληλες διαδικασίες μπορεί να προστατεύσει τους χρήστες και το ίδιο το τοπικό δίκτυο ως ολότητα. Δεν είμαστε όμως σε θέση να ισχυριστούμε το ίδιο και για την περίπτωση των εκτεταμένων δικτύων (WAN). Και τούτο διότι στις περιπτώσεις αυτές η μετάδοση πληροφοριών γίνεται μεταξύ απομακρυσμένων φορέων ή οργανισμών που συνδέονται μεταξύ τους με δημόσια δίκτυα τα οποία δεν είναι ασφαλή.

Η διείσδυση σε ένα εκτεταμένο δίκτυο μπορεί να επιτευχθεί με κάποιο είδος «τηλεφωνικής κλήσης» και στη συνέχεια με τη χρήση της ταυτότητας (ID) και του συνθηματικού (password) ενός χρήστη να πραγματοποιηθεί η προσπέλαση σε κάποιο υπολογιστικό σύστημα. Επειδή η τεχνική των συνθηματικών δεν παρέχει αρκετή ασφάλεια πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη έμφαση στην σωστή τους διαχείριση και στην περιοδική τους αλλαγή. Επιπλέον, η επιλογή τους πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να καθιστά δυσκολότερη την αποκάλυψή τους κάτι όμως που δεν παρατηρείται συχνά στην πράξη καθώς οι χρήστες έχουν την τάση να επιλέγουν απλά συνθηματικά έτσι ώστε να τα ενθυμούνται εύκολα. Ένας άλλος τρόπος ασφαλούς σύνδεσης είναι η χρησιμοποίηση ειδικά προγραμματισμένων modems με ειδικό προεπιλεγμένο αριθμό κλήσης για κάθε χρήστη. Έτσι, ο χρήστης εισάγει την ταυτότητα και στη συνέχεια το modem αυτόματα καλεί τον καταχωρημένο αριθμό για να επιτευχθεί η σύνδεση στο σύστημα.

Όμως ασφαλέστερη σύνδεση μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση έξυπνων καρτών και τεχνικών κρυπτογράφησης. Σε μια έξυπνη κάρτα μπορούμε να καταχωρήσουμε κάποιο μυστικό κλειδί για την ταυτοποίηση και αυθεντικοποίηση του χρήστη και την κρυπτογράφηση του συνθηματικού ή του μηνύματος πριν την μετάδοσή του στο υπολογιστικό σύστημα στο οποίο επιθυμεί να συνδεθεί. Η εμπιστευτικότητα των διακινούμενων πληροφοριών στα εκτεταμένα δίκτυα εξασφαλίζεται κυρίως με κρυπτογραφικές τεχνικές.

7.6 Ασφάλεια Ψηφιακών Δικτύων Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών

Το ψηφιακό δίκτυο ολοκληρωμένων υπηρεσιών (Integrated Services Digital Network – ISDN) προήλθε από ένα τηλεφωνικό ολοκληρωμένο ψηφιακό δίκτυο, έτσι ώστε να παρέχει end-to-end ψηφιακές συνδέσεις και να υποστηρίζει διάφορες μορφές πληροφοριών (π.χ. ήχο), τις οποίες οι χρήστες μπορούν να προσπελάσουν με την βοήθεια των πρότυπων πολλαπλού σκοπού μέσων επικοινωνίας χρηστών. Ο βασικός σκοπός του ISDN είναι η παροχή μιας ολοκληρωμένης επικοινωνίας με το λιγότερο δυνατό κόστος στο χώρο που χρησιμοποιείται.

Το ISDN έχει τρεις τύπους και χρησιμοποιείται από πολλούς κατασκευαστές που έχουν δημιουργήσει διάφορες εκδόσεις του. Τα κύρια πλεονεκτήματά του είναι το μικρό κόστος και η ευελιξία που παρέχει σε κάθε χρήστη. Όμως, η αδυναμία ορισμένων χρηστών να κατανοήσουν τον βασικό σκοπό του ISDN οδήγησε στην άποψη ότι δεν παρέχει σημαντικές υπηρεσίες.

Παρόλα αυτά, η αξιοπιστία, τα προβλήματα λογισμικού (software bugs), η συνδετικότητα (connectivity) και η ασφάλεια είναι τα μελλοντικά και αναγκαία σημεία βελτίωσής του.

Το βασικότερο πρόβλημα ασφάλειας είναι η αναγνώριση της ταυτότητας του αποστολέα μιας τηλεφωνικής γραμμής (Calling Line Identity). Ο παραλήπτης μπορεί να γνωρίζει κάθε φορά από πού προέρχεται το τηλεφώνημα και να το αποδέχεται ή να το απορρίπτει. Όμως, εάν η δυνατότητα αυτή είναι σταθερή και όχι επιλογή του χρήστη, τότε υπάρχει παραβίαση των

προσωπικών δικαιωμάτων του. Άλλο πρόβλημα ασφάλειας είναι τα μέσα σύνδεσης που χρησιμοποιεί το ISDN και που μπορεί να αντιμετωπισθεί με την κρυπτογραφία, τις ψηφιακές υπογραφές και την ανταλλαγή κλειδιών.

Συμπεραίνεται ότι το ISDN όπως και άλλες παρόμοιες μορφές δικτύων (πρότυπα), μπορούν να αποτελέσουν μια ικανοποιητική λύση στο πρόβλημα της ασφάλειας δικτύων, αρκεί να αντιμετωπισθούν τα διάφορα προβλήματα που παρουσιάζουν.

7.7 Προϋποθέσεις Εφαρμογής ενός Συστήματος Ασφάλειας

Στην επιτυχημένη εφαρμογή ενός συστήματος ασφάλειας σε ένα δίκτυο θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ακόλουθες προϋποθέσεις :

Ορισμένοι από τους χρήστες του συστήματος να είναι εξουσιοδοτημένοι. Δηλαδή, το σύστημα να τους θεωρεί αξιόπιστους.

Ορισμένοι υπολογιστικοί πόροι του δικτύου να θεωρούνται, επίσης, αξιόπιστοι.

Να υπάρχουν χώροι μέσα στο δίκτυο που οι μη εξουσιοδοτημένοι χρήστες να μην μπορούν να επέμβουν.

Οι παραπάνω προϋποθέσεις είναι απαραίτητες για να μπορούν οι κατασκευαστές του συστήματος ασφαλείας να καθορίσουν ποια είναι τα σημεία του δικτύου που μπορεί να υπάρχει επέμβαση, από ποιον και με ποια μορφή.

Για την υλοποίηση ενός συστήματος ασφαλείας σε ένα δίκτυο υπολογιστικών συστημάτων θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ακόλουθα (trade offs) :

Η υψηλή απόδοση του συστήματος σε σχέση με την απλότητα της αρχιτεκτονικής του συστήματος.

Η προσαρμοστικότητα του πρωτοκόλλου σε σχέση με την ακριβή απόδοση του μοντέλου αναφοράς OSI.

Το απαιτούμενο συνολικό κόστος σε σχέση με το ρόλο της ασφάλειας που παρέχεται από το σύστημα.

Οι περιορισμοί στη μετάδοση των δεδομένων σε σχέση με την ευχέρεια διαχείρισης και υποστήριξης του συστήματος.

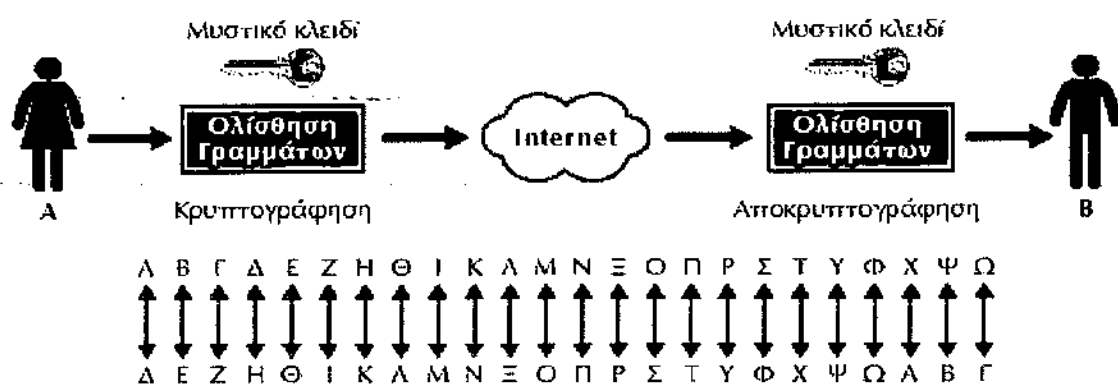
Ο περιορισμός των δυνατοτήτων σύνδεσης των χρηστών στο δίκτυο σε σχέση με το βαθμό ασφάλειας του δικτύου.

7.8 Τεχνικές ασφάλειας.

Στη συνέχεια, θα παρουσιάσουμε κάποιες βασικές τεχνικές ασφάλειας των πληροφοριών σε δίκτυο ηλεκτρονικών υπολογιστών. Πρέπει να σημειώσουμε ότι ο τομέας της ασφάλειας δεδομένων σε καταναμημένο πληροφοριακό σύστημα είναι από τους πλέον εξελισσόμενους και υπάρχει συνεχής παρουσίαση νέων προϊόντων σε θέματα ασφάλειας από τις εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον χώρο αυτό.

• **Συμμετρική Κρυπτογράφηση**

Η συμμετρική κρυπτογράφηση πολλές φορές αναφέρεται και ως κρυπτογράφηση συμμετρικού κλειδιού. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κύρια για την εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας των μεταδιδόμενων πληροφοριών πάνω από ένα κανάλι επικοινωνίας.



Σχήμα 7.1 Συμμετρική κρυπτογράφηση

Στην περίπτωση που οι δύο χρήστες ο Α και ο Β θέλουν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με ασφάλεια, θα πρέπει και οι δυο να συμφωνήσουν στη χρησιμοποίηση του ίδιου αλγόριθμου κρυπτογράφησης, καθώς επίσης και στη χρήση κοινού κλειδιού.

Πολύ απλοϊκός αλγόριθμος κρυπτογράφησης είναι ο Caesar Cipher, που, όπως φαίνεται στο σχήμα, αντικαθιστά το κάθε γράμμα του αλφαβήτου σε ένα μήνυμα με ένα άλλο γράμμα μερικές θέσεις πιο κάτω στο αλφάβητο. Ο αλγόριθμος ολισθαίνει τα γράμματα προς τα αριστερά, όταν κρυπτογραφεί κάποιο μήνυμα, ενώ προς τα δεξιά, όταν πρόκειται να αποκρυπτογραφήσει ήδη κρυπτογραφημένο μήνυμα. Στο σχήμα ο συμφωνημένος αριθμός ολίσθησης στο αλφάβητο από τους χρήστες Α και Β είναι τρία γράμματα. Εύκολα καταλαβαίνουμε ότι, εάν κάποιος δει το κρυπτογραφημένο μήνυμα και γνωρίζει τον αλγόριθμο, θα μπορέσει σχετικά εύκολα να αποκρυπτογραφήσει το μήνυμα και αυτό γιατί ο αλγόριθμος, που προαναφέραμε, δεν είναι ιδιαίτερα σύνθετος.

Υπάρχουν προγράμματα, που προσπαθούν να αποκρυπτογραφήσουν μήνυμα, δοκιμάζοντας αρκετούς αλγόριθμους. Εάν ο αλγόριθμος είναι περίπλοκος, το σπάσιμο του ακόμα και με σύγχρονους υπολογιστές με μεγάλη υπολογιστική ισχύ, απαιτεί πολύ χρόνο, ακόμα και χρόνια, οπότε και η αποκάλυψη της πληροφορίας να μην έχει πλέον νόημα. Έχουν αναπτυχθεί πολλοί αλγόριθμοι κρυπτογράφησης, που στηρίζονται σε σύνθετη λογική και περίπλοκους μαθηματικούς συνδυασμούς. Πολλοί αλγόριθμοι μάλιστα, δεν είναι επαρκώς τεκμηριωμένοι, ενώ άλλοι δεν είναι καταχωρημένοι στη βιβλιογραφία, επειδή προσΓατεύονται ως κρατικά μυστικά. Είναι συνηθισμένο από χώρες, που έχουν αναπτύξει αλγόριθμους, να μην επιτρέπουν στις εταιρείες, που τους έχουν ενσωματώσει στη λειτουργία των προϊόντων τους, να εξάγουν στην πλήρη έκδοση τους σε άλλες χώρες, χωρίς την έκδοση σχετικής άδειας. Μερικοί από τους πλέον διαδεδομένους αλγόριθμους κρυπτογράφησης είναι το Πρότυπο Κρυπτογράφησης Δεδομένων (Data Encryption Standard, DES), ο 3DES (triple DES) και ο Διεθνής Αλγόριθμος Κρυπτογράφησης Δεδομένων (International Data Encryption Algorithm, IDEA.). Οι αλγόριθμοι αυτοί δέχονται ως είσοδο μηνύματα των 64 bits. Εάν το μήνυμα έχει μεγαλύτερο μήκος, θα πρέπει να σπάσει σε τμήματα των 64 bits. Όπως αναφέραμε η μέθοδος της συμμετρικής κρυπτογράφησης προσφέρει κυρίως εμπιστευτικότητα στην επικοινωνία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την αυθεντικότητα και ακεραιότητα, αλλά όπως θα δούμε στη συνέχεια, υπάρχουν άλλες καλύτερες τεχνικές για τους σκοπού αυτούς. Πρόκληση αποτελεί η συχνή αλλαγή του χρησιμοποιούμενου κλειδιού καθώς, επίσης και η δημιουργία και η διανομή του κλειδιού με χρήση μη έμπιστου δικτύου, όπου ελλοχεύει ο κίνδυνος υποκλοπής του. Γίνονται πάντως προσπάθειες για την ανάπτυξη τεχνικών για διανομή του κλειδιού με χρήση μη έμπιστου δικτύου, με πιο γνωστό τον αλγόριθμο Diffie-Helman.

• Ασυμμετρική Κρυπτογράφηση

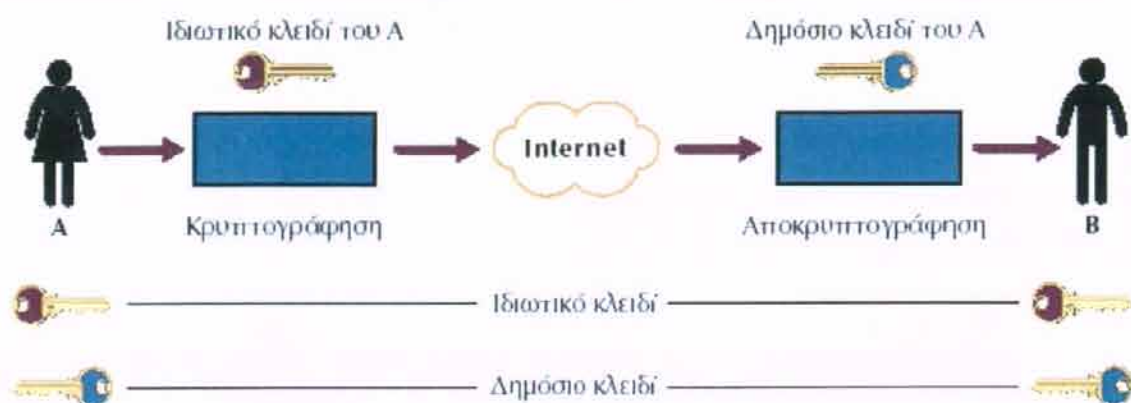
Η ασυμμετρική κρυπτογράφηση αναφέρεται, πολλές φορές, και ως κρυπτογράφηση δημοσίου κλειδιού. Ο μηχανισμός της βασίζεται στην χρήση δύο κλειδιών, ενός δημοσίου κλειδιού και ενός ιδιωτικού. Πρέπει να διευκρινίσουμε, ότι οι αλγόριθμοι ασυμμετρικής κρυπτογράφησης λειτουργούν με τη χρήση δύο διαφορετικών κλειδιών ανά κατεύθυνση και για τον λόγο αυτό ονομάζεται και ασυμμετρική.

Μερικές από τις πιο κοινές χρήσεις της ασυμμετρικής κρυπτογράφησης είναι:

η εξασφάλιση εμπιστευτικότητας στη μεταδιδόμενη πληροφορία

η εξασφάλιση αυθεντικότητας

Για να καταλάβουμε, πως διασφαλίζεται η εμπιστευτικότητα και η αυθεντικότητα με τη χρήση της ασυμμετρικής κρυπτογράφησης, θα αναλύσουμε βήμα προς βήμα την επικοινωνία μεταξύ του Α και του Β.

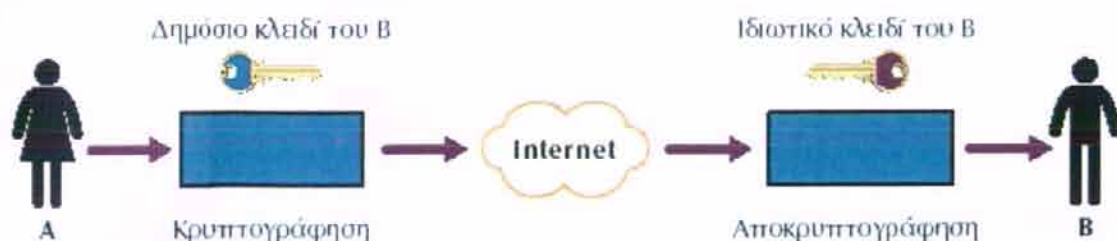


Σχήμα 7.2 Ασυμμετρική κρυπτογράφηση

Εάν δύο άτομα ο Α και ο Β, θέλουν να επικοινωνήσουν, χρειάζεται πρώτα από όλα να έχει ο καθένας από ένα διαφορετικό ζευγάρι δημόσιο / ιδιωτικό κλειδί.

Επίσης, θα πρέπει ο καθένας να είναι γνώστης του δημοσίου κλειδιού του άλλου. Πρέπει να σημειώσουμε ότι η πληροφορία κρυπτογραφείται με το δημόσιο κλειδί και αποκρυπτογραφείται με το ιδιωτικό ή το αντίστροφο. Εδώ πάλι υπάρχει ζήτημα σχετικά με τον τρόπο, που θα μοιραστούν τα δημόσια κλειδιά πάνω από ένα μη ασφαλές δίκτυο.

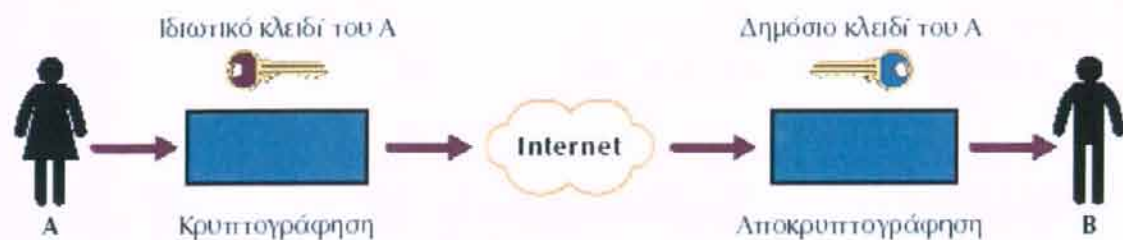
Εάν ο Α θέλει να εξασφαλίσει την εμπιστευτικότητα των δεδομένων, που θα στείλει προς τον Β, δηλαδή να εξασφαλίσει ότι μόνο ο Β θα μπορεί να καταλάβει το περιεχόμενο του μηνύματος, τότε θα κρυπτογραφήσει το μήνυμα, που πρόκειται να μεταδώσει με το δημόσιο κλειδί του Β.



Σχήμα 7.3 Ασυμμετρική κρυπτογράφηση

Με τον τρόπο αυτό, έχουμε εξασφαλίσει ότι μόνο ο Β θα μπορέσει να αποκρυπτογραφήσει το μήνυμα κάνοντας χρήση του ιδιωτικού του κλειδιού, που γνώστης του είναι βέβαια μόνο ο Β.

Στη συνέχεια, θα δούμε με ποιόν τρόπο μπορεί να εξασφαλισθεί η αυθεντικότητα στην επικοινωνία μεταξύ του Α και Β. Για παράδειγμα, πως ο Β θα είναι σίγουρος ότι το μήνυμα έχει σταλεί από τον Α και όχι από κάποιον, που προσποιείται ότι είναι ο Α.



Σχήμα 7.4 Ασυμμετρική κρυπτογράφηση

Εάν ο Α κρυπτογραφήσει το μήνυμα με το ιδιωτικό του κλειδί, τότε ο Β θα μπορέσει να το αποκρυπτογραφήσει κάνοντας χρήση του δημοσίου κλειδιού του Α. Εάν η αποκρυπτογράφηση είναι επιτυχής τότε ο Β ξέρει ότι ο Α είναι αυτός που του έστειλε το μήνυμα, αφού μόνο αυτός έχει το ιδιωτικό κλειδί.

Από όσα έχουμε αναφέρει, γίνεται αντιληπτό, ότι η ασυμμετρική κρυπτογράφηση στηρίζεται στο ότι τα ιδιωτικά κλειδιά είναι γνωστά από τους πραγματικούς τους κατόχους και ότι δεν έχουν διαρρεύσει σε άλλα άτομα. Για να αποφευχθούν προβλήματα κλοπής των κλειδιών, που είναι αποθηκευμένα στα λειτουργικά συστήματα των υπολογιστών, έχουν αναπτυχθεί τεχνικές, που κάνουν χρήση έξυπνων καρτών.

Οι μηχανισμοί παραγωγής των ζευγαριών δημοσίου / ιδιωτικού κλειδιού είναι σύνθετοι και οδηγούν στη δημιουργία δύο πολύ μεγάλων τυχαίων αριθμών. Η δημιουργία αυτή απαιτεί μεγάλη υπολογιστική ισχύ και πρέπει να τηρείται η εκπλήρωση αυστηρών μαθηματικών κριτηρίων.

Μερικοί από τους πιο κοινούς αλγόριθμους ασυμμετρικής κρυπτογράφησης είναι RSA (Rivest, Shamir, Adelman) και ElGamal.

- **Ψηφιακές υπογραφές**

Η ψηφιακή υπογραφή είναι σύνοψη μηνύματος η οποία προσκολλάται στο τέλος ηλεκτρονικού εγγράφου. Η ψηφιακή υπογραφή χρησιμοποιείται κύρια για την απόδειξη της ταυτότητας του αποστολέα καθώς και για την ακεραιότητα των δεδομένων.

Οι ψηφιακές υπογραφές προκύπτουν από το συνδυασμό αλγόριθμου κατατεμαχισμού και ασυμμετρικής κρυπτογραφίας. Οι αλγόριθμοι κατατεμαχισμού δέχονται συνήθως ως είσοδο μηνύματα τυχαίου μήκους και παράγουν συνόψεις μηνύματος συγκεκριμένου μήκους. Οι πλέον

αδεδομένοι αλγόριθμοι κατατεμαχισμού είναι: Message Digest 4 (MD4), Message Digest 5 (MD5), και Secure Hash Algorithm (SHA).

Στη συνέχεια, θα δούμε πως δημιουργείται η ψηφιακή υπογραφή και πως αυτή με τη σειρά της εξασφαλίζει την αυθεντικότητα και την ακεραιότητα, στην επικοινωνία μέσω του δικτύου δύο χρηστών, του Α και Β. Πρώτα από όλα, θα πρέπει οι Α και Β να συμφωνήσουν σε έναν αλγόριθμο δημοσίου κλειδιού (π.χ. τον Digital Signature Standard) και σε έναν αλγόριθμο κατατεμαχισμού (π.χ. MD5). Θα πρέπει, επίσης, να έχουν δημιουργήσει οι Α και Β το ζευγάρι δημόσιου / ιδιωτικού κλειδιού και να ανταλλάξουν τα δημόσια κλειδιά τους. Ας υποθέσουμε, στη συνέχεια, ότι ο Α θέλει να στείλει έγγραφο στον Β κάνοντας χρήση ψηφιακής υπογραφής, θα πρέπει ο Α να βάλει ως είσοδο στον αλγόριθμο κατατεμαχισμού το έγγραφο και να παράγει το message digest. Στη συνέχεια θα πρέπει να κρυπτογραφήσει το message digest με το ιδιωτικό του κλειδί. Το αποτέλεσμα της κρυπτογράφησης του message digest είναι η ψηφιακή υπογραφή του Α για το συγκεκριμένο έγγραφο και τίθεται στο τέλος του αρχικού εγγράφου. Στην συνέχεια, ο Α αποστέλλει το αρχικό μήνυμα μαζί με την ψηφιακή υπογραφή στον Β. Με την σειρά του, ο Β παίρνει το κρυπτογραφημένο μέρος και θα το αποκρυπτογραφήσει με το δημόσιο κλειδί του Α. Το αποτέλεσμα της αποκρυπτογράφησης είναι το message digest του εγγράφου. Στη συνέχεια, ο Β θα πάρει το αρχικό έγγραφο και θα το περάσει από τον αλγόριθμο κατατεμαχισμού και θα παράγει message digest, το οποίο θα συγκρίνει, εάν είναι το ίδιο με το message digest που προέκυψε από την αποκρυπτογράφηση. Εάν τα δυο message digest είναι ίδια, ο Β μπορεί να είναι βέβαιος, ότι το μήνυμα έχει σταλεί από τον Α αφού μπόρεσε να κάνει αποκρυπτογράφηση με το δημόσιο κλειδί του Α και ότι το έγγραφο δεν έχει υποστεί αλλαγές από τρίτους κατά την αποστολή, αφού τα δυο message digest είναι τα ίδια.

4.9 Τεχνολογίες ασφάλειας

Όπως αναφέραμε, υπάρχει πληθώρα τεχνικών, που προσπαθούν να εξασφαλίσουν λύσεις για τα βασικά στοιχεία που συνθέτουν πολιτική ασφάλειας. Ταυτόχρονα, στην αγορά κυκλοφορούν πολλά προϊόντα ασφάλειας. Επιγραμματικά θα αναφερθούμε ορισμένες από τις πιο δημοφιλείς λύσεις για την εμπιστευτικότητα των δεδομένων και την πιστοποίηση των χρηστών:

• Διαθερά passwords και passwords μιας χρήσης για πιστοποίηση χρηστών

• SSL / SSH / SOCKS - συστήματα κρυπτογράφησης δεδομένων για την εξασφάλιση της ακεραιότητας και εμπιστευτικότητας των δεδομένων

• Radius / tacacs - συστήματα για πιστοποίηση dial up χρηστών και εκχώρηση συγκεκριμένων δικαιωμάτων

• PAP / CHAP - συστήματα για πιστοποίηση δικτυακών συσκευών αλλά όχι χρηστών σε συνδέσεις point to point

SINGLE SIGN ON - βασίζεται σε πιστοποιήσεις ενός παράγοντα. Είναι συνήθως, λιγότερο ασφαλές από τη χρήση πολλαπλών passwords

Κέρβερους - κρυπτογράφηση για τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας των δεδομένων και πιστοποίηση χρηστών

IPsec (IP security) – Το internet protocol security είναι αναπτυσσόμενο πρότυπο για ασφάλεια στο επίπεδο του δικτύου. Προηγούμενες προσεγγίσεις ασφάλειας εστιάζονταν στο επίπεδο της εφαρμογής με βάση το OSI μοντέλο.

Το IPSEC παρέχει δύο επιλογές ασφάλειας:

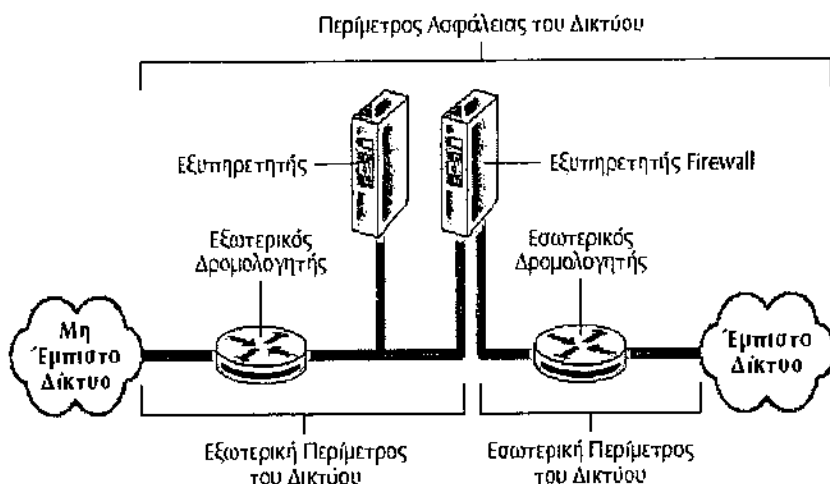
Αυθεντικότητα της Επικεφαλίδας των Ip πακέτων, όπου παρέχεται η δυνατότητα αυθεντικοποίησης του αποστολέα των πακέτων

ESP (Encapsulation security Payload), όπου υποστηρίζει την αυθεντικότητα τόσο της επικεφαλίδας των πακέτων όσο και των δεδομένων.

Το IPsec είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για δίκτυα VPN καθώς επίσης και για χρήστες που συνδέονται στο δίκτυο με χρήση επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών.

7.9.1 Firewall

Με την έννοια firewall αναφερόμαστε στο σύνολο των προγραμμάτων / φίλτρων, που έχουμε εγκαταστήσει σε πύλες (σημεία σύνδεσης) του εσωτερικού μας δικτύου με άλλα δίκτυα, π.χ το ιδιωτικό / δημόσιο δίκτυο, που δεν ελέγχονται από εμάς. Οι συσκευές που εγκαθίστανται στα προγράμματα/ φίλτρα και συνθέτουν ένα firewall, είναι δρομολογητές και εξυπηρετητές ειδικοί για τον σκοπό αυτόν.



Σχήμα 7.5 Firewall

Στο παραπάνω Σχήμα βλέπουμε διαχωρισμό του εσωτερικού δικτύου επιχείρησης με τα υπόλοιπα δίκτυα με την βοήθεια αρχιτεκτονικής βασισμένης σε δρομολογητές και εξυπηρετητές. Οι χρήστες, που βρίσκονται στο τμήμα του δικτύου ευρείας περιοχής πίσω από τον εσωτερικό δρομολογητή, θεωρούμε, ότι ανήκουν στο λεγόμενο έμπιστο δίκτυο αφού συνδέονται άμεσα σε δομή που ελέγχεται, διαχειρίζεται και γενικότερα διέπεται από κανόνες ασφάλειας, που καθορίζονται πλήρως από την επιχείρηση, που κατέχει το δίκτυο. Αντίθετα, το τμήμα του δικτύου ευρείας περιοχής, που συνδέεται στον εξωτερικό δρομολογητή ονομάζεται μη έμπιστο δίκτυο. Η επιχείρηση δεν διαχειρίζεται χρήστες, που ανήκουν στο μη έμπιστο δίκτυο, δηλαδή δεν διέπονται από τις ίδιες διαδικασίες ελέγχου αυθεντικότητας με τους χρήστες του εσωτερικού δικτύου.

Στην παραπάνω τοπολογία, το firewall δημιουργείται από φίλτρα στους δύο δρομολογητές καθώς και από προγράμματα στον firewall server. Με τους κανόνες, που έχουμε επιβάλει στο firewall, μπορούμε να επιτρέψουμε την πρόσβαση από τα μη έμπιστα δίκτυα προς συγκεκριμένους εξυπηρετητές του εσωτερικού μας δικτύου, καθώς επίσης και το είδος των εφαρμογών που επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουν οι μη έμπιστοι χρήστες για να συνδέθουν σε αυτούς. Για παράδειγμα μπορούμε να επιτρέψουμε πρόσβαση σε συγκεκριμένες IP διευθύνσεις του εσωτερικού δικτύου και με συγκεκριμένα πρωτόκολλα, όπως HTTP, ενώ προσπάθειες σύνδεσης με άλλα πρωτόκολλα όπως telnet, ftp κ.λ.π να απορρίπτονται από το firewall. Το φιλτράρισμα των πρωτοκόλλων γίνεται με βάση τον αριθμό πόρτας που χρησιμοποιούν στην TCP/IP δομή. Στη συνέχεια, firewall εξετάζει τις επικεφαλίδες των πακέτων από τα μη έμπιστα δίκτυα προς τα έμπιστο δίκτυο, ανιχνεύοντας και απορρίπτοντας άμεσα τα πακέτα με προορισμούς προς απαγορευμένες TCP πόρτες και IP διευθύνσεις. Υπάρχουν αρκετές αρχιτεκτονικές στην τοπολογία διασύνδεσης δρομολογητών και εξυπηρετητών, που συνθέτουν ένα firewall. Ανάλογα με την πολυπλοκότητα της τοπολογίας τόσο πιο δύσκολη είναι η παραβίαση της ασφάλειας του εσωτερικού δικτύου επιχείρησης.

7.9.2 Αποφυγή καταστροφών

Κάθε επιχείρηση που έχει αναπτύξει πληροφοριακό σύστημα και βασίζει την λειτουργία της στην εύρυθμη και απρόσκοπτη λειτουργία του πληροφοριακού συστήματος της, θα πρέπει να είναι σε ετοιμότητα να αντιμετωπίσει προβλήματα μικρά ή μεγάλα, που πιθανόν θα προκύψουν.

Τα προβλήματα ενός μοντέρνου και καταναμημένου πληροφοριακού συστήματος δεν περιορίζονται μόνο στις βλάβες του ενεργού ή παθητικού εξοπλισμού, αλλά συμπεριλαμβάνουν και δυσλειτουργίες των λειτουργικών συστημάτων, των πρωτοκόλλων επικοινωνίας καθώς και των ίδιων των δεδομένων. Τα προβλήματα μπορεί να προέρχονται από συνηθισμένες αστοχίες του εξοπλισμού ενεργού ή παθητικού (π.χ αστοχία σκληρού δίσκου, κάψιμο τροφοδοτικού), από

ακές ρυθμίσεις - προγραμματισμούς, από εγγενείς δυσλειτουργίες του εξοπλισμού ή λογισμικού (π.χ. bugs), από φυσικές καταστροφές (π.χ. πλημμύρες, σεισμούς) αλλά και από κακόβουλες ενέργειες (π.χ. επιθέσεις από χάκερ, ή τρομοκρατικές επιθέσεις). Μια επιχείρηση, που σέβεται τους πελάτες της αλλά και το όνομα της, θα πρέπει να είναι σε θέση να αντεπεξέλθει στα προβλήματα, ανεξάρτητα από το μέγεθος και την προέλευση τους, στον ελάχιστο δυνατό χρόνο και με τις λιγότερες συνέπειες, τόσο για την ίδια την εταιρεία όσο και για τους πελάτες της. Για παράδειγμα φανταστείτε τι πλήγμα είναι για την αξιοπιστία μίας τράπεζας ή μιας χρηματοπιστωτικής εταιρείας η μη εξυπηρέτηση των πελατών της, λόγω τεχνικών προβλημάτων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Από όλα όσα έχουμε αναφέρει, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα, ότι είναι απαραίτητη η ύπαρξη σχεδίων αποφυγής καταστροφών.

Στο σημείο αυτό, θα αναφερθούμε σε κάποιες έννοιες που σχετίζονται άμεσα με το σχεδιασμό της αποφυγής καταστροφών πληροφοριακού συστήματος:

Ανάκαμψη (RECOVER). Η αποκατάσταση της λειτουργίας πληροφοριακού συστήματος σε επιθυμητό επίπεδο μετά από κάποιο δυσλειτουργία.

Σχεδίο Συνεχείας. Η σαφής και πλήρης περιγραφή των ενεργειών που θα πραγματοποιηθούν, ώστε να επιτευχθεί ανάκαμψη μετά από σοβαρή παραβίαση.

Εφεδρικό Αντίγραφο Πληροφοριών. Η τήρηση αντιγράφου των πληροφοριών, που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να επιτευχθεί ανάκαμψη. Θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι απαραίτητη για ανάκαμψη πληροφοριακού συστήματος σε μηδέν χρόνο, δηλαδή στην ουσία να μην σταματά ποτέ η λειτουργία του, συνεπάγεται κλωνοποίηση δομής του δικτύου δύο ή ίσως και παραπάνω φορές. Αυτό, όσο και να φαίνεται υπερβολικό, συμβαίνει σε επιχειρήσεις, που βασίζουν την παροχή υπηρεσιών σε πελάτες εξολοκλήρου στο πληροφοριακό τους σύστημα. Αυτό, βέβαια, συνεπάγεται για την επιχείρηση πολύ υψηλό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης.

Μια επιχείρηση πρέπει να προβεί στη διαβάθμιση της κρισιμότητας των επιμέρους στοιχείων, που συνθέτουν το πληροφοριακό της σύστημα. Με βάση την ανάλυση των κινδύνων που θα προκύψουν, σε περίπτωση καταστροφής κάποιων βαθμίδων του πληροφοριακού συστήματος, θα πρέπει να ληφθούν και τα αντίστοιχα μέτρα προστασίας. Τα περισσότερα πληροφοριακά συστήματα, σήμερα, είναι κατανεμημένα και οι εφαρμογές τους κάνουν χρήση της αρχιτεκτονικής client-server. Στις περιπτώσεις αυτές, το κτίριο με τον κεντρικό υπολογιστή (main site) αποτελεί το πιο κρίσιμο σημείο του συστήματος. Για το λόγο αυτό υπάρχουν πολλοί οργανισμοί που έχουν υλοποιήσει δύο κεντρικά sites, έτσι ώστε σε περίπτωση καταστροφής του ενός αυτόματα να αναλάβει το δεύτερο. Η ύπαρξη δύο site προϋποθέτει δύο κεντρικά σχεδόν ισοδύναμα υπολογιστικά συστήματα, καθώς και την κατάλληλη τηλεπικοινωνιακή υποδομή για την πρόσβαση των διαφόρων κατανεμημένων σημείων με τα δύο κεντρικά site. Επίσης, τα

κεντρικά site θα πρέπει να περιλαμβάνουν πρόβλεψη για επαλληλία των κεντρικών switches, routers καθώς και εναλλακτικότητα στη διασύνδεση των διαφόρων εσωτερικών LAN. Βέβαια πέρα από τις προβλέψεις για την εναλλακτικότητα της δικτυακής υποδομής, θα πρέπει να έχουν καταστρωθεί και σχέδια για αντίστοιχες εφεδρικές λύσεις τόσο για τα συστήματα εξοπλισμού του πληροφοριακού συστήματος όσο και για τις εφαρμογές και τα δεδομένα (π.χ. την πολιτική των back up).

Γενικά, δεν υπάρχει καθιερωμένη συνταγή, για τη μορφή σχεδίου αποφυγής καταστροφών για μια επιχείρηση, αφού αυτό ποικίλει με βάση τη δομή του πληροφοριακού συστήματος, τη σπουδαιότητα του καθώς και το χρηματικό ποσό, που είναι διατεθειμένη να ξοδέψει η επιχείρηση. Το σίγουρο είναι ότι πρόκειται για πολύ σοβαρό έργο, η αναβολή ή ο κακός σχεδιασμός του οποίου μπορεί να αποδειχθεί μοιραίο κάποια στιγμή για την ίδια την επιχείρηση.

ΕΦΑΛΛΙΟ 8**ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ****Επίληψη**

Η αξιολόγηση επενδύσεων σε τεχνολογία πληροφορικής τείνει να αποκτά όλο και μεγαλύτερη σημασία, λόγω του υψηλού κόστους των επενδύσεων αυτών και της αυξανόμενης ανάγκης για αιτιολόγηση και περιορισμό των δαπανών. Η παρούσα εργασία προτείνει μία μεθοδολογία αξιολόγησης επενδύσεων σε πληροφοριακή υποδομή, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στην τεχνολογία των δικτύων υπολογιστών. Η αξιολόγηση βασίζεται τόσο σε οικονομικά κριτήρια (ανάλυση κόστους-οφέλους) όσο και σε τεχνικά (βαθμός ικανοποίησης απαιτήσεων), ενώ λαμβάνει υπόψη της και μη-ποσοτικώς αποτιμώμενα οφέλη. Ως τέτοια, η προτεινόμενη μεθοδολογία, μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για την πρόκριση ή όχι μιας επένδυσης σε τεχνολογία πληροφορικής αλλά και για την επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων υλοποίησης.

Παράδειγμα

Όπως φαίνεται είμαστε ακόμη στο στάδιο της εκμάθησης όσον αφορά το κατάλληλο οικονομικό πλαίσιο αξιολόγησης της επίδρασης επενδύσεων σε πληροφορική. Οι επενδύσεις σε υποδομή για παράδειγμα οι επενδύσεις σε τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, σε βάσεις δεδομένων και στην κεντρική διαχείριση πόρων, σε εργαλεία διαχείρισης δικτύου - είναι μακροχρόνιες, και οι δαπάνες ίσως για την βιοσημότητα ενός οργανισμού, αλλά δύσκολο να αξιολογηθούν.

Σε έρευνα που παρουσιάζεται από τους Hochstrasser και Griffiths αποκαλύπτεται ότι: στην ερώτηση σχετικά με τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για την ανάληψη μιας επένδυσης σε πληροφοριακά συστήματα μόνο το 16% των επιχειρήσεων ανέφεραν ότι βασίζονται σε συγκεκριμένες μεθόδους μέτρησης των πλεονεκτημάτων. Λαμβανομένου υπόψη ότι οι διαδικασίες αξιολόγησης της απόδοσης άλλων τύπων επενδύσεων είναι συνήθως πολύ αυστηρές, το γεγονός αυτό σημαίνει ότι είτε υπάρχει κάτι εν γένει διαφορετικό στην προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση επενδύσεων σε πληροφοριακά συστήματα, είτε η πλειοψηφία των επιχειρήσεων δεν έχει απλά στη διάθεσή της τα κατάλληλα εργαλεία εκτίμησης.

Ενας σχεδόν ίσος αριθμός επιχειρήσεων, 15%, ικανοποιείται με το να στοχεύει στα ίδια επίπεδα επένδυσης με αυτά των ανταγωνιστών. Η λογική πίσω από αυτή την προσέγγιση βασίζεται

την πίστη ότι σε αβέβαιες καταστάσεις, ο ασφαλέστερος δρόμος είναι να ακολουθείς τους άλλους.

Ένα ελαφρώς μεγαλύτερο ποσοστό, 18%, αναθέτει την ευθύνη αιτιολόγησης της επένδυσης στα επιμέρους τμήματα που εμπλέκονται. Η έμφαση σε μια τέτοια διαδικασία αξιολόγησης δίνεται περισσότερο στην τεχνική απόδοση που επιτυγχάνεται και λιγότερο στην απόδοση του αν το σύστημα προσφέρει υπηρεσίες που ικανοποιούν τους συνολικούς επιχειρηματικούς στόχους.

Το δεύτερο μεγαλύτερο ποσοστό, 21%, αναφέρει ότι οι επενδύσεις σε πληροφοριακά συστήματα αιτιολογούνται όχι από την εκτίμηση των εσόδων και των γενικότερων πλεονεκτημάτων, αλλά απλά από το γεγονός ότι η επιχείρηση δε θα μπορούσε να επιζήσει χωρίς τα πληροφοριακά συστήματα..

Η πιο δημοφιλής αιτιολόγηση για την επένδυση σε πληροφοριακά συστήματα ποσοστό 30%, είναι ότι η πληροφοριακά συστήματα βοηθούν τις επιχειρήσεις στο να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Η πρωτοποριακή χρήση πληροφοριακών συστημάτων έχει δώσει τη δυνατότητα σε πολλές εταιρίες να προσφέρουν καλύτερη εξυπηρέτηση στον πελάτη και να βελτιώσουν την ποιότητα των προϊόντων τους.

Σε κάθε περίπτωση, η δυνατότητα αξιολόγησης των επενδύσεων σε πληροφοριακά συστήματα θα συνέβαλε σημαντικά στην καλύτερη λήψη αποφάσεων και στην επιλογή μεταξύ εναλλακτικών εκσυγχρονιστικών λύσεων. Μια τέτοια προσέγγιση υπονοεί ότι η αξιολόγηση δε γίνεται αντιληπτή ως μία εκ-των-υστέρων διαδικασία εκτίμησης η οποία προσφέρει απλά μία ιστορική άποψη, αλλά ως μια διαδικασία που λαμβάνει χώρα πριν την υλοποίηση ενός έργου και μπορεί να βοηθήσει στην επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένα γενικό πλαίσιο αξιολόγησης επενδύσεων σε πληροφοριακά συστήματα και ειδικότερα επενδύσεων σε επικοινωνιακή υποδομή.

1 Γενικό πλαίσιο αξιολόγησης πληροφοριακών συστημάτων

Οι μέθοδοι αξιολόγησης επενδύσεων, ιδιαίτερα όσον αφορά στις επενδύσεις σε τεχνολογία πληροφορικής, θα μπορούσαν να επεκταθούν με τρόπο ώστε να υποστηρίζουν, εκτός από τη βασική επιχειρηματική απόφαση της ανάληψης ή όχι μιας επένδυσης, και την επιλογή μεταξύ εναλλακτικών έργων ή τρόπων υλοποίησης ενός έργου.

Σχεδόν πάντα, ένα έργο δημιουργίας πληροφοριακής υποδομής μπορεί να υλοποιηθεί με διάφορους εναλλακτικούς τρόπους. Ολοι αυτοί οι τρόποι υλοποίησης ικανοποιούν κάποιες δεδομένες απαιτήσεις αλλά διαφέρουν ως προς: α) το βαθμό ικανοποίησης αυτών των απαιτήσεων,

τις δυνατότητες που παρέχουν για μελλοντική επέκταση, γ) το βαθμό υποστήριξης των ρύτερων στόχων του πληροφοριακού συστήματος, και δ) το κόστος υλοποίησης. Με βάση την παρατήρηση αυτή, επιχειρείται η αξιολόγηση ενός έργου πληροφοριακής υποδομής σε δύο διαφορετικά επίπεδα:

1. Σε ένα πρώτο επίπεδο, προσδιορίζονται οι διαφορετικοί τρόποι υλοποίησης/ σχεδιαστικές λύσεις που ικανοποιούν τις προδιαγραφές του συστήματος και αυτές αξιολογούνται ως εναλλακτικές επενδύσεις,
2. Σε ένα δεύτερο επίπεδο, γίνεται σύγκριση της λύσης που προκρίθηκε κατά την πρώτη φάση με τη σημερινή κατάσταση ως προς τη σκοπιμότητα ή όχι ανάληψης της επένδυσης.

Μια δεύτερη προσπάθεια αναφέρεται στην προσέγγιση της αξιολόγησης των εναλλακτικών επενδύσεων όχι μόνο με βάση τα οικονομικά κριτήρια αποτίμησης του κόστους και των ωφελειών αλλά και με βάση τον τεχνικό βαθμό ικανοποίησης των απαιτήσεων και υποστήριξης των επιχειρηματικών στόχων. Πολλά από τα οφέλη, όπως ίσως και ο τελευταίος αυτός τεχνικός βαθμός, είναι δύσκολο να αποτιμηθούν και μπορούν μόνο να προσεγγιστούν ή ακόμη απλά μόνο να καταπρωθούν. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται επίσης στη δυνατότητα επέκτασης που παρέχει η κάθε σχεδιαστική λύση, δυνατότητα που αποκτά ακόμη μεγαλύτερη σημασία στα πλαίσια των γρήγορων τεχνολογικών εξελίξεων και του ταχύτατου ρυθμού απαξίωσης του τεχνολογικού εξοπλισμού.

Η μεθοδολογία που τελικά ακολουθείται για την πρόκριση ή όχι ενός έργου πληροφοριακής υποδομής και την επιλογή μεταξύ των εναλλακτικών τρόπων υλοποίησης περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

1. Προσδιορισμός των εναλλακτικών επενδύσεων, τόσο από την άποψη των διαφορετικών σχεδιαστικών λύσεων όσο και από την άποψη των διαφορετικών τρόπων υλοποίησης αυτών (π.χ. χρήση διαφορετικών τεχνολογιών ή υλικών).

2. Αξιολόγηση των εναλλακτικών επενδύσεων με βάση την κλασσική οικονομική ανάλυση κόστους-οφέλους και με βάση τον τεχνικό βαθμό ικανοποίησης των απαιτήσεων.

Σύγκριση της λύσης που προκρίνεται κατά το στάδιο 2 με τη σημερινή κατάσταση λαμβάνοντας υπόψη τόσο την ανάλυση κόστους-οφέλους και τον τεχνικό βαθμό ικανοποίησης των απαιτήσεων όσο και τα μη-ποσοτικώς αποτιμώμενα οφέλη.

2 Ανάλυση Κόστους-Οφέλους

Οι πιο παραδοσιακές και ευρέως χρησιμοποιούμενες τεχνικές αξιολόγησης επενδύσεων, σε πληροφοριακά συστήματα, χαρακτηρίζονται από μία ανάλυση κόστους-οφέλους βασισμένη σε χρηματικούς όρους. Οι βασικές μέθοδοι περιλαμβάνουν: την περίοδο αποπληρωμής (payback period), το μέσο επιτόκιο απόδοσης (accounting rate of return), τη μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας (net present value, NPV) και τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης (internal rate of return, IRR).

Από τις μεθόδους αυτές, οι δύο πρώτες δε λαμβάνουν υπόψη τους τη χρονική αξία του εσόδου, γι' αυτό και ονομάζονται ατελή κριτήρια. Η περίοδος αποπληρωμής ή επανακτίσεως του εσόδου ορίζεται ως το χρονικό διάστημα που χρειάζεται για να καλυφθεί η αρχική δαπάνη της επένδυσης από τη χρηματική ροή που παράγεται από την επένδυση αυτή, με επιτόκιο ίσο με μηδέν. Το μέσο επιτόκιο απόδοσης ορίζεται ως ο λόγος του μέσου ετήσιου καθαρού εισοδήματος της επένδυσης προς το αρχικό κόστος της επένδυσης ή προς τη μέση λογιστική αξία της επένδυσης.

Η μέθοδος NPV υπολογίζει την παρούσα αξία των χρηματικών ροών της επένδυσης, χρησιμοποιώντας ένα δεδομένο επιτόκιο. Η επένδυση με τη μεγαλύτερη παρούσα αξία είναι αυτή που προκρίνεται. Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR) αντιστοιχεί στο επιτόκιο εκείνο για το οποίο η παρούσα αξία των χρηματικών εισροών της επένδυσης ισούται με την παρούσα αξία των χρηματικών εκροών.

Η μέθοδος NPV μπορεί να θεωρηθεί θεωρητικά ανώτερη από τη μέθοδο IRR, καθώς ο IRR μπορεί να δώσει παραπλανητικά αποτελέσματα κατά τη σύγκριση επενδύσεων διαφορετικού μεγέθους ή διαφορετικού χρονισμού στις χρηματικές ροές. Αυτό μπορεί να συμβεί γιατί το υψηλότερο επιτόκιο (IRR) δεν υποδεικνύει πάντα την υψηλότερη απόδοση σε πραγματικές χρηματικές μονάδες. Μπορεί επίσης να υπάρχουν περισσότερα από ένα επιτόκια για μία επένδυση της οποίας οι καθαρές χρηματικές ροές αλλάζουν από θετικές σε αρνητικές και αντίστροφα σε διάφορες περιόδους. Τέλος, η μέθοδος του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης έμμεσα υποθέτει ότι οι καθαρές χρηματικές εισροές μπορούν να επανεπενδυθούν με το ίδιο επιτόκιο σε διαδοχικές περιόδους, το οποίο είναι μάλλον απίθανο.

Ωστόσο, στην πράξη η μέθοδος του εσωτερικού συντελεστή απόδοσης χρησιμοποιείται περισσότερο από τη μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας στην αξιολόγηση επενδύσεων σε πληροφορική. Οι λόγοι γι αυτό είναι:

είναι ίσως ευκολότερο να γίνεται σύγκριση με βάση επιτόκια απόδοσης παρά με καθαρές παρούσες αξίες,

η μέθοδος της καθαρής παρούσας αξίας υποθέτει ένα επιτόκιο το οποίο είναι ίσως δύσκολο να προσδιοριστεί.

Οι παραπάνω μέθοδοι ανάλυσης κόστους-οφέλους, εξαιτίας της οικονομικής τους διάστασης, χρειάζεται να αντιμετωπιστούν με προσοχή ως προς την αξιολόγηση επενδύσεων σε πληροφορική, καθώς τείνουν να παραλείπουν το σημαντικό πρόβλημα του επιχειρηματικού κινδύνου βασιζόμενες σε χρηματική αξία, μπορεί να παραλείπουν ποσά κόστους και οφέλους που είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν, τα οποία όμως μπορεί να παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αξιολόγηση.

Ο Norton στη μελέτη του συμπεραίνει ότι, σε αναφορά με την πληροφορική, η ανάλυση κόστους-οφέλους αποτελεί μια μικροοικονομική προσέγγιση, η οποία ενθαρρύνει τις επενδύσεις υψηλού επιχειρηματικού κινδύνου και μικρών αποδόσεων, αντιμετωπίζει την εργασία ως έξοδο και η ανάλυση τείνει να είναι στατική και βραχυχρόνια.

Επιπλέον, η φύση της τεχνολογίας πληροφορικής είναι τέτοια ώστε δεν μπορεί να θεωρηθεί απλά ως μία ακόμη επένδυση κεφαλαίου, αλλά ως ένα αναπόσπαστο κομμάτι του επιχειρηματικού σχεδιασμού και των λειτουργιών. Τα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν τη θέση της ΤΠ είναι από τη μία η δυνατότητά της να δημιουργεί νέες ευκαιρίες και να αλλάζει τον τρόπο διεξαγωγής των εργασιών και από την άλλη οι αλλαγές που επιφέρει σε ολόκληρη την οργανωτική δομή [4]. Η αξιολόγηση των επενδύσεων σε ΤΠ θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη αυτή τη διαφορετική διάσταση και τα έμμεσα αποτελέσματα που επέρχονται κάτω από ένα τέτοιο πλαίσιο, όπως αλλαγές στον τρόπο ορισμού των εργασιών, στις μισθολογικές δομές, στο ρόλο της διοίκησης και στην παραδοσιακή διάκριση μεταξύ των λειτουργιών. Προφανώς, οι αλλαγές αυτές είναι δύσκολο να μετρηθούν απόλυτα σε χρηματικούς όρους.

Ακριβώς η αναγνώριση των παραπάνω αδυναμιών οδήγησε -στα πλαίσια της προτεινόμενης μεθοδολογίας- στην υιοθέτηση και άλλων κριτηρίων (π.χ. τεχνικός βαθμός) πέρα από τα

οικονομικά. Επίσης, κατά τον υπολογισμό του κόστους υλοποίησης μιας πληροφοριακής υποδομής προτείνεται να συμπεριλαμβάνονται όσο το δυνατόν περισσότεροι από τους παραπάνω παράγοντες, έσα από τη θεώρηση συνιστωσών κόστους όπως το κόστος αλλαγής της οργανωτικής δομής, το κόστος λειτουργίας του συστήματος κλπ. Συγκεκριμένα, οι ακόλουθες συνιστώσες κόστους αμβάνονται υπόψη:

- Κόστος ανάπτυξης
- Κόστος λειτουργίας-συντήρησης
- Κόστος μετάπτωσης
- Κόστος επέκτασης ή προσαρμογής

Τα παραπάνω μεγέθη κόστους, σε συνδυασμό με τα αποτιμώμενα οφέλη που προκύπτουν από μια πληροφοριακή υποδομή, αποτελούν τις χρηματικές ροές της επένδυσης και χρησιμοποιούνται κατά την ανάλυση κόστους-ωφελειών. Η ειδικότερη μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η μέθοδος της παρούσας αξίας, ως η πλέον ακριβής σε σύγκριση με τις υπόλοιπες μεθόδους που παρουσιάστηκαν. Κατά την εφαρμογή της μεθόδου αυτής, γίνεται η υπόθεση ότι όλα τα ποσά αποπληθωρίζονται με τον ίδιο συντελεστή και έτσι αντιστοιχούν σε σημερινές τιμές των αντίστοιχων στοιχείων. Κάθε μία από τις συνιστώσες κόστους αναλύεται παραπέρα ως ακολούθως:

8.3 Κόστος ανάπτυξης

Το κόστος ανάπτυξης περιλαμβάνει το κόστος αγοράς εξοπλισμού και υλοποίησης της κατάλληλης πληροφοριακής υποδομής. Για την απλοποίηση της διαδικασίας κατά τον υπολογισμό του κόστους αυτού, η φάση της ανάπτυξης διακρίνεται σε επιμέρους *ενέργειες*. Οι ενέργειες αυτές έχουν συγκεκριμένο χρόνο έναρξης και περάτωσης και καθορισμένη χρονική διάρκεια. Το κόστος ανάπτυξης υπολογίζεται χωριστά για κάθε ενέργεια, ως παρούσα αξία όλων των χρηματικών ροών που αυτή συνεπάγεται και αναφορικά με το χρονικό σημείο έναρξής της. Στη συνέχεια, υπολογίζεται η παρούσα αξία της κάθε ενέργειας, με σημείο αναφοράς το χρόνο έναρξης ολόκληρου του έργου, και τα ποσά που προκύπτουν αθροίζονται για να αποτελέσουν την παρούσα αξία ολόκληρου του έργου. Ετσι, για τον υπολογισμό του κόστους ανάπτυξης χρειάζεται να προσδιοριστούν τα ακόλουθα:

- Οι επιμέρους ενέργειες υλοποίησης του έργου, ο χρόνος έναρξης και προαιρετικά ο χρόνος περάτωσης της κάθε μιας.

- Τα υλικά/εργασία που απαιτούνται για την κάθε επιμέρους ενέργεια, με διάκριση των υλικών ως προς τα παθητικά στοιχεία, τα ενεργά στοιχεία, το λογισμικό και το υλικό.
- Ο σχετικός χρόνος απαίτησης του κάθε υλικού/εργασίας αναφορικά με το χρονικό σημείο έναρξης της ενέργειας.

Εστω ότι θέλουμε, για παράδειγμα, να αξιολογήσουμε τη σκοπιμότητα δημιουργίας μιας δικτυακής και ευρύτερης τηλεπικοινωνιακής υποδομής και να επιλέξουμε μεταξύ εναλλακτικών λύσεων. Δεδομένου ότι υπάρχουν πολλές εναλλακτικές υλοποιήσεις μιας συγκεκριμένης κτύωσης, η αξιολόγηση καλύπτει και την επιλογή μεταξύ αυτών. Ας σημειωθεί ότι οι εναλλακτικές υλοποιήσεις αφορούν τόσο διαφορετικές σχεδιαστικές λύσεις (για παράδειγμα, FDDI κτυπο ή ATM) όσο και ποιότητα/ποσότητα υλικών μιας συγκεκριμένης σχεδιαστικής λύσης (για παράδειγμα, αριθμός και δυνατότητες των δρομολογητών). Οι επιμέρους ενέργειες ανάπτυξης της τηλεπικοινωνιακής υποδομής θα μπορούσαν να είναι:

- κατασκευαστικά έργα
- καλωδίωση κορμού
- κατανεμητές (κεντρικοί και ορόφων)
- τερματισμοί κορμού
- κανάλια/τοποθέτηση πριζών
- καλωδίωση πρόσβασης
- τοποθέτηση ενεργών στοιχείων
- προμήθεια και τοποθέτηση τερματικών συσκευών
- σύνδεση, δοκιμαστικές λειτουργίες, έλεγχος

Οι ενέργειες αυτές πρέπει να προσδιοριστούν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας για την υλοποίηση του έργου ανάπτυξης δικτυακής υποδομής. Εστω ότι για την ανάπτυξη ενός έργου τηλεπικοινωνιακής έχουμε τις παρακάτω σχεδιαστικές λύσεις:

- χρήση τεχνολογίας ATM ή FDDI
- δημιουργία ή όχι φυσικού δακτυλίου κατά την καλωδίωση
- χρήση ή όχι ασύρματου δικτύου στα κτίρια κατασκευών

Για κάθε μία από τις ενέργειες που προσδιορίζονται υπολογίζεται ένα ή περισσότερα ποσά κόστους ανάπτυξης, ανάλογα με το αν υπάρχει διαφοροποίηση με βάση τις εναλλακτικές σχεδιαστικές λύσεις. Για παράδειγμα, το κόστος της ενέργειας 'καλωδίωση κορμού' διαφέρει

νάλογα με το αν δημιουργείται φυσικός δακτύλιος ή όχι κατά την καλωδίωση. Στο τέλος υπολογίζεται ένα συνολικό κόστος ανάπτυξης για την κάθε σχεδιαστική λύση, αθροίζοντας τα παραπάνω κόστους των επιμέρους ενεργειών.

4 Κόστος λειτουργίας-συντήρησης

Το κόστος αυτό καλύπτει τα λειτουργικά έξοδα που σχετίζονται με τη λειτουργία της πληροφοριακής υποδομής και το κόστος συντήρησής της. Για την περίπτωση της επικοινωνιακής υποδομής, τα λειτουργικά έξοδα περιλαμβάνουν το κόστος των τηλεφωνικών και άλλων επικοινωνιακών γραμμών, το κόστος συμμετοχής σε δίκτυα κλπ., καθώς επίσης το κόστος εργασίας των ατόμων που ασχολούνται με τη λειτουργία του δικτύου. Το κόστος συντήρησης περιλαμβάνει το κόστος των αναλωσίμων, φθορών και βλαβών καθώς επίσης το κόστος εργασίας των ατόμων που απασχολούνται στη συντήρηση του δικτύου.

Τα παραπάνω έξοδα υπολογίζονται με βάση κάποια συχνότητα πληρωμής (μήνας, έτος κλπ.) και αντιμετωπίζονται ως ληξιπρόθεσμη σειρά πληρωμών. Για κάθε τέτοια σειρά πληρωμών, υπολογίζεται η παρούσα αξία της, με σημείο αναφοράς το χρόνο έναρξης της λειτουργίας. Για το κόστος που προκύπτει, αθροίζοντας όλες αυτές τις παρούσες αξίες, υπολογίζεται και πάλι η παρούσα αξία, με νέο σημείο αναφοράς όμως το χρόνο έναρξης του έργου.

4.5 Κόστος μετάπτωσης

Το κόστος μετάπτωσης ορίζεται ως το κόστος μετάβασης από ένα σύστημα σε ένα άλλο, επεξεργασμένης της ύπαρξης και των δύο συστημάτων. Οι συνιστώσες που το αποτελούν είναι:

Προσαρμοστικές ενέργειες, δηλαδή ενέργειες και εξοπλισμός που απαιτείται για αξιοποίηση του παλαιού συστήματος και ενσωμάτωσή του στο νέο

Εκπαίδευση χρηστών

Αλλαγές στην οργανωτική δομή

Υπηρεσίες Συμβούλου

Το κόστος της πρώτης συνιστώσας είναι ανάλογο του μεγέθους του έργου και κατά συνέπεια της αξίας της επένδυσης. Προφανώς, το κόστος αυτό υπεισέρχεται κατά τη φάση της ανάπτυξης του έργου και διαφέρει μεταξύ των διαφορετικών τρόπων υλοποίησης. Στην περίπτωση των επενδύσεων σε τεχνολογία δικτύων, όπου οι διαφορετικοί τρόποι υλοποίησης αναφέρονται

ορίως σε διαφορετικές σχεδιαστικές λύσεις εγκατάστασης των δικτύων, το κόστος των υπολοίπων υνιστώσων μπορεί να θεωρηθεί το ίδιο για όλες τις σχεδιαστικές λύσεις και λαμβάνει χώρα με την εράτωση του έργου.

6 Κόστος επέκτασης/προσαρμογής σε νέες τεχνολογίες

Η εκτίμηση της δυνατότητας για επέκταση που παρέχεται, ιδιαίτερα κατά την αξιολόγηση εναλλακτικών τρόπων υλοποίησης μιας συγκεκριμένης τεχνολογικής υποδομής, είναι πρώτης σημασίας με δεδομένη την ταχύτατη τεχνολογική εξέλιξη και τους ρυθμούς απαξίωσης στο χώρο της πληροφορικής. Η εκτίμηση της δυνατότητας αυτής, για την κάθε εναλλακτική υλοποίηση, βασίζεται στον υπολογισμό του κόστους που απαιτείται για τη μετάβαση από τη συγκεκριμένη υλοποίηση σε ένα νέο σύστημα. Το σύστημα αυτό αντιστοιχεί σε μία ονομαστική επέκταση, η οποία προσεγγίζεται από τις προβλέψεις επέκτασης για τα επόμενα πέντε, έστω, χρόνια.

Για την περίπτωση και πάλι ενός έργου ανάπτυξης επικοινωνιακής υποδομής, οι προβλέψεις αυτές περιλαμβάνουν εκτιμήσεις για:

- νέες θέσεις εργασίας
- νέες εφαρμογές
- νέες υπηρεσίες/σύνδεση με νέα δίκτυα

Οι δύο τελευταίοι τύποι προβλέψεων αντανακλούν την ανάγκη υιοθέτησης νέων τεχνολογιών υλοποίησης, οι οποίες θα είναι σε θέση να υποστηρίξουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε ταχύτητα, ποιότητα υπηρεσίας και αξιοπιστία.

Για την κάθε εναλλακτική υλοποίηση, υπολογίζεται το κόστος των υλικών που απαιτούνται για υλοποίηση των μελλοντικών προβλέψεων (ονομαστική επέκταση). Για το ποσό που προκύπτει, και το οποίο θεωρείται ότι καταβάλλεται σε 5 χρόνια, υπολογίζεται και πάλι η παρούσα αξία. Το κόστος που τελικά προκύπτει πολλαπλασιάζεται με κάποιο συντελεστή, ο οποίος εκφράζει την ακρίβεια των προβλέψεων και την ακρίβεια εκτίμησης του κόστους επέκτασης (π.χ. πώς γίνεται η μετάβαση από μία δεδομένη σχεδιαστική λύση Α σε μία νέα λύση Β;).

Για την περίπτωση της σημερινής κατάστασης, η οποία θεωρείται ως εναλλακτική «επένδυση» κατά το δεύτερο στάδιο της αξιολόγησης, ο υπολογισμός του κόστους επέκτασης βασίζεται σε δύο υνιστώσες:

Το κόστος της σχεδιαστικής λύσης που έχει τελικά προκριθεί κατά το πρώτο στάδιο της αξιολόγησης αποτελεί την πρώτη συνιστώσα του κόστους επέκτασης της σημερινής κατάστασης. Το κόστος αυτό θεωρείται ότι συμβαίνει σε πέντε χρόνια και, αφού υπολογιστεί η παρούσα αξία του, πολλαπλασιάζεται με ένα συντελεστή (τυπικά μεγάλο π.χ. 90%), ο οποίος εκφράζει την πιθανότητα του να συμβεί.

Η δεύτερη συνιστώσα αναφέρεται στο κόστος υλοποίησης της ονομαστικής επέκτασης, το οποίο συμπίπτει με το κόστος επέκτασης της σχεδιαστικής λύσης που προκρίθηκε. Το κόστος αυτό πολλαπλασιάζεται και με τους δύο παραπάνω συντελεστές (αυτών της προκριθείσας σχεδιαστικής λύσης και αυτών της σημερινής κατάστασης).

7 Τεχνικός Βαθμός

Όπως ήδη αναφέρθηκε, η μονομέρεια των οικονομικών κριτηρίων, καθιστά αναγκαία την υιοθέτηση και άλλων τεχνικών αξιολόγησης που να λαμβάνουν υπόψη άλλα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Μια τέτοια προσέγγιση αποτελεί η προσπάθεια μέτρησης του βαθμού στον οποίο το προκύπτον σύστημα ανταποκρίνεται, από τεχνική άποψη, στις απαιτήσεις και στις προδιαγραφές που έχουν τεθεί με στόχο την ικανοποίηση των γενικότερων επιχειρηματικών στόχων.

Ο υπολογισμός του τεχνικού βαθμού βασίζεται στη μέτρηση της απόκλισης μεταξύ των υποθετικών επιπέδων ικανοποίησης των απαιτήσεων, όπως ορίζονται από το χρήστη, και των πραγματικών επιπέδων ικανοποίησης που η κάθε επένδυση σε υποδομή ή σχεδιαστική λύση προσφέρει. Η παρούσα κατάσταση μπορεί επίσης να περιληφθεί στην αξιολόγηση αυτή και να υπολογιστεί ένας τεχνικός βαθμός και για τα υπάρχοντα επίπεδα ικανοποίησης των απαιτήσεων.

Ο υπολογισμός του τεχνικού βαθμού μπορεί να γίνει είτε συνολικά για κάθε επενδυτικό έργο ή εναλλακτικό σενάριο υλοποίησης είτε τμηματικά, υιοθετώντας ένα κατάλληλο επίπεδο αφαίρεσης. Για παράδειγμα, το επίπεδο αφαίρεσης μπορεί να αναφέρεται στις επιμέρους ενέργειες από τις οποίες αποτελείται το έργο, όπως αυτές έχουν προσδιοριστεί κατά τον υπολογισμό του κόστους ανάπτυξης, και ο τεχνικός βαθμός να υπολογιστεί για κάθε μία ενέργεια χωριστά. Αν η επένδυση περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός ολόκληρου πληροφοριακού συστήματος, τότε η αφαίρεση μπορεί να συμβεί σε ένα υψηλότερο επίπεδο και η ανάπτυξη επικοινωνιακής υποδομής, για παράδειγμα, να αποτελεί στο σύνολό της μία ενέργεια για την οποία πρέπει να υπολογιστεί ένας τεχνικός βαθμός.

Το κρισιμότερο σημείο στην όλη διαδικασία εξαγωγής του τεχνικού βαθμού των σχεδιαστικών λύσεων αποτελεί η επιλογή των κριτηρίων τεχνικής βαθμολογίας και ο προσδιορισμός του βαθμού της κάθε λύσης. Αναπόφευκτα, στη διαδικασία αυτή υπεισέρχεται κάποιο στοιχείο υποκειμενικότητας, όμως το γεγονός αυτό δεν είναι σε θέση να αλλάξει την τελική κατάταξη των λύσεων, εφόσον έχουν επιλεγεί ορθά τα κριτήρια τεχνικής βαθμολογίας.

Κριτήρια τεχνικής αξιολόγησης είναι τα επίπεδα ικανοποίησης των ακόλουθων απαιτήσεων:

- Αξιοπιστία
- Ασφάλεια
- Διαθεσιμότητα
- Χρόνος απόκρισης
- Δυνατότητα υποστήριξης ειδικών εφαρμογών
- Διαθέσιμη τεχνογνωσία
- Ευκολία χρήσης-λειτουργικότητα

Για όλες αυτές τις απαιτήσεις, ο χρήστης θα πρέπει να όρισει ένα πολύ υψηλό έως ποικωρεωτικό απαιτούμενο επίπεδο ικανοποίησης. Η εξαγωγή του ανάλογου επιπέδου για την κάθε σχεδιαστική λύση θα πρέπει να γίνει συγκριτικά μάλλον παρά απόλυτα και με βάση τις υετιζόμενες ενέργειες (π.χ. χρήση ή όχι ασύρματης καλωδίωσης σε σχέση με την ευκολία χρήσης-λειτουργικότητα του δικτύου). Έτσι η παραπάνω διαδικασία καταλήγει στην κατάταξη των εναλλακτικών σχεδιαστικών λύσεων με βάση το επίπεδο κάλυψης των παραπάνω κριτηρίων, κατάταξη η οποία έχει ιδιαίτερη βαρύτητα στην τελική επιλογή της σχεδιαστικής λύσης που θα υλοποιηθεί.

Μία εναλλακτική προσέγγιση αποτελεί η χρησιμοποίηση των παραπάνω κριτηρίων όχι για την εξαγωγή ενός τεχνικού βαθμού, αλλά για τον προσδιορισμό ορισμένων επιπλέον μεγεθών κόστους και οφέλους. Ως παράδειγμα θα μπορούσε να αναφερθεί το κόστος απώλειας ή διαρροής δεδομένων και πληροφοριών, λόγω μειωμένων δικλείδων ασφαλείας. Το κόστος αυτό αντιστοιχεί στο χρόνο επανάκτησης των δεδομένων και στο συγκριτικό πλεονέκτημα που συνεπάγεται η απόκτησή τους. Γενικότερα, μία οικονομική εκτίμηση θα μπορούσε να γίνει για καθένα από τα κριτήρια αυτά, όμως η εκτίμηση αυτή θα ήταν μάλλον αυθαίρετη, ενώ θα ήταν δύσκολο να υσχεπιστεί με την κάθε επιμέρους λύση. Επιπλέον, τα αποτελέσματα μίας τέτοιας προσέγγισης δεν αναμένεται να οδηγούσαν σε μία κατάταξη των λύσεων διαφορετική από αυτή που βασίζεται στον τεχνικό βαθμό.

8 Μη Ποσοτικώς-Αποτιμώμενα Οφέλη

Τα οφέλη που προκύπτουν από κάθε επένδυση σε τεχνολογία πληροφορικής και ειδικότερα τα οφέλη από την εγκατάσταση ενός επικοινωνιακού δικτύου, θα πρέπει να εξεταστούν κάτω από το γενικότερο πλαίσιο των Πληροφοριακών Συστημάτων και των αλλαγών που επέρχονται στην οργανωτική δομή μιας επιχείρησης.

Η πληροφορική σχεδόν σπάνια μειώνει το κόστος. Η βασική αξία της έγκειται στο ότι αλλάζει τη διάρθρωση κόστους του οργανισμού έτσι ώστε να αυξάνονται οι πωλήσεις ή το παραγόμενο προϊόν χωρίς να αυξάνεται το προσωπικό. Υπάρχει ωστόσο ένα μεγάλο εύρος φελλιών, ορισμένες ιδιαίτερα κρίσιμες στη λειτουργία και μελλοντική ανταγωνιστικότητα μιας επιχείρησης, οι οποίες συνήθως παραλείπονται από τις μελέτες σκοπιμότητας με το σκεπτικό ότι δεν μπορούν να ποσοτικοποιηθούν οικονομικά, να δικαιολογηθεί το κόστος τους, και δεν είναι έβαιο ή δεν μπορούν να έχουν προφανή βραχυχρόνια απόδοση.

Μερικά, ίσως τα σημαντικότερα, οφέλη της τεχνολογίας πληροφορικής δεν μπορούν να μετρηθούν με χρήση των παραδοσιακών οικονομικών τεχνικών αξιολόγησης. Τα οφέλη αυτά περιλαμβάνουν: μεγαλύτερο επίπεδο εξυπηρέτησης και ικανοποίησης πελάτη, προαγωγή της αρχιτεκτονικής του συστήματος, υψηλότερα επίπεδα επαγγελματικής ικανοποίησης, υψηλότερη ποιότητα προϊόντων, προηγμένες εσωτερικές/εξωτερικές επικοινωνίες και πληροφόρηση της διοίκησης, απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, αποφυγή κόστους, αποφυγή ανταγωνιστικού μειονεκτήματος, προηγμένες σχέσεις με προμηθευτές.

Ο Strassmann παρατηρεί ότι τα άμεσα οφέλη, όπως μείωση κόστους, μετατόπιση κόστους και αύξηση εισοδήματος, εμφανίζονται γρήγορα και είναι σχετικά εύκολο να προσδιοριστούν. Τα άμεσα οφέλη, όπως αποφυγή κόστους και μείωση επιχειρηματικού κινδύνου, και τα συνεπαγόμενα οφέλη, όπως ανασχεδιασμός σχέσεων, ανταγωνιστικό κέρδος και επιβίωση, συμβαίνουν σε μακρύτερες χρονικές περιόδους και είναι περισσότερο δύσκολο να συσχετιστούν με τις επενδύσεις σε τεχνολογία πληροφορικής. Η εμπειρία έχει δείξει ότι η πλήρης επίδραση των οργανωτικών διεργασιών - οι οποίες στοχεύουν στην αύξηση της αποδοτικότητας και τη μείωση του κόστους, δηλαδή στο να γίνονται οι υπάρχουσες λειτουργίες καλύτερα - μπορεί να απαιτείται πάνω από δύο χρόνια για να γίνει αντιληπτή, και θα παρέμενε δύσκολο να προσδιοριστεί μέσα από οικονομικές μετρήσεις, όπως για παράδειγμα η ταμειακή ροή.

Επιχειρώντας μία καταγραφή των ωφελειών που επιφέρει η χρήση πληροφοριακών συστημάτων και οι οποίες είναι δύσκολο να αποτιμηθούν, θα μπορούσαμε να τις εντάξουμε σε τρεις κατηγορίες. Στο ένα άκρο τα οφέλη σχετίζονται με την αύξηση της παραγωγικότητας και στο άλλο με την επέκταση της επιχειρηματικής δραστηριότητας. Μεταξύ των δύο αυτών άκρων αποθετείται η κατηγορία της μείωσης του επιχειρηματικού κινδύνου.

8.1 Αύξηση παραγωγικότητας

Τα οφέλη αυτής της κατηγορίας περιλαμβάνουν:

Αποδοτικότερες εργασιακές σχέσεις. Το όφελος αυτό πηγάζει από τη βελτίωση της απόδοσης των ατόμων μέσα από τον επαναπροσδιορισμό των εργασιών και των εργασιακών σχέσεων, την απασχόληση τους με περισσότερο δημιουργικές δραστηριότητες και γενικότερα την αύξηση της ικανοποίησης από την εργασία. Κάτι τέτοιο καθίσταται δυνατό ύστερα από όχι απλά την αυτοματοποίηση ορισμένων λειτουργιών, και κατά συνέπεια την ανάθεση των μονότονων εργασιών στον υπολογιστή, αλλά από το γενικότερο ανασχεδιασμό και αναδιοργάνωση των εργασιών.

Βελτιώσεις στο εργασιακό κεφάλαιο. Το κεφάλαιο αυτό αντιπροσωπεύεται από τα αποθέματα μειωμένων προϊόντων, την εργασία υπό εξέλιξη και τις πρώτες ύλες. Η υιοθέτηση μιας τεχνικής «Just-in-Time», η οποία καθίσταται εφικτή μόνο μέσα από εφαρμογή της πληροφορικής, έχει εμφανή τέτοια οφέλη.

Γενικές βελτιώσεις απόδοσης. Αυτές προκύπτουν από τον καλύτερο προγραμματισμό και έλεγχο της παραγωγής, από τη δυνατότητα για έγκαιρη και έγκυρη πληροφορία, τον ανασχεδιασμό των επιχειρησιακών λειτουργιών και την αποδοτικότερη εργασία των ατόμων.

8.2 Μείωση επιχειρηματικού κινδύνου

Η λειτουργική αποδοτικότητα ενός οργανισμού βελτιώνεται σημαντικά όταν μειώνεται ο κίνδυνος λαθών. Η δυνατότητα για άμεση είσοδο των δεδομένων της παραγωγής στο σύστημα λογιστηρίου αποτρέπει πολλά από τα λάθη που θα προκαλούσε η χειρογραφική εισαγωγή, πέρα από το χρόνο που εξοικονομείται για το προσωπικό του λογιστηρίου.

Εξάλλου, πολύ συχνά η υιοθέτηση της ΤΠ είναι ζήτημα επιβίωσης, καθώς αποτελεί απαραίτητο μέσο στην προσπάθεια διατήρησης της ποιότητας και του κόστους των προϊόντων και υπηρεσιών στα ίδια επίπεδα με αυτά των αντιπάλων.

8.3 Επέκταση επιχειρηματικής δραστηριότητας

Πάτω από αυτή την κατηγορία ωφελειών, μπορούν να αναφερθούν τα εξής:

Βελτιστοποίηση αγορών. Η δυνατότητα αυτή παρέχεται μέσα από την καλύτερη εξυπηρέτηση του πελάτη, τη διατήρηση της ποιότητας ή την αύξηση της ποιότητας υπαρχόντων προϊόντων. Η πληροφορική μπορεί να συμβάλει στη μείωση του χρόνου παράδοσης στους πελάτες και η on-line πρόσβαση στα στατιστικά δεδομένα ποιότητας μπορεί να βοηθήσει στη λήψη μέτρων βελτίωσης ποιότητας.

Δημιουργία νέων ευκαιριών. Η πληροφορική τεχνολογία μπορεί να δώσει τη δυνατότητα ανάπτυξης νέων προϊόντων ή υπηρεσιών. Ως τέτοιο παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η δυνατότητα παροχής υπηρεσιών δικτύωσης σε τρίτους, ύστερα από μία εγκατάσταση δικτύου για εσωτερική χρήση.

Απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Το πλεονέκτημα αυτό αναφέρεται ίσως περισσότερο συχνά από τα υπόλοιπα, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια. Αναμφίβολα, η τεχνολογία μπορεί να προσφέρει σημαντικό προβάδισμα σε μία εταιρία, μέσα από τη δυνατότητα που παρέχει για αύξηση της αποδοτικότητας και αποτελεσματικότητας, βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και υπηρεσιών, δημιουργία νέων ευκαιριών, ανάπτυξη καλύτερων σχέσεων συνεργασίας και ενικότερα παροχή καλύτερης υποστήριξης στη διαδικασία ελέγχου και λήψης αποφάσεων.

Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι προφανώς μερικά από όσα θα μπορούσαν να αναφερθούν. Ο σκοπός εδώ είναι να υπενθυμίσουμε τη μεγάλη βαρύτητα που τα αποτελέσματα αυτά μπορεί να έχουν στη λήψη μιας απόφασης για την ανάληψη ή όχι μιας επένδυσης σε πληροφοριακά συστήματα, παρά τις ενδείξεις που τα υπόλοιπα κριτήρια μπορεί να παρέχουν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξόπουλος Α.- Λαγογιάννης Γ., Τηλεπικοινωνίες και δίκτυα υπολογιστών , 4^η έκδοση
- Αποστολόπουλος Θ., Δίκτυα υπολογιστών
- Bodnar , Accounting Information System 6th edition
- Bruce Hallberg , Οδηγός για τα δίκτυα, εκδόσεις Γκιούρδας
- Ε.Π.Υ. , Ασφάλεια πληροφοριών ,1^η έκδοση
- Γκριτζαλης Δ, Ασφάλεια πληροφοριακών συστημάτων, έκδοση ΕΠΥ Αθηνά 1991
- Manual white papers and tutorials από site εταιριών δικτυακών προϊόντων, όπως:
- www.cisco.com
- www.nortelnetworks.com
- www.lucent.com
- www.3com.com
- www.sena.gr
- Mason, R. O., "Measuring Information Output: A Communication Systems Management Science, 26 (1998), 611-621.

