



Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

T.E.I. OF EPIRUS

**ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ & ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ (Σ.Δ.Ο)
ΤΜΗΜΑ ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**

**SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS
DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS,
INFORMATICS AND MANAGEMENT**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: “ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ”



ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΘΕΟΔΩΡΑ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΤΣΙΑΝΤΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ**

ΑΡΤΑ 2005

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_1	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ.....	7
1.3 ΠΩΣ ΔΟΥΛΕΥΟΥΝ ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ.....	8
1.4 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ OSI.....	8
1.5 ΤΑ ΕΠΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ OSI.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_2	
2.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	13
2.2 ΠΟΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΓΕΝΙΕΣ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	14
2.3 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	15
2.4 ΠΑΡΟΧΕΣ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	15
2.5 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_3	
3.1 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ETHERNET.....	19
3.2 Η ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ΤΟΥ ETHERNET.....	19
3.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ETHERNET.....	21
3.4 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΤΟΥ ETHERNET.....	21
3.5 ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ETHERNET ΔΙΚΤΥΩΝ.....	22
3.5.1 10BASE5: THICK ETHERNET.....	22
3.5.2 10BASE2: THIN ETHERNET.....	23
3.5.3 10BASEF: ETHERNET ΜΕ ΟΠΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ.....	24
3.5.4 10BASET: TWISTED-PAIR ETHERNET.....	25
3.5.5 1BASE5: ΤΟΠΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΑΣΤΕΡΑ.....	26
3.5.6 100BASET: ETHERNET.....	26
3.6 ΒΑΣΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ETHERNET.....	27
3.7 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ IEEE 802.3 ΚΑΙ ΤΟ ETHERNET.....	27
3.8 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ 802.3.....	28
3.9 ΒΛΑΒΕΣ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ETHERNET.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_4	
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	29
4.2 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ FAST ETHERNET.....	29
4.3 ΕΚΔΟΣΕΙΣ FAST ETHERNET.....	30
4.3.1 100BASETX.....	30
4.3.2 100BASEFX.....	30
4.3.3 100BASET4.....	31
4.4 ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΕΣ FAST ETHERNET.....	32
4.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ FAST ETHERNET.....	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_5	
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	33
5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ: CSMA/CD.....	33
5.3 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ.....	35
5.4 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΛΗΨΗΣ.....	35
5.5 ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ CSMA/CD.....	36
5.6 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ.....	37
5.7 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ CSMA/CD.....	37
5.8 ΜΠΟΡΕΙ ΤΟ CSMA/CD ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΣΕ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ.....	37
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_6	
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	39
6.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ MAC ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ.....	39
6.3 ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ IP ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ.....	39
6.4 ΛΗΨΗ ΤΗΣ MAC ADDRESS.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_7	
7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	41
7.2 ΔΟΜΗ TOKEN BUS.....	41
7.3 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ TOKEN ΤΟΥ TOKEN BUS.....	42
7.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ TOKEN BUS.....	44
7.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ..	44
7.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ MONITORING.....	45
7.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ.....	45
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_8	
8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	47
8.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ TOKEN RING.....	47
8.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ TOKEN RING.....	48
8.4 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ TOKEN.....	50
8.5 ΜΟΡΦΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ IEEE 802.5.....	50
8.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ TOKEN RING.....	51
8.7 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ(MONITOR).....	51
8.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΣΤΟ TOKEN RING.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ_9	
9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	53
9.2 FDDI (FIBER DISTRIBUTED DATA INTERFACE).....	53
9.3 ΛΟΓΟΙ ΠΟΥ ΕΠΙΒΑΛΛΟΥΝ ΤΟ FDDI.....	54
9.4 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ FDDI.....	55
9.5 TIMERS.....	56
9.6 ΒΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΕΝΟΣ FRAME.....	57
9.7 FDDI COMPONENTS.....	58
9.8 ΤΟ FDDI ΣΤΟ ΧΑΛΚΟ(CDDI,SDDI).....	59
9.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ FDDI.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ_10	
10.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ LAN.....	62
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65

Ο όρος δίκτυα επικοινωνίας (communication networks) αναφέρεται γενικά σε συστήματα υλικού, λογισμικού, υπηρεσιών και δυνατοτήτων, που στοχεύουν στη μετάδοση και δρομολόγηση δεδομένων, καθώς επίσης και στη μεταφορά πληροφορίας μεταξύ ηλεκτρονικών διατάξεων/σταθμών.

Ο όρος περιλαμβάνει διάφορες τεχνολογίες όπως:

- Ø Τηλεπικοινωνιακών δικτύων
- Ø Δίκτυα υπολογιστών (τοπικά, μητροπολιτικά, ευρείας περιοχής και διαδίκτυα)
- Ø Ψηφιακά δίκτυα ενοποιημένων υπηρεσιών (ISDN), καθώς και όλες τις ασύρματες επικοινωνιακές τεχνολογίες.

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στα δίκτυα υπολογιστών και συγκεκριμένα στα τοπικά δίκτυα και στο πως αυτά λειτουργούν.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στην έννοια του πρωτοκόλλου, στο πως αυτό λειτουργεί και πως συσχετίζεται με το μοντέλο OSI και τα διάφορα επίπεδά του.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στα τοπικά δίκτυα, στα βασικά χαρακτηριστικά αυτών και στις διάφορες κατηγορίες που αυτά μπορούν να χωριστούν με βάση κάποια κριτήρια.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στο δίκτυο Ethernet και στο πως αυτό λειτουργεί.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το δίκτυο Fast Ethernet και αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά αυτού.

Το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται στην μέθοδο προσπέλασης του μέσου CSMA/CD και αναλύεται η λειτουργία του.

Στο έκτο κεφάλαιο αναλύεται η mac address και αναφέρεται η χρησιμότητά της.

Το έβδομο κεφάλαιο αναλύει το δίκτυο Token Bus και το όγδοο το Token Ring και παρουσιάζονται οι βασικές λειτουργίες τους.

Στο ένατο κεφάλαιο γίνεται μια αναφορά στο δίκτυο FDDI. Τέλος στο κεφάλαιο 10 παρουσιάζεται ένας συγκριτικός πίνακας που αναφέρει τις βασικές διαφορές όλων των δικτύων που προαναφέρθηκαν.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πληροφορική (informatics) γεννήθηκε από τις ανάγκες που έχει ο σημερινός άνθρωπος για την αντιμετώπιση του συνεχώς αυξανόμενου όγκου πληροφοριών και είναι η επιστήμη των υπολογιστών που έχει σαν αντικείμενο έρευνας την πληροφορία. Κύριοι στόχοι της είναι η *συγκέντρωση, η αποθήκευση, η επεξεργασία και η μετάδοση της πληροφορίας με τη βοήθεια ηλεκτρονικών υπολογιστών.*

Το τεχνολογικό θαύμα των υπολογιστών συντελέσθη σε λιγότερο από μισό αιώνα. Η ταχύτητα και η συνεχής εξέλιξη των υπολογιστών οδήγησε την αντίστοιχη βιομηχανία σε πρωτεύουσα οικονομική θέση, μεταξύ των λοιπών ανθρώπινων δραστηριοτήτων, αλλά και επηρέασε και επηρεάζει ολόένα και περισσότερο, την κοινωνική πολιτιστική και πολιτική συμπεριφορά του ανθρώπου.

Οι άμεσες και έμμεσες θετικές και αρνητικές επιπτώσεις από την συνεχώς διευρυνόμενη χρήση των υπολογιστών από όλους μας, θα πρέπει να συνειδητοποιηθούν έτσι ώστε οι θετικές να αξιοποιηθούν καλύτερα και οι αρνητικές να περιοριστούν στο ελάχιστο.

Ακριβώς αυτή η συνειδητοποίηση, μεταξύ των άλλων, επιβάλλει σε όλους, επιστήμονες και μη, πληρέστερη ή επαρκή, κατά αντιστοιχία, γνώση των δυνατοτήτων του υπολογιστή. Λόγω της σημαντικής μείωσης του κόστους αλλά και της προσφοράς των ηλεκτρονικών υπολογιστών, η πληροφορική έχει εισχωρήσει σχεδόν σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας όπως η εκπαίδευση, η έρευνα, το εμπόριο, η ιατρική κτλ.

Από την πρώτη γενιά των εμπορικών υπολογιστών, η οποία χρονολογείται γύρω στη δεκαετία του 1960, η ανάγκη επικοινωνίας των ανθρώπων σε διαφορετικές περιοχές ήταν τόσο επιτακτική που άρχισαν να δημιουργούνται τα πρώτα ιδιωτικά δίκτυα σε εταιρίες και επιχειρήσεις, με αρκετά χαμηλές ταχύτητες (low bit rate, limited bandwidth), για την κάλυψη των αναγκών τους.

Άρα *δίκτυο* είναι η σύνδεση δύο ή περισσότερων Η/Υ που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να μοιράζονται υλικό (software), πληροφορίες (information), περιφερειακά (peripherals), να επικοινωνούν μεταξύ τους καθώς επίσης και να μοιράζονται ισχύ επεξεργασίας.

Τα δίκτυα ανάλογα με το μέγεθός τους, διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Ø **Τοπικά δίκτυα (Local Area Networks, LANs):** Σ' αυτά πολλοί χρήστες συνδέονται σε ένα κοινό επικοινωνιακό μέσο υψηλού ρυθμού μετάδοσης. Η διεύθυνση της κοινής προσπέλασης στηρίζεται συνήθως σε πρωτόκολλα που επιλύουν προβλήματα συγκρούσεων, πιθανά σε βάρος της βέλτιστης χρησιμοποίησης του μέσου και της μέγιστης απόστασης επικοινωνίας. Οι ταχύτητες κυμαίνονται από 256Kbps μέχρι 2Gbps, ενώ η γεωγραφική του έκταση περιορίζεται από ένα έως μερικά κτιριακά συγκροτήματα.

- Ø **Μητροπολιτικά δίκτυα (Metropolitan Area Networks, MANs):** Στην κατηγορία αυτή ανήκουν νέες τεχνολογίες δικτύων υπολογιστών, που περιορίζονται σε μεσαίου μεγέθους γεωγραφικές περιοχές (έκταση μεγαλόπολης) και προσφέρουν υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων (100Mbps έως 140Mbps).

- Ø **Δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks, WANs):** Ονομάζονται και long haul networks. Συνδέουν κόμβους με οποιαδήποτε απόσταση μεταξύ τους. Τα δίκτυα WAN προσφέρουν τις χαμηλότερες ταχύτητες μετάδοσης οι οποίες σήμερα κυμαίνονται από 9,6Kbps έως 2Mbps. Συνήθως χρησιμοποιούν δικτυακές υποδομές δημοσίων τηλεπικοινωνιακών φορέων(π.χ ΟΤΕ).

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα σύγχρονα δίκτυα υπολογιστών έχουν σχεδιαστεί με ένα υψηλό βαθμό δόμησης. Για να ελαττωθεί η πολυπλοκότητα της σχεδίασης τα περισσότερα δίκτυα έχουν οργανωθεί σε σειρές από στρώματα ή επίπεδα που το καθένα χτίζεται πάνω στο προηγούμενό του. Ο αριθμός των επιπέδων, τα ονόματά τους, τα περιεχόμενα τους και η λειτουργία του καθενός διαφέρουν από δίκτυο σε δίκτυο. Αλλά σε όλα τα δίκτυα, ο σκοπός του κάθε στρώματος είναι να προσφέρει συγκεκριμένες υπηρεσίες στα ανώτερα στρώματα, απομονώνοντάς τα έτσι από τις λεπτομέρειες υλοποίησης των προσφερόμενων υπηρεσιών. Όταν δύο δίκτυα επικοινωνούν μεταξύ τους, στην πραγματικότητα επικοινωνούν τα αντίστοιχα επίπεδα.

1.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ

Ο όρος πρωτόκολλο χρησιμοποιείται ιδιαίτερα από τον διπλωματικό κόσμο για να καθορίσει τον τρόπο (κώδικα) συμπεριφοράς δύο συμβαλλόμενων επικοινωνούντων μερών.

Ο ίδιος όρος με παρόμοιο νόημα χρησιμοποιείται και στο πεδίο των υπολογιστών. Πιο συγκεκριμένα τα πρωτόκολλα δικτύων είναι πρότυπα που επιτρέπουν στους υπολογιστές να επικοινωνούν ο ένας με τον άλλον. Καθορίζουν πως οι υπολογιστές πρέπει να προσδιορίσουν ο ένας τον άλλον στο δίκτυο, τη μορφή που πρέπει να λάβουν τα στοιχεία κατά τη διέλευσή τους και πώς πρέπει οι πληροφορίες να αναδημιουργηθούν μόλις φτάσουν στον τελικό προορισμό τους.

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί το εξής: Συχνά ακούμε για δίκτυο TCP/IP ή δίκτυο Ethernet κτλ. Στην πραγματικότητα, δεν υπάρχει δίκτυο TCP/IP ή δίκτυο Ethernet αλλά δίκτυο που χρησιμοποιεί / συμμορφώνεται με το πρωτόκολλο TCP/IP ή αντίστοιχα το πρωτόκολλο Ethernet. Υπό αυτή την έννοια το πρωτόκολλο είναι το αντίστοιχο ενός σχεδίου κατασκευής συγκεκριμένου έργου, που καθοδηγεί αυτή την κατασκευή αλλά δεν αποτελεί τμήμα αυτής.

Όταν ασχολούμαστε με πρωτόκολλα σε δικτυακό περιβάλλον θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τρία πράγματα:

1. Υπάρχουν πολλά πρωτόκολλα. Ενώ όλα επιτρέπουν βασικές λειτουργίες επικοινωνίας, ωστόσο εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς και υπηρετούν διαφορετικές λειτουργίες.
2. Μερικά πρωτόκολλα «δουλεύουν» σε διάφορα επίπεδα του OSI. Το επίπεδο που δουλεύει κάθε πρωτόκολλο περιγράφει και τις λειτουργίες του.
3. Πολλά πρωτόκολλα συνεργάζονται και αποτελούν ένα σύνολο πρωτοκόλλων που ονομάζεται Protocol Stack ή Suite.

1.3 ΠΩΣ ΔΟΥΛΕΥΟΥΝ ΤΑ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

Η τεχνική διαδικασία της αποστολής δεδομένων μέσω ενός δικτύου, πρέπει να σπάσει σε έναν αριθμό διακριτών, συστηματικών βημάτων. Σε κάθε βήμα, λαμβάνουν χώρα συγκεκριμένες ενέργειες, οι οποίες δεν μπορούν να εκτελεστούν από άλλα βήματα. Κάθε βήμα έχει τους δικούς του κανόνες και διαδικασίες, δηλαδή το δικό του πρωτόκολλο. Τα παραπάνω βήματα, πρέπει να εκτελεστούν με συγκεκριμένη σειρά, ίδια για κάθε υπολογιστή του δικτύου.

Στον αποστολέα-υπολογιστή, κάθε βήμα πρέπει να εκτελεστεί από πάνω προς τα κάτω. Συγκεκριμένα το πρωτόκολλο :

- Ø Σπάει τα δεδομένα σε μικρότερα τμήματα που ονομάζονται πακέτα (packets) τα οποία διαχειρίζονται από τα πρωτόκολλα.
- Ø Εισάγει πληροφορίες διευθυνσιοδότησης στα πακέτα, έτσι ώστε ο παραλήπτης-υπολογιστής στο δίκτυο, να ξέρει ότι τα δεδομένα ανήκουν σ' αυτόν.
- Ø Προετοιμάζει τα δεδομένα για την αποστολή τους, μέσω της κάρτας δικτύου στο μέσο μεταφοράς.

Στον παραλήπτη-υπολογιστή, το πρωτόκολλο διενεργεί τα ίδια βήματα με την αντίστροφη σειρά. Συγκεκριμένα:

- Ø Παίρνει τα δεδομένα από το καλώδιο
- Ø Φέρνει τα δεδομένα στον υπολογιστή μέσω της κάρτας δικτύου.
- Ø «Απογυμνώνει» τα πακέτα από τις πληροφορίες μετάδοσης που προστέθηκαν στον αποστολέα.
- Ø Αντιγράφει τα δεδομένα από τα πακέτα σε μια προσωρινή μνήμη για επανασυναρμολόγηση.
- Ø Δίνει τα συναρμολογημένα δεδομένα στην εφαρμογή σε εύχρηστη μορφή.

1.4 ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ OSI

Ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης ISO (International Standards Organization) διατύπωσε το μοντέλο αρχιτεκτονικής δικτύων OSI (Open System Interconnection) ή μοντέλο αναφοράς OSI (Reference Model) και ονομάστηκε έτσι γιατί αφορά ανοικτά συστήματα αναφοράς, δηλαδή συστήματα που είναι ανοικτά στην μεταξύ τους επικοινωνία.

Το μοντέλο OSI αποτελείται από επτά στρώματα και δεν αποτελεί από μόνο του μια αρχιτεκτονική δικτύου, διότι δεν προδιαγράφει επακριβώς τις υπηρεσίες και τα πρωτόκολλα που πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε κάθε στρώμα.

Το κάθε επίπεδο εκτός από το πρώτο, χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες των κατώτερων επιπέδων σε συνδυασμό με τις δικές του λειτουργίες για να δημιουργήσει νέες υπηρεσίες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το ανώτερο επίπεδο.

Οι αρχές που εφαρμόστηκαν για να προκύψουν τα επτά στρώματα του OSI είναι οι ακόλουθες:

- Ø Ένα στρώμα πρέπει να δημιουργηθεί οπουδήποτε χρειάζεται ένα διαφορετικό επίπεδο αφαίρεσης.
- Ø Κάθε στρώμα πρέπει να εκτελεί μια καλά προσδιορισμένη λειτουργία.
- Ø Η λειτουργία του καθενός στρώματος πρέπει να επιλέγεται με προοπτική του καθορισμό διεθνώς προτυποποιημένων πρωτοκόλλων.
- Ø Τα όρια των στρωμάτων πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η ροή της πληροφορίας μέσω των διεπαφών.
- Ø Ο αριθμός των στρωμάτων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος ώστε να μην στριμώχνονται διακεκριμένες λειτουργίες στο ίδιο στρώμα, και αρκετά μικρός ώστε να μην γίνεται η αρχιτεκτονική δύσχρηστη.

1.5 ΤΑ ΕΠΤΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ OSI

Το μοντέλο OSI έχει επτά στρώματα τα οποία παρουσιάζονται στη συνέχεια αρχίζοντας από το κατώτερο.

1. Το φυσικό επίπεδο (*Physical Layer*)

Είναι το πρώτο επίπεδο της αρχιτεκτονικής και είναι υπεύθυνο για τη διαφανή μετάδοση ακατέργαστων δυαδικών ψηφίων μέσω της φυσικής διασύνδεσης των στοιχείων του δικτύου. Παρέχει τα μηχανικά, ηλεκτρικά, λειτουργικά και διαδικαστικά μέσα για την ενεργοποίηση, υποστήριξη και απενεργοποίηση της φυσικής διασύνδεσης και για τη μετάδοση δυαδικών ψηφίων, μεταξύ δύο συστημάτων(πιο συγκεκριμένα μεταξύ δύο οντοτήτων γραμμής δεδομένων).

Τα τυπικά ερωτήματα εδώ είναι το πόσα volt απαιτούνται για την αναπαράσταση ενός δυαδικού ψηφίου, κατά πόσο μπορεί να διεξάγεται η μετάδοση και προς τις δύο κατευθύνσεις ταυτόχρονα, πώς εγκαθίσταται η αρχική σύνδεση και πώς απολύεται όταν τελειώσουν και οι δύο πλευρές, πόσες ακίδες θα έχει ο ακροδέκτης του δικτύου και ποιος είναι ο ρόλος της καθεμιάς.

2. Το επίπεδο σύνδεσης ή ζεύξης δεδομένων (*Data Link Layer*)

Το επίπεδο αυτό παρέχει τα λειτουργικά και διαδικαστικά μέσα για την εγκατάσταση, υποστήριξη και απόλυση συνδέσεων γραμμής δεδομένων, μεταξύ οντοτήτων επιπέδου δικτύου. Επίσης είναι υπεύθυνο για τη μεταφορά δεδομένων εξυπηρέτησης (SDUs) επιπέδου γραμμής.

Μια σύνδεση γραμμής δεδομένων δημιουργείται πάνω από μία ή περισσότερες φυσικές συνδέσεις. Βασικό τμήμα του επιπέδου γραμμής αποτελούν οι διαδικασίες ανάγνωσης και διόρθωσης λαθών που μπορούν να συμβούν στο φυσικό επίπεδο.

3. Το επίπεδο δικτύου (*Network Layer*)

Το επίπεδο δικτύου παρέχει υπηρεσίες για την εγκατάσταση, την υποστήριξη και τον τερματισμό συνδέσεων δικτύου, καθώς επίσης και την ανταλλαγή Μονάδων Δεδομένων Εξυπηρέτησης Δικτύου (NSDUs) μεταξύ οντοτήτων μεταφοράς.

Πολλά προβλήματα μπορεί να ανακύψουν, όταν ένα πακέτο πρέπει να ταξιδέψει από ένα δίκτυο σε άλλο για να φτάσει στον προορισμό του. Η διευθυνσιοδότηση που χρησιμοποιείται από το δεύτερο δίκτυο μπορεί να είναι διαφορετική από εκείνη του πρώτου. Το δεύτερο δίκτυο μπορεί να μην δέχεται καθόλου το πακέτο επειδή είναι πολύ μεγάλο. Μπορεί να διαφέρουν τα πρωτόκολλα και πολλά άλλα. Η επίλυση αυτών των προβλημάτων, ώστε να επιτραπεί η διασύνδεση ετερογενών δικτύων, είναι έργο του στρώματος δικτύου.

Στα δίκτυα εκπομπής, το πρόβλημα δρομολόγησης είναι απλό, με συνέπεια το στρώμα δικτύου να είναι συχνά ισχνό ή ακόμα και ανύπαρκτο.

4. Το επίπεδο μεταφοράς (*Transport Layer*)

Είναι υπεύθυνο για τη διαφανή μεταφορά δεδομένων μεταξύ των οντοτήτων συνόδου. Παρέχει έναν αξιόπιστο μηχανισμό για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διεργασιών σε διαφορετικά συστήματα. Ικανοποιεί τις ανάγκες για την παράδοση των μονάδων δεδομένων χωρίς λάθη και με τη σωστή σειρά. Θεωρείται ως το ανώτερο από τα “κατώτερα” πρωτόκολλα. Η θεώρηση αυτή προκύπτει από το γεγονός ότι ο βασικός προσανατολισμός του επιπέδου μεταφοράς και των επιπέδων που βρίσκονται κάτω από αυτό, είναι η μετάδοση των δεδομένων μεταξύ των συστημάτων, μέσω του επικοινωνιακού δικτύου. Αντίθετα, πάνω από το επίπεδο μεταφοράς οι υπηρεσίες που παρέχονται από τα ανώτερα επίπεδα είναι προσανατολισμένες προς τις εφαρμογές και τις απαιτήσεις του χρήστη.

Τα πρωτόκολλα που καθορίζονται στο επίπεδο μεταφοράς έχουν την έννοια του “τελικού σημείου-προς-τελικό σημείο” (end-to-end). Τα τελικά σημεία ορίζονται σε αντιστοιχία με οντότητες του επιπέδου αναφοράς.

5. Το επίπεδο Συνόδου (*Session Layer*)

Το επίπεδο συνόδου παρέχει το μηχανισμό για τον έλεγχο του διαλόγου μεταξύ δύο οντοτήτων του επιπέδου παρουσίασης. Παρέχει τα μέσα ώστε δύο οντότητες του επιπέδου παρουσίασης να εγκαταστήσουν και να χρησιμοποιήσουν μια σύνδεση η οποία ονομάζεται “σύννοδος” (session).

Μια σύννοδος επιτρέπει τη συνηθισμένη μεταφορά δεδομένων, όπως δηλαδή και το στρώμα μεταφοράς, αλλά παρέχει επίσης επιπρόσθετες υπηρεσίες, χρήσιμες σε μερικές εφαρμογές. Μια σύννοδος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει την είσοδο ενός χρήστη σ’ ένα απομακρυσμένο σύστημα καταμερισμού χρόνου ή τη μεταφορά ενός αρχείου μεταξύ δύο μηχανών.

Μια υπηρεσία συνόδου είναι η *διαχείριση σκυτάλης*(token management). Για κάποια πρωτόκολλα είναι ουσιώδες το να μην αποπειρώνται και οι δύο πλευρές την ίδια λειτουργία κατά την ίδια στιγμή. Για να διαχειρίζεται αυτές τις δραστηριότητες, το στρώμα συνόδου παρέχει σκυτάλες που μπορούν να ανταλλάσσονται. Μόνο η πλευρά που κατέχει τη σκυτάλη μπορεί να εκτελέσει την κρίσιμη λειτουργία.

Μια άλλη υπηρεσία συνόδου είναι ο *συγχρονισμός*(synchronization). Πολλές είναι οι πιθανότητες μιας πρόωρης διακοπής κατά τη μεταφορά αρχείων, με αποτέλεσμα η μεταφορά να ξεκινάει πάλι από την αρχή. Για να απαλειφθεί αυτό το πρόβλημα, το στρώμα συνόδου παρέχει έναν τρόπο εισαγωγής σημείων ελέγχου στον συρμό δεδομένων, ώστε μετά από μια διακοπή να επαναλαμβάνεται μόνο η μετάδοση των δεδομένων μετά το τελευταίο σημείο ελέγχου.

6. Το επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer)

Το επίπεδο παρουσίασης ασχολείται με την παρουσίαση της πληροφορίας στις οντότητες του επιπέδου εφαρμογής. Σκοπός του επιπέδου αυτού είναι η μετάφραση της πληροφορίας, έτσι ώστε να εξασφαλίζει ότι τα τελικά συστήματα θα επικοινωνούν με επιτυχία, ακόμα και αν χρησιμοποιούν διαφορετικές παρουσιάσεις για την πληροφορία. Η παρουσίαση της πληροφορίας περιλαμβάνει την παρουσίαση των δεδομένων που μεταφέρονται μεταξύ δύο οντοτήτων εφαρμογής και την παρουσίαση της δομής των δεδομένων, στην οποία αναφέρονται οι οντότητες εφαρμογής κατά την επικοινωνία τους.

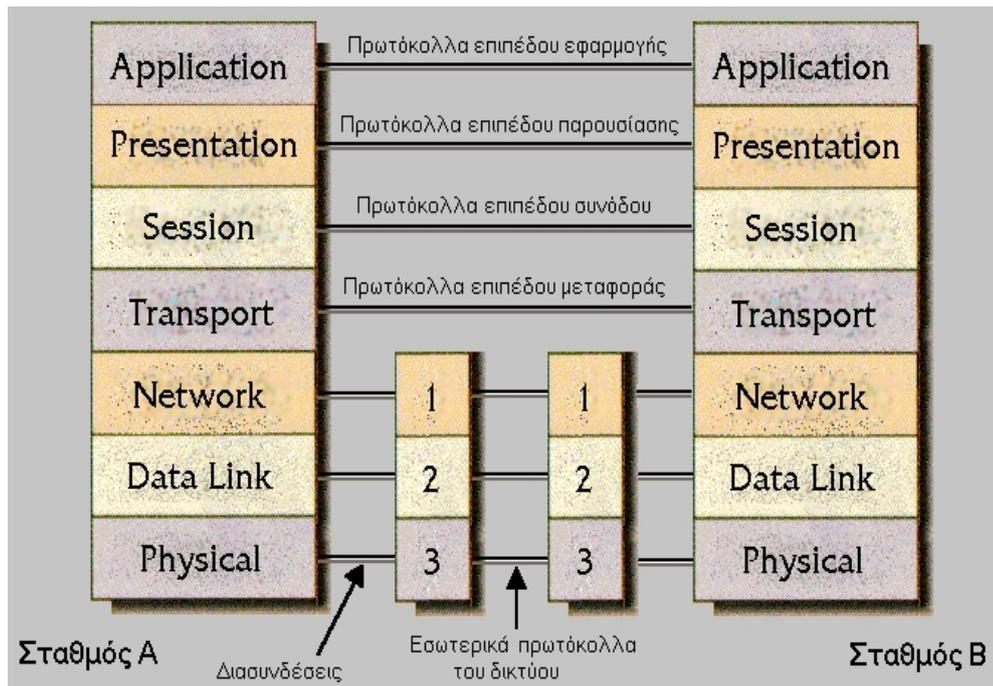
7. Το επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer)

Το επίπεδο εφαρμογής είναι το σύνορο μεταξύ του περιβάλλοντος των ανοικτών συστημάτων και των διεργασιών εφαρμογής που χρησιμοποιεί το περιβάλλον αυτό για την ανταλλαγή δεδομένων. Αποτελεί το στοιχείο εκείνο του ανοικτού συστήματος, που εκτελεί την επεξεργασία της πληροφορίας για μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Τα πρωτόκολλα (και οι υπηρεσίες) του επιπέδου αυτού είναι πολλά και ποικίλα, λόγω της ανάγκης υποστήριξης του ευρέως φάσματος των δυνατών εφαρμογών.

Όλες οι λειτουργίες που δεν εκτελούνται από τα κατώτερα επίπεδα περιέχονται στο επίπεδο εφαρμογής και μπορούν να εκτελούνται είτε από προγράμματα, είτε από τους αντίστοιχους χειριστές.

Η βασική διαφοροποίηση σε σχέση με τα προηγούμενα επίπεδα βρίσκεται στο γεγονός ότι το επίπεδο εφαρμογής δεν παρέχει υπηρεσίες σε κάποιο ανώτερο επίπεδο, αλλά σε διεργασίες εφαρμογών που βρίσκονται εκτός της αρχιτεκτονικής του μοντέλου OSI. Έτσι οι υπηρεσίες του επιπέδου αυτού δεν αντιστοιχίζονται σε “σημεία πρόσβασης για εξυπηρέτηση” (SAPs).



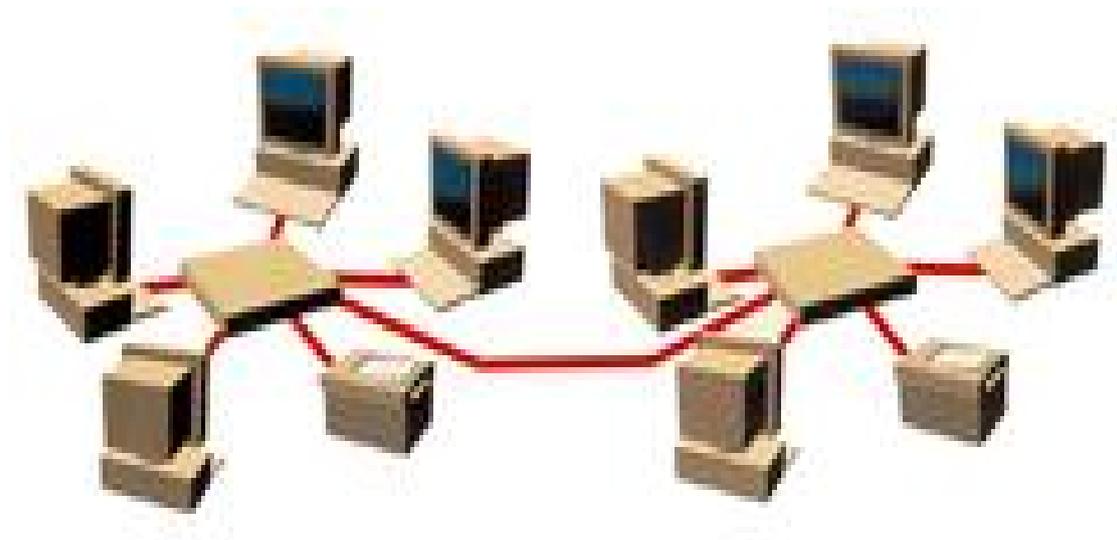
Σχήμα_1α: Μοντέλο αναφοράς OSI

2.1 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΟΥ ΤΟΠΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

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

Τα δίκτυα αυτού του τύπου περιλαμβάνουν ένα πλήθος υπολογιστικών διατάξεων και περιφερειακών συσκευών, οι οποίες συνδέονται μέσω γραμμής επικοινωνίας, έτσι ώστε να είναι δυνατή η ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσά τους.

Στις πιο πολλές περιπτώσεις τα τοπικά δίκτυα χαρακτηρίζονται από την ύπαρξη ενσύρματων μέσων μετάδοσης (π.χ ομοαξονικά καλώδια ή ζεύγη συνεστραμμένων καλωδίων) αν και ορισμένες φορές καταφεύγουμε στη χρήση ασύρματων τοπικών δικτύων, τα οποία ωστόσο, χαρακτηρίζονται από μικρότερη γεωγραφική κάλυψη, χαμηλότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και υψηλότερο ρυθμό σφαλμάτων σε σχέση με τα ενσύρματα δίκτυα. Τέλος όσον αφορά τον τύπο μετάδοσης της πληροφορίας, μπορεί να είναι τόσο μετάδοση από σημείο σε σημείο (point to point), όσο και μετάδοση εκπομπής (broadcast).



Σχήμα_2α: Τοπικό Δίκτυο

2.2 ΠΟΙΕΣ ΕΙΝΑΙ ΟΙ ΓΕΝΙΕΣ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Η τεχνολογική εξέλιξη των τοπικών δικτύων υπολογιστών που γνωρίζει αλματώδη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διαχωρισμό των δικτύων *σε τρεις γενιές*, κάθε μια από τις οποίες διαθέτει τα δικά της χαρακτηριστικά και το δικό της τρόπο λειτουργίας. Αυτές οι γενιές των τοπικών δικτύων, σε γενικές γραμμές είναι οι ακόλουθες :

Ø Τοπικά δίκτυα υπολογιστών πρώτης γενιάς (1970-1984):

Τα δίκτυα αυτής της γενιάς, χαρακτηρίζονται από την χρησιμοποίηση *τεχνολογιών εκπομπής*(broadcasting) και περιλαμβάνουν περισσότερους από έναν σταθμούς, οι οποίοι εκπέμπουν δεδομένα, μέσα από ένα και μοναδικό μέσο μετάδοσης, κοινό για όλους τους σταθμούς. Η μέθοδος πρόσβασης των σταθμών στο μέσο μετάδοσης, στηρίζεται στη χρήση πρωτοκόλλων, τα οποία λειτουργούν είτε με τη *μέθοδο του ανταγωνισμού* (contention protocols) είτε με τη *μέθοδο της διαιτησίας* η οποία οδηγεί σε εκπομπή χωρίς συγκρούσεις (collision free protocols).

Τα δίκτυα αυτής της γενιάς είναι κατάλληλα για μετάδοση μόνο δεδομένων, με ρυθμούς που δεν υπερβαίνουν τα 20Mbps και σε αποστάσεις μικρότερες των 50km. Εφόσον τα δίκτυα αυτά λειτουργούν με τη μέθοδο του ανταγωνισμού, θα πρέπει να διασφαλίζεται η *αρχή της ισομοιρίας* (fair share) που δίνει τη δυνατότητα σε κάθε κόμβο να έχει τις ίδιες ευκαιρίες με τους υπόλοιπους όσον αφορά τη δέσμευση του καναλιού.

Ø Τοπικά δίκτυα υπολογιστών δεύτερης γενιάς (1985-1990):

Η δεύτερη γενιά τοπικών δικτύων, χαρακτηρίζεται από την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας *μεταγωγής πακέτων* (packet switching) καθώς και από την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, προκειμένου να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διαθέσιμη χωρητικότητα στις εφαρμογές. Αυτά τα δίκτυα επιτρέπουν τη μετάδοση μόνο δεδομένων , αλλά με ταχύτητες που φτάνουν τα 155Mbps και χρησιμοποιούνται ως κορμός στη διασύνδεση των τοπικών δικτύων με άλλα τοπικά δίκτυα και άλλα δίκτυα ευρείας περιοχής. Παραδείγματα προτύπων δικτύων δεύτερης γενιάς είναι τα *δίκτυα διεπαφής κατανεμημένων δεδομένων με οπτική ίνα*, που είχαν τη μεγαλύτερη ζήτηση σε σχέση με άλλες τοπολογίες που αναπτύχθηκαν στο ίδιο χρονικό διάστημα.

Ø Τοπικά δίκτυα υπολογιστών τρίτης γενιάς (1990-2000):

Η τρίτη γενιά τοπικών δικτύων, χαρακτηρίζεται από την περαιτέρω εξέλιξη της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων καθώς και από την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, προκειμένου να εξασφαλιστεί μεγαλύτερη διαθέσιμη χωρητικότητα από αυτήν των 150Mbps των δικτύων της προηγούμενης γενιάς.

Τέλος από το 1990 και μετά γίνονται προσπάθειες για την ανάπτυξη δικτύων νέας γενιάς που βασίζονται σε νέες τεχνολογίες, όπως είναι η *ATM* (Asynchronous Transfer Mode) καθώς και η *τεχνική της εξομοίωσης τοπικών δικτύων*(LAN Emulation).

2.3 ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα βασικά χαρακτηριστικά των τοπικών δικτύων είναι τα εξής:

- Ø Η ύπαρξη ενός κοινού επικοινωνιακού μέσου, μέσω του οποίου όλοι οι σταθμοί εργασίας μπορούν να μοιραστούν πληροφορίες, προγράμματα και διατάξεις, ανεξάρτητα από τη φυσική θέση των χρηστών ή των διατάξεων.
- Ø Οι υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων μεταξύ (0,1-155Mbps). Το δίκτυο, υπό κανονικές συνθήκες, υποστηρίζει την μετάδοση δεδομένων μεταξύ των σταθμών εργασίας με την μέγιστη ταχύτητα με την οποία οι σταθμοί αυτοί μπορούν να επικοινωνούν.
- Ø Η περιορισμένη γεωγραφική απόσταση, συνήθως μέχρι 10 χιλιόμετρα.
- Ø Ο χαμηλός ρυθμός σφαλμάτων .
- Ø Η χρησιμοποίηση κάποιου αλγόριθμου για έλεγχο πρόσβασης στο μέσο.
- Ø Είναι ιδιωτικά (όχι δημόσια) και υπάγονται σε διαφορετικά κανονιστικά πλαίσια.

2.4 ΠΑΡΟΧΕΣ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα τοπικά δίκτυα παρέχουν πολλές δυνατότητες στους χρήστες. Συγκεκριμένα προσφέρουν:

- Ø Πρόσβαση σε περισσότερη υπολογιστική ισχύ, πληροφορίες και πηγές που δεν θα ήταν εύχρηστες, αν κάθε χρήστης χρειαζόταν ένα ατομικό αντίγραφο, για τα προνόμια του προσωπικού υπολογιστή.
- Ø Δεν είναι απαραίτητο να εργάζεται κανείς μέσω ενός κεντρικού υπολογιστή που πιθανόν δεν ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των χρηστών, όταν πολλά άτομα μοιράζονται τη δυναμικότητά του.
- Ø Ποικίλους τρόπους για να γίνει ένας οργανισμός αποδοτικότερος και αποτελεσματικότερος, όπως:
- Ø Κοινό εξοπλισμό: Τα LAN μπορούν να συνδέουν πολλαπλούς σταθμούς εργασίας με έναν λέιζερ εκτυπωτή, μία συσκευή φαξ ή μόντεμ. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται ένα μόνο μηχάνημα που να είναι διαθέσιμο σε πολλούς χρήστες, έτσι ώστε να αποφεύγονται άσκοπες αγορές εξοπλισμού.
- Ø Κοινά προσωπικά αρχεία: Οι χρήστες LAN μπορούν να επιλέξουν προσωπικά αρχεία τα οποία θέλουν να βλέπουν οι συνεργάτες τους, όπως σχέδια μηχανικής, προγράμματα του τμήματος, συμβόλαια ή πρόχειρες

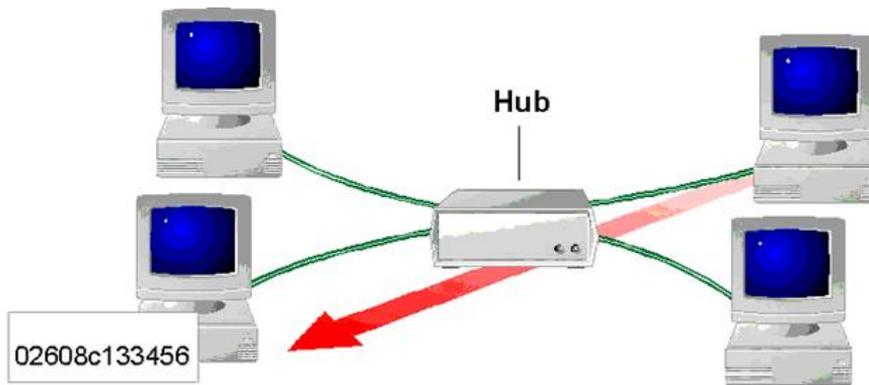
σημειώσεις. Οι συνεργάτες μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση σε αυτά τα αρχεία χωρίς να καθυστερούν με την εκτύπωση αντιγράφων.

- Ø Αποστολή μηνυμάτων: Τα LAN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διαχείριση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- Ø Κοινές βάσεις δεδομένων: Τα LAN μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πρόσβαση σε κοινές βάσεις δεδομένων. Το LAN σε αυτήν την περίπτωση περιλαμβάνει έναν διακομιστή αρχείων για την ανάκτηση δεδομένων που ζητούνται από τους σταθμούς εργασίας. Ο διακομιστής αρχείων είναι συνδεδεμένος με ένα δίσκο που περιέχει κοινές βάσεις δεδομένων. Όταν ένας σταθμός εργασίας χρειάζεται πληροφορίες από μια κοινή βάση δεδομένων, στέλνει ένα μήνυμα αιτήματος στον διακομιστή αρχείων, ο οποίος ανακτά την πληροφορία από το δίσκο και τη στέλνει στο σταθμό εργασίας που τη ζήτησε. Κατά αυτόν τον τρόπο, αποφεύγεται η διατήρηση περιττών αντιγράφων δεδομένων. Εκτός από την εξοικονόμηση αποθηκευτικού χώρου, οι βάσεις δεδομένων που βρίσκονται συγκεντρωμένες σε ένα μέρος αποτρέπουν προβλήματα με μη συμβατά μεταξύ τους δεδομένα.

2.5 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Τα τοπικά δίκτυα κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τον γεωγραφικό χώρο που καλύπτουν και την τοπολογία τους και είναι οι εξής:

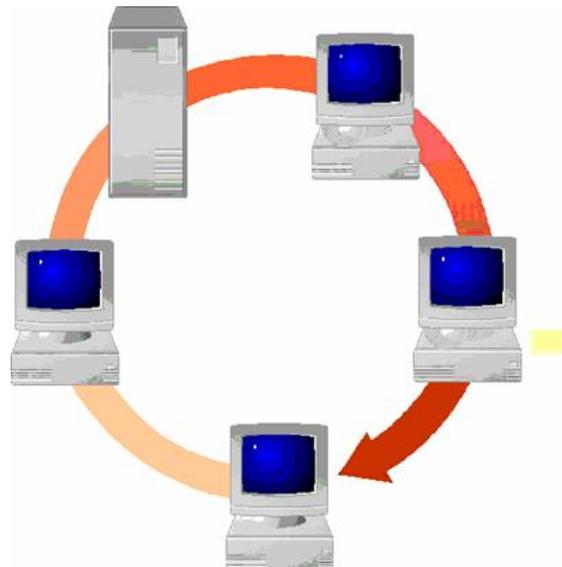
- Ø Τοπικά δίκτυα εγκατεστημένα μέσα σε ένα χώρο όσο καταλαμβάνει το τμήμα μιας εταιρίας, δηλαδή μερικοί σταθμοί κατανεμημένοι στα γραφεία μερικών ορόφων. Βασικός σκοπός είναι η επικοινωνία διαφόρων υπολογιστικών συστημάτων. Π.χ. δίκτυο Ethernet.
- Ø Τοπικά δίκτυα μιας μεγάλης επιχείρησης. Αυτά επιτρέπουν τη διασύνδεση μικρότερων τοπικών δικτύων όπως αυτά της προηγούμενης κατηγορίας. Τέτοιου είδους δίκτυο είναι το FDDI.
- Ø Τοπικά δίκτυα με *τοπολογία αστέρα*
Το δίκτυο αποτελείται από έναν κεντρικό σταθμό με τον οποίο συνδέονται σημείο προς σημείο οι άλλοι σταθμοί. Ο κεντρικός σταθμός ελέγχει όλη την κυκλοφορία του δικτύου. Πριν την μετάδοση ένας σταθμός ζητάει από τον κεντρικό σταθμό να αποκαταστήσει τη σύνδεση με το σταθμό προορισμού.



Σχήμα_2β: Τοπολογία Αστέρα

Ø Τοπικά δίκτυα με *τοπολογία δακτυλίου*. Π.χ. Token Ring

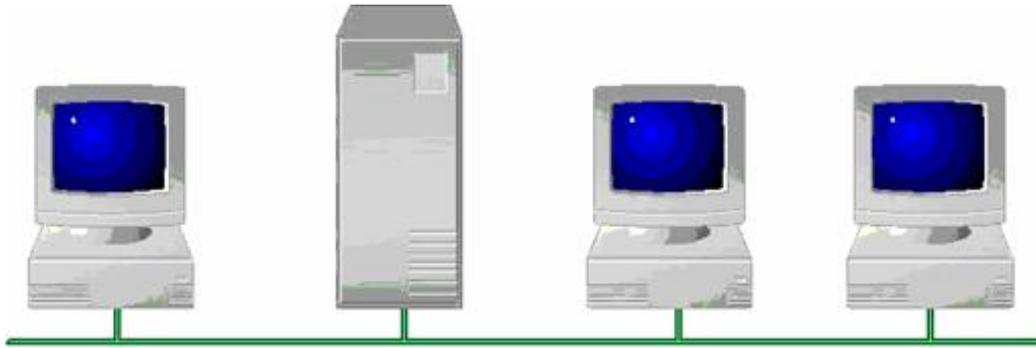
Το δίκτυο αποτελείται από ένα κλειστό δακτύλιο με συνδέσεις point to point μεταξύ των διαδοχικών σταθμών εργασίας. Οι σταθμοί εργασίας συνδέονται στο καλώδιο μέσω μιας μονάδας διασύνδεσης η οποία είναι συνδεδεμένη με έναν αναμεταδότη ο οποίος και αναμεταδίδει τα μηνύματα που κατευθύνονται σε άλλους σταθμούς εργασίας.



Σχήμα_2γ: Τοπολογία Δακτυλίου

Ø Τοπικά δίκτυα με *τοπολογία αρτηρίας*. Π.χ. Token bus

Η αρτηρία αποτελείται από ένα κοινό διαμοιραζόμενο επικοινωνιακό κανάλι, πάνω στο οποίο είναι συνδεδεμένοι όλοι οι σταθμοί εργασίας. Όταν ένας σταθμός εργασίας μεταδίδει, το σήμα διαδίδεται σε όλο το μήκος της αρτηρίας και προς τις δυο διευθύνσεις, έτσι ώστε όλοι οι άλλοι σταθμοί εργασίας να μπορούν να το λάβουν. Κάθε σταθμός θα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει τη διεύθυνσή του, έτσι ώστε να λαμβάνει μηνύματα.



Σχήμα_2δ: Τοπολογία Αρτηρίας

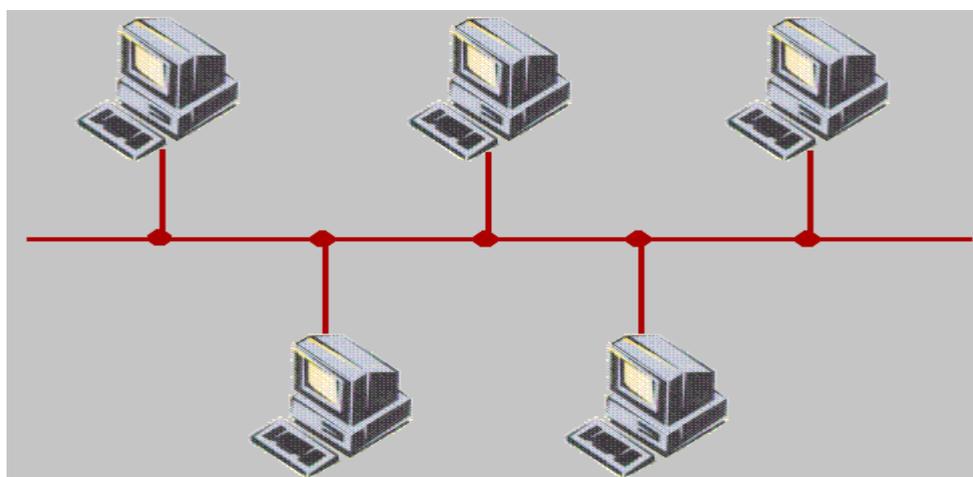
Λόγω της σημαντικότητας και χρησιμότητας των τοπικών δικτύων, στα επόμενα κεφάλαια αναλύονται ένα ένα ξεχωριστά.

3.1 Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ETHERNET

Στα τέλη του 1972, ο Robert Metcalfe και ο David Boggs ανέπτυξαν το πρώτο πειραματικό σύστημα Ethernet στην εταιρία XEROX Corporation, με σημείο αφετηρίας τη διδακτορική διατριβή του πρώτου με θέμα πάνω στα LANs.

Την ονομασία του την πήρε από το luminiferous ether (φωτεινό αιθέρα) μέσω του οποίου θεωρούνταν ότι μεταδιδόταν η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Το Ethernet γρήγορα έγινε αποδεκτό από πολλές εταιρίες και αργότερα η INTEL κατασκεύασε γι' αυτόν έναν ελεγκτή, του ενός chip. Μέσα σε λίγο χρονικό διάστημα το Ethernet καθιερώθηκε ως το de-facto πρότυπο των τοπικών δικτύων.

Επειδή το Ethernet της Xerox ήταν τόσο επιτυχές, η Xerox, η DEC και η INTEL σχεδίασαν ένα πρότυπο για Ethernet των 10Mbps. Το πρότυπο αυτό αποτέλεσε τη βάση για το 802.3.



Σχήμα_3α: Δίκτυο Ethernet

3.2 Η ΚΑΛΩΔΙΩΣΗ ΤΟΥ ETHERNET

Επειδή το όνομα Ethernet παραπέμπει στο καλώδιο (τον αιθέρα) θα πρέπει να ξεκινήσουμε από εκεί. Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο τύποι ομοαξονικού καλωδίου. Αυτοί είναι ευρύτερα γνωστοί ως **χοντρό (thick) Ethernet** και **λεπτό (thin) Ethernet**. Το χοντρό Ethernet μοιάζει σαν ένας κίτρινος σωλήνας ποτίσματος με σημάδια κάθε 2,5 μέτρα για να δείχνουν που θα πρέπει να γίνουν οι διακλαδώσεις (taps). Το λεπτό Ethernet είναι μικρότερο και περισσότερο εύκαμπτο και χρησιμοποιεί τους τυπικούς βιομηχανικούς συνδετήρες BNC για τη δημιουργία συνδέσμων T, αντί να χρησιμοποιεί διακλαδώσεις. Είναι πολύ φθηνότερο αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για κοντινές αποστάσεις.

Κάτω από συγκεκριμένες, περιορισμένες όμως συνθήκες, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ένα συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων αντί του ομοαξονικού. Τα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων παρουσιάζουν αυξημένη παράλληλη χωρητικότητα που περιορίζει το εύρος ζώνης και έχουν υψηλή αντίσταση σειράς και συνεπώς μεγάλη απόσβεση.

Τα ομοαξονικά καλώδια χαρακτηρίζονται από μεγάλο εύρος ζώνης και υψηλή αναισθησία στο θόρυβο. Τερματιζόμενα με την χαρακτηριστική τους αντίσταση (50 ή

75 ohms) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ψηφιακή μετάδοση βασικής ζώνης μέχρι και 10Mbps σε αποστάσεις μέχρι και 1km. Υψηλότεροι ρυθμοί είναι δυνατοί για μικρότερα μήκη.

Τα τελευταία χρόνια αντί των ομοαξονικών καλωδίων και των καλωδίων συνεστραμμένου ζεύγους χρησιμοποιούνται ευρέως οι οπτικές ίνες σε αποστάσεις μέχρι και 2000 μέτρα. Παρέχουν μεγάλη προστασία από θορύβους και δεν επιτρέπουν παρεμβολές από ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Μειονέκτημά τους είναι το μεγάλο κόστος τους.

Ο εντοπισμός των κομμένων καλωδίων, των κακών συνδέσεων ή των χαλαρών συνδετήρων μπορεί να είναι ένα μεγάλο πρόβλημα σε όλα τα είδη των μέσων. Για το λόγο αυτό, έχουν δημιουργηθεί διάφορες τεχνικές για τον εντοπισμό τους.

Βασικά, ένας παλμός γνωστής μορφής διαχέεται μέσα στο καλώδιο. Εάν ο παλμός χτυπήσει σ' ένα εμπόδιο ή στο τέλος του καλωδίου, θα δημιουργηθεί ηχώ η οποία επιστρέφει πίσω. Χρονομετρώντας το διάστημα μεταξύ χρόνου αποστολής του παλμού και χρόνου λήψης της ηχούς είναι δυνατός ο εντοπισμός της πηγής δημιουργίας της ηχούς με μεγάλη ακρίβεια. Η τεχνική αυτή ονομάζεται *μέτρηση χρόνου ανάκλασης* (time domain reflectometry).

Η συνηθισμένη σύνδεση για το Ethernet έχει ως εξής: ο πομποδέκτης (transceiver) είναι σφισμένος με ασφάλεια στο καλώδιο έτσι ώστε η διακλάδωση να έρχεται σε επαφή με το εσωτερικό του πυρήνα. Ο πομποδέκτης περιέχει τα ηλεκτρονικά για την ανίχνευση του φέροντος και των συγκρούσεων. Όταν ο πομποδέκτης ανιχνεύει μια σύγκρουση, τοποθετεί ένα ειδικό άκυρο σήμα στο καλώδιο, έτσι ώστε να βεβαιωθεί ότι όλοι οι άλλοι πομποδέκτες αντιλαμβάνονται και αυτοί ότι έγινε σύγκρουση. Το καλώδιο του πομποδέκτη συνδέει τον πομποδέκτη με μια κάρτα διασύνδεσης μέσα στον υπολογιστή. Το καλώδιο του πομποδέκτη μπορεί να έχει μήκος 50 μέτρα και περιέχει πέντε ανεξάρτητα προστατευμένα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων. Δύο από τα ζεύγη είναι για είσοδο και έξοδο δεδομένων αντίστοιχα. Δύο επιπλέον ζευγάρια είναι για είσοδο και έξοδο σημάτων ελέγχου. Το πέμπτο ζευγάρι, το οποίο δεν χρησιμοποιείται πάντοτε, επιτρέπει στον υπολογιστή να τροφοδοτεί με ηλεκτρικό ρεύμα τον πομποδέκτη. Μερικοί πομποδέκτες επιτρέπουν μέχρι και οχτώ υπολογιστές σε μικρή απόσταση, να συνδεθούν με αυτούς για να ελαττωθεί αν χρειάζεται ο αριθμός των πομποδεκτών που χρειάζονται.

Το καλώδιο του πομποδέκτη τερματίζει σε μία κάρτα διασύνδεσης μέσα στον υπολογιστή. Η κάρτα διασύνδεσης περιέχει ένα chip ελεγκτή (controller chip) το οποίο μεταδίδει και λαμβάνει πλαίσια προς και από τον αποδέκτη. Ο ελεγκτής είναι υπεύθυνος για τη συναρμολότητα των δεδομένων στην κατάλληλη μορφή πλαισίου, καθώς επίσης και για τον υπολογισμό του αθροίσματος ελέγχου των εξερχόμενων πλαισίων και τον έλεγχο αυτού στα εισερχόμενα πλαίσια.

Μερικοί ελεγκτές διαχειρίζονται επίσης μια ομάδα από ενδιάμεσες μνήμες (buffers) για τα εισερχόμενα πλαίσια, μια ομάδα από ενδιάμεσες μνήμες με δεδομένα που θα μεταδοθούν και από άλλα θέματα διαχείρισης δικτύου.

Επειδή το επιτρεπόμενο μέγιστο μήκος καλωδίου είναι 500 μέτρα και στην πράξη πολλές φορές χρειάζεται να συνδέσουμε μέρη του δικτύου που απέχουν αρκετά παραπάνω μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πολλά καλώδια συνδεδεμένα μεταξύ τους με επαναλήπτες (repeaters). Ο επαναλήπτης είναι μια μονάδα του φυσικού επιπέδου. Αυτός λαμβάνει, ενισχύει και αναμεταδίδει μηνύματα και προς τις δύο κατευθύνσεις. Όσον αφορά όμως το λογισμικό, μια σειρά από τμήματα καλωδίων που συνδέονται

μεταξύ τους με επαναλήπτες δεν διαφέρουν από ένα και μοναδικό καλώδιο(εκτός από κάποια καθυστέρηση που προκαλείται από τους επαναλήπτες).

Ένα σύστημα μπορεί να περιέχει πολλά τμήματα καλωδίων και πολλούς επαναλήπτες αλλά δύο πομποδέκτες δεν μπορούν να είναι σε απόσταση μεγαλύτερη από 2,5km μεταξύ τους και καμιά διαδρομή δεν μπορεί να διασχίσει περισσότερους από 4 επαναλήπτες. Ο επαναλήπτης, απλώς προωθεί bits από το ένα καλώδιο στο άλλο κάνοντας τα δύο καλώδια να φαίνονται λογικά σαν ένα. Απλώς αντιγράφουν bits, πολλές φορές μετακινούν και τις κυματομορφές χρονικά για λόγους χρονισμού, αλλά δεν αντιλαμβάνονται τι κάνουν. Δεν γνωρίζουν τίποτα από διευθύνσεις ή προώθηση γι' αυτό δεν μπορούν να μειώσουν την κίνηση όπως κάνουν οι γέφυρες.

3.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ETHERNET

Το Ethernet είναι ένας τύπος δικτύου υπολογιστών που ακολουθεί το μοντέλο OSI στα δύο πρώτα επίπεδά του, δηλαδή στο φυσικό επίπεδο και στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων. Τα βασικά χαρακτηριστικά του είναι τα εξής :

Ø Ταχύτητα πρόσβασης 10Mbps.

Λόγω των συγκρούσεων στο δίκτυο, η ταχύτητα πολλές φορές μειώνεται δραματικά με αποτέλεσμα να φτάνει πολλές φορές στα 2,5Mbps αντί για 10Mbps. Κατά συνέπεια το Ethernet σε αυτή του τη μορφή είναι ακατάλληλο για μεταφορά συνεχούς πληροφορίας .

Ø Η πρόσβαση των κόμβων στο δίκτυο γίνεται με μια μέθοδο που ονομάζεται CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection).

Πριν ένας κόμβος μεταδώσει 'ακούει' το δίκτυο. Αν το δίκτυο είναι ελεύθερο προχωρά στην μετάδοση των δεδομένων. Αν υπάρχει άλλος κόμβος που μεταδίδει την ίδια στιγμή, τότε έχουμε σύγκρουση(collision). Σε αυτήν την περίπτωση, ο κόμβος περιμένει για ένα τυχαίο χρονικό διάστημα και επιχειρεί ξανά τη μετάδοση. Όσο μεγαλώνει το πλήθος των κόμβων και αυξάνει το φορτίο του δικτύου, οι συγκρούσεις είναι πιο πιθανές.

Ø Η τοπολογία του δικτύου είναι δακτύλιος.

Ø Το φυσικό μέσο είναι ένα ομοαξονικό καλώδιο διαμέτρου 0.5inches.

3.4 ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΤΟΥ ETHERNET

Το δίκτυο Ethernet χρησιμοποιεί κάποιους αλγόριθμους για τη σωστή λειτουργία του και είναι οι εξής:

Ø Ο BEB(binary exponential backoff) ο οποίος επιτρέπει τον προσδιορισμό του χρόνου αναμονής ενός σταθμού για επανεκπομπή μετά από σύγκρουση. Για τον υπολογισμό του χρόνου αυτού ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται λαμβάνει υπόψη του το χρόνο σχισμής(slit time). Ο χρόνος αυτός έχει

υπολογιστεί σε 51,2μsec. Μετά από την ν-οστή σύγκρουση ο τυχαίος χρόνος αναμονής είναι πολλαπλάσιο του χρόνου t όπου t ανήκει στο διάστημα $[0, 2^i - 1]$ όπου $i = \min(\nu, 10)$. Μετά από 16 δοκιμές ο αποστολέας εγκαταλείπει τη μετάδοση. Η επανάληψη θα γίνει μετά από χρόνο πολλαπλάσιο του 51,2μsec.

- Ø Ο 1-persistent. Δηλαδή ένας σταθμός αναμένει και μεταδίδει αμέσως μόλις ελευθερωθεί το κανάλι.

3.5 ΔΙΑΦΟΡΑ ΠΡΟΤΥΠΑ ETHERNET ΔΙΚΤΥΩΝ

Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι δυνατές μορφές που μπορεί να πάρει το Ethernet. Στο όνομα κάθε προτύπου, το πρώτο νούμερο μπορεί να είναι (10, 1 ή 100) και δείχνει το ρυθμό δεδομένων σε Mbps. Η ενδιάμεση λέξη μπορεί να είναι (Base)band ή (broad)band και σημαίνει το αντίστοιχο εύρος ζώνης. Το τελευταίο νούμερο ή γράμμα μπορεί να είναι (5,2,1,T,F,X) και δείχνει το μέγιστο μήκος του καλωδίου ή τον τύπο του καλωδίου.

3.5.1 10Base5: Thick Ethernet

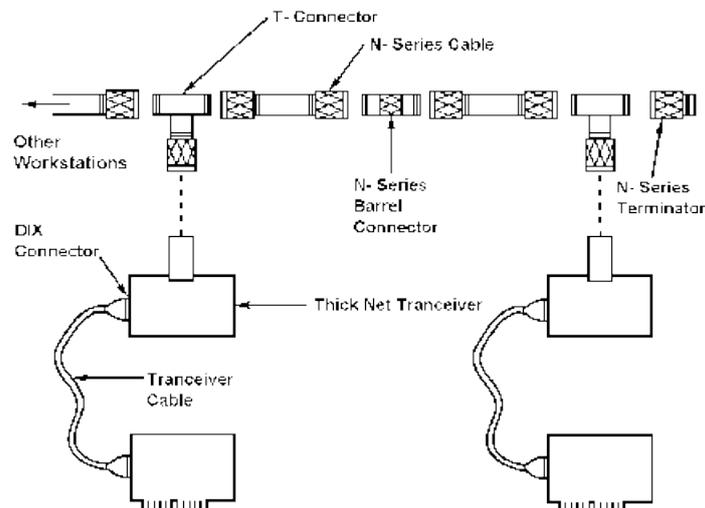
Τα εξαρτήματα του τοπικού αυτού δικτύου είναι:

- **Thick ομοαξονικό καλώδιο.** Το καλώδιο αυτό είναι αρκετά αλύγιστο για να μπορέσει κάποιος να το σπάσει με τα χέρια. Τα χαρακτηριστικά του είναι, διάμετρος 1cm και σύνθετη αντίσταση 50Ω.
- **Transceiver και Transceiver Tap ή MAU.** Είναι το εξάρτημα το οποίο έρχεται σε επαφή με το Thick Ομοαξονικό καλώδιο.
- **AUI καλώδιο.** Είναι το καλώδιο με το οποίο συνδέεται ο Transceiver με το σταθμό. Το συγκεκριμένο καλώδιο έχει 15 σύρματα και τα δύο άκρα του έχουν κονέκτορες με 15pin το καθένα. Το καλώδιο αυτό επιτρέπει να φτάνει μέχρι 50Ω.
- **Terminator.** Ο Terminator είναι ηλεκτρική αντίσταση η οποία τοποθετείται στα άκρα του ομοαξονικού καλωδίου. Ο σκοπός της είναι να βοηθάει στην απόσβεση των στατικών κυμάτων τα οποία δημιουργούνται πάνω στο ομοαξονικό καλώδιο. Η τιμή της πρέπει να είναι ίση με την τιμή της αντίστασης του καλωδίου.
- **NIC (Network Interface Card).** Είναι η κάρτα δικτύου η οποία βρίσκεται ενσωματωμένη σε κάθε σταθμό του δικτύου.

Η χρήση του 10Base5 υπόκειται σε κάποιους περιορισμούς όπως:

- Το 10Base5 καλώδιο χρησιμοποιείται σε τμήματα όχι μεγαλύτερα των 500m. Μεγαλύτερο μήκος δεν θα εξασφάλιζε ακριβές σήμα στη γραμμή.
- Σε κάθε τμήμα δεν μπορεί να υπάρχουν πάνω από 100 transceivers.
- Η απόσταση μεταξύ των transceivers δεν μπορεί να είναι πάνω από 2.5m.
- Το καλώδιο πρέπει να έχει γείωση.
- Το καλώδιο πρέπει να έχει 50Ω αντίσταση.

Το thick ομοαξονικό καλώδιο είναι ακριβό και δύσχρηστο και γι' αυτό δεν χρησιμοποιείται συχνά. Παρ' όλα αυτά σε δυσμενές περιβάλλον που παρουσιάζει θορύβους μπορεί να χρησιμοποιηθεί με επιτυχία.



Σχήμα_3β: 10Base5

3.5.2 10Base2: Thin Ethernet

Το τοπικό αυτό δίκτυο βασίζεται στο ομοαξονικό καλώδιο 10Base2 το οποίο χρησιμοποιείται για καλώδιο κορμού (backbone) σε φυσική τοπολογία Bus. Η αρχιτεκτονική η οποία σχηματίζεται με το καλώδιο αυτό και τους BNC-T Connectors λέγεται και daisy chain. Η ταχύτητα των δεδομένων είναι 10Mbps. Η κωδικοποίηση του σήματος γίνεται σε μορφή Manchester.

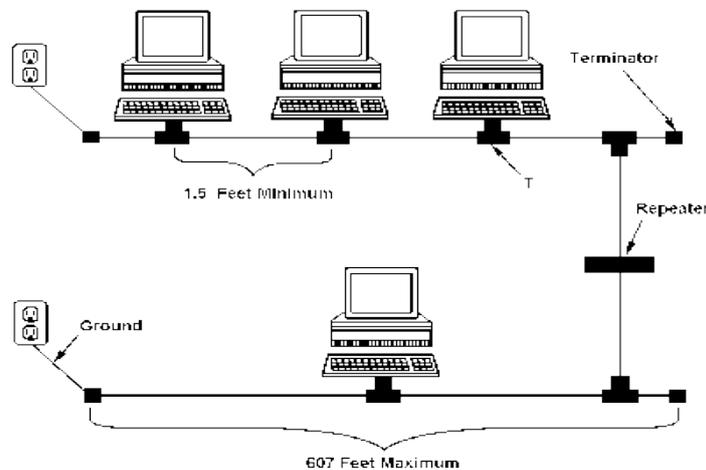
Το βασικό πλεονέκτημα είναι ότι το δίκτυο αυτό είναι πολύ φτηνότερο σε σχέση με το προηγούμενο δίκτυο. Το ομοαξονικό καλώδιο 10Base2 είναι πολύ φτηνότερο από το προηγούμενο και πολύ πιο εύκαμπτο.

Αλλά το μειονέκτημα είναι ότι το μέγιστο επιτρεπτό αυτόνομο τμήμα(segment) είναι 185m και είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με τα 500m που είναι το μέγιστο επιτρεπτό αυτόνομο τμήμα(segment) στο 10Base5.

Ακόμη πάνω στο λεπτό αυτό ομοαξονικό καλώδιο μπορούμε να συνδέσουμε λιγότερους σταθμούς σε σχέση πάλι με το 10Base5 καλώδιο. Επιπλέον το δίκτυο αυτό είναι πιο ευάλωτο σε θορύβους από το 10Base5 δίκτυο.

Τα εξαρτήματα που απαιτούνται είναι:

- **10Base2 καλώδιο.** Έχει αντίσταση 50Ω. Επίσης πρέπει να είναι γειωμένο και οποιαδήποτε καμπί πρέπει να έχει ακτίνα στροφής το λιγότερο 5cm.
- **BNC-T Connectors.** Οι συνδετήρες αυτοί έχουν σχήμα T και διασυνδέουν ξεχωριστά τμήματα ομοαξονικού καλωδίου 10Base2.
- **NIC.** Είναι η κάρτα του σταθμού η οποία είναι ενσωματωμένη σ' αυτόν και έχει την μοναδική φυσική διεύθυνση την οποία της την εξασφαλίζουν οι κατασκευαστές. Οι διευθύνσεις αυτές χρησιμεύουν για τη δρομολόγηση των πακέτων δεδομένων στο δίκτυο.
- **Terminator.** Ο Terminator είναι ηλεκτρική αντίσταση η οποία τοποθετείται στα άκρα του ομοαξονικού καλωδίου τιμής 50Ω για την συγκεκριμένη περίπτωση. Σκοπός της είναι να βοηθήσει στην απόσβεση των στάσιμων κυμάτων τα οποία δημιουργούνται πάνω στο ομοαξονικό καλώδιο.



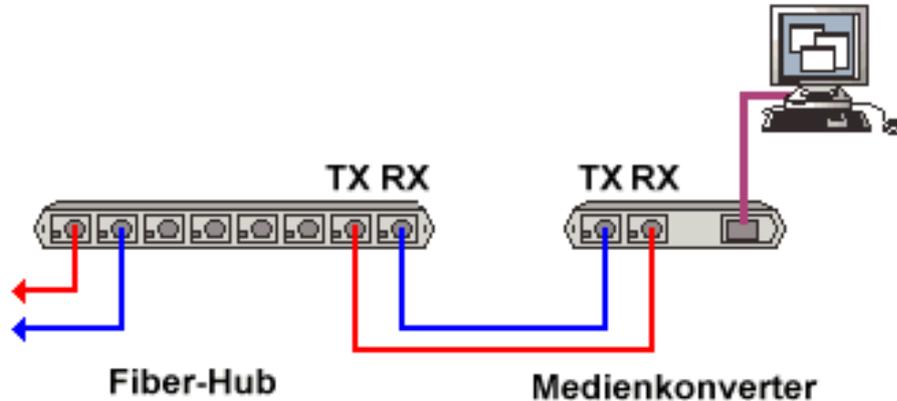
Σχήμα_3γ: 10Base2

3.5.3 10BaseF: Ethernet με οπτικές ίνες

Η αρχιτεκτονική αυτή βασίζεται σε οπτική ίνα και ονομάζεται και Fiber Ethernet. Ένα από τα προφανή πλεονεκτήματα της χρήσης οπτικών ινών είναι το ότι δεν επηρεάζεται από εξωτερικά ηλεκτρομαγνητικά πεδία.

Με τη χρήση των οπτικών ινών ξεπερνάμε τους περιορισμούς των ομοαξονικών καλωδίων των 185m και 500m αντίστοιχα και έχουμε επαύξηση του μήκους του δικτύου.

Φυσικά το δίκτυο αυτό διατηρεί τα χαρακτηριστικά του Ethernet. Δηλαδή έχει ταχύτητα 10Mbps και η τεχνική μετάδοσης είναι CSMA/CD. Ο βασικός κορμός του, είναι 62.5μm με κάλυμμα 125μm.

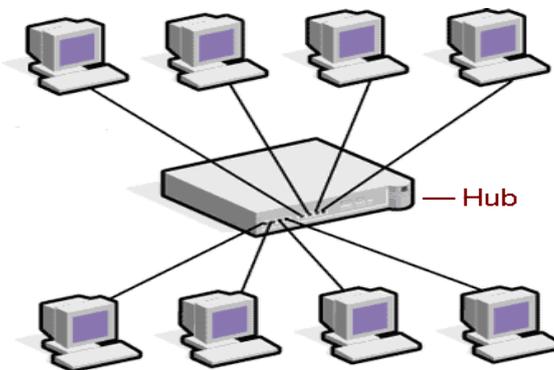


Σχήμα_3δ: 10BaseF

3.5.4 10BaseT: Twisted-Pair Ethernet

Το δίκτυο αυτό βασίζεται στο κοινό τηλεφωνικό καλώδιο (UTP- Unshielded Twisted Pair) και όχι στο κοινό ομοαξονικό καλώδιο. Η ταχύτητα του δικτύου αυτού είναι 10Mbps. Χρησιμοποιεί διανομέα (hub) και κάθε σταθμός μπορεί να απέχει 100m από το hub. Το hub αναπαράγει το πλαίσιο δεδομένων για όλους τους σταθμούς και η κάρτα του κάθε σταθμού ελέγχει κατά πόσο το συγκεκριμένο πλαίσιο δεδομένων προορίζεται ή όχι για το συγκεκριμένο σταθμό.

Η όλη εγκατάσταση γίνεται πολύ εύκολα και υπάρχει και ευελιξία στην αλλαγή της αρχιτεκτονικής.



Σχήμα_3ε: 10BaseT

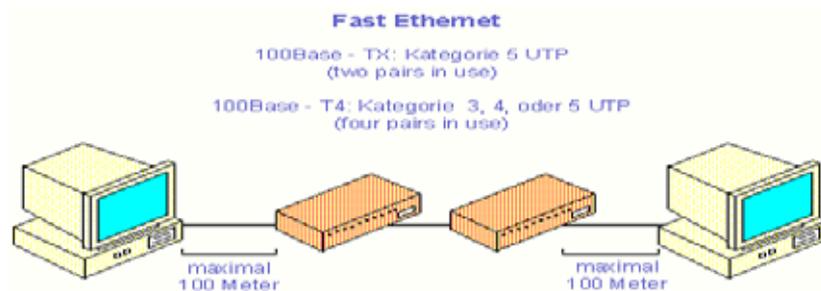
3.5.5 1Base5: Τοπικό Δίκτυο Αστέρα

Είναι ένα ασύνηθες δίκτυο λόγω της πολύ χαμηλής ταχύτητας του. Όπως φαίνεται και από το όνομα το δίκτυο αυτό είναι 1Mbps και η τοπολογία του είναι αστέρας. Το βασικό εξάρτημά του είναι το hub και μέσω αυτού έχουμε διακλάδωση προς όλους τους σταθμούς. Μπορούμε συνδέοντας διάφορα hubs να έχουμε επέκταση του δικτύου. Το καλώδιο που χρησιμοποιείται σε αυτό το δίκτυο είναι το UTP.

Η τοπολογία αυτή είναι ιδανική και ευέλικτη για κάλυψη ενός σχετικά μεγάλου κτηρίου αλλά παρ' όλα αυτά η χαμηλή ταχύτητα καθιστά την αρχιτεκτονική αποξεχασμένη, ιδιαίτερα σήμερα που υπάρχουν μέθοδοι πιο γρήγορου Ethernet.

3.5.6 100BaseT: Fast Ethernet

Σκοπός της Fast Ethernet αρχιτεκτονικής είναι να αυξήσει την ταχύτητα του γνωστού 10BaseT Ethernet το οποίο βασίζεται σε χρήση UTP καλωδίου. Η Fast Ethernet αρχιτεκτονική λειτουργεί στα 100Mbps. Η τοπολογία και το MAC πρωτόκολλο είναι ίδια με την αρχιτεκτονική 10BaseT. Από τις προδιαγραφές προορίζονται δύο διαφορετικοί σύνδεσμοι. Ο ένας χρησιμοποιείται για εκπομπή και ο άλλος για λήψη. Αναλυτικότερα το δίκτυο παρουσιάζεται σε επόμενο κεφάλαιο.



Σχήμα_3ζ: 100BaseT

ΚΑΛΩΔΙΟ	ΡΥΘΜΟΣ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ(Mbps)	ΠΡΟΤΥΠΟ
Λεπτό ομοαξονικό	10	10Base5
Λεπτό ομοαξονικό	10	10Base2
Οπτική ίνα	10	10BaseF
UTP	10	10BaseT
UTP	1	1Base5
UTP	100	100BaseT

Πίνακας_3α: Τα διάφορα πρότυπα του Ethernet

3.6 ΒΑΣΙΚΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ETHERNET

Για τον αποτελεσματικό σχεδιασμό ενός δικτύου Ethernet είναι απαραίτητη η τήρηση κάποιων βασικών κανόνων υλοποίησης. Συγκεκριμένα:

- Ø Η μέγιστη απόσταση από άκρο σε άκρο μπορεί να είναι μέχρι 3km. Πάντως σε καμιά περίπτωση δεν μπορούμε να έχουμε απόσταση μεταξύ δύο ακραίων σταθμών μεγαλύτερη από 4km ακόμη και αν χρησιμοποιήσουμε οπτική ίνα. Ο λόγος είναι ότι η συνολική καθυστέρηση στο μέσο μετάδοσης και από τον συνολικό μηχανισμό είναι αρκετά μεγάλη ώστε να ανιχνευτεί έγκαιρα μια επικείμενη σύγκρουση.
- Ø Όταν χρησιμοποιείται καλώδιο AUI, τότε το μέγιστο μήκος του μπορεί να είναι 3km.
- Ø Όταν ενώνονται διάφορα τμήματα(segments) καλωδίου τότε από άκρο σε άκρο του δικτύου, δεν μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από 3 ενεργά τμήματα(active segments) και δεν μπορεί να υπάρχουν περισσότερα από 5 τμήματα(segments) ενεργά και παθητικά στη σειρά.
- Ø Μπορούν ενωθούν απευθείας 10BaseT και 10Base2 ομοαξονικά καλώδια επειδή όπως είδαμε έχουν την ίδια ταχύτητα. Βέβαια στο καλώδιο 10BaseT μπορούν να συνδεθούν περισσότεροι σταθμοί από ότι στο 10Base2.
- Ø Χρησιμοποιώντας ειδικά καλώδια: το μέγιστο μήκος IRL καλωδίου μπορεί να είναι μέχρι 500m. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι 3 τμήματα IRL καλωδίου και το μέγιστο μήκος οπτικής ίνας μπορεί να είναι μέχρι 2000m.
- Ø Σε περίπτωση που επεκτείνουμε το δίκτυο διασυνδέοντας δίκτυα Ethernet με χρήση γεφυρών τότε το μέγιστο μήκος από το ένα άκρο του δικτύου στο άλλο μπορεί να είναι μέχρι 20km. Επιπλέον συνίσταται η χρήση το πολύ 7 γεφυρών.

3.7 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΙΕΕΕ 802.3 ΚΑΙ ΤΟ ETHERNET

Το Ethernet της Xerox αποδείχθηκε τόσο επιτυχημένο που αποτέλεσε τη βάση για το σχεδιασμό του προτύπου 802.3. Το 802.3 διαφέρει από τις προδιαγραφές του Ethernet στο ότι επεξηγεί μια ολόκληρη οικογένεια από συστήματα, 1 επίμονο CSMA/CD που τρέχουν με ταχύτητες από 1 έως 10Mbps σε διάφορα μέσα μετάδοσης.

Επίσης το πεδίο επικεφαλίδας διαφέρει. Το πεδίο μήκους στο 802.3 χρησιμοποιείται για τον τύπο πακέτου στο Ethernet.

Το αρχικό πρότυπο επίσης, δίνει τις παραμέτρους για σύστημα βασικής ζώνης των 10Mbps που χρησιμοποιεί ομοαξονικό καλώδιο των 50Ω. Αργότερα ήρθαν και άλλα σύνολα παραμέτρων για άλλα μέσα μετάδοσης και ταχύτητες.

3.8 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ 802.3

Κάθε πλαίσιο αρχίζει με μια ακολουθία συγχρονισμού (preamble) των 7 bytes που κάθε μία περιέχει την δυαδική ακολουθία 10101010. Η ακολουθία αυτή των bytes δημιουργείται από το chip ελεγκτή. Η κωδικοποίηση, κατά Manchester, αυτής της ακολουθίας παράγει έναν τετραγωνικό παλμό των 10MHz διάρκειας 5.6μsec, διάρκειας ικανής να επιτρέψει τον συγχρονισμό των ρολογιών του δέκτη και του πομπού. Κατόπιν ακολουθεί το byte Αρχής πλαισίου (start of frame delimiter-SFD) που περιέχει το 10101011 για να δείξει την αρχή του ίδιου του πλαισίου. Το πλαίσιο περιέχει δύο διευθύνσεις, μία για τον προορισμό και μία για την πηγή.

Το πρότυπο επιτρέπει διευθύνσεις των 2 και των 6 bytes, αλλά οι παράμετροι που καθορίστηκαν για το πρότυπο ζώνης των 10Mbps χρησιμοποιούν διευθύνσεις των 6bytes. Το υψηλότερης τάξης bit της διεύθυνσης προορισμού είναι 0 για τις συνήθεις διευθύνσεις και 1 για τις ομαδικές διευθύνσεις. Όταν ένα πλαίσιο στέλνεται στη διεύθυνση μιας ομάδας, το λαμβάνουν όλοι οι σταθμοί της ομάδας. Η αποστολή σε μια ομάδα σταθμών ονομάζεται πολλαπλή αποστολή(multicast). Η διεύθυνση που αποτελείται από το σύνολο των bits 1 δεσμεύεται αποκλειστικά για εκπομπή(broadcast). Το πλαίσιο που περιέχει όλο 1 στο πεδίο προορισμού του, φτάνει σε όλους τους σταθμούς και διαδίδεται από όλες τις γέφυρες.

3.9 ΒΛΑΒΕΣ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ETHERNET

Με προληπτική συντήρηση των δικτύων αποφεύγονται πολλά δυσάρεστα γεγονότα. Η βάση της συντήρησης είναι η καθημερινή παρακολούθηση της λειτουργίας του δικτύου. Η αύξηση του φορτίου του δικτύου έχει σαν αποτέλεσμα καθυστέρηση και λάθη σε αυτό. Μπορεί στην πορεία λειτουργίας να υπάρξουν καταστροφές transceivers ή καρτών δικτύου ή καταστροφές σε οποιοδήποτε άλλο κομμάτι της λειτουργίας του δικτύου. Οι λόγοι της καταστροφής είναι η υπερβολική θερμοκρασία, η διακύμανση της ισχύος ή κάποια απλή μηχανική καταστροφή αλλά και οποιαδήποτε άλλη περίπτωση απρόβλεπτης αιτίας.

Συλλέγοντας όλα τα πιθανά προβλήματα ενός δικτύου προσπαθούμε να τα ομαδοποιήσουμε σε κατηγορίες για λόγους πιο συστηματικής αντιμετώπισης. Έτσι υπάρχουν προβλήματα τα οποία αναφέρονται στο φυσικό μέρος του δικτύου(όπως βασικό καλώδιο, transceivers, επαναλήπτες, γέφυρες, δρομολογητές, πύλες, κτλ) και προβλήματα που αναφέρονται στο υπόλοιπο μη φυσικό μέρος του δικτύου(software, set ups, αρχεία του λειτουργικού συστήματος, κτλ).

Μια από τις βασικές ενέργειες που πρέπει να γίνονται για να αντιμετωπιστούν οι βλάβες οι οποίες αναφέρονται στο φυσικό μέρος του δικτύου, είναι η αποσύνδεση της τροφοδοσίας των εξαρτημάτων τα οποία παρουσιάζουν βλάβες. Στη συνέχεια πρέπει να ελεγχθεί το βασικό καλώδιο του δικτύου, πριν γίνει περαιτέρω εξέταση των λοιπών εξαρτημάτων.

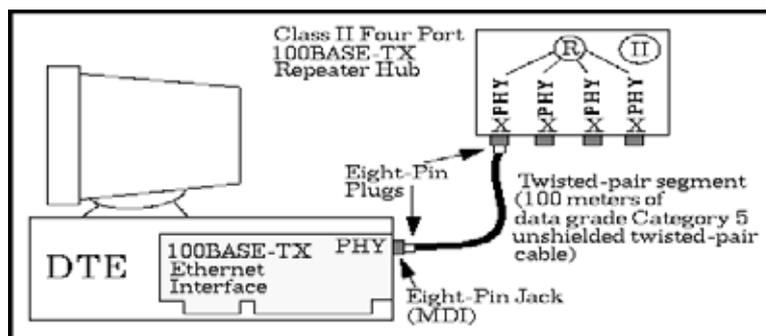
4.3 ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΟΥ FAST ETHERNET

Η τεχνολογία Fast Ethernet μπορεί να χωριστεί σε τρεις υποκατηγορίες ανάλογα με την ποιότητα της καλωδίωσης. 100BaseTX για την χρήση του επιπέδου 5 UTP καλωδίου. Η 100BaseFX για τη χρήση ψευδο-οπτικού καλωδίου και η 100BaseT4 η οποία αξιοποιεί δύο επιπλέον καλώδια για τη χρήση στο επίπεδο 3 UTP της καλωδίωσης.

4.3.1 100BaseTX

Το δίκτυο 100BaseTX, από μια προοπτική τηλεγράφησης, είναι σχεδόν παρόμοιο με το 10BaseT. Χρησιμοποιεί καλώδιο UTP κατηγορίας 5 για να συνδέσει τα διάφορα hubs, switches, και τους τελικούς κόμβους. Χρησιμοποιεί έναν RJ45 γρύλο ακριβώς όπως το 10BaseT και η καλωδίωση στο συνδετήρα είναι ίδια.

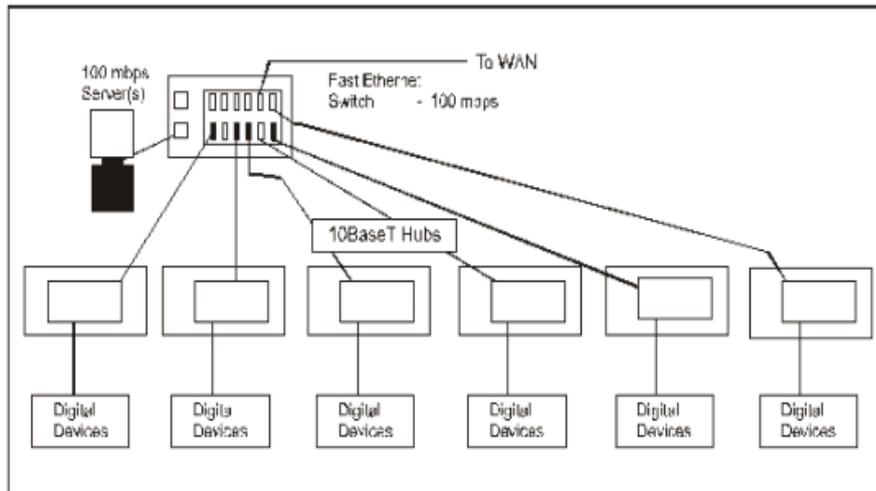
Γι' αυτό το 100BaseTX είναι η δημοφιλέστερη μορφή της γρήγορης προδιαγραφής Ethernet. Υιοθετείται από τα φυσικά πρότυπα μέσων, που αναπτύχθηκαν πρώτα από το Ansi, το Αμερικανικό Εθνικό Ίδρυμα Προτύπων.



Σχήμα_4β: Υπολογιστής συνδεδεμένος σε δίκτυο 100BaseTX

4.3.2 100BaseFX

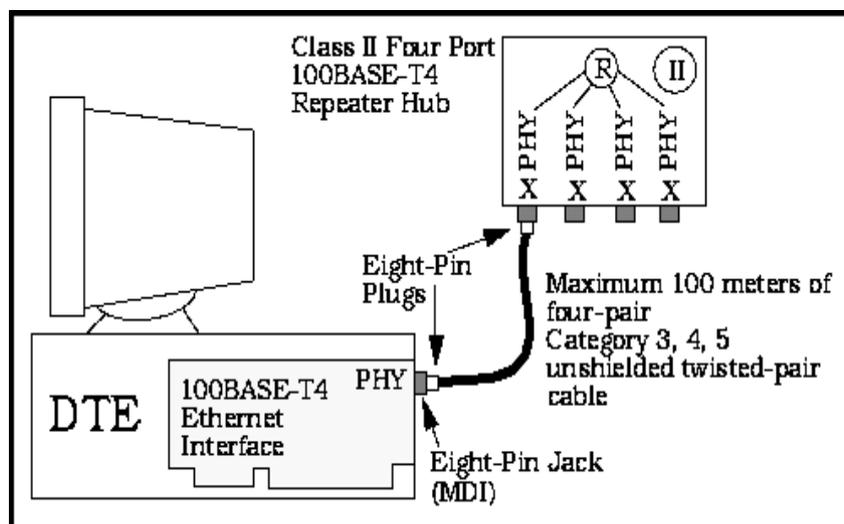
Η παραλλαγή του Fast Ethernet, 100BaseFX χρησιμοποιείται πρώτιστα, για να συνδέσει τα hubs και τα switches είτε μεταξύ της καλωδίωσης εντός ενός κτηρίου είτε μεταξύ της καλωδίωσης διαφορετικών κτηρίων. Συγκεκριμένα χρησιμοποιεί το πολλαπλού τρόπου fiber-optic καλώδιο για να μεταφέρει τη γρήγορη κυκλοφορία Ethernet. Υιοθετείται και το 100BaseTX από τα φυσικά πρότυπα μέσων, που αναπτύχθηκαν πρώτα από το Ansi, το Αμερικανικό Εθνικό Ίδρυμα Προτύπων.



Σχήμα_4γ: 100BaseFX

4.3.3 100BaseT4

Η τρίτη παραλλαγή της γρήγορης προδιαγραφής Ethernet είναι το 100BaseT4. Αυτό το σχέδιο ενσωματώνει τη χρήση δύο ή περισσότερων ζευγαριών καλωδίων για να επιτρέψει στο γρήγορο Ethernet να λειτουργήσει πέρα από την κατηγορία 3 UTP καλωδίων ή και ανωτέρω.



Σχήμα_4δ: Υπολογιστής συνδεδεμένος σε δίκτυο 100BaseT4

4.4 ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΕΣ FAST ETHERNET

Η βασική δομική μονάδα του Fast Ethernet είναι ο γρήγορος επαναλήπτης Ethernet. Οι δύο τύποι γρήγορων επαναληπτών Ethernet που προσφέρονται σήμερα στην αγορά είναι οι εξής:

1. **Class I repeater:** Η κατηγορία αυτών των επαναληπτών λειτουργεί μεταφράζοντας το εισερχόμενο γραμμικό σήμα σε ψηφιακό σήμα. Αυτό επιτρέπει τη μετάφραση μεταξύ των διαφορετικών τύπων Fast Ethernet όπως 100BaseTX και 100BaseFX. Επιπλέον αυτή η κατηγορία εισάγει κάποιες καθυστερήσεις κατά την εκτέλεση της μετατροπής του σήματος με αποτέλεσμα μόνο ένας επαναλήπτης να μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα τμήμα του δικτύου Fast Ethernet.
2. **Class II repeater:** Οι επαναλήπτες αυτοί επαναλαμβάνουν αμέσως το σήμα σε όλα τα ports του επαναλήπτη. Από αυτήν την μετακίνηση του σήματος παρατηρείται μια πολύ μικρή καθυστέρηση.

4.5 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ FAST ETHERNET

Μερικές θετικές εκτιμήσεις που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της τεχνολογίας Fast Ethernet είναι οι εξής:

- ∅ Ανέξοδη τεχνολογία των 100Mbps
- ∅ Δυνατότητα ενσωμάτωσης με τη χρήση γεφυρών και routers σε εγκατεστημένα δίκτυα Ethernet.
- ∅ Θεωρείται το πιο οικονομικό από τα μοντέλα υψηλών ταχυτήτων.

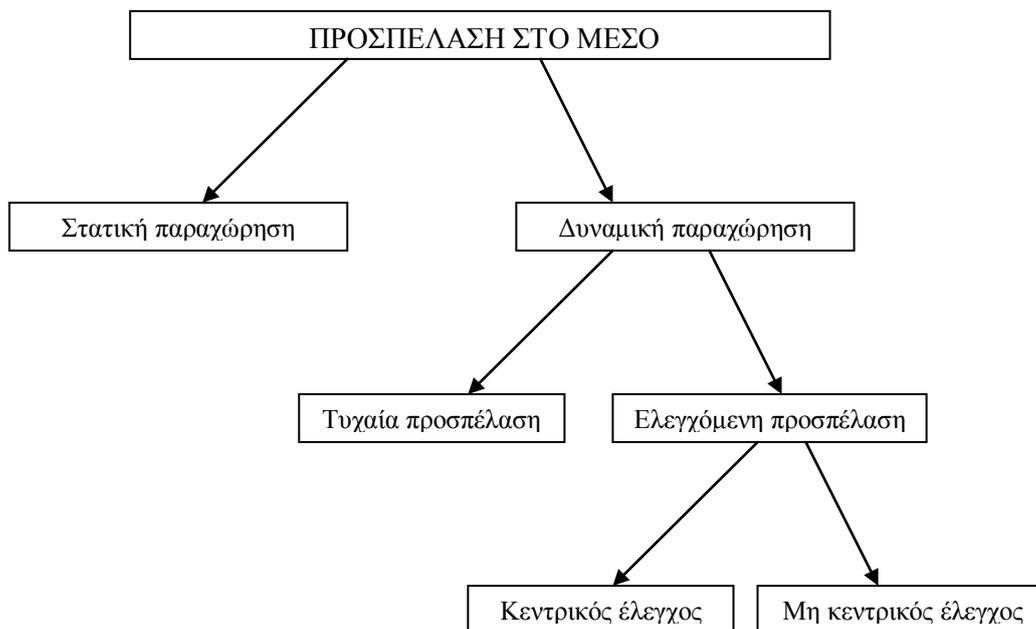
Εκτός από τα θετικά, το δίκτυο Fast Ethernet έχει και κάποια μειονεκτήματα:

- ∅ Τα δίκτυα 100BaseT έχουν μικρότερη ακτίνα απ' ότι τα δίκτυα 100VG-AnyLAN όταν χρησιμοποιούνται repeater hubs αντί των ακριβότερων(σε κόστος) repeater switches.
- ∅ Διαθέτουν κοινό εύρος ζώνης(bandwidth). Πολλοί τελικοί σταθμοί υποστηρίζονται σε μια ίση βάση χωρίς παροχές προτεραιότητας. Έτσι πολλοί υπολογιστές καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες εύρους ζώνης (bandwidth) με αποτέλεσμα κάποια άλλα συστήματα να μην έχουν αυτή τη δυνατότητα. Γι' αυτό το λόγο είναι σημαντικό οι σχεδιαστές να καταλάβουν πως θα χρησιμοποιηθεί το δίκτυο ώστε να αποφευχθεί αυτό το πρόβλημα.

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

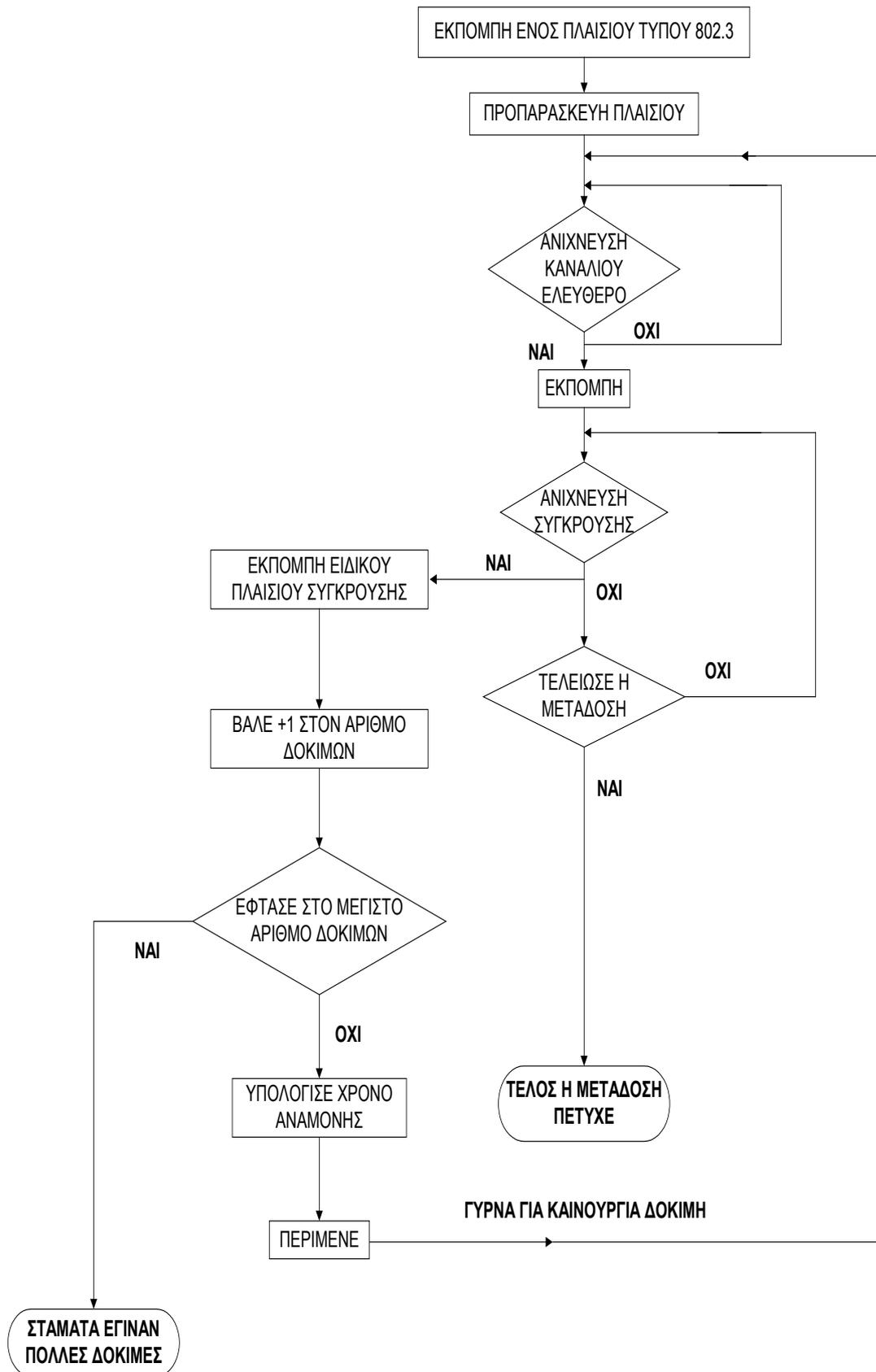
Όπως αναφέρθηκε στην αρχή ένας από τους βασικούς σκοπούς ενός τοπικού δικτύου είναι να δώσει τη δυνατότητα στους χρήστες και στους διάφορους σταθμούς του δικτύου να μοιραστούν ένα σύνολο από κοινά μέσα επικοινωνίας. Ο σκοπός ενός πρωτοκόλλου που διαχειρίζεται την προσπέλαση στο δίκτυο είναι να ρυθμίσει τα προβλήματα που ενδεχομένως μπορούν να προκύψουν εάν όλοι οι σταθμοί εκπέμπουν χωρίς κανένα κανόνα.

Η προσπέλαση στο μέσο επικοινωνίας μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους οι οποίοι μπορούν να καταχωρηθούν σε διάφορες κατηγορίες όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα:



5.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΠΡΟΣΠΕΛΑΣΗΣ : CSMA/CD

Η μέθοδος CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access-Collision Detection, Πολλαπλή Προσπέλαση με Ανίχνευση Φέροντος και Ανίχνευση Συγκρούσεων) είναι η πλέον χρησιμοποιούμενη τεχνική με τυχαία προσπέλαση διότι εφαρμόζεται στο δίκτυο Ethernet της XEROX. Κατά βάση αυτή η μέθοδος είναι η υλοποίηση ενός αλγορίθμου. Ο αλγόριθμος αυτός αποτελείται από αυτοτελείς οντότητες οι οποίες αναλύονται παρακάτω. Σαν οντότητες μπορούμε να θεωρήσουμε το μηχανισμό ανίχνευσης φέροντος (Carrier Sense), τον μηχανισμό προσπέλασης (εκπομπής και λήψης δεδομένων) και το μηχανισμό ανίχνευσης συγκρούσεων (Collision Detection).



Σχήμα_5α: Αλγόριθμος CSMA/CD

5.3 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ

Ο σταθμός εκπομπής εκτελεί τις παρακάτω ενέργειες:

- Ø **Ανίχνευση Φέροντος (Carrier Sense):** Κάθε σταθμός ο οποίος θέλει να αποστείλει δεδομένα πρέπει πάντα να ανιχνεύει ‘αφουγκράζεται’ τη γραμμή. Εάν δεν υπάρχει τάση στη γραμμή τότε θεωρείται ότι η γραμμή είναι ελεύθερη, ‘idle’, για εκπομπή δεδομένων ενώ εάν υπάρχει τάση τότε θεωρείται ότι κάποια μετάδοση πλαισίου είναι σε εξέλιξη. Εάν υπάρχει σήμα-μετάδοση πλαισίων στη γραμμή τότε ο σταθμός αναστέλλει την εκπομπή του. Ενώ αν βρει τη γραμμή ελεύθερη τότε αρχίζει τη μετάδοση πλαισίου δεδομένων ‘frame’.
- Ø **Πολλαπλή προσπέλαση(Multiple Access):** Με την έννοια πολλαπλή προσπέλαση εννοούμε το γεγονός ότι κάθε σταθμός έχει ισοδύναμη προσπέλαση στο μέσο με οποιονδήποτε άλλο. Πρόσβαση στο μέσον μπορεί να έχει οποιαδήποτε στιγμή κάθε σταθμός. Ας θεωρηθεί λοιπόν ότι δύο ανταγωνιζόμενοι σταθμοί μπορούν να έχουν προσπέλαση στο δίκτυο σχεδόν την ίδια χρονική στιγμή ύστερα από ένα ελάχιστο(μη σημαντικό) χρονικό διάστημα. Κατά την διάρκεια της εκπομπής υπάρχει από τον αποστολέα συνεχή λήψη του σήματος και σύγκριση μεταξύ εκπεμπόμενου σήματος και λαμβανόμενου σήματος. Η εκπομπή θεωρείται επιτυχής εφόσον κατά τη διάρκεια της εκπομπής δεν διαπιστώθηκε οποιαδήποτε σύγκρουση(απότομη αλλαγή στη στάθμη της τάσης του καλωδίου ή καμιά φορά εξαφάνιση του σήματος λόγω συμβολής σημάτων). Μετά την ολοκλήρωση της εκπομπής το κανάλι-μέσον παραμένει ελεύθερο ‘idle’ από ηλεκτρική διαταραχή και είναι έτοιμο για οποιαδήποτε χρήση από επόμενο σταθμό.
- Ø **Ανίχνευση συγκρούσεων(Collision Detection):** Ένας άλλος μηχανισμός του πρωτοκόλλου προσπέλασης CSMA/CD είναι η δυνατότητά του να διαπιστώνει τις τυχόν συγκρούσεις (Collision) στο μέσον –γραμμή και τότε να σταματά αμέσως την εκπομπή. Η διαπίστωση αυτή επιτυγχάνεται με έλεγχο του σήματος (τάση) της γραμμής κατά τη διάρκεια της εκπομπής πλαισίου δεδομένων. Σε αυτήν την περίπτωση – υψηλή τάση στη γραμμή- θεωρεί ότι αυτό είναι ένδειξη σύγκρουσης και τότε διακόπτεται απότομα η μετάδοση δεδομένων και κάθε σταθμός που διαπιστώνει σύγκρουση εκπέμπει το λεγόμενο jam σήμα. Ο απότομος τερματισμός της μετάδοσης δεδομένων είναι απαραίτητος για οικονομία χρόνου και εύρος ζώνης. Μετά την σχετική παύση πάνω στη γραμμή ο αλγόριθμος εκπομπής επαναλαμβάνεται από την αρχή.

5.4 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΑΘΜΟΥ ΛΗΨΗΣ

Στον σταθμό λήψης ενεργοποιείται ο κατάλληλος αλγόριθμος προκειμένου να γίνει η λήψη των δεδομένων. Οι ενέργειες αυτές είναι:

- Ø **Αποδοχή πλαισίου δεδομένων:** ο αποδέκτης σταθμός αντιλαμβάνεται ότι έρχεται πλαίσιο δεδομένων μετά την αναγνώριση του προοιμίου(preamble)

πεδίου του πλαισίου το οποίο έρχεται. Το προοίμιο είναι 101010 σειρά από bits διαμορφωμένα στην περίπτωση του Ethernet πεδίου με κωδικοποίηση σε Manchester II παλμό. Το προοίμιο συγχρονίζει ενεργοποιεί το δέκτη σταθμό ώστε να δεχθεί το υπόλοιπο πλαίσιο δεδομένων. Αμέσως ακολουθεί η παραλαβή του πλαισίου δεδομένων και γίνεται μια τοπική προσωρινή αποθήκευση ώστε να αρχίσει ο έλεγχος του πλαισίου.

Ø **Έλεγχος του πλαισίου δεδομένων:** Μετά την προσωρινή αποθήκευση του πλαισίου δεδομένων, ακολουθεί ο έλεγχος για το κατά πόσο είναι αποδεκτό το συγκεκριμένο πλαίσιο ή όχι. Εξετάζεται καταρχήν η διεύθυνση προορισμού ώστε να διαπιστωθεί αν είναι για τον συγκεκριμένο σταθμό ή όχι. Σε περίπτωση που το συγκεκριμένο πλαίσιο προορίζεται για άλλο σταθμό τότε το πλαίσιο απορρίπτεται από τον συγκεκριμένο σταθμό και η υπόλοιπη διαδικασία αποδοχής σταματά. Διαφορετικά συνεχίζεται ο έλεγχος του μεγέθους του πλαισίου αν είναι κατάλληλο ή όχι. Τέλος υπολογίζεται τοπικά το checksum και συγκρίνεται με την αντίστοιχη τιμή του checksum που φέρει το συγκεκριμένο πλαίσιο. Εάν υπάρχει διαφορά τιμών τότε το πλαίσιο απορρίπτεται, διαφορετικά γίνεται αποδεκτό.

Ø **Προώθηση πλαισίων δεδομένων στα παραπάνω επίπεδα πρωτοκόλλων:** Μετά τον έλεγχο του πλαισίου και εφόσον αυτό έχει γίνει αποδεκτό, τότε αφαιρείται οποιοδήποτε συμπλήρωμα έχει προστεθεί για σχηματισμό σταθερού μεγέθους πλαισίου(padding) και στη συνέχεια το πλαίσιο προωθείται στο αμέσως παραπάνω επίπεδο πρωτοκόλλου το οποίο είναι το LLC.

5.5 ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ CSMA/CD

Όταν ένας σταθμός θέλει να στείλει δεδομένα καταρχήν ακροάται το κανάλι γραμμή. Εάν το κανάλι είναι ελεύθερο 'idle' ανάλογα με την έναρξη της εκπομπής σε σχέση με την χρονική στιγμή που ο συγκεκριμένος σταθμός διαπιστώνει ελεύθερο το κανάλι έχουμε και τις παρακάτω παραλλαγές:

1-επίμονο CSMA/CD πρωτόκολλο. Κατά την περίπτωση αυτή ο σταθμός ανιχνεύει το κανάλι γραμμή. Εάν το κανάλι γραμμή είναι ελεύθερο 'idle' τότε ο σταθμός εκπέμπει αμέσως. Αν όμως είναι απασχολούμενο(busy) τότε περιμένει μέχρι να καταστεί ελεύθερο 'idle' και τότε αρχίζει την εκπομπή του αμέσως.

p-επίμονο CSMA/CD πρωτόκολλο. Κατά την περίπτωση αυτή ο σταθμός ανιχνεύει το κανάλι γραμμή. Εάν το κανάλι-γραμμή είναι ελεύθερο 'idle' τότε ο σταθμός εκπέμπει αμέσως. Αν όμως είναι απασχολημένο(busy) τότε δεν συνεχίζει την ανίχνευση του καναλιού μέχρι να απελευθερωθεί, όπως η προηγούμενη περίπτωση, αλλά αναστέλλει την ανίχνευση κατά μία τυχαία χρονική περίοδο και μετά επαναλαμβάνει τον αλγόριθμο ανίχνευσης. Ο δεύτερος τρόπος μετάδοσης οδηγεί σε λιγότερες συγκρούσεις(collisions) στο κανάλι άρα και καλύτερο βαθμό απόδοσης του δικτύου.

5.6 ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ

Έστω ότι ο χρόνος μετάδοσης ενός πακέτου είναι t . Τότε η αποδοτικότητά του θα είναι:

$$\text{Αποδοτικότητα} = \frac{t}{t + 2,5 \cdot 2p} = \frac{t}{t + 5p}$$

Όπου 2,5 είναι τα διαστήματα αναμονής πριν την μετάδοση και p ο μέγιστος χρόνος διάδοσης από άκρο σε άκρο του δικτύου.

Το πακέτο καταναλώνει χρόνο αναμονής και χρόνο μετάδοσης. Συνεπώς:

- Ø η αποδοτικότητά του μειώνεται όσο μεγαλώνει ο χρόνος μετάδοσης p
- Ø η αποδοτικότητα αυξάνεται όσο μεγαλώνει το μέγεθος των πακέτων
- Ø ο χρόνος που αξιοποιείται κατά τις μεταδόσεις μεγαλώνει
- Ø ο χρόνος που σπαταλιέται από τις συγκρούσεις μεγαλώνει

5.7 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ CSMA/CD

Το πρωτόκολλο CSMA/CD παρόλο που είναι ευρέως διαδεδομένο και εύχρηστο στο δίκτυο Ethernet παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα όπως:

- Ø Μεγάλες καθυστερήσεις
- Ø Χαμηλή απόδοση σε μεγάλο φόρτο
- Ø Μη αποδοτικό για μικρά μεγέθη πακέτων
- Ø Πρόκειται για ημιαμφίδρομο πρωτόκολλο γιατί το τερματικό εμπλέκεται στην διαδικασία ακρόασης του μέσου
- Ø Η ανίχνευση συγκρούσεων γίνεται με βάση τα επίπεδα του λαμβανόμενου σήματος και δεν εγγυάται την αξιόπιστη παράδοση της πληροφορίας

5.8 ΜΠΟΡΕΙ ΤΟ CSMA/CD ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΕΙ ΣΕ ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ;

Το CSMA/CD αναπτύχθηκε για το δίκτυο Ethernet. Αυτό σημαίνει ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια τοπολογία δακτυλίου. Ο τρόπος που ένα δίκτυο Ethernet λειτουργεί είναι πολύ διαφορετικός από αυτόν ενός δικτύου με τοπολογία δακτυλίου. Το υλικό και το λογισμικό για κάθε τύπο δικτύου είναι διαφορετικά και ασυμβίβαστα. Σε περίπτωση που πρέπει να επικοινωνήσουν δύο σταθμοί μεταξύ τέτοιων δικτύων, χρησιμοποιείται είτε κάποια γέφυρα είτε κάποια πύλη οι οποίες

μεταφράζουν τα πλαίσια από τη μια τοπολογία δικτύου στην άλλη και όχι διάφορες τεχνικές προσπέλασης στο μέσο επικοινωνίας.

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι mac addresses χρησιμοποιούνται στο δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI (Open System Interconnection). Μέσω των ελεγχόμενων, μοναδικών προσδιοριστικών OUI (Organizationally Unique Identifiers) που αναθέτουν στο υλικό οι κατασκευαστές, οι mac διευθύνσεις είναι μοναδικές για όλες τις landbased συσκευές.

Σε πολλές περιπτώσεις η mac διεύθυνση ενός τερματικού σταθμού χρησιμοποιείται ως παράγοντας επικύρωσης ή ως το μοναδικό προσδιοριστικό για την χορήγηση των ποικίλων επιπέδων προνομίων ενός δικτύου ή ενός συστήματος σε ένα χρήστη. Αυτή η διαδικασία επικύρωσης υιοθετήθηκε από το πρότυπο 802.11 στα ασύρματα δίκτυα.

6.2 Η ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ MAC ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Στη δικτύωση των υπολογιστών, η διεύθυνση ελέγχου πρόσβασης (mac address) είναι τόσο σημαντική όπως η IP διεύθυνση. Είναι μια μοναδική αξία που συνδέεται με έναν προσαρμοστή δικτύων. Είναι γνωστές ως διευθύνσεις υλικού ή φυσικές διευθύνσεις.

Συγκεκριμένα οι mac διευθύνσεις είναι δεκαεξαδικοί αριθμοί 12 ψηφίων (48 bit στο μήκος). Κατά κανόνα, οι mac διευθύνσεις γράφονται σε ένα από τα ακόλουθα δύο σχήματα:

MM:MM:MM:SS:SS:SS

MM-MM-MM-SS-SS-SS

Το πρώτο μισό της mac διεύθυνσης περιέχει τον αριθμό ταυτότητας του κατασκευαστή προσαρμοστών. Το δεύτερο μισό αυτής αντιπροσωπεύει τον αύξοντα αριθμό που ορίζεται στον προσαρμοστή από τον κατασκευαστή.

Για παράδειγμα: 00:A0:C9:14:C8:29

Το πρόθεμα 00A0C9 δείχνει ότι ο κατασκευαστής είναι εταιρία της Intel.

6.3 ΔΙΑΦΟΡΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΦΥΣΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ IP ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ

Κάθε συσκευή δικτύου έχει δύο τύπους διευθύνσεων, μια αποκαλούμενη λογική διεύθυνση που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι η διεύθυνση IP και τη φυσική διεύθυνση η οποία είναι γνωστή ως mac διεύθυνση.

Το λειτουργικό σύστημα ενός υπολογιστή επιτρέπει στο χρήστη να διαμορφώσει την διεύθυνση IP (δηλαδή δεν είναι σταθερή) που θα έχει κάποιος συγκεκριμένος τερματικός σταθμός. Αυτή η διεύθυνση χρησιμοποιείται για να γίνει δυνατή η επικοινωνία του σταθμού με άλλους σταθμούς. Με τις διευθύνσεις IP ασχολείται το έβδομο επίπεδο του OSI.

Η mac διεύθυνση είναι μια διεύθυνση υλικού, πράγμα που σημαίνει ότι είναι μοναδική στην κάρτα δικτύου (είναι σταθερή) που εγκαθίσταται στους υπολογιστές. Δύο συσκευές οι οποίες βρίσκονται σε ένα τοπικό δίκτυο δεν μπορούν να έχουν την

ίδια mac διεύθυνση. Στο απίθανο γεγονός που αυτό συμβεί οι δύο σταθμοί θα έχουν σημαντικά προβλήματα επικοινωνίας.

6.4 ΛΗΨΗ ΤΗΣ MAC ADDRESS

Η εύρεση της διεύθυνσης mac είναι μια απλή διαδικασία και διαφέρει ανάλογα με το λειτουργικό σύστημα που είναι εγκατεστημένο σε κάθε υπολογιστή. Συγκεκριμένα:

Windows NT/2000 Professional or XP

- Κάντε κλικ στο κουμπί start
- Κλικ στο programs
- Στη συνέχεια κλικ στο accessories και στο command prompt
- Εμφανίζεται ένα μικρό μαύρο παράθυρο στο οποίο πληκτρολογείτε ipconfig /all
- Ο αριθμός δεξιά στη φυσική διεύθυνση είναι η mac address.

ή

- Κάντε κλικ στο κουμπί start και μετά στο κλικ στο run
- Ψάξτε για τη λέξη command
- Κάντε κλικ στο ok
- Στο μαύρο παράθυρο που εμφανίζεται πληκτρολογήστε winipcfg
- Ο αριθμός δεξιά στη φυσική διεύθυνση είναι η mac address.

Windows 95/98

- Κάντε κλικ στο κουμπί start και μετά στο κουμπί run
- Ψάξτε τη λέξη winipcfg
- Κάντε κλικ στο ok
- Κοιτάξτε στο πλαίσιο πληροφοριών για τον προσαρμοστή Ethernet (απαραίτητο το modem)
- Ο αριθμός δίπλα στην adapter address είναι η mac address.

Linux

Στα συστήματα Linux, η συσκευή Ethernet τυπικά καλείται eth0. Προκειμένου να βρεθεί η mac address της Ethernet συσκευής πρέπει αρχικά να γίνει κάποιος root μέσω της χρήσης του su. Στη συνέχεια να πληκτρολογήσει ifconfig -a. Για παράδειγμα:

```
# ifconfig -a eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:60:08:C4:99:AA inet
addr:131.225.84.67 Bcast:131.225.87.255 Mask:255.255.248.0 UP
BROADCAST RUNNING MULTICAST MTU:1500 Metric:1 RX packets:15647904
errors:0 dropped:0 overruns:0 TX packets:69559 errors:0 dropped:0
overruns:0 Interrupt:10 Base address:0x300
```

Η mac address είναι η HWaddr που φαίνεται στην πρώτη γραμμή. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα είναι 00:60:08:C4:99:AA.

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

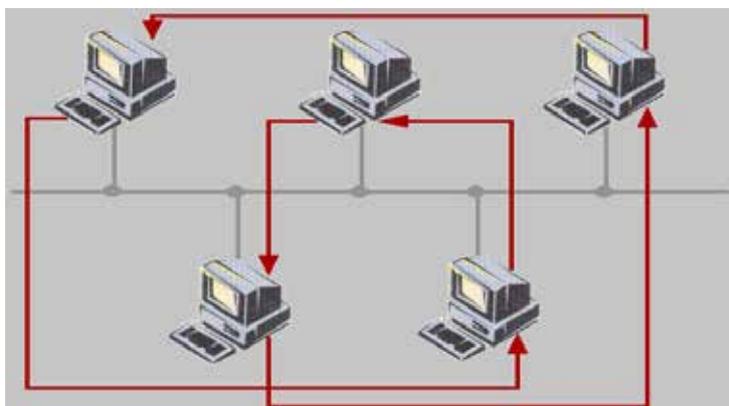
Τα τοπικά δίκτυα είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγική διαδικασία των εργοστασίων παραγωγής. Στις παραγωγικές μονάδες αυτές, οι αυτοματισμοί μπορεί να ελέγχονται από υπολογιστές. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται δίκτυο το οποίο να ανταποκρίνεται σε πραγματικούς χρόνους, δηλαδή να μην έχει καθυστέρηση. Όπως είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο το τοπικό δίκτυο Ethernet είναι non-deterministic δίκτυο, δηλαδή δεν παρουσιάζει προβλέψιμη καθυστέρηση, επειδή στην ουσία δεν είναι προβλέψιμες οι τυχόν συγκρούσεις οι οποίες παρουσιάζονται. Το κενό αυτό καλύπτει το δίκτυο Token Bus το οποίο παρουσιάζει αξιοπιστία και προβλέψιμο χρόνο καθυστέρησης. Στην πραγματικότητα όμως, η εφαρμογή του Token Bus περιορίζεται σε παραγωγικές μονάδες και ιδιαίτερα σε εφαρμογές αυτοματισμού και δεν έχει ευρύτερη εμπορική εφαρμογή.

7.2 ΔΟΜΗ TOKEN BUS

Το δίκτυο Token Bus καθιερώθηκε από την IEEE με το πρότυπο IEEE 802.4. Είναι ένα δίκτυο με φυσική τοπολογία αρτηρίας (Bus) το οποίο όμως ενεργεί με χρήση πλαισίου token και λειτουργεί με λογικό δακτύλιο.

Το πρότυπο IEEE 802.4 ορίζει το υποεπίπεδο MAC δια μέσου του οποίου γίνεται η προσπέλαση και ο έλεγχος του μέσου Bus. Επίσης ορίζει: το υπόδειγμα για το φυσικό επίπεδο και το υποεπίπεδο MAC του δικτύου Token Bus, τα μέσα μετάδοσης τα οποία χρησιμοποιούνται στο φυσικό επίπεδο καθώς επίσης και τις εναλλακτικές επιλογές των ρυθμών μετάδοσης που χρησιμοποιούνται σε αυτό το δίκτυο. Το φυσικό επίπεδο του δικτύου εκτελεί τις εξής πράξεις: εκπομπή και κωδικοποίηση δεδομένων(modulation), λήψη και αποκωδικοποίηση δεδομένων(demodulation) και τέλος λειτουργεί και ως γεννήτρια παλμών.

Το καλώδιο το οποίο κατά κανόνα χρησιμοποιείται, για τον σχηματισμό της αρτηρίας, είναι το ομοαξονικό και χρησιμοποιείται είτε σε Broadband mode είτε σε Baseband mode και αυτή η περίπτωση λέγεται και Carrierband.



Σχήμα_7α: Token Bus

7.3 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ TOKEN ΤΟΥ TOKEN BUS

End Delimiter	FCS	Info	Source Address	Destination Address	Frame Control	Start Delimiter	Preamble
------------------	-----	------	-------------------	------------------------	------------------	--------------------	----------

- End Delimiter (Όριο τέλους πλαισίου)
- FCS (Έλεγχος σφαλμάτων)
- Info (Πληροφορίες)
- Source Address (Διεύθυνση αποστολέα)
- Destination Address (Διεύθυνση παραλήπτη)
- Frame Control (Έλεγχος πλαισίου)
- Start Delimiter (Όριο αρχής πλαισίου)
- Preamble (Προοίμιο)

Σχήμα_7β: Πλαίσιο Token δικτύου Token Bus

Αναλυτικότερα:

End delimiter: Το ED πεδίο είναι 1 byte μέγεθος. Το πεδίο αυτό δείχνει το τέλος του πλαισίου.

FCS - Frame Check Sequence: Το πεδίο αυτό είναι 4 bytes μήκος. Είναι μια σειρά για έλεγχο-επιβεβαίωση αν υπάρχουν λάθη ή όχι στα πραγματικά δεδομένα του πλαισίου κατά την μεταφορά του στο κανάλι.

Info: Το πεδίο αυτό παρέχει κάποιες πληροφορίες όσον αφορά το πλαίσιο, όπως π.χ. διευθύνσεις οι οποίες συνιστούν το δρόμο μέχρι τον τελικό αποδέκτη.

Source address: Το πεδίο αυτό αποτελείται από 6 bytes και περιέχει τη φυσική διεύθυνση του αποστολέα. Στην περίπτωση που το πακέτο προέρχεται από σταθμό ενός άλλου δικτύου τότε η διεύθυνση δείχνει την φυσική διεύθυνση του δρομολογητή ο οποίος είναι ο πλησιέστερος κάθε φορά ως προς τον παραλήπτη.

Destination address: Το DA πεδίο αποτελείται από 6 bytes και περιέχει τη φυσική διεύθυνση προορισμού του πακέτου. Στην περίπτωση που το πακέτο προορίζεται για σταθμό ενός άλλου δικτύου τότε η διεύθυνση δείχνει την φυσική διεύθυνση του δρομολογητή ο οποίος είναι ο πλησιέστερος κάθε φορά ως προς τον παραλήπτη.

Frame control: Το FC πεδίο είναι μόνο 1 byte μέγεθος και περιέχει δύο υποπεδία (FFZZZZZZ). Το πρώτο υποπεδίο είναι μόνο δύο bits μέγεθος και χρησιμοποιείται για να δείξει τον τύπο των πληροφοριών που περιέχονται στο πλαίσιο δεδομένων. Αν FF='00' τότε αυτό δηλώνει ότι έχουμε MAC πλαίσιο και αν FF='01' τότε αυτό δηλώνει ότι έχουμε LLC πλαίσιο.

Τα MAC πλαίσια χρησιμοποιούνται για να μεταφέρουν πληροφορίες στο διαχειριστή του δικτύου. Τα LLC πλαίσια χρησιμοποιούνται για πραγματική μεταφορά δεδομένων από τον ένα σταθμό του δικτύου στον άλλον.

Το δεύτερο υποεπίπεδο είναι τα επόμενα 6 bits και περιέχει πληροφορίες οι οποίες αφορούν τη λογική του Token Bus.

Start Delimiter: Το μέγεθός του είναι ένα byte. Σκοπός του είναι να προειδοποιήσει το σταθμό δέκτη ότι ακολουθεί πλαίσιο δεδομένων. Ο σταθμός που δέχεται δεδομένα προσαρμόζεται συγχρονίζοντας τη λήψη του ώστε να λάβει-δεχτεί το πλαίσιο.

Preamble: Προοίμιο. Το προοίμιο συγχρονίζει-ενεργοποιεί το δέκτη σταθμό ώστε να δεχθεί το υπόλοιπο πλαίσιο δεδομένων.

Τα δεδομένα στο Token Bus εκπέμπονται καθολικά σε όλους τους σταθμούς (broadcasting). Με τη χρήση του πλαισίου Token έχουμε αποφυγή των συγκρούσεων πάνω στο καλώδιο το οποίο διασυνδέει τους σταθμούς. Το δίκτυο στην κάρτα του κάθε σταθμού διαθέτει διάφορες ρουτίνες οι οποίες αφορούν ανάλογες λειτουργίες του δικτύου. Τέτοιες λειτουργίες για παράδειγμα είναι: η εγκατάσταση του λογικού δακτυλίου, η διόρθωση σε περίπτωση απώλειας του Token, η σύνδεση ή αποσύνδεση του σταθμού από το δίκτυο. Στις ρουτίνες αυτές χρησιμοποιούνται διάφορα άλλα ειδικά πλαίσια εκτός των περιπτώσεων Token. Τα πλαίσια αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΤΥΠΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ/ΣΚΟΠΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ
Claim Token	Χρησιμοποιείται για ένα νέο Token όταν αυτό έχει χαθεί
Solicit A Successor	Όταν ένας σταθμός συνδέεται στο δίκτυο αναπροσαρμόζεται η αλυσίδα των σταθμών
Ποιος ακολουθεί	Χρησιμοποιείται για να αναγνωριστεί η διεύθυνση της κάρτας του επόμενου σταθμού
Διευθέτηση συγκρούσεων	Χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις ταυτόχρονης προσπάθειας να συνδεθούν πολλοί σταθμοί στο δίκτυο
Τοποθέτηση διαδόχου στο δίκτυο	Χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία σύνδεσης νέου σταθμού στο δίκτυο οπότε αναπροσαρμόζεται η αλυσίδα των σταθμών
Token	Το γνωστό πλαίσιο το οποίο χρησιμοποιείται για έλεγχο στο δίκτυο

Πίνακας_7γ: Πλάισια του Token Bus

7.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ TOKEN BUS

Το δίκτυο Token Bus είναι παρόμοιο του Ethernet στην τοπολογία και μοιάζει με το Token Ring στη λειτουργία. Κάθε φορά που ένας σταθμός λαμβάνει το Token πλαίσιο, αποκτά τον έλεγχο για μικρό χρονικό διάστημα, στέλνει πακέτα δεδομένων και καλεί άλλους σταθμούς. Όταν εκτελέσει την αποστολή του ή παρέλθει το καθορισμένο χρονικό διάστημα χρήσης του Token πλαισίου, τότε ο σταθμός θα πρέπει να εκπέμψει το Token για τον επόμενο σταθμό.

Ο λογικός κύκλος του Token ορίζεται από την διεύθυνση την οποία έχει το Token και όχι από τη φυσική σειρά. Το Token περνάει από κάρτα (NIA) σε κάρτα (NIA) σύμφωνα με τη διεύθυνση η οποία προσαρμόζεται από την προτεραιότητα των πλαισίων δεδομένων. Τα πλαίσια Token εκπέμπονται καθολικά στο καλώδιο και η αποδοχή τους ή απόρριψή τους εξαρτάται από την λογική σειρά η οποία υπάρχει πάνω στο δίκτυο.

Το δίκτυο Token Bus υποστηρίζει ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων 1.5 και 10Mbps. Στην πραγματικότητα ο ρυθμός των 10Mbps είναι αυτός που υπάρχει. Μπορεί να χρησιμοποιήσει Broadband τρόπο εκπομπής και επίσης οπτικές ίνες.

Βασικό πλεονέκτημα του Token Bus είναι το ότι μπορεί να επεκταθεί σε μεγάλες αποστάσεις χρησιμοποιώντας επαναλήπτες. Κάθε επαναλήπτης ξαναζωντανεύει το εξασθενημένο σήμα.

7.5 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΘΗΚΗΣ Ή ΑΦΑΙΡΕΣΗΣ ΕΝΕΡΓΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

Ένα βασικό θέμα στο δίκτυο Token Bus είναι η προσθήκη και η αφαίρεση ενός σταθμού στην αρτηρία(bus). Αυτό το θέμα δεν υφίσταται στο δίκτυο Ethernet διότι δεν υπάρχει συγκεκριμένη σειρά με την οποία μεταδίδουν πακέτα οι σταθμοί οπότε μπορεί να γίνει προσθαφαίρεση σταθμών στο δίκτυο χωρίς κανένα πρόβλημα.

Στην περίπτωση του Token Bus τα πράγματα είναι διαφορετικά επειδή η λογική κυκλική σειρά με την οποία κινείται το Token βασίζεται στη γνώση από κάθε σταθμό της διεύθυνσης του προηγούμενου και του επόμενου σταθμού. Η όποια απότομη αφαίρεση ενός σταθμού έχει σαν αποτέλεσμα την διακοπή της λογικής αυτής αλυσίδας των σταθμών, αφού κάθε σταθμός θα πρέπει να γνωρίζει τον προηγούμενο και τον επόμενό του. Με την εισαγωγή ή αφαίρεση ενός σταθμού θα πρέπει ο διαχειριστής να κάνει τις απαιτούμενες προσαρμογές ώστε να αποκαθίσταται η λογική αλυσίδα των κόμβων.

Ø Προσθήκη σταθμού στο δίκτυο

Ας υποθέσουμε ότι κάποιος σταθμός θέλει να συνδεθεί στο δίκτυο. Τότε θα πρέπει να ξέρουμε τα εξής: Κάθε σταθμός περιοδικά και μόνο εφόσον κατέχει το πλαίσιο Token εκδίδει και αποστέλλει ένα ειδικό πακέτο το οποίο λέγεται SAS(Solicit A Successor) δηλαδή αναζητώ τον επόμενο σταθμό. Τότε ο σταθμός ο οποίος επιθυμεί να συνδεθεί στο δίκτυο μπορεί να απαντήσει και να αποστείλει την διεύθυνσή του(διεύθυνση της κάρτας).

Αν δεν απαντήσει κανένας σταθμός τότε η λογική αλυσίδα σταθμών παραμένει όπως ήταν. Αν όμως απαντήσει κάποιος σταθμός ο οποίος

επιθυμεί να συνδεθεί τότε οι άλλοι πλησιέστεροι σταθμοί(δηλαδή αυτός ο οποίος εξέπεμψε το πακέτο SAS και ο επόμενός του) μεταβάλλουν και αναπροσαρμόζουν τις διευθύνσεις τους ώστε να εισαχθεί ο νέος σταθμός ακριβώς πίσω από το σταθμό ο οποίος εξέπεμψε το πακέτο SAS. Αν περισσότεροι σταθμοί απαντήσουν στο πακέτο SAS, τότε έχουμε συγκρούσεις.

Το θέμα σε αυτήν την περίπτωση επιλύεται με τον τρόπο που εφαρμόζεται στο δίκτυο Ethernet, δηλαδή οι σταθμοί των οποίων τα πακέτα συγκρούστηκαν επαναλαμβάνουν τη μετάδοσή τους με τυχαίες καθυστερήσεις, έως ότου προοδευτικά πετύχουν τη σύνδεσή τους με το δίκτυο, δηλαδή την ενσωμάτωσή τους στη λογική αλυσίδα των σταθμών του δικτύου.

Ø Αφαίρεση σταθμού από το δίκτυο

Ας υποθέσουμε ότι ένας σταθμός επιθυμεί να βγει από το δίκτυο Token Bus. Τότε ο συγκεκριμένος σταθμός αποστέλλει ένα ειδικό μήνυμα με το οποίο ειδοποιεί τους υπόλοιπους σταθμούς ότι θέλει να αποσυνδεθεί. Οι άλλοι σταθμοί παραλαμβάνουν το μήνυμα του σταθμού που ζητά την αποσύνδεση και ελέγχουν τις διευθύνσεις του επόμενου και προηγούμενου σταθμού αυτών. Αν διαπιστώσουν ότι ο σταθμός ο οποίος αποζητά αποσύνδεση είναι ο επόμενός τους ή ο προηγούμενός τους τότε αναπροσαρμόζουν την διεύθυνση του προηγούμενου ή του επόμενου τους σταθμού αντίστοιχα. Με αυτή τη μέθοδο αποκαθίσταται και πάλι μια λογική αλυσίδα σταθμών.

7.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ MONITORING

Είναι ο μηχανισμός ο οποίος ενεργοποιείται κατά την έναρξη του δικτύου και σκοπό έχει να διατηρεί σε λειτουργία το δίκτυο. Ο μηχανισμός αυτός προσφέρει αρχικά το πρώτο Token πλαίσιο και στη συνέχεια αν αυτό χαθεί ή καταστραφεί τότε αναλαμβάνει την επαναδημιουργία του. Επίσης ο μηχανισμός αυτός αντιμετωπίζει τις τυχόν συγκρούσεις τις οποίες έχουμε σε περιπτώσεις ταυτόχρονης προσπάθειας σύνδεσης πολλών σταθμών.

Ακόμη ο μηχανισμός του Monitoring αντιμετωπίζει τις τυχόν βλάβες οι οποίες θα παρουσιαστούν σε έναν κόμβο. π.χ. έστω ότι ένας σταθμός A στέλνει το κουπόνι σε έναν σταθμό B και έστω ότι ο B για οποιοδήποτε λόγο δεν ανταποκρίνεται. Τότε ο A εκπέμπει ένα ειδικό πακέτο με σκοπό να ανιχνεύσει ποιοι είναι οι γειτονικοί σταθμοί του B. Η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται ώστε να αναπροσαρμοστεί η κυκλική αλυσίδα των σταθμών και να απομακρυνθεί ο σταθμός B. Η απομάκρυνση του B γίνεται με αναπροσαρμογή των διευθύνσεων των γειτονικών σταθμών του B.

7.7 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Ως απόδοση του δικτύου ορίζεται ο λόγος :

$$n_{ATB} = \frac{\text{Σχρόνος εκπομπής πακέτων δεδομένων}}{\text{ΣTotal_Time}}$$

Όπου:

$\Sigma Total_time = \Sigma(\text{χρόνου εκπομπής πακέτων δεδομένων}) + \Sigma(\text{χρόνου διάδοσης των πακέτων πάνω στο μέσον})$

$$n_{ATB} = n * T_F / n * T_F + \tau$$

Όπου:

n_{ATB} : ο συντελεστής απόδοσης του δικτύου

T_F : χρόνος εκπομπής πλαισίου δεδομένων στο μέσον (καλώδιο)

n : πλήθος εκπεμπόμενων πακέτων πάνω στο μέσο

τ : χρόνος διάδοσης πακέτων δεδομένων στο μέσον (καλώδιο)

Είναι προφανές ότι ο χρόνος διάδοσης των πακέτων πάνω στο μέσον εξαρτάται από την ποιότητα του μέσου και το μήκος της διαδρομής την οποία διανύουν τα πακέτα πάνω στο μέσον. Επίσης ο χρόνος διάδοσης των πακέτων εξαρτάται και από τη λογική σειρά των κόμβων διότι αυτή στη συνέχεια επηρεάζει τις επιμέρους διαδρομές.

Τέλος παρατηρούμε ότι στον παραπάνω τύπο της απόδοσης του δικτύου δεν εμπλέκεται ο χρόνος εκπομπής των πακέτων Token. Αυτό δεν οφείλεται μόνο στο γεγονός ότι το Token είναι πολύ μικρό αλλά και στο ότι η εκπομπή του Token δεν είναι πραγματική μετάδοση δεδομένων.

8.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το δίκτυο Token Ring αναπτύχθηκε την δεκαετία του 80. Το όνομά του φανερώνει την μέθοδο με την οποία λειτουργεί το δίκτυο, αλλά και τον τρόπο διασύνδεσης των υπολογιστών στο δίκτυο.

Σήμερα υπάρχουν μερικοί κατασκευαστές οι οποίοι έχουν αναπτύξει δίκτυα Token Ring, αλλά ο κυρίαρχος στον τύπο αυτόν των δικτύων είναι η IBM η οποία πρώτη σε συνεργασία με την Texas Instrument ανέπτυξε το δίκτυο αυτό. Αρχές της δεκαετίας του 80 η IBM πρότεινε το δίκτυο Token Ring και το 1985 η IEEE δημιούργησε το αντίστοιχο standard IEEE 802.5 το οποίο καλύπτει τα δίκτυα Token Ring.

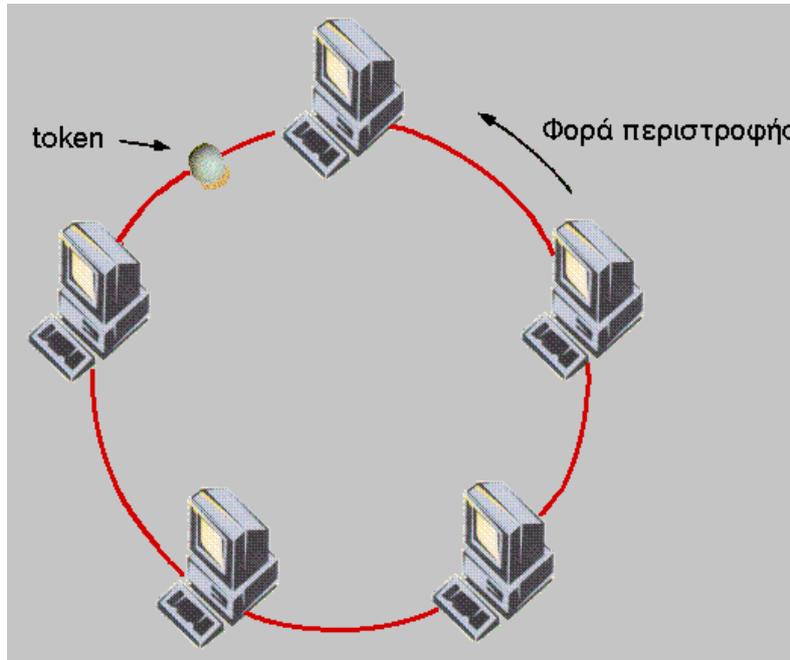
Το δίκτυο Token Ring είναι σήμερα το πιο δημοφιλές δίκτυο μετά το Ethernet. Στο παρελθόν υπήρχε αδυναμία στη διαχείριση του δικτύου και στην ανοχή λαθών στο δίκτυο. Το Token Ring είναι κατάλληλο για περιπτώσεις με μεγάλο φορτίο. Αντιμετωπίζει καλύτερα το μεγάλο φορτίο απ' ό,τι το Ethernet. Όμως δεν είναι κατάλληλο για μεγάλα σχετικά σε έκταση δίκτυα τα οποία έχουν απομακρυσμένους σταθμούς.

8.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ TOKEN RING

Τα βασικά εξαρτήματα που έχει ένα τυπικό δίκτυο Token Ring είναι τα εξής:

- ∅ Το βασικό καλώδιο το οποίο σχηματίζει τον δακτύλιο. Ο δακτύλιος σχηματίζεται συνήθως από τμήματα ζεύγη θωρακισμένου καλωδίου(STP) ωμικής αντίστασης 50Ω. Κάθε σταθμός έχει μια είσοδο και μια έξοδο. Η έξοδος ενός σταθμού συνδέεται με την είσοδο του επόμενου σταθμού. Έτσι σχηματίζεται ένας δακτύλιος μιας κατεύθυνσης.
- ∅ Τα MAUs (Multistation Access Units). Δεν πρέπει να γίνεται σύγχυση με τα MAUs τα οποία χρησιμοποιούνται στα δίκτυα Ethernet. Στην πραγματικότητα ένα σύνολο ανεξάρτητων switches συλλέγονται σε ένα MAU. Ένα switch για κάθε σταθμό. Ένα switch διασυνδέει έναν ενεργό σταθμό και παρακάμπει έναν σταθμό ο οποίος δεν βρίσκεται σε λειτουργία. Ένα MAU συνήθως μπορεί να υποστηρίξει μέχρι και 8 σταθμούς. Η εξωτερική του όψη μοιάζει σαν ένα hub δικτύου Ethernet. Το MAU περιέχει: το βασικό καλώδιο του δακτυλίου, τους λοβούς οι οποίοι διασυνδέονται μέσω ειδικών σημείων σύνδεσης, την επαφή RingIn(RIN) και την επαφή RingOut(ROUT). Οι επαφές RIN και ROUT χρησιμοποιούνται για διασύνδεση MAUs μεταξύ τους σε συνδεσμολογία daisy chain.
- ∅ Οι κάρτες δικτύου NIC(Network Interface Card) τις οποίες διαθέτουν οι σταθμοί. Κάθε κάρτα σταθμού έχει ένα ζευγάρι θυρών, μια είσοδο και μια έξοδο οι οποίες όμως δεν είναι ευδιάκριτες αφού συγχωνεύονται σε έναν connector.
- ∅ Πρίζα τοίχου,MIC (Medium Interface Cable). Είναι στην πραγματικότητα μια πρίζα τοίχου στην οποία μπορούν να συνδεθούν σταθμοί με UTP και STP καλώδια. Στο πίσω μέρος της πρίζας υπάρχει η απόληξη από το patch board.

- Ø Patch board. Χρησιμοποιείται για την καλύτερη δόμηση των κτιρίων. Ακόμη χρησιμοποιείται για την ύπαρξη μεγαλύτερης ευελιξίας στην τοποθέτηση των διάφορων σταθμών.
- Ø Το καλώδιο το οποίο ενώνει την κάρτα NIC με την πρίζα τοίχου. Είναι ένα 9 pin καλώδιο.



Σχήμα_8α: Token Ring

8.3 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ TOKEN RING

Ο μηχανισμός Token Passing ο οποίος εφαρμόζεται στο δίκτυο Token Ring είναι περισσότερο πολύπλοκος του CSMA/CD αλλά παρέχει μεγαλύτερο έλεγχο πάνω στις προτεραιότητες και μεγαλύτερη εκμετάλλευση του Bandwidth.

Εκπομπή δεδομένων

Η εκπομπή δεδομένων στο δακτύλιο του δικτύου με τη μέθοδο Token Passing ακολουθεί τα παρακάτω βήματα. Επειδή υπάρχει μόνο ένα κουπόνι μόνο ένας σταθμός μπορεί να χρησιμοποιεί τον δακτύλιο κάθε φορά.

- Ø Ο σταθμός περιμένει μέχρι να λάβει το πλαίσιο Token. Το πλαίσιο Token αποτελείται από 3 bytes. Το Token περιστρέφεται στο δακτύλιο όταν οι σταθμοί δεν επιθυμούν να στείλουν δεδομένα. Το Token λαμβάνεται από το σταθμό ο οποίος θέλει να στείλει δεδομένα.
- Ø Εάν το Token έχει την κατάλληλη προτεραιότητα, δηλαδή η προτεραιότητα του Token είναι μικρότερη ή ίση της προτεραιότητας του σταθμού, τότε το

Token απορροφάται από τον σταθμό και ο σταθμός σχηματίζει το πλαίσιο δεδομένων το οποίο θέλει να στείλει.

- ∅ Ο σταθμός αρχίζει την εκπομπή του πλαισίου δεδομένων μέχρι να ολοκληρωθεί.
- ∅ Εάν ο χρόνος κατοχής του πλαισίου Token δεν εξέπνευσε τότε ο σταθμός εκπέμπει και άλλο πλαίσιο δεδομένων. Ο χρόνος κατοχής του πλαισίου Token κάθε σταθμού καθορίζεται από τη διαχείριση του δικτύου.
- ∅ Ο σταθμός περιμένει μέχρι το/τα πλαίσιο/α δεδομένων επιστρέψουν μετά την ολοκλήρωση της κυκλικής διαδρομής του.
- ∅ Εξετάζει και επιβεβαιώνει αν το πλαίσιο αυτό απορροφήθηκε από τον παραλήπτη του και στη συνέχεια καταστρέφει το εκπεμπόμενο πλαίσιο.
- ∅ Ο σταθμός δημιουργεί και στέλνει ένα νέο πλαίσιο Token στον επόμενο σταθμό.

Λήψη δεδομένων

Ο σταθμός ο οποίος λαμβάνει δεδομένα εκτελεί τις παρακάτω ενέργειες:

- ∅ Εξετάζει κάθε πλαίσιο το οποίο φτάνει στο σταθμό και ελέγχεται αν είναι πλαίσιο Token ή πλαίσιο δεδομένων. Ο έλεγχος αυτός πρέπει να λαμβάνει χώρα σε χρόνο 1bit. Έτσι με αυτόν τον τρόπο έχουμε καθυστέρηση 1bit σε κάθε σταθμό.
- ∅ Εάν το πλαίσιο είναι πλαίσιο δεδομένων τότε στη συνέχεια εξετάζεται η διεύθυνση προορισμού του και ελέγχεται αν προορίζεται για τον συγκεκριμένο σταθμό.
- ∅ Αν τα δεδομένα προορίζονται για τον συγκεκριμένο σταθμό τότε παίρνεται ένα πλήρες αντίγραφο και στέλνει αυτό στον επόμενο σταθμό. Ακόμη ο σταθμός επεμβαίνει σε δύο πεδία στα οποία η πηγή στο τέλος, θα ελέγξει για επιβεβαίωση αν το πλαίσιο λήφθηκε από τον παραλήπτη του ή όχι.
- ∅ Συνεχίζεται η λήψη του πλαισίου δεδομένων μέχρι να ολοκληρωθεί.
- ∅ Ελέγχει την ύπαρξη λαθών χρησιμοποιώντας το πεδίο CRC και προωθεί τα δεδομένα στο επόμενο επίπεδο των πρωτοκόλλων.
- ∅ Αφού ολοκληρώσει τον έλεγχο στέλνει το πλαίσιο δεδομένων στον επόμενο σταθμό.
- ∅ Δίνει το πλαίσιο δεδομένων στον επόμενο σταθμό.

8.4 ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ TOKEN

Κάθε σταθμός προκαλεί μια καθυστέρηση Token ίση με 1bit. Η συνολική καθυστέρηση στο πλαίσιο Token είναι άθροισμα:

- Της καθυστέρησης 1bit την οποία υπεισάγει κάθε σταθμός (N σταθμοί *1 bit/σταθμό) και
- Την καθυστέρηση διάδοσης του σήματος πάνω στο δακτύλιο.

Συνολική καθυστέρηση Token=N(σταθμοί)*(1(bit/σταθμό))+καθυστέρηση διάδοσης σήματος

Όταν ένας σταθμός τίθεται από τον χρήστη εκτός λειτουργίας, τότε για να μειωθεί ο χρόνος καθυστέρησης, 1 bit που προκαλεί ένας σταθμός στο δακτύλιο, αποσυνδέεται ο σταθμός από το MAU Station. Είναι μια διαδικασία η οποία εφαρμόζεται όταν ένας σταθμός πρόκειται να παραμείνει κλειστός για μεγάλο χρονικό διάστημα.

8.5 ΜΟΡΦΗ ΠΛΑΙΣΙΩΝ IEEE 802.5

Το πρωτόκολλο Token Ring καθορίζει τρεις διαφορετικούς τύπους πλαισίων. Τα πλαίσια αυτά είναι:

Ø Πλαίσιο δεδομένων

Το πλαίσιο δεδομένων αποτελείται από 9 διαφορετικά πεδία. Ένα από αυτά έχει και πραγματικά δεδομένα. Η μορφή του πλαισίου δεδομένων φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.

FS	ED	FCS	DATA	RI	SA	DA	FC	AC	SD
----	----	-----	------	----	----	----	----	----	----

Σχήμα_8α: Πλαίσιο δεδομένων δικτύου Token Ring

Όπου:

SD: Start Delimiter (1 byte)

AC: Access control (1 byte)

FC: Frame control (1 byte)

SD: Destination Address (6 bytes)

RI: Routing Information (προαιρετικό 0,2-30 bytes)

Data: 0-4500 bytes/4Mbps και 0-18000 bytes/16Mbps

FC: Frame Checksum (4 bytes)

ED: End Delimiter (1 byte)

FS: Frame Status (1 byte)

Ø Πλαίσιο Token

Το πλαίσιο Token έχει μόνο τρία πεδία. Το SD, AC και ED. Το πεδίο SD δείχνει ότι το πλαίσιο έρχεται. Το πεδίο AC δηλώνει ότι το πλαίσιο αυτό είναι

Token και εμπεριέχει την προτεραιότητα και την παρακράτηση. Τέλος το πεδίο ED δείχνει το τέλος του πλαισίου.

ED	AC	SD
-----------	-----------	-----------

Σχήμα_8β: Πλαίσιο Token

Ø Πλαίσιο Abort

Το πλαίσιο αυτό δεν έχει καμία πληροφορία. Αυτό δημιουργείται από τον αποστολέα για να σταματήσει την εκπομπή του ή από το monitor για να διαγράψει μια παλιά εκπομπή η οποία βρίσκεται πάνω στο δακτύλιο και γενικώς χρησιμοποιείται για να δηλώσει προβλήματα hardware στο σταθμό. Αυτό το πλαίσιο έχει μόνο ένα Starting Delimiter και ένα Ending Delimiter του ενός byte το καθένα.

ED	SD
-----------	-----------

Σχήμα_8γ: Πλαίσιο Abort

8.6 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΟ TOKEN RING

Όπως προαναφέρθηκε ο μηχανισμός προσπέλασης του δικτύου Token Ring (IEEE 802.5) είναι ο Token Passing. Ο μηχανισμός αυτός υποστηρίζει οχτώ επίπεδα προτεραιότητας από 0 έως 7 και προσπαθεί να εξασφαλίσει τα παρακάτω:

- Ø Όλοι οι σταθμοί οι οποίοι κατέχουν πλαίσια δεδομένων με ίδια προτεραιότητα έχουν ισοδύναμα δικαιώματα στην προσπέλαση του δακτυλίου.
- Ø Οι σταθμοί με πλαίσια δεδομένων υψηλότερης προτεραιότητας από την τρέχουσα προτεραιότητα του δακτυλίου, πρέπει πάντοτε να προηγούνται στην εκπομπή από τους υπόλοιπους σταθμούς.

8.7 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΥ (MONITOR)

Το δίκτυο Token Ring προκειμένου να ελέγχει φυσικές βλάβες ορίζει έναν σταθμό ο οποίος λέγεται «ενεργός παρακολουθητής» (active monitor). Αυτός ο σταθμός είναι υπεύθυνος για τις παρακάτω περιπτώσεις:

- Να ανιχνεύει τις πιθανές καταστάσεις χαμένων Tokens
- Να ανιχνεύει λάθη στο μηχανισμό προτεραιότητας και
- Όταν ανιχνεύσει την ύπαρξη ενός άλλου monitor να μεταφέρεται σε κατάσταση 'επιλογής ενεργού monitor'.

Η διαδικασία ορισμού ενεργού monitor στο σύστημα, είναι μια ιδιαίτερη διαδικασία η οποία λαμβάνει χώρα κατά την έναρξη του δακτυλίου. Σε περίπτωση που οι σταθμοί αντιληφθούν ότι δεν υπάρχει σταθμός monitor στο δίκτυο, αρχίζουν μια διεκδίκηση για να γίνει ο ίδιος σταθμός monitor. Για να το πετύχουν αυτό οι σταθμοί αποστέλλουν μια σειρά από ειδικά πλαίσια διεκδίκησης και στη συνέχεια περιμένουν να λάβουν τα πλαίσια αυτά με σκοπό να εξετάσουν τη διεύθυνση αποστολής την οποία έχουν τα πλαίσια αυτά.

8.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΚΑΘΥΣΤΕΡΗΣΗΣ ΣΕ TOKEN RING

Η καθυστέρηση διάδοσης στο δακτύλιο εξαρτάται από το πλήθος των σταθμών στο δακτύλιο. Αυτό συμβαίνει γιατί ο δακτύλιος είναι μια ενεργός τοπολογία δικτύου και κάθε σταθμός ενεργεί σαν ένας επαναλήπτης σήματος. Στο δίκτυο Token Ring αυτή η αναγέννηση του σήματος γίνεται με χρόνο καθυστέρησης 1bit. Η συνολική καθυστέρηση συνεπώς εξαρτάται από τον αριθμό των σταθμών οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι πάνω στο δακτύλιο.

Η συνολική καθυστέρηση είναι ο χρόνος ο οποίος απαιτείται για να διανύσει ένα σήμα (πακέτο) μια κλειστή διαδρομή. Ο χρόνος αυτός αποτελείται από:

- Την καθυστέρηση κάθε σταθμού. – 1bit καθυστέρηση για κάθε κάρτα (NIC) σταθμού.
- Την καθυστέρηση του monitor 30 bits για κάθε 4Mbps και 56 bits για κάθε 16Mbps δίκτυο.
- Καθυστέρηση λόγω διάδοσης διαμέσου του δακτυλίου.

Συνεπώς η μέγιστη καθυστέρηση σε ένα δίκτυο δακτυλίου είναι:

Μέγιστη καθυστέρηση(σε 4Mbps Lan)=(260*1)bits+30bits+καθυστέρηση καλωδίου=290bits+ καθυστέρηση καλωδίου

Μέγιστη καθυστέρηση(σε 16Mbps Lan)=(260*1)bits+56bits+καθυστέρηση καλωδίου=316bits+ καθυστέρηση καλωδίου

Ο υπολογισμός της καθυστέρησης διάδοσης διαμέσου του δακτυλίου μπορεί να γίνει μόνο εφόσον είναι γνωστά το μήκος, ο τύπος και η ποιότητα του καλωδίου.

9.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το παρόν κείμενο αισιοδοξεί να αποτελέσει μια περιήγηση στο FDDI. Το **Fiber Distributed Data Interface**, ή πιο γνωστό ως **FDDI**, είναι ένα σύνολο από πρότυπα για τοπικά δίκτυα υπολογιστών ,ανεπτυγμένα υπό την προστασία του οργανισμού ANSI(American National Standards Institute) και εγκεκριμένα για διεθνή χρήση από τον οργανισμό ISO(International Standard Organization).

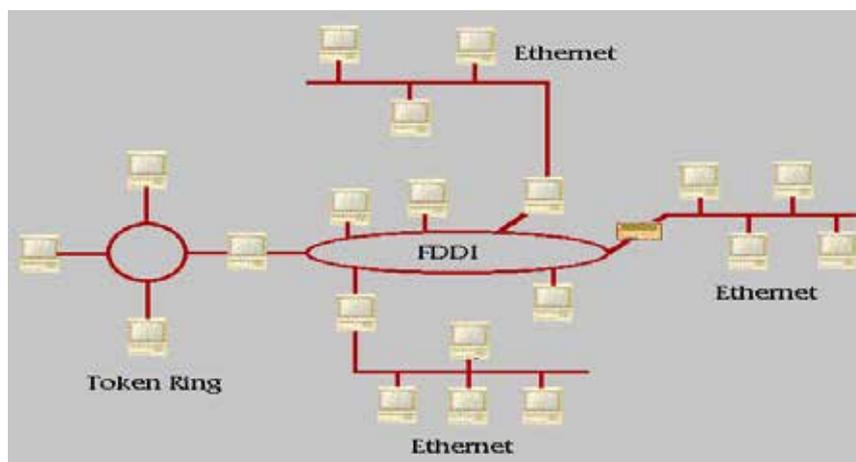
Έχοντας κατά νου τα παραπάνω, εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι το FDDI είναι, σε αντίθεση με άλλα συστήματα τοπικών δικτύων, ευρέως αποδεκτό και υποστηριζόμενο στη βιομηχανία, ως το διεθνές πρότυπο επόμενης γενιάς για διασυνδέσεις δικτύων με υψηλές ταχύτητες.

Βασισμένα στη χρήση της τεχνολογίας οπτικών ινών, τα δίκτυα FDDI μπορούν να μεταφέρουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων πολύ γρηγορότερα και σε μεγαλύτερες αποστάσεις από ότι τα συνηθισμένα τοπικά δίκτυα.

Το FDDI είναι μια τεχνολογία των 100Mbps η οποία χρησιμοποιεί ένα πρωτόκολλο με timed-token για να συντονίσει την πρόσβαση των υπολογιστών στο δίκτυο και μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 155Mbps. Τέλος προβάλλει ως μια λύση στα υπερφορτωμένα δίκτυα υψηλών προδιαγραφών σταθμών εργασίας, εξυπηρετητών, γραφικών και εφαρμογών πολυμέσων.

9.2 FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

Το FDDI όπως προαναφέρθηκε είναι ένα υψηλής απόδοσης δίκτυο δακτυλίου με token, υλοποιημένο με οπτική ίνα, το οποίο λειτουργεί με ταχύτητα 100Mbps. Υποστηρίζει μέχρι 1000 σταθμούς που μπορούν να απέχουν μέχρι 2,5km ο ένας από τον άλλο, σε συνολικό μήκος 200km. Τα χαρακτηριστικά του το κάνουν ιδανικό για δίκτυα πόλεων (MAN, Metropolitan Area Networks) αφού είναι ανθεκτικό και παρέχει το απαραίτητο εύρος φάσματος. Οι υψηλές τιμές όμως των οπτικών ινών αναγκάζουν το FDDI να χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σαν δίκτυο backbone, και δίνεται η ευκαιρία για την ανάπτυξη και άλλων τεχνολογιών που αντιπροσωπεύονται κυρίως σήμερα από το ISDN.



Σχήμα_9α: Το FDDI σαν δίκτυο backbone

Για την υλοποίηση του FDDI χρησιμοποιούνται πολύτροπες οπτικές ίνες, η οποίες δεν χρειάζονται διόδους Laser, αλλά τις πιο φθηνές LED. Αυτή η επιλογή έγινε και χάριν ασφαλείας, αφού πολλές φορές η οπτική ίνα φθάνει μέχρι τους σταθμούς εργασίας και υπάρχει ο κίνδυνος ατυχημάτων.

Η αρχιτεκτονική του FDDI προβλέπει δύο δακτυλίους οπτικών ιών, τον πρωτεύοντα και τον δευτερεύοντα. Ο ένας μεταδίδει κατά την φορά των δεικτών του ρολογιού ενώ ο άλλος αντίθετα. Οι σταθμοί, λοιπόν, του δικτύου μπορούν είτε να συνδεθούν μόνο με τον πρωτεύοντα οπότε μιλάμε για σταθμό τύπου B, είτε και με τους δύο οι οποίοι ονομάζονται σταθμοί τύπου A. Ανάλογα με το πόση είναι η ανοχή βλαβών, μία εγκατάσταση μπορεί να επιλέξει μεταξύ σταθμών τύπου A, B ή και των δύο μαζί.

Τα πρωτόκολλα του FDDI είναι βασισμένα σε αυτά του Token Ring, με μια μικρή διαφορά. Ενώ στο token ring υπάρχει πάντα μόνο ένας σταθμός που εκπέμπει (ο οποίος ελευθερώνει το κανάλι όταν έρθει το πακέτο του πίσω σ' αυτόν) κάτι τέτοιο στο FDDI θα δημιουργούσε απαράδεκτες καθυστερήσεις. Ας μην ξεχνάμε ότι το FDDI μπορεί να εκτείνεται μέχρι και σε 200km. Γι' αυτό το λόγο ένας σταθμός όταν τοποθετήσει τα πακέτα του στο μέσο, εκπέμπει και ένα καινούριο ελεύθερο token. Έτσι στο FDDI μπορούν να υπάρχουν πολλά token και πολλά frames πάνω στο δίκτυο.

Το FDDI επιτρέπει πλαίσια παρόμοια με αυτά του Token Ring. Επίσης επιτρέπει ειδικά σύγχρονα πλαίσια για δεδομένα, που προέρχονται από κωδικοποίηση PCM δειγμάτων φωνής και μεταφέρονται με κυκλώματα (circuit switched) ή για δεδομένα ISDN. Τα σύγχρονα πλαίσια δημιουργούνται κάθε 125μsec από έναν κύριο σταθμό, για να παρέχουν τα 8000samples/sec που απαιτούν τα συστήματα PCM. Κάθε ένα από αυτά τα πλαίσια έχει μια επικεφαλίδα.

Το συνολικό εύρος ζώνης που δεν χρησιμοποιείται από τα σύγχρονα πλαίσια κατανέμεται σύμφωνα με τη ζήτηση. Η μη σύγχρονη επικοινωνία διαιρείται σε κατηγορίες προτεραιοτήτων, με τη μεγαλύτερη προτεραιότητα να έχει τον πρώτο λόγο στο εύρος ζώνης που απομένει.

9.3 ΛΟΓΟΙ ΠΟΥ ΕΠΙΒΑΛΛΟΥΝ ΤΟ FDDI

Το FDDI είναι αρκετά αξιόλογο και αξιόπιστο άρα και οι λόγοι που το επιβάλλουν πολλοί. Μερικοί από αυτούς είναι οι εξής:

- Ø Αυξημένος αριθμός χρηστών για διασύνδεση
- Ø Αυξημένη υπολογιστική ισχύς των desktop μηχανημάτων
- Ø Απαιτήση για κάλυψη μεγαλύτερων αποστάσεων
- Ø Αυξημένο φορτίο στο backbone του δικτύου
- Ø Μεγάλος αριθμός client/server εφαρμογών
- Ø Υποστήριξη εφαρμογών απαιτητικών σε έγγραφα

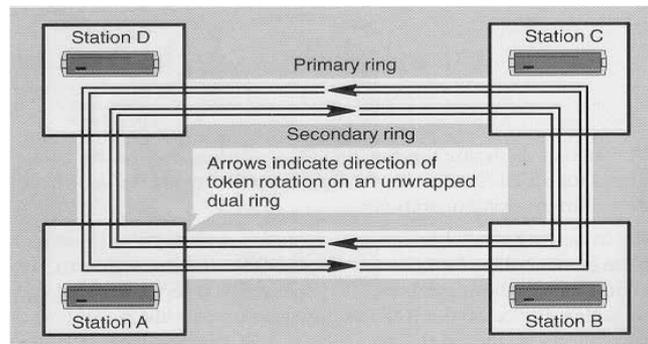
∅ Επικράτηση εφαρμογών πολυμέσων

9.4 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ FDDI

Το FDDI ασχολείται αποκλειστικά με τα τρία πρώτα επίπεδα του μοντέλου OSI. Τα πρότυπά του παρέχουν δυνατότητα διαχείρισης, υψηλής ταχύτητας, ασφάλειας, χαμηλών ποσοστών λαθών και υψηλή ανεκτικότητα σε σφάλματα. Αυτό αποσκοπεί στο να μπορούν να αντιμετωπιστούν οι τυχόν αστοχίες του υλικού ώστε να παρέχει συνεχή λειτουργία και υπηρεσίες.

Κατέχοντας τη σκυτάλη ένας ενεργός σταθμός μεταδίδει ένα frame σαν μια ροή από σύμβολα στον επόμενο σταθμό στο δακτύλιο. Καθώς κάθε σταθμός λαμβάνει με τη σειρά του αυτά τα σήματα, τα επαναδημιουργεί και τα αναμεταδίδει στον επόμενο. Όταν η ροή σημάτων επιστρέψει τελικά πίσω στον αρχικό σταθμό, απομακρύνεται από το δακτύλιο.

Ο διπλός δακτύλιος αντίθετης φοράς αποτελεί μια από τις θεμελιώδεις ιδέες του FDDI. Αποτελείται από ένα κύριο και ένα δευτερεύον δακτύλιο. Τα πρότυπα επιτρέπουν και στους δύο δακτυλίους να μεταφέρουν δεδομένα, τα οποία κυλούν με αντίθετες κατευθύνσεις στους δύο δακτυλίους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ειδικά σε εφαρμογές που απαιτούν μεγάλο bandwidth, είναι καλύτερα να χρησιμοποιείται ο πρωτεύον δακτύλιος και ο δευτερεύον να χρησιμοποιείται ως backup. Κάτι τέτοιο είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν ο FDDI δακτύλιος εκτελεί τη διαδικασία αποκατάστασης όταν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα. Επιπλέον, η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση και των δύο δακτυλίων για μετάδοση δεδομένων απαιτεί σταθμούς που διαθέτουν περισσότερα από ένα MAC και bridge/router για τη σύνδεση των δύο δακτυλίων. Τα παραπάνω προσθέτουν επιπλέον κόστος και πολυπλοκότητα

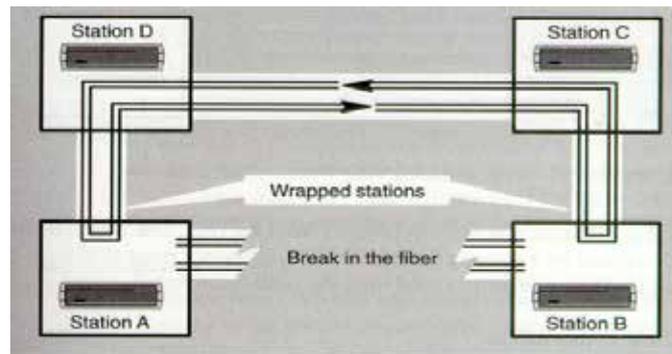


Σχήμα_9β: Δακτύλιος διπλής κατεύθυνσης

Είναι γνωστό ότι το FDDI επιτρέπει μετάδοση δεδομένων μέχρι απόσταση 200km. Χρησιμοποιώντας όμως διπλό δακτύλιο διπλασιάζεται το μήκος της οπτικής ίνας σε περίπτωση σφάλματος, οπότε πρέπει να υπολογίζουμε το μισό του μέγιστου για κάθε δακτύλιο. Δηλαδή η δυνατή απόσταση μειώνεται στα 100km.

Όμως ο διπλός δακτύλιος δίνει τη μοναδική δυνατότητα να αποκατασταθεί η λειτουργία του δικτύου αυτόματα σε περίπτωση προβλήματος. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται ενοποιώντας τον πρωτεύον με τον δευτερεύον δακτύλιο για να αποκατασταθεί η διαδρομή μετάδοσης. Αυτή η αφθονία στη σχεδίαση παρέχει ένα

βαθμό ανεκτικότητας στα σφάλματα που δε συναντιούνται εύκολα σε άλλη σχεδίαση. Αν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα, οι σταθμοί σε κάθε πλευρά του προβληματικού σημείου επαναρυθμίζονται. Ενώνουν τον πρωτεύον με τον δευτερεύον δακτύλιο απομονώνοντας το πρόβλημα. Αν συμβεί κάτι τέτοιο, ο διπλός δακτύλιος μετατρέπεται σε απλό, χάρη στον παραπάνω μετασχηματισμό. Όταν το σφάλμα διορθωθεί, ο διπλός δακτύλιος επανέρχεται άμεσα στην αρχική του κατάσταση. Αν παρουσιαστούν πολλαπλά προβλήματα την ίδια χρονική περίοδο τότε έχουμε τη δημιουργία περισσότερων από ένα ανεξάρτητων απλών δακτυλίων. Τότε η επικοινωνία μεταξύ όλων των σταθμών είναι αδύνατη, οπότε και σχηματίζονται πολλοί ανεξάρτητοι δακτύλιοι.



Σχήμα_9γ: Απομόνωση προβλήματος σε δακτύλιο διπλής κατεύθυνσης

9.5 TIMERS

Η λειτουργία του FDDI δακτυλίου περιλαμβάνει την αποκατάσταση της επικοινωνίας, την αρχικοποίησή του, τη σταθερή λειτουργία και τη συντήρηση. Για να ρυθμιστούν αυτές οι ενέργειες χρησιμοποιούνται Timers.

Κάθε σταθμός διαθέτει τρεις Timers για τις ρυθμίσεις, οι οποίοι διαχειρίζονται τοπικά από το σταθμό και είναι οι: token rotation timer (TRT), token holding timer (THT) και valid transmission timer (TVX). Ο TRT χρησιμοποιείται για να χρονομετρηθεί η διάρκεια των υπηρεσιών σε κάθε σταθμό. Είναι κρίσιμος για την επιτυχή λειτουργία του FDDI δικτύου, καθώς ελέγχει τον προγραμματισμό του δακτυλίου κάτω από κανονικές συνθήκες και τον χρόνο για την αποκατάσταση αν παρουσιαστεί πρόβλημα. Αρχικοποιείται με διαφορετικές τιμές ανάλογα με την κατάσταση του δακτυλίου. Υπό κανονικές συνθήκες, εκπνέει όταν ο target token rotation timer έχει ξεπεραστεί.

Ο THT timer ελέγχει το χρόνο που ένας σταθμός μπορεί να ξεκινήσει αποστολή ασύγχρονων frames. Ένας σταθμός που κρατάει τη σκυτάλη μπορεί να ξεκινήσει να εκπέμπει αν δεν έχει εκπνεύσει ο THT. Αρχικοποιείται με την τιμή της διαφοράς μεταξύ της άφιξης της σκυτάλης και του TRT.

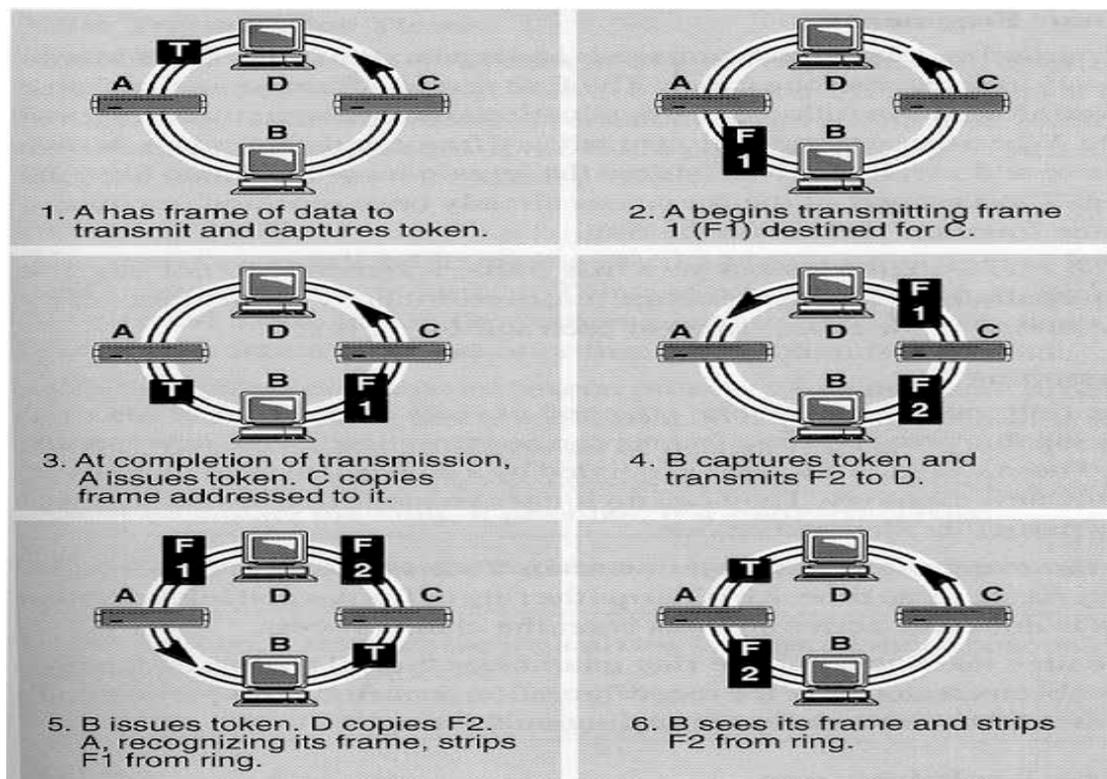
Ο TVX timer μετρά την περίοδο μεταξύ έγκυρων μεταδόσεων πάνω στο δακτύλιο. Αναγνωρίζει αν υπάρχει υπερβολικός θόρυβος, απώλεια σκυτάλης και άλλα λάθη. Όταν ο σταθμός λαμβάνει ένα έγκυρο frame ή τη σκυτάλη, ο μετρητής αυτός μηδενίζεται. Αν εκπνεύσει, τότε ο σταθμός θα ξεκινήσει μια διαδικασία επαναρχικοποίησης του δακτυλίου για να τον επαναφέρει στη σωστή κατάσταση.

9.6 ΒΗΜΑΤΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΕΝΟΣ FRAME

Για την μετάδοση ενός frame ακολουθούνται 5 βήματα:

1. ο σταθμός περιμένει μέχρι να ανιχνεύσει τη σκυτάλη
2. την καταλαμβάνει
3. τερματίζει τη διαδικασία αναπαραγωγής της σκυτάλης (έτσι δεν μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα άλλοι σταθμοί)
4. αρχίζει να εκπέμπει frames (μέχρι είτε να τελειώσουν τα δεδομένα προς μετάδοση ή να λήξει χρόνος κατοχής της σκυτάλης)
5. επαναφέρει τη σκυτάλη στο δακτύλιο για τον επόμενο σταθμό

Όλοι οι ενεργοί σταθμοί στο δακτύλιο εκτός από τον αποστολέα, λαμβάνουν και αναμεταδίδουν κάθε frame. Επίσης, συγκρίνουν τη διεύθυνση του παραλήπτη με τη δική τους και ελέγχουν τα λάθη. Όταν το frame επιστρέψει στον αποστολέα, το απομακρύνει από τον δακτύλιο.

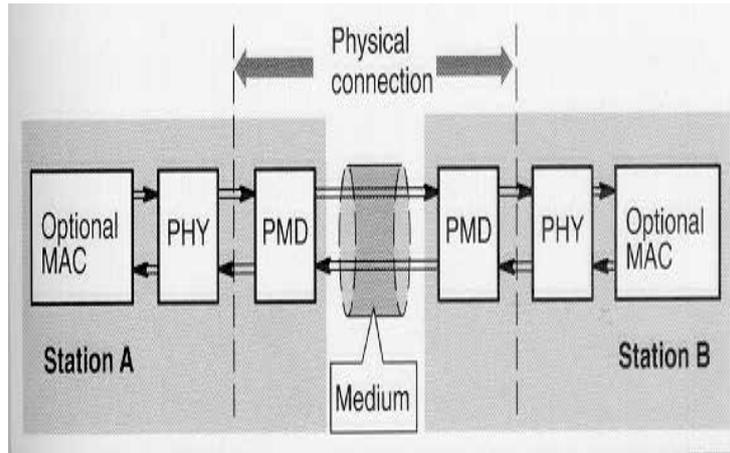


Σχήμα_9δ: Παράδειγμα μετάδοσης frame

9.7 FDDI Components

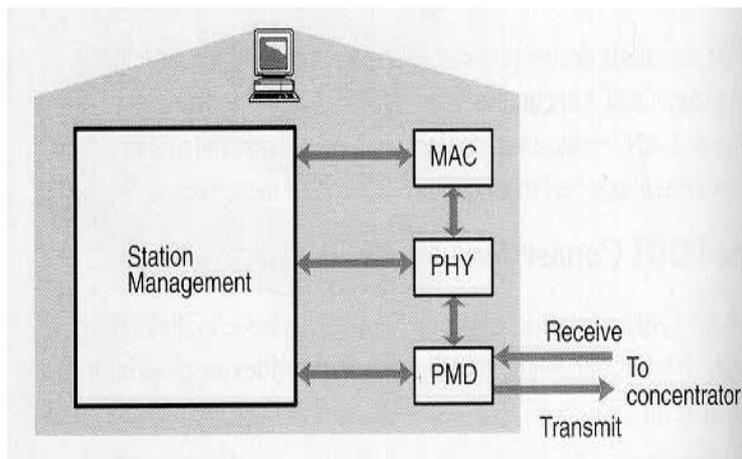
Σύνδεση στο FDDI, θεωρείται η ένωση δύο ή περισσότερων στοιχείων του με καλώδιο, μορφή point to point και πλήρως διπλής κατεύθυνσης. Κάθε ένα από τα στοιχεία έχει στοιχείο μετάδοσης και λήψης δεδομένων.

Το καλώδιο μεταξύ δύο συνδεδεμένων σταθμών είναι διπλό και έτσι το στοιχείο μετάδοσης και λήψης του ενός σταθμού είναι απευθείας συνδεδεμένο με το αντίστοιχο στοιχείο του άλλου.



Σχήμα_9ε: Φυσική σύνδεση στο FDDI

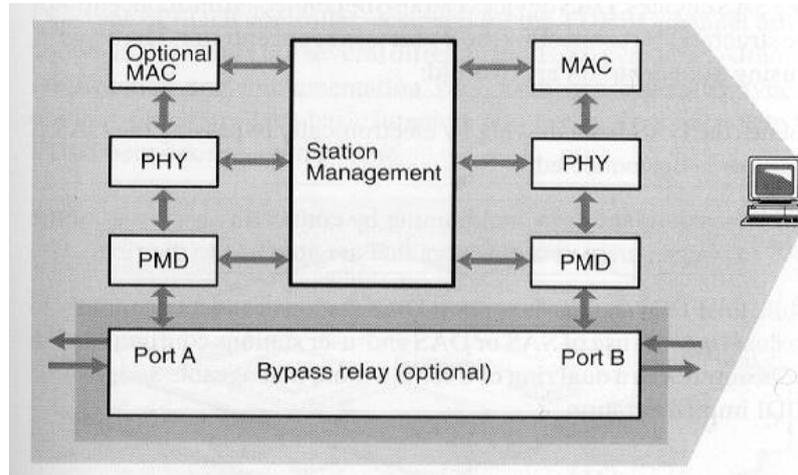
Σύμφωνα με τα πρότυπα του FDDI υπάρχουν δύο είδη σύνδεσης: απλή και διπλή σύνδεση. Η απλή είναι η απλούστερη μορφή σύνδεσης αφού κάθε σταθμός έχει ένα S-type port το οποίο συνδέεται στο M port του συγκενρωτή. Η μορφή αυτή σύνδεσης φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα_9ζ: Η αρχιτεκτονική ενός σταθμού απλής σύνδεσης

Διπλή σύνδεση έχουμε όταν ο σταθμός συνδέεται τόσο στο κύριο, όσο και στο δευτερεύον δακτύλιο του FDDI. Στη σύνδεση αυτή υπάρχουν δύο ports τα A και B.

Το port A συνδέεται στο port B ενός άλλου σταθμού, ενώ το port B στο port A του ίδιου σταθμού.



Σχήμα_9η: Η αρχιτεκτονική ενός σταθμού διπλής σύνδεσης

9.8 ΤΟ FDDI ΣΤΟ ΧΑΛΚΟ (CDDI,SDDI)

Το FDDI έχει ένα μεγάλο μειονέκτημα. Το κόστος του είναι απαγορευτικό για μικρές εγκαταστάσεις. Όμως το χαρακτηριστικό του να δέχεται τοπολογία αστέρα, δηλαδή ανεξάρτητοι σταθμοί τύπου B να συνδέονται στο FDDI μέσω συγκεντρωτή γραμμών, έδωσε την ιδέα στους κατασκευαστές, να αντικαταστήσουν την οπτική ίνα από τον συγκεντρωτή μέχρι τον κάθε σταθμό με συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων (STP, UTP). Υπάρχουν διάφορες προτάσεις για την υλοποίηση αυτού του εγχειρήματος, καμία όμως δεν έχει κερδίσει ακόμα την έγκριση της επιτροπής ANSI.

Από τα τέλη του 1990 μια ομάδα από τις AT& T, Apple, Crescendo, και Fibronics, άρχισε να ασχολείται με την τεχνολογία των 100Mbps σε UTP καλώδιο. Η πρότασή της πήρε το όνομα CDDI (Copper Distributed Data Interface). Η μέγιστη απόσταση ενός σταθμού από τον συγκεντρωτή, καθορίστηκε στα 100m. Λόγω όμως της φύσης του καλωδίου UTP, η ομάδα αυτή αναγκάστηκε να καταργήσει την κωδικοποίηση NRZI (Non Return to Zero Inverted) του κλασικού FDDI. Στη συνέχεια έγινε προσπάθεια για την επέκταση της πρότασης και σε STP καλώδιο.

Το Μάιο του 1991 μια άλλη ομάδα από τις AMD, Chipcom, DEC, Motorola και Synoptics πρότεινε ένα δίκτυο στα 100Mbps χρησιμοποιώντας καλώδιο STP. Η πρόταση αυτή ονομάστηκε Greenbook, όμως απέτυχε να τυποποιηθεί από την επιτροπή ANSI λόγω της μεγάλης αντίδρασης σχετικά με το ακριβότερο STP.

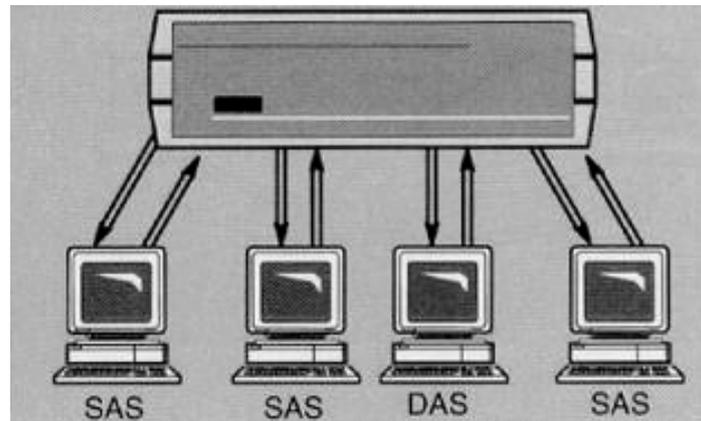
Μετά την αρχική αποτυχία με την βοήθεια και των IBM, Madge Networks, NSC και NPI, δημιουργήθηκε μια νέα βελτιωμένη πρόταση με την ονομασία SDDI (Shielded Distributed Data Interface), πάλι για καλώδιο STP. Το βασικό της πλεονέκτημα είναι πως επιτρέπει ακόμα και τη σύνδεση δύο υπολογιστών μεταξύ τους χωρίς να απαιτεί συγκεντρωτή, πάντα με τον περιορισμό των 100m.

Με αυτές τις προτάσεις πλέον ένα δίκτυο των 100Mbps δεν είναι κάτι απρόσιτο. Ο βασικός δακτύλιος FDDI ωστόσο δεν μπορεί να αρκεστεί στο χαλκό με τα γνωστά

προβλήματα ηλεκτρομαγνητικού θορύβου και τους συνήθεις περιορισμούς αποστάσεων. Στο σημείο αυτό το μέλλον συνεχίζει να στηρίζεται στις οπτικές ίνες .

9.9 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ FDDI

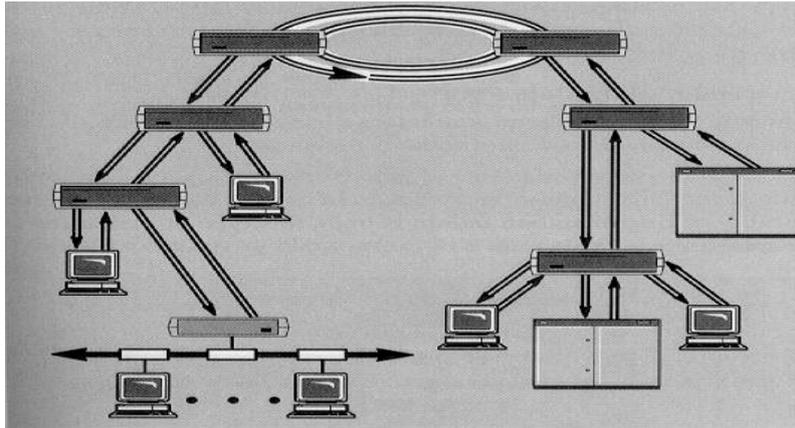
Στο σημείο αυτό είναι χρήσιμο να παραθέσουμε μερικά παραδείγματα χρήσης του FDDI σε καθημερινές συνθήκες. Μια πρώτη και πολύ συνηθισμένη περίπτωση αποτελεί η σύνθεση ενός workgroup δικτύου υψηλών απαιτήσεων. Ένα τέτοιο configuration αποτελείται από σχετικά χαμηλό αριθμό συνδεδεμένων υπολογιστών σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους. Γι' αυτό το σκοπό συνδέουμε σταθμούς εργασίας, εξυπηρετητές και mini-computers σε έναν ή περισσότερους συγκεντρωτές.



Σχήμα_9θ: τοπολογία standalone συγκεντρωτή

Μια άλλη περίπτωση αποτελεί η δημιουργία ενός backbone δικτύου με χρήση FDDI. Χάρη σε αυτό παρέχουμε υπηρεσίες υψηλής ταχύτητας και διασύνδεση πολλαπλών LANs σε μια μεγάλη περιοχή ή κτίριο, σε ένα ενοποιημένο δίκτυο. Σχεδιασμένο με στόχο την υψηλή αξιοπιστία, το FDDI υποστηρίζει διπλούς δακτυλίους για την αποφυγή διακοπής υπηρεσιών αν παρουσιαστεί κάποιο πρόβλημα. Οι συσκευές συνδέονται είτε απευθείας είτε μέσω συγκεντρωτή. Η χρήση συγκεντρωτή διατηρεί την ακεραιότητα του δακτυλίου ακόμα και όταν μια ή όλες οι συσκευές που βρίσκονται συνδεδεμένες σε αυτό αποτύχουν.

Αυτό συνεπάγεται τη δυνατότητα απομάκρυνσης μιας συσκευής χωρίς διακοπή του FDDI δικτύου, κάτι που δεν θα συνέβαινε αν είχαμε μια dual attachment συσκευή. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη σύνθεση χρησιμοποιείται και στο E.M. πολυτεχνείο για την υλοποίηση του δικτύου δεδομένων και τη διασύνδεση των επιμέρους τοπικών δικτύων, με τη χρήση ενός διπλού δακτυλίου και συγκεντρωτών. Τα δίκτυα των εργαστηρίων συνδέονται μέσω router και συγκεντρωτή στο FDDI και από εκεί με το Internet.



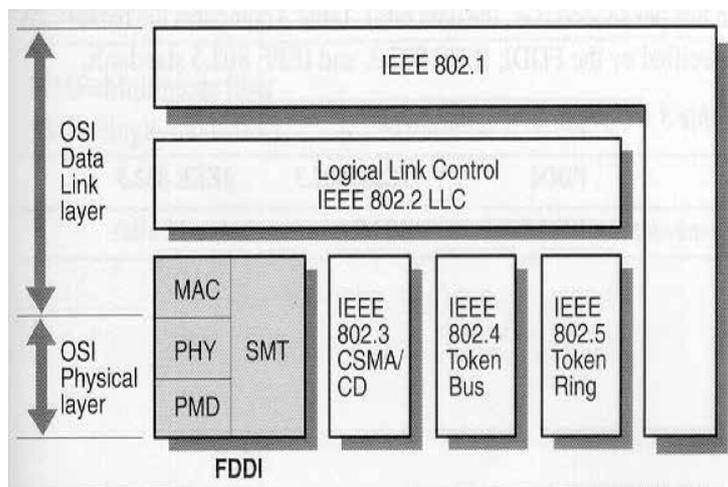
Σχήμα_9ι: Χρήση συγκεντρωτών σε τοπολογία διπλού δακτυλίου με δέντρα

Μια λιγότερο γνωστή εφαρμογή του FDDI είναι η χρήση του σε δικτυακές συνδέσεις (host to host) μεταξύ μεγάλων συστημάτων ή μεταξύ ισχυρών εξυπηρετητών και των περιφερειακών τους, όπως συστοιχίες δίσκων που μπορούν να βρίσκονται σε απομακρυσμένο σημείο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η διασύνδεση μεγάλης συστοιχίας δίσκων με μεγάλους servers που εφαρμόζει η εταιρία Sun Microsystems.

Προσθέτοντας, τέλος και την έλλειψη διαταραχών του οπτικού σήματος από ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο και παρεμβολές, καθώς και το αίσθημα ασφαλείας που προσφέρει το FDDI, δεν είναι καθόλου περίεργο γιατί προτιμάται όλο και περισσότερο από τις εταιρίες. Κάτι φυσικό αφού προσφέρει προστασία από ανεπιθύμητες παρεμβολές και υποκλοπές, περισσότερο από κάθε άλλο μέσο.

10.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ LAN

Τα πρότυπα Ethernet, Token Ring, Token Bus και FDDI είναι τα πιο διαδεδομένα αυτή τη στιγμή στο χώρο των τοπικών δικτύων. Όπως έχει ήδη ειπωθεί το Ethernet πρότυπο IEEE 802.3 ορίζει ως τοπολογία ένα λογικό κοινό δίαυλο χρησιμοποιώντας την τεχνολογία CSMA/CD για πρόσβαση στο δίκτυο. Το Token Ring πρότυπο 802.5 ορίζει μια αρχιτεκτονική δακτυλίου με σκυτάλη(token), η οποία μπορεί να λειτουργήσει τόσο στα 4Mbps όσο και στα 16Mbps. Το Token Bus είναι ένα δίκτυο με φυσική τοπολογία αρτηρίας και το FDDI πρότυπο ορίζει ένα δακτύλιο των 100Mbps με σκυτάλη που βασίζεται σε timed token πρωτόκολλο. Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη σχέση που συνδέει τα πρότυπα μεταξύ τους αλλά και με το OSI πρότυπο:



Σχήμα_: Σύνδεση των προτύπων μεταξύ τους

Έχει πρακτικά πολύ μεγάλο ενδιαφέρον να εξετάσουμε τις βασικές διαφορές των τοπικών προτύπων, κάτι που γίνεται στη συνέχεια:

Ø Bandwidth – Εύρος ζώνης

Είναι το μέγιστο φορτίο κίνησης που μπορεί να διοχετευτεί μέσω του δικτύου σε συγκεκριμένο χρόνο. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τη σύγκριση μεταξύ των standards.

Bandwidth	FDDI	IEEE 802.3	Token Ring	Token Bus
	100Mbps	10Mbps	4 ή 16Mbps	10Mbps

Ø Μέγιστος αριθμός σταθμών και μέγιστη στη απόσταση

Όταν τα LAN αρχίζουν και μεγαλώνουν τότε τίθεται και το θέμα του μέγιστου αριθμού κόμβων, της μέγιστης απόστασης μεταξύ σταθμών και του μέγιστου μήκους του δικτύου.

	FDDI	IEEE 802.3	Token Ring	Token Bus
Μέγιστος αριθμός κόμβων	500	1024	260	250
Μέγιστη απόσταση μεταξύ κόμβων	2,5km για πολύτροπη οπτική ίνα ή 20km για μονότροπη οπτική ίνα	2.8km	300m (4 Mb/s ring) Προτείνεται, όμως, απόσταση 100m για 4 και 16 MB/s	100m
Μέγιστο συνολικό μήκος δικτύου	100km	2.8km	Ποικίλει ανάλογα με το configuration	Ποικίλει ανάλογα με το configuration

Ø Τοπολογία δικτύου

Η τοπολογία του κάθε δικτύου έχει δύο συνιστώσες : τη φυσική τοπολογία και τη λογική τοπολογία. Η φυσική τοπολογία ορίζει τη μορφή της καλωδίωσης. Η λογική τοπολογία περιγράφει την εικόνα του δικτύου όπως φαίνεται από τη μέθοδο πρόσβασης του σταθμού.

	FDDI	IEEE 802.3	Token Ring	Token Bus
Λογική τοπολογία	Διπλός δακτύλιος	Κοινός δίαυλος	Απλός δακτύλιος	Απλός δακτύλιος
Φυσική τοπολογία	Δακτύλιος	Αστέρας, Δίαυλος	Δακτύλιος	Δίαυλος

Ø Υποστηριζόμενα μέσα μετάδοσης

Είναι το μέσο το οποίο μπορεί να συνδέει δύο σταθμούς σε κάθε ένα από τα πρωτόκολλα, όπως για παράδειγμα οπτική ίνα ή twisted pair καλώδιο.

	FDDI	IEEE802.3	Token Ring	Token Bus
Μέσο μετάδοσης	Οπτική ίνα	Οπτική ίνα, twisted -pair, ομοαξονικό καλώδιο	Οπτική ίνα, twisted pair	Ομοαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα

Ø Έλεγχος πρόσβασης στο κανάλι

Σε κάθε ένα από τα standards καθορίζεται με ποιο τρόπο θα ελέγχεται κάθε χρονική στιγμή αν ο κάθε σταθμός έχει δικαίωμα να εκπέμψει στο κανάλι, πάνω στο οποίο βρίσκονται οι άλλοι σταθμοί και ποια είναι η διαδικασία με την οποία γίνεται αυτό.

	FDDI	IEEE 802.3	Token Ring	Token Bus
Μέθοδος πρόσβασης	Timed-token passing	CSMA/CD	Token passing	Token passing
Ανάκτηση της σκυτάλης	Δέσμευση της σκυτάλης	-	Θέτοντας ένα status bit, μετατρέπεται η σκυτάλη (token) σε frame	Μετατρέπεται η σκυτάλη σε frame
Αποδέσμευση της σκυτάλης	Μετά τη μετάδοση	-	Μετά το stripping(4Mbps) Μετά τη μετάδοση(16Mbps)	Μετά την μετάδοση
Frames στο δίκτυο	Πολλαπλά	Ένα	Ένα (4 Mbps) Πολλαπλά (16Mbps)	Ένα
Πόσα frames μεταδίδονται ανά πρόσβαση	Πολλαπλά	Ένα	Ένα	Ένα

Ø Μέγιστο μέγεθος frame

Είναι το μέγιστο μέγεθος δεδομένων που μπορεί να μεταδώσει ένας σταθμός με μια μόνο μετάδοση.

	FDDI	IEEE 802.3	Token Ring	Token Bus
Μέγιστο μέγεθος frame	4,500 bytes	1,518 bytes	4,500 bytes (4Mbps) 17,800 bytes(16Mbps)	4,500bytes

ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ :**SITES:**

- www.tmth.edu.gr
- www.medialabntua.gr
- www.e-yliko.sch.gr
- www.go-online.gr

BIBΛΙΑ :

- Τίτλος βιβλίου: Δίκτυα Υπολογιστών
Συγγραφέας: Andrew S. Tanenbaum
- Τίτλος βιβλίου: Τηλεπληροφορική και Δίκτυα Υπολογιστών
Συγγραφέας: Παναγιωτόπουλος – Δραγώνας – Σκουρλάς