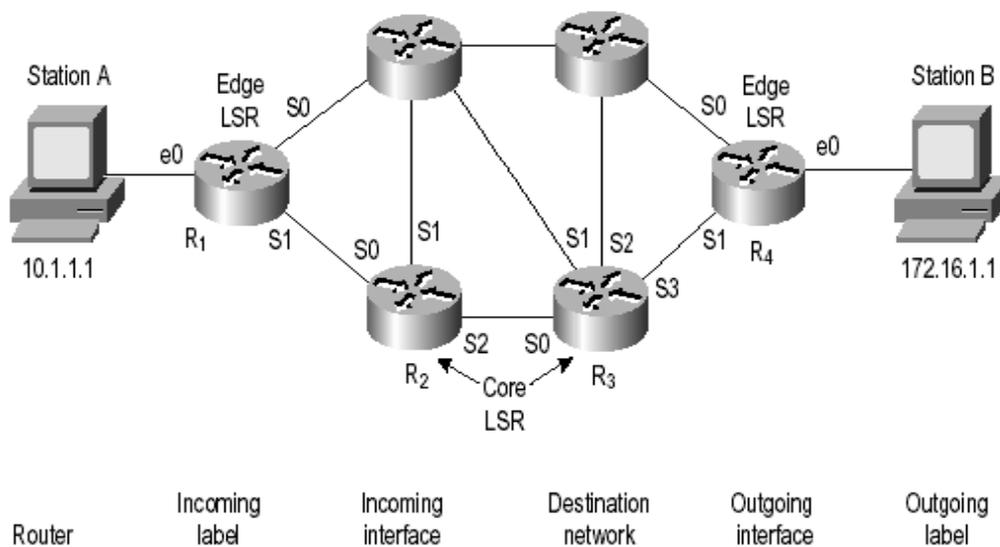


ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΗΠΕΙΡΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ: ΤΗΛΕΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΘΕΜΑ:

ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ



ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: κ.ΛΑΜΠΡΟΥ Α.

ΕΞΕΤΑΣΤΕΣ: κ.κ.ΑΝΤΩΝΙΑΔΗΣ Ν, ΣΤΥΛΙΟΣ .

ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΙ: ΜΟΥΣΙΔΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ  
ΔΕΣΠΟΤΟΠΟΥΛΟΥ ΖΩΗ

***Ευχαριστούμε πολύ τον  
κ. Χ.Σακκαρίκα για την  
παραχώρησης της υλης.***

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> internetworking

Ø Τα βασικά για την σύνδεση δικτύων (internetworking).....	1-2
Ø Τι είναι η σύνδεση μέσω δικτύων (Internetwork);.....	1-2
Ø Η ιστορία της σύνδεσης μέσω δικτύων.....	1-2
Ø Προκλήσεις για την σύνδεση δικτύων.....	1-3
Ø Το ανοικτό μοντέλο αναφοράς αλληλοσύνδεσης –σύστημα OSI .....	1-4
Ø Τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων του μοντέλου OSI.....	1-5
Ø Πρωτόκολλα .....	1-6
Ø Αλληλεπίδραση μεταξύ των στρωμάτων του OSI μοντέλου.....	1-7
Ø OSI υπηρεσίες στρώματος .....	1-7
Ø Τα OSI πρότυπα στρώματα και η ανταλλαγή πληροφοριών.....	1-8
Ø Η διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών.....	1-9
Ø Φυσικό στρώμα του μοντέλου OSI .....	1-10
Ø OSI το πρότυπο στρώμα συνδέσεων δικτύων .....	1-10
Ø Το στρώμα δικτύων του προτύπου OSI .....	1-11
Ø Το στρώμα μεταφορών του προτύπου OSI.....	1-12
Ø OSI το πρότυπο στρώμα περιόδου επικοινωνίας .....	1-12
Ø OSI το πρότυπο στρώμα παρουσίασης .....	1-12
Ø OSI το πρότυπο στρώμα εφαρμογής .....	1-13
Ø Simple Mail Transfer Protocol.....	1-13
Ø OSI η ιεραρχία των μεγάλων δικτύων.....	1-15
Ø Οι προσανατολισμένες προς την σύνδεση και χωρίς σύνδεση υπηρεσίες δικτύων.....	1-16
Ø Οι Data-link διευθύνσεις .....	1-17
Ø Οι MAC διευθύνσεις .....	1-18
Ø Το ιεραρχικό επίπεδο διευθύνσεων .....	1-21
Ø Ανάθεση διευθύνσεων.....	1-22
Ø Τα ονόματα των διευθύνσεων.....	1-22
Ø Ο έλεγχος ροής .....	1-23
Ø Σφάλμα ελέγχου.....	1-23
Ø Πολυπλεξία.....	1-24
Ø Περίληψη .....	1-25

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> LAN

Ø Η εισαγωγή στα πρωτόκολλα του τοπικού LAN.....	2-2
Ø Τι είναι το τοπικό LAN.....	2-2
Ø Τα πρωτόκολλα του τοπικού LAN και τα OSI πρότυπα.....	2-2
Ø Μέσα LAN- Μέθοδοι πρόσβασης.....	2-3
Ø Οι μεταφορές στοιχείων του τοπικού LAN .....	2-4

Ø Οι τοπολογίες του τοπικού LAN.....	2-5
Ø Οι συσκευές .....	2-6

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3° WAN

Ø Η εισαγωγή στις WAN τεχνολογίες .....	3-2
Ø Τι είναι ένα WAN.....	3-2
Ø Απο σημείο σε σημείο σύνδεση.....	3-2
Ø Η μετατροπή πακέτων.....	3-4
Ø Το WAN εικονικό κύκλωμα.....	3-4
Ø Οι WAN υπηρεσίες διεπιλογών .....	3-5
Ø Συσκευές WAN .....	3-5
Ø WAN switches.....	3-5
Ø Server πρόσβασης .....	3-6
Ø Modem.....	3-6
Ø CSU/DSU.....	3-7
Ø Ο τελικός προσαρμοστής ISDN.....	3-8

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4° Bridging και Switching

Ø Τα βασικά για Bridging και Switching.....	4-2
Ø Τι είναι γέφυρες και διακόπτες .....	4-2
Ø Επισκόπηση συσκευών στρώματος συνδέσεων.....	4-2
Ø Οι τύποι γεφυρών .....	4-4
Ø Οι τύποι των Switches.....	4-6
Ø ATM switch.....	4-6
Ø LAN switch.....	4-7

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5° ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΣΗ

Ø Τι είναι η δρομολόγηση.....	5-2
Ø Τα συστατικά της δρομολόγησης .....	5-2
Ø Επιλογή του μονοπατιού.....	5-2
Ø Μετατροπή .....	5-3
Ø Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης .....	5-4
Ø Οι στόχοι σχεδίασης .....	5-5
Ø Τύποι αλγορίθμων.....	5-6
Ø Στατικοί εναντίον δυναμικών.....	5-6
Ø Ένα μονοπάτι εναντίον πολλαπλών διαδρομών.....	5-7
Ø Ευφυείς hosts εναντίον εφυή δρομολογητή.....	5-7
Ø Intradomain εναντίον interdomain.....	5-7
Ø Link-state εναντίον distance-vector.....	5-8
Ø Οι πίνακες δρομολόγησης μονάδων.....	5-8

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6° TCP/IP

Ø Πρωτόκολλα διαδικτύου.....	6-2
Ø Το πρωτόκολλο IP δικτύου.....	6-3
Ø Η μορφή πακέτων IP.....	6-3
Ø IP διεύθυνση.....	6-4
Ø Η μορφή διευθύνσεων IP.....	6-4
Ø Η εξέταση κλάσεων IP.....	6-5
Ø IP διεύθυνση υποδικτύων.....	6-7
Ø Η διεύθυνση υποδικτύου μασκών.....	6-7
Ø Πώς οι μάσκες υποδικτύου χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τον αριθμό δικτύων..	6-9
Ø ARP.....	6-10
Ø IP δρομολόγηση.....	6-10
Ø Πρωτόκολλο μηνυμάτων ελέγχου διαδικτύου(ICMP).....	6-11
Ø ICMP μηνύματα.....	6-11
Ø IDRP.....	6-12
Ø TCP.....	6-12
Ø Καθιέρωση σύνδεσης TCP.....	6-13
Ø TCP ολισθαίνων παράθυρο.....	6-13
Ø TCP διαμόρφωση πακέτων.....	6-14
Ø TCP περιγραφές πεδίων πακέτων.....	6-14
Ø UDP.....	6-15
Ø Τα πρωτόκολλα εφαρμογής-στρώματος πρωτοκόλλων διαδικτύου.....	6-16

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7° PPP

Ø Απο σημείο σε σημείο πρωτόκολλο PPP.....	7-2
Ø Τα συστατικά του PPP.....	7-2
Ø Η γενική λειτουργία.....	7-2
Ø Οι απαιτήσεις του φυσικού στρώματος .....	7-2
Ø Το στρώμα συνδέσεων PPP.....	7-3
Ø Περίληψη .....	7-4

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8° IGRP

Ø Το εσωτερικό υπόβαθρο πρωτοκόλλου δρομολόγησης πυλών.....	8-2
Ø Χαρακτηριστικά IGRP πρωτοκόλλου.....	8-2
Ø Χαρακτηριστικά γνωρίσματα.....	8-3
Ø Οι χρονοδιακόπτες .....	8-4
Ø Περίληψη.....	8-5

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9° Ενισχυμένο IGRP

Ø Ενισχυμένο IGRP.....	9-2
Ø Ενισχυμένες δυνατότητες κάλυψης IGRP και ιδιότητες .....	9-2

Ø Οι βασικές διαδικασίες και τεχνολογίες .....	9-3
Ø Αρχές δρομολόγησης .....	9-4
Ø Οι πίνακες γειτόνων.....	9-4
Ø Πίνακας τοπολογίας.....	9-4
Ø Αρχή διαδρομής .....	9-5
Ø Επικόλληση διαδρομών.....	9-5
Ø Το ενισχυμένο πακέτο IGRP.....	9-6
Ø Περίληψη.....	9-6

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10° RIP

Ø Το υπόβαθρο πρωτοκόλλου πληροφοριών δρομολόγησης .....	10-2
Ø Οι αναπροσαρμογές δρομολόγησης .....	10-2
Ø RIP μετρική δρομολόγηση.....	10-3
Ø Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα σταθερότητας .....	10-3
Ø Χρονοδιακόπτες RIP.....	10-3
Ø Πακέτο διαμόρφωσης .....	10-4
Ø RIP Πακέτο διαμόρφωσης.....	10-4
Ø Μορφή πακέτων RIP.....	10-5
Ø Περίληψη .....	10-6

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11° OSPF

Ø Υπόβαθρο .....	11-2
Ø Ιεραρχία δρομολόγησης .....	11-3
Ø Ο SPF αλγόριθμος .....	11-4
Ø Η μορφή πακέτων.....	11-5
Ø Πρόσθετα χαρακτηριστικά OSPF .....	11-7

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12° FRAME RELAY

Ø Εισαγωγή .....	12-2
Ø Τυποποίηση της μεταγωγής πλαισίων.....	12-2
Ø Οι συσκευές μεταγωγής πλαισίων.....	12-3
Ø Frame relay τα εικονικά κυκλώματα.....	12-4
Ø Τα μεταστρεφόμενα εικονικά κυκλώματα.....	12-4
Ø Τα μόνιμα εικονικά κυκλώματα.....	12-5
Ø Data-link προσδιοριστικές συνδέσεις.....	12-5
Ø Μηχανισμός συμφόρησης ελέγχου.....	12-5
Ø Η μεταγωγή πλαισίων απορρίπτει την επιλεξιμότητα.....	12-6
Ø Ο έλεγχος σφάλματος στην μεταγωγή πλαισίων.....	12-6
Ø LMI διαπροσωπεία μεταγωγής πλαισίων.....	12-7
Ø Η εφαρμογή δικτύων μεταγωγής πλαισίων.....	12-7
Ø Παρεχόμενα κοινά δίκτυα μεταφορέα.....	12-8
Ø Τα ιδιωτικά επιχειρηματικά δίκτυα.....	12-8
Ø Οι μορφές πλαισίων μεταγωγής πλαισίων.....	12-9
Ø Τυποποιημένο Frame Relay Frame.....	12-9

∅ Περίληψη .....	12-11
------------------	-------

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13<sup>ο</sup> ATM

∅ Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς .....	13-2
∅ Πρότυπα .....	13-2
∅ ATM συσκευές και το περιβάλλον του δικτύου .....	13-3
∅ Οι βασικές πληροφορίες μεταφορών μορφής ATM στοιχείων.....	13-3
∅ Οι συσκευές ATM .....	13-3
∅ Δίκτυο ATM .....	13-4
∅ Μορφή επικεφαλίδων στοιχείων ATM.....	13-5
∅ Πεδία επικεφαλίδων στοιχείων.....	13-6
∅ Υπηρεσίες ATM .....	13-6
∅ Εικονικά δίκτυα συνδέσεων ATM .....	13-7
∅ Ο διαδικασίες μεταγωγής του ATM.....	13-8
∅ Μοντέλο αναφοράς του ATM .....	13-8
∅ Φυσικό στρώμα ATM .....	13-9
∅ Στρώμα προσαρμογής ATM:AAL1 .....	13-10
∅ Στρώμα προσαρμογής ATM:AAL2.....	13-11
∅ Στρώμα προσαρμογής ATM:AAL5.....	13-12
∅ Εξετάζοντας το ATM.....	13-12
∅ Μοντέλο υποδικτύων.....	13-13
∅ Η μορφή του ATM εξετάζει τις διευθύνσεις NSAP-μορφής .....	13-13
∅ Πεδία διευθύνσεων ATM.....	13-14
∅ Οι συνδέσεις ATM .....	13-15
∅ ATM και Multicasting.....	13-15
∅ Οι ποιότητα της ATM υπηρεσίες .....	13-17
∅ Η διαδικασία ATM σύνδεση- καθιέρωση.....	13-17
∅ Σύνδεση αίτημα δρομολόγηση και η δρομολόγηση διαπραγμάτευσης .....	13-18

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14<sup>ο</sup> ISDN

∅ Οι συσκευές ISDN.....	14-2
∅ Προδιαγραφές ISDN Στρώμα 1.....	14-3
∅ Στρώμα 2.....	14-4
∅ Στρώμα 3.....	14-5
∅ Περίληψη.....	14-6

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15<sup>ο</sup> Ethernet

∅ Τεχνολογίες Ethernet . Το υπόβαθρο.....	15-2
∅ Το Ethernet μια συνοπτική ιστορία .....	15-2
∅ Τα στοιχεία των δικτύων Ethernet.....	15-3
∅ Οι τοπολογίες και οι δομές δικτύου Ethernet.....	15-3
∅ Η IEEE 802.3.Λογική σχέση με το ISO μοντέλο αναφοράς .....	15-4
∅ Το υπόστρωμα της MAC στο Ethernet.....	15-6

Ø Η βασική μορφή πλαισίων Ethernet.....	15-6
Ø Η μεταφορά πλαισίων.....	15-8
Ø Ημιαμφίδρομη μεταφορά-η μέθοδος πρόσβασης CSMA/CD .....	15-9
Ø Αμφίδρομη μεταφορά .....	15-11
Ø Έλεγχος Ροής.....	15-12
Ø Η λήψη πλαισίων.....	15-13
Ø Η επικοινωνία προαιρετικής δυνατότητας VLAN.....	15-13
Ø Τα φυσικά στρώματα του Ethernet.....	15-14
Ø Κωδικοποιώντας για την μεταφορά σημάτων.....	15-14
Ø Η σχέση φυσικού στρώματος του 802.3 στο ISO μοντέλο αναφοράς .....	15-16
Ø 10 Mbps Ethernet-10 Base-T.....	15-18
Ø 100 Mbps- Γρήγορο Ethernet.....	15-18
Ø 100 Base-X .....	15-19
Ø 100 Base-T4.....	15-21
Ø 100 Base-T2.....	15-22
Ø 1000 Mbps-Gigabit Ethernet.....	15-24
Ø 1000 Base-T.....	15-24
Ø 1000 Base-X.....	15-26
Ø Καλωδίωση δικτύων- οι απαιτήσεις συμβατότητας συνδέσεων.....	15-26
Ø Επιλέγοντας UTP- Συστατικά και μέσα βασικής κατηγορίας .....	15-28
Ø Auto-negotiation- Μια προαιρετική μέθοδος για αυτόματους λειτουργικούς τροπούς .	15-29
Ø Η επιλογή των συστατικών 1000 Base-x και μέσων.....	15-31
Ø Τα δίκτυα Ethernet multiple rate.....	15-32
Ø Η διαχείριση δικτύων .....	15-33
Ø Μεταναστεύοντας στα δίκτυα- υψηλής ταχύτητας .....	15-34
Ø Περίληψη.....	15-34

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

# INTERNETWORKING

Στόχοι του κεφαλαίου:

- Να μάθετε τι δημιουργεί ένα δίκτυο.
- Να μάθετε τα βασικά του OSI πρότυπου
- Να μάθετε τις διαφορές μεταξύ των προσανατολισμένων προς τη σύνδεση και χωρίς σύνδεση υπηρεσιών
- Να μάθετε για τους διαφορετικούς τύπους διευθύνσεων που χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο.
- Να μάθετε για τον βασικό έλεγχο ροής και τον έλεγχο σφάλματος .

## Τα βασικά για την σύνδεση δικτύων (internetworking)

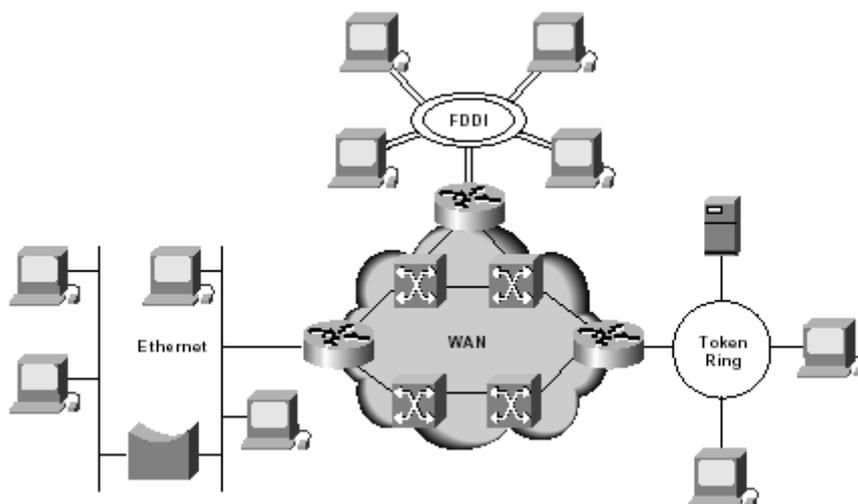
Σε αυτό το κεφάλαιο, μερικές θεμελιώδεις έννοιες και όροι που χρησιμοποιούνται στην εξελισσόμενη γλώσσα της σύνδεσης μέσω δικτύων εξετάζονται. Τα θέματα περιλαμβάνουν τον έλεγχο ροής, τον έλεγχο σφάλματος και την πολυπλεξία, αλλά αυτό το κεφάλαιο στρέφεται κυρίως στη χαρτογράφηση του ανοικτού μοντέλου αλληλοσύνδεσης (OSI), στις λειτουργίες δικτύωσης /σύνδεσης μέσω δικτύων και επίσης τη σύνοψη της γενικής φύσης της εξέτασης των σχεδίων μέσα στο πλαίσιο του OSI μοντέλου.

Το OSI μοντέλο αντιπροσωπεύει τις ομάδες δεδομένων για την δημιουργία των internetworks. Η κατανόηση του εννοιολογικού μοντέλου σας βοηθά να καταλάβετε τα σύνθετα κομμάτια που κάνουν μια σύνδεση δικτύων (internetwork).

## Τι είναι η σύνδεση μέσω δικτύων (Internetwork):

Ένα δίκτυο (internetwork) είναι μια συλλογή μεμονωμένων δικτύων, που συνδέεται από τις ενδιάμεσες συσκευές δικτύωσης, η οποία λειτουργεί ως ενιαίο μεγάλο δίκτυο. Η σύνδεση μέσω δικτύων αναφέρεται στη βιομηχανία, τα προϊόντα και τις διαδικασίες που συναντούν την πρόκληση της δημιουργίας και της διαχείρισης δικτύων.

Το σχήμα 1-1 επεξηγεί μερικά διαφορετικά είδη τεχνολογιών δικτύων που μπορούν να διασυνδεθούν από τους δρομολογητές και άλλες συσκευές δικτύωσης για να δημιουργήσουν ένα δίκτυο (internetwork).



## Η ιστορία της σύνδεσης μέσω δικτύων

Τα πρώτα δίκτυα ήταν time-sharing δίκτυα που χρησιμοποίησαν τους κεντρικούς υπολογιστές και συνδέσαν τα τερματικά. Τέτοια περιβάλλοντα εφαρμόστηκαν και από την αρχιτεκτονική δικτύων της IBM (SNA) και από την αρχιτεκτονική ψηφιακών δικτύων.

Τα τοπικά δίκτυα (LAN) εξελίχθηκαν γύρω από την επανάσταση των PC. Τα LAN επέτρεπαν σε πολλαπλάσιους χρήστες σε μια σχετικά μικρή γεωγραφική περιοχή να ανταλλάξουν τα αρχεία και

μηνύματα, καθώς επίσης και η πρόσβαση μοιράστηκε τα στοιχεία συμπεριφοράς όπως οι κεντρικοί υπολογιστές και οι εκτυπωτές αρχείων.

Τα δίκτυα ευρέων ζωνών (WANs) διασυνδέουν LANs με τους γεωγραφικά διασκορπισμένους χρήστες για να δημιουργήσουν τη συνδετικότητα. Μερικές από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση LANs περιλαμβάνουν το T1, T3, το ATM, το ISDN, ADSL, Frame relay, τις ραδιοσυνδέσεις, και άλλα. Οι νέες μέθοδοι σύνδεσης διασκορπισμένου LANs εμφανίζονται καθημερινά.

Σήμερα, η μεγάλη ταχύτητα LANs και switched internetworks γίνεται ευρέως χρησιμοποιούμενη, επειδή λειτουργούν σε πολύ ψηλές ταχύτητες και υποστηρίζουν τέτοιες εφαρμογές, υψηλό εύρος ζώνης συχνοτήτων όπως τα πολυμέσα και τη συνεδρίαση μέσω video. Η σύνδεση μέσω δικτύων εξελίχθηκε ως λύση σε τρία βασικά προβλήματα: α) απομονωμένα LANs, β) διπλασιασμός των στοιχείων συμπεριφοράς, και γ) μια έλλειψη διαχείρισης δικτύων.

Απομονωμένα LANs γίνονται για ηλεκτρονική επικοινωνία μεταξύ των διαφορετικών γραφείων ή των τμημάτων. Ο διπλασιασμός των στοιχείων συμπεριφοράς σήμανε ότι το ίδιο υλικό και το λογισμικό έπρεπε να παρασχεθούν σε κάθε γραφείο ή τμήμα, όπως τα χώρισε το προσωπικό υποστήριξης. Αυτή η έλλειψη διαχείρισης δικτύων σήμανε ότι καμία συγκεντρωμένη μέθοδος και δίκτυα δεν υπήρξαν.

### **Προκλήσεις για την σύνδεση δικτύων**

Ένα λειτουργικό δίκτυο (internetwork) δεν είναι καμία απλή στοιχειώδης εργασία. Πολλές προκλήσεις πρέπει να αντιμετωπιστούν, ειδικά στις περιοχές της συνδετικότητας, της αξιοπιστίας, της διαχείρισης δικτύων, και της ευελιξίας.

Κάθε περιοχή είναι βασική στην καθιέρωση ενός αποδοτικού και αποτελεσματικού internetwork. Η πρόκληση όταν η σύνδεση των διάφορων συστημάτων, πρόκειται να υποστηρίξει την επικοινωνία μεταξύ των ανόμοιων τεχνολογιών είναι μεγάλη.

Οι διαφορετικές περιοχές, παραδείγματος χάριν, μπορούν να χρησιμοποιήσουν τους διαφορετικούς τύπους μέσων που λειτουργούν με τις ποικίλες ταχύτητες, ή μπορούν ακόμα και να περιλάβουν τους διαφορετικούς τύπους συστημάτων που χρειάζονται να επικοινωνήσουν.

Επειδή οι επιχειρήσεις στηρίζονται στην επικοινωνία στοιχείων, το internetworks πρέπει να παρέχει ένα ορισμένο επίπεδο αξιοπιστίας.

Αυτό είναι ένας απρόβλεπτος κόσμος, τόσα πολλά μεγάλα δίκτυα (internetworks) περιλαμβάνουν τον πλεονασμό για να επιτρέψουν την επικοινωνία ακόμα και όταν εμφανίζονται τα προβλήματα.

Επιπλέον, η διαχείριση δικτύων πρέπει να παρέχει τις συγκεντρωμένες δυνατότητες κάλυψης υποστήριξης και ανίχνευσης λαθών σε ένα δίκτυο (internet work). Η διαμόρφωση, η ασφάλεια, η απόδοση, και άλλα ζητήματα πρέπει να εξεταστούν επαρκώς για το internetwork στην ομαλή λειτουργία. Η ασφάλεια μέσα σε ένα δίκτυο είναι ουσιαστική.

Πολλοί άνθρωποι σκέφτονται την ασφάλεια δικτύων από την προοπτική της προστασίας του ιδιωτικού δικτύου από τις εξωτερικές επιθέσεις. Εντούτοις, είναι σημαντικό να προστατεύσει το δίκτυο από τις εσωτερικές επιθέσεις, επειδή οι περισσότερες παραβιάσεις ασφάλειας έρχονται από μέσα.

Τα δίκτυα πρέπει επίσης να εξασφαλιστούν έτσι ώστε το εσωτερικό δίκτυο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για να επιτεθεί σε άλλες εξωτερικές περιοχές.

Νωρίς στο έτος 2000, πολλές σημαντικές περιοχές Ιστού ήταν τα θύματα της διανεμημένης άρνησης των επιθέσεων υπηρεσίας (DDOS). Αυτές οι επιθέσεις ήταν πιθανές επειδή ένας μεγάλος αριθμός

ιδιωτικών δικτύων που συνδέθηκαν αυτήν την περίοδο με το Διαδίκτυο δεν εξασφαλίστηκαν κατάλληλα. Αυτά τα ιδιωτικά δίκτυα χρησιμοποιήθηκαν ως εργαλεία για τους επιτιθεμένους.

Επειδή τίποτα σε αυτόν τον κόσμο δεν είναι στάσιμο, τα δίκτυα πρέπει να είναι αρκετά εύκαμπτα να αλλάξουν με τις νέες ζητήσεις.

### **Το ανοικτό μοντέλο αναφοράς αλληλοσύνδεσης , σύστημα (OSI)**

Το ανοικτό μοντέλο αναφοράς αλληλοσύνδεσης, σύστημα(OSI) ,περιγράφει πώς οι πληροφορίες από μια εφαρμογή λογισμικού σε έναν υπολογιστή κινούν μέσω ενός μέσου δικτύου σε μια εφαρμογή λογισμικού σε έναν άλλο υπολογιστή.

Το OSI μοντέλο αναφοράς είναι ένα εννοιολογικό μοντέλο που συντίθεται από επτά στρώματα, κάθε ένα που προσδιορίζει τις ιδιαίτερες λειτουργίες δικτύων. Το μοντέλο αναπτύχθηκε από τη διεθνή οργάνωση για την τυποποίηση (ISO) το 1984, και θεωρείται τώρα αρχικό αρχιτεκτονικό μοντέλο για τις επικοινωνίες των υπολογιστών εσωτερικά (intercomputer).

Το OSI μοντέλο διαιρεί τις στοιχειώδεις εργασίες που περιλαμβάνονται με την κίνηση των πληροφοριών μεταξύ των δικτυωμένων υπολογιστών σε επτά μικρότερες, πιο εύχρηστες στοιχειώδεις ομάδες.

Μια στοιχειώδης εργασία ή μια ομάδα στοιχειωδών εργασιών ανατίθεται έπειτα σε κάθε ένα από τα επτά OSI στρώματα. Κάθε στρώμα είναι εύλογα ανεξάρτητο έτσι ώστε οι στοιχειώδεις εργασίες που ανατίθενται σε κάθε στρώμα μπορούν να εφαρμοστούν ανεξάρτητα. Αυτό επιτρέπει σε λύσεις που προσφέρονται από το ένα στρώμα που ενημερώνεται χωρίς ενάντια να έχει επιπτώσεις στα άλλα στρώματα. Ο ακόλουθος κατάλογος απαριθμεί τα επτά στρώματα του ανοικτού μοντέλου αναφοράς αλληλοσύνδεσης (OSI):

- η στρώμα 7 - εφαρμογής
- η στρώμα 6 - παρουσίασης
- η στρώμα 5 - περιόδου επικοινωνίας
- η στρώμα 4 - μεταφοράς
- η στρώμα 3 - δικτύων
- η στρώμα 2 - διασύνδεσης
- η στρώμα 1 - φυσικό

### **Σημείωση**

Ένας πρακτικός τρόπος σημειώσεων για να αναφερόμαστε στα επτά στρώματα είναι η πρόταση **"All people seem to need data processing."**

Η αρχή του κάθε γράμματος ανταποκρίνεται σε ένα επίπεδο.

- All—Application layer
- People—Presentation layer
- Seem—Session layer
- To—Transport layer
- Need—Network layer
- Data—Data link layer
- Processing—Physical layer

7	Application
6	Presentation
5	Session
4	Transport
3	Network
2	Data link
1	Physical

Το σχήμα 1-2 του OSI μοντέλου αναφοράς περιέχει επτά ανεξάρτητα χαρακτηριστικά.

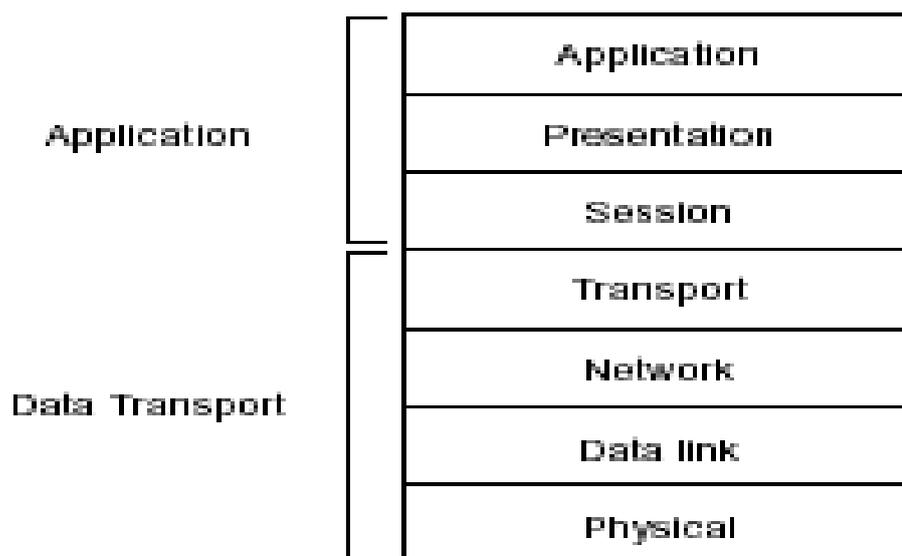
**Τα χαρακτηριστικά των στρωμάτων του μοντέλου OSI**

Τα επτά στρώματα του OSI μοντέλου αναφοράς μπορούν να διαιρεθούν σε δύο κατηγορίες: ανώτερα στρώματα και κατώτερα στρώματα.

Τα ανώτερα στρώματα του OSI μοντέλου εξετάζουν τα ζητήματα εφαρμογής και γενικά εφαρμόζονται μόνο στο λογισμικό. Το υψηλότερο στρώμα, το στρώμα εφαρμογής, είναι πιο κοντά στο χρήστη. Οι χρήστες και οι διαδικασίες στρώματος εφαρμογής αλληλεπιδρούν με τις εφαρμογές λογισμικού που περιέχουν ένα συστατικό επικοινωνιών. Ο όρος ανώτερο στρώμα χρησιμοποιείται μερικές φορές για να αναφερθεί σε οποιοδήποτε στρώμα επάνω από ένα άλλο στρώμα στο OSI μοντέλο.

Τα χαμηλότερα στρώματα των OSI πρότυπων μεταφέρουν τα ζητήματα. Το φυσικό στρώμα και το στρώμα συνδέσεων στοιχείων εφαρμόζονται στο υλικό και το λογισμικό. Το χαμηλότερο στρώμα, το φυσικό στρώμα, είναι το πιο κοντά στο φυσικό μέσο δικτύων (το δίκτυο που τηλεγραφεί, παραδείγματος χάριν) και είναι αρμόδιο πραγματικά να τοποθετήσει τις πληροφορίες για το μέσο.

Το σχήμα 1-3 επεξηγεί το τμήμα μεταξύ του ανώτερου και χαμηλότερου από τα OSI στρώματα.



### Πρωτόκολλα

Το OSI μοντέλο παρέχει ένα εννοιολογικό πλαίσιο για την επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών, αλλά το ίδιο το μοντέλο δεν είναι μια μέθοδος επικοινωνίας. Η πραγματική επικοινωνία γίνεται δυνατή με τη χρησιμοποίηση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Στα πλαίσια της δικτύωσης στοιχείων, ένα πρωτόκολλο είναι ένα επίσημο σύνολο κανόνων και συμβάσεων που ορίζει πώς οι υπολογιστές ανταλλάσσουν τις πληροφορίες πέρα από ένα μέσο δικτύων. Ένα πρωτόκολλο εφαρμόζει τις λειτουργίες σε ένα ή περισσότερα από τα OSI στρώματα.

Υπάρχει μια ευρεία ποικιλία πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Μερικά από αυτά τα πρωτόκολλα περιλαμβάνουν, πρωτόκολλα του τοπικού LAN, τα OSI πρωτόκολλα, τα πρωτόκολλα δικτύων, και τα πρωτόκολλα δρομολόγησης.

Τα πρωτόκολλα του τοπικού LAN λειτουργούν στα στρώματα φυσικών και συνδέσεων στοιχείων OSI, ή διαμορφώνουν και καθορίζουν την επικοινωνία πέρα από τα διάφορα μέσα του τοπικού LAN. Τα OSI πρωτόκολλα λειτουργούν στα χαμηλότερα τρία στρώματα διαμορφώνουν και καθορίζουν την επικοινωνία πέρα από τα διάφορα μέσα εκτενών ζωνών.

Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης είναι πρωτόκολλα στρώματος δικτύων που είναι αρμόδια για την ανταλλαγή των πληροφοριών μεταξύ των δρομολογητών έτσι ώστε οι δρομολογητές να μπορούν να επιλέξουν το κατάλληλο μονοπάτι για την κυκλοφορία δικτύων.

Τελικά, τα πρωτόκολλα δικτύων είναι τα διάφορα πρωτόκολλα ανώτερου-στρώματος που υπάρχουν σε μια δεδομένη ακολουθία πρωτοκόλλου. Πολλά πρωτόκολλα στηρίζονται σε άλλα για τη λειτουργία τους παραδείγματος χάριν, πολλά πρωτόκολλα δρομολόγησης χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα δικτύων για να ανταλλάξουν τις πληροφορίες μεταξύ των δρομολογητών.

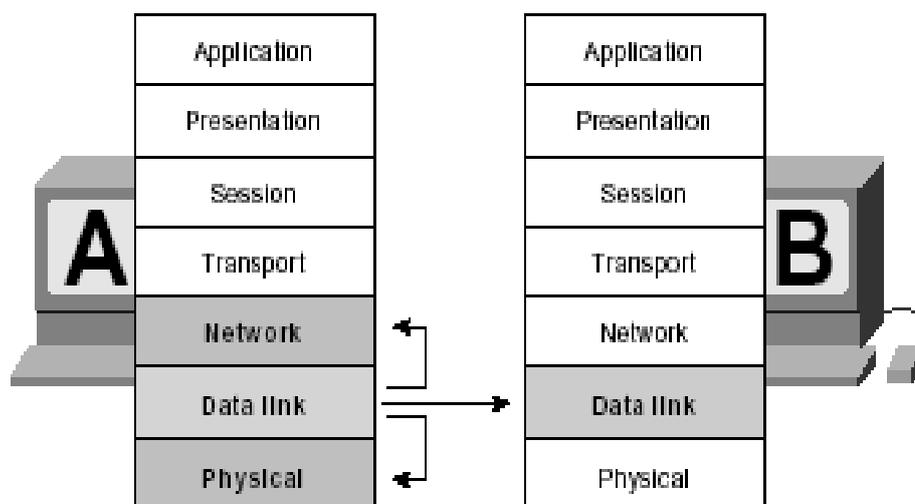
Αυτή η έννοια του «χτισίματος» πάνω στα στρώματα ήδη στην ύπαρξη είναι το θεμέλιο οικοδομής του OSI μοντέλου. Το μοντέλο OSI και η επικοινωνία μεταξύ των πληροφοριών που μεταφέρονται από μια εφαρμογή λογισμικού σε ένα σύστημα υπολογιστών, σε μια άλλη εφαρμογή λογισμικού σε άλλο σύστημα υπολογιστών πρέπει να περάσουν μέσω των OSI στρωμάτων.

Παραδείγματος χάριν, εάν μια εφαρμογή λογισμικού στο A να έχει τις πληροφορίες που διαβιβάζουν σε μια εφαρμογή λογισμικού στο σύστημα B, το πρόγραμμα εφαρμογής στο σύστημα A θα περάσει τις πληροφορίες του στο στρώμα εφαρμογής (στρώμα 7) του συστήματος A. Το στρώμα εφαρμογής περνά έπειτα τις πληροφορίες στο στρώμα παρουσίασης (στρώμα 6), το οποίο αναμεταδίδει τα στοιχεία στο στρώμα περιόδου επικοινωνίας (στρώμα 5), και έτσι κάτω στο φυσικό στρώμα (στρώμα 1). Στο φυσικό στρώμα, οι πληροφορίες τοποθετούνται στο φυσικό μέσο δικτύων και στέλνονται πέρα από το μέσο στο σύστημα B.

Το φυσικό στρώμα του συστήματος B αφαιρεί τις πληροφορίες από το φυσικό μέσο, και έπειτα το φυσικό στρώμα του περνά τις πληροφορίες μέχρι το στρώμα συνδέσεων στοιχείων (στρώμα 2), το οποίο το περνά στο στρώμα δικτύων (στρώμα 3), και έτσι επάνω, έως ότου φθάνει στο στρώμα εφαρμογής (στρώμα 7) του συστήματος B. Τελικά, το στρώμα εφαρμογής του συστήματος B περνά τις πληροφορίες στο λαμβάνον πρόγραμμα εφαρμογής για να ολοκληρωθεί η διαδικασία επικοινωνίας

### **Αλληλεπίδραση μεταξύ των στρωμάτων του OSI μοντέλου**

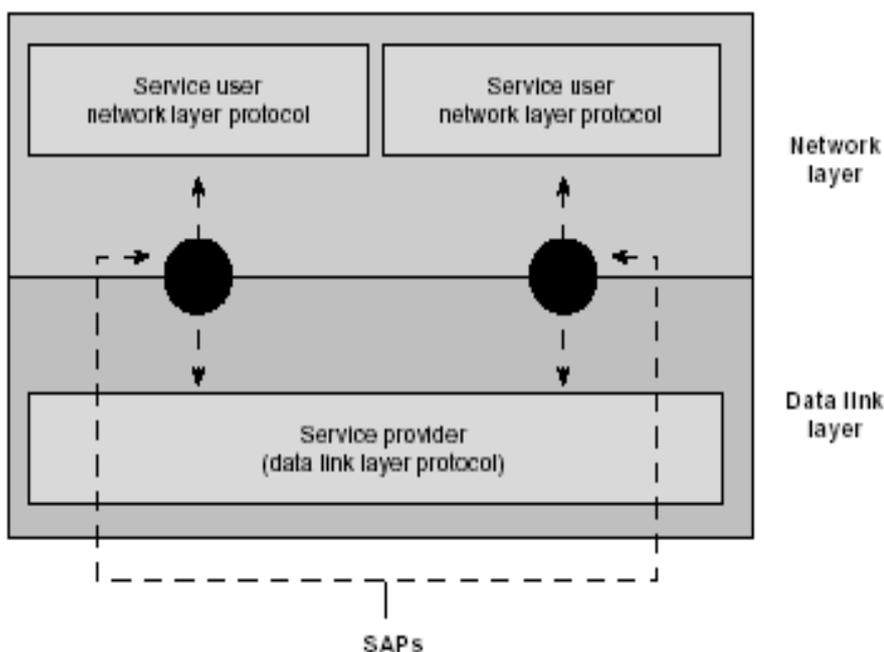
Ένα στρώματα στο OSI μοντέλο επικοινωνεί γενικά με τρία άλλα OSI στρώματα: το στρώμα άμεσα επάνω του, το στρώμα άμεσα κάτω του, και το όμοιο στρώμα του σε άλλα δικτυωμένα συστήματα υπολογιστών. Το στρώμα συνδέσεων στοιχείων στο σύστημα A, παραδείγματος χάριν, επικοινωνεί με το στρώμα δικτύων του συστήματος B, το φυσικό στρώμα του συστήματος A, και το στρώμα συνδέσεων στοιχείων στο σύστημα B. Το σχήμα 1-4 επεξηγεί αυτό το παράδειγμα.



### **OSI οι υπηρεσίες στρώματος**

Ένα OSI στρώμα επικοινωνεί με ένα άλλο στρώμα για να χρησιμοποιήσουν τις υπηρεσίες που παρέχονται από το δεύτερο στρώμα. Οι υπηρεσίες που παρέχονται από τα παρακείμενα στρώματα βοηθούν ένα OSI στρώμα να επικοινωνεί με το όμοιο στρώμα του σε άλλα συστήματα υπολογιστών. Τρία βασικά στοιχεία που περιλαμβάνονται στις υπηρεσίες στρώματος είναι: ο χρήστης υπηρεσιών, ο προμηθευτής υπηρεσιών, και το σημείο πρόσβασης υπηρεσιών (SAP).

Σε αυτό το πλαίσιο, ο χρήστης υπηρεσιών είναι το OSI στρώμα που ζητά τις υπηρεσίες από ένα παρακείμενο OSI στρώμα. Ο προμηθευτής υπηρεσιών είναι το OSI στρώμα που παρέχει τις υπηρεσίες στους χρήστες υπηρεσιών. Τα στρώματα OSI, μπορούν να παρέχουν τις υπηρεσίες στους σε πολλαπλάσιους χρήστες υπηρεσιών. Το SAP είναι μια εννοιολογική θέση στην οποία το ένα OSI στρώμα μπορεί να ζητήσει τις υπηρεσίες ενός άλλου OSI στρώματος. Το σχήμα 1-5 επεξηγεί πώς αυτά τα τρία στοιχεία αλληλεπιδρούν στα στρώματα συνδέσεων δικτύων και στοιχείων.



### Τα OSI πρότυπα στρώματα και η ανταλλαγή πληροφοριών

Τα επτά OSI στρώματα χρησιμοποιούν τις διάφορες μορφές των πληροφοριών ελέγχου για να επικοινωνήσουν με τα όμοια στρώματά τους σε άλλα συστήματα υπολογιστών.

Αυτές οι πληροφορίες ελέγχου αποτελούνται από συγκεκριμένα αιτήματα και πληροφορίες που ανταλλάσσονται μεταξύ των όμοιων OSI στρωμάτων.

Οι πληροφορίες ελέγχου λαμβάνουν χαρακτηριστικά τη μια από δύο μορφές: επικεφαλίδες και «Trailers».

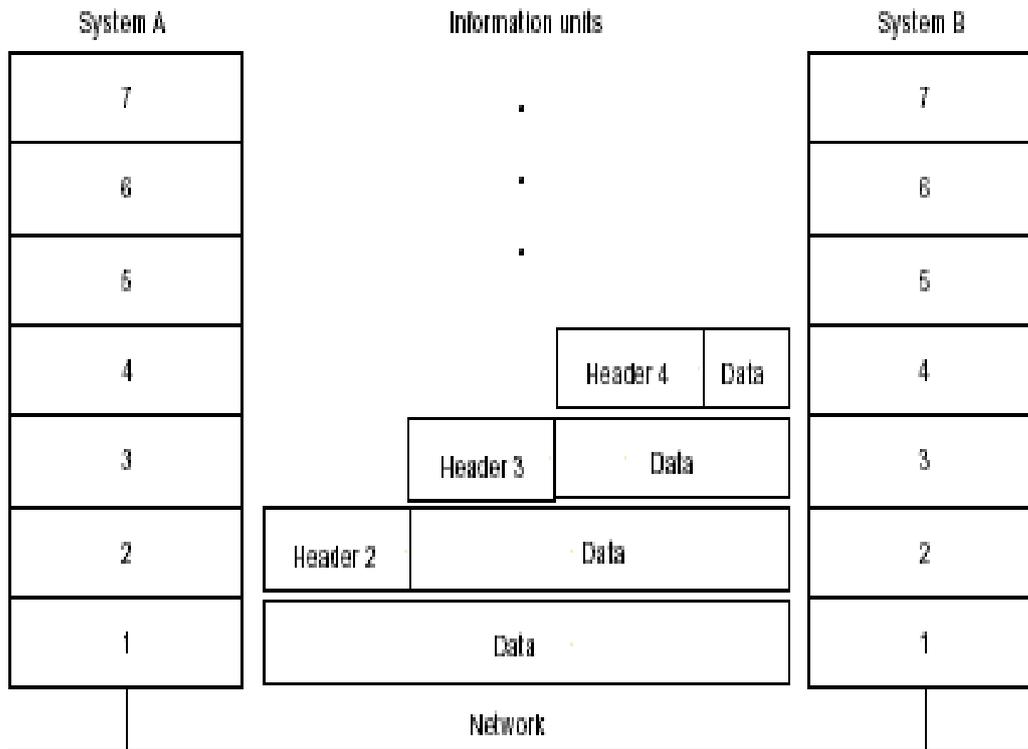
Οι επικεφαλίδες είναι στο στοιχείο που έχουν περάσει κάτω από τα ανώτερα στρώματα.

Τα «Trailers» επισυνάπτονται στα στοιχεία που έχουν περάσει κάτω από τα ανώτερα στρώματα. Ένα OSI στρώμα δεν απαιτείται για να συνδέσει μια επικεφαλίδα ή ένα «Trailers» με τα στοιχεία από τα ανώτερα στρώματα. Οι επικεφαλίδες, τα «Trailers», και τα στοιχεία είναι σχετικές έννοιες, ανάλογα με το στρώμα που αναλύει τη μονάδα πληροφοριών.

Στο στρώμα δικτύων, παραδείγματος χάριν, μια μονάδα πληροφοριών αποτελείται από ένα στρώμα 3 επικεφαλίδας και στοιχεία. Στο στρώμα συνδέσεων στοιχείων, εντούτοις, όλες τις πληροφορίες κάτω από όπου περνούν στρώμα δικτύων (το στρώμα 3 επικεφαλίδας και τα στοιχεία) αντιμετωπίζονται ως στοιχεία.

Με άλλα λόγια, η μερίδα στοιχείων μιας μονάδας πληροφοριών σε ένα δεδομένο OSI στρώμα μπορεί ενδεχομένως να περιέχει τις επικεφαλίδες, τα «Trailers», και τα στοιχεία από όλα τα υψηλότερα στρώματα. Αυτό είναι γνωστό ως ενθυλάκωση.

Το σχήμα 1-6 εμφανίζει πώς η επικεφαλίδα και τα στοιχεία από ένα στρώμα είναι τοποθετημένες με ενθυλάκωση στην επικεφαλίδα του επόμενου χαμηλότερου στρώματος.



### Η διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών

Η διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών εμφανίζεται μεταξύ των όμοιων OSI στρωμάτων. Κάθε στρώμα στο σύστημα πηγής προσθέτει τις πληροφορίες ελέγχου στα στοιχεία, και κάθε στρώμα στο σύστημα προορισμού αναλύει και αφαιρεί τις πληροφορίες ελέγχου από εκείνο το στοιχείο.

Εάν το σύστημα A έχει τα στοιχεία από μια εφαρμογή λογισμικού για να στείλει στο σύστημα B, τα στοιχεία περνούν στο στρώμα εφαρμογής. Το στρώμα εφαρμογής στο σύστημα A μεταβιβάζει έπειτα οποιεσδήποτε πληροφορίες ελέγχου που απαιτούνται από το στρώμα εφαρμογής στο σύστημα B με μια επικεφαλίδα με τα στοιχεία.

Την προκύπτουσα μονάδα πληροφοριών (μια επικεφαλίδα και τα στοιχεία) την περνούν στο στρώμα παρουσίασης, το οποίο προσθέτει την επικεφαλίδα του που περιέχει τις πληροφορίες ελέγχου προοριζόμενες για το στρώμα παρουσίασης στο σύστημα B.

Η μονάδα πληροφοριών αυξάνεται στο μέγεθος ως κάθε στρώμα προσθέτει την επικεφαλίδα της (και, σε μερικές περιπτώσεις, ένα «Trailers») που περιέχουν τις πληροφορίες ελέγχου που χρησιμοποιούνται από το όμοιο στρώμα της στο σύστημα το B.

Στο φυσικό στρώμα, η ολόκληρη μονάδα πληροφοριών τοποθετείται επάνω στο μέσο δικτύων. Το φυσικό στρώμα στο σύστημα B λαμβάνει τη μονάδα πληροφοριών και την περνά στο στρώμα συνδέσεων στοιχείων.

Το στρώμα συνδέσεων στοιχείων στο σύστημα Β διαβάζει έπειτα τις οι πληροφορίες ελέγχου που περιλήφθηκαν στην επικεφαλίδα από το στρώμα συνδέσεων στοιχείων από το σύστημα Α. Η επικεφαλίδα αφαιρείται έπειτα, και το υπόλοιπο της μονάδας πληροφοριών περνούν στο στρώμα δικτύων.

Κάθε στρώμα εκτελεί τις ίδιες ενέργειες: Το στρώμα διαβάζει την επικεφαλίδα από το όμοιο στρώμα του, αφαιρεί τις πληροφορίες που ήταν δικές του , και περνά την υπόλοιπη μονάδα πληροφοριών στο επόμενο υψηλότερο στρώμα. Αφότου εκτελεί το στρώμα εφαρμογής αυτές τις ενέργειες, τα στοιχεία περνούν στη λαμβάνουσα εφαρμογή λογισμικού στο σύστημα Β, ακριβώς στη μορφή στην οποία διαβιβάστηκε από την εφαρμογή στο φυσικό στρώμα Α.

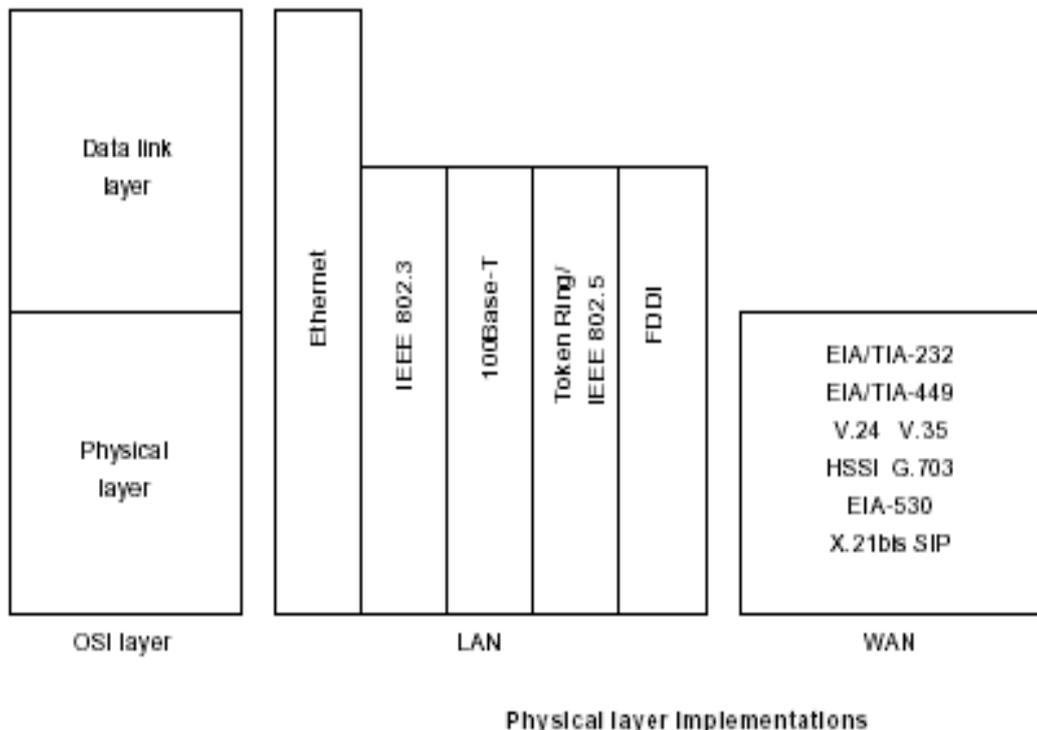
### Φυσικό στρώμα του μοντέλου OSI

Το φυσικό στρώμα καθορίζει τις ηλεκτρικές, μηχανικές, διαδικαστικές, και λειτουργικές προδιαγραφές για την ενεργοποίηση, τη διατήρηση και την απενεργοποίηση της φυσικής σύνδεσης μεταξύ της επικοινωνίας των συστημάτων δικτύων.

Οι φυσικές προδιαγραφές στρώματος καθορίζουν τα χαρακτηριστικά όπως τα επίπεδα ηλεκτρικής τάσης, συγχρονισμός των αλλαγών ηλεκτρικής τάσης, των φυσικών ποσοστών στοιχείων, των μέγιστων αποστάσεων μεταφορών, και των φυσικών συνδέσμων. Οι φυσικές εφαρμογές στρώματος μπορούν να ταξινομηθούν ως είτε τοπικό LAN είτε OSI προδιαγραφές.

Το σχήμα 1-7 επεξηγεί το κάποιο κοινό τοπικό LAN και OSI φυσικό στρώμα.

Figure 1-7 Physical Layer Implementations Can Be LAN or WAN Specifications



### OSI το πρότυπο στρώμα συνδέσεων στοιχείων

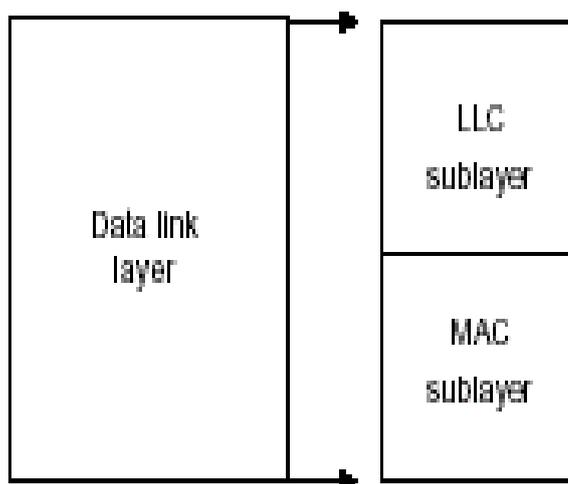
Το στρώμα συνδέσεων στοιχείων παρέχει την αξιόπιστη διέλευση των στοιχείων πέρα από μια φυσική σύνδεση δικτύων. Οι διαφορετικές προδιαγραφές στρώματος συνδέσεων στοιχείων καθορίζουν τα διαφορετικά χαρακτηριστικά δικτύων και πρωτοκόλλου, συμπεριλαμβανομένης της φυσικής εξέτασης, της τοπολογίας δικτύων, της ανακοίνωσης σφάλματος, της αλληλουχίας των πλαισίων, και του ελέγχου ροής.

Η φυσική εξέταση (σε αντιδιαστολή με το δίκτυο που εξετάζει) καθορίζει πώς οι συσκευές εξετάζονται στο στρώμα συνδέσεων στοιχείων. Η τοπολογία δικτύων αποτελείται από τις προδιαγραφές στρώματος συνδέσεων στοιχείων που καθορίζουν συχνά πώς οι συσκευές πρόκειται να συνδεθούν φυσικά, όπως σε έναν δίαυλο ή μια τοπολογία δαχτυλιδιών.

Τα πρωτόκολλα ανώτερου-στρώματος επισήμανσης σφάλματος δείχνουν ότι ένα σφάλμα μεταφορών έχει εμφανιστεί, και η αλληλουχία των πλαισίων ξαναπαραγγέλλουν τα πλαίσια που διαβιβάζονται από την ακολουθία. Τέλος, ο έλεγχος ροής συγκρατεί την μεταφορά των στοιχείων έτσι ώστε η συσκευή που λαμβάνει να μην συντρίβεται με περισσότερη κυκλοφορία από ότι μπορεί να χειριστεί συγχρόνως. Το ίδρυμα των ηλεκτρικών και μηχανικών ηλεκτρονικής (IEEE) έχει υποδιαιρέσει το στρώμα συνδέσεων στοιχείων σε δύο υποστρώματα:

Λογικός έλεγχος συνδέσεων (LLC) και έλεγχος πρόσβασης μέσω (MAC). Το σχήμα 1-8 επεξηγεί τα IEEE υποστρώματα του στρώματος συνδέσεων στοιχείων.

*Figure 1-8 The Data Link Layer Contains Two Sublayers*



Το λογικό υπόστρωμα ελέγχου συνδέσεων (LLC) του στρώματος συνδέσεων στοιχείων διαχειρίζεται τις επικοινωνίες μεταξύ των συσκευών πέρα από μια ενιαία σύνδεση ενός δικτύου LLC όπως καθορίζεται στη IEEE 802.2 προδιαγραφή και υποστηρίζει και τις χωρίς σύνδεση και προσανατολισμένες προς τη σύνδεση υπηρεσίες που χρησιμοποιούνται από τα πρωτόκολλα υψηλού στρώματος. Η IEEE 802.2 καθορίζει διάφορα πεδία στα πλαίσια στρώματος συνδέσεων στοιχείων που επιτρέπουν σε πολλαπλάσια πρωτόκολλα υψηλού στρώματος να μοιραστούν μια ενιαία φυσική σύνδεση στοιχείων. Το υπόστρωμα έλεγχου πρόσβασης MEDIA (MAC) του στρώματος συνδέσεων στοιχείων διαχειρίζεται την πρόσβαση πρωτοκόλλου στο φυσικό μέσο δικτύων. Η IEEE προδιαγραφή της MAC καθορίζει τις διευθύνσεις της MAC, οι οποίες επιτρέπουν σε πολλαπλάσιες συσκευές να προσδιορίσουν μεμονωμένα το ένα ή το άλλο στο στρώμα συνδέσεων στοιχείων.

#### **Το στρώμα δικτύων του πρότυπου OSI**

Το στρώμα δικτύων καθορίζει τη διεύθυνση δικτύων, η οποία διαφέρει από τη διεύθυνση της MAC. Μερικές εφαρμογές στρώματος δικτύων, όπως το πρωτόκολλο (IP) Διαδικτύου, καθορίζουν τις διευθύνσεις δικτύων με έναν τρόπο που καθοδηγούν την επιλογή που μπορούν να καθοριστούν

συστηματικά με τη σύγκριση της διεύθυνσης δικτύων πηγής με τη διεύθυνση δικτύων προορισμού και την "Εφαρμογή" της μάσκας υποδικτύου.

Επειδή αυτό το στρώμα καθορίζει το λογικό σχεδιάγραμμα δικτύων, οι δρομολογητές μπορούν να χρησιμοποιήσουν αυτό το στρώμα για να καθορίσουν πώς να διαβιβάσουν τα πακέτα.

Λόγω αυτού, πολύ από την εργασίας του σχεδίου και της διαμόρφωσης για τα δίκτυα συμβαίνει στο στρώμα 3, το στρώμα δικτύων.

### **Το στρώμα μεταφορών του πρότυπου OSI**

Το στρώμα μεταφορών αποδέχεται τα στοιχεία από το στρώμα περιόδου επικοινωνίας και τέμνει τα στοιχεία για τη μεταφορά πέρα από το δίκτυο. Γενικά, το στρώμα μεταφοράς είναι αρμόδιο για να σιγουρευτεί ότι το στοιχείο είναι παραδοθέν χωρίς λάθη και στην κατάλληλη ακολουθία. Ο έλεγχος ροής εμφανίζεται γενικά στο στρώμα μεταφοράς. Ο έλεγχος ροής διαχειρίζεται την μεταφορά στοιχείων μεταξύ των συσκευών έτσι ώστε η διαβιβάζοντα συσκευή να μην στέλνει περισσότερα στοιχεία από ό,τι η λαμβάνουσα συσκευή μπορεί να επεξεργαστεί.

Η πολυπλεξία επιτρέπει σε στοιχεία από διάφορες εφαρμογές να διαβιβάζονται επάνω σε μια ενιαία φυσική σύνδεση. Τα εικονικά κυκλώματα καθιερώνονται, διατηρούνται, και ολοκληρώνονται από το στρώμα μεταφοράς.

Ο έλεγχος σφάλματος περιλαμβάνει τη δημιουργία των διάφορων μηχανισμών για τα σφάλματα μεταφορών, ενώ η αποκατάσταση σφάλματος αναμένεται να ενεργήσει, μετά την αίτηση να αναμεταδοθούν τα στοιχεία, για να επιλυθούν οποιαδήποτε σφάλματα που εμφανίζονται.

Τα πρωτόκολλα μεταφοράς που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο είναι TCP και UDP.

### **OSI το πρότυπο στρώμα περιόδου επικοινωνίας**

Το στρώμα περιόδου επικοινωνίας καθιερώνει, διαχειρίζεται, και ολοκληρώνει τις περιόδους επικοινωνίας. Οι περίοδοι επικοινωνίας αποτελούνται από τα αιτήματα υπηρεσιών και τις απαντήσεις υπηρεσιών που εμφανίζονται μεταξύ των εφαρμογών που βρίσκονται στις διαφορετικές συσκευές δικτύων.

Αυτά τα αιτήματα και οι απαντήσεις συντονίζονται από τα πρωτόκολλα που εφαρμόζονται στο στρώμα συνδέσεων στοιχείων, υποστρωμάτων της MAC ή υποστρωμάτων LLC στο στρώμα περιόδου επικοινωνίας.

Μερικά παραδείγματα των εφαρμογών περιόδου επικοινωνίας-στρώματος περιλαμβάνουν το πρωτόκολλο ZIP, το πρωτόκολλο AppleTalk που συντονίζει τη δεσμευτική διαδικασία ονόματος και πρωτόκολλο ελέγχου περιόδου επικοινωνίας (SCP), η DECnet φάση IV πρωτόκολλο στρώματος περιόδου επικοινωνίας.

### **OSI το πρότυπο στρώμα παρουσίασης**

Το στρώμα παρουσίασης παρέχει ποικίλες λειτουργίες κωδικοποίησης και μετατροπής που εφαρμόζονται στα στοιχεία στρώματος εφαρμογής. Αυτές οι λειτουργίες εξασφαλίζουν ότι οι πληροφορίες που στέλνονται από το στρώμα εφαρμογής του ενός συστήματος θα ήταν αναγνώσιμες από το στρώμα εφαρμογής ενός άλλου συστήματος .

Μερικά παραδείγματα των σχεδίων κωδικοποίησης και μετατροπής στρώματος παρουσίασης περιλαμβάνουν τις κοινές μορφές αντιπροσώπευσης στοιχείων, μετατροπή των μορφών αντιπροσώπευσης χαρακτήρα, των κοινών σχεδίων συμπίεσης στοιχείων, και των κοινών σχεδίων κρυπτογράφησης στοιχείων.

Οι κοινές μορφές αντιπροσώπευσης στοιχείων, ή η χρήση της πρότυπης εικόνας, του ήχου, και των τηλεοπτικών μορφών, επιτρέπουν την ανταλλαγή των στοιχείων εφαρμογής μεταξύ των διαφορετικών τύπων υπολογιστών. Τα σχέδια μετατροπής χρησιμοποιούνται για να ανταλλάξουν τις πληροφορίες με τα συστήματα με τη χρησιμοποίηση των διαφορετικών αντιπροσωπεύσεων κειμένων και στοιχείων, όπως το EBCDIC και το ASCII.

Τα πρότυπα σχέδια συμπίεσης στοιχείων επιτρέπουν στο στοιχείο που συμπιέζεται στη συσκευή πηγής, να αποσυμπιέζεται κατάλληλα στον προορισμό. Τα πρότυπα σχέδια κρυπτογράφησης στοιχείων επιτρέπουν στα στοιχεία που κρυπτογραφούνται στη συσκευή πηγής που αποκρυπτογραφείται κατάλληλα στον προορισμό.

Οι εφαρμογές στρώματος παρουσίασης δεν συνδέονται χαρακτηριστικά με μια ιδιαίτερη στοίβα πρωτοκόλλου. Μερικά γνωστά πρότυπα για το βίντεο περιλαμβάνουν την ομάδα εμπειρογνομόνων εικόνων QuickTime και κινήσεων (MPEG).

Το QuickTime είναι μια προδιαγραφή υπολογιστών Apple για το βίντεο και τον ήχο, και MPEG είναι πρότυπα για την τηλεοπτική συμπίεση και την κωδικοποίηση. Μεταξύ της γνωστής γραφικής εικόνας οι μορφές είναι μορφή ανταλλαγής γραφικής παράστασης (GIF), κοινή φωτογραφική ομάδα εμπειρογνομόνων (JPEG), και κολλημένη μορφή αρχείων εικόνας (TIF).

Το GIF είναι πρότυπα για τη συμπίεση και την κωδικοποίηση των γραφικών εικόνων. JPEG είναι ένα άλλο πρότυπα συμπίεσης και κωδικοποίησης για τις γραφικές εικόνες, και το TIFF είναι μια πρότυπη μορφή κωδικοποίησης για τις γραφικές εικόνες.

### **OSI το πρότυπο στρώμα εφαρμογής**

Το στρώμα εφαρμογής είναι το στρώμα που βρίσκεται πιο κοντά στον τελικό χρήστη, το οποίο σημαίνει ότι και το OSI στρώμα εφαρμογής και ο χρήστης αλληλεπιδρούν άμεσα με την εφαρμογή λογισμικού. Αυτό το στρώμα αλληλεπιδρά με τις εφαρμογές λογισμικού που εφαρμόζουν ένα συστατικό επικοινωνίας.

Τέτοια πτώση προγραμμάτων εφαρμογής έξω από το πεδίο του OSI μοντέλου. Οι λειτουργίες στρώματος εφαρμογής περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά τον προσδιορισμό των συνεργατών επικοινωνίας, τον καθορισμό του διαθέσιμτητα στοιχείου συμπεριφοράς, και το συγχρονισμό της επικοινωνίας. Κατά προσδιορισμό των συνεργατών επικοινωνίας, το στρώμα εφαρμογής καθορίζει την ταυτότητα και τη διαθέσιμτητα των συνεργατών επικοινωνίας για μια εφαρμογή με τα στοιχεία που διαβιβάζουν.

Κατά τον καθορισμό της διαθέσιμτητας των στοιχείων συμπεριφοράς, το στρώμα εφαρμογής πρέπει να αποφασίσει εάν τα ικανοποιητικά στοιχεία συμπεριφοράς δικτύων για τη ζητούμενη επικοινωνία υπάρχουν. Στο συγχρονισμό της επικοινωνίας, όλη η επικοινωνία μεταξύ των εφαρμογών απαιτεί τη συνεργασία που ρυθμίζεται από το στρώμα εφαρμογής.

Μερικά παραδείγματα των εφαρμογών στρώματος εφαρμογής περιλαμβάνουν Telnet, πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (FTP).

### **Simple Mail Transfer Protocol (SMTP).**

Οι πληροφορίες σχηματοποιούν τα στοιχεία και οι πληροφορίες ελέγχου που διαβιβάζονται μέσω των δικτύων λαμβάνουν ποικίλες μορφές. Οι όροι που χρησιμοποιούνται για να αναφερθούν σε αυτές τις

μορφές πληροφοριών δεν χρησιμοποιούνται με συνέπεια στη βιομηχανία σύνδεσης μέσω δικτύων αλλά μερικές φορές χρησιμοποιούνται εναλλακτικά.

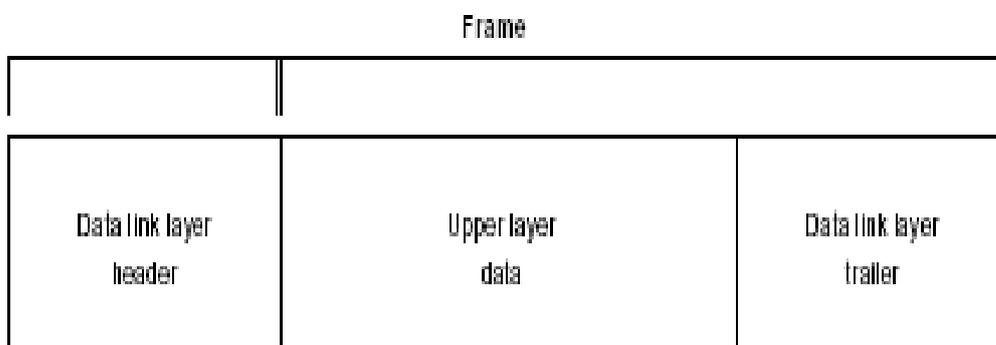
Οι κοινές μορφές πληροφοριών περιλαμβάνουν τα πλαίσια, τα πακέτα, τα διαγράμματα δεδομένων, τα τμήματα μνήμης, τα μηνύματα, τα στοιχεία, και τις μονάδες στοιχείων.

Ένα πλαίσιο είναι μια μονάδα πληροφοριών της οποίας, πηγή και ο προορισμός είναι οντότητες στρώματος συνδέσεων στοιχείων. Ένα πλαίσιο είναι αποτελούμενο της επικεφαλίδας στρώματος συνδέσεων στοιχείων (και ενδεχομένως ενός Trailer) και των στοιχείων ανώτερου στρώματος. Η επικεφαλίδα και το Trailer περιέχουν τις πληροφορίες ελέγχου προοριζόμενες για την οντότητα στρώματος συνδέσεων στοιχείων στο σύστημα OSI.

Το στοιχείο από τις οντότητες ανώτερου στρώματος είναι ενθυλακωμένο στην επικεφαλίδα και το Trailer του στρώματος συνδέσεων στοιχείων.

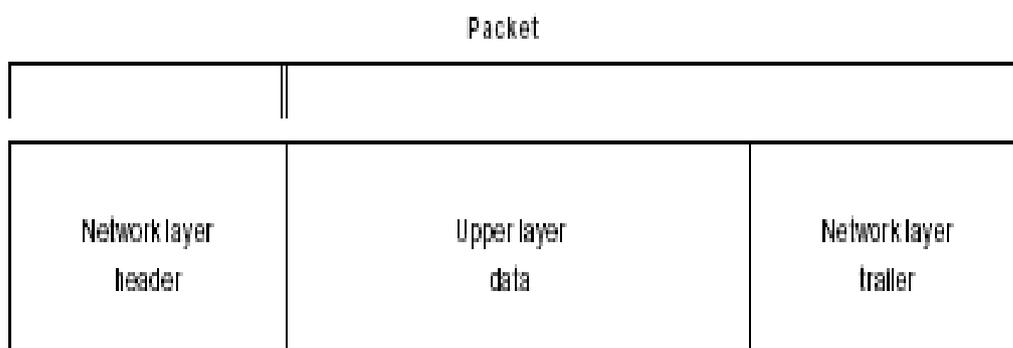
Το σχήμα 1-9 επεξηγεί τα βασικά συστατικά ενός πλαισίου στρώματος συνδέσεων στοιχείων.

*Figure 1-9 Data from Upper-Layer Entities Makes Up the Data Link Layer Frame*



Ένα πακέτο είναι μια μονάδα πληροφοριών, της οποίας, πηγή και ο προορισμός είναι οντότητες στρώματος δικτύων. Ένα πακέτο είναι αποτελούμενο της επικεφαλίδας στρώματος δικτύων (και ενδεχομένως ενός Trailer) και των στοιχείων ανώτερου στρώματος. Η επικεφαλίδα και το Trailer περιέχουν τις πληροφορίες ελέγχου προοριζόμενες για την οντότητα στρώματος δικτύων στο σύστημα προορισμού. Το στοιχείο από τις οντότητες ανώτερου στρώματος είναι τοποθετημένο με ενθυλάκωση στην επικεφαλίδα και στο Trailer στρώματος δικτύων. Το σχήμα 1-10 επεξηγεί τα βασικά συστατικά ενός πακέτου στρώματος δικτύων.

*Figure 1-10 Three Basic Components Make Up a Network Layer Packet*



Το διάγραμμα δεδομένων όρου αναφέρεται συνήθως σε μια μονάδα πληροφοριών της οποίας πηγή και ο προορισμός είναι οντότητες στρώματος δικτύων που χρησιμοποιούν τη χωρίς σύνδεση υπηρεσία δικτύων.

Το τμήμα μνήμης όρου αναφέρεται συνήθως σε μια μονάδα πληροφοριών της οποίας πηγή και ο προορισμός είναι οντότητες στρώματος μεταφοράς.

Ένα μήνυμα είναι μια μονάδα πληροφοριών της οποίας οντότητες πηγής και προορισμού υπάρχουν επάνω από το στρώμα δικτύων (συχνά στο στρώμα εφαρμογής).

Ένα στοιχείο είναι μια μονάδα πληροφοριών ενός σταθερού μεγέθους του οποίου πηγή και ο προορισμός είναι οντότητες στρώματος συνδέσεων στοιχείων.

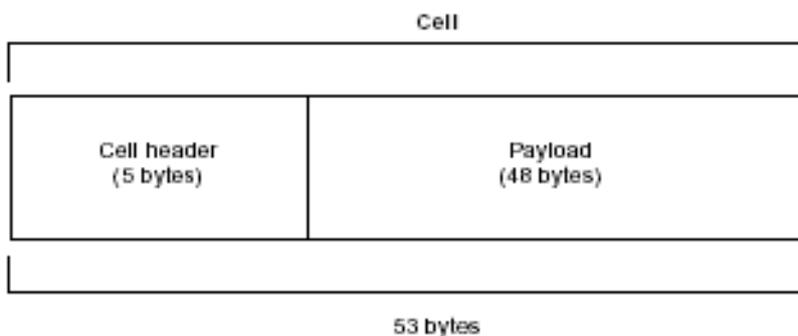
Τα στοιχεία χρησιμοποιούνται στα μεταστρεφόμενα περιβάλλοντα, όπως ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (ATM) και τα μεταστρεφόμενα δίκτυα υπηρεσίας στοιχείων Multimegabit (SMDS).

Ένα στοιχείο είναι αποτελούμενο από την επικεφαλίδα και το ωφέλιμο φορτίο. Η επικεφαλίδα περιέχει τις πληροφορίες ελέγχου προοριζόμενες για την οντότητα στρώματος συνδέσεων στοιχείων προορισμού και είναι χαρακτηριστικά 5 οκτάδες μακριές.

Το ωφέλιμο φορτίο περιέχει το στοιχείο ανώτερου στρώματος που είναι ενθυλακωμένο στην επικεφαλίδα στοιχείων και είναι χαρακτηριστικά 48 οκτάδες μακριές. Το μήκος της επικεφαλίδας και τα πεδία ωφέλιμων φορτίων είναι πάντα το ίδιο πράγμα για κάθε στοιχείο.

Το σχήμα 1-11 απεικονίζει τα συστατικά ενός χαρακτηριστικού στοιχείου.

*Figure 1-11 Two Components Make Up a Typical Cell*



Η μονάδα στοιχείων είναι ένας γενικός όρος που αναφέρεται σε ποικίλες μονάδες πληροφοριών. Μερικές κοινές μονάδες στοιχείων είναι μονάδες στοιχείων υπηρεσιών (SDUs), μονάδες στοιχείων πρωτοκόλλου, και μονάδες στοιχείων πρωτοκόλλου γεφυρών (BPDUs).

Τα SDUs είναι μονάδες πληροφοριών από τα πρωτόκολλα ανώτερου στρώματος που καθορίζουν ένα αίτημα υπηρεσιών σε ένα πρωτόκολλο κατωτέρου στρώματος. Το PDU είναι OSI ορολογία για ένα πακέτο. Τα BPDUs χρησιμοποιούνται από τον αλγόριθμο Spanning-tree σαν μηνύματα επικοινωνίας.

### OSI η ιεραρχία των μεγάλων δικτύων

Τα μεγάλα δίκτυα χαρακτηριστικά οργανώνονται σε ιεραρχίες. Μια ιεραρχική οργάνωση παρέχει τέτοια πλεονεκτήματα όπως την ευκολία της διαχείρισης, της ευελιξίας, και μιας μείωσης της περιττής κυκλοφορίας. Κατά συνέπεια, η διεθνής οργάνωση για την τυποποίηση (ISO) έχει υιοθετήσει διάφορες συμβάσεις ορολογίας για την εξέταση των οντοτήτων δικτύων.

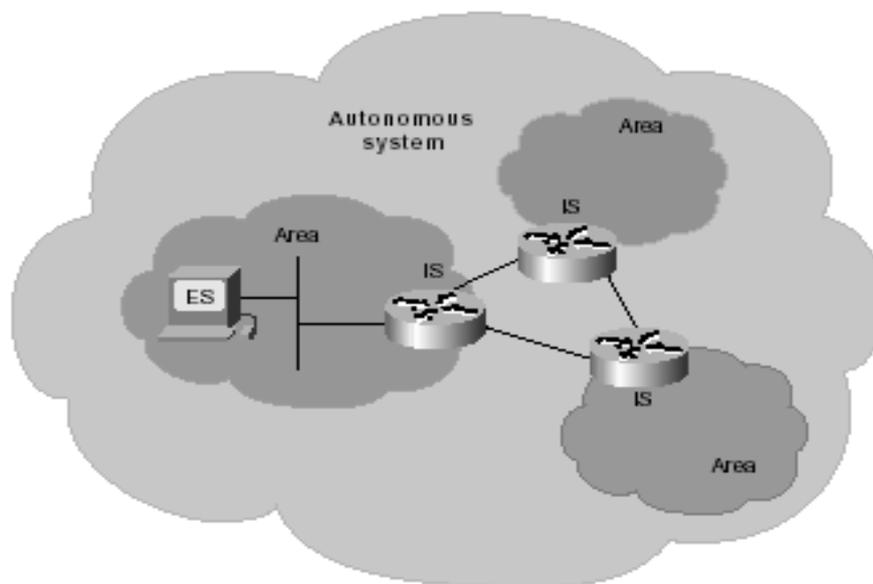
Οι βασικοί όροι που καθορίζονται σε αυτό το τμήμα περιλαμβάνουν το σύστημα (ES) τελών, το ενδιάμεσο σύστημα (IS), την περιοχή, και το αυτόνομο σύστημα (AS).

Μια ES είναι μια συσκευή δικτύων που δεν εκτελεί routing ή άλλη κυκλοφορία διαβιβάζοντας τις λειτουργίες. Χαρακτηριστικά τα ES περιλαμβάνουν τέτοιες συσκευές όπως τα τερματικά, τους προσωπικούς υπολογιστές, και τους εκτυπωτές.

Τα IS είναι μια συσκευή δικτύων που εκτελεί τις routing ή άλλες λειτουργίες κυκλοφορίας διαβίβασης. Χαρακτηριστικά τα IS περιλαμβάνουν τέτοιες συσκευές όπως τους δρομολογητές, τους διακόπτες, και τις γέφυρες.

Δύο τύποι IS δικτύων υπάρχουν: intradomain IS και interdomain IS. Ένα intradomain IS επικοινωνεί μέσα σε ένα ενιαίο αυτόνομο σύστημα, ενώ ένα interdomain IS επικοινωνεί ανάμεσα στα αυτόνομα συστήματα. Μια περιοχή είναι λογική ομάδα τμημάτων μνήμης δικτύων και συνημμένων συσκευών τους. Οι περιοχές είναι υποδιαιρέσεις των αυτόνομων συστημάτων (AS's). Τα AS είναι μια συλλογή των δικτύων κάτω από μια κοινή διοικητική μέριμνα που μοιράζονται μια κοινή στρατηγική δρομολόγησης. Τα αυτόνομα συστήματα υποδιαιρούνται στις περιοχές, και AS καλείται μερικές φορές μια δικτυακή γειτονιά.

*Figure 1-12 A Hierarchical Network Contains Numerous Components*



Το σχήμα 1-12 επεξηγεί ένα ιεραρχικό δίκτυο και τα συστατικά του.

### **Οι προσανατολισμένες προς τη σύνδεση και χωρίς σύνδεση υπηρεσίες δικτύων**

Γενικώς, πρωτόκολλα μεταφοράς μπορούν να χαρακτηριστούν είτε προσανατολισμένα προς τη σύνδεση είτε χωρίς σύνδεση.

Οι προσανατολισμένες προς τη σύνδεση υπηρεσίες πρέπει πρώτα να καθιερώσουν μια σύνδεση με την επιθυμητή υπηρεσία πριν περάσουν οποιαδήποτε στοιχεία. Μια χωρίς σύνδεση υπηρεσία μπορεί να στείλει τα στοιχεία χωρίς οποιαδήποτε ανάγκη να καθιερωθεί μια σύνδεση πρώτα.

Γενικώς, οι προσανατολισμένες προς τη σύνδεση υπηρεσίες παρέχουν μερικό επίπεδο εγγύησης παράδοσης, ενώ οι χωρίς σύνδεση υπηρεσίες όχι. Η προσανατολισμένη προς τη σύνδεση υπηρεσία αναμινύεται σε τρεις φάσεις: καθιέρωση σύνδεσης, μεταφορά στοιχείων, και λήξη σύνδεσης.

Κατά τη διάρκεια της καθιέρωσης σύνδεσης, οι κόμβοι τελών μπορούν να διατηρήσουν τα στοιχεία συμπεριφοράς για τη σύνδεση. Οι κόμβοι τελών μπορούν επίσης να διαπραγματευτούν και να

καθιερώνουν ορισμένα κριτήρια για τη μεταφορά, όπως ένα μέγεθος παραθύρων που χρησιμοποιείται στις (TCP) συνδέσεις.

Αυτή η επιφύλαξη στοιχείου συμπεριφοράς είναι ένα από τα πράγματα που χρησιμοποιούνται σε μερική άρνηση των επιθέσεων υπηρεσίας (DOS). Για να επιτεθεί ένα σύστημα θα στείλει πολλά αιτήματα για μια σύνδεση αλλά έπειτα δεν θα ολοκληρώσει ποτέ τη σύνδεση.

Ο επιτιθέμενος υπολογιστής αφήνεται έπειτα με τα στοιχεία συμπεριφοράς που δεσμεύονται για πολλές ποτέ-ολοκληρωμένες συνδέσεις. Κατόπιν, όταν προσπαθεί να ολοκληρώσει ένας κόμβος τελών μια πραγματική σύνδεση, δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία συμπεριφοράς για την έγκυρη σύνδεση. Η φάση μεταφοράς στοιχείων εμφανίζεται όταν διαβιβάζεται το πραγματικό στοιχείο πέρα από τη σύνδεση. Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς στοιχείων, οι περισσότερες προσανατολισμένες προς τη σύνδεση υπηρεσίες θα ελέγξουν για τα χαμένα πακέτα και θα χειριστούν την εκ νέου αποστολή τους. Το πρωτόκολλο είναι γενικά επίσης αρμόδιο για την τοποθέτηση των πακέτων στη σωστή ακολουθία πριν να περάσει τα στοιχεία επάνω στην στοίβα πρωτοκόλλου. Όταν η μεταφορά των στοιχείων είναι πλήρης, οι κόμβοι τελών ολοκληρώνουν τα στοιχεία συμπεριφοράς σύνδεσης και έκδοσης που διατηρούνται για τη σύνδεση. Οι προσανατολισμένες προς τη σύνδεση υπηρεσίες δικτύων έχουν πιο πάνω «κόστος» από χωρίς σύνδεση. Οι προσανατολισμένες προς τη σύνδεση υπηρεσίες πρέπει να διαπραγματευτούν μια σύνδεση, στοιχεία μεταφοράς, και σχίζουν κάτω από τη σύνδεση, ενώ μια χωρίς σύνδεση μεταφορά μπορεί απλά να στείλει τα στοιχεία χωρίς τα προστιθέμενα γενικά έξοδα της δημιουργίας.

Κάθε ένας έχει τη θέση του στα δίκτυα .

Το Internetwork που εξετάζει τις διευθύνσεις Internetwork προσδιορίζει τις συσκευές χωριστά ή ως μέλη μιας ομάδας. Εξετάζοντας τα σχέδια ποικίλουν ανάλογα με την οικογένεια πρωτοκόλλου και το OSI στρώμα.

Τρεις τύποι διευθύνσεων internetwork χρησιμοποιούνται συνήθως τα στοιχεία που συνδέουν τις διευθύνσεις στρώματος, τις διευθύνσεις ελέγχου πρόσβασης μέσω (MAC), και τις διευθύνσεις στρώματος δικτύων.

Το στρώμα συνδέσεων στοιχείων εξετάζει τη διεύθυνση στρώματος συνδέσεων στοιχείων A προσδιορίζει μεμονωμένα κάθε φυσική σύνδεση δικτύων μιας συσκευής δικτύων.

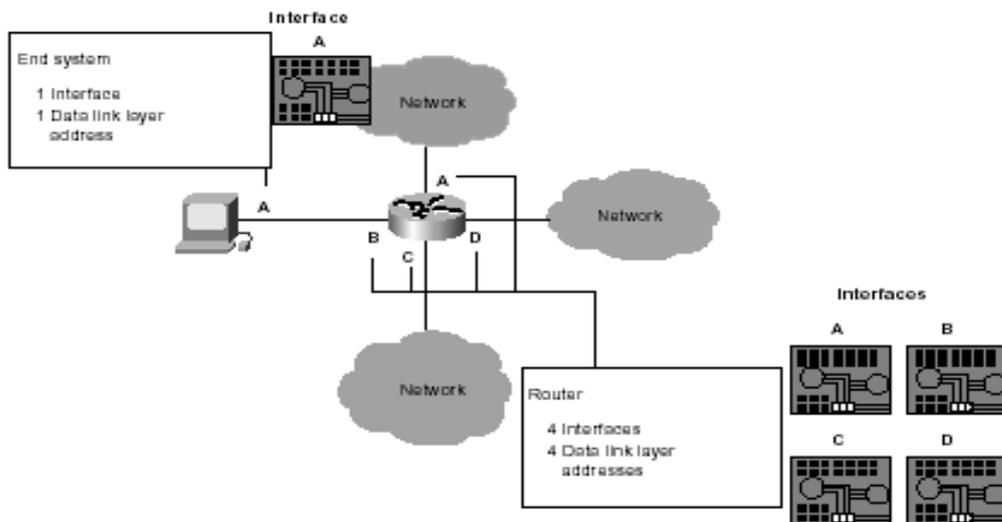
### **Οι Data-link διευθύνσεις**

Οι Data-link διευθύνσεις μερικές φορές αναφέρονται ως φυσικές ή διευθύνσεις υλικού. Οι Data-link διευθύνσεις υπάρχουν συνήθως μέσα σε ένα επίπεδο διάστημα διευθύνσεων και έχουν μια καθιερωμένη εκ των προτέρων και χαρακτηριστικά σταθερή σχέση σε μια συγκεκριμένη συσκευή. Τα συστήματα τελών έχουν γενικά μόνο μια φυσική σύνδεση δικτύων και έχουν έτσι μόνο μια data-link διεύθυνση.

Οι δρομολογητές και άλλες συσκευές σύνδεσης μέσω δικτύων έχουν χαρακτηριστικά τις πολλαπλάσιες φυσικές συνδέσεις δικτύων και επομένως έχουν τις πολλαπλάσιες data-link διευθύνσεις.

Το σχέδιο 1-13 επεξηγεί πώς κάθε διαπροσωπεία σε μια συσκευή προσδιορίζεται μεμονωμένα από μια data-link διεύθυνση.

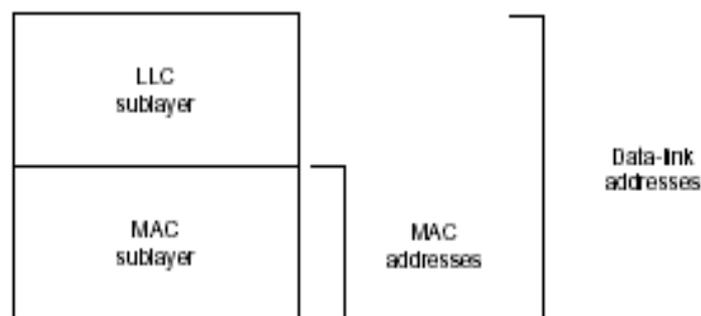
Figure 1-13 Each Interface on a Device Is Uniquely Identified by a Data-Link Address.



### Οι MAC διευθύνσεις

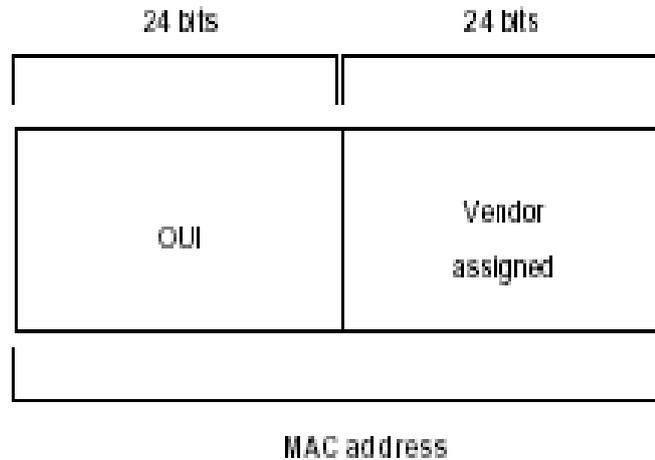
Οι διευθύνσεις ελέγχου πρόσβασης μέσω διευθύνσεων της MAC (MAC) αποτελούνται από ένα υποσύνολο των διευθύνσεων στρώματος συνδέσεων στοιχείων. Οι διευθύνσεις της MAC προσδιορίζουν τις οντότητες δικτύων σε LANs που εφαρμόζουν τις IEEE διευθύνσεις της MAC του στρώματος συνδέσεων στοιχείων. Όπως με τις περισσότερες data-link διευθύνσεις, οι διευθύνσεις της MAC είναι μοναδικές για κάθε διαπροσωπεία του τοπικού LAN. Το σχήμα 1-14 επεξηγεί τη σχέση μεταξύ των διευθύνσεων της MAC, data-link των διευθύνσεων, και των IEEE υποστρωμάτων της σύνδεσης στοιχείων.

Figure 1-14 MAC Addresses, Data-Link Addresses, and the IEEE Sublayers of the Data Link Layer Are All Related



Οι διευθύνσεις της MAC είναι 48 bit στο μήκος και εκφράζονται ως 12 δεκαεξαδικά ψηφία. Τα πρώτα 6 δεκαεξαδικά ψηφία, που αντιμετωπίζονται από IEEE, προσδιορίζουν τον κατασκευαστή ή τον προμηθευτή και περιλαμβάνουν έτσι το διοικητικά μοναδικό προσδιοριστικό (OUI). Τα τελευταία 6 δεκαεξαδικά ψηφία περιλαμβάνουν τον αύξοντα αριθμό διαπροσωπειών, ή μια άλλη αξία που αντιμετωπίζεται από το συγκεκριμένο προμηθευτή. Οι διευθύνσεις της MAC μερικές φορές καλούνται και ως στις διευθύνσεις (BIAs) επειδή καίγονται στη μόνο ανάγνωσης μνήμη (ROM) και αντιγράφονται στη μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM) όταν μονογράφει η κάρτα διαπροσωπειών. Το σχήμα 1-15 επεξηγεί τη μορφή διευθύνσεων της MAC.

Figure 1-15 The MAC Address Contains a Unique Format of Hexadecimal Digits



Η χαρτογράφηση εξετάζει στα δίκτυα γενικά, τις διευθύνσεις δικτύων χρήσης στην κυκλοφορία διαδρομών γύρω από το δίκτυο, υπάρχει μια ανάγκη να χαρτογραφηθούν οι διευθύνσεις δικτύων στις διευθύνσεις της MAC.

Όταν το στρώμα δικτύων καθορίσει τη διεύθυνση δικτύων του σταθμού προορισμού, πρέπει να διαβιβάσει τις πληροφορίες πέρα από ένα φυσικό δίκτυο χρησιμοποιώντας μια διεύθυνση της MAC.

Οι διαφορετικές ακολουθίες πρωτοκόλλου χρησιμοποιούν τις διαφορετικές μεθόδους για να εκτελέσουν αυτήν την χαρτογράφηση, αλλά ο δημοφιλέστερος είναι πρωτόκολλο ψηφίσματος διευθύνσεων (arp). Οι διαφορετικές ακολουθίες πρωτοκόλλου χρησιμοποιούν τις διαφορετικές μεθόδους για τη διεύθυνση της MAC μιας συσκευής.

Οι ακόλουθες τρεις μέθοδοι χρησιμοποιούνται συχνότερα. Το πρωτόκολλο ψηφίσματος διευθύνσεων (arp) χαρτογραφεί τις διευθύνσεις δικτύων στις διευθύνσεις της MAC.

Το HELLO πρωτόκολλο επιτρέπει σε τις συσκευές δικτύων να μάθουν τις MAC διευθύνσεις άλλων συσκευών δικτύων. Οι διευθύνσεις της MAC είτε ενσωματώνονται στη διεύθυνση στρώματος δικτύων είτε παράγονται από έναν αλγόριθμο.

Το πρωτόκολλο ψηφίσματος διευθύνσεων (arp) είναι η μέθοδος που χρησιμοποιείται TCP / IP ακολουθία.

Όταν μια συσκευή δικτύων χρειάζεται να στείλει τα στοιχεία σε μια άλλη συσκευή στο ίδιο δίκτυο, ξέρει τις διευθύνσεις δικτύων πηγής και προορισμού για τη μεταφορά στοιχείων.

Πρέπει κάπως να χαρτογραφήσει τη διεύθυνση προορισμού σε μια διεύθυνση της MAC πριν διαβιβάσει τα στοιχεία. Πρώτα, ο στέλνοντας σταθμός θα ελέγξει arp του τον πίνακα για να δει εάν έχει ανακαλύψει ήδη την διεύθυνση της MAC αυτού του σταθμού προορισμού.

Εάν δεν την έχει, θα στείλει ένα BROADCAST μήνυμα στο δίκτυο με τη διεύθυνση IP του σταθμού προορισμού που περιλαμβάνεται στο BROADCAST μήνυμα. Κάθε σταθμός στο δίκτυο λαμβάνει το BROADCAST μήνυμα και συγκρίνει την ενσωματωμένη διεύθυνση IP με την δικιά του. Μόνο ο σταθμός με την διεύθυνση IP που αναζητείται απαντά στέλνοντας στο σταθμό ένα πακέτο που περιέχει τη διεύθυνση της MAC για το σταθμό.

Ο πρώτος σταθμός προσθέτει έπειτα αυτές τις πληροφορίες στον arp πίνακα του για τη μελλοντική αναφορά και προχωρά να μεταφέρει τα στοιχεία. Όταν η συσκευή προορισμού βρίσκεται σε ένα απομακρυσμένο δίκτυο, περισσότεροι από έναν δρομολογητή, η διαδικασία είναι το ίδιο πράγμα εκτός από το ότι ο στέλνοντας σταθμός στέλνει το arp αίτημα για τη διεύθυνση της MAC της προκαθορισμένης πύλης του. Διαβιβάζει έπειτα τις πληροφορίες σε εκείνη την συσκευή.

Η προκαθορισμένη πύλη θα διαβιβάσει έπειτα τις πληροφορίες πέρα από ο,τιδήποτε δίκτυα είναι απαραίτητα για να παραδώσουν το πακέτο στο δίκτυο στο οποίο η συσκευή προορισμού κατοικεί. Ο δρομολογητής στο δίκτυο της συσκευής προορισμού χρησιμοποιεί έπειτα arp για να λάβει τη MAC της πραγματικής συσκευής προορισμού και παραδίδει το πακέτο.

Το HELLO πρωτόκολλο είναι πρωτόκολλο στρώματος δικτύου που επιτρέπει σε συσκευές δικτύου να προσδιορίζουν η μια την άλλη και δείχνουν ότι αυτός είμαι και ακόμα λειτουργεί.

Όταν ισχύς οι νέες τελών σύστημα επάνω, παραδείγματος χάριν, αυτό μεταδίδουν hello μηνύματα επάνω στο δίκτυο. Οι συσκευές στο δίκτυο επιστρέφουν έπειτα hello τις απαντήσεις, και τα hello μηνύματα στέλνονται επίσης στα συγκεκριμένα διαστήματα για να δείξουν ότι είναι ακόμα σε λειτουργία. Οι συσκευές δικτύων μπορούν να μάθουν τις διευθύνσεις της MAC άλλων συσκευών από την εξέταση των πακέτων του hello πρωτοκόλλου.

Τρία πρωτόκολλα χρησιμοποιούν τις προβλέψιμες διευθύνσεις της MAC. Σε αυτές τις ακολουθίες πρωτοκόλλου, οι διευθύνσεις της MAC είναι προβλέψιμες επειδή το στρώμα δικτύων είτε ενσωματώνει τη διεύθυνση της MAC στη διεύθυνση στρώματος δικτύων, είτε χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο για να καθορίσει τη διεύθυνση της MAC. Τα τρία πρωτόκολλα είναι σύστημα δικτύων Xerox (XNS), ανταλλαγή πακέτων Novell Internetwork (IPX), και DECnet φάση IV.

Το στρώμα δικτύων εξετάζει τη διεύθυνση στρώματος δικτύων A και προσδιορίζει μια οντότητα στο στρώμα δικτύων των OSI στρωμάτων.

Οι διευθύνσεις δικτύων υπάρχουν συνήθως μέσα σε ένα ιεραρχικό διάστημα διευθύνσεων και μερικές φορές καλούνται τις εικονικές ή λογικές διευθύνσεις. Η σχέση μεταξύ μιας διεύθυνσης δικτύων και μιας συσκευής είναι λογική και αποσπασμένη.

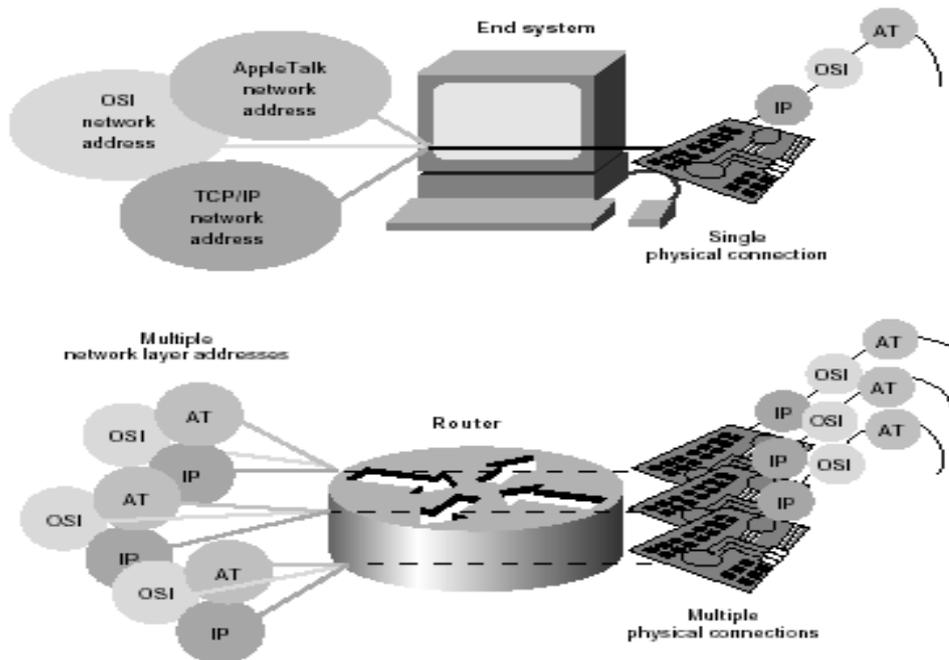
Είναι χαρακτηριστικά βασισμένο είτε στα φυσικά χαρακτηριστικά δικτύων (η συσκευή είναι σε ένα ιδιαίτερο τμήμα μνήμης δικτύων), είτε στους σχηματισμούς ομάδας που δεν έχουν καμία φυσική βάση (η συσκευή είναι μέρος AppleTalk). Τα σύστημα τελών απαιτούν μια διεύθυνση στρώματος δικτύων για κάθε πρωτόκολλο στρώματος δικτύων που υποστηρίζουν. (Αυτό υποθέτει ότι η συσκευή έχει μόνο μια φυσική σύνδεση δικτύων.)

Οι δρομολογητές και άλλες συσκευές σύνδεσης μέσω δικτύων απαιτούν μια διεύθυνση στρώματος δικτύων ανά φυσική σύνδεση δικτύων για κάθε πρωτόκολλο στρώματος δικτύων που υποστηρίζεται. Παραδείγματος χάριν, ένας δρομολογητής με τρεις διαπροσωπείες κάθε τρέξιμο AppleTalk, TCP/IP, και OSI πρέπει να έχει τρεις διευθύνσεις στρώματος δικτύων για κάθε διαπροσωπεία.

Ο δρομολογητής επομένως έχει εννέα διευθύνσεις στρώματος δικτύων.

Το σχέδιο 1-16 επεξηγεί πώς σε κάθε διαπροσωπεία δικτύων πρέπει να ανατεθεί μια διεύθυνση δικτύων για κάθε πρωτόκολλο που υποστηρίζεται.

Figure 1-16 Each Network Interface Must Be Assigned a Network Address for Each Protocol Supported



### Το ιεραρχικό επίπεδο διευθύνσεων

Το ιεραρχικό επίπεδο διευθύνσεων εναντίον Internet work διευθύνσεων λαμβάνει χαρακτηριστικά τη μια από δύο μορφές: ιεραρχικό διάστημα διευθύνσεων ή επίπεδο διάστημα διευθύνσεων. Ένα ιεραρχικό διάστημα διευθύνσεων οργανώνεται σε πολυάριθμες υποομάδες, κάθε ένα «στενεύει» διαδοχικά μια διεύθυνση έως ότου δείχνει μια ενιαία συσκευή (με έναν τρόπο παρόμοιο με τις διευθύνσεις οδών).

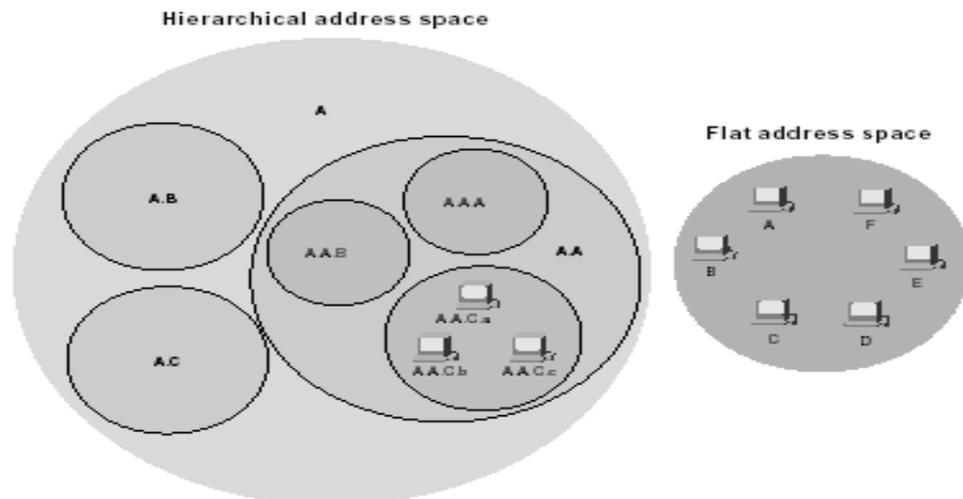
Ένα επίπεδο διάστημα διευθύνσεων οργανώνεται σε μια ενιαία ομάδα (με έναν τρόπο παρόμοιο με αριθμούς US της κοινωνικής ασφάλειας).

Η ιεραρχική εξέταση προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα πέρα από την επίπεδη-εξέταση των σχεδίων. Η ταξινόμηση και η ανάκληση διευθύνσεων απλοποιούνται χρησιμοποιώντας τις διαδικασίες σύγκρισης.

Παραδείγματος χάριν, "η Ιρλανδία" σε μια διεύθυνση οδών αποβάλλει οποιαδήποτε άλλη χώρα ως πιθανή θέση.

Το σχέδιο 1-17 επεξηγεί τη διαφορά μεταξύ των ιεραρχικών και επίπεδων διαστημάτων διευθύνσεων.

Figure 1-17 Hierarchical and Flat Address Spaces Differ in Comparison Operations



### Ανάθεση διευθύνσεων

Οι διευθύνσεις ανατίθενται στις συσκευές ως ένας από δύο τύπους: στατικός και δυναμικός. Οι στατικές διευθύνσεις ανατίθενται από έναν διαχειριστή δικτύων σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο σχέδιο δικτύου. Μια στατική διεύθυνση δεν αλλάζει έως ότου την αλλάξει χειροκίνητα ο διαχειριστής δικτύων. Οι δυναμικές διευθύνσεις λαμβάνονται από τις συσκευές όταν συνδεθούν με ένα δίκτυο, με τη βοήθεια ενός πρωτοκόλλου συγκεκριμένης διαδικασίας.

Μια συσκευή που χρησιμοποιεί μια δυναμική διεύθυνση έχει συχνά μια διαφορετική διεύθυνση κάθε φορά που αυτή συνδέεται με το δίκτυο.

Μερικά δίκτυα χρησιμοποιούν έναν κεντρικό υπολογιστή για να αναθέσουν τις διευθύνσεις. Οι υπολογιστές τις ανατεθειμένες διευθύνσεις τις ανακυκλώνουν για την επαναχρησιμοποίησή τους όταν οι συσκευές αποσυνδεθούν. Μια συσκευή είναι επομένως πιθανό να έχει μια διαφορετική διεύθυνση κάθε φορά από αυτή που την συνδέει με το δίκτυο.

### Τα ονόματα των διευθύνσεων

Οι διευθύνσεις αντίθετα με τις συσκευές δικτύων συνήθως συνδέονται με ένα όνομα και μια διεύθυνση. Τα ονόματα δικτύων είναι χαρακτηριστικά θέσεως ανεξάρτητα και παραμένουν συνδεδεμένα με μια συσκευή οπουδήποτε εκείνη η συσκευή βρίσκεται (παραδείγματος χάριν, από το ένα κτήριο σε άλλο).

Οι διευθύνσεις δικτύων είναι συνήθως θέση-εξαρτώμενες και αλλάζουν όταν κινείται μια συσκευή (αν και οι διευθύνσεις της MAC είναι μια εξαίρεση σε αυτόν τον κανόνα). Όπως με τις διευθύνσεις δικτύων που χαρτογραφούνται στις διευθύνσεις της MAC, τα ονόματα χαρτογραφούνται συνήθως στις διευθύνσεις δικτύων μέσω μερικού πρωτοκόλλου. Το διαδίκτυο χρησιμοποιεί το σύστημα ονόματος δικτυακών γειτονιών (dns) για να χαρτογραφήσει το όνομα μιας συσκευής στη διεύθυνση IP του.

Παραδείγματος χάριν, είναι ευκολότερο για σας να θυμηθείτε [www.Cisco.com](http://www.Cisco.com) αντί μερικής διεύθυνσης IP. Επομένως, δακτυλογραφείτε [www.Cisco.com](http://www.Cisco.com) στον περιηγητή σας όταν θέλετε να έχετε πρόσβαση στην περιοχή Ιστού Cisco. Ο υπολογιστής σας εκτελεί μια dns συμβουλευτική της διεύθυνσης IP για τον κεντρικό υπολογιστή Ιστού Cisco και επικοινωνεί έπειτα χρησιμοποιώντας τη διεύθυνση δικτύων.

## Ο έλεγχος ροής

Βασικός έλεγχος ροής είναι μια λειτουργία που αποτρέπει τη συμφόρηση δικτύων με την εξασφάλιση ότι διαβιβάζοντας τις συσκευές να μην συντρίψτε τη λήψη των συσκευών με τα στοιχεία.

Ένας μεγάλος υπολογιστής, παραδείγματος χάριν, μπορεί να παραγάγει την κυκλοφορία γρηγορότερα από το δίκτυο μπορεί να την μεταφέρει, ή γρηγορότερα από η συσκευή προορισμού μπορεί να την λάβει και να επεξεργαστεί.

Οι τρεις συνήθως χρησιμοποιούμενες μέθοδοι για την αποσυμφόρηση δικτύων είναι: η αποθήκευση, η διαβίβαση μηνυμάτων πηγής και η παραθυρωση.

Η αποθήκευση χρησιμοποιείται από τις συσκευές δικτύων για να καταχωρήσει προσωρινά τις εκρήξεις των υπερβολικών στοιχείων στη μνήμη έως ότου μπορούν να υποβληθούν σε επεξεργασία.

Οι περιστασιακές εκρήξεις στοιχείων αντιμετωπίζονται εύκολα με την αποθήκευση. Οι υπερβολικές εκρήξεις στοιχείων μπορούν να εξαντλήσουν τη μνήμη, εντούτοις, αναγκάζοντας τη συσκευή να απορρίψει οποιαδήποτε πρόσθετα διαγράμματα δεδομένων που φθάνουν.

Το source queuing (σειρά προτεραιότητας) στα μηνύματα χρησιμοποιείται με τη λήψη των συσκευών για να βοηθήσει να αποτρέψει τους προσωρινούς χώρους τους από να ξεχειλίσει.

Η λαμβάνοντας συσκευή στέλνει στην πηγή μηνύματα για να ζητήσει να μειώσει η πηγή το ποσοστό ρευμάτων της μεταφοράς στοιχείων.

Πρώτα, η λαμβάνουσα συσκευή αρχίζει να χάνει τα πακέτα που ξεχειλίζουν τους προσωρινούς χώρους. Δεύτερον, η λαμβάνοντας συσκευή αρχίζει να στέλνει μηνύματα στη διαβιβάζοντας συσκευή στο ποσοστό ενός μηνύματος για κάθε πακέτο που πέφτει. Η συσκευή πηγής λαμβάνει τα μηνύματα και χαμηλώνει το ποσοστό στοιχείων έως ότου σταματά τα μηνύματα. Τελικά, η συσκευή πηγής έπειτα βαθμιαία αυξάνει το ποσοστό στοιχείων εφ' όσον κανένα από τα περαιτέρω αιτήματα δεν παραλαμβάνεται.

Η παραθύρωση (Windowing) είναι ένας έλεγχος ροής (flow-control) στον οποίο η συσκευή πηγής απαιτεί μια αναγνώριση από τον προορισμό αφότου έχουν διαβιβαστεί ορισμένα πακέτα. Με ένα μέγεθος παραθύρων 3, η πηγή απαιτεί μια αναγνώριση για να στείλει τρία πακέτα, ως εξής.

Πρώτα, η συσκευή πηγής στέλνει τρία πακέτα στη συσκευή προορισμού.

Κατόπιν, μετά από την λήψη των τριών πακέτων, η συσκευή προορισμού στέλνει μια αναγνώριση στην πηγή.

Η πηγή λαμβάνει την αναγνώριση και στέλνει τρία περισσότερα πακέτα. Εάν ο προορισμός δεν λαμβάνει ένα ή περισσότερα από τα πακέτα για κάποιους λόγους, όπως να ξεχειλίσει τους προσωρινούς χώρους, δεν λαμβάνει αρκετά πακέτα για να στείλει μια αναγνώριση.

Η πηγή αναμεταδίδει έπειτα τα πακέτα σε ένα μειωμένο ποσοστό μεταφορών.

## Σφάλμα-ελέγχου

Τα βασικά σφάλμα-που ελέγχουν τα σχέδια καθορίζουν εάν το διαβιβασθέν στοιχείο έχει φτάσει αλλοιωμένο ή ειδάλλως έχει φτάσει κατεστραμμένο ενώ διακινούνταν από την πηγή στον προορισμό. Ο έλεγχος σφάλματος εφαρμόζεται σε αρκετά από τα OSI στρώματα. Ένα κοινό σφάλμα-ελέγχου είναι ο κυκλικός έλεγχος πλεονασμού (κέντρο ανίχνευσης και ελέγχου), ο οποίος ανιχνεύει και απορρίπτει τα αλλοιωμένα στοιχεία. Οι λειτουργίες σφάλματος διορθώσεων (όπως η αναμετάδοση στοιχείων) αφήνονται στα πρωτόκολλα υψηλού-στρώματος. Μια αξία κέντρου ανίχνευσης και ελέγχου παράγεται από έναν υπολογισμό που εκτελείται στη συσκευή πηγής. Η συσκευή προορισμού συγκρίνει αυτήν την αξία με τον υπολογισμό της για να καθορίσει εάν τα σφάλματα εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια της μεταφοράς.

Πρώτα, η συσκευή πηγής εκτελεί ένα προκαθορισμένο σύνολο υπολογισμών πέρα από το περιεχόμενο του πακέτου που στέλνεται. Κατόπιν, η πηγή τοποθετεί την υπολογισμένη αξία στο πακέτο και στέλνει το πακέτο στον προορισμό.

Ο προορισμός εκτελεί το προκαθορισμένο ίδιο σύνολο υπολογισμών πέρα από το περιεχόμενο του πακέτου και συγκρίνει έπειτα την υπολογισμένη αξία του με αυτήν που περιλαμβάνεται στο πακέτο. Εάν οι τιμές είναι ίσες, το πακέτο θεωρείται έγκυρο. Εάν οι αξίες είναι άνισες, το πακέτο περιέχει σφάλματα και απορρίπτεται.

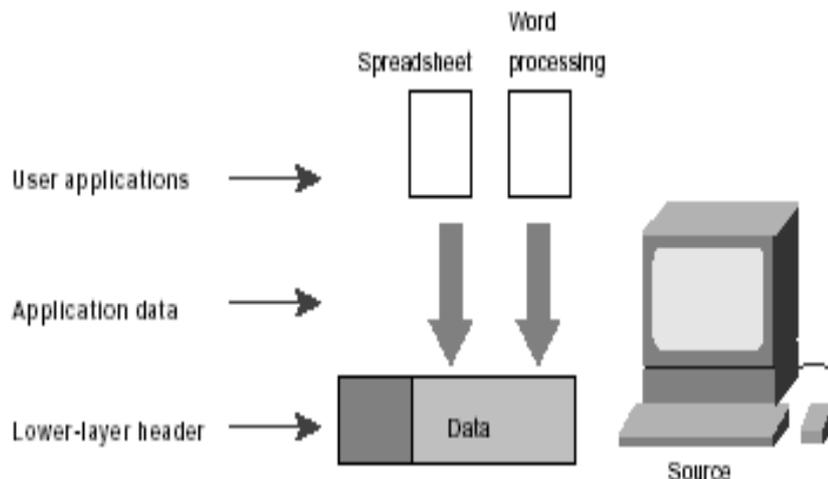
### Πολυπλεξία

Πολυπλεξία είναι μια διαδικασία στην οποία τα κανάλια πολυπλεξίας στοιχείων συνδυάζονται σε ενιαία στοιχεία ή φυσικά, σε ένα κανάλι στην πηγή.

Η πολυπλεξία μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε από τα OSI στρώματα. Αντιθέτως, η αποδιαύλωση είναι η διαδικασία που ξεχωρίζει τα κανάλια πολυπλεξίας στοιχείων στον προορισμό. Το ένα παράδειγμα είναι πότε το στοιχείο από τις πολλαπλές εφαρμογές πολλαπλασιάζεται σε ένα ενιαίο πακέτο στοιχείων χαμηλός-στρώματος.

Το σχήμα 1-18 επεξηγεί αυτό το παράδειγμα.

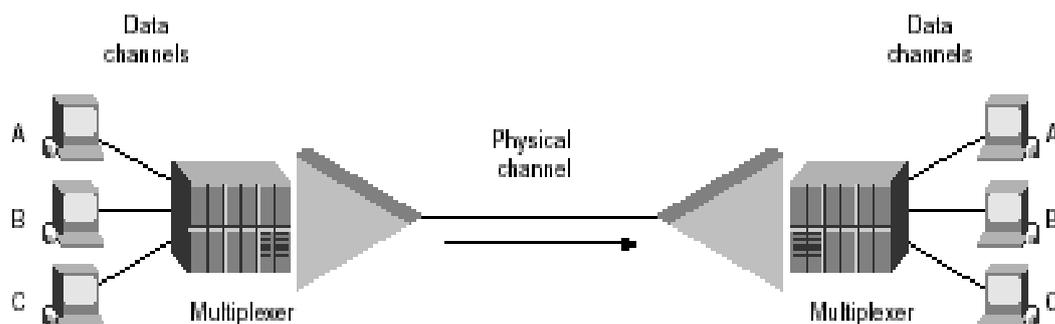
*Figure 1-18 Multiple Applications Can Be Multiplexed into a Single Lower-Layer Data Packet*



Ένα άλλο παράδειγμα πολυπλεξίας είναι όταν τα δεδομένα από τις συσκευές πολυπλεξίας συνδυάζονται και καταλήγουν σε ένα φυσικό κανάλι (χρησιμοποιώντας μια συσκευή που λέγεται πολυπλέκτης).

Το σχήμα 1-19 επεξηγεί το παράδειγμα αυτό.

*Figure 1-19 Multiple Devices Can Be Multiplexed into a Single Physical Channel*



Ένας πολυπλέκτης είναι μια φυσική συσκευή στρώματος που συνδυάζει τα πολλαπλάσια ρεύματα στοιχείων σε ένα ή περισσότερα κανάλια εξόδου στην πηγή.

Οι πολυπλέκτες αποδιαλώνουν τα κανάλια στα πολλαπλάσια ρεύματα στοιχείων στο απομακρυσμένο τέλος και μεγιστοποιούν έτσι τη χρήση του εύρους ζώνης συχνοτήτων του φυσικού μέσου με το να επιδρούν σε αυτήν που μοιράζεται από τις πολλαπλάσιες πηγές κυκλοφορίας.

Μερικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να πολλαπλασιάσουν τα στοιχεία είναι time-division να πολλαπλασιάσουν (TDM), ασύγχρονα time-division να πολλαπλασιάσουν (ATDM), ο πολλαπλασιασμός συχνότητας (FDM), και στατιστικός πολλαπλασιασμός .

Σε TDM, οι πληροφορίες από κάθε κανάλι στοιχείων είναι ένα δεσμευμένο εύρος ζώνης συχνοτήτων που βασίζεται στις προκαθορισμένες χρονικές αυλακώσεις, ανεξάρτητα από εάν υπάρχει στοιχείο που διαβιβάζει.

Σε ATDM, οι πληροφορίες από τα κανάλια στοιχείων είναι δεσμευμένο εύρος ζώνης συχνοτήτων όπως απαιτούνται με τη χρησιμοποίηση των δυναμικά ανατεθειμένων χρονικών αυλακώσεων. Σε FDM, οι πληροφορίες από κάθε κανάλι στοιχείων είναι δεσμευμένο εύρος ζώνης συχνοτήτων που βασίζεται στην συχνότητα σημάτων της κυκλοφορίας. Το στατιστικό για να πολλαπλασιάσει το εύρος ζώνης συχνοτήτων δεσμεύεται δυναμικά σε οποιαδήποτε κανάλια στοιχείων που έχουν τις πληροφορίες που διαβιβάζονται.

### Περίληψη

Αυτό το κεφάλαιο εισήγαγε τις ομάδες δεδομένων στις οποίες χτίζεται ένα δίκτυο . Καταλαβαίνοντας όπου τα σύνθετα κομμάτια των δικτύων κατάλληλων στο OSI μοντέλο θα σας βοηθήσουν να καταλάβετε τις έννοιες καλύτερα. Τα δίκτυα είναι σύνθετα συστήματα OSI που όταν εμφανίζονται συνολικά, είναι πάρα πολύ δύσκολο να κατανοηθούν. Μόνο από το σπάσιμο του δικτύου κάτω στα εννοιολογικά κομμάτια μπορεί να γίνει κατανοητό εύκολα. Όπως διαβάζετε και δοκιμάζετε δίκτυα, προσπαθήστε να σκεφτείτε σε σχέση με τα OSI στρωμάτα και των εννοιολογικών κομματιών.

Η κατανόηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των διάφορων στρωμάτων και των πρωτοκόλλων κάνει το σχεδιασμό, τη διαμόρφωση, και τη διάγνωση δικτύων πιθανή. Χωρίς κατανόηση των ομάδων δεδομένων, δεν μπορείτε να καταλάβετε την αλληλεπίδραση μεταξύ τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

# Local Area Network

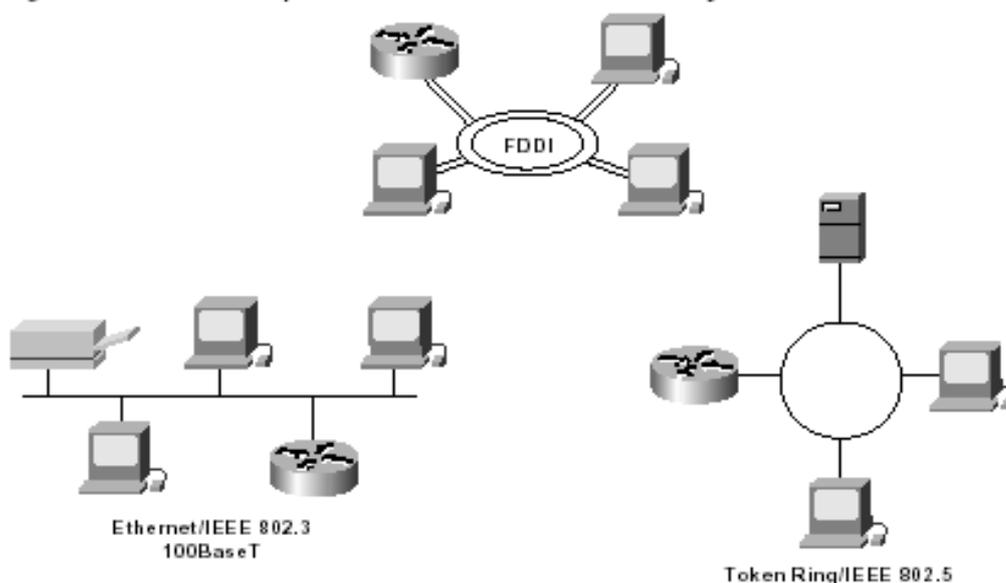
Οι στόχοι του κεφαλαίου είναι:

- Να μάθουμε για τα διαφορετικά πρωτόκολλα του τοπικού δικτύου LAN
- Να καταλάβουμε τις διαφορετικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για να εξετάσουν την σύνδεση των μέσων
- Να μάθουμε για τις διαφορετικές τοπολογίες του τοπικού LAN.

## Η εισαγωγή στα πρωτόκολλα του τοπικού LAN

Αυτό το κεφάλαιο εισάγει τις διάφορες μεθόδους πρόσβασης, τις μεθόδους μεταφορών, τις τοπολογίες, και τις συσκευές που χρησιμοποιούνται σε ένα local-area δίκτυο (τοπικό LAN). Τα θέματα που εξετάζονται στρέφονται στις μεθόδους και τις συσκευές που χρησιμοποιούνται σε Ethernet/ IEEE 802.3, το Token ring/ IEEE 802.5 και Fiber Distributed Interface (FDDI). Τα επόμενα κεφάλαια στο μέρος II, "πρωτόκολλα του τοπικού LAN," εξετάζουν τα συγκεκριμένα πρωτόκολλα λεπτομερέστερα. Το σχήμα 2-1 επεξηγεί το βασικό σχεδιάγραμμα αυτών των τριών εφαρμογών.

Figure 2-1 Three LAN Implementations Are Used Most Commonly



### Τι είναι το τοπικό LAN;

Το τοπικό LAN είναι ένα δίκτυο μεγάλων στοιχείων που καλύπτει μια σχετικά μικρή γεωγραφική περιοχή. Συνδέει χαρακτηριστικά τους τερματικούς σταθμούς, τους προσωπικούς υπολογιστές, τους εκτυπωτές, τους κεντρικούς υπολογιστές, και άλλες συσκευές.

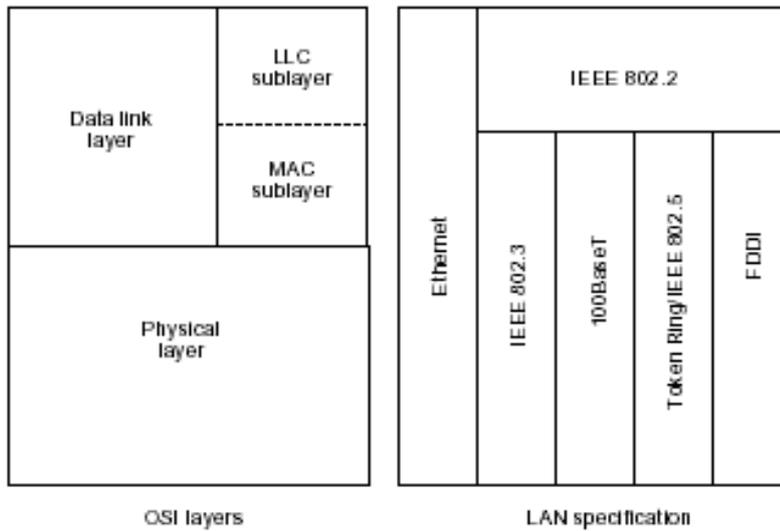
Τα LANs προσφέρουν στους χρήστες υπολογιστών πολλά πλεονεκτήματα, συμπεριλαμβανομένης της κοινής πρόσβασης στις συσκευές και τις εφαρμογές, της ανταλλαγής αρχείων μεταξύ των συνδεδεμένων χρηστών, και της επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών μέσω του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και άλλων εφαρμογών.

### Τα πρωτόκολλα του τοπικού LAN και τα OSI πρότυπα

Τα πρωτόκολλα αναφοράς του τοπικού LAN λειτουργούν στα χαμηλότερα δύο στρώματα του OSI μοντέλου αναφοράς, όπως συζητούνται στο κεφάλαιο 1, μεταξύ του φυσικού στρώματος και των στοιχείων που συνδέουν το στρώμα.

Το σχήμα 2-2 επεξηγεί πώς διάφορα δημοφιλή πρωτόκολλα του τοπικού LAN χαρτογραφούν στο OSI μοντέλο αναφοράς.

Figure 2-2 Popular LAN Protocols Mapped to the OSI Reference Model



### Μέσα LAN- Μέθοδοι πρόσβασης

Η διαμάχη μέσω μεθόδων πρόσβασης του τοπικού LAN εμφανίζεται όταν έχουν δύο ή περισσότερες συσκευές δικτύων τα στοιχεία που στέλνουν συγχρόνως. Επειδή οι πολλαπλάσιες συσκευές μπορούν να μιλήσουν στο δίκτυο ταυτόχρονα, μερικός τύπος μεθόδου πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να επιτρέψει τη μια πρόσβαση συσκευών στα μέσα δικτύων σε έναν ορισμένο χρόνο.

Αυτό γίνεται σε δύο βασικούς τρόπους: η πολλαπλάσια σύγκρουση πρόσβασης που ανιχνεύει την υπερφόρτωση (CSMA/CD) και συμβολική διάβαση.

Στα δίκτυα που χρησιμοποιούν CSMA/CD χρησιμοποιούμε τεχνολογίες όπως Ethernet, οι συσκευές δικτύων που υποστηρίζουν τα μέσα δικτύων. Όταν μια συσκευή έχει τα στοιχεία που στέλνουν, ακούει αρχικά για να δει ότι ενδεχομένως άλλη συσκευή χρησιμοποιεί αυτήν την περίοδο το δίκτυο. Εάν όχι, αρχίζει τα στοιχεία του. Μετά το τέλος της μεταφοράς του, ακούει πάλι για να δει εάν μια σύγκρουση εμφανίστηκε. Μια σύγκρουση εμφανίζεται όταν στέλνουν δύο συσκευές στοιχεία ταυτόχρονα.

Όταν μια σύγκρουση συμβαίνει, κάθε συσκευή περιμένει ένα τυχαίο μήκος του χρόνου πριν στείλει εκ νέου τα στοιχεία της. Στις περισσότερες περιπτώσεις, μια σύγκρουση δεν θα εμφανιστεί πάλι μεταξύ των δύο συσκευών. Λόγω αυτού του τύπου διαμάχης δικτύων, όσο πιο απασχολημένο είναι ένα δίκτυο, περισσότερες συγκρούσεις εμφανίζονται. Γι αυτό η απόδοση Ethernet υποβιβάζει γρήγορα καθώς ο αριθμός συσκευών σε ένα ενιαίο δίκτυο αυξάνει.

Στην συμβολική-διάβαση των δικτύων όπως το Token Ring και FDDI, ένα ειδικό πακέτο δικτύων αποκαλούμενο Token περνούν γύρω από το δίκτυο από συσκευή σε συσκευή.

Όταν μια συσκευή έχει τα στοιχεία που στέλνονται, πρέπει να περιμένει έως ότου έχει το σημείο και στέλνει έπειτα τα στοιχεία της. Όταν η μεταφορά στοιχείων είναι πλήρης, το σημείο αποδεσμεύεται έτσι ώστε άλλες συσκευές μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα μέσα δικτύων. Το βασικό πλεονέκτημα των Token Passing είναι ότι είναι αιτιοκρατικά. Με άλλα λόγια, είναι εύκολο να υπολογιστεί ο μέγιστος χρόνος που θα περάσει προτού να έχει μια συσκευή την ευκαιρία να στείλει τα στοιχεία.

Αυτό εξηγεί τη δημοτικότητα της συμβολικής διάβασης των δικτύων σε πραγματικό χρόνο σε μερικά περιβάλλοντα όπως τα εργοστάσια, όπου τα μηχανήματα πρέπει να είναι ικανά σε ένα προσδιορισμένο διάστημα.

Για τα δίκτυα CSMA/ CD, οι διακόπτες τέμνουν το δίκτυο στις πολλαπλάσιες δικτυακές γειτονιές σύγκρουσης. Αυτό μειώνει τον αριθμό συσκευών ανά τμήμα μνήμης δικτύων που πρέπει να υποστηρίξει για τα μέσα. Με τη δημιουργία των μικρότερων δικτυακών γειτονιών σύγκρουσης, η απόδοση ενός δικτύου μπορεί να αυξηθεί σημαντικά χωρίς τις αιτήσεις, εξετάζοντας τις αλλαγές. Κανονικά τα δίκτυα CSMA/ CD είναι ημιαμφίδρομα, σημαίνοντας ότι ενώ μια συσκευή στέλνει τις πληροφορίες, μπορεί να λάβει στο χρόνο. Ενώ εκείνη η συσκευή μιλά, είναι ανίκανη επίσης άλλη κυκλοφορία. Αυτό είναι σαν walkie-talkie. Όταν το ένα πρόσωπο θέλει να μιλήσει, πατά το κουμπί μετάδοσης και αρχίζει. Ενώ μιλά, κανένας αλλιώς στην ίδια συχνότητα δεν μπορεί να μιλήσει. Όταν το στέλνοντας πρόσωπο τελειώνει, αποδεσμεύει το κουμπί μετάδοσης και η συχνότητα είναι διαθέσιμη σε άλλους.

Όταν οι διακόπτες εισάγονται, η πλήρης-διπλή λειτουργία είναι πιθανή. Πλήρης-διπλές εργασίες σαν ένα τηλέφωνο μπορείτε να ακούσετε καθώς επίσης και να μιλήσετε συγχρόνως. Όταν μια συσκευή δικτύων συνδέεται άμεσα με το port ενός διακόπτη δικτύων, οι δύο συσκευές μπορούν να είναι ικανές στον πλήρης-διπλό τρόπο. Στον πλήρης-διπλό τρόπο, η απόδοση μπορεί να αυξηθεί, αλλά όχι αρκετά τουλάχιστον μερικοί όπως στην αξίωση.

Ένα τμήμα μνήμης 100- mbps Ethernet είναι ικανό 200 Mbps των στοιχείων, αλλά μόνο 100 Mbps μπορούν να ταξιδέψουν σε μια κατεύθυνση σε έναν χρόνο. Επειδή οι περισσότερες συνδέσεις στοιχείων είναι συμμετρικές (με τα περισσότερα στοιχεία που ταξιδεύουν σε μια κατεύθυνση από άλλη), το κέρδος δεν είναι τόσο μεγάλο όσο πολλοί απαιτούν. Εντούτοις, η πλήρης-διπλή λειτουργία αυξάνει τη ρυθμοαπόδοση των περισσότερων εφαρμογών επειδή τα μέσα δικτύων δεν μοιράζονται πλέον. Δύο συσκευές σε μια πλήρης-διπλή σύνδεση μπορούν να στείλουν τα στοιχεία μόλις είναι έτοιμα. Η συμβολική-διάβαση των δικτύων όπως το συμβολικό δαχτυλίδι μπορεί επίσης να ωφεληθεί από τους διακόπτες δικτύων. Στα μεγάλα δίκτυα, η καθυστέρηση μεταξύ των στροφών που διαβιβάζουν μπορεί να είναι σημαντική επειδή τα σημεία περνούν γύρω από το δίκτυο.

### **Οι μεταφορές στοιχείων του τοπικού LAN**

Οι μέθοδοι μεταφορών του τοπικού LAN πέφτουν σε τρεις ταξινομήσεις: unicast, πολλαπλής διανομής και ραδιοφωνική μετάδοση. Σε κάθε τύπο μεταφοράς, ένα ενιαίο πακέτο στέλνεται σε έναν ή περισσότερους κόμβους. Σε μια μεταφορά unicast, ένα ενιαίο πακέτο στέλνεται από την πηγή σε έναν προορισμό σε ένα δίκτυο. Πρώτα, ο κόμβος πηγής εξετάζει το πακέτο από τη χρησιμοποίηση της διεύθυνσης του κόμβου προορισμού. Η συσκευασία στέλνεται έπειτα επάνω στο δίκτυο, και τελικά μετά το πέρασμα των δικτύων, το πακέτο στον προορισμό του. Μια πολλαπλής διανομής μεταφορά αποτελείται από ένα ενιαίο πακέτο στοιχείων που αντιγράφεται και στέλνεται σε ένα συγκεκριμένο υποσύνολο των κόμβων στο δίκτυο. Πρώτα, ο κόμβος πηγής εξετάζει το πακέτο από τη χρησιμοποίηση μιας πολλαπλής διανομής διεύθυνσης. Το πακέτο στέλνεται έπειτα στο δίκτυο, το οποίο κάνει τα αντίγραφα του πακέτου και στέλνει ένα αντίγραφο σε κάθε κόμβο που είναι μέρος της πολλαπλής διανομής διεύθυνσης.

Μια μεταφορά ραδιοφωνικής μετάδοσης αποτελείται από ένα ενιαίο πακέτο στοιχείων που αντιγράφεται και στέλνεται σε όλους τους κόμβους στο δίκτυο.

Σε αυτούς τους τύπους μεταφορών, ο κόμβος πηγής εξετάζει το πακέτο από τη χρησιμοποίηση της διεύθυνσης ραδιοφωνικής μετάδοσης. Το πακέτο στέλνεται έπειτα προς το δίκτυο, το οποίο κάνει τα αντίγραφα του πακέτου και στέλνει ένα αντίγραφο σε κάθε κόμβο στο δίκτυο.

### Οι τοπολογίες του τοπικού LAN

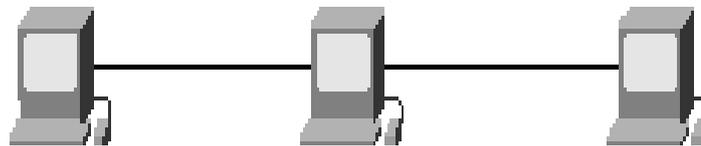
Οι τοπολογίες του τοπικού LAN καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο οι συσκευές δικτύων οργανώνονται. Τέσσερις κοινές τοπολογίες του τοπικού LAN υπάρχουν: δίαυλος, δαχτυλίδι, αστέρι, και δέντρο.

Αυτές οι τοπολογίες είναι λογικές αρχιτεκτονικές, αλλά οι πραγματικές συσκευές δεν χρειάζονται να οργανωθούν φυσικά σε αυτές τις διαμορφώσεις.

Οι λογικές τοπολογίες και δαχτυλιδιών, παραδείγματος χάριν, οργανώνονται συνήθως φυσικά ως αστέρι.

Μια τοπολογία είναι μια γραμμική αρχιτεκτονική του τοπικού LAN στην οποία οι μεταφορές από τους σταθμούς δικτύων διαδίδουν το μήκος του μέσου και παραλαμβάνονται από όλους τους άλλους σταθμούς. Από τις τρεις ευρύτατα χρησιμοποιημένες εφαρμογές του τοπικού LAN, τα δίκτυα Ethernet/IEEE 802.3 συμπεριλαμβανομένου 100BaseT εφαρμόζουν μια τοπολογία, η οποία είναι διευκρινισμένη στο σχέδιο 2-3.

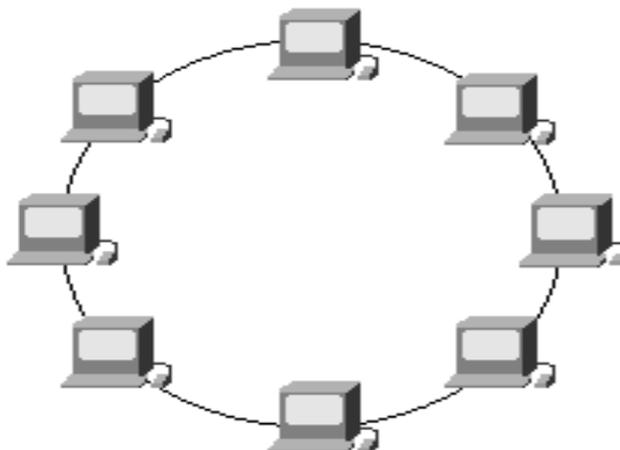
*Figure 2-3 Some Networks Implement a Local Bus Topology*



Μια τοπολογία δαχτυλιδιών είναι μια αρχιτεκτονική του τοπικού LAN που αποτελείται από σε σειρά διάταξης των συσκευών που συνδέονται η μια με την άλλη από τις ομοιοκατευθυνόμενες συνδέσεις μεταφορών για να διαμορφώσουν έναν ενιαίο κλειστό βρόχο. Και το συμβολικό δαχτυλίδι/ τα δίκτυα IEEE 802.5 και FDDI εφαρμόζουν μια τοπολογία δαχτυλιδιών.

Το σχήμα 2-4 απεικονίζει μια λογική τοπολογία δαχτυλιδιών.

*Figure 2-4 Some Networks Implement a Logical Ring Topology*



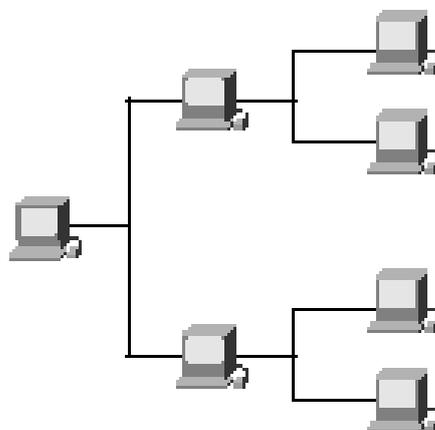
Μια τοπολογία αστεριών είναι μια αρχιτεκτονική του τοπικού LAN στην οποία τα σημεία τέλους σε ένα δίκτυο συνδέονται με μια κοινή κεντρική μνήμη, ή το διακόπτη, από τις αφιερωμένες συνδέσεις.

Οι λογικές τοπολογίες και δαχτυλιδιών εφαρμόζονται συχνά φυσικά σε μια τοπολογία αστεριών, η οποία είναι διευκρινισμένη στο σχέδιο 2-5.

Μια τοπολογία δέντρων είναι μια αρχιτεκτονική του τοπικού LAN που είναι ίδια με την τοπολογία , εκτός από το ότι διακλαδίζεται με τους πολλαπλάσιους κόμβους είναι πιθανή σε αυτήν την περίπτωση.

Το σχήμα 2-5 επεξηγεί μια λογική τοπολογία δέντρων.

*Figure 2-5 A Logical Tree Topology Can Contain Multiple Nodes*



### Οι συσκευές

Οι συσκευές του τοπικού LAN που χρησιμοποιούνται συνήθως σε LANs περιλαμβάνουν τους επαναλήπτες, τα hub, τους επεκτατές του τοπικού LAN, τις γέφυρες, τους διακόπτες του τοπικού LAN, και τους δρομολογητές. Ένας επαναλήπτης είναι μια φυσική συσκευή στρώματος που χρησιμοποιείται για να διασυνδέσει τα τμήματα μνήμης μέσω ενός εκτεινόμενου δικτύου. Ένας επαναλήπτης επιτρέπει σε ουσιαστικά τμήματα μνήμης σε σειρά διάταξης καλωδίων που αντιμετωπίζονται ως ενιαίο καλώδιο. Οι επαναλήπτες λαμβάνουν τα σήματα από το ένα τμήμα μνήμης δικτύων και ενισχύουν, *retime*, και αναμεταδίδουν εκείνα τα σήματα σε ένα άλλο τμήμα μνήμης δικτύων.

Αυτές οι ενέργειες αποτρέπουν την επιδείνωση σημάτων που προκαλείται από τα μακριά μήκη καλωδίων και τους μεγάλους αριθμούς συνδεδεμένων συσκευών.

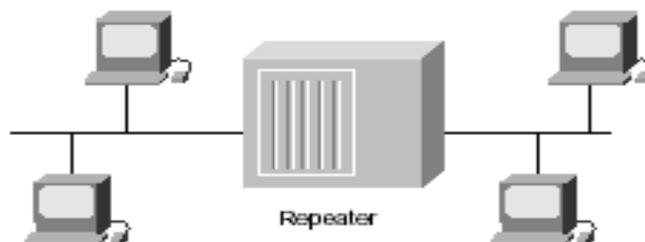
Οι επαναλήπτες είναι ανίκανοι να φιλτράρουν και να κάνουν άλλη επεξεργασία κυκλοφορίας.

Επιπλέον, όλα τα ηλεκτρικά σήματα, συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών διαταραχών και άλλων σφαλμάτων, επαναλαμβάνονται και ενισχύονται.

Ο συνολικός αριθμός επαναληπτών και τμημάτων μνήμης δικτύων που μπορεί να συνδεθεί είναι περιορισμένος οφειλόμενος στο συγχρονισμό και άλλα ζητήματα.

Το σχήμα 2-6 επεξηγεί έναν επαναλήπτη που συνδέει δύο τμήματα μνήμης δικτύων.

*Figure 2-6 A Repeater Connects Two Network Segments*



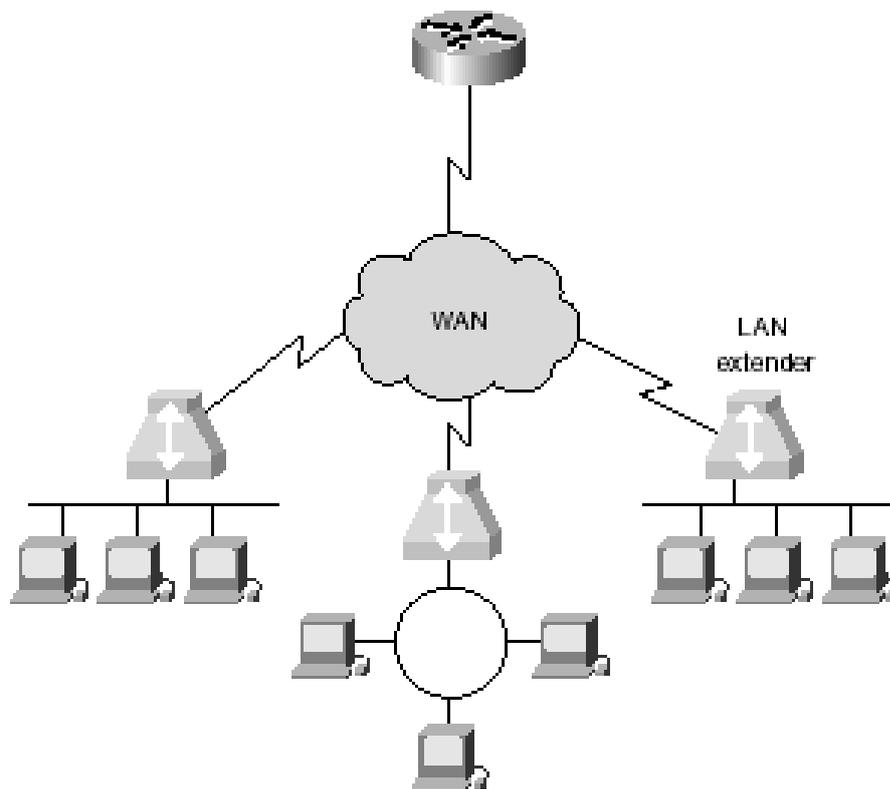
Ένα hub είναι μια φυσική συσκευή στρώματος που συνδέει τους πολλαπλάσιους σταθμούς χρηστών, κάθε ένα μέσω ενός αφιερωμένου καλωδίου. Οι ηλεκτρικές αλληλοσυνδέσεις καθιερώνονται μέσα στο hub.

Τα hub χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν ένα φυσικό δίκτυο αστεριών ενώ διατηρώντας τη λογική διαμόρφωση ή δαχτυλιδιών του τοπικού LAN. Κατά κάποιον τρόπο, λειτουργεί ως επαναλήπτης multiport.

Ένας επεκτατής δικτύου είναι remote-access του τοπικού LAN είναι ένας πολυστρωματικός διακόπτης απομακρυσμένης-πρόσβασης που συνδέετε με έναν τοπικό δρομολογητή. Τα remote-access του τοπικού LAN διαβιβάζουν την κυκλοφορία από όλα τα πρότυπα πρωτόκολλα στρώματος δικτύων (όπως η IP, το IPX, και AppleTalk) και την κυκλοφορία φίλτρων που βασίζεται στον τύπο πρωτοκόλλου στρώματος διευθύνσεων ή δικτύων της MAC.

Το σχήμα 2-7 επεξηγεί τους πολλαπλάσιους επεκτατές του τοπικού LAN που συνδέονται με το δρομολογητή μέσω ενός WAN.

*Figure 2-7 Multiple LAN Extenders Can Connect to the Host Router Through a WAN*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

# Wide Area Network

Οι στόχοι του κεφαλαίου είναι:

- Να εξοικειωθείτε με την WAN ορολογία
- Να μάθετε τους διαφορετικούς τύπους WAN συνδέσεων
- Να εξοικειωθείτε με τους διαφορετικούς τύπους WAN εξοπλισμού.

## Η εισαγωγή στις WAN τεχνολογίες

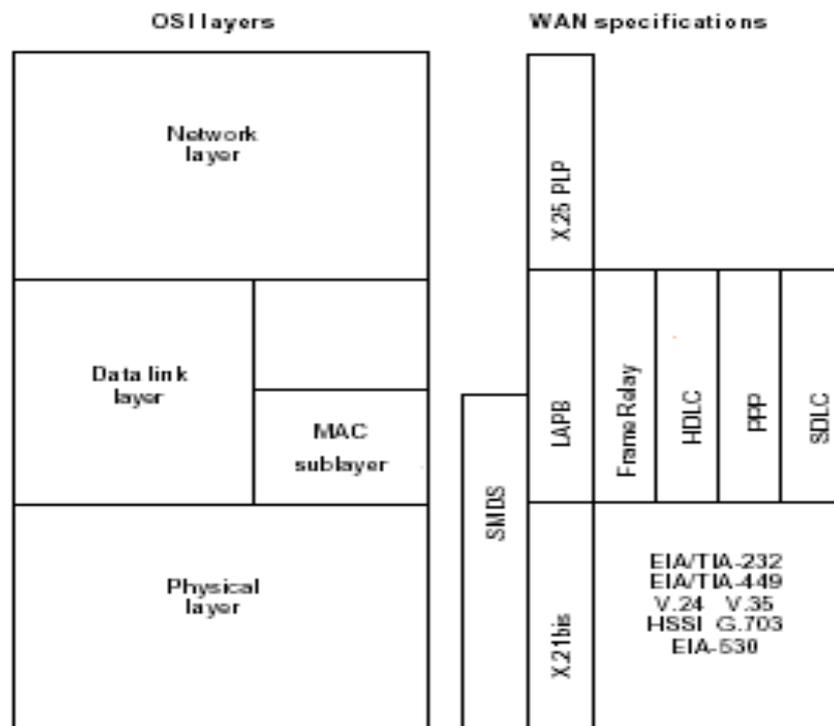
Αυτό το κεφάλαιο εισάγει τα διάφορα πρωτόκολλα και τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στα WAN (περιβάλλοντα δικτύων εκτενών ζωνών). Τα θέματα που συνοψίζονται εδώ περιλαμβάνουν τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις, τη μετατροπή κυκλωμάτων, τη μετατροπή πακέτων, τα εικονικά κυκλώματα, τις υπηρεσίες dialup, και τις WAN συσκευές.

### Τι είναι ένα WAN ;

Ένα WAN είναι ένα δίκτυο επικοινωνιών στοιχείων που καλύπτει μια σχετικά ευρεία γεωγραφική περιοχή και που χρησιμοποιεί συχνά τις δυνατότητες μεταφορών που παρέχονται από τους κοινούς μεταφορείς, όπως οι τηλεφωνικές επιχειρήσεις. Οι WAN τεχνολογίες λειτουργούν γενικά στα χαμηλότερα τρία στρώματα του OSI μοντέλου αναφοράς: το φυσικό στρώμα, το στρώμα δεδομένων, και το στρώμα δικτύων.

Το σχήμα 3-1 επεξηγεί τη σχέση μεταξύ των κοινών WAN τεχνολογιών και του OSI μοντέλου

Figure 3-1 WAN Technologies Operate at the Lowest Levels of the OSI Model

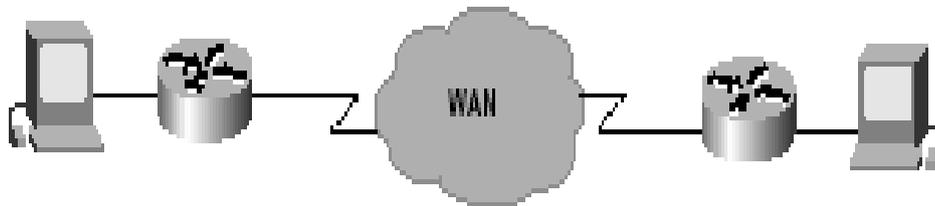


### Από σημείο σε σημείο σύνδεση

Η από σημείο σε σημείο σύνδεση παρέχει ένα ενιαίο, καθιερωμένο εκ των προτέρων WAN μονοπάτι επικοινωνιών από τις εγκαταστάσεις πελατών μέσω ενός δικτύου μεταφορέων, όπως μια τηλεφωνική επιχείρηση, σε ένα απομακρυσμένο δίκτυο. Οι από σημείο σε σημείο γραμμές μισθώνονται συνήθως από έναν μεταφορέα και έτσι καλούνται συχνά μισθωμένες γραμμές. Για μια από σημείο σε σημείο γραμμή, ο μεταφορέας δεσμεύει τα ζευγάρια του υλικού καλωδίου και δυνατότητας στη γραμμή σας μόνο. Αυτά τα κυκλώματα διατιμώνται γενικά βασισμένα στο εύρος ζώνης συχνότητας που απαιτούνται και την απόσταση μεταξύ των δύο συνδεδεμένων σημείων.

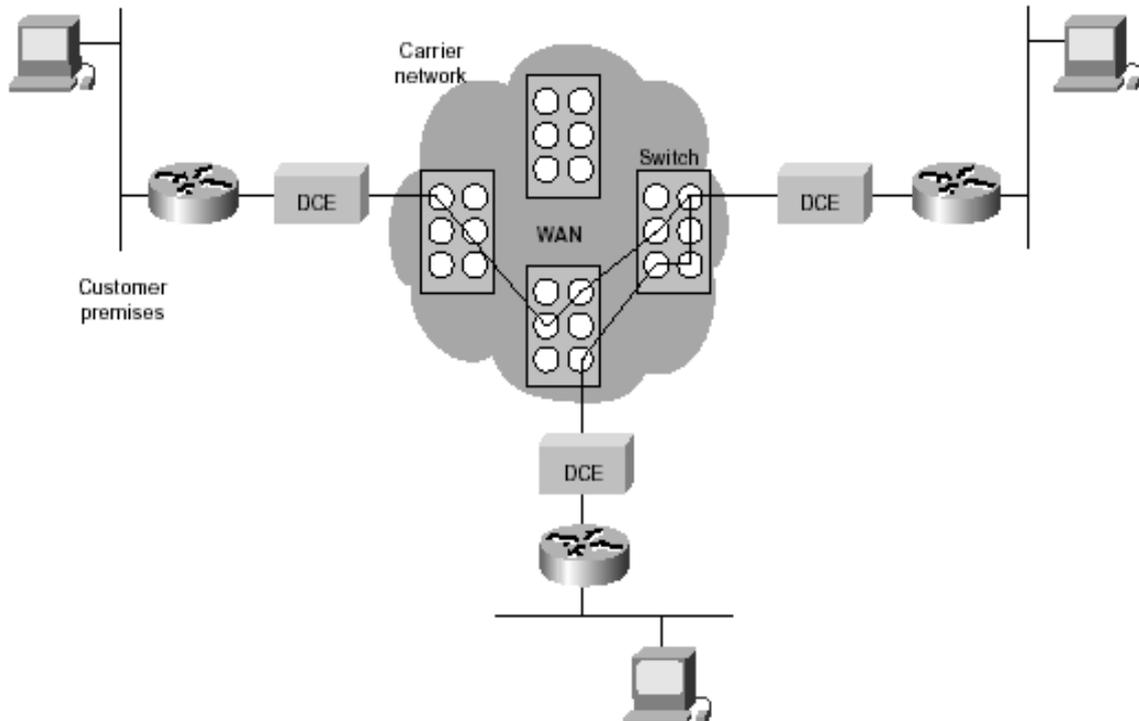
Οι από σημείο σε σημείο συνδέσεις είναι γενικά ακριβότερες από τις κοινές υπηρεσίες όπως το Frame Relay.  
Το σχήμα 3-2 επεξηγεί μια χαρακτηριστική από σημείο σε σημείο σύνδεση μέσω ενός WAN.

*Figure 3-2 A Typical Point-to-Point Link Operates Through a WAN to a Remote Network*



Η μετατροπή κυκλωμάτων επιτρέπει τις συνδέσεις στοιχείων που μπορούν να αρχίσουν όταν απαιτείται και ολοκληρώνονται όταν η επικοινωνία είναι πλήρης. Αυτή η εργασία είναι σαν μια κανονική τηλεφωνική γραμμή που λειτουργεί για την επικοινωνία φωνής. Το ενσωματωμένο ψηφιακό δίκτυο υπηρεσιών (ISDN) είναι ένα καλό παράδειγμα της μετατροπής κυκλωμάτων. Όταν ένας δρομολογητής έχει τα στοιχεία για μια απομακρυσμένη περιοχή, το μεταστρεφόμενο κύκλωμα αρχίζει με τον αριθμό κυκλωμάτων του απομακρυσμένου δικτύου. Στην περίπτωση των κυκλωμάτων ISDN, η συσκευή τοποθετεί πραγματικά μια κλήση στον τηλεφωνικό αριθμό του απομακρυσμένου κυκλώματος ISDN. Όταν τα δύο δίκτυα συνδέονται και επικυρώνονται, μπορούν να μεταφέρουν τα στοιχεία. Όταν η μεταφορά στοιχείων είναι πλήρης, η κλήση μπορεί να ολοκληρωθεί. Το σχήμα 3-3 επεξηγεί ένα παράδειγμα αυτού του τύπου κυκλώματος.

*Figure 3-3 A Circuit-Switched WAN Undergoes a Process Similar to That Used for a Telephone Call*



## Η μετατροπή πακέτων

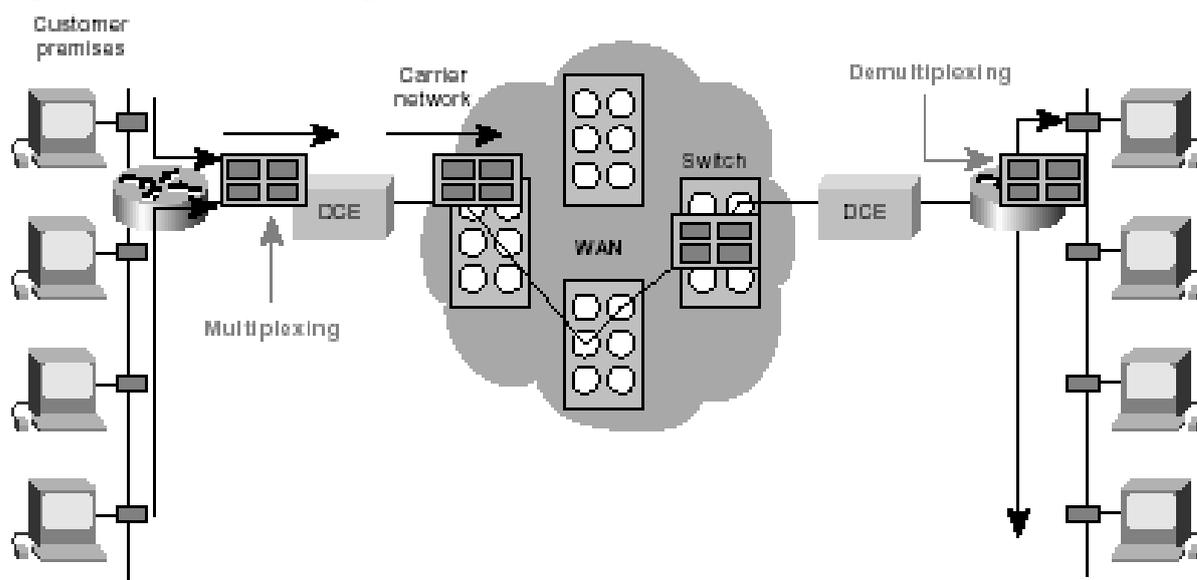
Η μετατροπή πακέτων είναι μια WAN τεχνολογία στην οποία οι χρήστες μοιράζονται τα κοινά στοιχεία συμπεριφοράς μεταφορέων. Επειδή αυτό επιτρέπει στο μεταφορέα να κάνει αποδοτικότερη την χρήση της υποδομής του, το κόστος στον πελάτη είναι γενικά πολύ καλύτερο από με τις από σημείο σε σημείο γραμμές. Σε μια οργάνωση μετατροπής πακέτων, τα δίκτυα έχουν τις συνδέσεις, του δικτύου μεταφορέα, και πολλοί πελάτες μοιράζονται το δίκτυο μεταφορέα. Ο μεταφορέας μπορεί έπειτα να δημιουργήσει τα εικονικά κυκλώματα μεταξύ των περιοχών των πελατών από τις οποίες τα πακέτα των στοιχείων παραδίδονται από ένα σε άλλο μέσω του δικτύου. Το τμήμα του δικτύου του μεταφορέα που μοιράζεται αναφέρεται συχνά ως σύννεφο (cloud).

Μερικά παραδείγματα των δικτύων μεταγωγής πακέτων περιλαμβάνουν τον ασύγχρονο τρόπο μεταφοράς (ATM), Frame Relay, μεταστρεφόμενες υπηρεσίες στοιχείων Multimegabit (SMDS), και ο X.25.

Το σχήμα 3-4 της εμφανίζει σε ένα παράδειγμα το packet-switched κύκλωμα.

Οι εικονικές συνδέσεις μεταξύ των περιοχών πελατών αναφέρονται συχνά ως εικονικό κύκλωμα.

*Figure 3-4 Packet Switching Transfers Packets Across a Carrier Network*



## Το WAN εικονικό κύκλωμα

Ένα εικονικό κύκλωμα είναι ένα λογικό κύκλωμα που δημιουργείται μέσα σε ένα κοινό δίκτυο μεταξύ δύο συσκευών δικτύων. Δύο τύποι εικονικών κυκλωμάτων υπάρχουν: μεταστρεφόμενα εικονικά κυκλώματα (SVCs) και μόνιμα εικονικά κυκλώματα (PVCs).

Τα SVCs είναι εικονικά κυκλώματα που καθιερώνονται δυναμικά στην ζήτηση και ολοκληρώνονται όταν η μεταφορά είναι πλήρης. Η επικοινωνία άνω του SVC αποτελείται από τρεις φάσεις: καθιέρωση κυκλωμάτων, μεταφορά στοιχείων, και λήξη κυκλωμάτων. Η φάση καθιέρωσης περιλαμβάνει τη δημιουργία του εικονικού κυκλώματος μεταξύ των συσκευών πηγής και προορισμού.

Η μεταφορά στοιχείων περιλαμβάνει τη διαβίβαση των στοιχείων μεταξύ των συσκευών πέρα από το εικονικό κύκλωμα, και η φάση λήξης κυκλωμάτων περιλαμβάνει τον τερματισμό του εικονικού κύκλωματος μεταξύ των συσκευών πηγής και προορισμού.

Τα SVCs χρησιμοποιούνται στις καταστάσεις στις οποίες η μεταφορά στοιχείων μεταξύ των συσκευών είναι σποραδική, κατά ένα μεγάλο μέρος επειδή το εύρος ζώνης συχνοτήτων αυξάνεται, τα SVCs χρησιμοποιούνται στις φάσεις καθιέρωσης και λήξης κυκλωμάτων, αλλά μειώνουν το κόστος που συνδέεται με την σταθερή εικονική διαθεσιμότητα των κυκλωμάτων.

Το PVC είναι ένα μόνιμα καθιερωμένο εικονικό κύκλωμα που αποτελείται από έναν τρόπο: την μεταφορά στοιχείων. Τα PVCs χρησιμοποιούνται στις καταστάσεις στις οποίες η μεταφορά στοιχείων μεταξύ των συσκευών είναι σταθερή. Τα PVCs μειώνουν τη χρήση εύρους ζώνης συχνοτήτων που συνδέεται με την καθιέρωση και τη λήξη των εικονικών κυκλωμάτων, αλλά αυξάνουν το κόστος που οφείλονται στην σταθερή εικονική διαθεσιμότητα κυκλωμάτων. Τα PVCs διαμορφώνονται γενικά από τον προμηθευτή υπηρεσιών όταν τοποθετείται μια κατάταξη για την υπηρεσία.

### Οι WAN υπηρεσίες διεπιλογών (Dial up)

Οι υπηρεσίες διεπιλογών προσφέρουν τις οικονομικώς αποδοτικές μεθόδους για τη συνδετικότητα πέρα από WANs. Δύο δημοφιλείς εφαρμογές διεπιλογών είναι η επιλογή με αίτημα (dial on demand routing (DDR)) και η dial back up.

Η DDR είναι μια τεχνική με την οποία ένας δρομολογητής μπορεί δυναμικά να αρχίσει καλεί ένα μεταστρεφόμενο κύκλωμα όταν χρειάζεται να στείλει τα στοιχεία. Σε μια οργάνωση της DDR, ο δρομολογητής διαμορφώνεται για να αρχίσει την κλήση όταν ορισμένα κριτήρια είναι σωστά,

όπως ένας ιδιαίτερος τύπος κυκλοφορίας δικτύων που χρειάζεται να διαβιβαστούν. Όταν η σύνδεση γίνεται, η κυκλοφορία περνά πέρα από τη γραμμή. Η διαμόρφωση δρομολογητών προσδιορίζει έναν μη απασχόλησης χρονοδιακόπτη που λέει στο δρομολογητή για να ρίξει τη σύνδεση όταν το κύκλωμα παραμείνει μη απασχολημένο για μια ορισμένη περίοδο.

Το dial back up είναι ένας άλλος τρόπος της διαμόρφωσης DDR. Έντούτοις, στο dial back up, το μεταστρεφόμενο κύκλωμα χρησιμοποιείται για να παρέχει την εφεδρική υπηρεσία για έναν άλλο τύπο κυκλώματος, όπως η από σημείο σε σημείο ή μετατροπή πακέτων. Ο δρομολογητής διαμορφώνεται έτσι ώστε όταν ανιχνεύεται μια αποτυχία στο αρχικό κύκλωμα, αρχίζουν την εφεδρική γραμμή dial back up. Η εφεδρική γραμμή πινάκων υποστηρίζει έπειτα την WAN σύνδεση έως ότου αποκαθίσταται το αρχικό κύκλωμα. Όταν αυτό εμφανίζεται, η εφεδρική σύνδεση dial back up ολοκληρώνεται.

### Συσκευές WAN

Το WAN χρησιμοποιεί πολυάριθμους τύπους συσκευών που είναι για το δικό του περιβάλλον. χρησιμοποιεί τους WAN switches, access servers, modems, CSU/DSU & ISDN.

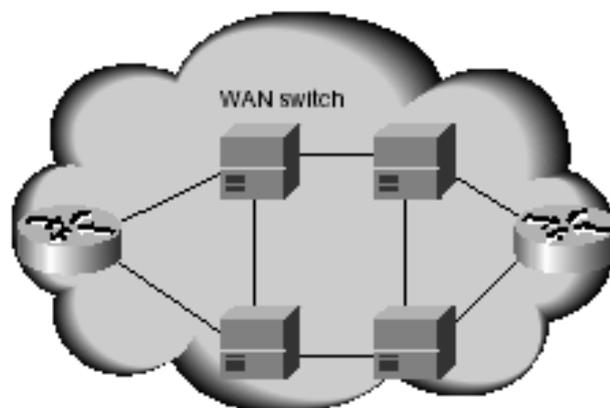
Άλλες συσκευές που χρησιμοποιεί είναι routers, ATM, switches και πολυπλέκτες.

### WAN switches

Ένας WAN switch είναι μια πολυκάναλη συσκευή δικτύου που χρησιμοποιείτε σε carrier δίκτυα. Αυτές οι συσκευές εναλλάσσουν τυπικά την κυκλοφορία όπως τα frame relay, X.25 & SMDS. Εργάζονται στο στρώμα δεδομένων του OSI μοντέλου αναφοράς.

Το σχήμα 3-5 δείχνει δυο routers που ενώνονται από WAN switches.

*Figure 3-5 Two Routers at Remote Ends of a WAN Can Be Connected by WAN Switches*

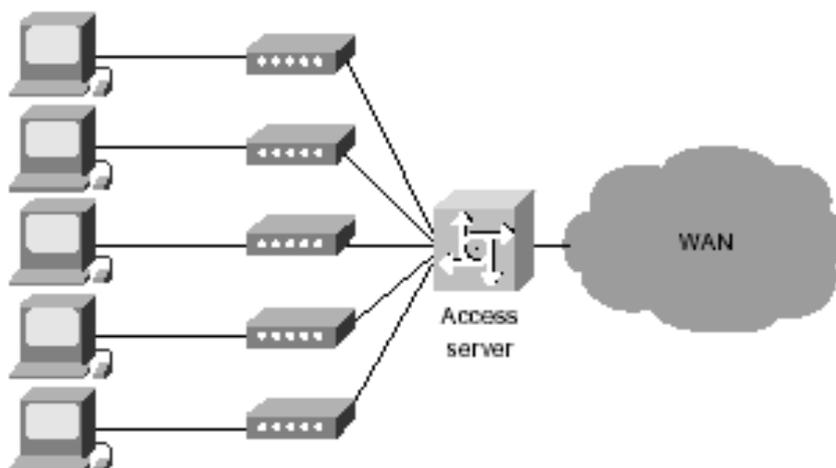


### Server πρόσβασης.

Ένας server πρόσβασης λειτουργεί σαν σημείο συγκέντρωσης για τις εισερχόμενες και εξερχόμενες συνδέσεις.

Στο σχήμα 3-6 φαίνεται η συγκέντρωση σε ένα δίκτυο WAN.

*Figure 3-6 An Access Server Concentrates Dial-Out Connections into a WAN*



### MODEM

Το modem είναι μια συσκευή η οποία μετατρέπει ψηφιακά σε αναλογικά σήματα καθιστώντας ικανά τα δεδομένα που περιέχουν, για μεταφορά πάνω σε γραμμές τηλεφώνου. Τελικά, ψηφιακά σήματα μετατρέπονται σε έναν κατάλληλο τύπο για μετάδοση πάνω σε μια αναλογική επικοινωνία.

Όταν φτάσουν στον προορισμό τους μετατρέπονται στον αρχικό ψηφιακό τύπο τους. Στο σχήμα 3-7 βλέπουμε μια απλή σύνδεση modem με modem διαμέσου ενός WAN.

*Figure 3-7 A Modem Connection Through a WAN Handles Analog and Digital Signals*

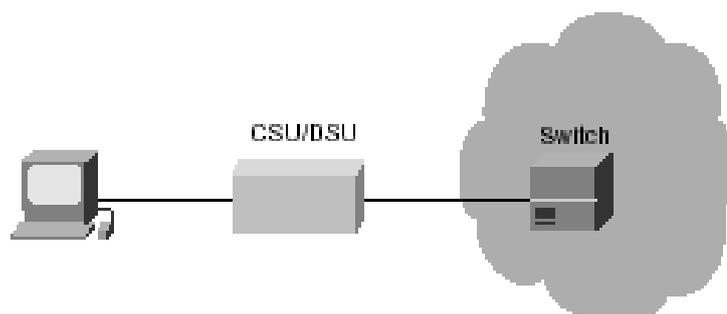


### CSU/DSU

Μια μονάδα υπηρεσιών καναλιών / η ψηφιακή μονάδα υπηρεσιών (CSU/DSU) είναι μια συσκευή ψηφιακών διαπροσωπειών που χρησιμοποιείται για να συνδέσει έναν δρομολογητή με ένα ψηφιακό κύκλωμα όπως ένα T1.

Το CSU/DSU παρέχει επίσης το συγχρονισμό σημάτων για την επικοινωνία μεταξύ αυτών των συσκευών. Το σχήμα 3-8 επεξηγεί την τοποθέτηση του CSU/DSU σε μια WAN εφαρμογή.

*Figure 3-8 The CSU/DSU Stands Between the Switch and the Terminal*

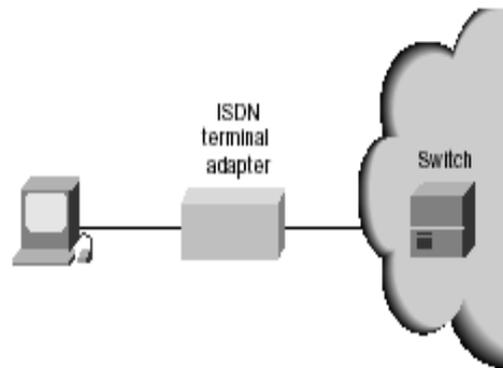


### Ο τελικός προσαρμοστής ISDN

Ένας τελικός προσαρμοστής ISDN είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για να συνδέσει τις βασικές συνδέσεις διαπροσωπειών ISDN (BRI) με άλλες διαπροσωπείες, όπως το EIA / TIA 232 σε έναν δρομολογητή.

Ένας τελικός προσαρμοστής είναι ουσιαστικά ένας αποδιαμορφωτής ISDN, αν και καλείται τελικός προσαρμοστής επειδή δεν μετατρέπει πραγματικά το αναλογικό σε ψηφιακό σήμα. Το σχήμα 3-9 επεξηγεί την τοποθέτηση του τελικού προσαρμοστή σε ένα περιβάλλον ISDN.

*Figure 3-9 The Terminal Adapter Connects the ISDN Terminal Adapter to Other Interfaces*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

# Bridging and Switching

Οι στόχοι του κεφαλαίου είναι:

- Να μάθετε για τα διαφορετικά πρωτόκολλα του τοπικού LAN
- Να μάθετε για τις διαφορετικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να εξετάσουν τη σύνδεση μέσω
- Να μάθετε για τις διαφορετικές τοπολογίες του τοπικού LAN.

## **Τα βασικά για Bridging και Switching**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνολογίες που υιοθετούνται στις συσκευές που αναφέρονται αόριστα ως γέφυρες και διακόπτες. Τα θέματα που συνοψίζονται εδώ περιλαμβάνουν τις γενικές διαδικασίες συσκευών στρώματος συνδέσεων, το τοπικό και απομακρυσμένο γεφύρωμα, τη μετατροπή του ATM, και τη μετατροπή του τοπικού LAN.

### **Τι είναι γέφυρες και διακόπτες(bridges and switches):**

Οι γέφυρες και οι διακόπτες είναι συσκευές επικοινωνιών στοιχείων που λειτουργούν κυρίως στο στρώμα 2 του OSI μοντέλου αναφοράς. Υπό αυτήν τη μορφή, αναφέρονται ευρέως δεδομένου ότι τα στοιχεία συνδέουν τις συσκευές στρώματος.

Οι γέφυρες έγιναν εμπορικά διαθέσιμες στην αρχή της δεκαετίας του '80. Κατά την διάρκεια της εισαγωγής τους, οι γέφυρες συνέδεσαν και επέτρεπαν στο πακέτο να διαβιβάζετε μεταξύ των ομοιογενών δικτύων.

Πιο πρόσφατα, το γεφύρωμα μεταξύ των διαφορετικών δικτύων έχει καθοριστεί επίσης και έχει τυποποιηθεί. Διάφορα είδη γεφυρώματος έχουν αποδείξει σημαντικά ως συσκευές σύνδεσης μέσω δικτύων. Το transparent γεφύρωμα βρίσκεται πρώτιστα στα περιβάλλοντα Ethernet, ενώ το γεφύρωμα πηγής- διαδρομών(source- route) εμφανίζεται πρώτιστα στα συμβολικά περιβάλλοντα δαχτυλιδιών.

Το μεταφραστικό(translational) γεφύρωμα παρέχει τη μετάφραση μεταξύ των μορφών και των αρχών διέλευσης των διαφορετικών τύπων μέσων (συνήθως Ethernet και συμβολικό δαχτυλίδι). Τελικά, το transparent γεφύρωμα πηγή-διαδρομών συνδυάζει τους αλγορίθμους του transparent γεφυρώματος και του γεφυρώματος πηγής -διαδρομών για να αποκαταστήσει την επικοινωνία σε μικτό Ethernet/ token ring περιβάλλον.

Σήμερα, η τεχνολογία αλλαγής έχει προκύψει ως εξελικτικός κληρονόμος στις βασισμένες σε γέφυρες λύσεις σύνδεσης μέσω δικτύων. Οι εφαρμογές μετατροπής εξουσιάζουν τώρα τις εφαρμογές στις οποίες οι τεχνολογίες γεφυρώματος εφαρμόστηκαν στα προγενέστερα σχέδια δικτύων. Η ανώτερη απόδοση ρυθμού, η υψηλότερη πυκνότητα των ports, το χαμηλότερο κόστος ανά port, και η μεγαλύτερη ευελιξία έχουν συμβάλει στην εμφάνιση των switches ως τεχνολογία αντικατάστασης για τις γέφυρες και όπως συμπληρώματα στη δρομολόγηση της τεχνολογίας.

### **Επισκόπηση συσκευών στρώματος συνδέσεων**

Η επισκόπηση συσκευών στρώματος συνδέσεων που γεφυρώνει και που μεταστρέφει εμφανίζεται στο στρώμα συνδέσεων, που ελέγχει τη ροή στοιχείων, σφάλματα μεταφορών λαβών, παρέχει τη φυσική (σε αντιδιαστολή με λογικό) εξέταση και διαχειρίζεται την πρόσβαση στο φυσικό μέσο.

Οι γέφυρες παρέχουν αυτές τις λειτουργίες από τη χρησιμοποίηση των διάφορων πρωτοκόλλων στρώματος συνδέσεων, που υπαγορεύουν το συγκεκριμένο έλεγχο ροής, το χειρισμό σφάλματος, την εξέταση, και τους αλγορίθμους μέσου πρόσβασης. Τα παραδείγματα των δημοφιλών πρωτοκόλλων στρώματος συνδέσεων περιλαμβάνουν Ethernet, Token Ring και FDDI.

Οι γέφυρες και τα switches δεν είναι περίπλοκες συσκευές. Αναλύουν τα εισερχόμενα πλαίσια, κάνουν τη διαβίβαση των αποφάσεων που βασίζονται στις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στα πλαίσια, και διαβιβάζουν τα πλαίσια προς τον προορισμό. Σε μερικές περιπτώσεις, όπως το γεφύρωμα πηγής διαδρομών, το ολόκληρο μονοπάτι στον προορισμό περιλαμβάνεται σε κάθε πλαίσιο. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως το transparent γεφύρωμα, τα πλαίσια διαβιβάζονται σε έναν hop, σε έναν χρόνο προς τον προορισμό.

Η διαφάνεια πρωτοκόλλου ανώτερου στρώματος, είναι ένα αρχικό πλεονέκτημα και της γέφυρας και του Switching. Επειδή και οι δύο τύποι συσκευών λειτουργούν στο στρώμα συνδέσεων, δεν πρέπει να εξετάσουν τις πληροφορίες ανώτερου στρώματος. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν γρήγορα προς τα εμπρός να εμπορευτούν την αντιπροσώπευση οποιουδήποτε πρωτοκόλλου στρώματος δικτύων. Δεν είναι ασυνήθιστο για μια γέφυρα να λειτουργεί AppleTalk, DECnet, TCP/IP, XNS, ή άλλη «κυκλοφορία» μεταξύ δύο ή περισσότερων δικτύων.

Οι γέφυρες είναι ικανές να φιλτράρουν τα πλαίσια που βασίζονται σε οποιοδήποτε πεδίο του στρώματος 2. Παραδείγματος χάριν, μια γέφυρα μπορεί να προγραμματιστεί για να απορρίψει (όχι προς τα εμπρός) όλα τα πλαίσια πηγάζουν από ένα ιδιαίτερο δίκτυο.

Επειδή οι πληροφορίες στρώματος συνδέσεων περιλαμβάνουν συχνά μια αναφορά σε ένα πρωτόκολλο ανώτερου στρώματος, οι γέφυρες μπορούν συνήθως να φιλτραρίσουν σε αυτήν την παράμετρο. Επιπλέον, τα φίλτρα μπορούν να είναι χρήσιμα όσον αφορά στην περιττή μετάδοση broadcast και τα multicast πακέτων.

Από τη διαίρεση των μεγάλων δικτύων σε ανεξάρτητες μονάδες, οι γέφυρες και τα switches παρέχουν διάφορα πλεονεκτήματα. Επειδή μόνο ένα ορισμένο ποσοστό της κυκλοφορίας διαβιβάζεται, μια γέφυρα ή ένα switch μικραίνει την κυκλοφορία που βιώνεται από τις συσκευές σε όλα τα συνδεδεμένα τμήματα μνήμης.

Η γέφυρα ή το switches θα ενεργήσει ως αλεξίπτωρο τοίχωμα για μερικά ενδεχομένως καταστρεπτικά σφάλματα δικτύων και θα προσαρμόσει την επικοινωνία μεταξύ ενός μεγαλύτερου αριθμού συσκευών από ότι θα υποστηριζόταν σε οποιοδήποτε ενιαίο τοπικό LAN που συνδέεται με τη γέφυρα.

Οι γέφυρες και τα switches επεκτείνουν αποτελεσματικά το μήκος του τοπικού LAN, που επιτρέπει την υπό διοίκηση προσκόλληση των απόμακρων σταθμών που δεν επιτράπηκε προηγουμένως.

Αν και οι γέφυρες και τα switches μοιράζονται τις πιο σχετικές ιδιότητες, διάφορες διακρίσεις διαφοροποιούν αυτές τις τεχνολογίες. Οι γέφυρες χρησιμοποιούνται γενικά για να τέμνουν το τοπικό LAN σε μερικά μικρότερα τμήματα μνήμης. Τα switches χρησιμοποιούνται γενικά για να τέμνουν το μεγάλο τοπικό LAN σε πολλά μικρότερα τμήματα μνήμης. Οι γέφυρες έχουν γενικά μόνο μερικά ports για τη συνδετικότητα του τοπικού LAN, ενώ τα switches έχουν γενικά πολλά.

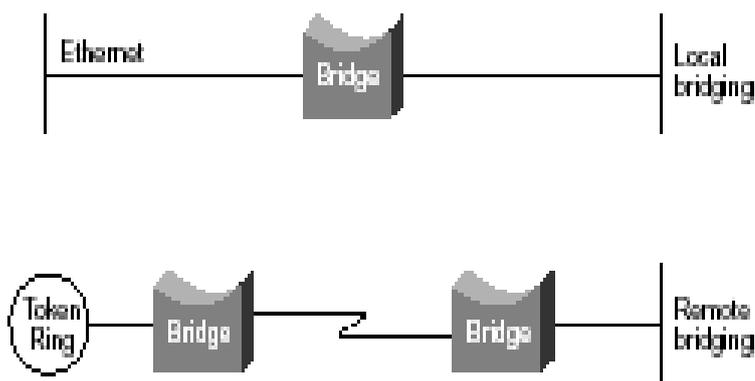
Οι μικροί switches όπως ο Cisco catalyst 2924XL έχουν 24 ports ικανά για 24 διαφορετικά τμήματα μνήμης δικτύων για το τοπικό LAN. Οι μεγαλύτεροι switches όπως ο Cisco catalyst 6500 μπορούν να έχουν εκατοντάδες ports.

Οι switches μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να συνδέσουν LANs με διαφορετικά μέσα, παραδείγματος χάριν, το τοπικό LAN 10- mbps Ethernet και το τοπικό LAN 100- mbps Ethernet μπορούν να συνδεθούν χρησιμοποιώντας έναν switch. Μερικοί switches υποστηρίζουν αποκοπή μέσω της μετατροπής, η οποία μειώνει τη λανθάνουσα κατάσταση και τις καθυστερήσεις στο δίκτυο, ενώ οι γέφυρες υποστηρίζουν μόνο την αποθήκευση και μεταβίβαση- μετατροπή κυκλοφορίας. Τελικά, οι διακόπτες μειώνουν τις συγκρούσεις στα τμήματα μνήμης δικτύων επειδή, παρέχουν το αφιερωμένο εύρος ζώνης συχνοτήτων σε κάθε τμήμα μνήμης δικτύων.

### Οι τύποι γεφυρών

Οι γέφυρες μπορούν να ομαδοποιηθούν στις κατηγορίες που βασίζονται στα διάφορα χαρακτηριστικά προϊόντων. Χρησιμοποιώντας ένα δημοφιλές σχέδιο ταξινόμησης, οι γέφυρες είναι είτε τοπικές είτε απομακρυσμένες. Οι τοπικές γέφυρες παρέχουν μια άμεση σύνδεση μεταξύ των πολλαπλάσιων τμημάτων μνήμης του τοπικού LAN στην ίδια περιοχή. Οι απομακρυσμένες γέφυρες συνδέουν τα πολλαπλάσια τμήματα μνήμης του τοπικού LAN στις διαφορετικές περιοχές, συνήθως πέρα από τις γραμμές τηλεπικοινωνιών. Το σχήμα 4-1 επεξηγεί αυτές τις δύο διαμορφώσεις.

*Figure 4-1 Local and Remote Bridges Connect LAN Segments in Specific Areas*



Το απομακρυσμένο γεφύρωμα παρουσιάζει διάφορες μοναδικές προκλήσεις σύνδεσης μέσω δικτύων, μια από τις οποίες είναι η διαφορά μεταξύ του τοπικού LAN και των WAN ταχυτήτων. Αν και διάφορες γρήγορες WAN τεχνολογίες τώρα καθιερώνουν μια παρουσία γεωγραφικά διασκορπισμένου δικτύου, οι ταχύτητες του τοπικού LAN είναι συχνά πολύ γρηγορότερες από τις WAN ταχύτητες. Οι απέραντες διαφορές στο τοπικό LAN και των WAN ταχυτήτων μπορούν να αποτρέψουν τους χρήστες από το τρέξιμο των καθυστερημένων ευαίσθητων εφαρμογών του τοπικού LAN πέρα από το WAN.

Οι απομακρυσμένες γέφυρες δεν μπορούν να βελτιώσουν τις WAN ταχύτητες, αλλά μπορούν να αντισταθμίσουν τις αποκλίσεις ταχύτητας μέσω μιας ικανοποιητικής αποθηκευτικής δυνατότητας κάλυψης. Εάν μια συσκευή του τοπικού LAN ικανή ενός ποσοστού μεταφορών 3- mbps, θέλει να επικοινωνήσει με μια συσκευή στο απομακρυσμένο τοπικό LAN, η τοπική γέφυρα πρέπει να ρυθμίσει το ρεύμα στοιχείων 3- mbps έτσι ώστε να μην συντρίβει την τμηματική σύνδεση 64-kbps.

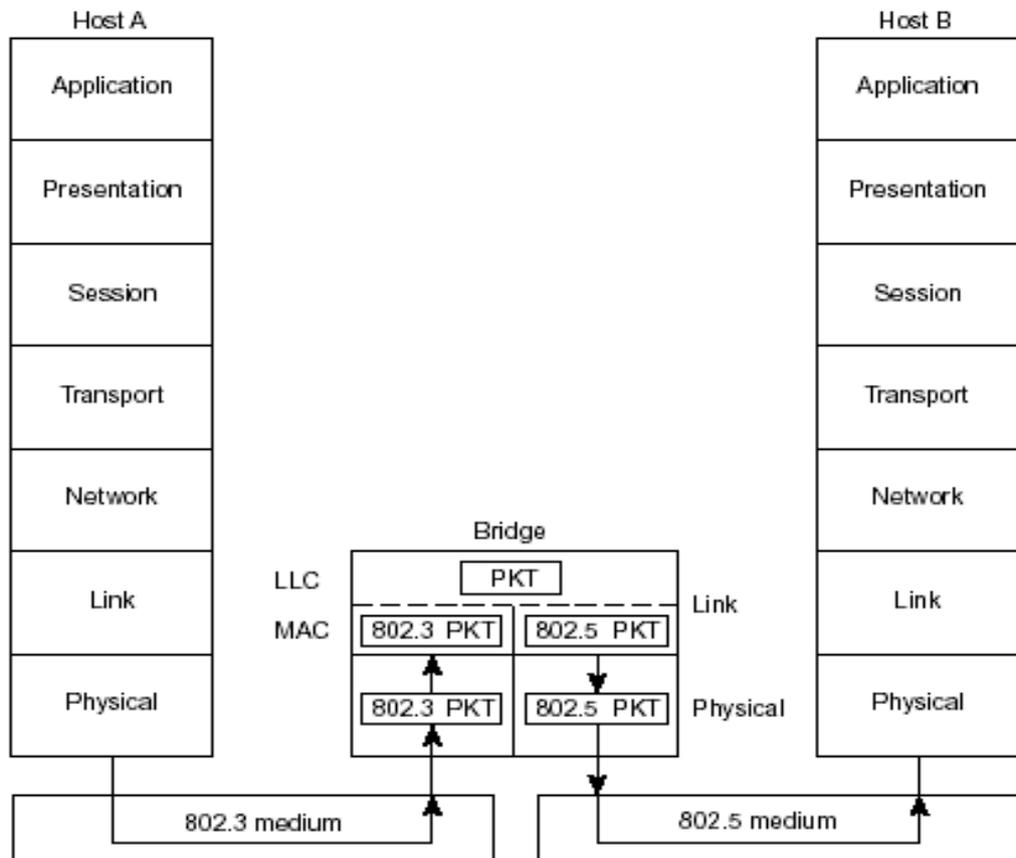
Αυτό γίνεται με την καταχώρηση των εισερχόμενων στοιχείων στους «εν πλω» προσωρινούς χώρους και την αποστολή τους πέρα από την τμηματική σύνδεση, σε ένα ποσοστό που η τμηματική σύνδεση μπορεί να προσαρμόσει.

Αυτή η αποθήκευση μπορεί να επιτευχθεί μόνο για τις κοντινές εκρήξεις των στοιχείων, που δεν συντρέχουν την αποθηκευτική δυνατότητα κάλυψης της γέφυρας.

Το ίδρυμα IEEE διαφοροποιεί το OSI στρώμα συνδέσεων σε δύο χωριστά υποστρώματα: τα μέσα έχουν πρόσβαση στο υπόστρωμα ελέγχου (MAC) και το λογικό υπόστρωμα ελέγχου συνδέσεων (LLC). Το υπόστρωμα της MAC επιτρέπει και ενορχηστρώνει την πρόσβαση μέσων, όπως η διαμάχη και το Token Passing, ενώ το υπόστρωμα LLC εξετάζει τον τεμαχισμό, τον έλεγχο ροής, τον έλεγχο σφάλματος και την εξέταση υποστρωμάτων της MAC.

Μερικές γέφυρες είναι γέφυρες MAC στρώματος, οι οποίες γεφυρώνουν μεταξύ των ομοιογενών δικτύων (παραδείγματος χάριν, IEEE 802.3 και IEEE 802.3), ενώ άλλες γέφυρες μπορούν να μεταφράσουν μεταξύ των διαφορετικών πρωτοκόλλων στρώματος συνδέσεων (παραδείγματος χάριν, IEEE 802.3 και IEEE 802.5). Οι βασικοί μηχανικοί μιας τέτοιας μετάφρασης εμφανίζονται στο σχήμα 4-2.

**Figure 4-2 A MAC-Layer Bridge Connects the IEEE 802.3 and IEEE 802.5 Networks**



Το σχήμα 4-2 επεξηγεί έναν IEEE 802.3 host (host A), που διατυπώνει ένα πακέτο που περιέχει τις πληροφορίες εφαρμογής και ενθυλακώνεται σε ένα IEEE 802.3 συμβατό πλαίσιο για τη διέλευση πέρα από το IEEE 802.3 μέσο της γέφυρας. Στη γέφυρα, το πλαίσιο είναι «γυμνό» από την επικεφαλίδα του 802.3, στο υπόστρωμα της MAC του στρώματος συνδέσεων και περνούν στη συνέχεια μέχρι το υπόστρωμα LLC για την περαιτέρω επεξεργασία. Μετά από αυτήν την επεξεργασία, το πακέτο περνά πίσω σε μια IEEE 802.5 εφαρμογή, η οποία τοποθετεί το πακέτο σε μια IEEE 802.5 επικεφαλίδα για την μεταφορά στο IEEE 802.5 δίκτυο σε ενθυλάκωση στο IEEE 802.5 host (host B).

Η μετάφραση μιας γέφυρας μεταξύ των δικτύων των διαφορετικών τύπων δεν είναι ποτέ τέλεια επειδή το ένα δίκτυο πιθανό θα υποστηρίξει ορισμένα πεδία πλαισίων και λειτουργίες πρωτοκόλλου που δεν υποστηρίζονται από το άλλο δίκτυο.

### Οι τύποι των switches

Τα Switches είναι συσκευές στρώματος συνδέσεων στοιχείων που, όπως οι γέφυρες, επιτρέπουν σε πολλαπλάσια φυσικά τμήματα μνήμης του τοπικού LAN να διασυνδέονται σε ένα ενιαίο μεγαλύτερο δίκτυο. Παρόμοιως με τις γέφυρες, τα switches προωθούν την κυκλοφορία δεδομένων που βασίζεται στις διευθύνσεις της MAC. Οποιαδήποτε συσκευή δικτύων θα δημιουργήσει κάποια λανθάνουσα κατάσταση. Τα switches μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις διαφορετικές τεχνικές διαβίβασης - δύο από αυτές είναι η αποθήκευση & μεταβίβαση και η αποκοπή.

Στην αποθήκευση και μεταβίβαση, ένα ολόκληρο πλαίσιο πρέπει να παραληφθεί προτού να διαβιβάσει. Αυτό σημαίνει ότι η λανθάνουσα κατάσταση μέσω του switch είναι σχετική με το μέγεθος πλαισίων -- όσο μεγαλύτερο το μέγεθος πλαισίων, τόσο περισσότερη η καθυστέρηση μέσω του switch.

Η αποκοπή επιτρέπει στο switch να αρχίσει την προώθηση του πλαισίου, όταν παραλαμβάνεται αρκετό πλαίσιο για να πάρει μια απόφαση διαβίβασης. Αυτό μειώνει τη λανθάνουσα κατάσταση μέσω του switch. Η αποθήκευση και μεταβίβαση δίνει στο switch την ευκαιρία να αξιολογήσει το πλαίσιο για τα σφάλματα πριν από την προώθηση του. Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα μεταξύ των switches και των hubs.

Αυτή η δυνατότητα κάλυψης στα μη μπροστινά πλαίσια που περιέχουν τα σφάλματα είναι ένα από τα πλεονεκτήματα των switches πέρα από τις hubs.

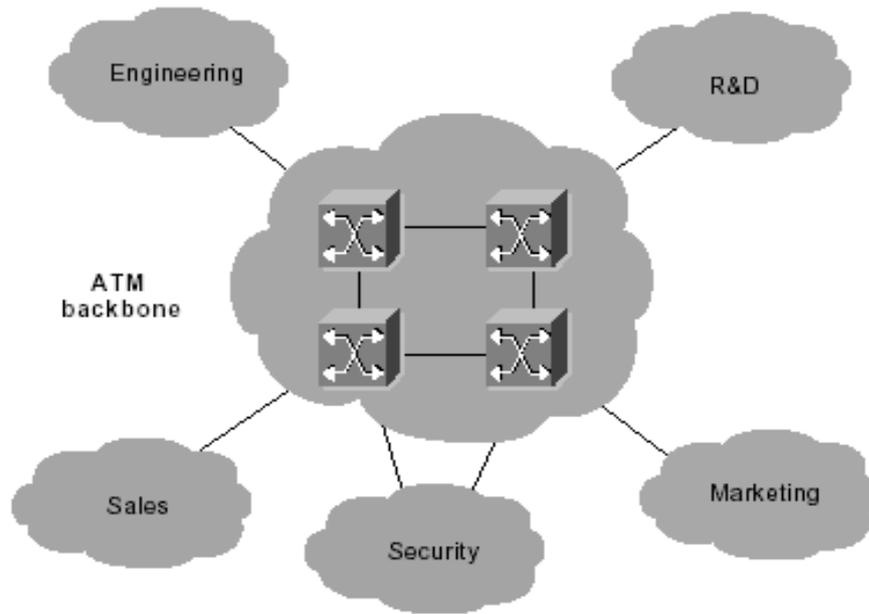
Η αποκοπή δεν προσφέρει αυτό το πλεονέκτημα, έτσι το switch μπορεί να διαβιβάσει πλαίσια που περιέχουν τα σφάλματα. Πολλοί τύποι switches υπάρχουν, συμπεριλαμβανομένων των switches του ATM, των switches του τοπικού LAN, και των διάφορων τύπων WAN switches.

### ATM switch

Οι ATM switches παρέχουν τη μεγάλη μετατροπή και εξελικτικό εύρος ζώνης συχνοτήτων στην ομάδα εργασίας, τη σπονδυλική στήλη επιχειρηματικών δικτύων, και την ευρεία περιοχή. Οι switches του ATM υποστηρίζουν τη φωνή, το βίντεο, και τις εφαρμογές στοιχείων, και σχεδιάζονται για να μετατρέψουν τις μονάδες πληροφοριών με προκαθορισμένο μέγεθος αποκαλούμενες στοιχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται στις επικοινωνίες του ATM.

Το σχήμα 4-3 επεξηγεί ένα επιχειρηματικό δίκτυο που αποτελείται από πολλαπλό LAN που διασυνδέεται πέρα από μια σπονδυλική στήλη του ATM.

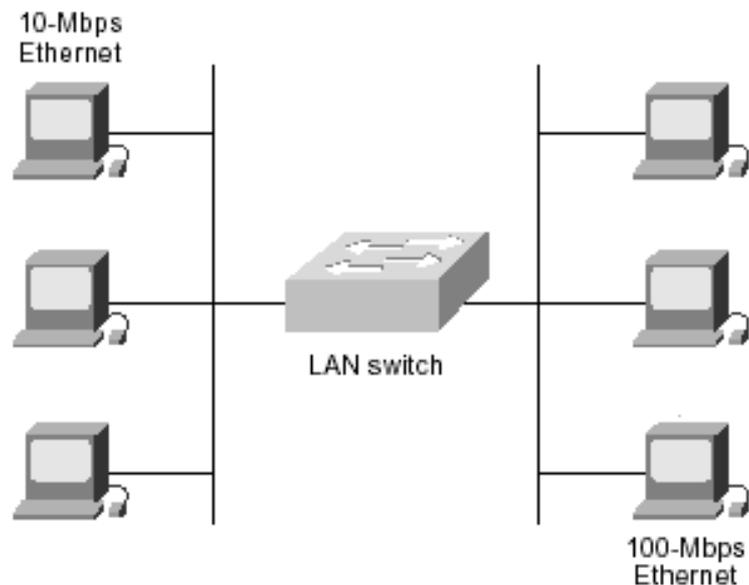
*Figure 4-3 Multi-LAN Networks Can Use an ATM-Based Backbone When Switching Cells*



### LAN switch

Τα switches ενός τοπικού LAN χρησιμοποιούνται για να διασυνδέσουν τα πολλαπλάσια τμήματα μνήμης του τοπικού LAN. Τα switches του τοπικού LAN σχεδιάζονται για να μεταστρέψουν τα πλαίσια στοιχείων σε υψηλές ταχύτητες. Το σχήμα 4-4 επεξηγεί ένα απλό δίκτυο στο οποίο ένα switch του τοπικού LAN διασυνδέει ένα 10- mbps και το τοπικό LAN 100- mbps Ethernet.

*Figure 4-4 A LAN Switch Can Link 10-Mbps and 100-Mbps Ethernet Segments*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

# Δρομολόγηση

Οι στόχοι του κεφαλαίου αυτού είναι:

- Να μάθετε τα βασικά της δρομολόγησης των πρωτοκόλλων
- Να μάθετε τις διαφορές μεταξύ των link-state και των distance-vector πρωτοκόλλων δρομολόγησης
- Στα distance-vector να μάθετε για τις μετρικές που χρησιμοποιούνται με τη δρομολόγηση των πρωτοκόλλων για να καθορίσουν την επιλογή των μονοπατιών
- Να μάθετε τα βασικά πώς ταξιδεύουν τα στοιχεία από τους τελικούς σταθμούς μέσω των ενδιάμεσων σταθμών και προς το σταθμό τελικού προορισμού
- Να καταλάβετε τη διαφορά μεταξύ των καθοδηγημένων πρωτοκόλλων και των πρωτοκόλλων δρομολόγησης.

Τα βασικά δρομολόγησης στο το κεφάλαιο εισάγουν τις έννοιες που χρησιμοποιούνται ευρέως στη δρομολόγηση των πρωτοκόλλων. Τα θέματα που συνοψίζονται εδώ περιλαμβάνουν τα συστατικά και τους αλγορίθμους πρωτοκόλλου δρομολόγησης. Επιπλέον, ο ρόλος της δρομολόγησης των πρωτοκόλλων αντιπαραβάλλεται εν συντομία με το ρόλο των πρωτοκόλλων δρομολόγησης ή πρωτοκόλλων δικτύων.

### **Τι είναι η δρομολόγηση;**

Η δρομολόγηση είναι η πράξη της κίνησης των πληροφοριών διαμέσου ενός δικτύου από μια πηγή σε έναν προορισμό. Κατά μήκος του «δρόμου», τουλάχιστον ένας ενδιάμεσος κόμβος χαρακτηριστικά αντιμετωπίζεται.

Η δρομολόγηση αντιπαραβάλλεται συχνά με το γεφύρωμα, το οποίο φαίνεται να ολοκληρώνει ακριβώς το ίδιο πράγμα στον περιστασιακό παρατηρητή. Η αρχική διαφορά μεταξύ των δύο είναι ότι το γεφύρωμα εμφανίζεται στο στρώμα 2 (το στρώμα συνδέσεων) του OSI μοντέλου αναφοράς, ενώ η δρομολόγηση εμφανίζεται στο στρώμα 3 (το στρώμα δικτύων). Αυτή η διάκριση παρέχει στη δρομολόγηση και το γεφύρωμα τις διαφορετικές πληροφορίες που χρησιμοποιούν στο στάδιο της κίνησης των πληροφοριών από την πηγή στον προορισμό, έτσι οι δύο λειτουργίες ολοκληρώνουν τις στοιχειώδεις εργασίες τους με διαφορετικούς τρόπους.

Το θέμα της δρομολόγησης έχει καλυφθεί στη λογοτεχνία επιστήμης υπολογιστών για περισσότερο από δύο δεκαετίες, αλλά η δρομολόγηση έγινε δημοφιλής στα μέσα περίπου της δεκαετίας του '80. Ο αρχικός λόγος για την καθυστέρηση αυτής της περιόδου είναι ότι τα δίκτυα στη δεκαετία του '70 ήταν απλά, ομοιογενή περιβάλλοντα.

### **Τα συστατικά της δρομολόγησης**

Η δρομολόγηση περιλαμβάνει δύο βασικές δραστηριότητες: να καθορίσει τα βέλτιστα μονοπάτια δρομολόγησης και την μεταφορά των ομάδων πληροφοριών (τα χαρακτηριστικά αποκαλούμενα πακέτα) μέσω ενός δικτύου. Στα πλαίσια της διαδικασίας δρομολόγησης, το τελευταίο αναφέρεται ως μετατροπή πακέτων. Αν και η μετατροπή πακέτων είναι σχετικά απλή, ο προσδιορισμός μονοπατιών μπορεί να είναι πολύ σύνθετος.

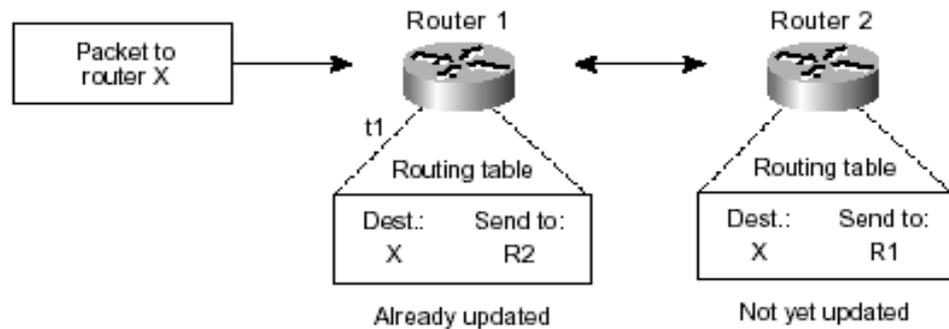
### **Επιλογή του μονοπατιού**

Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης προσδιορισμού μονοπατιών χρησιμοποιούν τις μετρικές για να αξιολογήσουν ποιο μονοπάτι θα είναι το καλύτερο για ένα πακέτο για να ταξιδέψει. Μια μονάδα είναι πρότυπη της μέτρησης, όπως το εύρος ζώνης συχνότητας μονοπατιών, το οποίο χρησιμοποιείται με τη δρομολόγηση των αλγορίθμων για να καθορίσει το βέλτιστο μονοπάτι σε έναν προορισμό.

Για να βοηθήσουν τη διαδικασία του προσδιορισμού μονοπατιών, οι αλγόριθμοι δρομολόγησης μονογράφουν και διατηρούν τους πίνακες δρομολόγησης, οι οποίοι περιέχουν τις πληροφορίες διαδρομών. Οι πληροφορίες διαδρομών ποικίλλουν ανάλογα με τον αλγόριθμο δρομολόγησης που χρησιμοποιείται.

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης γεμίζουν τους πίνακες δρομολόγησης με ποικίλες πληροφορίες. Ο προορισμός/ το επόμενο hop λέει έναν δρομολογητή ότι σε έναν ιδιαίτερο προορισμό μπορεί να επιτευχθούν τα βέλτιστα με την αποστολή του πακέτου σε έναν ιδιαίτερο δρομολογητή που αντιπροσωπεύει το "επόμενο hop" στον δρόμο για τον τελικό προορισμό. Όταν ένας δρομολογητής λαμβάνει ένα εισερχόμενο πακέτο, ελέγχει τη διεύθυνση προορισμού και προσπαθεί να συνδέσει αυτήν την διεύθυνση με ένα επόμενο hop. Το σχήμα 5-1 απεικονίζει έναν πίνακα δρομολόγησης προορισμού / επόμενο hop δειγμάτων.

Figure 5-1 Destination/Next Hop Associations Determine the Data's Optimal Path



Οι πίνακες δρομολόγησης μπορεί επίσης να περιέχουν άλλες πληροφορίες, όπως τα στοιχεία για ένα επιθυμητό μονοπάτι. Οι δρομολογητές συγκρίνουν τις μονάδες για να καθορίσουν τις βέλτιστες διαδρομές, και αυτές οι μονάδες διαφέρουν ανάλογα με το σχέδιο του αλγορίθμου δρομολόγησης που χρησιμοποιείται. Ποικίλες κοινές μονάδες θα εισαχθούν και περιγραφούν αργότερα σε αυτό το κεφάλαιο.

Οι δρομολογητές επικοινωνούν με ο ένας με τον άλλον και διατηρούν τους πίνακες δρομολόγησης τους μέσω της μεταφοράς ποικίλων μηνυμάτων. Το μήνυμα αναπροσαρμογών δρομολόγησης είναι ένα τέτοιο μήνυμα που αποτελείται γενικά από όλους ή μια μερίδα ενός πίνακα δρομολόγησης. Από την ανάλυση των αναπροσαρμογών δρομολόγησης από όλους τους άλλους δρομολογητές, ένας δρομολογητής μπορεί να χτίσει μια λεπτομερή εικόνα της τοπολογίας δικτύων. Μια link-state διαφήμιση, ένα άλλο παράδειγμα ενός μηνύματος που στέλνεται μεταξύ των δρομολογητών, ενημερώνει άλλους δρομολογητές του κράτους των συνδέσεων του πομπού.

Οι πληροφορίες συνδέσεων μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να χτίσουν μια πλήρη εικόνα της τοπολογίας δικτύων για να βοηθήσουν τους δρομολογητές για να καθορίσουν τις βέλτιστες διαδρομές στους προορισμούς δικτύων.

### Μετατροπή (Switching)

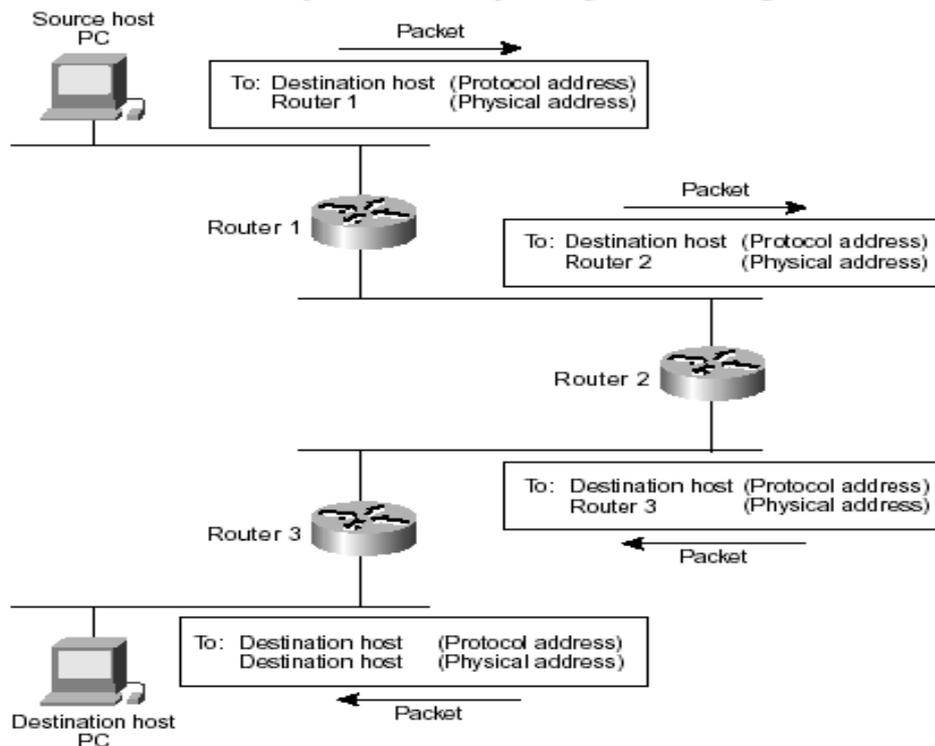
Η αλλαγή των αλγορίθμων είναι σχετικά απλή είναι το ίδιο πράγμα για τα περισσότερα πρωτόκολλα δρομολόγησης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, ένας host καθορίζει ότι πρέπει να στείλει ένα πακέτο σε έναν άλλο host. Αποκτώντας τη διεύθυνση ενός δρομολογητή από μερικά μέσα, ο host πηγής στέλνει ένα πακέτο που εξετάζεται συγκεκριμένα ένα δρομολογητή φυσικής διεύθυνση ελέγχου πρόσβασης μέσω (MAC-στρώματος), αυτή τη φορά με τη διεύθυνση πρωτοκόλλου (στρώμα δικτύων) του host προορισμού.

Δεδομένου ότι εξετάζει τη διεύθυνση πρωτοκόλλου προορισμού του πακέτου, ο δρομολογητής καθορίζει ότι είτε ξέρει ή δεν ξέρει πώς να διαβιβάσει το πακέτο στον επόμενο hop. Εάν ο δρομολογητής δεν ξέρει πώς να διαβιβάσει το πακέτο, ρίχνει χαρακτηριστικά το πακέτο. Εάν ο δρομολογητής ξέρει πώς να διαβιβάσει το πακέτο, εντούτοις, αλλάζει τη φυσική διεύθυνση προορισμού σε αυτή του επόμενου hop και διαβιβάσει το πακέτο. Ο επόμενος hop μπορεί να είναι ο τελευταίος host προορισμού. Εάν όχι, ο επόμενος hop είναι συνήθως ένας άλλος δρομολογητής, ο οποίος εκτελεί την ίδια διαδικασία απόφασης μετατροπής. Καθώς το πακέτο κινείται μέσω του δικτύου, η φυσική διεύθυνσή του αλλάζει, αλλά η διεύθυνση πρωτοκόλλου του παραμένει σταθερή, όπως διευκρινίζεται στο σχήμα 5-2.

Η προηγούμενη συζήτηση περιγράφει τη μετατροπή μεταξύ μιας πηγής και ενός συστήματος. Η διεθνής οργάνωση για την τυποποίηση (ISO) έχει αναπτύξει μια ιεραρχική ορολογία που είναι χρήσιμη στην περιγραφή αυτής της διαδικασίας. Χρησιμοποιώντας αυτήν την ορολογία, οι συσκευές δικτύων χωρίς την δυνατότητα κάλυψης να διαβιβαστούν τα πακέτα μεταξύ των υποδικτύων καλούνται ,τελικά συστήματα (ESs), ενώ οι συσκευές δικτύων με αυτές τις δυνατότητες κάλυψης καλούνται ενδιάμεσα συστήματα, (ISs). Τα ISs είναι περαιτέρω διαιρεμένα σε εκείνα που μπορούν να επικοινωνήσουν μέσα στη δρομολόγηση των δικτυακών γειτονιών (intradomain ISs) και εκείνα που επικοινωνούν και στα δύο ανάμεσα στη δρομολόγηση των δικτυακών γειτονιών (interdomain ISs). Μια δικτυακή γειτονιά δρομολόγησης γενικά θεωρείται μερίδα ενός δικτύου κάτω από την κοινή διοικητική αρχή που ρυθμίζεται από ένα ιδιαίτερο σύνολο διοικητικών οδηγιών.

Οι δικτυακές γειτονιές δρομολόγησης καλούνται επίσης αυτόνομα συστήματα. Με ορισμένα πρωτόκολλα, οι δικτυακές γειτονιές δρομολόγησης μπορούν να διαιρεθούν σε δρομολόγηση των περιοχών, αλλά εσωτερικά στα intradomain, τα πρωτόκολλα δρομολόγησης χρησιμοποιούνται ακόμα για την αλλαγή και των δύο ανάμεσα στις περιοχές.

**Figure 5-2 Numerous Routers May Come into Play During the Switching Process**



### Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορούν να διαφοροποιηθούν βασισμένοι σε διάφορα βασικά χαρακτηριστικά. Κατ' αρχάς, οι ιδιαίτεροι στόχοι του σχεδιαστή αλγορίθμου έχουν επιπτώσεις στη λειτουργία του προκύπτοντος πρωτοκόλλου δρομολόγησης. Δεύτερον, οι διάφοροι τύποι δρομολόγησης των αλγορίθμων υπάρχουν και κάθε αλγόριθμος έχει ένα διαφορετικό αντίκτυπο στα στοιχεία συμπεριφοράς δικτύων και δρομολογητών.

Τελικά, οι αλγόριθμοι δρομολόγησης χρησιμοποιούν ποικίλες μονάδες που έχουν επιπτώσεις στον υπολογισμό των βέλτιστων διαδρομών. Τα ακόλουθα τμήματα αναλύουν αυτές τις ιδιότητες αλγορίθμου δρομολόγησης.

### **Οι στόχοι σχεδίασης**

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης συχνά έχουν ένα ή περισσότερους από τους ακόλουθους στόχους:

- Βελτιστότητα
- απλότητα και χαμηλό κόστος
- ευελιξία σύγκλισης και σταθερότητα
- ευρωστία
- ευελιξία

Η βελτιστότητα αναφέρεται στην δυνατότητα κάλυψης του αλγορίθμου δρομολόγησης να επιλεχτεί η καλύτερη διαδρομή, η οποία εξαρτάται από τις μονάδες και τις μονάδες σταθμίσεως που χρησιμοποιούνται για να κάνουν τον υπολογισμό. Παραδείγματος χάριν, ο ένας αλγόριθμος δρομολόγησης μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορους hops και καθυστερήσεις, αλλά μπορεί να ζυγίσει την καθυστέρηση βαρύτερα στον υπολογισμό. Φυσικά, τα πρωτόκολλα δρομολόγησης πρέπει να καθορίσουν τις μονάδες αλγορίθμων υπολογισμού τους αυστηρά.

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης επίσης σχεδιάζονται για να είναι όσο το δυνατόν απλούστεροι. Με άλλα λόγια, ο αλγόριθμος δρομολόγησης πρέπει να προσφέρει τη λειτουργία του αποτελεσματικά, με ένα ελάχιστο λογισμικό και κόστος. Η αποδοτικότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική όταν πρέπει το λογισμικό που εφαρμόζει τον αλγόριθμο δρομολόγησης να τρέξει σε έναν υπολογιστή με τα περιορισμένα φυσικά στοιχεία συμπεριφοράς. Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης πρέπει να είναι γεροί, το οποίο σημαίνει ότι πρέπει να εκτελεστούν σωστά παρά τις ασυνήθιστες ή απρόβλεπτες περιστάσεις, όπως οι αποτυχίες υλικού, τους υψηλούς όρους φορτίων, και τις ανακριβείς εφαρμογές. Επειδή οι δρομολογητές βρίσκονται στα σημεία επιφανειών επαφής δικτύων, μπορούν να προκαλέσουν ιδιαίτερα προβλήματα όταν αποτυγχάνουν. Οι καλύτεροι αλγόριθμοι δρομολόγησης είναι συχνά εκείνοι που έχουν αντισταθεί στη δοκιμή του χρόνου και που έχουν αποδειχτεί σταθεροί κάτω από ποικίλους όρους δικτύων.

Επιπλέον, οι αλγόριθμοι δρομολόγησης πρέπει να συγκλίνουν γρήγορα. Η σύγκλιση είναι η διαδικασία της συμφωνίας, από όλους τους δρομολογητές, για τις βέλτιστες διαδρομές.

Όταν ένα γεγονός δικτύων αναγκάζει τις διαδρομές είτε να πάνε κάτω είτε να γίνουν διαθέσιμες, οι δρομολογητές διανέμουν τα μηνύματα αναπροσαρμογών δρομολόγησης που διαπερνούν τα δίκτυα, που υποκινούν τον επανυπολογισμό των βέλτιστων διαδρομών και τελικά αναγκάζουν όλους τους δρομολογητές για να συμφωνήσουν σχετικά με αυτές τις διαδρομές. Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης που συγκλίνουν αργά μπορούν να προκαλέσουν τους βρόχους δρομολόγησης ή τις διακοπές των δικτύων.

Στο βρόχο δρομολόγησης που παρουσιάζεται στο σχήμα 5-3, ένα πακέτο φθάνει στο δρομολογητή 1 την χρονική στιγμή  $t_1$  ο δρομολογητής 1 ήδη έχει ενημερωθεί και έτσι ξέρει ότι την βέλτιστη διαδρομή για τον προορισμό και καλεί τον δρομολογητή 2 για να είναι η επόμενη στάση. Ο δρομολογητής 1 επομένως προωθεί προς τα εμπρός το πακέτο στο δρομολογητή 2, αλλά επειδή αυτός ο δρομολογητής δεν έχει ενημερωθεί ακόμα, θεωρεί ότι ο βέλτιστος επόμενος hop είναι ο δρομολογητής 1.

Ο δρομολογητής 2 επομένως προωθεί το πακέτο πίσω στο δρομολογητή 1, και το πακέτο συνεχίζει να αναπηδά πέρα δώθε μεταξύ των δύο δρομολογητών έως ότου λαμβάνει ο δρομολογητής 2 την αναπροσαρμογή δρομολόγησής του ή έως ότου έχει μεταστραφεί το πακέτο στο μέγιστο αριθμό χρόνων που επιτρέπονται.

*Figure 5-3 Slow Convergence and Routing Loops Can Hinder Progress*

To reach network:	Send to:
27	Node A
57	Node B
17	Node C
24	Node A
52	Node A
16	Node B
26	Node A
.	.
.	.
.	.

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης πρέπει επίσης να είναι εύκαμπτοι, το οποίο σημαίνει ότι πρέπει γρήγορα και ακριβώς να προσαρμόζονται σε ποικίλες περιστάσεις δικτύων. Υποθέστε, παραδείγματος χάριν, ότι ένα τμήμα μνήμης δικτύων έχει «πέσει». Δεδομένου ότι πολλοί αλγόριθμοι δρομολόγησης γίνονται ενήμεροι για το πρόβλημα, θα επιλέξουν γρήγορα το επόμενο βέλτιστο μονοπάτι για όλες τις διαδρομές χρησιμοποιώντας κανονικά εκείνο το τμήμα μνήμης.

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορούν να προγραμματιστούν για να προσαρμοστούν στις αλλαγές στο εύρος ζώνης της συχνότητας δικτύων, το μέγεθος σειρών αναμονής δρομολογητών, και την καθυστέρηση δικτύων, μεταξύ άλλων μεταβλητών.

### **Τύποι αλγορίθμων**

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορούν να ταξινομηθούν κατά τύπο. Οι βασικοί διαφοροποιητές περιλαμβάνουν αυτών:

- στατικοί εναντίον δυναμικών
- ενός μονοπατιού εναντίον πολλαπλών διαδρομών
- ενός ευφυές host εναντίον ενός ευφυή δρομολογητή
- Intradomain εναντίον του interdomain
- Link-state εναντίον του distance - vector.

### **Στατικοί εναντίον δυναμικών**

Οι στατικοί αλγόριθμοι δρομολόγησης δεν είναι αλγόριθμοι γενικά, αλλά είναι επιτραπέζιες χαρτογραφήσεις που καθιερώνονται από το διοικητή δικτύων πριν από την αρχή της δρομολόγησης. Αυτές οι χαρτογραφήσεις δεν αλλάζουν εκτός αν ο διοικητής δικτύων τις αλλάξει. Οι αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται στις στατικές διαδρομές είναι απλοί στον σχεδιασμό και μπορούν να εργαστούν καλά στα περιβάλλοντα όπου η κυκλοφορία δικτύων είναι σχετικά προβλέψιμη και πού το σχέδιο δικτύων είναι σχετικά απλό.

Επειδή τα στατικά συστήματα δρομολόγησης μπορούν να αντιδράσουν στις αλλαγές δικτύων, γενικά θεωρούνται ακατάλληλα για τα σημερινά μεγάλα, συνεχώς μεταβαλλόμενα δίκτυα. Οι περισσότεροι από τους κυρίαρχους αλγόριθμους δρομολόγησης είναι σήμερα δυναμικοί αλγόριθμοι δρομολόγησης, οι οποίοι ρυθμίζονται στις μεταβαλλόμενες περιστάσεις δικτύων με την ανάλυση των εισερχόμενων μηνυμάτων και των αναπροσαρμογών δρομολόγησης.

Εάν το μήνυμα δείχνει ότι μια αλλαγή δικτύων έχει εμφανιστεί, το λογισμικό δρομολόγησης υπολογίζει εκ νέου τις διαδρομές και στέλνει τα νέα μηνύματα αναπροσαρμογών δρομολόγησης. Αυτά τα μηνύματα διαπερνούν το δίκτυο, που υποκινεί τους δρομολογητές στην επανάληψη των αλγόριθμων τους και αλλάζουν τους πίνακες δρομολόγησής τους αναλόγως.

Οι δυναμικοί αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορούν να συμπληρωθούν με τις στατικές διαδρομές κατάλληλα. Ένας δρομολογητής της τελευταίας λύσης (ένας δρομολογητής στον οποίο όλα τα μη δρομολογημένα πακέτα στέλνονται), παραδείγματος χάριν, μπορεί να υποδειχθεί για να ενεργήσει ως αποθήκη για όλα τα μη δρομολογημένα πακέτα, εξασφαλίζοντας ότι όλα τα μηνύματα αντιμετωπίζονται τουλάχιστον με κάποιο τρόπο.

### **Ένα μονοπάτι εναντίον πολλαπλών διαδρομών**

Μερικά περίπλοκα πρωτόκολλα δρομολόγησης υποστηρίζουν τα πολλαπλάσια μονοπάτια στον ίδιο προορισμό. Αντίθετα από τους αλγόριθμους ενός -μονοπατιού, αυτοί οι πολλαπλών διαδρομών αλγόριθμοι επιτρέπουν να πολλαπλή κυκλοφορία πάνω από πολλαπλάσιες γραμμές. Τα πλεονεκτήματα των πολλαπλών διαδρομών αλγόριθμων είναι προφανή: Μπορούν να παρέχουν ουσιαστικά καλύτερη ρυθμοαπόδοση και αξιοπιστία. Αυτό καλείται γενικά διανομή φορτίων.

### **Ευφυείς host εναντίον ευφυή δρομολογητή**

Μερικοί αλγόριθμοι δρομολόγησης υποθέτουν ότι ο κόμβος τέλους θα καθορίσει ολόκληρη την διαδρομή. Αυτό αναφέρεται συνήθως ως δρομολόγηση πηγής. Στα συστήματα πηγής δρομολόγησης, οι δρομολογητές ενεργούν μόνο ως αποθήκευση και μεταβίβασης συσκευές, στέλνοντας mindlessly το πακέτο στην επόμενη στάση. Άλλοι αλγόριθμοι υποθέτουν ότι οι hosts δεν ξέρουν τίποτα για τις διαδρομές. Σε αυτούς τους αλγόριθμους, οι δρομολογητές καθορίζουν το μονοπάτι μέσω του δικτύου που βασίζεται στους υπολογισμούς τους. Στο πρώτο σύστημα, οι hosts έχουν τη νοημοσύνη δρομολόγησης. Στο τελευταίο σύστημα, οι δρομολογητές δεν έχουν τη νοημοσύνη δρομολόγησης.

### **Intradomain εναντίον Interdomain**

Κάποιοι αλγόριθμοι δρομολόγησης εργάζονται μόνο μέσα στις δικτυακές γειτονιές ενώ άλλοι εργάζονται μέσα και ανάμεσα στις δικτυακές γειτονιές. Η φύση αυτών των δύο τύπων αλγόριθμου είναι διαφορετική. Στέκεται στο λόγο, επομένως, ότι ένας βέλτιστος αλγόριθμος δρομολόγησης Intradomain δεν θα ήταν απαραίτητος ένας βέλτιστος αλγόριθμος δρομολόγησης Interdomain.

### Link-state εναντίον του distance – vector

Οι Link-state αλγόριθμοι (που είναι γνωστοί επίσης ως κοντύτεροι πρώτοι αλγόριθμοι μονοπατιών) στέλνουν πληροφορίες σε όλους τους κόμβους στο δίκτυο. Κάθε δρομολογητής, εντούτοις, στέλνει μόνο τη μερίδα του πίνακα δρομολόγησης που περιγράφει το κράτος των συνδέσεων του. Στους Distance – vector αλγόριθμους, κάθε δρομολογητής χτίζει μια εικόνα του ολόκληρου δικτύου στους πίνακες δρομολόγησης του. Οι διανυσματικοί αλγόριθμοι απόστασης (που είναι γνωστοί επίσης ως αλγόριθμοι Bellman - Ford) καλούν κάθε δρομολογητή να στείλει όλες ή μια μερίδα του πίνακα δρομολόγησης του, αλλά μόνο στους γείτονές του. Στην ουσία, οι Link-state αλγόριθμοι στέλνουν τις μικρές αναπροσαρμογές παντού, ενώ οι διανυσματικοί αλγόριθμοι απόστασης (Distance – vector) στέλνουν τις μεγαλύτερες αναπροσαρμογές μόνο στους γειτονικούς δρομολογητές. Οι διανυσματικοί αλγόριθμοι απόστασης (Distance – vector) ξέρουν μόνο για τους γείτονές τους.

Επειδή συγκλίνουν γρηγορότερα, οι Link-state αλγόριθμοι είναι κάπως λιγότερο επιρρεπείς σε βρόγχους δρομολόγησης από τους διανυσματικούς αλγόριθμους απόστασης. Αφ' ετέρου, οι Link-state αλγόριθμοι απαιτούν περισσότερη ισχύ και τη μνήμη την ΚΜΕ από τους διανυσματικούς αλγόριθμους απόστασης.

Οι Link-state αλγόριθμοι, επομένως, μπορούν να είναι ακριβότεροι να εφαρμοστούν και να υποστηριχθούν.

Τα Link-state πρωτόκολλα είναι γενικά πιο εξελικτικά από τα Distance – vector.

### Οι πίνακες δρομολόγησης μονάδων

Οι πίνακες δρομολόγησης, των μονάδων δρομολόγησης περιέχουν τις πληροφορίες που χρησιμοποιούνται με την αλλαγή του λογισμικού για να επιλέξουν την καλύτερη διαδρομή. Αλλά πώς, συγκεκριμένα, οι πίνακες δρομολόγησης χτίζονται; Ποια είναι η συγκεκριμένη φύση των πληροφοριών που περιέχουν; Πώς οι αλγόριθμοι δρομολόγησης καθορίζουν ότι μια διαδρομή είναι προτιμητέα από άλλες;

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης έχουν χρησιμοποιήσει πολλές διαφορετικές μονάδες για να καθορίσουν την καλύτερη διαδρομή. Οι περίπλοκοι αλγόριθμοι δρομολόγησης μπορούν με βάση την επιλογή να καθοδηγήσουν τις πολλαπλάσιες μονάδες, που τις συνδυάζουν ενιαία (υβριδικά) σε μια μονάδα.

Όλες οι ακόλουθες μονάδες έχουν χρησιμοποιηθεί:

- εύρος ζώνης συχνοτήτων
- καθυστέρηση
- αξιοπιστία
- μήκος μονοπατιών
- επικοινωνία φορτίων
- κόστος

Το μήκος μονοπατιών είναι η πιο κοινή δρομολόγηση μονάδων. Μερικά πρωτόκολλα δρομολόγησης επιτρέπουν στους διοικητές δικτύων για να αναθέσουν το αυθαίρετο κόστος σε κάθε σύνδεση δικτύων. Σε αυτήν την περίπτωση, το μήκος μονοπατιών είναι το ποσό του κόστους που συνδέεται με κάθε σύνδεση που διαπερνιέται.

Άλλα πρωτόκολλα δρομολόγησης καθορίζουν την αρίθμηση hop, μια μονάδα που προσδιορίζει τον αριθμό περασμάτων μέσω των προϊόντων σύνδεσης μέσω δικτύων, όπως οι δρομολογητές, τους οποίους ένα πακέτο πρέπει να πάρει καθ'οδόν από μια πηγή σε έναν προορισμό.

*Η αξιοπιστία*, στα πλαίσια της δρομολόγησης των αλγορίθμων, αναφέρεται στην αξιοπιστία (που περιγράφεται συνήθως από την άποψη του ποσοστού ψηφίο-σφάλματος) κάθε σύνδεσης δικτύων. Μερικές συνδέσεις δικτύων πέφτουν από συχνότερα από άλλες. Αφότου αποτυγχάνει ένα δίκτυο, ορισμένες συνδέσεις δικτύων μπορούν να επισκευαστούν ευκολότερα ή γρηγορότερα από άλλες συνδέσεις.

Οποιοιδήποτε παράγοντες αξιοπιστίας μπορούν να ληφθούν υπόψη στην ανάθεση των εκτιμήσεων αξιοπιστίας, οι οποίες είναι αυθαίρετες αριθμητικές αξίες, που ανατίθενται συνήθως στις συνδέσεις δικτύων από τους διοικητές δικτύων.

*Η καθυστέρηση δρομολόγησης* αναφέρεται στο μήκος του χρόνου που απαιτείται για να κινηθεί ένα πακέτο από την πηγή στον προορισμό μέσω του δικτύου. Η καθυστέρηση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του εύρους ζώνης συχνοτήτων, των ενδιάμεσων συνδέσεων δικτύων, οι σειρές αναμονής στις πόρτες κάθε δρομολογητή κατά μήκος του τρόπου, της συμφόρησης δικτύων σε όλες τις ενδιάμεσες συνδέσεις δικτύων, και της φυσικής απόστασης που ταξιδεύει. Επειδή η καθυστέρηση είναι μια συσσώρευση διάφορων σημαντικών μεταβλητών, είναι κοινή και χρήσιμη μια μονάδα.

*Το εύρος ζώνης* συχνοτήτων αναφέρεται στο διαθέσιμο δυναμικό μονάδας κυκλοφορίας μιας σύνδεσης.

Με τις υπόλοιπες μεταβλητές σταθερές, μια σύνδεση 10- mbps Ethernet θα ήταν προτιμητέα σε μια μισθωμένη 64-kbps γραμμή. Αν και το εύρος ζώνης συχνοτήτων είναι μια εκτίμηση της μέγιστης εφικτής ρυθμοαπόδοσης σε μια σύνδεση, καθοδηγεί μέσω των συνδέσεων με το μεγαλύτερο εύρος ζώνης συχνοτήτων και δεν παρέχει απαραίτητα τις καλύτερες διαδρομές από τις διαδρομές μέσω των πιο αργών συνδέσεων.

Παραδείγματος χάριν, εάν μια γρηγορότερη σύνδεση είναι πιο απασχολημένη, ο πραγματικός χρόνος που απαιτήθηκε για να στείλει ένα πακέτο στον προορισμό θα μπορούσε να είναι μεγαλύτερος.

*Το φορτίο* αναφέρεται στο βαθμό, στον οποίο ένα στοιχείο συμπεριφοράς δικτύων, όπως ένας δρομολογητής, είναι απασχολημένο. Το φορτίο μπορεί να υπολογιστεί σε ποικίλους τρόπους, συμπεριλαμβανομένης της χρησιμοποίησης ΚΜΕ και των πακέτων που υποβάλλονται σε επεξεργασία ανά δευτερόλεπτο. Ο έλεγχος αυτών των παραμέτρων σε μια συνεχή βάση μπορεί να είναι στοιχείο συμπεριφοράς-εντατικά για το ίδιο.

Το κόστος επικοινωνίας είναι μια άλλη σημαντική μονάδα, ειδικά επειδή μερικές επιχειρήσεις δεν μπορούν να φροντίσουν για την απόδοση τόσο πολύ όσο φροντίζουν για τις λειτουργικές δαπάνες. Αν και η καθυστέρηση γραμμών μπορεί να είναι πιο μακροχρόνια, θα στείλουν τα πακέτα πέρα από τις γραμμές τους, παρά μέσω των δημόσιων γραμμών που κοστίζουν χρήματα για το χρόνο χρήσης τους.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

# ΤΣΡ/ΙΡ

## Πρωτόκολλα διαδικτύου

Τα πρωτόκολλα διαδικτύου είναι η ακολουθία παγκόσμιου δημοφιλέστερη (μη ειδικευμένη) πρωτοκόλλου ανοικτού συστήματος επειδή μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επικοινωνήσουν πέρα από θέτουν των διασυνδεδεμένων δικτύων και είναι εξίσου καλά ταιριασμένοι για το τοπικό LAN και τις WAN επικοινωνίες. Τα πρωτόκολλα διαδικτύου αποτελούνται από μια ακολουθία των πρωτοκόλλων επικοινωνίας, της οποίας δύο είναι τα περισσότερο γνωστά και είναι το πρωτόκολλο ελέγχου μεταφορών (TCP) και το πρωτόκολλο (IP) διαδικτύου. Η ακολουθία πρωτοκόλλου διαδικτύου όχι μόνο περιλαμβάνει τα πρωτόκολλα χαμηλού-στρώματος (όπως TCP και την IP), αλλά προσδιορίζει επίσης τις κοινές εφαρμογές όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η τελική εξομοίωση, και η μεταφορά αρχείων. Αυτό το κεφάλαιο παρέχει μια ευρεία εισαγωγή στις προδιαγραφές που περιλαμβάνουν τα πρωτόκολλα διαδικτύου. Οι συζητήσεις περιλαμβάνουν την εξέταση IP και τα βασικά πρωτόκολλα ανώτερου-στρώματος που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο.

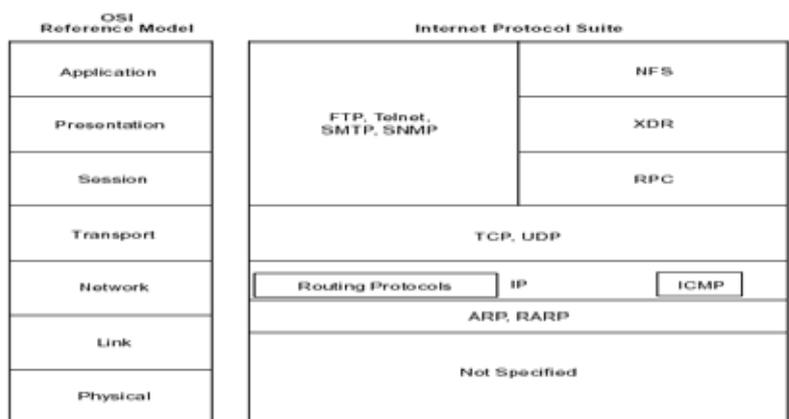
Τα πρωτόκολλα διαδικτύου αναπτύχθηκαν αρχικά στα μέσα της δεκαετίας του '70, όταν προώθησε η υπεράσπιση την αντιπροσωπεία ερευνητικών προγραμμάτων (DARPA) ενδιαφέρθηκε στην καθιέρωση ενός πακέτου διακοπών δικτύου που θα διευκόλυνε την επικοινωνία μεταξύ των ανόμοιων συστημάτων υπολογιστών στα ερευνητικά ιδρύματα. Με το στόχο της ετερογενούς συνδετικότητας στο μυαλό, DARPA χρηματοδότησε την έρευνα από το πανεπιστήμιο του Stanford και Bolt, Beranek, και Newman (BBN). Το αποτέλεσμα αυτής της προσπάθειας ανάπτυξης ήταν η ακολουθία πρωτοκόλλου διαδικτύου, που ολοκλήρωσε προς το τέλος της δεκαετίας του '70.

Το TCP/IP αργότερα περιλήφθηκε με το Unix διανομής λογισμικού του Berkeley (BSD) και έχει γίνει από τότε το θεμέλιο οικοδομής στο οποίο το διαδίκτυο και ο παγκόσμιος Ιστός (WWW) είναι βασισμένοι.

Η τεκμηρίωση των πρωτοκόλλων διαδικτύου (συμπεριλαμβανομένων των νέων ή αναθεωρημένων πρωτοκόλλων) και οι πολιτικές προσδιορίζονται στις τεχνικές εκθέσεις που καλούνται το αίτημα για τα σχόλια (RFCs), τα οποία δημοσιεύονται και έπειτα αναθεωρημένα και αναλύονται από την κοινότητα διαδικτύου.

Για να επεξηγήσει το πεδίο των πρωτοκόλλων διαδικτύου, ο αριθμός 30-1 χαρτογραφεί πολλά από τα πρωτόκολλα της ακολουθίας πρωτοκόλλου διαδικτύου και των αντίστοιχων OSI στρωμάτων τους. Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει τα βασικά στοιχεία και τις διαδικασίες αυτών των και άλλων βασικών πρωτοκόλλων διαδικτύου.

Figure 30-1 Internet protocols span the complete range of OSI model layers.



## Το πρωτόκολλο (IP) διαδικτύου

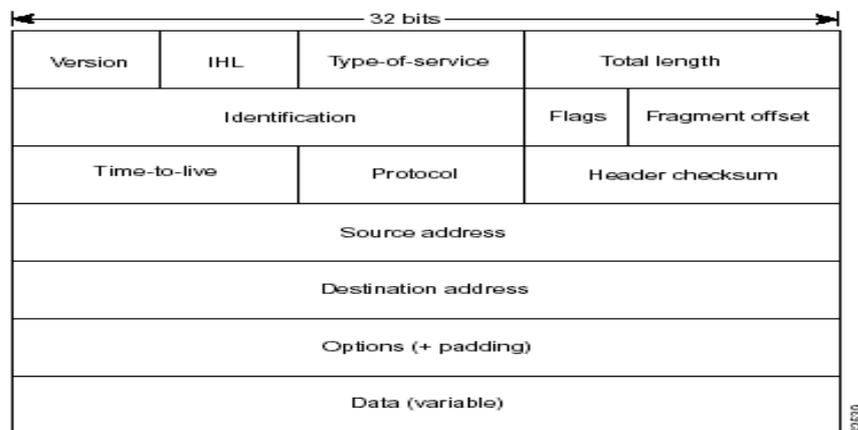
Το πρωτόκολλο (IP) διαδικτύου είναι ένα δίκτυο-στρώμα (πρωτόκολλο στρώματος 3) που περιέχει την εξέταση των πληροφοριών και μερικών πληροφοριών ελέγχου που επιτρέπουν στα πακέτα να καθοδηγούνται. Η IP είναι τεκμηριωμένη σε RFC 791 και είναι το αρχικό πρωτόκολλο δίκτυο-στρώματος στην ακολουθία πρωτοκόλλου διαδικτύου. Μαζί με το πρωτόκολλο ελέγχου μεταφορών (TCP) η IP αντιπροσωπεύει την καρδιά των πρωτοκόλλων διαδικτύου.

Η IP έχει δύο αρχικές ευθύνες: παροχή χωρίς σύνδεση, παράδοση καλύτερης -προσπάθειας των διαγραμμάτων δεδομένων μέσω ενός μεσοδικτύου και παρέχοντας τον τεμαχισμό και την επανασυναρμολόγηση των διαγραμμάτων δεδομένων για να υποστηρίξει τις συνδέσεις στοιχείων με τα διαφορετικά μεγέθη μονάδων μέγιστο- μεταφορά (MTU).

## Η μορφή πακέτων IP

Ένα πακέτο IP περιέχει διάφορους τύπους πληροφοριών, όπως διευκρινίζονται στον αριθμό 30-2.

Figure 30-2 Fourteen fields comprise an IP packet.



Η ακόλουθη συζήτηση περιγράφει τα πεδία πακέτων IP που διευκρινίζονται στον αριθμό 30-2:

- Η έκδοση -- δείχνει την έκδοση IP του αυτήν την περίοδο χρησιμοποιημένου
- IP μήκους επικεφαλίδων (IHL) -- δείχνει ότι το μήκος επικεφαλίδων διαγραμμάτων δεδομένων στην 32-bit λέξεων
- Τύπος της υπηρεσίας -- προσδιορίζουν πώς ένα πρωτόκολλο ανώτερου στρώματος θα συμπαθούσε ένα διάγραμμα δεδομένων ρευμάτων για να αντιμετωπιστεί, και αναθέτουν στα διαγράμματα δεδομένων τα διάφορα επίπεδα σημασίας
- Συνολικού μήκους -- προσδιορίζει το μήκος, στις οκτάδες, του ολόκληρου πακέτου IP, συμπεριλαμβανομένων των στοιχείων και των επικεφαλίδων

• αναγνώριση -- περιέχει έναν ακέραιο αριθμό που προσδιορίζει το διάγραμμα δεδομένων . Αυτό το πεδίο χρησιμοποιείται για να βοηθήσει να συναρμολογήσει τα κομμάτια των διαγραμμάτων δεδομένων

• τις σημαίες -- αποτελείται από ένα πεδίο 3-δυναδικών ψηφίων του οποίου τα δύο low-order (ελάχιστα-σημαντικά) δυαδικά ψηφία ελέγχουν τον τεμαχισμό. Το low-order δυαδικό ψηφίο προσδιορίζει εάν το πακέτο μπορεί να τεμαχιστεί. Το μέσο δυαδικό ψηφίο προσδιορίζει εάν το πακέτο είναι το τελευταίο τεμάχιο σε σειρά διάταξης των τεμαχισμένων πακέτων. Το τρίτο ή high-order δυαδικό ψηφίο δεν είναι χρησιμοποιημένο τεμάχιο

• Που αντισταθμίζεται -- δείχνει τη θέση των στοιχείων του τεμαχίου σχετικά με την αρχή των στοιχείων στο αρχικό διάγραμμα δεδομένων, το οποίο επιτρέπει στη διαδικασία προορισμού IP για να αναδημιουργήσει κατάλληλα το αρχικό διάγραμμα δεδομένων

• Χρόνος στη «ζωή» -- διατηρεί έναν μετρητή εκείνο τον βαθμιαία μειώσεις κάτω σε μηδέν, σε ποιο σημείο το διάγραμμα δεδομένων απορρίπτεται. Αυτό κρατά τα πακέτα ατέλειωτα.

• Το πρωτόκολλο -- δείχνει ποιο πρωτόκολλο ανώτερου στρώματος λαμβάνει τα εισερχόμενα πακέτα αφότου η επεξεργασία IP είναι πλήρης

• Αθροιστής επικεφαλίδων -- βοηθάει στην εξασφάλιση των IP επικεφαλίδων

• Διεύθυνση πηγής ακεραιότητας -- προσδιορίζει στέλνοντας τη στους κόμβους

• Διεύθυνση προορισμού -- προσδιορίζει το λαμβάνοντα κόμβο.

• Οι δυνατότητες -- επιτρέπει στην IP για να υποστηρίξει τις διάφορες προαιρετικές δυνατότητες, όπως ασφάλεια

• Τα στοιχεία -- περιέχουν τις πληροφορίες ανώτερου στρώματος.

### **IP Διεύθυνση**

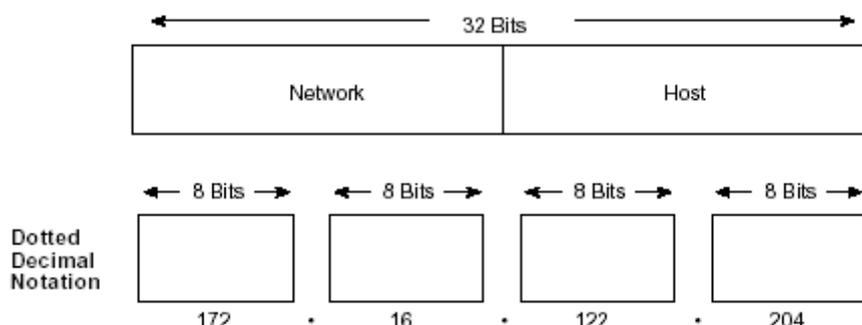
Όπως με οποιοδήποτε άλλο πρωτόκολλο δίκτυου στρώματος, η IP που εξετάζει το σχέδιο είναι ακέραια στη διαδικασία τα διαγράμματα δεδομένων IP μέσω ενός μεσοδικτύου. Κάθε διεύθυνση IP έχει τα συγκεκριμένα συστατικά και ακολουθεί μια βασική μορφή. Αυτές οι διευθύνσεις IP μπορούν να υποδιαιρεθούν και να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν τις διευθύνσεις για τα υποδίκτυα, όπως συζητούνται λεπτομερέστερα αργότερα σε αυτό το κεφάλαιο.

Σε κάθε ξένο Η/Υ στο TCP/IP δίκτυο ανατίθεται μια μοναδική 32-bit λογική διεύθυνση που είναι διαιρεμένη σε δύο βασικά μέρη: ο αριθμός δικτύων και ο αριθμός ξένου Η/Υ. Ο αριθμός δικτύων προσδιορίζει ένα δίκτυο και πρέπει να ανατεθεί από το κέντρο πληροφοριών δικτύων διαδικτύου (InterNIC) εάν το δίκτυο πρόκειται να είσαι μέρος του διαδικτύου. Ένας προμηθευτής υπηρεσιών διαδικτύου (ISP) μπορεί να λάβει τις ομάδες δεδομένων των διευθύνσεων δικτύων από το InterNIC και μπορεί ο ίδιος να αναθέσει το διάστημα διευθύνσεων ανάλογα με τις ανάγκες. Ο αριθμός ξένου Η/Υ προσδιορίζει έναν ξένο Η/Υ σε ένα δίκτυο και ανατίθεται από τον τοπικό διαχειριστή δικτύων.

### **Η μορφή διευθύνσεων IP**

Η 32-bit διεύθυνση IP ομαδοποιεί 8-bit σε έναν χρόνο, χωρίζεται από τα σημεία, και αντιπροσωπεύεται με τη δεκαδική μορφή . Κάθε δυαδικό ψηφίο στο octet έχει ένα δυαδικό βάρος (128 ..64, 32 ..16 ..8 ..4 ..2, 1). Η ελάχιστη αξία για ένα octet είναι 0, και η μέγιστη αξία για ένα octet είναι 255. Ο αριθμός 30-3 επεξηγεί τη βασική μορφή μιας διεύθυνσης IP.

Figure 30-3 An IP address consists of 32 bits, grouped into four octets.



### Η εξέταση κλάσεων IP

Οι IP διευθύνσεων υποστηρίζει πέντε διαφορετικές κλάσεις διευθύνσεων: A, B, C, D, και E. Μόνο οι κλάσεις a, b, και c είναι διαθέσιμες για την εμπορική χρήση. Τα left-most (high-order) δυαδικά ψηφία δείχνουν την κλάση δικτύων. Ο πίνακας 30-1 παρέχει τις πληροφορίες αναφοράς για τις πέντε κλάσεις διευθύνσεων IP.

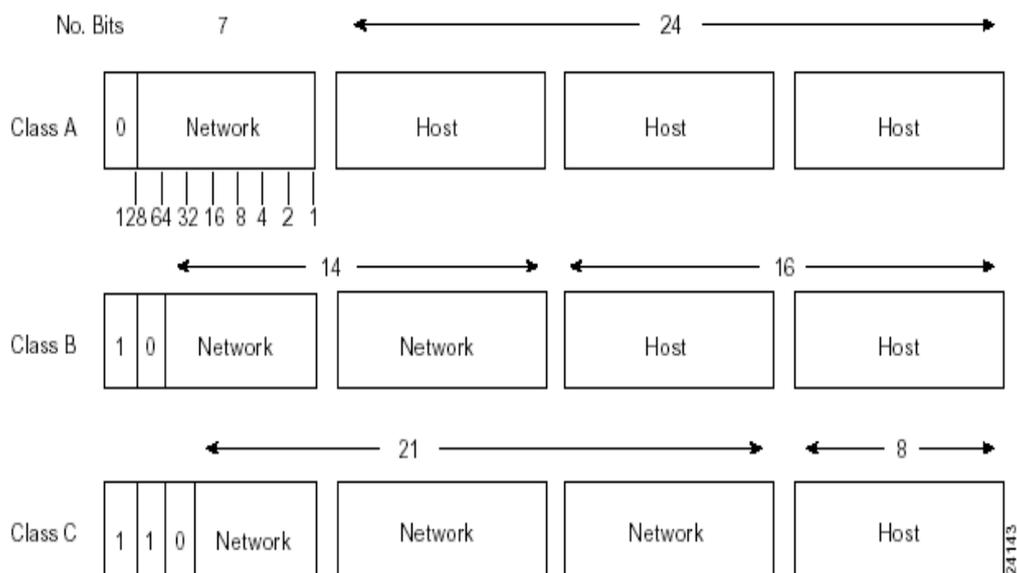
Table 30-1 Reference Information About the Five IP Address Classes

IP Address Class	Format	Purpose	High-Order Bit(s)	Address Range	No. Bits Network/Host	Max. Hosts
A	N.H.H.H <sup>1</sup>	Few large organizations	0	1.0.0.0 to 126.0.0.0	7/24	16,777,214 <sup>2</sup> (2 <sup>24</sup> - 2)
B	N.N.H.H	Medium-size organizations	1, 0	128.1.0.0 to 191.254.0.0	14/16	65,543 (2 <sup>16</sup> - 2)
C	N.N.N.H	Relatively small organizations	1, 1, 0	192.0.1.0 to 223.255.254.0	22/8	245 (2 <sup>8</sup> - 2)
D	N/A	Multicast groups (RFC 1112)	1, 1, 1, 0	224.0.0.0 to 239.255.255.255	N/A (not for commercial use)	N/A
E	N/A	Experimental	1, 1, 1, 1	240.0.0.0 to 254.255.255.255	N/A	N/A

1 N = Network number, H = Host number.

2 One address is reserved for the broadcast address, and one address is reserved for the network.

Figure 30-4 illustrates the format of the commercial IP address classes. (Note the high-order bits in each class.)



Η κλάση της διεύθυνσης μπορεί να καθοριστεί εύκολα με την εξέταση των πρώτων octet της διεύθυνσης και τη χαρτογράφηση που εκτιμούν σε μια κλάση τη σειρά στον ακόλουθο πίνακα. Σε μια διεύθυνση IP 172.31.1.2, παραδειγματος χάριν, ο πρώτος octet είναι 172. Επειδή 172 πτώσεις μεταξύ 128 και 191, 172.31.1.2 είναι μια διεύθυνση κλάσης β. Το σχήμα 30-5 συνοψίζει τη σειρά των πιθανών τιμών για την πρώτη octet κάθε κλάσης διευθύνσεων.

Figure 30-5 A range of possible values exists for the first octet of each address class.

Address Class	First Octet in Decimal	High-Order Bits
Class A	1 ÷ 126	0
Class B	128 ÷ 191	10
Class C	192 ÷ 223	110
Class D	224 ÷ 239	1110
Class E	240 ÷ 254	1111

## IP διεύθυνση υποδίκτων

Τα δίκτυα IP μπορεί να διαιρεθεί σε μικρότερα δίκτυα αποκαλούμενα τα υποδίκτυα (ή τα υποδίκτυα).

Το υποδίκτυο παρέχει στον διαχειριστή δικτύων διάφορα οφέλη, συμπεριλαμβανομένης της πρόσθετης ευελιξίας, της αποδοτικότερης χρήσης των διευθύνσεων δικτύων, και της δυνατότητας κάλυψης να περιληφθεί η κυκλοφορία ραδιοφωνικής μετάδοσης (μια ραδιοφωνική μετάδοση δεν θα διασχίσει έναν δρομολογητή).

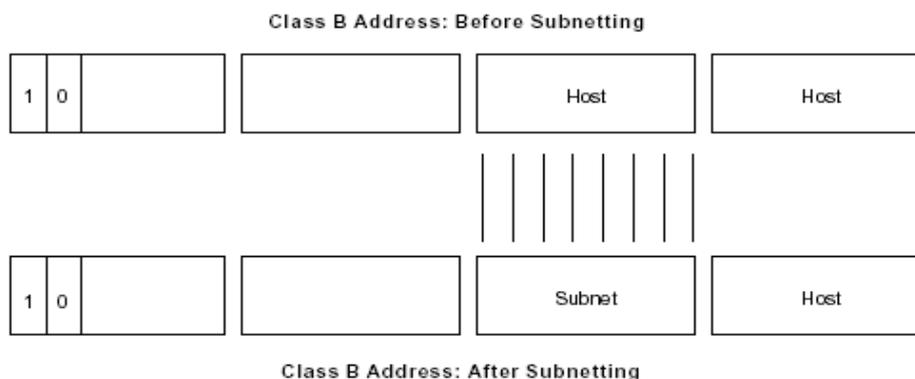
Τα υποδίκτυα είναι κάτω από την τοπική διαχειριστική μέριμνα. Υπό αυτήν τη μορφή, ο εξωτερικός κόσμος βλέπει μια οργάνωση ως ένα ενιαίο δίκτυο και μη έχοντας την γνώση του οργανισμού εσωτερικής δομής.

Μια δεδομένη διεύθυνση δικτύων μπορεί να χωριστεί σε πολλά υποδίκτυα. Παραδείγματος χάριν, 172.16.1.0, 172.16.2.0, 172.16.3.0, και 172.16.4.0 είναι όλα τα υποδίκτυα μέσα στο δίκτυο 171.16.0.0. (όλο 0s στη μερίδα ξένιου Η/Υμιας διεύθυνσης προσδιορίζει το ολόκληρο δίκτυο.)

## Η διεύθυνση υποδικτύου μασκών

Το υποδίκτυο IP δημιουργείται από τα "δανεισμένα" δυαδικά ψηφία από το πεδίο και την υπόδειξη ξένιου Η/Υτους ως πεδίο υποδικτύου. Ο αριθμός δανεισμένων δυαδικών ψηφίων ποικίλλει και προσδιορίζεται από τη μάσκα υποδικτύου. Το σχήμα 30-6 εμφανίζει πώς τα δυαδικά ψηφία δανείζονται από το πεδίο διευθύνσεων ξένου Η/Υγια να δημιουργήσουν το πεδίο διευθύνσεων υποδικτύου.

Figure 30-6 Bits are borrowed from the host address field to create the subnet address field.



Οι μάσκες υποδικτύου χρησιμοποιούν την ίδια τεχνική μορφής και αντιπροσώπευσης με τις διευθύνσεις IP. Η μάσκα υποδικτύου, εντούτοις, έχει δυαδικό σε όλα τα δυαδικά ψηφία προσδιορίζοντας τα πεδία δικτύων και υποδικτύων, και δυαδικό 0s σε όλα τα δυαδικά ψηφία προσδιορίζοντας το πεδίο ξένιου Η/Υ. Το σχήμα 30-7 επεξηγεί μια μάσκα υποδικτύου δειγμάτων.

Figure 30-7 A sample subnet mask consists of all binary 1s and 0s.



Τα δυαδικά ψηφία μασκών υποδικτύου πρέπει να προέλθουν από τα high-order (left-most) δυαδικά ψηφία του πεδίου ξένου η/υ, όπως το σχήμα 30-8 επεξηγεί. Οι λεπτομέρειες της κλάσης β και του υποδικτύου γ καλύπτουν τους τύπους ακολουθούν. Οι διευθύνσεις κλάσης Α δεν συζητούνται σε αυτό το κεφάλαιο επειδή είναι γενικά σε ένα 8-bit όριο.

Figure 30-8 Subnet mask bits come from the high-order bits of the host field.

128	64	32	16	8	4	2	1	
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
1	0	0	0	0	0	0	0	= 128
1	1	0	0	0	0	0	0	= 192
1	1	1	0	0	0	0	0	= 224
1	1	1	1	0	0	0	0	= 240
1	1	1	1	1	0	0	0	= 248
1	1	1	1	1	1	0	0	= 252
1	1	1	1	1	1	1	0	= 254
1	1	1	1	1	1	1	1	= 255

24,146

Οι διάφοροι τύποι μασκών υποδικτύου υπάρχουν για την κλάση Β και τα υποδίκτυα C.

Η μάσκα προκαθορισμένου υποδικτύου για μια διεύθυνση κλάσης Β που δεν έχει καμία είναι 255.255.0.0, ενώ η μάσκα υποδικτύου για μια διεύθυνση 171.16.0.0 κλάσης Β ου προσδιορίζει 8 bit 255.255.0. Ο λόγος για αυτό είναι ότι 8 bit ή  $2^8 - 2$  για το δίκτυο εξετάζει και 1 για τη διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης) = 254 υποδίκτυα πιθανά, με  $2^8 - 2 = 254$  ξένοι Η/Υ ανά υποδίκτυο.

Η μάσκα υποδικτύου για μια διεύθυνση 192.168.2.0 κλάσης C που προσδιορίζει πέντε μπιτ είναι 255.255.255.248. Με 5 bit διαθέσιμη για,  $2^5 - 2 = 30$  υποδίκτυα πιθανά, με  $2^5 - 2 = 30$  ξένοι Η/Υ ανά υποδίκτυο.

Τα διαγράμματα αναφοράς που εμφανίζονται στον πίνακα 30-2 και τον πίνακα 30-3 μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά τον προγραμματισμό της κλάσης Β και των δικτύων C για να καθορισθεί ο απαιτημένος αριθμός υποδικτύων και ξένων η/υ, και της κατάλληλης μάσκας υποδικτύου.

Table 30-2 Class B Subnetting Reference Chart

Number of Bits	Subnet Mask	Number of Subnets	Number of Hosts
2	255.255.192.0	2	16382
3	255.255.224.0	6	8190
4	255.255.240.0	14	4094
5	255.255.248.0	30	2046
6	255.255.252.0	62	1022
7	255.255.254.0	126	510
8	255.255.255.0	254	254
9	255.255.255.128	510	126
10	255.255.255.192	1022	62
11	255.255.255.224	2046	30
12	255.255.255.240	4094	14
13	255.255.255.248	8190	6
14	255.255.255.252	16382	2

Table 30-3 Class C Subnetting Reference Chart

Number of Bits	Subnet Mask	Number of Subnets	Number of Hosts
2	255.255.255.192	2	62
3	255.255.255.224	6	30
4	255.255.255.240	14	14
5	255.255.255.248	30	6
6	255.255.255.252	62	2

### **Πώς οι μάσκες υποδικτύου χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν τον αριθμό δικτύων**

Ο δρομολογητής εκτελεί μια καθορισμένη διαδικασία για να καθορίσει τη διεύθυνση δικτύων (ή πιο συγκεκριμένα, το υποδίκτυο). Πρώτα, ο δρομολογητής εξάγει τη διεύθυνση προορισμού IP από το εισερχόμενο πακέτο και ανακτά την εσωτερική μάσκα υποδικτύου. Εκτελεί έπειτα έναν λογικό AND μια λειτουργία να λάβει τον αριθμό δικτύων. Αυτό προκαλεί τη μερίδα ξένου Η/Υ της διεύθυνσης προορισμού IP για να αφαιρεθεί, ενώ ο αριθμός δικτύων προορισμού παραμένει. Ο δρομολογητής φαίνεται έπειτα επάνω ο αριθμός δικτύων προορισμού και το ταιριάζει με μια εξερχόμενη διαπροσωπεία. Τελικά, διαβιβάζει το πλαίσιο στη διεύθυνση προορισμού IP. Οι λεπτομέρειες σχετικά με το λογικό AND τη λειτουργία συζητούνται στο ακόλουθο τμήμα.

## **Επισκόπηση πρωτοκόλλου ψηφίσματος διευθύνσεων (ARP)**

Για δύο μηχανές σε ένα δεδομένο δίκτυο που επικοινωνεί, πρέπει να ξέρουν τις φυσικές (orMAC) διευθύνσεις άλλης μηχανής. Από τη ραδιοφωνική αναμετάδοση των πρωτοκόλλων ψηφίσματος διευθύνσεων (ARPs), ένας ξένος Η/Υ μπορεί δυναμικά να ανακαλύψει τη διεύθυνση MAC-στρώματος που αντιστοιχεί σε μια ιδιαίτερη διεύθυνση δίκτυο-στρώματος IP.

Μετά από να λάβουν τη διεύθυνση aMAC στρώματος, οι συσκευές IP δημιουργούν μια ARP κρύπτη για να καταχωρήσουν την πρόσφατα επίκτητη χαρτογράφηση διευθύνσεων IP σε MAC, αποφεύγοντας κατά συνέπεια να πρέπει να μεταδοθεί ραδιοφωνικά ARPs όταν θέλουν να επικοινωνήσουν πάλι με μια συσκευή. Εάν η συσκευή δεν αποκρίνεται μέσα σε ένα προσδιορισμένο χρονικό πλαίσιο, η είσοδος κρύπτης διαγράφεται.

Εκτός από το αντίστροφο ψήφισμα διευθύνσεων το πρωτόκολλο (RARP) χρησιμοποιείται στις διευθύνσεις MAC στρώματος στις διευθύνσεις IP. Το RARP, που είναι το λογικό αντίστροφο ARP, να χρησιμοποιηθεί από τους diskless τερματικούς σταθμούς που δεν ξέρουν τις διευθύνσεις IP τους όταν αυτοί ξανά ξεκινούν. Το RARP στηρίζεται στην παρουσία ενός κεντρικού υπολογιστή RARP με τις επιτραπέζιες εισόδους MAC στρώμα σε IP των χαρτογραφήσεων διευθύνσεων.

## **IP δρομολόγηση**

Η IP που καθοδηγεί τα πρωτόκολλα δρομολόγησης είναι δυναμική. Η δυναμική δρομολόγηση καλεί για τις διαδρομές που υπολογίζονται αυτόματα στα κανονικά διαστήματα από το λογισμικό στη δρομολόγηση των συσκευών. Η στατική δρομολόγηση, όπου οι δρομολογητές καθιερώνονται από το διαχειριστή δικτύων και δεν αλλάζουν έως ότου τις αλλάξει ο διαχειριστής δικτύων.

Ένας πίνακας δρομολόγησης IP, που αποτελείται από τα ζευγάρια διευθύνσεων / επόμενου HOP προορισμού.

Μια είσοδος σε αυτόν τον πίνακα, παραδείγματος χάριν, θα ερμηνευόταν ως εξής: για να πάρετε στο δίκτυο 172.31.0.0, στείλετε τη διαπροσωπεία Ethernet 0 (E0) πακέτων έξω.

Η δρομολόγηση IP προσδιορίζει ότι τα διαγράμματα δεδομένων IP ταξιδεύουν μέσω των μεσοδικτύου τον έναν HOP σε έναν χρόνο. Η ολόκληρη διαδρομή δεν είναι γνωστή στην αρχή του ταξιδιού, εντούτοις. Άντ' αυτού, σε κάθε στάση, ο επόμενος προορισμός υπολογίζεται με το ταίριασμα της διεύθυνσης προορισμού μέσα στο διάγραμμα δεδομένων μια είσοδο στον πίνακα δρομολόγησης του κόμβου ρευμάτων. Η συμμετοχή κάθε κόμβου στη διαδικασία δρομολόγησης είναι περιορισμένη στη διαβίβαση των πακέτων που βασίζονται στις εσωτερικές πληροφορίες. Οι κόμβοι δεν ελέγχουν εάν τα πακέτα παίρνουν στον τελικό προορισμό τους, ούτε οι IP εξασφαλίζουν το σφάλμα υποβάλλοντας έκθεση πίσω στην πηγή όταν εμφανίζονται οι ανωμαλίες δρομολόγησης. Αυτή η στοιχειώδης εργασία αφήνεται σε ένα άλλο πρωτόκολλο διαδικτύου, το πρωτόκολλο έλεγχος-μηνυμάτων διαδικτύου (ICMP), το οποίο συζητείται στο ακόλουθο τμήμα.

## Πρωτόκολλο μηνυμάτων ελέγχου Διαδικτύου (ICMP)

Το πρωτόκολλο μηνυμάτων ελέγχου διαδικτύου (ICMP) είναι ένα πρωτόκολλο διαδικτύου δίκτυο στρώματος που παρέχει τα πακέτα μηνυμάτων για να εκθέσει τα σφάλματα και άλλες πληροφορίες σχετικά με την επεξεργασία πακέτων IP πίσω στην πηγή. Το ICMP είναι τεκμηριωμένο σε RFC 792.

### ICMP μηνύματα

Τα ICMPs παράγουν διάφορα είδη χρήσιμων μηνυμάτων, συμπεριλαμβανομένου του προορισμού απρόσιτου, αίτημα ήχου και η απάντηση, επαναπροσανατολίζει, χρόνος υπερβαίνων και διαφήμιση δρομολογητών και παράκληση δρομολογητών. Εάν ένα μήνυμα ICMP μπορεί να παραδοθεί, δεύτερο δεν παράγεται. Αυτό πρόκειται να αποφύγει μια ατελείωτη πλημμύρα των μηνυμάτων ICMP.

Όταν ένα απρόσιτο μήνυμα ICMP στέλνεται από έναν δρομολογητή, σημαίνει ότι ο δρομολογητής είναι ανίκανος να στείλει τη συσκευασία στον τελικό προορισμό του. Ο δρομολογητής απορρίπτει έπειτα το αρχικό πακέτο. Δύο λόγοι υπάρχουν γιατί ένας προορισμός να είναι απρόσιτος. Συνήθεστερα, ο ξένος Η/Υ πηγής έχει προσδιορίσει μια ανύπαρκτη διεύθυνση. Λιγότερο συχνά, ο δρομολογητής δεν έχει μια διαδρομή στον προορισμό.

Τα προορισμένα-απρόσιτα μηνύματα περιλαμβάνουν τέσσερις βασικούς τύπους: δίκτυο απρόσιτο, ξένος Η/Υ απρόσιτος, πρωτόκολλο απρόσιτο, και απρόσιτο port.

Δίκτυο-απρόσιτα μηνύματα συνήθως σημαίνει ότι μια αποτυχία έχει εμφανιστεί στη δρομολόγηση ή την εξέταση ενός πακέτου. Τα ξένα Η/Υ απρόσιτα μηνύματα δείχνουν συνήθως την αποτυχία παράδοσης, όπως μια λανθασμένη μάσκα υποδικτύου. Πρωτόκολλο-απρόσιτα μηνύματα γενικά σημαίνει ότι ο προορισμός δεν υποστηρίζει το πρωτόκολλο ανώτερου στρώματος που προσδιορίζεται στο πακέτο. Τα port απρόσιτα μηνύματα υπονοούν ότι η TCP υποδοχή ή το port δεν είναι διαθέσιμο.

Ένα μήνυμα ήχου-αιτήματος ICMP, που παράγεται από την εντολή, στέλνεται από οποιοδήποτε ξένο Η/Υ στο να αναλάβουν την δυνατότητα των κόμβων δοκιμής πέρα από ένα ενδιάμεσο δίκτυο. Το μήνυμα ηχώ-απάντησης ICMP δείχνει ότι τον κόμβο μπορεί να επιτευχθούν επιτυχώς.

Ένα ICMP επαναπροσανατολίζει το μήνυμα στέλνεται από το δρομολογητή στον ξένο Η/Υ πηγής για να υποκινήσει την αποδοτικότερη δρομολόγηση. Ο δρομολογητής διαβιβάζει ακόμα το αρχικό πακέτο στον προορισμό. Το ICMP επαναπροσανατολίζει επιτρέπει στους πίνακες δρομολόγησης ξένου Η/Υ για να παραμείνει μικρός επειδή είναι απαραίτητο να είναι γνωστή η διεύθυνση του μόνο ενός δρομολογητή, ακόμα κι αν εκείνος ο δρομολογητής δεν παρέχει το καλύτερο μονοπάτι. Ακόμα και μετά από τη λήψη ενός ICMP επαναπροσανατολισμού του μηνύματος, μερικές συσκευές να συνεχίσουν τη λιγότερο-αποδοτική διαδρομή.

Ένα χρόνος υπερβαίνων ICMP μήνυμα στέλνεται από το δρομολογητή εάν ο χρόνος στη «ζωή» του πεδίου ενός IP πακέτου (που εκφράζεται τους HOP ή τα δευτερόλεπτα) φθάνει σε μηδέν. Ο χρόνος «ζωής» στο πεδίο αποτρέπει τα πακέτα συνεχώς να κυκλοφορούν στο ενδιάμεσο δίκτυο εάν το ενδιάμεσο δίκτυο περιέχει έναν βρόχο δρομολόγησης. Ο δρομολογητής απορρίπτει έπειτα το αρχικό πακέτο.

### **Το πρωτόκολλο δρομολογητής-ανακαλύψεων ICMP (IDRP)**

Το IDRP χρησιμοποιεί τα μηνύματα δρομολογητής-διαφημίσεων και δρομολογητής-παράκλησης για να ανακαλύψει τις διευθύνσεις των δρομολογητών στα άμεσα συνημμένα υποδίκτυα. Μηνύματα κάθε δρομολογητή-διαφημίσεων δρομολογητών πολυαθροιστών περιοδικά από κάθε μια από τις διαπροσωπείες του. Οι ξένοι Η/Υ ανακαλύπτουν έπειτα τις διευθύνσεις των δρομολογητών στα άμεσα συνημμένα υποδίκτυα από να αφουγκραστούν αυτά τα μηνύματα.

Οι ξένοι Η/Υ μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα μηνύματα δρομολογητής-παράκλησης για να ζητήσουν τις άμεσες διαφημίσεις παρά την αναμονή τα εκούσια μηνύματα.

Το IRDP προσφέρει διάφορα πλεονεκτήματα πέρα από άλλες μεθόδους τις διευθύνσεις των γειτονικών δρομολογητών. Πρώτιστα, δεν απαιτεί τους ξένους Η/Υ για να αναγνωρίσει τα πρωτόκολλα δρομολόγησης, ούτε απαιτεί τη χειρωνακτική διαμόρφωση από έναν διαχειριστή.

Στον δρομολογητή-διαφήμιση τα μηνύματα επιτρέπουν σε ξένους Η/Υ για να ανακαλύψουν την ύπαρξη των γειτονικών δρομολογητών, αλλά όχι που ο δρομολογητής είναι καλύτερος να φθάσει σε έναν ιδιαίτερο προορισμό. Εάν ένας ξένιος Η/Υ χρησιμοποιεί έναν φτωχό δρομολογητή πρώτου-HOP για να φθάσει σε έναν ιδιαίτερο προορισμό, λαμβάνει ένα μήνυμα επαναπροσανατολισμού που προσδιορίζει μια καλύτερη επιλογή.

### **Πρωτόκολλο ελέγχου μεταφορών (TCP)**

Το TCP παρέχει την αξιόπιστη μεταφορά των στοιχείων σε ένα περιβάλλον IP. Το TCP αντιστοιχεί στο στρώμα μεταφοράς (στρώμα 4) του OSI μοντέλου αναφοράς. Μεταξύ των υπηρεσιών το TCP παρέχει μεταφορά στοιχείων, αξιοπιστία, αποδοτικός έλεγχος ροής, πλήρης-διπλή λειτουργία και να πολλαπλασιάσει.

Με τα στοιχεία ρευμάτων η μεταφορά, το TCP παραδίδει ένα μη δομημένο ρεύμα των οκτάδων που προσδιορίζονται από τους αριθμούς ακολουθίας. Αυτή η υπηρεσία ωφελεί τις εφαρμογές επειδή δεν είναι απαραίτητο να τεμαχίσουν τα στοιχεία στις ομάδες δεδομένων πριν να δώσουν την TCP.

Το TCP προσφέρει την αξιοπιστία από την παροχή της προσανατολισμένης προς τη σύνδεση, αξιόπιστης παράδοσης πακέτων μέσω ενός ενδιάμεσου δικτύου. Κάνει αυτό από την αλληλουχία των οκτάδων με έναν αριθμό αναγνώρισης διαβίβασης που δείχνει ότι στον προορισμό την επόμενη οκτάδα που η πηγή αναμένει να λάβει. Οι οκτάδες που δεν αναγνωρίζονται κατά τη διάρκεια μιας προσδιορισμένης χρονικής περιόδου αναμεταδίδονται. Ο μηχανισμός αξιοπιστίας TCP επιτρέπει στις συσκευές να εξετάσει χαμένα, καθυστερημένα, αντίγραφα, ή παρερμηνευμένα πακέτα.

Ένας μηχανισμός χρόνου αδράνειας επιτρέπει στις συσκευές να ανιχνεύσουν τα χαμένα πακέτα και να ζητήσει την αναμετάδοση.

Το TCP προσφέρει τον αποδοτικό έλεγχο ροής, το οποίο σημαίνει ότι, κατά αποστολή των acknowledgments πίσω στην πηγή, λαμβάνουσα διαδικασία TCP δείχνει τον υψηλότερο αριθμό ακολουθίας που μπορεί να λάβει χωρίς να ξεχειλίσει τους εσωτερικούς προσωρινούς χώρους της.

Η πλήρης-διπλή λειτουργία σημαίνει ότι στο TCP οι διαδικασίες μπορούν και να στείλουν και να λάβουν συγχρόνως.

Τελικά, το πολλαπλασιαστικό TCP σημαίνει ότι οι πολυάριθμες ταυτόχρονες συνομιλίες ανώτερου στρώματος μπορούν να πολλαπλασιαστούν πέρα από μια ενιαία σύνδεση.

## Καθιέρωση σύνδεσης TCP

Για να χρησιμοποιήσει τις αξιόπιστες υπηρεσίες μεταφοράς, το TCP σε ξένους Η/Υ πρέπει να καθιερώσει μια προσανατολισμένη προς τη σύνδεση περίοδο επικοινωνίας με μια άλλη. Η καθιέρωση σύνδεσης εκτελείται με τη χρησιμοποίηση ενός μηχανισμού "τριπλών χειραφιών".

Μια τριπλή χειραψία συγχρονίζει και τα δύο άκρα μιας σύνδεσης με την άδεια και των δύο πλευρών για να συμφωνήσει σχετικά με τους αρχικούς αριθμούς ακολουθίας. Αυτός ο μηχανισμός επίσης εγγυάται ότι και οι δύο πλευρές είναι έτοιμες να διαβιβάσουν τα στοιχεία και να ξέρουν ότι η άλλη πλευρά είναι έτοιμη να διαβιβάσει επίσης. Αυτό είναι απαραίτητο έτσι ώστε τα πακέτα να μην διαβιβάζονται ή αναμεταδίδονται κατά τη διάρκεια της καθιέρωσης περιόδου επικοινωνίας ή μετά από τη λήξη περιόδου επικοινωνίας.

Κάθε ξένος Η/Υ επιλέγει τυχαία έναν αριθμό ακολουθίας που χρησιμοποιείται για να ακολουθήσει τις οκτάδες μέσα στο ρεύμα που στέλνει και λαμβάνει. Κατόπιν, η τριπλή χειραψία προχωρά με τον ακόλουθο τρόπο:

Ο πρώτος ξένος Η/Υ (ο ξένος Η/Υ Α) αρχίζει μια σύνδεση από την αποστολή ενός πακέτου με τον αρχικό αριθμό ακολουθίας (X) και το δυαδικό ψηφίο SYN που τίθεται ως στόχος να δείξει ένα αίτημα σύνδεσης. Ο δεύτερος ξένος Η/Υ (ο ξένος Η/Υ Β) λαμβάνει το SYN, καταγράφει την ακολουθία αριθμός X, και απαντά από την αναγνώριση του SYN (με ACK = X + 1). Τον ξένο Η/Υ το Β περιλαμβάνει τον αρχικό αριθμό ακολουθίας του (SEQ = Y). Το ACK = 20 σημαίνει ότι ο ξένος Η/Υ έχει λάβει τις οκτάδες 0 μέσω 19 και αναμένουν την οκτάδα 20. Αυτή η τεχνική καλείται μπροστινή αναγνώριση.

Ο ξένος Η/Υ Α αναγνωρίζει έπειτα ότι όλος ο ξένος Η/Υ Β οκτάδων που στέλνεται με μια μπροστινή αναγνώριση που δείχνει τον επόμενο ξένο Η/Υ Α οκτάδων αναμένει να λάβει (ACK = Y + 1). Η μεταφορά στοιχείων, μπορεί έπειτα να αρχίσει.

### TCP ολισθαίνων παράθυρο

Το TCP ολισθαίνων παραθύρων παρέχει την αποδοτικότερη χρήση του εύρους ζώνης συχνοτήτων δικτύων από το RAP επειδή επιτρέπει στους ξένους Η/Υ για να στείλει τις πολλαπλάσιες οκτάδες ή τα πακέτα πριν περιμένει μια αναγνώριση.

Στο TCP, ο δέκτης προσδιορίζει το μέγεθος παραθύρων ρευμάτων σε κάθε πακέτο. Επειδή το TCP παρέχει μια σύνδεση οκτάδα-ρευμάτων, τα μεγέθη παραθύρων εκφράζονται στις οκτάδες. Αυτό σημαίνει ότι ένα παράθυρο είναι ο αριθμός οκτάδων στοιχείων που ο πομπός επιτρέπεται για να στείλει πριν περιμένει μια αναγνώριση. Τα αρχικά μεγέθη παραθύρων είναι υποδειγμένα στην οργάνωση σύνδεσης, αλλά να ποικίλουν σε όλη τη μεταφορά στοιχείων για να παρέχουν τον έλεγχο ροής. Ένα μέγεθος παραθύρων μηδενός, παραδείγματος χάριν, "δεν στέλνει κανένα στοιχείο."

Σε μια TCP λειτουργία ολισθαίνων παράθυρο, παραδείγματος χάριν, ο πομπός να έχει μια ακολουθία οκτάδων που στέλνουν (αριθμημένος 1 έως 10) σε έναν δέκτη που έχει ένα μέγεθος παραθύρων πέντε. Ο πομπός έπειτα θα τοποθετούσε ένα παράθυρο γύρω από τις πρώτες πέντε οκτάδες και θα τους διαβίβαζε μαζί. Θα περίμενε έπειτα μια αναγνώριση.

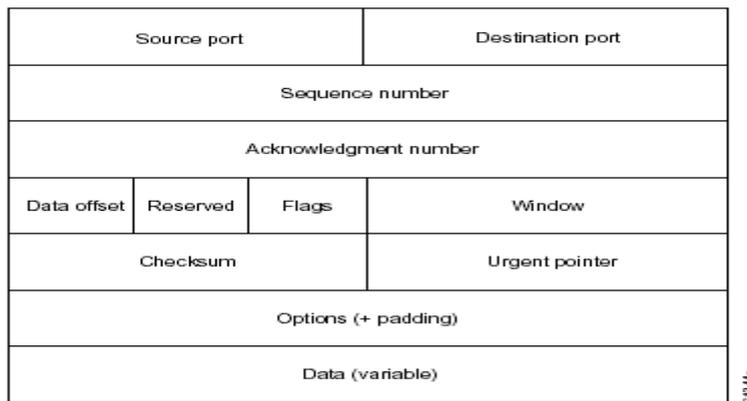
Ο δέκτης θα αποκρινόταν με ACK = 6, δείχνοντας ότι έχει λάβει τις οκτάδες 1 έως 5 και αναμένει την οκτάδα 6. Στο ίδιο πακέτο, ο δέκτης θα έδειχνε ότι το μέγεθος παραθύρων του είναι 5.

Ο πομπός έπειτα θα κινούσε το ολισθαίνων παράθυρο πέντε οκτάδες στο δικαίωμα και θα διαβίβαζε τις οκτάδες 6 έως 10. Ο δέκτης θα αποκρινόταν με ACK = 11, δείχνοντας ότι αναμένει την τοποθετημένη διαδοχικά οκτάδα 11. Σε αυτό το πακέτο, ο δέκτης να δείξει ότι το μέγεθος παραθύρων του είναι 0 (επειδή, παραδείγματος χάριν, οι εσωτερικοί προσωρινοί χώροι του είναι πλήρεις). Σε αυτό το σημείο, ο πομπός μπορεί να στείλει άλλες οκτάδες έως ότου στέλνει ο δέκτης ένα άλλο πακέτο με ένα μέγεθος παραθύρων μεγαλύτερο από 0.

### TCP διαμόρφωση πακέτων

Figure 30-10 illustrates the fields and overall format of a TCP packet.

Figure 30-10 Twelve fields comprise a TCP packet.



### TCP περιγραφές πεδίων πακέτων

Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν τα TCP πεδία πακέτων που διευκρινίζονται στο σχήμα 30-10:

- ο port πηγής και ο port προορισμού -- προσδιορίζει τα σημεία στα οποία οι διαδικασίες πηγής και προορισμού ανώτερου-στρώματος λαμβάνουν TCP υπηρεσιών
- τον αριθμό ακολουθίας -- συνήθως προσδιορίζουν τον αριθμό που ανατίθεται στην πρώτη οκτάδα των στοιχείων στο μήνυμα ρευμάτων. Στην φάση σύνδεση-καθιερώσεων, αυτό το πεδίο μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να προσδιορίσει έναν αρχικό αριθμό ακολουθίας που χρησιμοποιείται σε μία επερχόμενη μεταφορά
- αριθμός αναγνώρισης -- περιέχει τον αριθμό ακολουθίας της επόμενης οκτάδας των στοιχείων ο πομπός του πακέτου αναμένει να λάβει τα πακέτα
- στοιχεία που αντισταθμίζονται -- δείχνει ο αριθμός 32-bit λέξεων στην TCP επικεφαλίδα
- επιφύλαξη -- υπολείμματα που διατηρούνται για τις μελλοντικές χρήσεις

•σημαίες -- φέρνει ποικίλες πληροφορίες ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων των δυαδικών ψηφίων SYN και ACK που χρησιμοποιούνται για την καθιέρωση σύνδεσης, και το δυαδικό ψηφίο FIN που χρησιμοποιείται για την λήξη της σύνδεσης

• παράθυρο -- προσδιορίζουν το μέγεθος του πομπού που λαμβάνει το παράθυρο (δηλαδή το διάστημα προσωρινών χώρων διαθέσιμο για τα εισερχόμενα στοιχεία).

• αθροιστής -- δείχνει εάν η επικεφαλίδα καταστράφηκε

• επείγοντα δείκτη διέλευσης -- σημεία στην πρώτη επείγουσα οκτάδα στοιχείων

• δυνατότητες -- προσδιορίζει τις διάφορες TCP δυνατότητες

•δεδομένα -- περιέχει τις πληροφορίες ανώτερος-στρώματος.

### Διαγράμμάτων δεδομένων χρηστών (UDP)

Τα διαγράμματα δεδομένων χρηστών (UDP) είναι ένα χωρίς σύνδεση πρωτόκολλο μεταφορά-στρώματος (στρώμα 4) που ανήκει στην οικογένεια πρωτοκόλλου διαδικτύου. Το UDP είναι βασικά μια διαπροσωπεία μεταξύ των διαδικασιών IP και ανώτερου στρώματος. Οι ποτ πρωτοκόλλου UDP διακρίνουν τις πολλαπλάσιες εφαρμογές που τρέχουν σε μια ενιαία συσκευή μεταξύ τους.

Αντίθετα από το TCP, το UDP δεν προσθέτει καμία αξιοπιστία, ροή ελέγχου, ή λειτουργία σφάλμα-αποκατάστασης στην IP. Λόγω της απλότητας UDP, οι επικεφαλίδες UDP περιέχουν τις λιγότερες οκτάδες και καταναλώνουν τα λιγότερα γενικά έξοδα δικτύων απ'ότι το TCP.

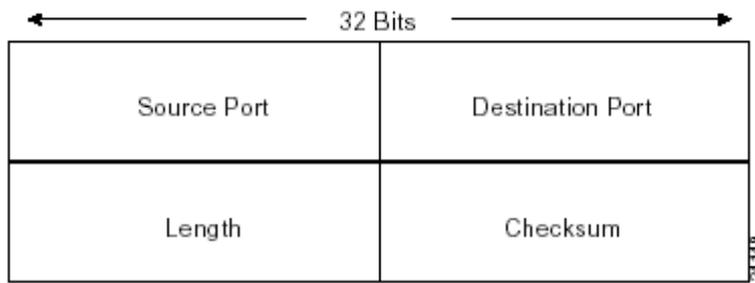
Το UDP είναι χρήσιμο στις καταστάσεις όπου οι μηχανισμοί αξιοπιστίας TCP δεν είναι απαραίτητοι, όπως σε περιπτώσεις όπου ένα πρωτόκολλο υψηλού στρώματος παρέχει τον έλεγχο σφάλματος και ροής.

Το UDP είναι το πρωτόκολλο μεταφοράς για διάφορα γνωστά πρωτόκολλα εφαρμογή-στρώματος, συμπεριλαμβανομένου του συστήματος αρχείων δικτύων (NFS), απλό διοικητικό πρωτόκολλο δικτύων (SNMP), σύστημα ονόματος δικτυακών γειτονιών (DNS), και τετριμμένο πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (TFTP).

Η μορφή πακέτων UDP περιέχει τέσσερα πεδία, όπως φαίνεται στο σχήμα 30-11. Αυτοί περιλαμβάνουν τους ποτ πηγής και προορισμού, το μήκος, και αθροισμένα πεδία.

Figure 30-11 A UDP packet consists of four fields.

Figure 30-11 A UDP packet consists of four fields.



Οι port πηγής και προορισμού περιέχουν τους 16-bit αριθμούς port πρωτοκόλλου UDP που χρησιμοποιούνται για να αποδιαυλώσουν τα διαγράμματα δεδομένων για τη λήψη των διαδικασιών εφαρμογή-στρώματος. Ένα πεδίο μήκους προσδιορίζει το μήκος της επικεφαλίδας UDP και των στοιχείων. Ο αθροιστής παρέχει έναν (προαιρετικό) έλεγχο ακεραιότητας στην επικεφαλίδα UDP και τα στοιχεία.

### **Τα πρωτόκολλα εφαρμογή-στρώματος πρωτοκόλλων διαδικτύου**

Η ακολουθία πρωτοκόλλου διαδικτύου περιλαμβάνουν πολλά πρωτόκολλα εφαρμογή-στρώματος που αντιπροσωπεύουν μια ευρεία ποικιλία των εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένου του ακόλουθου:

- πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (FTP) -- αρχεία κινήσεων μεταξύ των συσκευών
- απλού δίκτυο-διοικητικού πρωτοκόλλου (SNMP) -- πρώτιστα εκθέτει τους όρους δικτύων και θέτει τις αξίες ευαισθησιών δικτύων
- Telnet -- εξυπηρετεί ως τελική εξομοίωση πρωτοκόλλου
- Χ παράθυρα -- εξυπηρετεί ως διανεμημένο windowing και γραφικής παράστασης σύστημα που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ του συστήματος τερματικών Χ και τερματικών σταθμών Unix
- αρχείων δικτύων (NFS), την εξωτερική αντιπροσώπευση στοιχείων (XDR), και την απομακρυσμένη κλήση διαδικασίας (RPC) -- εργαστείτε μαζί για να επιδείξετε σε τη διαφανή πρόσβαση στο απομακρυσμένο δικτύων των στοιχείων συμπεριφοράς
- απλό πρωτόκολλο μεταφοράς ταχυδρομείου (SMTP) -- παρέχει το ηλεκτρονικό σύστημα υπηρεσιών ταχυδρομείου
- ονόματος δικτυακών γειτονιών (DNS) -- μεταφράζει τα ονόματα των κόμβων δικτύων.

Στον πίνακα 30-5 διευθύνσεων δικτύων κατάλογοι

Table 30-5 Higher-Layer Protocols and Their Applications

Table 30-5 Higher-Layer Protocols and Their Applications

Application	Protocols
File transfer	FTP
Terminal emulation	Telnet
Electronic mail	SMTP
Network management	SNMP
Distributed file services	NFS, XDR, RPC, X Windows

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7<sup>ο</sup>

# Point to Point Protocol

Οι στόχοι του κεφαλαίου:

- Να περιγράψει η ανάπτυξη του PPP
- Να περιγραφούν τα συστατικά του PPP και πώς λειτουργούν
- Να παραχθεί μια περίληψη των βασικών στοιχείων του πρωτοκόλλου και των διαδικασιών του PPP

## **Από σημείο σε σημείο πρωτόκολλο PPP**

Το από σημείο σε σημείο πρωτόκολλο (PPP) αρχικά προέκυψε ως πρωτόκολλο ενθυλάκωσης για τη μεταφορά της κυκλοφορίας IP πέρα από τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις. Το PPP καθιέρωσε επίσης πρότυπα για την ασύγχρονη (έναρξη /στάση) και bit-oriented σύγχρονη ενθυλάκωση ανάθεσης και διαχείρισης των διευθύνσεων IP, να πολλαπλασιάσει τα πρωτόκολλα δικτύων, τη διαμόρφωση συνδέσεων, την ποιοτική δοκιμή συνδέσεων, την ανίχνευση σφάλματος, και τη διαπραγμάτευση προαιρετικής δυνατότητας για τέτοιες δυνατότητες κάλυψης όπως τη διαπραγμάτευση διευθύνσεων στρώματος δικτύων και τη διαπραγμάτευση συμπίεσης δεδομένων. Το PPP υποστηρίζει αυτές τις λειτουργίες από την παροχή ενός επεκτάσιμου πρωτοκόλλου ελέγχου συνδέσεων (LCP) και μιας οικογένειας των πρωτοκόλλων ελέγχου δικτύων (NCPs) για να διαπραγματευτεί τις προαιρετικές παραμέτρους και τις εγκαταστάσεις διαμόρφωσης. Εκτός από την IP, το PPP υποστηρίζει άλλα πρωτόκολλα, συμπεριλαμβανομένης της ανταλλαγής πακέτων Internetwork Novell (IPX) και DECnet.

## **Τα συστατικά του PPP**

Τα PPP παρέχουν μια μέθοδο για τα διαγράμματα δεδομένων πέρα από τις τμηματικές από σημείο σε σημείο συνδέσεις. Το PPP περιέχει τρία βασικά συστατικά:

- Μια μέθοδος για ενθυλάκωση των διαγραμμάτων δεδομένων πέρα από τις τμηματικές συνδέσεις. Το PPP χρησιμοποιεί το υψηλού επιπέδου πρωτόκολλο ελέγχου συνδέσεων στοιχείων (HDLC) ως βάση για την ενθυλάκωση των διαγραμμάτων δεδομένων πέρα από τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις.
- Ένα επεκτάσιμο LCP για να καθιερώσει, να διαμορφώσει, και να εξετάσει τα στοιχεία σύνδεσης.
- Στην οικογένεια NCPs τα πρωτόκολλα στρώματος δικτύων καθιέρωσης και διαμόρφωσης είναι διαφορετικά. Το PPP σχεδιάζεται για να επιτρέψει την ταυτόχρονη χρήση των πολλαπλάσιων πρωτοκόλλων στρώματος δικτύων.

## **Η γενική λειτουργία**

Για να καθιερώσει τις επικοινωνίες πέρα από μια, από σημείο σε σημείο σύνδεση, το PPP με τα αρχικά δεδομένα, στέλνει αρχικά τα πλαίσια LCP που διαμορφώνουν και (προαιρετικά) εξετάζουν τη σύνδεση στοιχείων.

Αφότου έχει καθιερωθεί η σύνδεση και οι προαιρετικές δυνατότητες έχουν συζητηθεί όπως απαιτούνται από το LCP, το αρχικό PPP στέλνει τα πλαίσια NCP για να επιλέξει και να διαμορφώσει ένα ή περισσότερα πρωτόκολλα στρώματος δικτύων. Όταν κάθε ένα από τα επιλεγμένα πρωτόκολλα στρώματος δικτύων διαμορφωθεί, τα πακέτα από κάθε πρωτόκολλο στρώματος δικτύων μπορούν να σταλούν πέρα από τη σύνδεση. Η σύνδεση θα παραμείνει διαμορφωμένη για τις επικοινωνίες έως ότου κλείνουν τα ρητά πλαίσια LCP ή NCP τη σύνδεση, ή έως ότου εμφανίζεται μερικό εξωτερικό γεγονός (παραδείγματος χάριν, ένας χρονοδιακόπτης αδράνειας λήγει ή ένας χρήστης επεμβαίνει).

## **Οι απαιτήσεις του φυσικού στρώματος**

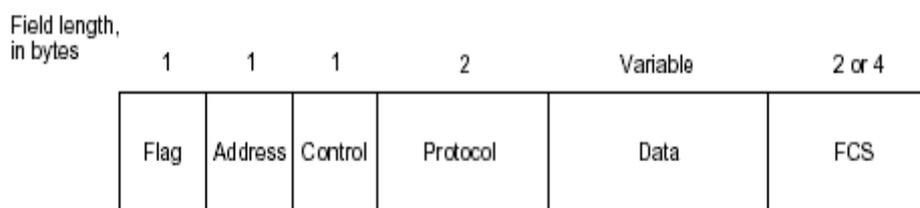
Οι συνδέσεις PPP είναι ικανές πέρα από οποιαδήποτε διαπροσωπεία DTE/ DCE. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν το EIA/TIA-232-C (στο παρελθόν RS-232-C), το EIA/TIA- 422 (στο παρελθόν RS- 422), το EIA/TIA- 423 (στο παρελθόν RS- 423), και τη διεθνή ένωση τυποποίησης τηλεπικοινωνιών καθορισμού τομέων (ITU-T) (στο παρελθόν CCITT) V.35.

Η μόνη απόλυτη απαίτηση που επιβάλλεται από το PPP είναι η παροχή ενός διπλού κυκλώματος, είτε που αφιερώνεται είτε μεταστρεφόμενου, το οποίο μπορεί να λειτουργήσει είτε σε έναν ασύγχρονο είτε σύγχρονο bit-serial τρόπο στα πλαίσια στρώματος συνδέσεων PPP. Το PPP δεν επιβάλλει οποιουδήποτε περιορισμούς σχετικά με το ποσοστό μεταφορών εκτός από εκείνους που επιβάλλονται από την ιδιαίτερη διαπροσωπεία DTE/DCE στη χρήση.

### Το στρώμα συνδέσεων PPP

Το PPP χρησιμοποιεί τις αρχές, την ορολογία, και τη δομή πλαισίων της ISO για τις διαδικασίες HDLC (ISO 3309-1979), όπως τροποποιείται από ISO 3309:1984/ PDAD1 "Προσθήκη 1: Μεταφορά έναρξης/τέλους". Το ISO 3309-1979 προσδιορίζει τη δομή πλαισίων HDLC για τη χρήση στα σύγχρονα περιβάλλοντα. Το ISO 3309:1984/ PDAD1 προσδιορίζει τις προτεινόμενες τροποποιήσεις έως το ISO 3309-1979 να επιτρέψει τη χρήση του στα ασύγχρονα περιβάλλοντα. Οι διαδικασίες ελέγχου PPP χρησιμοποιούν τους καθορισμούς και τις κωδικοποιήσεις πεδίων ελέγχου που τυποποιούνται από το ISO 4335-1979 και ISO 4335-1979/Addendum 1-1979. Η μορφή πλαισίων PPP εμφανίζεται στο σχήμα 13-1.

*Figure 13-1 Six Fields Make Up the PPP Frame*



Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν τα πεδία πλαισίων που διευκρινίζονται στο σχήμα 13-1:

- **Flag** -- μια ενιαία οκτάδα που δείχνει την αρχή ή το τέλος ενός πλαισίου. Το πεδίο ενδεικτών αποτελείται από τη δυαδική διεύθυνση ακολουθίας 0 11 11 11 0.
- **Address** -- μια ενιαία οκτάδα που περιέχει τη δυαδική ακολουθία 11 11 11 11, η πρότυπη διεύθυνση μετάδοσης. Το PPP δεν αναθέτει τις μεμονωμένες διευθύνσεις σταθμών.
- **Control** -- μια ενιαία οκτάδα που περιέχει τη δυαδική ακολουθία 00000011, η οποία καλείται για την μεταφορά των στοιχείων χρηστών σε μη σειριακό πλαίσιο. Μια χωρίς σύνδεση υπηρεσία συνδέσεων παρόμοια με αυτήν του λογικού τύπου 1 ελέγχου συνδέσεων (LLC) παρέχεται.
- **Protocol** -- δύο οκτάδες που προσδιορίζουν το πρωτόκολλο που τοποθετείται με ενθυλάκωση στο πεδίο πληροφοριών του πλαισίου. Οι πιο ενημερωμένες αξίες του πεδίου πρωτοκόλλου προσδιορίζονται στο πιο πρόσφατο ανατεθειμένο αίτημα αριθμών για τα σχόλια (RFC).
- **Data** -- μηδενικές ή περισσότερες οκτάδες που περιέχουν το διάγραμμα δεδομένων για το πρωτόκολλο που προσδιορίζεται στο πεδίο πρωτοκόλλου. Το τέλος του πεδίου πληροφοριών βρίσκεται με την εντόπιση της ακολουθίας σημαιών κλεισίματος και άδεια 2 οκτάδων για το FCS πεδίο. Το προκαθορισμένο μέγιστο μήκος του πεδίου πληροφοριών είναι 1.500 οκτάδες. Από την προγενέστερη συμφωνία, οι εφαρμογές συγκατάθεσης PPP μπορούν να χρησιμοποιήσουν άλλες τιμές για τη μέγιστη ακολουθία ελέγχου πλαισίων μήκους.

- **Frame check sequence (FCS)** -- κανονικά 16bit (2 οκτάδες- bytes). Από την προγενέστερη συμφωνία, οι εφαρμογές συγκατάθεσης PPP μπορούν να χρησιμοποιήσουν μια 32-bit (4- οκτάδες-byte) FCS για βελτιωμένη ανίχνευση σφάλματος.

Το LCP μπορεί να διαπραγματευτεί τις τροποποιήσεις στην πρότυπη δομή πλαισίων PPP. Τα τροποποιημένα πλαίσια, εντούτοις, πάντα θα είναι σαφώς διακριτά από τα πρότυπα πλαίσια.

### **Το πρωτόκολλο σύνδεσης -ελέγχου PPP**

Το PPP LCP παρέχει μια μέθοδο καθιέρωσης, διαπραγμάτευσης, παραμονής, τερματισμού της από σημείο σε σημείο σύνδεσης. Το LCP πηγαίνει μέσω τεσσάρων ευδιάκριτων φάσεων.

Πρώτα, η καθιέρωση συνδέσεων και η διαπραγμάτευση διαμόρφωσης εμφανίζονται. Προτού να μπορέσουν να ανταλλαχθούν οποιαδήποτε διαγράμματα δεδομένων στρώματος δικτύων (παραδείγματος χάριν, IP), το LCP πρέπει πρώτα να ανοίξει τη σύνδεση και να διαπραγματευτεί τις παραμέτρους διαμόρφωσης. Αυτή η φάση είναι πλήρης όταν σταλεί ένα πλαίσιο διαμόρφωσης - αναγνώρισης και παραληφθεί.

Αυτό ακολουθείται από τον ποιοτικό προσδιορισμό συνδέσεων. Το LCP που επιτρέπει μια προαιρετική φάση ποιοτικού προσδιορισμού συνδέσεων μετά από την φάση σύνδεσης –καθιέρωσης και διαμόρφωσης -διαπραγμάτευσης. Σε αυτήν την φάση, η σύνδεση εξετάζεται για να καθορίσει εάν η ποιότητα συνδέσεων είναι ικανοποιητική και να φέρει επάνω τα πρωτόκολλα στρώματος δικτύων. Αυτή η φάση είναι προαιρετική. Το LCP μπορεί να καθυστερήσει την μεταφορά των πληροφοριών πρωτοκόλλου στρώματος δικτύων μέχρι αυτή η φάση να ολοκληρωθεί.

Σε αυτό το σημείο, η διαπραγμάτευση διαμόρφωσης πρωτοκόλλου στρώματος δικτύων εμφανίζεται. Αφού έχει τελειώσει το LCP την φάση ποιοτικού προσδιορισμού συνδέσεων, τα πρωτόκολλα στρώματος δικτύων μπορούν να διαμορφωθούν χωριστά από το κατάλληλο NCP και μπορούν να παρουσιαστούν επάνω και να πέσουν κάτω οποιαδήποτε στιγμή. Εάν το LCP κλείνει τη σύνδεση, ενημερώνει τα πρωτόκολλα στρώματος δικτύων έτσι ώστε, να μπορούν να πάρουν την κατάλληλη ενέργεια. Τελικά, η λήξη συνδέσεων εμφανίζεται. Το LCP μπορεί να ολοκληρώσει τη σύνδεση οποιαδήποτε στιγμή. Αυτό συνήθως γίνεται κατά παράκληση ενός χρήστη αλλά μπορεί να συμβεί λόγω ενός φυσικού γεγονότος, όπως η απώλεια μεταφορέα ή η λήξη ενός χρονοδιακόπτη μη απασχόλησης-περιόδου.

Τρεις κλάσεις των πλαισίων LCP υπάρχουν. Τα πλαίσια σύνδεσης –καθιέρωσης χρησιμοποιούνται για να καθιερώνουν και να διαμορφώσουν μια σύνδεση. Τα πλαίσια σύνδεσης-λήξης χρησιμοποιούνται για να ολοκληρώσουν μια σύνδεση και τα πλαίσια σύνδεσης-συντήρησης χρησιμοποιούνται για να διαχειριστούν και να διορθώσουν μια σύνδεση. Αυτά τα πλαίσια χρησιμοποιούνται για να ολοκληρώσουν την εργασία σε κάθε μια από τις φάσεις του LCP.

### **Περίληψη**

Το από σημείο σε σημείο πρωτόκολλο (PPP) αρχικά προέκυψε ως πρωτόκολλο ενθυλάκωσης για τη μεταφορά της κυκλοφορίας IP πέρα από τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις. Το PPP καθιέρωσε επίσης πρότυπα για να αναθέσει και διαχειρίσει IP τις διευθύνσεις, την ασύγχρονη και bit-oriented σύγχρονη ενθυλάκωση, να πολλαπλασιάσει τα πρωτοκόλλα δικτύων, τη διαμόρφωση συνδέσεων, την ποιοτική δοκιμή συνδέσεων, την ανίχνευση σφάλματος, και τη διαπραγμάτευση προαιρετικής δυνατότητας για τις προστιθέμενες δυνατότητες κάλυψης δικτύωσης.

Το PPP παρέχει μια μέθοδο για τα διαγράμματα δεδομένων πέρα από τις τμηματικές από σημείο σε σημείο συνδέσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν τα ακόλουθα τρία συστατικά:

- Μια μέθοδος για ενθυλάκωση των διαγραμμάτων δεδομένων πέρα από τις τμηματικές συνδέσεις
- Ένα επεκτάσιμο LCP για να καθιερώσει, να διαμορφώσει, και να εξετάσει.
- Την οικογένεια σύνδεσης των NCPs για πρωτόκολλα PPP στρώματος δικτύων καθιέρωσης και διαμόρφωσης των διαφορετικών πρωτοκόλλων.

Το PPP είναι ικανό να λειτουργεί πέρα από οποιαδήποτε διαπροσωπεία DTE/DCE. Το PPP δεν επιβάλλει οποιοδήποτε περιορισμό σχετικά με το ποσοστό μεταφορών εκτός από εκείνους που επιβάλλονται από την ιδιαίτερη διαπροσωπεία DTE/DCE στη χρήση.

Έξι πεδία δημιουργούν το πλαίσιο PPP. Το PPP LCP παρέχει μια μέθοδο καθιέρωσης, διαπραγμάτευσης, παραμονής, τερματισμού της από σημείο σε σημείο σύνδεσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ8ο

# IGRP

Οι στόχοι του κεφαλαίου αυτού είναι:

- Να προσδιορίσουμε τις μετρικές χρήσεις του IGRP για να συγκρίνουμε τις διαδρομές
- Να εξηγήσουμε πώς ένας διαχειριστής μπορεί να επηρεάσει την επιλογή διαδρομών
- Να καταλάβουμε την πολλαπλών διαδρομών δρομολόγηση
- Να προσδιοριστούν τα εγγενή χαρακτηριστικά γνωρίσματα σταθερότητας IGRP
- Να προσδιορίσουμε τους μηχανισμούς συγχρονισμού IGRP και να εξηγηθεί ο σκοπός τους.

## **Το εσωτερικό υπόβαθρο πρωτοκόλλου δρομολόγησης πυλών**

Το εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών (IGRP) είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης που αναπτύχθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '80 από τα συστήματα Cisco. Ο κύριος στόχος της Cisco στη δημιουργία IGRP ήταν να παρασχεθεί ένα γερό πρωτόκολλο για τη δρομολόγηση μέσα σε ένα αυτόνομο σύστημα (AS). Τέτοια πρωτόκολλα είναι γνωστά ως εσωτερικά πρωτόκολλα δρομολόγησης πυλών.

Στα μέσα της δεκαετίας του '80, το δημοφιλέστερο εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών ήταν το πρωτόκολλο πληροφοριών δρομολόγησης (RIP). Αν και το RIP ήταν αρκετά χρήσιμο για μέσα σε μικρά - στα μέτρια-ταξινομημένα, σχετικά ομοιογενή, ενδιάμεσων δικτύων τα όριά του ωθούνταν από την αύξηση δικτύων.. Η δημοτικότητα των δρομολογητών Cisco και η ευρωστία IGRP ενθάρρυναν πολλές οργανώσεις με τα μεγάλα ενδιάμεσων δικτύων για να αντικαταστήσουν RIP με IGRP.

Η αρχική εφαρμογή IGRP του Cisco εργάστηκε στα δίκτυα πρωτοκόλλου (IP) διαδικτύου. Το IGRP σχεδιάστηκε για να τρέξει σε οποιοδήποτε περιβάλλον δικτύων, εντούτοις, και Cisco σύντομα για να τρέξει με βάση το OSI στα δίκτυα πρωτοκόλλου χωρίς σύνδεση-δικτύων (CLNP). Το Cisco ανέπτυξε ενισχυμένο IGRP στην πρόωρη δεκαετία του '90 για να βελτιώσει τη λειτουργούσα αποδοτικότητα IGRP. Αυτό το κεφάλαιο συζητά το βασικό σχέδιο και την εφαρμογή IGRP.

### **Χαρακτηριστικά IGRP πρωτοκόλλου**

Το IGRP είναι ένα διανυσματικό εσωτερικό πρωτόκολλο πυλών απόστασης (IGP). Τα διανυσματικά πρωτόκολλα δρομολόγησης απόστασης συγκρίνουν ,από μαθηματική άποψη, τις διαδρομές χρησιμοποιώντας μερική μέτρηση απόστασης.

Αυτή η μέτρηση είναι γνωστή ως διάνυσμα απόστασης. Οι δρομολογητές που χρησιμοποιούν ένα διανυσματικό πρωτόκολλο απόστασης πρέπει να στείλουν όλους ή μια μερίδα του πίνακα δρομολόγησής τους.

Σε ένα μήνυμα καθοδηγώ-αναπροσαρμογών στα κανονικά διαστήματα σε κάθε ένας από τους γειτονικούς δρομολογητές τους.

Δεδομένου ότι οι καθοδηγώντας πληροφορίες πολλαπλασιάζονται μέσω του δικτύου, οι δρομολογητές μπορούν να προσδιορίσουν τους νέους προορισμούς όπως προστίθενται στο δίκτυο, μαθαίνουν των αποτυχιών στο δίκτυο, και επιπλέον, υπολογίζουν τις αποστάσεις σε όλους τους γνωστούς προορισμούς.

Τα διανυσματικά πρωτόκολλα δρομολόγησης απόστασης αντιπαραβάλλονται συχνά με τα πρωτόκολλα σύνδεση-κρατικής δρομολόγησης, τα οποία στέλνουν τις τοπικές πληροφορίες σύνδεσης σε όλους τους κόμβους στο ενδιάμεσο δίκτυο. Για μια συζήτηση του ανοικτού πιο σύντομου μονοπατιού πρώτα (OSPF) και του ενδιάμεσου συστήματος έως το ενδιάμεσο σύστημα (Διεθνές Επιτελείο), δύο δημοφιλείς αλγόριθμοι σύνδεση-κρατικής δρομολόγησης.

Το IGRP χρησιμοποιεί σύνθετο έναν μετρικό που υπολογίζεται από ζυγισμένες τις μαθηματικές αξίες για την καθυστέρηση, το εύρος ζώνης συχνοτήτων, την αξιοπιστία, και το φορτίο του ενδιάμεσου δικτύου. Οι διαχειριστές δικτύων μπορούν να θέσουν τους παράγοντες στάθμισης για κάθε μια από αυτές τις μετρικές, αν και η μεγάλη προσοχή πρέπει να ληφθεί προτού να χειριστούν οποιοσδήποτε προκαθορισμένες τιμές. Το IGRP παρέχει μια ευρεία σειρά για τις μετρικές του. Η αξιοπιστία και το φορτίο, για παράδειγμα, μπορούν να πάρουν επάνω οποιαδήποτε αξία μεταξύ 1 και 255, το εύρος ζώνης συχνοτήτων μπορεί να πάρει επάνω τις τιμές που απεικονίζουν τις ταχύτητες από 1200 BPS σε 10 GBP, ενώ η

καθυστέρηση μπορεί να πάρει επάνω οποιαδήποτε αξία από 1 έως  $2^{24}$ . Αυτές οι ευρείες μετρικές σειρές συμπληρώνονται περαιτέρω σε σειρά διάταξης που καθορίζεται από το χρήστη, σταθερές που επιτρέπουν σε έναν διαχειριστή δικτύων για να επηρεάσει την επιλογή διαδρομών. Αυτές οι σταθερές ανακατεύονται η μια ενάντια στις μετρικές και σε έναν αλγόριθμο που παράγει ενιαίο, σύνθετο έναν μετρικό. Κατά συνέπεια, ο διαχειριστής δικτύων μπορεί να επηρεάσει την επιλογή διαδρομών από το δόσιμο της υψηλότερης ή χαμηλότερης στάθμησης στις συγκεκριμένες μετρικές. Αυτή η ευελιξία επιτρέπει στους διαχειριστές για να καθορίσουν με ακρίβεια την αυτόματη επιλογή διαδρομών IGRP.

Για να παρέχει την πρόσθετη ευελιξία, IGRP επιτρέπει στην πολλαπλών διαδρομών δρομολόγηση. Οι διπλές γραμμές με ίσο εύρος ζώνης συχνοτήτων μπορούν να τρέξουν σε ένα ενιαίο ρεύμα της κυκλοφορίας στην ground-robin, με την αυτόματη μεταστροφή στη δεύτερη γραμμή εάν η μια γραμμή πέφτει.

Τα πολλαπλάσια μονοπάτια μπορούν να έχουν τις άνισες μετρικές ακόμα να είναι έγκυρες πολλαπλών διαδρομών διαδρομές. Για παράδειγμα, εάν το ένα μονοπάτι είναι τρεις φορές καλύτερο από ένα άλλο μονοπάτι (μετρικός του είναι τρεις φορές χαμηλότερος), το καλύτερο μονοπάτι θα χρησιμοποιηθεί τρεις φορές πιο συχνά. Μόνο οι διαδρομές με τις μετρικές που είναι μέσα σε μια ορισμένη σειρά ή μια διαφορά της καλύτερης διαδρομής χρησιμοποιούνται ως πολλαπλάσια μονοπάτια. Η διαφορά είναι μια άλλη αξία που μπορεί να καθιερωθεί από το διαχειριστή δικτύων.

### **Χαρακτηριστικά γνωρίσματα**

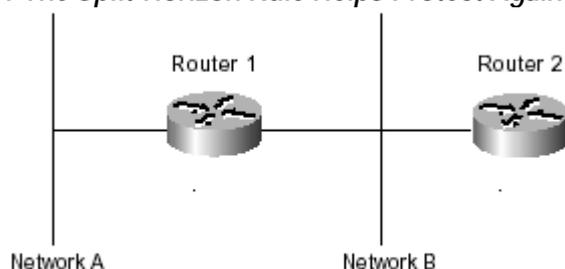
Το IGRP παρέχει διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που σχεδιάζονται για να ενισχύσουν τη σταθερότητά του. Αυτοί περιλαμβάνουν όρια, διασπασμένους ορίζοντες, και αναπροσαρμογές αντιστροφής. Το όριο χρησιμοποιείται για να αποτρέψει τα κανονικά μηνύματα αναπροσαρμογών από άπρεπα να επανεγκαταστήσει μια διαδρομή που να έχει βγει ελαττωματική. Όταν ένας δρομολογητής πηγαίνει κάτω, οι γειτονικοί δρομολογητές ανιχνεύουν αυτό μέσω της έλλειψης τακτικά σχεδιασμένων μηνυμάτων αναπροσαρμογών. Αυτοί οι δρομολογητές υπολογίζουν έπειτα τις νέες διαδρομές και στέλνουν τα μηνύματα αναπροσαρμογών δρομολόγησης για να ενημερώσουν τους γείτονές τους για την αλλαγή διαδρομών. Αυτή η δραστηριότητα αρχίζει ένα κύμα των προκαλούμενων αναπροσαρμογών που φιλτράρουν μέσω του δικτύου. Αυτές οι προκαλούμενες αναπροσαρμογές δεν φθάνουν αμέσως σε κάθε συσκευή δικτύων. Κατά συνέπεια, είναι πιθανό για μια συσκευή που πρέπει να ενημερωθεί ακόμα για μια αποτυχία δικτύων να σταλεί ένα κανονικό μήνυμα αναπροσαρμογών, το οποίο διαφημίζει μια αποτυχημένη διαδρομή ως έγκυρο σε μια συσκευή που έχει ειδοποιηθεί ακριβώς για την αποτυχία δικτύων. Σε αυτήν την περίπτωση, η τελευταία συσκευή θα περιείχε (και να διαφημίσουν ενδεχομένως) τις ανακριβείς πληροφορίες δρομολόγησης. Το Holddowns λέει στους δρομολογητές να πατήσει συνεχώς οποιοσδήποτε αλλαγές που να έχουν επιπτώσεις στις διαδρομές για μερική περίοδο χρόνου. Η οριακή περίοδος συνήθως υπολογίζεται για να είναι ακριβώς μεγαλύτερη από την περίοδο χρόνου απαραίτητη να ενημερώσει το ολόκληρο δίκτυο με μια αλλαγή δρομολόγησης.

Οι διασπασμένοι ορίζοντες παράγουν από τις εγκαταστάσεις ότι δεν είναι ποτέ χρήσιμο να σταλούν οι πληροφορίες για μια διαδρομή στην κατεύθυνση από την οποία προήλθε. Το σχήμα 42-1 επεξηγεί τον κανόνα διάσπαση-οριζόντων. Ο δρομολογητής 1 (R1) διαφημίζει ότι έχει μια διαδρομή Network A.

Δεν υπάρχει κανένας λόγος για το δρομολογητή 2 (R2) να περιληφθεί αυτή η διαδρομή στην αναπροσαρμογή του πίσω R1 επειδή R1 είναι πιο στενό δίκτυο A.

Ο κανόνας του διασπασμένου οριζοντα λέει να πάρει ο R2 τη διαδρομή και να την στείλει αναβαθμισμένη στον R1. Ο κανόνας του διασπασμένου οριζοντα βοηθάει για την δημιουργία εναλλακτικών μονοπατιών. Θεωρώντας, για παραδειγμα, στην περίπτωση στην οποία ο R1 αλληλεπιδρα και καταρρέει το δίκτυο A. Άνευ διασπασμένοι οριζοντες, συνεχίζει ο R2 να πληροφορεί τον R1 ότι μπορεί να χρησιμοποιήσει το δίκτυο A (διάμεσου R1). Αν ο R1 δεν έχει αρκετές ειδήσεις μπορεί να πάρει τον R2 δρομολογητή ως εναλλακτική αν υπάρχει αποτυχημένη διασύνδεση δημιουργώντας ένα εναλλακτικό μονοπάτι. Αν και το holddowns πρέπει να αποτρέψει αυτό, οι διασπασμένοι οριζοντες εφαρμόζονται σε IGRP επειδή παρέχουν την πρόσθετη σταθερότητα αλγορίθμου.

*Figure 42-1 The Split-Horizon Rule Helps Protect Against Routing Loops*



Οι διασπασμένοι οριζοντες πρέπει να αποτρέψουν τους βρόχους δρομολόγησης μεταξύ των παρακείμενων δρομολογητών, αλλά οι αναπροσαρμογές αντιστροφής είναι απαραίτητες να νικήσουν τους μεγαλύτερους βρόχους δρομολόγησης. Οι αυξήσεις στη δρομολόγηση των μετρικών δείχνουν γενικά τους βρόχους δρομολόγησης. Οι αντίστροφες αναπροσαρμογές έπειτα στέλνονται για να αφαιρέσουν τη διαδρομή και να την τοποθετήσουν μέσα σε συγκεκριμένα όρια.

Στην εφαρμογή Cisco IGRP, οι αναπροσαρμογές αντιστροφής στέλνονται εάν μια διαδρομή μετρική έχει αυξήσει έναν παράγοντα από 1,1 ή μεγαλύτερο.

### Οι χρονοδιακόπτες

Οι IGRP διατηρούν διάφορους χρονοδιακόπτες και μεταβλητές που περιέχουν τα χρονικά διαστήματα. Αυτοί περιλαμβάνουν έναν χρονοδιακόπτη αναπροσαρμογών, έναν άκυρο χρονοδιακόπτη, μια λαβή-χρονική περίοδο, και έναν επίπεδο χρονοδιακόπτη. Ο χρονοδιακόπτης αναπροσαρμογών προσδιορίζει πώς τα μηνύματα αναπροσαρμογών, συχνά δρομολόγησης πρέπει να σταλούν. Το προκαθορισμένο IGRP για αυτήν την μεταβλητή είναι 90 δευτερόλεπτα. Ο άκυρος χρονοδιακόπτης προσδιορίζει πώς ένας δρομολογητής πρέπει να περιμένει εν τη απουσία των μηνυμάτων αναπροσαρμογών για μια συγκεκριμένη διαδρομή πριν δηλώσει εκείνη την διαδρομή άκυρη. Το προκαθορισμένος IGRP για αυτήν την μεταβλητή είναι τρεις χρόνοι, η περίοδος αναπροσαρμογών. Η λαβή-χρονική μεταβλητή προσδιορίζει την οριακή περίοδο. Το προκαθορισμένος IGRP για αυτήν την μεταβλητή είναι τρεις χρόνοι, η περίοδος χρονοδιακοπών αναπροσαρμογών συν 10 δευτερόλεπτα. Τελικά, ο επίπεδος χρονοδιακόπτης δείχνει πόσος χρόνος πρέπει να περάσει προτού να πρέπει μια διαδρομή να διαγραφεί από τον πίνακα δρομολόγησης. Το προκαθορισμένο IGRP είναι επτά χρόνοι η περίοδος αναπροσαρμογών δρομολόγησης.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το IGRP έχει αποδείξει να είναι ένα από τα επιτυχέστερα πρωτόκολλα δρομολόγησης όλου του χρόνου. Κανένα μικρό μέρος της επιτυχίας του δεν είναι οφειλόμενο στη λειτουργική ομοιότητά με το RIP, ένα απλό ακόμα ιδιαίτερα επιτυχές και ευρέως επεκταμένο πρωτόκολλο δρομολόγησης. Η Cisco κατέβαλε τις μεγάλες προσπάθειες για να διατηρήσει προσεκτικά, πολλά από τα αποτελεσματικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα RIP, ενώ πολύ αναπτυσσόμενα τις δυνατότητες κάλυψης του. Σήμερα, το IGRP εμφανίζει την ηλικία του στερείται την υποστήριξη για τις μάσκες υποδικτύου μεταβλητός-μήκους (VLSM). Παρά να αναπτυχθεί μια IGRP έκδοση 2 για να ενσωματώσει εκείνη την δυνατότητα κάλυψης, η Cisco έχει χτίσει επάνω στην κληρονομιά IGRP την επιτυχία με ενισχυμένο IGRP.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο

# Ενισχυμένο IGRP

Οι στόχοι του κεφαλαίου αυτού είναι:

- Να προσδιορίσουμε τις τέσσερις βασικές τεχνολογίες που υιοθετούνται από ενισχυμένο IGRP (EIGRP).
- Να καταλάβουμε τον διασκορπίζοντα αλγόριθμο αναπροσαρμογών (DUAL), και να περιγράψουμε πώς βελτιώνει τη λειτουργική αποδοτικότητα EIGRP.
- Να μάθουμε πώς να χρησιμοποιούμε το EIGRP για την διασύνδεση δικτύων με διαφορετικά πρωτόκολλα δρομολόγησης καθώς επίσης και τα διαφορετικά καθοδηγημένα πρωτόκολλα .
- Να ανακαλύψουμε πώς είναι πιθανό να μεταναστεύσει βαθμιαία σε EIGRP.

### Ενισχυμένο IGRP

Το ενισχυμένο εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών (EIGRP) αντιπροσωπεύει μια εξέλιξη από τον προκάτοχό του IGRP. Αυτή η εξέλιξη οδήγησε από τις αλλαγές στη δικτύωση και τις ζητήσεις των διαφορετικών, μεγάλης κλίμακας διαδικτυακές εργασίες. Το ενισχυμένο IGRP ενσωματώνει τις δυνατότητες κάλυψης την σύνδεση-κρατικών πρωτοκόλλων στα διανυσματικά πρωτόκολλα απόστασης. Πρόσθετα, το EIGRP περιέχει διάφορα σημαντικά πρωτόκολλα που αυξάνουν πολύ τη λειτουργική αποδοτικότητα του σχετικά με άλλα πρωτόκολλα δρομολόγησης. Ένα από αυτά τα πρωτόκολλα είναι ο διασκορπίζοντας αλγόριθμος αναπροσαρμογών (DUAL) που αναπτύσσεται σε SRI διεθνές από το Δρ J.J. Garcia-luna- Aceves.

Το DUAL επιτρέπει στους δρομολογητές EIGRP να καθορίσει εάν ένα μονοπάτι που διαφημίζεται από έναν γείτονα περιτυλίγεται ή βρόχος-ελεύθερος, και επιτρέπει σε έναν δρομολογητή που τρέχει EIGRP για να βρει τα εναλλακτικά μονοπάτια χωρίς την αναμονή στις αναπροσαρμογές από άλλους δρομολογητές.

Ενισχυμένο IGRP παρέχει τη συμβατότητα και την άνευ ραφής λειτουργικότητα τους δρομολογητές IGRP. Ένας μηχανισμός αυτόματης-ανακατανομής επιτρέπει στις διαδρομές IGRP για να εισαχθεί σε ενισχυμένο IGRP, και αντίστροφα, έτσι είναι πιθανό να προστεθεί ενισχυμένο IGRP βαθμιαία σε ένα υπάρχον δίκτυο IGRP. Επειδή οι μετρικές και για τα δύο πρωτόκολλα είναι άμεσα μεταφράσιμες, είναι τόσο εύκολα συγκρίσιμες σαν να ήταν διαδρομές που δημιουργήθηκαν στα αυτόνομα σύστημα (ASs). Επιπλέον, ενισχυμένο IGRP μεταχειρίζεται τις διαδρομές IGRP ως εξωτερικές διαδρομές και παρέχει έναν τρόπο για το διοικητή δικτύων να προσαρμοστούν.

Αυτό το κεφάλαιο παρέχει μια επισκόπηση των βασικών διαδικασιών και των χαρακτηριστικών πρωτοκόλλου ενισχυμένου IGRP.

### **Ενισχυμένες δυνατότητες κάλυψης IGRP και ιδιότητες**

Οι κύριες δυνατότητες κάλυψης που διακρίνουν το ενισχυμένο IGRP από άλλα πρωτόκολλα δρομολόγησης περιλαμβάνουν τη γρήγορη σύγκλιση, υποστηρίζουν τη μάσκα υποδικτύου μεταβλητού μήκους, υποστηρίζουν τις μερικές αναπροσαρμογές, και την υποστήριξη για τα πολλαπλάσια πρωτόκολλα στρώματος δικτύων.

Ένας δρομολογητής που τρέχει ενισχυμένο IGRP καταχωρεί τη δρομολόγηση όλων των γειτόνων του σε πίνακες έτσι ώστε μπορεί γρήγορα να προσαρμοστεί στα εναλλακτικά δρομολόγια. Εάν καμία κατάλληλη διαδρομή δεν υπάρχει, το ενισχυμένο IGRP ρωτά τους γείτονές του, για να ανακαλύψει ένα εναλλακτικό δρομολόγιο. Αυτές οι ερωτήσεις διαδίδονται έως ότου βρεθεί ένα εναλλακτικό δρομολόγιο.

Η υποστήριξή της για τις μάσκες υποδικτύου μεταβλητού μήκους επιτρέπει στις διαδρομές να συνοψιστούν αυτόματα σε ένα όριο αριθμού δικτύων. Επιπλέον, ενισχυμένο IGRP μπορεί να

διαμορφωθεί για να συνοψίσει σε οποιοδήποτε όριο δυαδικών ψηφίων σε οποιαδήποτε διαπροσωπεία.

Το ενισχυμένο IGRP δεν κάνει τις περιοδικές αναπροσαρμογές. Αντί γι'αυτό, στέλνει τις μερικές αναπροσαρμογές μόνο όταν αλλάζει ο μετρικός για μια διαδρομή. Η διάδοση των μερικών αναπροσαρμογών είναι αυτόματα οριακή έτσι ώστε μόνο εκείνοι οι δρομολογητές που χρειάζονται τις πληροφορίες ενημερώνονται. Ως αποτέλεσμα αυτών των δύο δυνατοτήτων κάλυψης, το ενισχυμένο IGRP καταναλώνει το σημαντικά λιγότερο εύρος ζώνης συχνοτήτων από IGRP.

Το ενισχυμένο IGRP περιλαμβάνει την υποστήριξη για AppleTalk, την IP, και Novell NetWare. Η εφαρμογή AppleTalk ανακατανέμει τις διαδρομές που μαθαίνονται από το πρωτόκολλο RTMP.

Η εφαρμογή IP ανακατανέμει τις διαδρομές που μαθαίνονται από OSPF, καθοδηγώντας το πρωτόκολλο πληροφοριών (RIP), από ενδιάμεσο σύστημα σε ενδιάμεσο σύστημα (Διεθνές Επιτελείο), το εξωτερικό πρωτόκολλο πυλών (EGP), ή το πρωτόκολλο πυλών συνόρων (BGP). Η εφαρμογή Novell ανακατανέμει τις διαδρομές που μαθαίνονται από Novell RIP ή το πρωτόκολλο υπηρεσιών (SAP).

### **Οι βασικές διαδικασίες και οι τεχνολογίες**

Για να παρέχουν την ανώτερη απόδοση δρομολόγησης, ενισχυμένο IGRP υιοθετούν τέσσερις βασικές τεχνολογίες που συνδυάζουν να το διαφοροποιήσουν από άλλες τεχνολογίες δρομολόγησης: γειτόνων ανακάλυψη / αποκατάσταση, αξιόπιστο πρωτόκολλο μεταφοράς (RTP), DUAL πεπερασμένων καταστάσεων μηχανή.

Ο μηχανισμός ανακαλύψεων / αποκατάστασης γειτόνων επιτρέπει στους δρομολογητές να μάθει δυναμικά για άλλους δρομολογητές στα άμεσα συνημμένα δίκτυά τους. Οι δρομολογητές πρέπει επίσης να ανακαλύψουν πότε οι γείτονές τους γίνονται απρόσιτοι ή ανενεργοί. Αυτή η διαδικασία επιτυγχάνεται με τα χαμηλά γενικά έξοδα με περιοδικά να στείλει τα μικρά HELLO πακέτα. Εφ' όσον λαμβάνει ένας δρομολογητής HELLO πακέτα από έναν γειτονικό δρομολογητή, υποθέτει ότι ο γείτονας λειτουργεί, και τα δύο μπορούν να ανταλλάξουν τις πληροφορίες δρομολόγησης.

Το αξιόπιστο πρωτόκολλο μεταφοράς (RTP) είναι αρμόδιο για την εγγυημένη, διαταγμένη παράδοση των ενισχυμένων πακέτων IGRP σε όλους τους γείτονες. Υποστηρίζει την ανακατεμένη μεταφορά πολλαπλής διανομής ή unicast των πακέτων. Για την αποδοτικότητα, μόνο ορισμένα ενισχυμένα πακέτα IGRP διαβιβάζονται σοβαρά. Σε ένα πολλαπλής πρόσβασης δίκτυο που έχει τις πολλαπλής διανομής δυνατότητες κάλυψης, όπως Ethernet, δεν είναι απαραίτητο να σταλούν τα HELLO πακέτα σε όλους τους γείτονες χωριστά. Για εκείνο τον λόγο, το ενισχυμένο IGRP στέλνει ένα ενιαίο πολλαπλής διανομής HELLO πακέτο που περιέχει έναν δείκτη που ενημερώνει τους δέκτες ότι το πακέτο δεν χρειάζεται να αναγνωρισθεί. Άλλοι τύποι πακέτων, όπως οι αναπροσαρμογές, δείχνουν στο πακέτο ότι η αναγνώριση απαιτείται. Το RTP περιέχει μια παροχή για να στείλει τα πολλαπλής διανομής πακέτα γρήγορα όταν τα μη αναγνωρισμένα πακέτα είναι εκκρεμή, οδηγίες εξασφαλίζουν ότι ο χρόνος σύγκλισης παραμένει οι χαμηλές εν τη παρουσία ποικίλες συνδέσεις ταχύτητας.

Η DUAL πεπερασμένων καταστάσεων μηχανή ενσωματώνει τη διαδικασία απόφασης για όλους τους υπολογισμούς διαδρομών με την καταδίωξη όλων των διαδρομών που διαφημίζονται από όλους τους γείτονες. Οι DUAL πληροφορίες απόστασης χρήσεων για να επιλέξουν τα αποδοτικά, βρόχου-ελεύθερα μονοπάτια και επιλέγουν τις διαδρομές για την εισαγωγή σε έναν πίνακα δρομολόγησης που βασίζεται στους εφικτούς διαδόχους.

Ένας εφικτός διάδοχος είναι ένας γειτονικός δρομολογητής που χρησιμοποιείται για το πακέτο διαβιβάζοντας που είναι ένα ελάχιστου κόστους μονοπάτι σε έναν προορισμό που είναι εγγυημένος για να μην είναι μέρος ενός βρόχου δρομολόγησης. Όταν ένας γείτονας αλλάζει έναν μετρικό, ή όταν εμφανίζεται μια αλλαγή τοπολογίας, DUAL δοκιμές γίνονται για τους εφικτούς διαδόχους. Εάν ένας βρίσκεται, DUAL χρήσεις αυτό για να αποφύγει η διαδρομή όχι απαραίτητα. Όταν κανένας εφικτός διάδοχος δεν υπάρχει αλλά οι γείτονες διαφημίζουν ακόμα τον προορισμό, ένας επανυπολογισμός (που είναι γνωστός επίσης ως διασκορπίζοντας υπολογισμός) πρέπει να εμφανιστεί για να καθορίσει έναν νέο διάδοχο. Αν και ο επανυπολογισμός δεν είναι επεξεργαστής-εντατικός, έχει επιπτώσεις στο χρόνο σύγκλισης, έτσι είναι συμφέρον να αποφευχθούν οι περιττοί επανυπολογισμοί.

### **Αρχές δρομολόγησης**

Οι ενισχυμένες έννοιες IGRP στηρίζεται σε τέσσερις θεμελιώδεις έννοιες: πίνακες γειτόνων, πίνακες τοπολογίας, κράτη διαδρομών, και επικόλληση διαδρομών. Κάθε ένας από αυτούς συνοψίζεται στις συζητήσεις που ακολουθούν.

### **Οι πίνακες γειτόνων**

Όταν ανακαλύπτει ένας δρομολογητής έναν νέο γείτονα, αυτοί καταγράφουν τη διεύθυνση και τη διαπροσωπεία του γείτονα ως είσοδο στον πίνακα γειτόνων.. Όταν ένας γείτονας στέλνει ένα HELLO πακέτο, διαφημίζει έναν χρόνο λαβής, ο οποίος είναι το ποσό χρόνου ότι ένας δρομολογητής μεταχειρίζεται έναν γείτονα όπως εφικτό και λειτουργικό. Εάν ένα HELLO πακέτο δεν παραλαμβάνεται μέσα στο χρόνο λαβής, ο χρόνος λαβής λήγει και το DUAL είναι ενημερωμένο για την αλλαγή τοπολογίας.

Η γειτονική-επιτραπέζια είσοδος περιλαμβάνει επίσης τις πληροφορίες που απαιτούνται από RTP. Η ακολουθία αριθμών είναι υιοθετημένη για να ταιριάζει με τα acknowledgments με τα πακέτα στοιχείων, και ο τελευταίος αριθμός ακολουθίας που παραλαμβάνεται από το γείτονα καταγράφεται έτσι ώστε τα πακέτα έξω από την κατάταξη μπορούν να ανιχνευθούν. Ένας κατάλογος μεταφορών χρησιμοποιείται για να περιμένει στη σειρά τα πακέτα για την πιθανή αναμετάδοση σε μια βάση ανά-γειτόνων. Οι μετ'επιστροφής χρονοδιακόπτες κρατιούνται στη γείτονα-επιτραπέζια είσοδο για να υπολογίσουν ένα βέλτιστο διάστημα αναμετάδοσης.

## **Πίνακας τοπολογίας**

Ο πίνακας τοπολογίας περιέχει όλους τους προορισμούς που διαφημίζονται από τους γειτονικούς δρομολογητές. Τα πρωτόκολλα-εξαρτώμενα αρθρώματα επικοινωνούν τον πίνακα, και ο πίνακας από DUAL πεπερασμένων καταστάσεων μηχανή ενεργεί. Κάθε είσοδος στον πίνακα τοπολογίας περιλαμβάνει τη διεύθυνση προορισμού και έναν κατάλογο γειτόνων που έχουν διαφημίσει τον προορισμό. Για κάθε γείτονα, η είσοδος καταγράφει διαφημισμένο το μετρικό, τον οποίο ο γείτονας καταχωρεί στον πίνακα δρομολόγησής του. Ένας σημαντικός κανόνας είναι ότι τα διανυσματικά πρωτόκολλα απόστασης πρέπει να ακολουθήσουν το ότι εάν ο γείτονας διαφημίζει αυτόν τον προορισμό, πρέπει να χρησιμοποιήσει τη διαδρομή για να διαβιβάσει τα πακέτα.

Ο μετρικός που ο δρομολογητής χρησιμοποιεί για να φθάσει στον προορισμό συνδέεται επίσης με τον προορισμό. Ο μετρικός ότι οι χρήσεις δρομολογητών στον πίνακα δρομολόγησης, και για να διαφημίσουν σε άλλους δρομολογητές, είναι το ποσό καλύτερος διαφημισμένου του μετρικού από όλους τους γείτονες και το κόστος συνδέσεων στον καλύτερο γείτονα.

## **Αρχή διαδρομής**

Η τοπολογία-επιτραπέζια είσοδος για έναν προορισμό μπορεί να υπάρξει στο ένα από δύο κράτη: ενεργός ή παθητικός. Ένας προορισμός συμφωνεί με το παθητικό κράτος όταν δεν εκτελεί ο δρομολογητής έναν επανυπολογισμό συμφωνεί με το ενεργό κράτος όταν εκτελεί ο δρομολογητής έναν επανυπολογισμό. Εάν οι εφικτοί διάδοχοι είναι πάντα διαθέσιμοι, ένας προορισμός δεν πρέπει ποτέ να πάει στο ενεργό κράτος, με αυτόν τον τρόπο αποφεύγοντας έναν επανυπολογισμό.

Ένας επανυπολογισμός εμφανίζεται όταν δεν έχει ένας προορισμός κανέναν εφικτό διάδοχο. Ο δρομολογητής αρχίζει τον επανυπολογισμό από την αποστολή ενός πακέτου ερώτησης σε κάθε ένας από τους γειτονικούς δρομολογητές του. Ο γειτονικός δρομολογητής μπορεί να στείλει ένα πακέτο απάντησης, δείχνοντας ότι έχει έναν εφικτό διάδοχο για τον προορισμό, ή μπορεί να στείλει ένα πακέτο ερώτησης, δείχνοντας ότι συμμετέχει στον επανυπολογισμό. Ενώ ένας προορισμός χρειάζεται ενεργό κράτος, ένας δρομολογητής μπορεί να αλλάξει τις καθοδηγώ-επιτραπέζιες πληροφορίες του προορισμού. Αφότου έχει λάβει ο δρομολογητής μια απάντηση από κάθε γειτονικό δρομολογητή, η τοπολογία-επιτραπέζια είσοδος για τις επιστροφές προορισμού στο παθητικό κράτος, και ο δρομολογητής μπορούν να επιλέξουν έναν διάδοχο.

## **Επικόλληση διαδρόμων**

Η διαδρομή που κολλά ενισχυμένο IGRP υποστηρίζει τις εσωτερικές και εξωτερικές διαδρομές. Οι εσωτερικές διαδρομές δημιουργούνται μέσα σε ένα ενισχυμένο IGRP AS. Επομένως, ένα άμεσα συνημμένο δίκτυο που διαμορφώνεται για να τρέξει ενισχυμένο IGRP θεωρείται εσωτερική διαδρομή και διαδίδεται με αυτές τις πληροφορίες σε όλο το ενισχυμένο IGRP AS. Οι εξωτερικές διαδρομές μαθαίνονται από ένα άλλο πρωτόκολλο δρομολόγησης ή κατοικούν στον πίνακα δρομολόγησης ως στατικές διαδρομές. Αυτές οι διαδρομές κολούνται χωριστά με την ταυτότητα της προέλευσής τους.

Οι εξωτερικές διαδρομές κολούνται με τις ακόλουθες πληροφορίες:

• η ταυτότητα δρομολογητών του ενισχυμένου δρομολογητή IGRP που ανακατένειμε τη διαδρομή

- AS αριθμός προορισμού
- διαμορφώσιμης ταυτότητας ετικετών διαχειριστών
- ID του εξωτερικού πρωτοκόλλου
- μετρικού από τις εξωτερικές σημαίες
- δυαδικών ψηφίων πρωτοκόλλου για τη διαδρομή

Η προκαθορισμένη δρομολόγηση που κολλά, επιτρέπει στο διαχειριστή δικτύων, να προσαρμόσει τη δρομολόγηση και να διατηρήσει, τους εύκαμπτους πολιτικούς ελέγχους. Η επικόλληση διαδρομών είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στη διέλευση ASs, όπου ενισχυμένο IGRP αλληλεπιδρά χαρακτηριστικά με ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης interdomain που εφαρμόζει τις περισσότερες σφαιρικές πολιτικές, με συνέπεια μια πολύ εξελικτική, πολιτική-βασισμένη στο δρομολόγηση.

### **Το ενισχυμένο πακέτο IGRP**

Το ενισχυμένο πακέτο IGRP χρησιμοποιεί τους ακόλουθους τύπους πακέτων: HELLO και αναγνώριση, αναπροσαρμογή, και ερώτηση και απάντηση.

Τα HELLO πακέτα είναι πολλαπλής διανομής για την ανακάλυψη ή την αποκατάσταση γειτόνων και δεν απαιτούν την αναγνώριση. Ένα πακέτο αναγνώρισης είναι ένα HELLO πακέτο που δεν έχει κανένα στοιχείο. Τα πακέτα αναγνώρισης περιέχουν έναν διαφορετικό από το μηδέν αριθμό αναγνώρισης και πάντα στέλνονται με τη χρησιμοποίηση μιας διεύθυνσης unicast.

Τα πακέτα αναπροσαρμογών χρησιμοποιούνται για να μεταβιβάσουν τον έλεγχο δυνατότητας των προορισμών.

Όταν ένας νέος γείτονας ανακαλύπτεται, αθροίζουν τα πακέτα αναπροσαρμογών στέλνονται έτσι ώστε ο γείτονας μπορεί να ενισχύσει τον πίνακα τοπολογίας του. Σε άλλες περιπτώσεις, όπως μια σύνδεση-κόστους αλλάζει, και οι αναπροσαρμογές είναι πολλαπλής διανομής. Οι αναπροσαρμογές πάντα διαβιβάζονται σοβαρά.

Τα πακέτα ερώτησης και απάντησης στέλνονται όταν δεν έχει ένας προορισμός κανέναν εφικτό διάδοχο. Τα πακέτα ερώτησης είναι πάντα πολλαπλής διανομής. Τα πακέτα απάντησης στέλνονται σε απάντηση στα πακέτα ερώτησης για να καθοδηγήσουν το δημιουργό όχι στο ξανά-υπολογισμό ή διαδρομή επειδή οι εφικτοί διάδοχοι υπάρχουν. Τα πακέτα απάντησης είναι unicast στο δημιουργό της ερώτησης. Και τα πακέτα ερώτησης και απάντησης διαβιβάζονται σοβαρά.

## Περίληψη

Τα συστήματα EIGRP Cisco είναι ένα από τα γνώρισμα-πλουσιότερα και γερά πρωτόκολλα δρομολόγησης που αναπτύσσονται πάντα. Ο μοναδικός συνδυασμός χαρακτηριστικών γνωρισμάτων του συνδυάζει τις καλύτερες ιδιότητες των διανυσματικών πρωτοκόλλων απόστασης με τις καλύτερες ιδιότητες των σύνδεση-κρατικών πρωτοκόλλων. Το αποτέλεσμα είναι ένα υβριδικό πρωτόκολλο δρομολόγησης που προκαλεί την εύκολη κατηγοριοποίηση με τα συμβατικά πρωτόκολλα.

Το EIGRP είναι επίσης εντυπωσιακά εύκολο να διαμορφωθεί και να χρησιμοποιήσει, καθώς επίσης και εντυπωσιακά αποδοτικός και ασφαλής στη λειτουργία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί από κοινού με IPv4, AppleTalk, και το IPX. Το πιο σημαντικό, η μορφοματική αρχιτεκτονική της θα επιδει σε εύκολα Cisco για να προσθέσει την υποστήριξη για άλλα καθοδηγημένα πρωτόκολλα που μπορούν να αναπτυχθούν στο μέλλον.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10ο

# Πρωτόκολλο RIP

Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτού του κεφαλαίου είναι:

- Σταθερότητα RIP ονόματα στόχων
- Εξηγούν την σημασία RIP των μηχανισμών συγχρονισμού
- Περιγράφει τις διαφορές μεταξύ RIP και RIP 2

## **Το υπόβαθρο πρωτοκόλλου πληροφοριών δρομολόγησης**

Το πρωτόκολλο πληροφοριών δρομολόγησης ή RIP, καθώς καλείται συχνότερα, είναι ένα από τα υπομείνει όλων των πρωτοκόλλων δρομολόγησης. Το RIP είναι επίσης ένα από τα ευκολότερα παραγμένα πρωτόκολλα επειδή ποικίλος RIP-όπως τη δρομολόγηση των πρωτοκόλλων πολλαπλασιάστηκε, μερικά από τα οποία χρησιμοποιήσαν ακόμη και το ίδιο όνομα!

Το RIP και η μυριάδα RIP-όπως τα πρωτόκολλα βασίστηκε στο ίδιο σύνολο αλγορίθμων που διανύσματα απόστασης χρήσης για να συγκρίνει από μαθηματική άποψη τις διαδρομές για να προσδιορίσει το καλύτερο μονοπάτι σε οποιαδήποτε δεδομένη διεύθυνση προορισμού. Αυτοί οι αλγόριθμοι προέκυψαν από την ακαδημαϊκή έρευνα ότι οι ημερομηνίες πίσω στο 1957.

Στη σημερινή ανοικτή πρότυπη έκδοση RIP, που αναφέρεται μερικές φορές καθώς η IP RIP, καθορίζονται τυπικά σε δύο έγγραφα: Αίτημα για τα σχόλια (RFC) 1058 και πρότυπα Διαδικτύου (STD) 56. Δεδομένου ότι τα IP-βασισμένα δίκτυα έγιναν πιο πολυάριθμα και μεγαλύτερα στο μέγεθος, έγινε προφανές στη στοιχειώδη δύναμη εφαρμοσμένης μηχανικής διαδικτύου (IETF) που τα RIP χρειάζονται να ενημερωθούν. Συνεπώς, το IETF εξέδωσε RFC 1388 τον Ιανουάριο του 1993, το οποίο ήταν έπειτα τον Νοέμβριο του 1994 από RFC 1723, το οποίο περιγράφει το RIP 2 (η δεύτερη έκδοση RIP).

Αυτά τα RFCs περιέγραψαν μια επέκταση RIP των δυνατοτήτων κάλυψης αλλά δεν προσπάθησαν να ξεπεράσουν την προηγούμενη έκδοση RIP. Το RIP 2 που επιτρέπει σε RIP τα μηνύματα να φέρει τις περισσότερες πληροφορίες, οι οποίες επέτρεψαν στη χρήση ενός απλού μηχανισμού πιστοποίησης ταυτότητας για να εξασφαλίσουν τις επιτραπέζιες αναπροσαρμογές. Το πιο σημαντικό το στο RIP 2 είναι μάσκες υποδικτύου, ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό γνώρισμα που δεν ήταν διαθέσιμο στο RIP.

Αυτό το κεφάλαιο συνοψίζει τις βασικά δυνατότητες κάλυψης και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που συνδέονται με RIP.

Τα θέματα περιλαμβάνουν τη διαδικασία αναπροσαρμογών δρομολόγησης, τις RIP μετρικές δρομολόγησης, τη σταθερότητα δρομολόγησης, και τους χρονοδιακόπτες δρομολόγησης.

### **Οι αναπροσαρμογές δρομολόγησης**

Οι RIP στέλνουν τα μηνύματα καθοδήγησης αναπροσαρμογών στα κανονικά διαστήματα και όταν αλλάζει η τοπολογία δικτύων. Όταν ένας δρομολογητής λαμβάνει μια αναπροσαρμογή δρομολόγησης που περιλαμβάνει τις αλλαγές σε μια είσοδο, ενημερώνει τον πίνακα δρομολόγησης του για να απεικονίσει τη νέα διαδρομή. Η μετρική αξία για το μονοπάτι αυξάνεται κατά 1, και ο πομπός είναι υποδειγμένος ως επόμενος hop. Οι RIP δρομολογητές διατηρούν μόνο την καλύτερη διαδρομή (η διαδρομή με τη χαμηλότερη μετρική αξία) σε έναν προορισμό.

Μετά από να ενημερώσει τον πίνακα δρομολόγησης του, ο δρομολογητής αρχίζει αμέσως τις αναπροσαρμογές δρομολόγησης για να ενημερώσει άλλους δρομολογητές δικτύων για την αλλαγή. Αυτές οι αναπροσαρμογές στέλνονται ανεξάρτητα από τις τακτικά σχεδιασμένες αναπροσαρμογές που οι RIP δρομολογητές στέλνουν.

## **RIP μετρική δρομολόγηση**

Οι RIP χρησιμοποιούν μια ενιαία δρομολόγηση μετρική (αρίθμηση HOP) για να μετρήσει την απόσταση μεταξύ της πηγής και ενός δικτύου προορισμού. Σε κάθε HOP σε ένα μονοπάτι από την πηγή στον προορισμό ανατίθεται μια αξία αρίθμησης HOP, η οποία είναι χαρακτηριστικά 1. Όταν ένας δρομολογητής λαμβάνει μια αναπροσαρμογή δρομολόγησης που περιέχει μια νέα ή αλλαγμένη είσοδο δικτύων προορισμού, ο δρομολογητής προσθέτει 1 στη μετρική αξία που υποδεικνύεται στην αναπροσαρμογή και εισάγει το δίκτυο στον πίνακα δρομολόγησης. Η διεύθυνση IP του πομπού χρησιμοποιείται ως επόμενος HOP.

## **Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα σταθερότητας**

Ο RIP αποτρέπει τους βρόχους δρομολόγησης από συνεχή κατά τρόπο αόριστο από την εφαρμογή ενός ορίου στον αριθμό HOP που επιτρέπεται σε ένα μονοπάτι από την πηγή σε έναν προορισμό. Ο μέγιστος αριθμός HOP σε ένα μονοπάτι είναι 15.

Εάν ένας δρομολογητής λαμβάνει μια αναπροσαρμογή δρομολόγησης που περιέχει μια νέα ή αλλαγμένη είσοδο, και εάν αυξάνοντας τη μετρική αξία από 1 προκαλεί το μετρικό για να είναι άπειρο (δηλαδή 16), ο προορισμός δικτύων θεωρείται απρόσιτος. Το μειονέκτημα αυτού του χαρακτηριστικού γνωρίσματος σταθερότητας είναι ότι περιορίζει τη μέγιστη διάμετρο ενός RIP δικτύου σε λιγότερο από 16 HOP.

Οι RIP περιλαμβάνουν διάφορα άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα σταθερότητας που είναι κοινά σε πολλά πρωτόκολλα δρομολόγησης. Αυτά τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα σχεδιάζονται για να παρέχουν τη σταθερότητα παρά τις ενδεχομένως γρήγορες αλλαγές στην τοπολογία ενός δικτύου. Παραδείγματος χάριν, οι RIP βάζουν σε εφαρμογή τον διασπασμένο ορίζοντα και οι κατοχικοί μηχανισμοί για να αποτρέψετε τις ανακριβείς πληροφορίες δρομολόγησης από τη διάδοση.

## **Χρονοδιακόπτες RIP**

Οι RIP χρησιμοποιούν πολυάριθμους χρονοδιακόπτες χρήσεων για να ρυθμίσει την απόδοσή του. Αυτοί περιλαμβάνουν έναν χρονοδιακόπτη καθοδηγώ-αναπροσαρμογών, έναν χρονοδιακόπτη διαδρομή-χρόνου αδράνειας, και έναν διαδρομή-επίπεδο χρονοδιακόπτη. Ο χρονοδιακόπτης καθοδηγώ-αναπροσαρμογών χρονόμετρα το διάστημα μεταξύ των περιοδικών αναπροσαρμογών δρομολόγησης. Γενικά, τίθεται σε 30 δευτερόλεπτα, με ένα μικρό τυχαίο ποσό χρόνου προστιθέμενο όποτε ο χρονοδιακόπτης επαναρυθμίζεται. Αυτό γίνεται για να βοηθήσει να αποτρέψει τη συμφόρηση, η οποία θα μπορούσε να οδηγήσει από όλους τους δρομολογητές που προσπαθούν ταυτόχρονα να ενημερώσει τους γείτονές τους. Κάθε επιτραπέζια είσοδος δρομολόγησης συνδέει έναν χρονοδιακόπτη διαδρομή-χρόνου αδράνειας. Όταν ο χρονοδιακόπτης διαδρομή-χρόνου αδράνειας λήξει, η διαδρομή είναι χαρακτηρισμένη άκυρη αλλά διατηρείται στον πίνακα έως ότου λήξει η διαδρομή-επίπεδου χρονοδιακόπτη.

## Πακέτο διαμόρφωσης

Το πακέτο σχηματοποιεί την ακόλουθη εστίαση τμημάτων στην IP RIP και η IP RIP 2 μορφές πακέτων που διευκρινίζονται στους αριθμούς 47-1 και 47-2, Κάθε απεικόνιση ακολουθείται από τις περιγραφές των πεδίων που διευκρινίζονται.

## RIP Πακέτο διαμόρφωσης

Το σχήμα 47-1 μορφής πακέτων επεξηγεί ότι η IP RIP τη μορφή πακέτων.

*Figure 47-1 An IP RIP Packet Consists of Nine Fields*

1-octet command field	1-octet version number field	2-octet zero field	2-octet AFI field	2-octet zero field	4-octet IP address field	4-octet zero field	4-octet zero field	4-octet metric field
-----------------------------	---------------------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------	--------------------------------	--------------------------	--------------------------	----------------------------

Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν την IP RIP τα πεδία μορφής πακέτων που διευκρινίζονται στον αριθμό 47-1:

- εντολή -- δείχνει εάν το πακέτο είναι ένα αίτημα ή μια απάντηση Το αίτημα ρωτά να στείλει ένας δρομολογητής το σύνολο ή μέρος του πίνακα δρομολόγησής του. Η απάντηση μπορεί να είναι μια εκούσια κανονική αναπροσαρμογή δρομολόγησης ή μια απάντηση σε ένα αίτημα. Οι απαντήσεις περιέχουν τις επιτραπέζιες εισόδους δρομολόγησης. Τα πολλαπλάσια RIP πακέτα χρησιμοποιείται για να μεταβιβάσει τις πληροφορίες από το μεγάλο αριθμό επιτραπέζιας
- έκδοσης δρομολόγησης -- προσδιορίζει τη RIP έκδοση χρησιμοποιούμενη. Αυτό το πεδίο μπορεί να κάνει σήμα τις διαφορετικές ενδεχομένως ασυμβίβαστες εκδόσεις
- μηδέν -- αυτό το πεδίο δεν χρησιμοποιείται πραγματικά από RFC 1058 RIP προστέθηκε απλώς για να παρέχει την οπίσθια συμβατότητα τις ποικιλίες προ αναγνώρισης RIP. Το όνομά του προέρχεται από την προκαθορισμένη αξία του: μηδέν.
- διεύθυνση-οικογενειακό προσδιοριστικό (AFI) -- προσδιορίζει την οικογένεια διευθύνσεων που χρησιμοποιείται. RIP σχεδιάζεται για να φέρει τις πληροφορίες δρομολόγησης για διάφορα διαφορετικά πρωτόκολλα. Κάθε είσοδος έχει ένα διεύθυνση-οικογενειακό προσδιοριστικό για να δείξει τον τύπο της προσδιορισμού της διεύθυνσης. Το AFI για την IP είναι 2.
- διεύθυνση -- προσδιορίζει τη διεύθυνση IP για την είσοδο
- μετρική -- δείχνει πόσοι HOPS ενδιάμεσου δικτύου (δρομολογητές) έχουν διαπερνηθεί στο ταξίδι στον προορισμό. Αυτή η αξία είναι μεταξύ 1 και 15 για μια έγκυρη διαδρομή, ή 16 για μια απρόσιτη διαδρομή.

### Σημείωση

Μέχρι 25 περιστατικά του AFI, η διεύθυνση, και τα μετρικά πεδία επιτρέπονται σε ένα ενιαίο IP RIP πακέτο. (Μέχρι 25 προορισμοί μπορούν να εμφανιστούν λίστα σε έναν ενιαίο RIP πακέτο.)

### Μορφή πακέτων RIP 2

Η RIP 2 προδιαγραφή (που περιγράφεται σε RFC 1723) επιτρέπει στις περισσότερες πληροφορίες για να περιληφθεί RIP στα πακέτα και παρέχει έναν απλό μηχανισμό πιστοποίησης ταυτότητας που δεν υποστηρίζεται από RIP. Το σχήμα 47-2 εμφανίζει ότι η RIP 2 τη μορφή πακέτων.

*Figure 47-2 An IP RIP 2 Packet Consists of Fields Similar to Those of an IP RIP Packet*

1-octet command field	1-octet version number field	2-octet unused field	2-octet AFI field	2-octet route tag field	4-octet network address field	4-octet subnet mask field	4-octet next hop field	4-octet metric field
-----------------------------	---------------------------------------	----------------------------	-------------------------	----------------------------------	--	------------------------------------	---------------------------------	----------------------------

Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν την IP RIP 2 πεδία μορφής πακέτων που διευκρινίζονται στον αριθμό 47-2:

- εντολή -- δείχνει εάν το πακέτο είναι ένα αίτημα ή μια απάντηση. Το αίτημα ρωτά να στείλει ένας δρομολογητής όλων ή ένα μέρος του πίνακα δρομολόγησής του. Η απάντηση μπορεί να είναι μια εκούσια κανονική αναπροσαρμογή δρομολόγησης ή μια απάντηση σε ένα αίτημα. Οι απαντήσεις περιέχουν τις επιτραπέζιες εισόδους δρομολόγησης. Το πολλαπλάσιο RIP τα πακέτα χρησιμοποιείται για να μεταβιβάσει τις πληροφορίες από τους μεγάλους πίνακες δρομολόγησης.
- έκδοση -- προσδιορίζει τη RIP έκδοση που χρησιμοποιείται. Σε ένα RIP πακέτο που εφαρμόζει οποιονδήποτε από RIP 2 τα πεδία ή που χρησιμοποιεί τη πιστοποίηση ταυτότητας, αυτή η αξία τίθενται σε 2.
- αχρησιμοποίητα -- θέτει μια αξία σε μηδέν
- διεύθυνση-οικογενειακό προσδιοριστικό (AFI) -- προσδιορίζουν την οικογένεια διευθύνσεων χρησιμοποιούμενη. Το πεδίο RIPv2's AFI λειτουργεί όμοια στο πεδίο RFC 1058 RIP'S AFI, με τη μια εξαίρεση: εάν το AFI για την πρώτη είσοδο στο μήνυμα είναι 0xFFFF, το υπόλοιπο της εισόδου περιέχει τις πληροφορίες πιστοποίησης ταυτότητας. Αυτήν την περίοδο, ο μόνος τύπος πιστοποίησης ταυτότητας είναι απλά ο κωδικός πρόσβασης

- ετικέτα διαδρομών -- παρέχει μια μέθοδο για μεταξύ των εσωτερικών διαδρομών (που μαθαίνονται από RIP) και των εξωτερικών διαδρομών (που μαθαίνονται από άλλα πρωτόκολλα).
- η διεύθυνση IP -- προσδιορίζει τη διεύθυνση IP για τη εισόδων
- μάσκα υποδικτύου -- περιέχει τη μάσκα υποδικτύου για την είσοδο. Εάν αυτό το πεδίο είναι μηδέν, καμία μάσκα υποδικτύου δεν έχει προσδιοριστεί για την είσοδο
- επόμενος HOP -- δείχνει τη διεύθυνση IP του επόμενου HOP στον οποίο τα πακέτα για την είσοδο πρέπει να είναι διαβιβασμένο
- μετρικό -- προσδιορίζει πόσοι HOP ενδιάμεσου δικτύου (δρομολογητές) έχουν ξεκινήσει το ταξίδι στον προορισμό τους. Αυτή η αξία είναι μεταξύ 1 και 15 για μια έγκυρη διαδρομή, ή 16 για μια απρόσιτη διαδρομή.

### **Σημείωση**

Μέχρι 25 περιστατικά του AFI, η διεύθυνση, και τα μετρικά πεδία επιτρέπονται σε ένα ενιαίο IP RIP πακέτο. Δηλαδή μέχρι 25 επιτραπέζιες εισοδοί δρομολόγησης μπορούν να εμφανιστούν λίστα σε έναν ενιαίο RIP πακέτο. Εάν το AFI προσδιορίζει ένα επικυρωμένο μήνυμα, μόνο 24 επιτραπέζιες εισοδοί δρομολόγησης μπορούν να προσδιοριστούν. Δεδομένου ότι οι μεμονωμένες επιτραπέζιες εισοδοί δεν είναι τεμαχισμένες στα πολλαπλάσια πακέτα, RIP δεν χρειάζεται έναν μηχανισμό στα διαγράμματα δεδομένων συχνότητας που αντέχουν καθοδηγώντας τις επιτραπέζιες αναπροσαρμογές από τους γειτονικούς δρομολογητές.

### **Περίληψη**

Παρόλο την ηλικία RIP'S και η εμφάνιση των περιπλοκότερων πρωτοκόλλων δρομολόγησης, αυτό είναι μακριά από ξεπερασμένο. Ο RIP είναι ώριμος, σταθερός, ευρέως υποστηριγμένος, και εύκολος στην διαμορφώση. Η απλότητά της είναι καλά ταιριαζόμενη για τη χρήση στα δίκτυα στελεχών και στα μικρά αυτόνομα σύστημα που δεν έχουν αρκετά μονοπάτια για να επιτρέψουν τα γενικά έξοδα ενός περιπλοκότερου πρωτοκόλλου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11ο

# Πρωτόκολλο OSPF

Οι στόχοι του κεφαλαίου αυτού είναι:

- Να συζητήσουμε τη χρήση των αυτόνομων συστημάτων
- Να περιγράψουμε τη χρήση του πρώτου αλγορίθμου μονοπατιών ειδών
- Να συζητήσουμε τα πρόσθετα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του OSPF.

### Υπόβαθρο

Το πρώτο ανοικτό κοντύτερο μονοπάτι υποβάθρου μονοπατιών (OSPF) είναι ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης που αναπτύσσεται για τα δίκτυα πρωτοκόλλου (IP) διαδικτύου από την εσωτερική εργαζόμενη ομάδα πρωτοκόλλου πυλών (IGP) της στοιχειώδους δύναμης εφαρμοσμένης μηχανικής διαδικτύου (IETF). Η εργαζόμενη ομάδα διαμορφώθηκε το 1988 για να σχεδιάσει ένα IGP που βασίστηκε στον κοντύτερο πρώτο (spf) αλγόριθμο μονοπατιών για τη χρήση στο διαδίκτυο. Παρόμοιο με το εσωτερικό πρωτόκολλο δρομολόγησης πυλών (IGRP), OSPF δημιουργήθηκε επειδή στα μέσα της δεκαετίας του '80, το πρωτόκολλο πληροφοριών δρομολόγησης (RIP) ήταν όλο και περισσότερο ανίκανο τα μεγάλα, ετερογενή internetworks. Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει το περιβάλλον δρομολόγησης OSPF, τον βασικό αλγόριθμο δρομολόγησης, και τα γενικά συστατικά πρωτοκόλλου.

Το OSPF παρήχθη από διάφορες ερευνητικές προσπάθειες, συμπεριλαμβανομένου του Bolt, Beranek, και Newman (BBN's) του SPF αλγορίθμου που αναπτύχθηκε το 1978 για ARPANET (ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων ορόσημων που αναπτύσσεται στην πρόωρη δεκαετία του '70 από BBN), την έρευνα του Δρ Radia Perlman's για την βλάβη-ανεκτική ραδιοφωνική αναμετάδοση της δρομολόγησης των πληροφοριών (1988), την εργασία BBN για την περιοχή καθοδηγώντας (1986), και μια πρόωρη έκδοση από το OSI του ενδιάμεσου συστήματος σε ενδιάμεσο σύστημα (IS-IS) του πρωτοκόλλου δρομολόγησης.

Το OSPF έχει δύο αρχικά χαρακτηριστικά. Ο πρώτος είναι ότι το πρωτόκολλο είναι ανοικτό, το οποίο σημαίνει ότι η προδιαγραφή της συμφωνεί με τη δημόσια δικτυακή γειτονιά. Η προδιαγραφή OSPF δημοσιεύεται ως αίτημα για τα σχόλια (RFC) 1247. Το δεύτερο κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι OSPF είναι βασισμένο στο spf αλγόριθμο, που μερικές φορές αναφέρεται ως αλγόριθμος Dijkstra, ονομασμένος για το πρόσωπο που πιστώνεται με τη δημιουργία του.

Το OSPF είναι ένα πρωτόκολλο σύνδεση-κρατικής δρομολόγησης που καλεί για την αποστολή των σύνδεση-κρατικών διαφημίσεων (LSAs) σε όλους τους άλλους δρομολογητές μέσα στην ίδια ιεραρχική περιοχή. Οι πληροφορίες για τις συνημμένες διαπροσωπείες, τις μετρικές που χρησιμοποιούνται, και άλλες μεταβλητές είναι συμπεριλαμβανόμενες σε OSPF LSAs.

Δεδομένου ότι οι δρομολογητές OSPF συσσωρεύουν τις σύνδεση-κρατικές πληροφορίες, χρησιμοποιούν το spf αλγόριθμο για να υπολογίσουν το κοντύτερο μονοπάτι σε κάθε κόμβο.

Ως πρωτόκολλο σύνδεση-κρατικής δρομολόγησης, αντιθέσεις φωτεινότητας OSPF με RIP και IGRP, οι οποίες είναι απόσταση-διανυσματικά πρωτόκολλα δρομολόγησης. Οι δρομολογητές που τρέχουν τον απόσταση-διανυσματικό αλγόριθμο στέλνουν όλοι ή μια μερίδα των πινάκων δρομολόγησής τους στα μηνύματα καθοδηγώ-αναπροσαρμογών στους γείτονές τους.

## Η ιεραρχία δρομολόγησης

Αντίθετα από το RIP, το OSPF μπορεί να λειτουργήσει μέσα σε μια ιεραρχία. Η μεγαλύτερη οντότητα μέσα στην ιεραρχία είναι το αυτόνομο σύστημα (AS), το οποίο είναι μια συλλογή των δικτύων κάτω από μια κοινή διαχειριστική μέριμνα που μοιράζονται μια κοινή στρατηγική δρομολόγησης. Το OSPF είναι ένα δια-- aS (εσωτερική πύλη) πρωτόκολλο δρομολόγησης, αν και είναι ικανό να δέχεται τις διαδρομές από και να στέλνει τις διαδρομές σε άλλο AS.

Το AS μπορεί να διαιρεθεί σε διάφορες περιοχές, οι οποίες είναι ομάδες παρακειμένων δικτύων και συνημμένοι ξένοι η/υ. Οι δρομολογητές με τις πολλαπλάσιες διαπροσωπίες μπορούν να συμμετέχουν στις πολλαπλάσιες περιοχές. Αυτοί οι δρομολογητές, που καλούν τους δρομολογητές συνόρων περιοχής, διατηρούν τις χωριστές τοπολογικές βάσεις δεδομένων για κάθε περιοχή.

Μια τοπολογική βάση δεδομένων είναι ουσιαστικά μια γενική εικόνα των δικτύων στη σχέση στους δρομολογητές. Η τοπολογική βάση δεδομένων περιέχει τη συλλογή LSAs που παραλαμβάνεται από όλους τους δρομολογητές στην ίδια περιοχή. Επειδή οι δρομολογητές μέσα στην ίδια περιοχή μοιράζονται τις ίδιες πληροφορίες, έχουν τις ίδιες τοπολογικές βάσεις δεδομένων.

Η δικτυακή γειτονιά όρου μερικές φορές χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια μερίδα του δικτύου στο οποίο όλοι οι δρομολογητές έχουν τις ίδιες τοπολογικές βάσεις δεδομένων. Η δικτυακή γειτονιά χρησιμοποιείται συχνά εναλλακτικά με AS.

Η τοπολογία μιας περιοχής είναι αόρατη στις οντότητες έξω από την περιοχή. Με την κράτηση της περιοχής οι τοπολογίες χωρίζουν, το OSPF περνά τη λιγότερη κυκλοφορία δρομολόγησης από εάν AS δεν χωρίστηκε.

Ο χωρισμός περιοχής δημιουργεί δύο διαφορετικούς τύπους δρομολόγησης OSPF, ανάλογα με εάν η πηγή και ο προορισμός συμφωνούν με τις ίδιες ή διαφορετικές περιοχές. Η δρομολόγηση δια--περιοχής εμφανίζεται όταν συμφωνούν η πηγή και ο προορισμός με την ίδια περιοχή. Η δρομολόγηση interarea εμφανίζεται όταν συμφωνούν με τις διαφορετικές περιοχές.

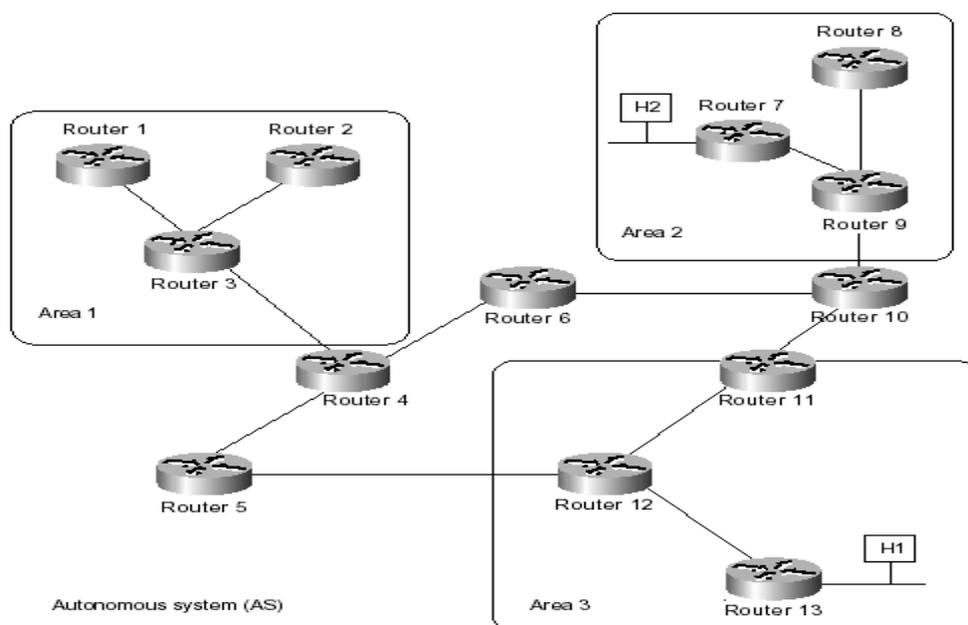
Μια σπονδυλική στήλη OSPF είναι αρμόδια για τη διανομή των πληροφοριών δρομολόγησης μεταξύ των περιοχών. Αποτελείται από όλους τους δρομολογητές συνόρων περιοχής, τα δίκτυα που περιλαμβάνονται όχι πλήρως σε οποιαδήποτε περιοχή, και τους συνημμένους δρομολογητές τους. Ο αριθμός 46-1 εμφανίζει ένα παράδειγμα ενός internetwork με διάφορες περιοχές.

Στον αριθμό, οι δρομολογητές 4,5,6,10,11 και 12 κάνουν επάνω τη σπονδυλική στήλη. Εάν ο ξένος η/υ H1 στην περιοχή 3 θέλει να στείλει ένα πακέτο στον ξένο η/υ H2 στην περιοχή 2, το πακέτο στέλνεται στο δρομολογητή 13, που διαβιβάζει το πακέτο στο δρομολογητή 12, ο οποίος στέλνει το πακέτο στο δρομολογητή 11. Ο δρομολογητής 11 έπειτα προς τα εμπρός το πακέτο κατά μήκος της σπονδυλικής στήλης στο δρομολογητή 10 συνόρων περιοχής, το οποίο στέλνει το πακέτο μέσω δύο δρομολογητών δια--περιοχής (δρομολογητής 9 και δρομολογητής 7) για να διαβιβαστεί στον ξένο η/υ H2.

Η ίδια η σπονδυλική στήλη είναι μια περιοχή OSPF, έτσι όλοι οι δρομολογητές σπονδυλικών στηλών χρησιμοποιούν τις ίδιους διαδικασίες και τους αλγορίθμους για να διατηρήσουν τις πληροφορίες δρομολόγησης μέσα στη σπονδυλική στήλη που οποιοσδήποτε δρομολογητής περιοχής. Η τοπολογία σπονδυλικών στηλών είναι αόρατη σε όλους τους δρομολογητές δια-περιοχής, όπως είναι οι μεμονωμένες τοπολογίες περιοχής στη σπονδυλική στήλη.

Οι περιοχές μπορούν να καθοριστούν κατά τέτοιο τρόπο ώστε η σπονδυλική στήλη δεν είναι παρακείμενη. Σε αυτήν την περίπτωση, η συνδετικότητα σπονδυλικών στηλών πρέπει να αποκατασταθεί μέσω των εικονικών συνδέσεων. Οι εικονικές συνδέσεις διαμορφώνονται μεταξύ οποιωνδήποτε δρομολογητών σπονδυλικών στηλών που μοιράζονται μια σύνδεση σε μια περιοχή και μια λειτουργία χωρίς σπονδυλική στήλη ήταν άμεσες συνδέσεις.

*Figure 46-1 An OSPF AS Consists of Multiple Areas Linked by Routers*



Οι AS δρομολογητές συνόρων που τρέχουν OSPF μαθαίνουν για τις εξωτερικές διαδρομές μέσω των εξωτερικών πρωτοκόλλων πυλών (EGPs), όπως το εξωτερικό πρωτόκολλο πυλών (EGP) ή το πρωτόκολλο πυλών συνόρων (BGP), ή μέσω των πληροφοριών διαμόρφωσης.

### Ο Srf αλγόριθμος

Ο κοντύτερος αλγόριθμος δρομολόγησης μονοπατιών πρώτα (srf) είναι η βάση για τις διαδικασίες OSPF. Όταν ένας srf δρομολογητής τροφοδοτείται επάνω, μονογράφει τις δομές στοιχείων καθοδηγώ-πρωτοκόλλου του και περιμένει έπειτα τις ενδείξεις από τα πρωτόκολλα χαμηλού στρώματος ότι οι διαπρωσοπέιες της είναι λειτουργικές.

Μετά βεβαιώνεται ένας δρομολογητής ότι οι διαπρωσωπείες της λειτουργούν, χρησιμοποιεί το Hello πρωτόκολλο OSPF για να αποκτήσει τους γείτονες, οι οποίες είναι δρομολογητές με τις διαπρωσωπείες σε ένα κοινό δίκτυο. Ο δρομολογητής στέλνει Hello πακέτα στους γείτονές του και λαμβάνει Hello πακέτα. Εκτός από τη βοήθεια να αποκτηθούν οι γείτονες, Hello πακέτα ενεργούν επίσης ως ζωντανά για να αφήσουν τους δρομολογητές να ξέρουν ότι άλλοι δρομολογητές είναι ακόμα λειτουργικοί.

Στα πολλαπλής πρόσβασης δίκτυα (δίκτυα που υποστηρίζουν περισσότερους από δύο δρομολογητές), το Hello πρωτόκολλο εκλέγει έναν οριζόμενο δρομολογητή και ένα στήριγμα από οριζόμενους δρομολογητές. Μεταξύ άλλων, ο οριζόμενος δρομολογητής είναι αρμόδιος για την παραγωγή LSAs για το ολόκληρο πολλαπλής πρόσβασης δίκτυο. Οι οριζόμενοι δρομολογητές επιτρέπουν μια μείωση της κυκλοφορίας δικτύων και του μεγέθους της τοπολογικής βάσης δεδομένων.

Όταν οι σύνδεση-κρατικές βάσεις δεδομένων δύο γειτονικών δρομολογητών συγχρονίζονται, οι δρομολογητές θεωρούνται παρακείμενοι. Στα πολλαπλής πρόσβασης δίκτυα, ο οριζόμενος δρομολογητής καθορίζει ποιοι δρομολογητές πρέπει να γίνουν παρακείμενοι. Οι τοπολογίες βάσεις δεδομένων είναι συγχρονισμένες μεταξύ των ζευγαριών των παρακείμενων δρομολογητών. Οι παρακείμενοι ελέγχουν την διανομή και καθοδηγούν τα πακέτα πρωτοκόλλου, τα οποία στέλνονται και παραλαμβάνονται μόνο στους παρακείμενους.

Κάθε δρομολογητής στέλνει περιοδικά ένα LSA για να παρέχει τις πληροφορίες για τους παρακείμενους δρομολογητές ή για να ενημερώσει όταν αλλάζει το κράτος ενός δρομολογητή. Με τη σύγκριση των καθιερωμένων παρακείμενων δρομολογητών με τα κράτη συνδέσεων, οι αποτυχημένοι δρομολογητές μπορούν να ανιχνευθούν γρήγορα, και την τοπολογία του δικτύου μπορεί να αλλάξουν κατάλληλα. Την τοπολογική βάση δεδομένων που παράγεται από LSAs, κάθε δρομολογητής υπολογίζει ένα δέντρο κοντών μονοπατιών, με το ίδιο ως ρίζα. Το δέντρο των μικρότερων μονοπατιών, στη συνέχεια, παράγει έναν πίνακα δρομολόγησης.

### **Η μορφή πακέτων**

Όλα τα πακέτα OSPF αρχίζει με μια επικεφαλίδα 24-οκτάδων, όπως διευκρινίζεται στον αριθμό 46-2.

*Figure 46-2 OSPF Packets Consist of Nine Fields*

Field length, in bytes	1	1	2	4	4	2	2	8	Variable
	Version number	Type	Packet length	Router ID	Area ID	Check-sum	Authent-ication type	Authentication	Data

Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν τα πεδία επικεφαλίδων που διευκρινίζονται  
46-2.

• Ο αριθμός έκδοσης -- προσδιορίζει τον τύπο OSPF που χρησιμοποιείται

• έκδοση -- προσδιορίζουν τον τύπο πακέτων OSPF ως ένα από τα εξής:  
- HELLO -- καθιερώνει και διατηρεί τις σχέσεις γειτόνων.

- Περιγραφή βάσεων δεδομένων -- περιγράφει το περιεχόμενο της τοπολογικής βάσης δεδομένων. Αυτά τα μηνύματα ανταλλάσσονται όταν μονογράφεται μια γειτνίαση.

- Σύνδεση-κρατικό αίτημα -- κομμάτια αιτημάτων της τοπολογικής βάσης δεδομένων από τους δρομολογητές γειτόνων. Αυτά τα μηνύματα ανταλλάσσονται αφότου ανακαλύπτει ένας δρομολογητής (με την εξέταση των πακέτων βάση δεδομένων-περιγραφής) ότι τα μέρη της τοπολογικής βάσης δεδομένων του είναι ξεπερασμένα.

- Σύνδεση-κρατική αναπροσαρμογή -- αποκρίνεται σε ένα πακέτο σύνδεση-κρατικού αιτήματος. Αυτά τα μηνύματα επίσης χρησιμοποιούνται για την κανονική διασπορά LSAs. Διάφορα LSAs μπορούν να περιληφθούν μέσα σε ένα ενιαίο πακέτο σύνδεση-κρατικών αναπροσαρμογών.

- Η σύνδεση-κρατική αναγνώριση -- αναγνωρίζει το μήκος πακέτων πακέτων σύνδεση-κρατικών αναπροσαρμογών

- μήκος πακέτων -προσδιορίζει το μήκος πακέτων, συμπεριλαμβανομένης της επικεφαλίδας OSPF σε οκτάδες
- ταυτότητα δρομολογητών -- προσδιορίζει την πηγή της ταυτότητας των πακέτων
- ταυτότητα περιοχής -- προσδιορίζει την περιοχή στην οποία το πακέτο ανήκει. Όλα τα πακέτα OSPF συνδέονται με ενιαίο έλεγχο της περιοχής
- ενιαίο έλεγχο -- έλεγχοι που το ολόκληρο πακέτο ικανοποιεί για οποιαδήποτε ζημία που υποφέρεται στη διέλευση.
- τύπος πιστοποίησης ταυτότητας -- περιέχει τον τύπο πιστοποίησης ταυτότητας. Όλες οι ανταλλαγές πρωτοκόλλου OSPF επικυρώνονται. Ο τύπος πιστοποίησης ταυτότητας είναι διαμορφώσιμος ανά περιοχή.
- αυθεντικότητα -- περιέχει τα αυθεντικά στοιχεία πληροφοριών
- δεδομένα -- περιέχει τις τοποθετημένες σε κάψα πληροφορίες ανώτερου στρώματος.

## Πρόσθετα χαρακτηριστικά OSPF

Τα πρόσθετα χαρακτηριστικά γνωρίσματα OSPF περιλαμβάνει το ίσος-κόστος, την πολλαπλών διαδρομών δρομολόγηση, και τη δρομολόγηση που βασίζεται στα αιτήματα τύπος της υπηρεσίας ανώτερου στρώματος (tos). Το TOS βασίζει την δρομολόγηση και υποστηρίζει εκείνα τα πρωτόκολλα ανώτερου στρώματος που μπορούν να προσδιορίσουν τους ιδιαίτερους τύπους υπηρεσίας. Μια εφαρμογή, για παράδειγμα, να προσδιορίσει ότι ορισμένο στοιχείο είναι επείγον. Εάν το OSPF έχει τις συνδέσεις προτεραιότητας στη διάθεσή του, αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μεταφέρουν το επείγον διάγραμμα δεδομένων.

Το OSPF υποστηρίζει μια ή περισσότερες μετρικές. Εάν μόνο το ένα μετρικό χρησιμοποιείται, θεωρείται για να είναι αυθαίρετο, και το TOS δεν υποστηρίζονται. Εάν περισσότερος από ένας μετρικός χρησιμοποιείται, tos υποστηρίζονται προαιρετικά μέσω της χρήσης ενός χωριστού μετρικού (και, επομένως, χωριστού πίνακα δρομολόγησης) για κάθε έναν από τους οκτώ συνδυασμούς που δημιουργούνται από τα τρία TOS IP δυαδικά ψηφία (η καθυστέρηση, η ρυθμοαπόδοση, και τα δυαδικά ψηφία αξιοπιστίας). Παραδείγματος χάριν, εάν τα TOS IP δυαδικά ψηφία προσδιορίζουν τη χαμηλή καθυστέρηση, η χαμηλή ρυθμοαπόδοση, και η υψηλή αξιοπιστία, τα OSPF υπολογίζουν τις διαδρομές σε όλους τους προορισμούς που βασίζονται σε αυτόν τον TOS προσδιορισμό.

Οι μάσκες υποδικτύου IP είναι συμπεριλαμβανόμενες με κάθε διαφημισμένο προορισμό, που επιτρέπει σε τις μάσκες υποδικτύου μεταβλητού μήκους. Με τις μάσκες υποδικτύου μεταβλητός-μήκους, ένα δίκτυο IP μπορεί να σπάσουν σε πολλά υποδίκτυα των διάφορων μεγεθών. Αυτό παρέχει τους διοικητές δικτύων την πρόσθετη ευελιξία δίκτυο-διαμόρφωσης.

# Frame Relay

Οι στόχοι του κεφαλαίου:

- περιγράφουν την ιστορία της μεταγωγής πλαισίων
- περιγράφουν πώς λειτουργεί η μεταγωγή πλαισίων
- περιγράφουν τα αρχικά γνωρίσματα λειτουργίας της μεταγωγής πλαισίων
- περιγράφουν την εφαρμογή της μεταγωγής πλαισίων στα δίκτυα
- περιγράφουν τη μορφή των πλαισίων της μεταγωγής .

## **Εισαγωγή**

Η μεταγωγή πλαισίων είναι ένα υψηλής απόδοσης WAN πρωτόκολλο που λειτουργεί στα στρώματα φυσικών και συνδέσεων στοιχείων του OSI μοντέλου αναφοράς. Η μεταγωγή πλαισίων αρχικά σχεδιάστηκε για τη χρήση στις ενσωματωμένες υπηρεσίες διαπροσωπείων ψηφιακών δικτύων (ISDN). Σήμερα, χρησιμοποιείται επίσης, πάνω από ποικίλες άλλες διαπροσωπείες δικτύων. Αυτό το κεφάλαιο εστιάζεται στις προδιαγραφές και τις εφαρμογές της μεταγωγής πλαισίων στα πλαίσια των WAN υπηρεσιών.

Η μεταγωγή πλαισίων είναι ένα παράδειγμα μιας packet-switched τεχνολογίας. Τα packet-switched δίκτυα επιτρέπουν στους τελικούς σταθμούς να μοιραστούν δυναμικά το μέσο δικτύων και το διαθέσιμο εύρος ζώνης συχνοτήτων. Οι ακόλουθες δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται στην τεχνολογία μεταγωγής πακέτων:

- Τα πακέτα ποικίλου μήκους
- Τα στατιστικές πολυπλεξίας

Τα πακέτα ποικίλου μήκους χρησιμοποιούνται για τις αποδοτικότερες και εύκαμπτες μεταφορές στοιχείων. Αυτά τα πακέτα εναλλάσσονται μεταξύ των διάφορων τμημάτων μνήμης στο δίκτυο έως ότου φτάσουν στον προορισμό τους.

Οι τεχνικές στατιστικής πολυπλεξίας ελέγχουν την πρόσβαση δικτύων σε ένα packet-switched δίκτυο.

Το πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι ότι προσαρμόζει περισσότερη ευελιξία και αποδοτικότερη χρήση του εύρους ζώνης συχνοτήτων. Τα περισσότερα από τα σημερινά δημοφιλή LANs, όπως Ethernet και το Token Ring, είναι packet-switched δίκτυα.

Η μεταγωγή πλαισίων συχνά περιγράφεται ως βελτιωμένη έκδοση της X.25, που προσφέρει λιγότερες γερές δυνατότητες κάλυψης, όπως παραθύρωση και η αναμετάδοση των τελευταίων στοιχείων που προσφέρονται στη X.25.

Αυτό γίνεται επειδή η μεταγωγή πλαισίων λειτουργεί χαρακτηριστικά πέρα από τις WAN εγκαταστάσεις που προσφέρουν τις πιο αξιόπιστες υπηρεσίες σύνδεσης και έναν υψηλότερο βαθμό αξιοπιστίας από τις διαθέσιμες εγκαταστάσεις κατά το τέλος της δεκαετίας του '70 και της πρόωρης δεκαετίας του '80 που εξυπηρέτησαν ως κοινές πλατφόρμες για τη X.25 WAN. Όπως προαναφέρθηκε, η μεταγωγή πλαισίου είναι αυστηρά μια ακολουθία πρωτοκόλλων στρώματος 2, ενώ το X.25 παρέχει υπηρεσία στο στρώμα 3 (στρώμα δικτύου). Αυτό επιτρέπει στην μεταγωγή πλαισίων να προσφέρει την υψηλότερη απόδοση και τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα μεταφορών από τη X.25 και καθιστά την μεταγωγή πλαισίων κατάλληλη για τις WAN εφαρμογές ρευμάτων, όπως η αλληλοσύνδεση του τοπικού LAN.

## **Τυποποίηση της μεταγωγής πλαισίων**

Οι αρχικές προτάσεις τυποποίησης μεταγωγής πλαισίων παρουσιάστηκε στη συμβουλευτική επιτροπή του διεθνούς τηλεφώνου και τον τηλεγράφο (CCITT) το 1984. Λόγω της έλλειψης διαλειτουργικότητας και της έλλειψης πλήρους τυποποίησης, εντούτοις, η μεταγωγή πλαισίων δεν δοκίμασε τη σημαντική επέκταση κατά το τέλος της δεκαετίας του '80.

Μια σημαντική ανάπτυξη στην ιστορία της μεταγωγής πλαισίων εμφανίστηκε το 1990 όταν διαμόρφωσαν οι Cisco, Digital Equipment Corporation (DEC), Northern Telecom, και StrataCom μια κοινοπραξία για να την στρέψουν στην ανάπτυξη της τεχνολογίας μεταγωγής πλαισίων. Αυτή η κοινοπραξία ανέπτυξε μια προδιαγραφή που προσαρμόστηκε στο βασικό πρωτόκολλο μεταγωγής πλαισίων που συζητούσε η CCITT, αλλά επέκτεινε το πρωτόκολλο με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που παρέχουν τις πρόσθετες δυνατότητες κάλυψης για τα σύνθετα περιβάλλοντα σύνδεσης μέσω δικτύων. Αυτές οι επεκτάσεις μεταγωγής πλαισίων αναφέρονται συλλογικά ως τοπική διαχειριστική διαπροσωπεία (LMI).

Δεδομένου ότι η προδιαγραφή της κοινοπραξίας αναπτύχθηκε και δημοσιεύθηκε, πολλοί προμηθευτές έχουν αναγγείλει την υποστήριξή τους αυτού του εκτεινόμενου καθορισμού μεταγωγής πλαισίων. Η ANSI και η CCITT έχουν τυποποιήσει στη συνέχεια τις παραλλαγές τους από την αρχική προδιαγραφή της LMI, οι οποίες τυποποιημένες προδιαγραφές τώρα χρησιμοποιούνται συχνότερα από την αρχική έκδοση.

Διεθνώς, η μεταγωγή πλαισίων τυποποιήθηκε από τη Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών -- τμήμα προτύπων τηλεπικοινωνιών (ITU-T). Στις Η.Π.Α, η μεταγωγή πλαισίων είναι σε πρότυπα ANSI.

### Οι συσκευές μεταγωγής πλαισίων

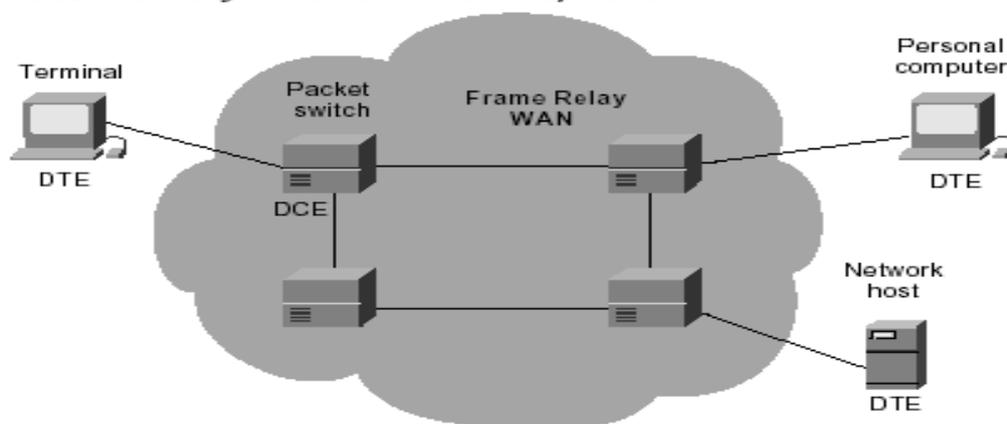
Οι συσκευές μεταγωγής πλαισίων συνδέθηκαν με μια WAN πτώση μεταγωγή πλαισίων στις ακόλουθες δύο γενικές κατηγορίες:

- ο τελικός εξοπλισμός στοιχείων (DTE)
- ο τελικός εξοπλισμός κυκλωμάτων στοιχείων (DCE)

Σαν DTE γενικά, θεωρούμε τον εξοπλισμό για ένα συγκεκριμένο δίκτυο και χαρακτηριστικά, βρίσκεται στις υποσχέσεις ενός πελάτη. Στην πραγματικότητα, μπορεί να ανήκει στον πελάτη. Τα παραδείγματα των συσκευών DTE είναι τερματικά, προσωπικοί υπολογιστές, δρομολογητές, και γέφυρες.

Τα DCE είναι μεταφορέας στις κύριες συσκευές σύνδεσης μέσω δικτύων. Ο σκοπός του εξοπλισμού DCE είναι να παρασχεθούν οι χρονομετρητές και οι μεταγωγές σε ένα δίκτυο, οι οποίες είναι οι συσκευές που διαβιβάζουν πραγματικά τα στοιχεία μέσω του WAN. Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτοί είναι διακόπτες πακέτων. Το σχήμα 10-1 εμφανίζει τη σχέση μεταξύ των δύο κατηγοριών συσκευών.

*Figure 10-1 DCEs Generally Reside Within Carrier-Operated WANs*



Η σύνδεση μεταξύ μιας συσκευής DTE και μιας συσκευής DCE αποτελείται και από ένα φυσικό τμήμα στρώματος και από ένα τμήμα στρώματος συνδέσεων. Το φυσικό συστατικό καθορίζει τις μηχανικές, ηλεκτρικές, λειτουργικές, και διαδικαστικές προδιαγραφές για τη σύνδεση μεταξύ των συσκευών. Μια από τις πιο συνηθέστερα χρησιμοποιημένες φυσικές προδιαγραφές διαπροσωπικών στρώματος είναι η πρότυπη προδιαγραφή (RS)- 232. Το συστατικό στρώματος συνδέσεων καθορίζει το πρωτόκολλο που καθιερώνει τη σύνδεση μεταξύ της συσκευής DTE, όπως ένας δρομολογητής και τη συσκευή DCE, όπως ένας διακόπτης. Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει μια συνήθως χρησιμοποιημένη προδιαγραφή πρωτοκόλλου που χρησιμοποιείται στην WAN δικτύωση: το πρωτόκολλο Frame Relay.

### Frame relay εικονικά κυκλώματα

Η μεταγωγή πλαισίων παρέχει την προσανατολισμένη προς τη σύνδεση επικοινωνία στρώματος συνδέσεων στοιχείων. Αυτό σημαίνει ότι μια καθορισμένη επικοινωνία υπάρχει μεταξύ κάθε ζευγαριού συσκευών και ότι αυτές οι συνδέσεις συνδέονται με ένα προσδιοριστικό σύνδεσης. Αυτή η υπηρεσία εφαρμόζεται με τη χρησιμοποίηση ενός εικονικού κυκλώματος Frame Relay, το οποίο είναι μια λογική σύνδεση που δημιουργείται μεταξύ δύο τελικών συσκευών εξοπλισμού στοιχείων (DTE) πέρα από ένα packet-switched δίκτυο μεταγωγή πλαισίων (PSN).

Τα εικονικά κυκλώματα παρέχουν ένα αμφίδρομο μονοπάτι επικοινωνίας από τη μια συσκευή DTE σε άλλη και προσδιορίζονται μεμονωμένα από ένα data-link προσδιοριστικό σύνδεσης (DLCI). Διάφορα εικονικά κυκλώματα μπορούν να πολλαπλασιαστούν σε ένα ενιαίο φυσικό κύκλωμα για την μεταφορά πέρα από το δίκτυο. Αυτή η δυνατότητα κάλυψης μπορεί συχνά να μειώσει την πολυπλοκότητα εξοπλισμού και δικτύων, που απαιτείται για να συνδέσει τις πολλαπλάσιες συσκευές DTE.

Ένα εικονικό κύκλωμα μπορεί να περάσει μέσω οποιουδήποτε αριθμού ενδιάμεσων συσκευών DCE (διακόπτες) που βρίσκονται μέσα στην εικονική μεταγωγή πλαισίων PSN. Η μεταγωγή πλαισίων χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: τα μεταστρεφόμενα εικονικά κυκλώματα (SVC) και τα μόνιμα εικονικά κυκλώματα (PVC).

### Τα μεταστρεφόμενα εικονικά κυκλώματα

Τα μεταστρεφόμενα εικονικά κυκλώματα (SVC) είναι προσωρινές συνδέσεις που χρησιμοποιήθηκαν για καταστάσεις που απαιτούν μόνο τη σποραδική μεταφορά στοιχείων μεταξύ των συσκευών DTE πάνω από το δίκτυο Frame Relay. Μια περίοδος επικοινωνίας πέρα από ένα SVC αποτελείται από τα ακόλουθα τέσσερα λειτουργικά στοιχεία:

- Οργάνωση κλήσης -- το εικονικό κύκλωμα μεταξύ δύο Frame Relay συσκευών DTE καθιερώνεται.
- Μεταφορά στοιχείων -- τα στοιχεία διαβιβάζονται μεταξύ των συσκευών DTE πάνω από το εικονικό κύκλωμα
- Μη απασχόληση (Idle) -- η σύνδεση μεταξύ των συσκευών DTE είναι ακόμα ενεργή, αλλά κανένα στοιχείο δεν μεταφέρεται. Εάν ένα SVC παραμένει σε άεργη κατάσταση για μια καθορισμένη περίοδο χρόνου, η κλήση μπορεί να τερματιστεί
- Λήξη κλήσης -- το εικονικό κύκλωμα μεταξύ των συσκευών DTE ολοκληρώνεται.

Αφότου ολοκληρώνεται το εικονικό κύκλωμα, οι συσκευές DTE πρέπει να καθιερώσουν ένα νέο SVC, εάν υπάρχει πρόσθετο στοιχείο που ανταλλάσσεται. Αναμένεται ότι το SVC θα καθιερωθεί, θα διατηρηθεί, και θα ολοκληρωθεί χρησιμοποιώντας τα ίδια πρωτόκολλα σηματοδότησης που χρησιμοποιούνται στο ISDN. Λίγοι κατασκευαστές εξοπλισμού Frame Relay DCE εξοπλισμού υποστηρίζουν τις μεταστρεφόμενες εικονικές συνδέσεις. Επομένως, η πραγματική επέκτασή τους είναι ελάχιστη στα σημερινά δίκτυα Frame Relay.

Προηγουμένως, όχι ευρέως υποστηριγμένα από τον εξοπλισμό Frame Relay, SVC είναι τώρα ο κανόνας. Οι επιχειρήσεις έχουν ανακαλύψει ότι τα SVC εξοικονομούν χρήματα στο τέλος επειδή το κύκλωμα δεν είναι ανοικτό όλη την ώρα.

### Τα μόνιμα εικονικά κυκλώματα

Τα μόνιμα εικονικά κυκλώματα (PVC) είναι μόνιμα καθιερωμένες συνδέσεις που χρησιμοποιούνται για τις συχνές και συνεπείς μεταφορές στοιχείων μεταξύ των συσκευών DTE πάνω από το δίκτυο Frame Relay. Η επικοινωνία πάνω από ένα PVC δεν απαιτεί την οργάνωση κλήσης και την λήξη σε αντίθεση με τα SVC.

Τα PVC λειτουργούν πάντα σε μια από τις ακόλουθες δύο λειτουργικές καταστάσεις :

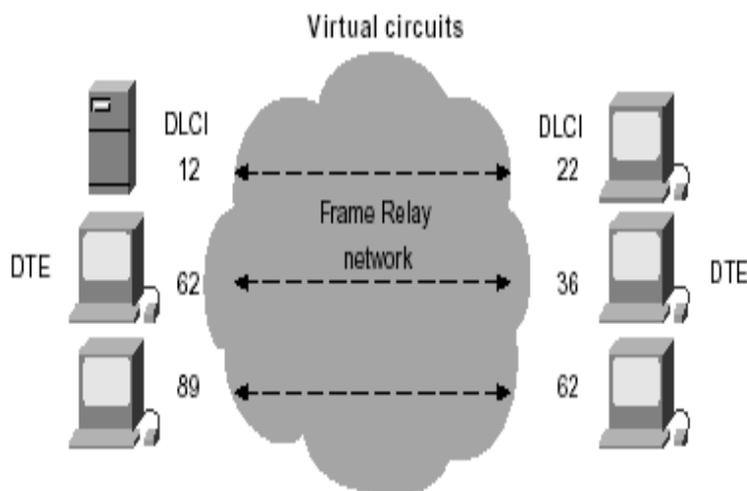
- Την μεταφορά στοιχείων -- το στοιχείο διαβιβάζεται μεταξύ των συσκευών DTE πάνω από το εικονικό κύκλωμα
- Μη απασχόληση ( Idle)-- η σύνδεση μεταξύ των συσκευών DTE είναι ενεργή, αλλά κανένα στοιχείο δεν μεταφέρεται. Αντίθετα από τα SVC, στα PVC δεν θα λήξει κάτω από οποιοσδήποτε περιστάσεις όταν είναι σε κατάσταση μη απασχόλησης.

Οι συσκευές DTE μπορούν να αρχίσουν τα στοιχεία όποτε είναι έτοιμες επειδή το κύκλωμα καθιερώνεται μόνιμα.

### Data-Link προσδιοριστικές συνδέσεις

Τα εικονικά κυκλώματα μεταγωγής πλαισίων προσδιορίζονται από τα data-link προσδιοριστικά σύνδεσης (DLCI). Οι αξίες DLCI χαρακτηριστικά ανατίθενται από τον προμηθευτή υπηρεσίας μεταγωγής πλαισίων(παραδείγματος χάριν, η τηλεφωνική επιχείρηση). Ο Frame Relay DLCI έχει τοπική σημασία, το οποίο σημαίνει ότι οι αξίες τους είναι μοναδικές στο τοπικό LAN, αλλά όχι απαραίτητως στον Frame Relay WAN. Το σχήμα 10-2 επεξηγεί πώς σε δύο διαφορετικές συσκευές DTE μπορεί να ανατεθεί η ίδια αξία DLCI μέσα σε έναν Frame Relay WAN.

*Figure 10-2 A Single Frame Relay Virtual Circuit Can Be Assigned Different DLCIs on Each End of a VC*



### Μηχανισμός Συμφόρησης -έλεγχου

Η μεταγωγή πλαισίων μειώνει τα γενικά έξοδα δικτύων με την εφαρμογή των απλών μηχανισμών συμφόρησης -ανακοίνωσης παρά τον ρητό έλεγχο ροής ανά εικονικό κύκλωμα. Η μεταγωγή πλαισίων χαρακτηριστικά εφαρμόζεται στα αξιόπιστα μέσα δικτύων, έτσι η ακεραιότητα στοιχείων δεν θυσιάζεται επειδή ο έλεγχος ροής μπορεί να αφηθεί στα πρωτόκολλα υψηλού-στρώματος. Η μεταγωγή πλαισίων εφαρμόζει δύο μηχανισμούς συμφόρησης -ανακοίνωσης:

- Η μπροστινή ρητή συμφόρηση- ανακοίνωση (FECN)
- Προς τα πίσω-ρητή συμφόρηση- ανακοίνωσης (BECN)

Κάθε ένα FECN και BECN ελέγχεται από ένα ενιαίο δυαδικό ψηφίο που περιλαμβάνεται στην επικεφαλίδα πλαισίων Frame Relay. Η επικεφαλίδα πλαισίων Frame Relay περιέχει επίσης ένα δυαδικό ψηφίο επιλεκτικής απόρριψης (DE), το οποίο χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τη λιγότερο σημαντική κυκλοφορία που μπορεί να πέσουν κατά τη διάρκεια των περιόδων συμφόρησης.

Το δυαδικό ψηφίο FECN είναι μέρος του πεδίου διευθύνσεων στην επικεφαλίδα πλαισίων Frame Relay. Ο μηχανισμός FECN αρχίζει όταν στέλνει μια συσκευή DTE τα πλαίσια Frame Relay στο δίκτυο.

Εάν το δίκτυο είναι κορεσμένο, οι συσκευές DCE (διακόπτες) θέτουν την αξία του δυαδικού ψηφίου FECN των πλαισίων σε 1. Όταν τα πλαίσια φθάνουν στη συσκευή DTE προορισμού, το πεδίο διευθύνσεων (με το δυαδικό ψηφίο FECN που τίθεται) δείχνει ότι το πλαίσιο «δοκίμασε» τη συμφόρηση στο μονοπάτι από την πηγή στον προορισμό. Η συσκευή DTE μπορεί να αναμεταδώσει αυτές τις πληροφορίες σε ένα πρωτόκολλο υψηλού-στρώματος για επεξεργασία. Ανάλογα με την εφαρμογή, ο έλεγχος ροής μπορεί να αρχίσει ή η ένδειξη μπορεί να αγνοηθεί.

Το δυαδικό ψηφίο BECN είναι μέρος του πεδίου διευθύνσεων στην επικεφαλίδα πλαισίων Frame Relay. Οι συσκευές DCE θέτουν την αξία του δυαδικού ψηφίου BECN σε 1 στα πλαίσια που ταξιδεύουν στην αντίθετη κατεύθυνση των πλαισίων με το σύνολο δυαδικών ψηφίων FECN τους. Αυτό ενημερώνει τη λαμβάνουσα συσκευή DTE ότι ένα ιδιαίτερο μονοπάτι μέσω του δικτύου είναι κορεσμένο. Η συσκευή DTE μπορεί έπειτα να αναμεταδώσει αυτές τις πληροφορίες σε ένα πρωτόκολλο υψηλού-στρώματος για επεξεργασία. Ανάλογα με την εφαρμογή, ο έλεγχος ροής μπορεί να αρχίσει ή η ένδειξη μπορεί να αγνοηθεί.

### **Η μεταγωγή πλαισίων απορρίπτει την επιλεξιμότητα**

Το δυαδικό ψηφίο επιλεξιμότητας (DE) χρησιμοποιείται για να δείξει ότι ένα πλαίσιο έχει χαμηλότερη σημασία από άλλα πλαίσια. Το DE bit είναι μέρος του πεδίου διευθύνσεων στην επικεφαλίδα πλαισίων Frame Relay.

Οι συσκευές DTE μπορούν να θέσουν την αξία του DE bit, ενός πλαισίου, σε 1 για να δείξουν ότι το πλαίσιο έχει χαμηλότερη σημασία από άλλα πλαίσια. Όταν το δίκτυο γίνεται κορεσμένο, οι συσκευές DCE θα απορρίψουν τα πλαίσια με το DE bit που έχει τεθεί από πριν και θα θέσουν σε αυτά που δεν έχουν. Αυτό μειώνει την πιθανότητα απόρριψης των κρίσιμων στοιχείων από τις συσκευές Frame Relay DCE κατά τη διάρκεια των περιόδων συμφόρησης.

### **Ο έλεγχος σφάλματος στην μεταγωγή πλαισίων**

Το σφάλμα στην μεταγωγή πλαισίων χρησιμοποιεί έναν κοινό μηχανισμό ελέγχου σφάλματος που είναι γνωστός ως κυκλικός έλεγχος πλεονασμού (CRC). Το CRC συγκρίνει δύο υπολογισμένες τιμές για να καθορίσει εάν τα σφάλματα εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια της μεταφοράς από την πηγή στον προορισμό. Η μεταγωγή πλαισίων μειώνει τα γενικά έξοδα δικτύων με την εφαρμογή του σφάλματος για έλεγχο παρά τη διόρθωση του σφάλματος.

Η μεταγωγή πλαισίων χαρακτηριστικά εφαρμόζεται στα αξιόπιστα μέσα δικτύων, έτσι η ακεραιότητα στοιχείων δεν θυσιάζεται επειδή η διόρθωση σφάλματος μπορεί να αφηθεί στα πρωτόκολλα υψηλού στρώματος που τρέχουν πάνω από το Frame Relay.

### **Η τοπική διαχειριστική διαπροσωπεία μεταγωγής πλαισίων**

Η τοπική διαχειριστική διαπροσωπεία (LMI) είναι ένα σύνολο αυξήσεων στη βασική προδιαγραφή Frame Relay. Το LMI αναπτύχθηκε το 1990 από τις Cisco, StrataCom, North Telecom και Digital Equipment Corporation. Προσφέρει διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα (αποκαλούμενα επεκτάσεις) για τη διαχείριση των σύνθετων internet works. Οι βασικές επεκτάσεις Frame Relay LMI περιλαμβάνουν τη σφαιρική εξέταση, τα εικονικά μηνύματα θέσης κυκλωμάτων, και multicasting.

Η σφαιρική επέκταση LMI δίνει data-link Frame Relay προσδιοριστικό σύνδεσης που έχει σφαιρική παρά τοπική σημασία (DLCI). Οι αξίες DLCI γίνονται διευθύνσεις DTE που είναι μοναδικές στο Frame Relay WAN. Η σφαιρική επέκταση εξέτασης προσθέτει τη λειτουργία και την επιδεξιότητα στα Frame Relay internetworks. Οι μεμονωμένες διαπροσωπείες δικτύων και οι τελικοί κόμβοι που συνδέονται μεταξύ τους, παραδείγματος χάριν, μπορούν να προσδιοριστούν με τη χρήση των πρότυπων τεχνικών διεύθυνσης, επίλυσης και ανακαλύψεων.

Επιπλέον, ολόκληρο το δίκτυο μεταγωγής πλαισίων εμφανίζεται να είναι το χαρακτηριστικό τοπικό LAN στους δρομολογητές στην περιφέρειά του.

Τα εικονικά μηνύματα θέσης κυκλωμάτων LMI παρέχουν την επικοινωνία και το συγχρονισμό μεταξύ Frame Relay των συσκευών DTE και DCE. Αυτά τα μηνύματα χρησιμοποιούνται για να εκθέσουν περιοδικά στη θέση PVC, η οποία αποτρέπει τα στοιχεία από την αποστολή στις μαύρες τρύπες (δηλαδή άνω των PVC που δεν υπάρχουν πλέον).

Η multicasting LMI επέκταση επιτρέπει τις πολλαπλής διανομής ομάδες για να δημιουργηθούν. Το Multicasting σώζει το εύρος ζώνης συχνότητας επιτρέποντας τις αναπροσαρμογές και τα μηνύματα διεύθυνσης, να στέλλονται μόνο στις συγκεκριμένες ομάδες δρομολογητών. Η επέκταση διαβιβάζει επίσης τις εκθέσεις σχετικά με τη θέση των πολλαπλής διανομής ομάδων στα μηνύματα αναπροσαρμογών.

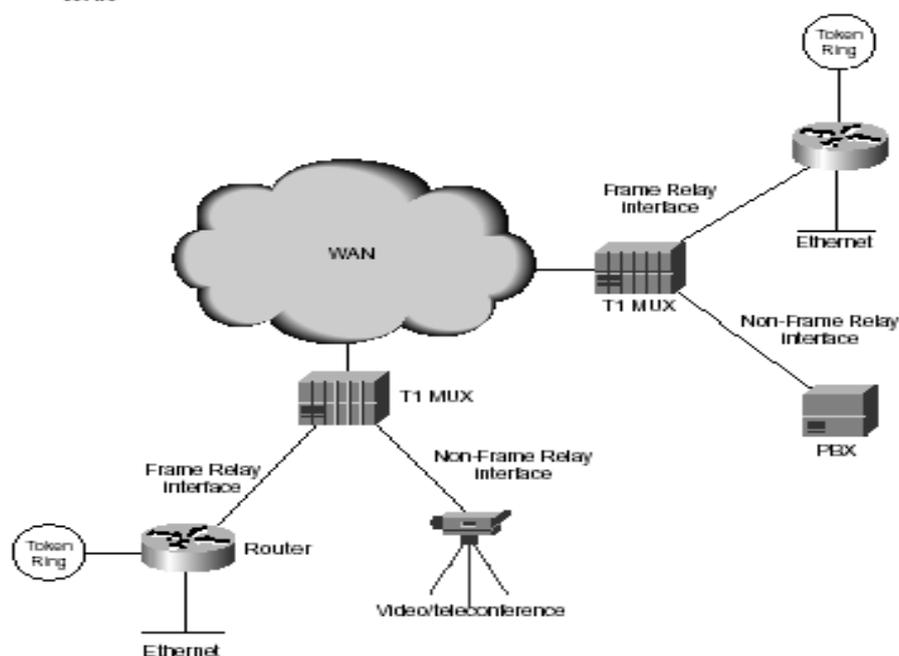
### **Η εφαρμογή δικτύων μεταγωγής πλαισίων**

Ένα κοινό ιδιωτικό Frame Relay δίκτυο χρησιμοποιείται για να εξοπλιστεί ένας πολυπλέκτης T1 και με τις δυο διαπροσωπείες μεταγωγής πλαισίων και μη-μεταγωγής πλαισίων. Η κυκλοφορία στην μεταγωγή πλαισίων διαβιβάζεται έξω τη διαπροσωπεία μεταγωγής πλαισίων, επάνω στο δίκτυο στοιχείων. Στην μη-μεταγωγή πλαισίων η κυκλοφορία διαβιβάζεται στην κατάλληλη εφαρμογή ή την υπηρεσία, όπως μια ιδιωτική ανταλλαγή κλάδων (PBX) για την τηλεφωνική υπηρεσία ή σε μια εφαρμογή τηλεσυνεδριάσεων.

Ένα χαρακτηριστικό δίκτυο μεταγωγής πλαισίων αποτελείται από διάφορες συσκευές DTE, όπως οι δρομολογητές, που συνδέονται με τα απομακρυσμένα port στον εξοπλισμό πολυπλεκτών μέσω των παραδοσιακών από σημείο σε σημείο υπηρεσιών όπως το T1, τα κλασματικά κυκλώματα T1, ή 56-KB.

Ένα παράδειγμα ενός απλού δικτύου μεταγωγής πλαισίων εμφανίζεται στο σχήμα 10-3.

Figure 10-3 A Simple Frame Relay Network Connects Various Devices to Different Services over a WAN



Η πλειοψηφία των δικτύων μεταγωγής πλαισίων που επεκτείνονται σήμερα, είναι από τους προμηθευτές υπηρεσιών που σκοπεύουν να προσφέρουν τις υπηρεσίες μεταφορών στους πελάτες. Αυτό αναφέρεται συχνά ως δημόσια υπηρεσία Frame Relay. Η μεταγωγή πλαισίων εφαρμόζεται και παρέχεται στα κοινά δίκτυα και στα ιδιωτικά επιχειρηματικά δίκτυα. Το ακόλουθο τμήμα εξετάζει τις δύο μεθοδολογίες για την ανάπτυξη του Frame Relay.

### **Παρεχόμενα κοινά δίκτυα μεταφορέα**

Στα παρεχόμενα κοινά δίκτυα Frame Relay, ο εξοπλισμός μετατροπής μεταγωγή πλαισίων βρίσκονται στα κεντρικά γραφεία ενός μεταφορέα τηλεπικοινωνιών. Οι συνδρομητές χρεώνονται βασισμένοι στη χρήση δικτύων τους αλλά είναι ανακουφισμένοι από τη διαχείριση και τη διατήρηση του εξοπλισμού και της υπηρεσίας δικτύων Frame Relay.

Γενικά, ο εξοπλισμός DCE επίσης ανήκει κυρίως στον προμηθευτή τηλεπικοινωνιών. Ο εξοπλισμός DCE είτε πελάτης-θα είναι που του ανήκει είτε θα ανήκει στον προμηθευτή τηλεπικοινωνιών ως υπηρεσία στον πελάτη.

Η πλειοψηφία των σημερινών δικτύων Frame Relay είναι δημόσια παρεχόμενα δίκτυα.

### **Τα ιδιωτικά επιχειρηματικά δίκτυα**

Συχνότερα, οργανώσεις παγκοσμίως επεκτείνουν τα ιδιωτικά δίκτυα Frame Relay. Στα ιδιωτικά δίκτυα Frame Relay, η διαχειριστική μέριμνα και η συντήρηση του δικτύου είναι οι ευθύνες της επιχείρησης (μια ιδιωτική επιχείρηση). Όλος ο εξοπλισμός, συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού μετατροπής, ανήκει στον πελάτη.

## Οι μορφές πλαισίων μεταγωγής πλαισίων (Frame Relay-Frame Formats)

Για να καταλάβουν περισσότερο την λειτουργία του Frame Relay, είναι χρήσιμο να καταλάβουν τη δομή του πλαισίου Frame Relay. Το σχήμα 10-4 απεικονίζει τη βασική μορφή του πλαισίου Frame Relay, και το σχήμα 10-5 επεξηγεί την έκδοση LMI του πλαισίου Frame Relay.

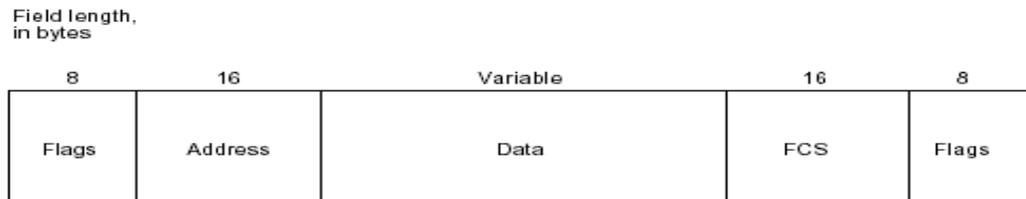
Οι σημαίες δείχνουν την αρχή και το τέλος του πλαισίου. Τρία αρχικά συστατικά κάνουν επάνω το πλαίσιο Frame Relay: η περιοχή επικεφαλίδων και διευθύνσεων, η μερίδα χρήστη-στοιχείων, και η ακολουθία ελέγχου πλαισίων (FCS).

Η περιοχή διευθύνσεων, που είναι 2 οκτάδες στο μήκος, αποτελείται από 10 Bit που αντιπροσωπεύουν το πραγματικό προσδιοριστικό κυκλωμάτων και 6 Bit των πεδίων που αφορούν τη διαχείριση συμφόρησης. Αυτό το προσδιοριστικό συνήθως αναφέρεται ως data-link προσδιοριστικό σύνδεσης (DLCI). Κάθε ένας από αυτούς συζητείται στις περιγραφές που ακολουθούν.

### Τυποποιημένο Frame Relay Frame

Το τυποποιημένο Frame Relay frames αποτελείται από τα παρακάτω πεδία του σχήματος 10-4.

Figure 10-4 Five Fields Comprise the Frame Relay Frame



Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν τα βασικά πεδία πλαισίων μεταγωγή πλαισίων που διευκρινίζονται στον αριθμό 10-4.

- **Σημαίες** -- οριοθετεί την αρχή και το τέλος του πλαισίου. Η αξία αυτού του πεδίου είναι πάντα το ίδιο πράγμα και αντιπροσωπεύεται είτε ως δεκαεξαδικός αριθμός 7E είτε ως δυαδικού αριθμού 01111110.
- **Διεύθυνση** -- περιέχει τις ακόλουθες πληροφορίες:
  - **DLCI** -- το 10-bit ψηφίο DLCI είναι η ουσία της επικεφαλίδας Frame Relay. Αυτή η αξία αντιπροσωπεύει την εικονική σύνδεση μεταξύ της συσκευής DTE και του διακόπτη. Κάθε εικονική σύνδεση που πολλαπλασιάζεται επάνω στο φυσικό κανάλι θα αντιπροσωπευθεί από ένα μοναδικό DLCI. Οι αξίες DLCI έχουν τοπική σημασία μόνο, το οποίο σημαίνει ότι είναι μοναδικές μόνο στο φυσικό κανάλι στο οποίο κατοικούν. Επομένως, οι συσκευές στα αντίθετα άκρα μιας σύνδεσης μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις διαφορετικές τιμές DLCI για να αναφερθούν στην ίδια εικονική σύνδεση.
  - **Εκτεινόμενη διεύθυνση (EA)**– Το EA χρησιμοποιείται για να δείξει εάν η οκτάδα στην οποία η EA αξία είναι 1 είναι το τελευταίο πεδίο εξέτασης. Εάν η αξία είναι 1, κατόπιν η οκτάδα καθορίζεται να είναι το τελευταίο DLCI octet. Αν και οι εφαρμογές όλες στην μεταγωγή πλαισίων ρευμάτων χρησιμοποιούν

δύο octet DLCI, αυτή η δυνατότητα κάλυψης επιτρέπει σε μακρύτερο DLCI για να χρησιμοποιηθεί στο μέλλον. Το όγδοο δυαδικό ψηφίο κάθε οκτάδας του πεδίου διευθύνσεων χρησιμοποιείται για να δείξει το EA.

- C/R -- Το C/R είναι το δυαδικό ψηφίο που ακολουθεί τη σημαντικότερη οκτάδα DLCI στο πεδίο διευθύνσεων. Το δυαδικό ψηφίο C/R δεν καθορίζεται αυτήν την περίοδο.
- Έλεγχος συμφόρησης -- αυτό αποτελείται από τα 3 δυαδικά ψηφία που ελέγχουν τους μηχανισμούς συμφόρηση-ανακοίνωσης Frame Relay. Αυτοί είναι το FECN, το BECN, και το DE bits, τα οποία είναι τα τελευταία 3 bits στο πεδίο διευθύνσεων.

Η μπροστινός-ρητή ανακοίνωση συμφόρησης (FECN) είναι ένα πεδίο ενός δυαδικού ψηφίου που μπορεί να τεθεί σε μια αξία 1 από έναν διακόπτη για να δείξει σε μια συσκευή DTE άκρων, όπως ένας δρομολογητής, ότι υπήρχε συμφόρηση στην κατεύθυνση της μεταφοράς πλαισίων από την πηγή στον προορισμό. Το αρχικό όφελος της χρήσης των πεδίων FECN και BECN είναι η δυνατότητα κάλυψης των πρωτοκόλλων υψηλού στρώματος να αντιδράσει έξυπνα σε αυτούς τους δείκτες συμφόρησης. Σήμερα, DECnet και OSI είναι τα μόνα πρωτόκολλα υψηλού στρώματος που εφαρμόζουν αυτές τις δυνατότητες κάλυψης.

Η προς τα πίσω-ρητή ανακοίνωση συμφόρησης (BECN) είναι ένα πεδίο ενός δυαδικού ψηφίου που, όταν δείχνει το σύνολο σε μια αξία 1 από έναν διακόπτη, ότι η συμφόρηση ήταν στο δίκτυο, με κατεύθυνση αντίθετη της μεταφοράς πλαισίων από την πηγή στον προορισμό. Η επιλεξιμότητα απόρριψης (DE) τίθεται από τη συσκευή DTE, όπως ένας δρομολογητής, για να δείξει ότι το χαρακτηρισμένο πλαίσιο είναι μικρότερης σημασίας σχετικά με άλλα πλαίσια που διαβιβάζονται.

Τα πλαίσια που είναι χαρακτηρισμένα ως "επιλέξιμα απόρριψης" πρέπει να απορριφθούν πριν από άλλα πλαίσια σε ένα κορεσμένο δίκτυο. Αυτό επιτρέπεται για έναν βασικό μηχανισμό καθορισμού προτεραιοτήτων στα δίκτυα Frame Relay

- **Μεταγωγή πλαισίων** -- περιέχει τα τοποθετημένα σε ενθυλάκωση στοιχεία ανώτερου στρώματος. Κάθε πλαίσιο σε αυτό το πεδίο μεταβλητού μήκους περιλαμβάνει στοιχεία χρηστών ή ένα πεδίο ωφέλιμων φορτίων που θα ποικίλουν στο μήκος μέχρι 16.000 octets. Αυτό το πεδίο χρησιμεύει να μεταφέρει το πακέτο πρωτοκόλλου υψηλού στρώματος (PDU) μέσω μιας ακολουθίας μεταγωγής πλαισίων δικτύων
- **Έλεγχος πλαισίων Frame Relay**-- εξασφαλίζει την ακεραιότητα των διαβιβασθέντων στοιχείων. Αυτή η αξία υπολογίζεται από τη συσκευή πηγής και ελέγχεται από τον δέκτη για να εξασφαλίσει την ακεραιότητα της μεταφοράς

## Περίληψη

Η μεταγωγή πλαισίων είναι ένα πρωτόκολλο δικτύωσης που εργάζεται στα κατώτατα δύο επίπεδα του OSI μοντέλου αναφοράς: το φυσικό και το data link στρώμα.

Είναι ένα παράδειγμα της τεχνολογίας μεταγωγής πακέτων, το οποίο επιτρέπει σε τους τελικούς σταθμούς να μοιραστούν δυναμικά τα στοιχεία συμπεριφοράς δικτύων. Οι συσκευές μεταγωγής πλαισίων χωρίζονται στις ακόλουθες δύο γενικές κατηγορίες:

- Τελικός εξοπλισμός στοιχείων (DTEs), οι οποίες περιλαμβάνουν τα τερματικά, τους προσωπικούς υπολογιστές, τους δρομολογητές, και τις γέφυρες
- Εξοπλισμός κυκλωμάτων στοιχείων (DCEs), οι οποίοι διαβιβάζουν τα στοιχεία μέσω του δικτύου και είναι συσκευές που συχνά ανήκουν στον μεταφορέα (αν και, όλο και περισσότερες επιχειρήσεις αγοράζουν τα DCE τους και τα εφαρμόζουν στα δίκτυά τους)

Τα στοιχεία μεταφοράς δικτύων στην μεταγωγή πλαισίων χρησιμοποιούν έναν από τους ακόλουθους δύο τύπους σύνδεσης:

- Μεταστρεφόμενα εικονικά κυκλώματα (SVC), τα οποία είναι προσωρινές συνδέσεις που δημιουργούνται για κάθε μεταφορά στοιχείων και έπειτα ολοκληρώνονται όταν η μεταφορά στοιχείων είναι πλήρης (όχι μια ευρέως χρησιμοποιημένη σύνδεση)
- Μόνιμη εικονική σύνδεση PVC, η οποία είναι μόνιμη.

Το DLCI είναι η αξία που ανατίθεται σε κάθε εικονικό κύκλωμα και οι συσκευές DTE σύνδεσης σημείου στον Frame Relay WAN. Σε δύο διαφορετικές συνδέσεις μπορεί να ανατεθεί η ίδια αξία μέσα στο ίδιο Frame Relay WAN -- ένας σε κάθε πλευρά της εικονικής σύνδεσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13ο

# ΑΤΜ

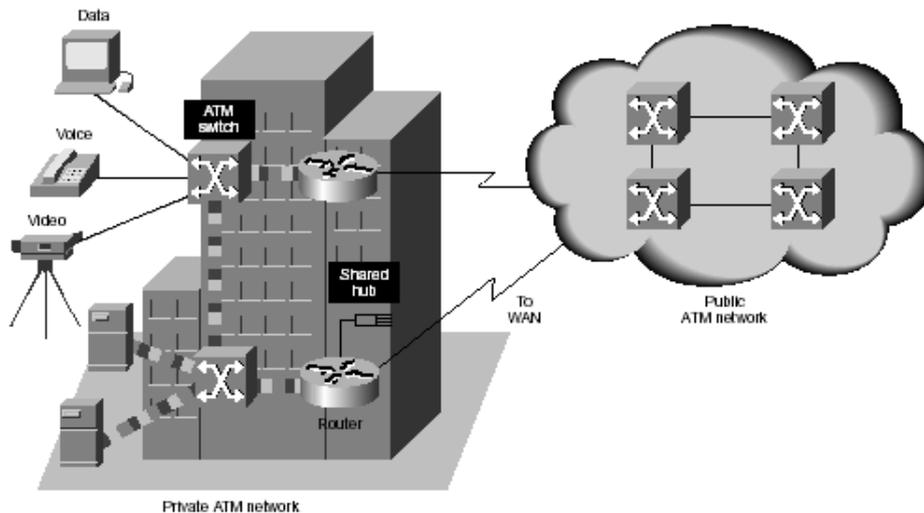
Οι στόχοι του κεφαλαίου αυτού είναι:

- Να καταλάβουμε την δομή των ΑΤΜ
- Να μάθουμε τα στοιχεία του ΑΤΜ που προσδιορίζουν τα πρότυπα στρώματα
- Να μάθουμε τους τύπους σύνδεσης του ΑΤΜ

## Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς

Ο ασύγχρονος τρόπος μεταφοράς (ATM) είναι διεθνή πρότυπα τμημάτων προτύπων ένωση-ηλεκτρονικών (ITU-t) για τον ηλεκτρονικό στοιχείων όπου οι πληροφορίες για τους πολλαπλάσιους τύπους υπηρεσίας, όπως η φωνή, βίντεο, ή στοιχεία, μεταβιβάζονται στα μικρά, στοιχεία καθορίζω-μεγέθους. Τα δίκτυα του ATM είναι προσανατολισμένα προς τη σύνδεση. Αυτό το κεφάλαιο παρέχει τις περιλήψεις των πρωτοκόλλων, των υπηρεσιών, και της λειτουργίας του ATM. Ο αριθμός 27-1 επεξηγεί ένα ιδιωτικό δίκτυο του ATM και μια δημόσιες φωνή μεταφοράς δικτύων του ATM, ένα βίντεο, και μια κυκλοφορία στοιχείων.

*Figure 27-1 A Private ATM Network and a Public ATM Network Both Can Carry Voice, Video, and Data Traffic*  
ATM



## Πρότυπα

Το ATM είναι βασισμένο στις προσπάθειες των ενσωματωμένων ευρεία ζώνη προτύπων δικτύων υπηρεσιών ITU-t ψηφιακών (β-ISDN). Συλλήφθηκε αρχικά ως τεχνολογία μεγάλης μεταφοράς για τη φωνή, το βίντεο, και στοιχείο πέρα από τα δημόσια δίκτυα. Το φόρουμ του ATM επέκτεινε το όραμα του ITU-t του ATM για τη χρήση πέρα από τα δημόσια και ιδιωτικά δίκτυα. Το φόρουμ του ATM έχει εκδώσει την εργασία στις ακόλουθες προδιαγραφές:

- Η διαπροσωπεία χρήστη-δικτύων (UNI) 2,0
- UNI 3,0
- UNI 3,1
- UNI 4,0
- διαπροσωπειών κόμβων δημόσιος-δικτύων (P- NNI)
- εξομώωσης του τοπικού LAN (LANE)
- πολυπρωτόκολλο ATM

## ATM συσκευές και το περιβάλλον του δικτύου

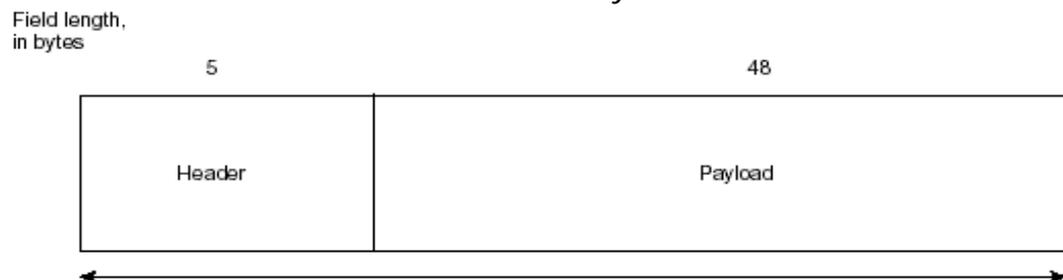
Το ATM δικτύων ωφελείται σε μια τεχνολογία στοιχείων και πολλαπλασιασμού, που συνδυάζει τα οφέλη, τη μετατροπή κυκλωμάτων (που εγγυάται το δυναμικό μονάδας και τη σταθερή καθυστέρηση μεταφορών) με εκείνο της μετατροπής πακέτων (ευελιξία και αποδοτικότητα για τη κυκλοφορία). Παρέχει το εξελικτικό εύρος ζώνης συχνοτήτων από μερικά Megabits ανά δευτερόλεπτο (Mbps) σε πολλά gigabits ανά το δεύτερο (Gbps). Λόγω της ασύγχρονης φύσης του, το ATM είναι αποδοτικότερο από τις σύγχρονες τεχνολογίες, όπως time-division να πολλαπλασιάσει (TDM).

Με TDM, κάθε χρήστης ανατίθεται σε μια χρονική αυλάκωση, και κανένας άλλος σταθμός δεν μπορεί να στείλει σε εκείνη την χρονική αυλάκωση. Εάν ένας σταθμός έχει πολύ στοιχείο που στέλνει, μπορεί να στείλει μόνο τότε η χρονική αυλάκωσή της έρχεται επάνω, ακόμα κι αν όλες οι άλλες χρονικές αυλακώσεις είναι κενές. Εντούτοις, εάν ένας σταθμός δεν έχει τίποτα για να διαβιβάσει τότε η χρονική αυλάκωσή της έρχεται επάνω, στη χρονική αυλάκωση στέλνεται κενός και σπαταλιέται. Επειδή το ATM είναι ασύγχρονο, οι χρονικές αυλακώσεις είναι διαθέσιμες στην ζήτηση με τις πληροφορίες που προσδιορίζουν την πηγή της μεταφοράς που περιλαμβάνεται στην επικεφαλίδα κάθε στοιχείου του ATM.

## Οι βασικές πληροφορίες μεταφορών μορφής ATM στοιχείων

Οι βασικές πληροφορίες μεταφορών μορφής ATM στοιχείων στις μονάδες καθορίζω-μεγέθους ονομάζονται τα στοιχεία. Κάθε στοιχείο αποτελείται από 53 octets, ή τις οκτάδες. Οι πρώτες 5 οκτάδες περιέχουν τις πληροφορίες στοιχείων, και τα υπόλοιπα 48 περιέχουν το ωφέλιμο φορτίο (πληροφορίες χρηστών). Τα μικρά, καθορισμένου μήκους στοιχεία είναι καλά ταιριαγμένα στη μεταφορά της φωνής και της τηλεοπτικής κυκλοφορίας επειδή τέτοια κυκλοφορία είναι αδιάλλακτη των καθυστερήσεων ότι αποτέλεσμα από να πρέπει να περιμένει ένα μεγάλο πακέτο στοιχείων που μεταφορτώνει, μεταξύ άλλων. Ο αριθμός 27-2 επεξηγεί τη βασική μορφή ενός στοιχείου του ATM.

*Figure 27-2 An ATM Cell Consists of a Header and Payload Data*



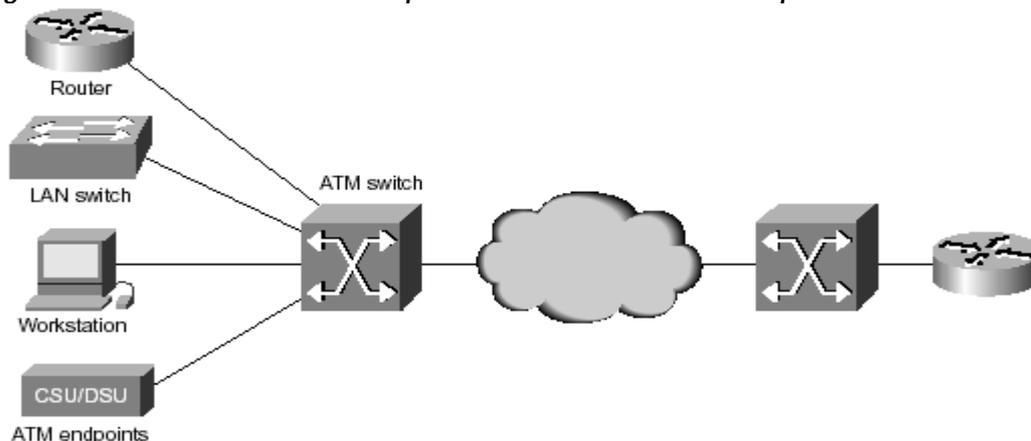
## Οι συσκευές του ATM

Ένα δίκτυο του ATM γίνεται επάνω σ'ένα διακόπτη του ATM και των σημείων τέλους του ATM. Ένας διακόπτης του ATM είναι αρμόδιος για τη διέλευση στοιχείων μέσω ενός δικτύου του ATM. Η εργασία ενός διακόπτη του ATM καθορίζεται καλά: Αποδέχεται το εισερχόμενο στοιχείο από ένα σημείο τέλους του ATM ή έναν άλλο διακόπτη του ATM.

Διαβάζει έπειτα και ενημερώνει τις πληροφορίες επικεφαλίδων στοιχείων και μεταστρέφει γρήγορα το στοιχείο σε μια διαπροσωπεία εξόδου προς τον προορισμό του. Ένα σημείο τέλους του ATM (η τελικό σύστημα) περιέχει έναν προσαρμοστή διαπροσωπειών δικτύων του ATM. Τα παραδείγματα των σημείων τέλους του ATM είναι τερματικοί σταθμοί, δρομολογητές, ψηφιακές μονάδες υπηρεσιών (DSUs), διακόπτες του τοπικού LAN, και τηλεοπτικοί κωδικοποιητές-αποκωδικοποιητές (CODECs).

Το σχήμα 27-3 επεξηγεί ένα δίκτυο του ATM που γίνεται επάνω των διακοπών του ATM και των σημείων τέλους του ATM

*Figure 27-3 An ATM Network Comprises ATM Switches and Endpoints*



## Δίκτυο ATM

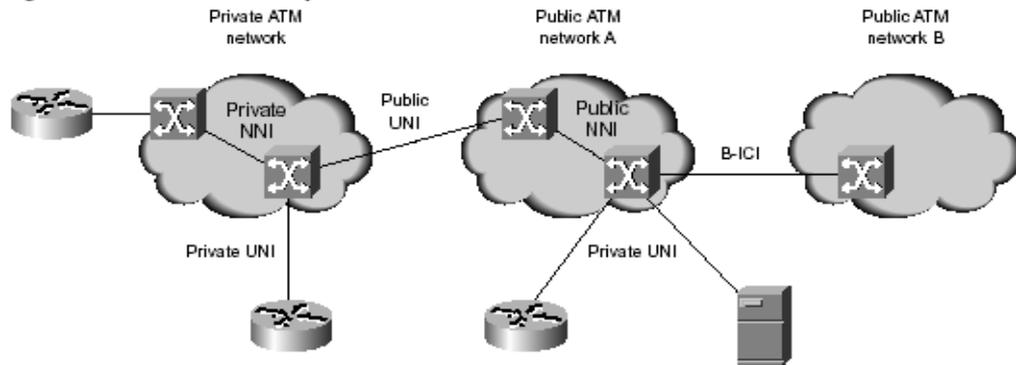
Το δίκτυο του ATM διασύνδεει ένα δίκτυο του ATM αποτελείται από ένα σύνολο διακοπών του ATM που διασυνδέονται από τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις ή τις διεπαφές ATM. Οι διακόπτες του ATM υποστηρίζουν δύο αρχικούς τύπους διαπροσωπειών: UNI και NNI. Το UNI συνδέει το τελικό σύστημα ATM (όπως οι ξένοι Η/Υ και οι δρομολογητές) με έναν διακόπτη του ATM. Το NNI συνδέει δύο διακόπτες του ATM.

Ανάλογα με εάν ο διακόπτης είναι κύριος και βρίσκεται στις εγκαταστάσεις του πελάτη ή είναι κύριος δημόσια και χρησιμοποιείται από την τηλεφωνική επιχείρηση, UNI και NNI μπορούν να υποδιαιρεθούν περαιτέρω σε δημόσια και ιδιωτικά UNIs και NNIs. Ένα ιδιωτικό UNI συνδέει ένα σημείο τέλους του ATM και έναν ιδιωτικό διακόπτη του ATM. Το δημόσιο αντίστοιχό του συνδέει ένα σημείο τέλους του ATM ή έναν ιδιωτικό διακόπτη με έναν δημόσιο διακόπτη. Ένα ιδιωτικό NNI συνδέει δύο διακόπτες του ATM μέσα στην ίδια ιδιωτική οργάνωση. Ο δημόσιος συνδέει δύο διακόπτες του ATM μέσα στην ίδια δημόσια οργάνωση.

Μια πρόσθετη προδιαγραφή, η ευρυζωνική ενδιάμεσου κομιστή διαπροσωπεία (B-ICI), συνδέει δύο δημόσιους διακόπτες από τους διαφορετικούς προμηθευτές υπηρεσιών.

Ο αριθμός 27-4 επεξηγεί τις προδιαγραφές διαπροσωπειών του ATM για τα ιδιωτικά και δημόσια δίκτυα.

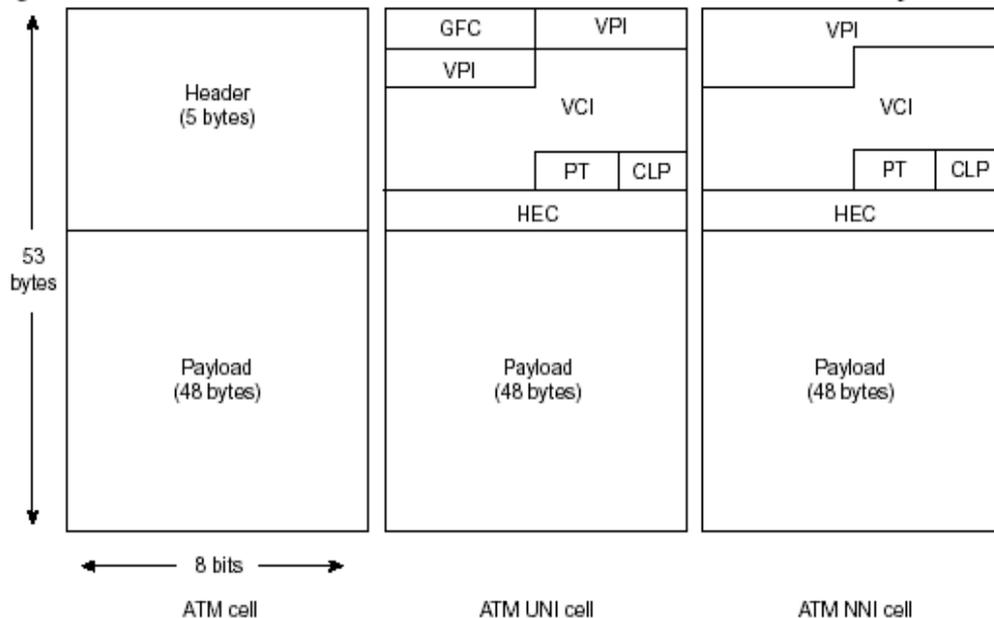
Figure 27-4 ATM Interface Specifications Differ for Private and Public Networks



**Μορφή επικεφαλίδων στοιχείων του ATM**

Η μορφή επικεφαλίδων στοιχείων του ATM μια επικεφαλίδα στοιχείων του ATM μπορεί να είναι μια από δύο μορφές: UNI ή NNI. Η επικεφαλίδα UNI χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ των σημείων τέλους του ATM και των διακοπών του ATM στα ιδιωτικά δίκτυα του ATM. Η επικεφαλίδα NNI χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ των διακοπών του ATM. Το σχήμα 27-5 απεικονίζει τη βασική μορφή στοιχείων του ATM, τη μορφή επικεφαλίδων στοιχείων του ATM UNI, και τη μορφή επικεφαλίδων στοιχείων του ATM NNI.

Figure 27-5 An ATM Cell, ATM UNI Cell, and ATM NNI Cell Header Each Contain 48 Bytes of Payload



Αντίθετα από το UNI, η επικεφαλίδα NNI δεν περιλαμβάνει το γενικό πεδίο ελέγχου ροής (GFC). Πρόσθετα, η επικεφαλίδα NNI έχει ένα εικονικό πεδίο προσδιοριστικών μονοπατιών (VPI) που καταλαμβάνει τα πρώτα 12 δυαδικά ψηφία, επιτρέποντας για τους μεγαλύτερους κορμούς μεταξύ των δημόσιων διακοπών του ATM.

### **Πεδία επικεφαλίδων στοιχείων του ATM**

Τα πεδία επικεφαλίδων στοιχείων του ATM εκτός από τα πεδία επικεφαλίδων GFC και VPI, διάφορα άλλα χρησιμοποιούνται στα πεδία επικεφαλίδων στοιχείων του ATM. Οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν τα πεδία επικεφαλίδων στοιχείων του ATM που διευκρινίζονται στον αριθμό 27-5:

- γενικός έλεγχος ροής (GFC) -- παρέχει τις τοπικές λειτουργίες, όπως ο προσδιορισμός των πολλαπλάσιων σταθμών που μοιράζονται μια ενιαία διαπροσωπεία του ATM. Αυτό το πεδίο χαρακτηριστικά δεν χρησιμοποιείται και τίθεται στην προκαθορισμένη αξία του 0 (δυαδικό 0000).

- Εικονικό προσδιοριστικό μονοπατιών (VPI) -- από κοινού με το VCI, προσδιορίζει τον επόμενο προορισμό ενός στοιχείου καθώς περνά μέσω του σε σειρά διάταξης ATM προς τον προορισμού του.

- Εικονικό προσδιοριστικό καναλιών (VCI) -- από κοινού με το VPI, προσδιορίζει τον επόμενο προορισμό ενός στοιχείου καθώς περνά μέσω του σε σειρά διάταξης ATM προς τον προορισμού του.

- Τύπος φορτίου-- (PT) Δείχνει στο πρώτο δυαδικό ψηφίο εάν το στοιχείο περιέχει τα στοιχεία χρηστών ή τα στοιχεία ελέγχου. Εάν το στοιχείο περιέχει τα στοιχεία χρηστών, το δυαδικό ψηφίο τίθεται σε 0. Εάν περιέχει τα στοιχεία ελέγχου, τίθεται σε 1. Το δεύτερο δυαδικό ψηφίο δείχνει τη συμφόρηση (0 = καμία συμφόρηση, 1 = συμφόρηση), και το τρίτο δυαδικό ψηφίο δείχνει εάν το στοιχείο είναι το τελευταίο σε σειρά διάταξης των στοιχείων που αντιπροσωπεύουν ένα ενιαίο AAL5 πλαίσιο (1 = τελευταίο στοιχείο για το πλαίσιο).

- Προτεραιότητα απώλειας στοιχείων (CLP) -- δείχνει εάν το στοιχείο πρέπει να απορριφθεί εάν αντιμετωπίζει την ακραία συμφόρηση καθώς κινεί μέσω του δικτύου. Εάν το δυαδικό ψηφίο CLP είναι ίσο με 1, το στοιχείο πρέπει να απορριφθεί παρά τα στοιχεία με το δυαδικό ψηφίο CLP ίσο με 0, έλεγχο σφάλματος επικεφαλίδων

- (HEC) -- υπολογίζει checksum μόνο στις πρώτες 4 οκτάδες της επικεφαλίδας. Το HEC μπορεί να διορθώσει ένα ενιαίο σφάλμα δυαδικών ψηφίων σε αυτές τις οκτάδες, με αυτόν τον τρόπο συντηρώντας το στοιχείο παρά την απόρριψη του.

### **Υπηρεσίες ATM**

Τρεις τύποι υπηρεσιών του ATM υπάρχουν: μόνιμα εικονικά κυκλώματα (PVC), μεταστρεφόμενα εικονικά κυκλώματα (SVC), και χωρίς σύνδεση υπηρεσία (που είναι παρόμοια με SMDS).

Το PVC επιτρέπει την άμεση συνδετικότητα μεταξύ των περιοχών. Κατ' αυτό τον τρόπο, ένα PVC είναι παρόμοιο με μια μισθωμένη γραμμή. Μεταξύ των πλεονεκτημάτων του, το PVC εγγυάται το διαθέσιμο μιας σύνδεσης και δεν απαιτεί τις διαδικασίες οργάνωσης κλήσης μεταξύ των διακοπών.

Τα μειονεκτήματα PVCs περιλαμβάνουν τη στατική συνδετικότητα και τη χειρωνακτική οργάνωση. Κάθε κομμάτι του εξοπλισμού μεταξύ της πηγής και του προορισμού πρέπει να είναι χειροκίνητα για το PVC. Επιπλέον, καμία ανθεκτικότητα δικτύων δεν είναι διαθέσιμη με το PVC.

Ένα SVC δημιουργείται και δυναμικά και παραμένει στη χρήση μόνο εφ' όσον μεταφέρεται το στοιχείο. Από αυτή την άποψη, είναι παρόμοιο με μια τηλεφωνική κλήση. Ο δυναμικός έλεγχος κλήσης απαιτεί ένα κόντακτ σήμα πρωτόκολλο μεταξύ του σημείου τέλους του ATM και του διακόπτη του ATM. Τα πλεονεκτήματα SVCs περιλαμβάνουν την ευελιξία σύνδεσης και την οργάνωση κλήσης που μπορούν να αντιμετωπιστούν αυτόματα από μια συσκευή δικτύωσης. Τα μειονεκτήματα περιλαμβάνουν τον πρόσθετο χρόνο και που απαιτούν από πάνω για να ιδρύσουν τη σύνδεση.

### **Εικονικά δίκτυα συνδέσεων ATM**

Τα ATM δίκτυα είναι πλήρως προσανατολισμένα προς τη σύνδεση, το οποίο σημαίνει ότι ένα εικονικό κανάλι (VC) πρέπει να ιδρυθεί πέρα από το δίκτυο του ATM πριν από οποιαδήποτε μεταφορά στοιχείων. (Το εικονικό κανάλι A είναι κατά προσέγγιση ισοδύναμο με ένα εικονικό κύκλωμα.)

Δύο τύποι συνδέσεων του ATM υπάρχουν: εικονικά μονοπάτια, που προσδιορίζονται από τα εικονικά προσδιοριστικά μονοπατιών, και εικονικά κανάλια, τα οποία προσδιορίζονται από το συνδυασμό ενός VPI και ενός εικονικού προσδιοριστικού καναλιών (VCI).

Ένα εικονικό μονοπάτι είναι μια δέσμη των εικονικών καναλιών, τα οποία μεταστρέφονται διαφανώς πέρα από το δίκτυο του ATM που βασίζεται στο κοινό VPI. Όλα τα VPIs και τα VCIs, εντούτοις, έχουν μόνο την τοπική σημασία πέρα από μια ιδιαίτερη σύνδεση και είναι, ανάλογα με την περίπτωση, σε κάθε διακόπτη.

Ένα μονοπάτι μεταφορών είναι τα φυσικά μέσα που μετέφεραν τα εικονικά κανάλια και τα εικονικά μονοπάτια.

Ο αριθμός 27-6 επεξηγεί πώς VCs συνδέουν για να δημιουργήσουν VPs, το οποίο, στη συνέχεια, διαπερνά τα μέσα ή το μονοπάτι μεταφορών.

*Figure 27-6 VCs Concatenate to Create VPs*



## Οι διαδικασίες μεταγωγής του ATM

Η βασική λειτουργία ενός διακόπτη του ATM είναι απλές: Το στοιχείο παραλαμβάνεται πέρα από μια σύνδεση σε ένα γνωστή VCI ή μια αξία VPI. Ο διακόπτης κοιτάζει επάνω στην αξία σύνδεσης σε έναν τοπικό πίνακα μεταφράσεων για να καθορίσει τον εξερχόμενο λιμένα (ή τους λιμένες) της σύνδεσης και η νέα αξία VPI/VCI της σύνδεσης σε εκείνη την σύνδεση. Ο διακόπτης αναμεταδίδει έπειτα το στοιχείο σε εκείνη την εξερχόμενη σύνδεση με τα κατάλληλα προσδιοριστικά σύνδεσης. Επειδή όλα τα VCIs και τα VPIs έχουν μόνο την τοπική σημασία πέρα από μια ιδιαίτερη σύνδεση, αυτές οι τιμές είναι, ανάλογα με τις ανάγκες, σε κάθε διακόπτη.

## Μοντέλο αναφοράς του ATM

Η αρχιτεκτονική του ATM χρησιμοποιεί ένα λογικό μοντέλο για να περιγράψει τη λειτουργία που υποστηρίζει. Η λειτουργία του ATM αντιστοιχεί στο φυσικά στρώμα και το μέρος του στρώματος συνδέσεων στοιχείων του επιτροπή επιθεώρησης μοντέλου αναφοράς.

Το μοντέλο αναφοράς του ATM είναι αποτελούμενο των ακόλουθων πλάνων, τα οποία εκτείνονται όλα τα στρώματα:

- ο έλεγχος -- αυτό το πλάνο είναι αρμόδιος για τον παράγοντας και διαχειριζόμενο κάνοντας σήμα χρήστη αιτημάτων
- Χρήστης -- αυτό το πλάνο είναι αρμόδιος για τη διαχείριση της μεταφοράς της διαχείρισης στοιχείων
- Διαχείριση -- αυτό το πλάνο περιέχει δύο συστατικά:
  - Η διαχείριση στρώματος διαχειρίζεται τις στρώμα-συγκεκριμένες λειτουργίες, όπως η ανίχνευση των αποτυχιών και των προβλημάτων πρωτοκόλλου.
  - Η διαχείριση πλάνων διαχειρίζεται και συντονίζει τις λειτουργίες σχετικές με το πλήρες σύστημα θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού.

Το μοντέλο αναφοράς του ATM είναι αποτελούμενο των ακόλουθων στρωμάτων του ATM:

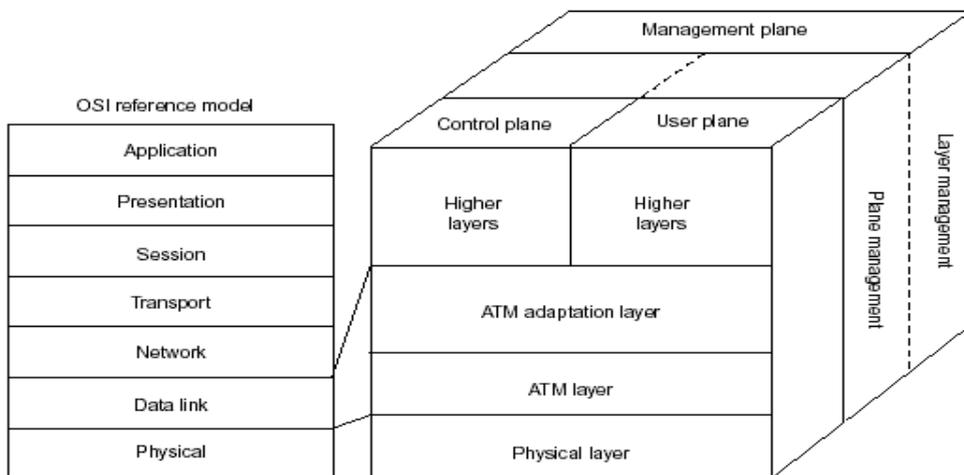
- το φυσικό στρώμα -- ανάλογο στο φυσικό στρώμα του επιτροπή επιθεώρησης μοντέλου αναφοράς, το φυσικό στρώμα του ATM διαχειρίζεται το μέσος-εξαρτώμενο στρώμα μεταφορών
- το ATM στρώμα -- συνδυάζεται με το στρώμα προσαρμογής του ATM, το στρώμα του ATM είναι κατά προσέγγιση ανάλογο με το στρώμα συνδέσεων στοιχείων της επιτροπής επιθεώρησης μοντέλου αναφοράς.

Το στρώμα του ATM είναι αρμόδιο για την ταυτόχρονη διανομή των εικονικών κυκλωμάτων πέρα από μια φυσική σύνδεση (στοιχείο που πολλαπλασιάζει) και τη διάβαση των στοιχείων μέσω του δικτύου του ATM( μεταγωγή πλαισίων)Για να κάνει αυτό, χρησιμοποιεί VPI και VCI πληροφορίες στην επικεφαλίδα κάθε στρώματος ATM

- προσαρμογής στοιχείων του ATM (AAL) -- συνδυάζεται με το στρώμα του ATM, το AAL είναι κατά προσέγγιση ανάλογο με το στρώμα συνδέσεων στοιχείων της επιτροπής επιθεώρησης μοντέλου αναφοράς. Το AAL είναι αρμόδιο για την απομόνωση των πρωτοκόλλων υψηλός-στρώματος από τις λεπτομέρειες των διαδικασιών του ATM. Το στρώμα προσαρμογής προετοιμάζει τα στοιχεία χρηστών για τη μετατροπή στα στοιχεία και τέμνει τα στοιχεία στα ωφέλιμα φορτία στοιχείων 48-οκτάδων.

Τελικά, τα υψηλότερα στρώματα που κατοικούν επάνω από το AAL αποδέχονται τα στοιχεία χρηστών, τα τακτοποιούν στα πακέτα, και τα δίνουν στο AAL. Το σχήμα 27-7 επεξηγεί το μοντέλο αναφοράς του ATM.

*Figure 27-7 The ATM Reference Model Relates to the Lowest Two Layers of the OSI Reference Model*  
ATM reference model



### Φυσικό στρώμα του ATM

Το φυσικό στρώμα του ATM έχει τέσσερις λειτουργίες: Τα στοιχεία μετατρέπονται σε ένα τμήμα φωτός, η μεταφορά και η παραλαβή των δυαδικών ψηφίων στο φυσικό μέσο ελέγχονται, τα όρια στοιχείων του ATM ακολουθούνται, και τα στοιχεία συσκευάζονται στους κατάλληλους τύπους πλαισίων για το φυσικό μέσο. Παραδείγματος χάριν, τα στοιχεία συσκευάζονται διαφορετικά για SONET από DS-3/E-3 τύπους μέσων.

Το φυσικό στρώμα του ATM είναι διαιρεμένο σε δύο μέρη: το φυσικό μέσος-εξαρτώμενο υπόστρωμα (PMD) και το υπόστρωμα σύγκλισης (TC) μεταφορών.

Το υπόστρωμα PMD παρέχει δύο βασικές λειτουργίες. Πρώτα, συγχρονίζει την μεταφορά και τη λήψη από την αποστολή και τη λήψη μιας συνεχούς ροής των δυαδικών ψηφίων με τις συνδεδεμένες πληροφορίες συγχρονισμού.

Δεύτερον, προσδιορίζει τα φυσικά μέσα για το φυσικό μέσο που χρησιμοποιείται, συμπεριλαμβανομένων των τύπων συνδέσμων και του καλωδίου.

Τα παραδείγματα των φυσικών μέσων προτύπων για το ATM περιλαμβάνουν τη σύγχρονη ψηφιακή ιεραρχία/σύγχρονο οπτικό δίκτυο (SDH/SONET), DS-3/E-3, 155 Mbps πέρα από την πολλαπλού τρόπου ίνα (MMF) χρησιμοποιώντας το σχέδιο κωδικοποίησης 8B/10B, και 155 Mbps 8B/10B πέρα από το προστατευμένο στρίβω-ζευγάρι (STP) τηλεγραφώντας.

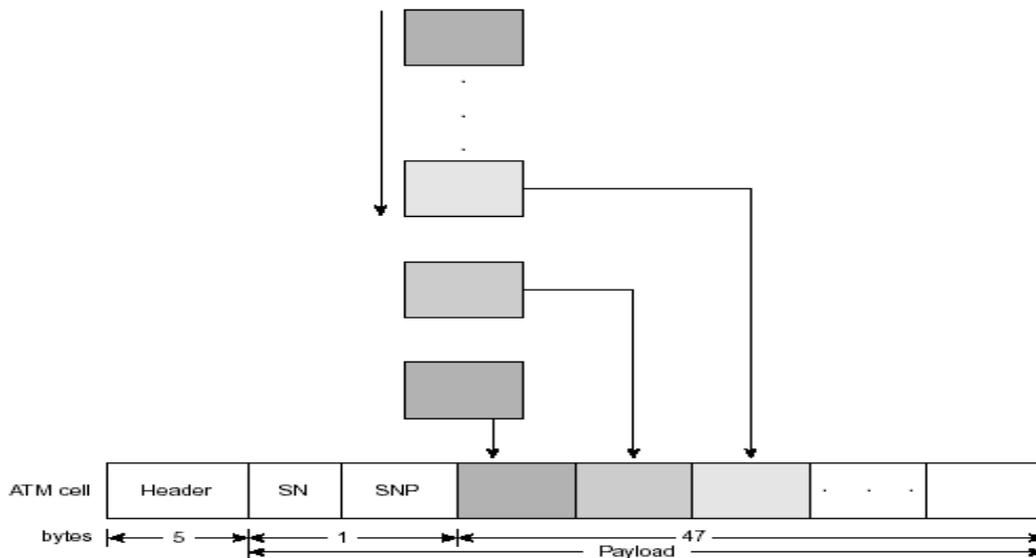
Το υπόστρωμα TC έχει τέσσερις λειτουργίες: σκιαγράφηση στοιχείων, επαλήθευση ακολουθίας ελέγχου σφάλματος επικεφαλίδων (HEC) παραγωγή και, αποσύζευξη στοιχείων, και προσαρμογή πλαισίων μεταφορών. Η λειτουργία σκιαγράφησης στοιχείων διατηρεί τα όρια στοιχείων του ATM, που επιτρέπουν στις συσκευές για να εντοπίσει τα στοιχεία μέσα σε ένα ρεύμα των δυαδικών ψηφίων. Η παραγωγή και η επαλήθευση ακολουθίας HEC παράγουν και ελέγχουν τον κώδικα ελέγχου σφάλματος επικεφαλίδων για να εξασφαλίσουν τα έγκυρα στοιχεία. Η αποσύζευξη στοιχείων διατηρεί το συγχρονισμό και τα ένθετα ή καταστέλλει μη απασχόλησης (unassigned) στοιχεία του ATM για να προσαρμόσει το ποσοστό έγκυρων στοιχείων του ATM στο δυναμικό μονάδας ωφέλιμων φορτίων του σύστημα θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού μεταφορών. Στοιχεία συσκευασιών ATM προσαρμογής πλαισίων μεταφορών στα πλαίσια αποδεκτά στην ιδιαίτερη φυσική εφαρμογή στρώματος.

### **Στρώματα προσαρμογής του ATM: AAL1**

Το AAL1, μια προσανατολισμένη προς τη σύνδεση υπηρεσία, είναι κατάλληλος για τις σταθερές πηγές ποσοστού δυαδικών ψηφίων (CBR), όπως η φωνή και η συνεδρίαση μέσω video. Τα ATM μετέφεραν την κυκλοφορία CBR χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες κυκλωμάτων. Η υπηρεσία κυκλωμάτων προσαρμόζει επίσης την υπό διοίκηση προσκόλληση του εξοπλισμού χρησιμοποιώντας αυτήν την περίοδο τις μισθωμένες γραμμές σε ένα δίκτυο σπονδυλικών στηλών του ATM. Το AAL1 απαιτεί το συγχρονισμό συγχρονισμού μεταξύ της πηγής και του προορισμού. Για αυτόν τον λόγο, AAL1 εξαρτάται από ένα μέσο, όπως SONET, το οποίο υποστηρίζει τη χρονομέτρηση.

Η AAL1 διαδικασία προετοιμάζει ένα στοιχείο για την μεταφορά σε τρία βήματα. Κατ' αρχάς, τα σύγχρονα δείγματα (παραδείγματος χάριν, 1 οκτάδα των στοιχείων σε ένα ποσοστό δειγματοληψίας 125 μικροδευτερολέπτων) παρεμβάλλονται στο πεδίο ωφέλιμων φορτίων. Δεύτερον, ο αριθμός (SN) ακολουθίας και τα πεδία προστασίας αριθμού ακολουθίας (SNP) προστίθενται για να παρέχουν τις πληροφορίες που η λήψη AAL1 χρησιμοποιεί για να ελέγξει ότι έχει λάβει τα στοιχεία στη σωστή κατάσταση. Τρίτον, το υπόλοιπο του πεδίου ωφέλιμων φορτίων γεμίζουν με αρκετές ενιαίες οκτάδες για να είναι ίσο με 48 οκτάδες. Ο αριθμός 27-8 επεξηγεί πώς AAL1 προετοιμάζει ένα στοιχείο για την μεταφορά.

*Figure 27-8 AAL1 Prepares a Cell for Transmission So That the Cells Retain Their Order*



### Στρώματα προσαρμογής του ATM: AAL2

Ένας άλλος τύπος κυκλοφορίας έχει τις απαιτήσεις συγχρονισμού όπως CBR αλλά τείνει να είναι ξέσπασμα στη φύση. Αυτό καλείται μεταβλητή κυκλοφορία ποσοστού δυαδικών ψηφίων (VBR). Αυτό περιλαμβάνει χαρακτηριστικά τις υπηρεσίες που χαρακτηρίζονται όπως φωνή ή βίντεο που δεν έχουν μια σταθερή ταχύτητα μεταφορών στοιχείων αλλά που έχουν τις απαιτήσεις παρόμοιες με τις σταθερές υπηρεσίες ποσοστού δυαδικών ψηφίων. Το AAL2 είναι κατάλληλο για την κυκλοφορία VBR. Η AAL2 διαδικασία χρησιμοποιεί 44 οκτάδες του ωφέλιμου φορτίου στοιχείων για τα στοιχεία χρηστών και διατηρεί 4 οκτάδες του ωφέλιμου φορτίου για να υποστηρίξει τις AAL2 διαδικασίες.

Η κυκλοφορία VBR χαρακτηρίζεται ως είτε πραγματικός χρόνος (VBR-RT) είτε ως μη πραγματικός χρόνος (VBR-NRT). Η AAL2 υποστηρίζει και τους δύο τύπους κυκλοφορίας VBR.

### Στρώματα προσαρμογής του ATM: AAL3/4

Το AAL3/4 υποστηρίζει και τα προσανατολισμένα προς τη σύνδεση και χωρίς σύνδεση στοιχεία. Σχεδιάστηκε για τους προμηθευτές υπηρεσιών δικτύων και ευθυγραμμίζεται πολύ με τη μεταστρεφόμενη υπηρεσία στοιχείων Multimegabit (SMDS). Το AAL3/4 χρησιμοποιείται για να διαβιβάσει τα πακέτα SMDS πέρα από ένα δίκτυο του ATM.

Το AAL3/4 προετοιμάζει ένα στοιχείο για την μεταφορά σε τέσσερα βήματα. Κατ' αρχάς, το υπόστρωμα σύγκλισης (CS) δημιουργεί μια μονάδα στοιχείων πρωτοκόλλου (PDU) με μια επικεφαλίδα ετικετών αρχής/τελών στο πλαίσιο και την επισύναψη ενός πεδίου μήκους ως ρυμουλκό. Δεύτερον, η κατάτμηση και το υπόστρωμα επανασυναρμολόγησης (SAR) τεμαχίζουν το PDU και προσχεδιάζουν μια επικεφαλίδα. Κατόπιν το υπόστρωμα επανασυναρμολόγησης επισυνάπτει ένα κινητό κέντρο ανίχνευσης και ελέγχου-10 σε κάθε τεμάχιο PDU για τον έλεγχο σφάλματος. Τελικά, το ολοκληρωμένο SAR PDU γίνεται το πεδίο ωφέλιμων φορτίων ενός στοιχείου του ATM στο οποίο το στρώμα του ATM προσχεδιάζει την πρότυπη επικεφαλίδα του ATM.

Ένα AAL 3/4 SAR PDU αποτελείται από τον τύπο, τον αριθμό ακολουθίας, και τα πολλαπλασιάζοντας πεδία προσδιοριστικών. Τα πεδία τύπων προσδιορίζουν εάν ένα στοιχείο είναι η αρχή, η συνέχεια, ή το τέλος ενός μηνύματος. Τα πεδία αριθμού ακολουθίας προσδιορίζουν την κατάταξη στην οποία τα στοιχεία πρέπει να συγκεντρωθούν εκ νέου. Το πολλαπλασιάζοντας πεδίο προσδιοριστικών καθορίζει ποια στοιχεία από τις διαφορετικές πηγές κυκλοφορίας παρεμβάλλονται λευκές σελίδες στην ίδια εικονική σύνδεση κυκλωμάτων (VCC) έτσι ώστε τα σωστά στοιχεία συγκεντρώνονται εκ νέου στον προορισμό.

### **Στρώματα προσαρμογής του ATM: AAL5**

Το AAL5 είναι το αρχικό AAL για τα στοιχεία και υποστηρίζει και τα προσανατολισμένα προς τη σύνδεση και χωρίς σύνδεση στοιχεία. Χρησιμοποιείται για να μεταφέρει τα περισσότερα στοιχεία μη- SMDS, όπως η κλασική IP πέρα από την εξομίωση του ATM και του τοπικού LAN (LANE). Το AAL5 επίσης είναι γνωστό ως απλό και αποδοτικό στρώμα προσαρμογής (SEAL) επειδή το υπόστρωμα επανασυναρμολόγησης αποδέχεται απλά το CS-PDU χωρίς στην κράτηση 48-octet οποιωνδήποτε οκτάδων σε κάθε στοιχείο.

Το AAL5 προετοιμάζει ένα στοιχείο για την μεταφορά σε τρία βήματα. Πρώτα, το CS υπόστρωμα επισυνάπτει ένα pad μεταβλητούς-μήκους και ένα trailer 8-byte σε ένα πλαίσιο. Το pad εξασφαλίζει ότι η κατάληξη PDU μειώνεται στο όριο 48-οκτάδων ενός στοιχείου του ATM. Το trailer περιλαμβάνει το μήκος του πλαισίου και ενός 32-bit κυκλικού ελέγχου πλεονασμού (κέντρο ανίχνευσης και ελέγχου CRC) που υπολογίζονται πέρα από το ολόκληρο PDU. Αυτό επιτρέπει στο AAL5 τη διαδικασία για να ανιχνεύσει τα σφάλματα δυαδικών ψηφίων, τα χαμένα στοιχεία, ή τα στοιχεία που είναι από την ακολουθία. Δεύτερον, το SAR υπόστρωμα τέμνει στις CS-PDU ομάδες δεδομένων 48-οκτάδων. Μια επικεφαλίδα και ένα trailer δεν προστίθενται (όπως συμφωνεί με AAL3/4), έτσι τα μηνύματα μπορούν να παρεμβληθούν λευκές σελίδες. Τελικά, το στρώμα του ATM τοποθετεί κάθε ομάδα δεδομένων στο πεδίο ωφέλιμων φορτίων ενός στοιχείου του ATM. Για όλα τα στοιχεία εκτός από το τελευταίο, λίγο στο ωφέλιμο φορτίο το πεδίο τύπων (PT) τίθεται σε 0 για να δείξει ότι το στοιχείο δεν είναι το τελευταίο στοιχείο σε σειρά διάταξης αυτό αντιπροσωπεύει ένα ενιαίο πλαίσιο. Για το τελευταίο στοιχείο, το δυαδικό ψηφίο στο πεδίο PT τίθεται σε 1.

### **Εξετάζοντας το ATM**

Το ITU-t είναι βασισμένο στη χρήση των διευθύνσεων E.164 (παρόμοιων με τους τηλεφωνικούς αριθμούς) για τα δημόσια δίκτυα του ATM (B-ISDN). Το φόρουμ του ATM επέκτεινε το ATM εξετάζοντας για να περιλάβει τα ιδιωτικά δίκτυα. Αποφάσισε σχετικά με το μοντέλο υποδικτύων ή επικαλύψεων της εξέτασης, στο οποίο το στρώμα του ATM είναι αρμόδιο για τις διευθύνσεις στρώματος δικτύων χαρτογράφησης στις διευθύνσεις του ATM. Αυτό το μοντέλο υποδικτύων είναι μια εναλλακτική λύση στη χρησιμοποίηση των διευθύνσεων πρωτοκόλλου στρώματος δικτύων (όπως η IP και το IPX) και την ύπαρξη των πρωτοκόλλων δρομολόγησης (όπως IGRP και RIP).

Το φόρουμ του ATM καθόρισε μια μορφή διευθύνσεων που βασίστηκε στη δομή της επιτροπής επιθεώρησης των διευθύνσεων σημείου πρόσβασης υπηρεσίας δικτύων (NSAP).

## **Μοντέλο υποδικτύων της εξέτασης**

Το μοντέλο υποδικτύων της εξέτασης του μοντέλου υποδικτύων της εξέτασης αποσυνδέει το στρώμα του ATM από οποιαδήποτε υπάρχοντα πρωτόκολλα υψηλός-στρώματος, όπως η IP ή το IPX. Επομένως, απαιτεί ένα εξ ολοκλήρου νέο πρωτόκολλο σχεδίου και δρομολόγησης εξέτασης. Σε κάθε σύστημα θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού του ATM πρέπει να ανατεθεί μια διεύθυνση του ATM, εκτός από οποιοσδήποτε διευθύνσεις πρωτοκόλλου υψηλός-στρώματος. Αυτό απαιτεί ένα πρωτόκολλο ψηφίσματος διευθύνσεων του ATM (ATM ARP) για να χαρτογραφήσει τις διευθύνσεις υψηλός-στρώματος στις αντίστοιχες διευθύνσεις του ATM τους.

## **Η μορφή ATM εξετάζει τις διευθύνσεις NSAP-μορφής**

Η μορφή ATM εξετάζει τις διευθύνσεις NSAP-μορφής ATM 20-byte σχεδιάζεται για τη χρήση μέσα στα ιδιωτικά δίκτυα του ATM, ενώ τα δημόσια δίκτυα χρησιμοποιούν χαρακτηριστικά τις διευθύνσεις E.164, οι οποίες είναι σχηματισμένες όπως καθορίζονται από Itu-t. Το φόρουμ του ATM έχει προσδιορίσει μια κωδικοποίηση NSAP για τις διευθύνσεις E.164, η οποία χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση των διευθύνσεων E.164 μέσα στα ιδιωτικά δίκτυα, αλλά αυτή η διεύθυνση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί από μερικά ιδιωτικά δίκτυα.

Τέτοια ιδιωτικά δίκτυα μπορούν βάση η (μορφή NSAP) εξέτασή τους στη διεύθυνση E.164 του δημόσιου UNI στο οποίο συνδέονται και μπορούν να πάρουν το πρόθεμα διευθύνσεων από τον αριθμό E.164, που προσδιορίζει τους τοπικούς κόμβους από τα δυαδικά ψηφία χαμηλός-κατάταξης.

Όλη η NSAP-μορφή ATM addresses αποτελείται από τρία συστατικά: το προσδιοριστικό αρχής και μορφής (AFI), το αρχικό προσδιοριστικό δικτυακών γειτονιών (IDI), και το εξαρτώμενο από το πεδίο μέρος (DSP). Το AFI προσδιορίζει τον τύπο και τη μορφή του IDI, το οποίο, στη συνέχεια, προσδιορίζει την κατανομή διευθύνσεων και τη διοικητική αρχή. Το DSP περιέχει τις πραγματικές πληροφορίες δρομολόγησης.

Η σημείωση συνόψισε έναν άλλο τρόπο, η πρώτη μορφή 13-byte το πρόθεμα NSAP που απαντά στην ερώτηση, "που μεταστρέφουν;" Κάθε διακόπτης πρέπει να έχει μια αξία προθέματος για να τον προσδιορίσει μεμονωμένα. Οι συσκευές που συνδέονται με το διακόπτη κληρονομούν την αξία προθέματος από το διακόπτη ως τμήμα της διεύθυνσης NSAP τους. Το πρόθεμα χρησιμοποιείται από τους διακόπτες για να υποστηρίξει τη δρομολόγηση του ATM.

Οι επόμενες 6 οκτάδες, αποκαλούμενες προσδιοριστικό σταθμών τελών (ESI), προσδιορίζουν το στοιχείο του ATM που συνδέεται με το διακόπτη. Κάθε συσκευή που συνδέεται με το διακόπτη πρέπει να έχει μια μοναδική αξία ESI.

Η τελευταία οκτάδα, αποκαλούμενη την οκτάδα επιλογών (SEL), προσδιορίζει την προοριζόμενη διαδικασία μέσα στη συσκευή που οι στόχοι σύνδεσης.

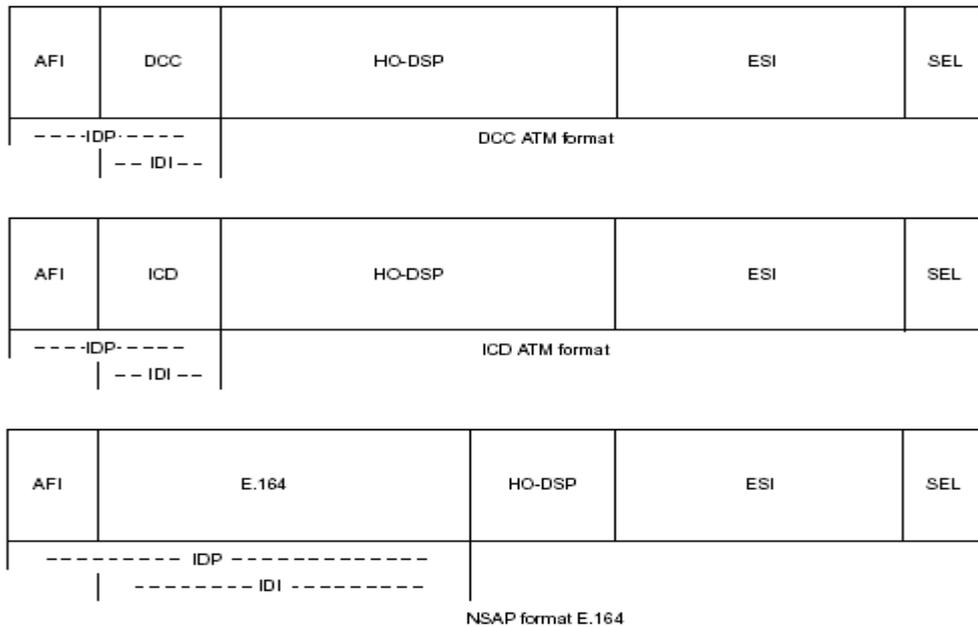
Τρεις μορφές της ιδιωτικής εξέτασης του ATM διαφέρουν από τη φύση του AFI και του IDI. Με τη NSAP-κωδικοποιημένη μορφή E.164, το IDI είναι ένας αριθμός E.164. Με τη μορφή DCC, το IDI είναι ένας κώδικας χωρών στοιχείων (DCC), που προσδιορίζει τις ιδιαίτερες χώρες, όπως προσδιορισμένος διεθνής οργανισμός τυποποίησης 3166.

Τέτοιες διευθύνσεις αντιμετωπίζονται από το διεθνή οργανισμό τυποποίησης εθνικό σώμα μελών σε κάθε χώρα. Με τη μορφή ICD, το IDI είναι ένας διεθνής προσδιοριστής κώδικα (ICD), ο οποίος δεσμεύεται από τον διεθνή οργανισμό τυποποίησης αρχή 6523 εγγραφής (το βρετανικό ίδρυμα προτύπων). Οι κώδικες ICD προσδιορίζουν τις ιδιαίτερες διεθνείς οργανώσεις.

Το ATM φόρουμ συστήνει ότι οι οργανώσεις ή οι ιδιωτικοί προμηθευτές υπηρεσίας δικτύων χρησιμοποιούν είτε το DCC είτε τις μορφές ICD για να διαμορφώσουν το σχέδιο αρίθμησης τους.

Ο αριθμός 27-9 επεξηγεί τις τρεις μορφές των διευθύνσεων του ATM που χρησιμοποιούνται για τα ιδιωτικά δίκτυα.

**Figure 27-9 Three Formats of ATM Addresses Are Used for Private Networks**



### Πεδία διευθύνσεων του ATM

Τα πεδία διευθύνσεων του ATM οι ακόλουθες περιγραφές συνοψίζουν τα πεδία που διευκρινίζονται στον αριθμό 27-9:

- AFI -- προσδιορίζει τον τύπο και τη μορφή της διεύθυνσης (E.164, ICD, ή DCC).
- DCC -- προσδιορίζει το ιδιαίτερο high-Order εξαρτώμενο από το πεδίο μέρος χωρών
- (HO-DSP) -- συνδυάζει τη δικτυακή γειτονιά (RD) δρομολόγησης και το προσδιοριστικό περιοχή (ΠΕΡΙΟΧΗ) των διευθύνσεων NSAP. Το φόρουμ του ATM συνδύασε αυτά τα πεδία για να υποστηρίξει μια εύκαμπτη, πολλαπλής στάθμης ιεραρχία εξέτασης για το πρόθεμα-βασισμένο προσδιοριστικό σύστημα τελών πρωτοκόλλων
- δρομολόγησης (ESI) -- προσδιορίζει τη διεύθυνση της MAC 48-δυναδικών ψηφίων, όπως αντιμετωπίζεται από το ίδρυμα των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών μηχανικών (IEEE).

- επιλογέας (SEL) -- χρησιμοποιείται για τοπικό να πολλαπλασιάσει μέσα στους σταθμούς τελών και δεν έχει καμία σημασία
- ICD δικτύων -- προσδιορίζει τις ιδιαίτερες διεθνείς οργανώσεις
- E.164 -- δείχνει τη διεύθυνση BISDN E.164.

### **Οι συνδέσεις ATM**

Οι συνδέσεις ATM του ATM υποστηρίζουν δύο τύπους συνδέσεων: από σημείο σε σημείο και σημείο σε-πολλαπλά σημεία.

Από σημείο σε σημείο συνδέει δύο τελικά συστήματα ATM και μπορεί να είναι ομοιοκατευθυνόμενος (μονόδρομη επικοινωνία) ή αμφίδρομος (διπλής κατεύθυνσης επικοινωνία). Από σημείο σε πολυσημειακά συνδέει ένα σύστημα ενιαίως-πηγής (που είναι γνωστό ως κόμβος ρίζας) με τα πολλαπλάσια συστήματα προορισμού (που είναι γνωστά ως φύλλα). Τέτοιες συνδέσεις είναι ομοιοκατευθυνόμενες μόνο. Οι κόμβοι ρίζας μπορούν να διαβιβάσουν στα φύλλα, αλλά τα φύλλα μπορούν να διαβιβάσουν στη ρίζα ή το ένα στο άλλο στην ίδια σύνδεση. Η αντένταση στοιχείων γίνεται μέσα στο δίκτυο του ATM από τους διακόπτες του ATM όπου η σύνδεση χωρίζεται σε δύο ή περισσότερους κλάδους.

Θα ήταν επιθυμητό στα δίκτυα του ATM να υπάρχουν οι αμφίδρομες πολυσημειακές σε πολυσημειακές συνδέσεις. Τέτοιες συνδέσεις είναι ανάλογες με τις δυνατότητες κάλυψης ραδιοφωνικής αναμετάδοσης ή multicasting των μοιράζομαι-μέσων LANs, όπως Ethernet και το συμβολικό δαχτυλίδι. Μια δυνατότητα κάλυψης ραδιοφωνικής αναμετάδοσης είναι εύκολο να εφαρμοστεί στα μοιράζομαι-μέσα LANs, όπου όλοι οι κόμβοι σε ένα ενιαίο τμήμα μνήμης του τοπικού LAN πρέπει να επεξεργαστούν όλα τα πακέτα που στέλνονται σε εκείνο το τμήμα μνήμης.

Δυστυχώς, μια πολυσημειακό σε πολυσημειακό δυνατότητα κάλυψης μπορεί να εφαρμοστεί με τη χρησιμοποίηση AAL5, το οποίο είναι το πιο κοινό AAL για να διαβιβάσει τα στοιχεία πέρα από ένα δίκτυο του ATM.

Αντίθετα από AAL3/4, με το Μ'ΕΣΟ) πεδίο προσδιοριστικών μηνυμάτων του , AAL5 δεν παρέχει έναν τρόπο μέσα στη μορφή στοιχείων του να παρεμβληθούν λευκές σελίδες τα στοιχεία από τα διαφορετικά AAL5 πακέτα σε μια ενιαία σύνδεση. Αυτό σημαίνει ότι όλα AAL5 τα πακέτα που στέλνονται σε έναν ιδιαίτερο προορισμό πέρα από μια ιδιαίτερη σύνδεση πρέπει να παραληφθούν στη σειρά διαφορετικά, η διαδικασία επανασυναρμολόγησης προορισμού θα είναι ανέκμη τα πακέτα.

Γ'αυτο το AAL5 οι συνδέσεις από σημείο σε πολυσημειακό μπορούν να είναι μόνο ομοιοκατευθυνόμενες. Εάν ένας κόμβος φύλλων επρόκειτο να διαβιβάσει ένα AAL5 πακέτο επάνω στη σύνδεση, παραδείγματος χάριν, θα παραλαμβάνονταν και από τον κόμβο ρίζας και από όλους τους άλλους κόμβους φύλλων. Κόμβους, το πακέτο που εστάλη σε αυτούς από το φύλλο θα μπορούσε να παρεμβληθεί λευκές σελίδες με τα πακέτα που εστάλησαν από τη ρίζα και ενδεχομένως άλλους κόμβους φύλλων, αποκλείοντας την επανασυναρμολόγηση οποιαδήποτε από τα πακέτα.

### **ATM και multicasting**

Το ATM και multicasting ATM απαιτούν μερική μορφή της πολλαπλής διανομής δυνατότητας κάλυψης.

Το AAL5 (που είναι το πιο κοινό AAL για τα στοιχεία) αυτήν την περίοδο δεν υποστηρίζει τα πακέτα παρεμβολής λευκών σελίδων, έτσι δεν υποστηρίζει multicasting.

Εάν ένας κόμβος φύλλων διαβίβασε ένα πακέτο επάνω σε μια AAL5 σύνδεση, το πακέτο θα μπορούσε να ανακατευτεί με άλλα πακέτα και να συγκεντρωθεί εκ νέου εσφαλμένα. Τρεις μέθοδοι έχουν προταθεί για την επίλυση αυτού του προβλήματος: VP multicasting, πολλαπλής διανομής κεντρικός υπολογιστής, και επιστρωμένη point-to-multipoint σύνδεση.

Κάτω από την πρώτη λύση, ένα πολυσημειακό σε πολυσημειακό VP συνδέει όλους τους κόμβους στην πολλαπλής διανομής ομάδα, και σε κάθε κόμβο δίνεται μια μοναδική VCI αξία μέσα στα VP. Πακέτα ως εκ τούτου μπορεί να προσδιοριστούν από τη μοναδική VCI αξία της πηγής. Δυστυχώς, αυτός ο μηχανισμός θα απαιτούσε ένα πρωτόκολλο για να δεσμεύσει μεμονωμένα VCI αξίες στους κόμβους, και ένας τέτοιος μηχανισμός πρωτοκόλλου αυτήν την περίοδο δεν υπάρχει. Είναι επίσης ασαφές εάν οι συσκευές ρευμάτων θα μπορούσαν εύκολα να υποστηρίξουν έναν τέτοιο τρόπο λειτουργίας.

Ένας πολλαπλής διανομής κεντρικός υπολογιστής είναι μια άλλη πιθανή λύση στο πρόβλημα multicasting πέρα από ένα δίκτυο του ATM. Σε αυτό το σενάριο, όλοι οι κόμβοι που θέλουν να διαβιβάσουν επάνω σε μια πολλαπλής διανομής ομάδα ιδρύουν μια από σημείο σε σημείο σύνδεση με μια εξωτερική συσκευή που είναι γνωστή ως πολλαπλής διανομής κεντρικός υπολογιστής (ίσως καλύτερα περιγραφόμενος ως resequencer ή μετατροπέας παραλλήλου-σε-σειρά). Ο πολλαπλής διανομής κεντρικός υπολογιστής, στη συνέχεια, συνδέεται με όλους τους κόμβους που θέλουν να λάβει τα πολλαπλής διανομής πακέτα μέσω μιας point-to-multipoint σύνδεσης. Ο πολλαπλής διανομής κεντρικός υπολογιστής λαμβάνει τα πακέτα στις από σημείο σε σημείο συνδέσεις και τα αναμεταδίδει έπειτα πέρα από τη σημείο σε πολυσημειακή σύνδεση αλλά μόνο μετά από την εξασφάλιση ότι τα πακέτα δημοσιεύονται σε συνέχειες (δηλαδή το ένα πακέτο διαβιβάζεται πλήρως προτού να σταλεί το επόμενο). Κατ' αυτό τον τρόπο, η παρεμβολή λευκών σελίδων στοιχείων αποκλείεται.

Μια επιστρωμένη από σημείο σε πολυσημειακή σύνδεση είναι η τρίτη πιθανή λύση στο πρόβλημα multicasting πέρα από ένα δίκτυο του ATM. Σε αυτό το σενάριο, όλοι οι κόμβοι στην πολλαπλής διανομής ομάδα καθιερώνουν μια σημείο σε πολυσημειακή σύνδεση ο ένας με τον άλλον κόμβος στην ομάδα και, στη συνέχεια, γίνονται φύλλα στις ισοδύναμες συνδέσεις όλων των άλλων κόμβων. Ως εκ τούτου, όλοι οι κόμβοι μπορούν και να διαβιβάσουν και να λάβουν από όλους τους άλλους κόμβους σε μια διαδικασία εγγραφής για τους κόμβους που ενώνουν μια ομάδα των άλλων κόμβων στην ομάδα έτσι ώστε οι νέοι κόμβοι μπορούν να διαμορφώσουν τη σημείο σε πολυσημειακή σύνδεση. Οι άλλοι κόμβοι πρέπει να ξέρουν για το νέο κόμβο έτσι ώστε μπορούν να προσθέσουν το νέο κόμβο στις σημείο σε πολυσημειακή συνδέσεις τους. Ο μηχανισμός πολλαπλής διανομής κεντρικών υπολογιστών είναι πιο εξελικτικός από την άποψη των στοιχείων συμπεριφοράς σύνδεσης αλλά έχει το πρόβλημα συγκεντρωμένη resequencer, το οποίο είναι και μια πιθανή δυσχέρεια και ένα ενιαίο σημείο της αποτυχίας.

## **Η ποιότητα του της ATM υπηρεσίας**

Το ATM υποστηρίζει τις εγγυήσεις QoS περιλαμβάνοντας τη σύμβαση κυκλοφορίας, κυκλοφορία που διαμορφώνει, και αστυνόμευση κυκλοφορίας.

Μια σύμβαση κυκλοφορίας προσδιορίζει έναν φάκελο που περιγράφει την προοριζόμενη ροή στοιχείων. Αυτός ο φάκελος προσδιορίζει τις αξίες για το μέγιστο εύρος ζώνης συχνοτήτων, το μέσο συνεχές εύρος ζώνης συχνοτήτων, και το μέγεθος έκρηξης, μεταξύ των άλλων. Όταν ένα σύστημα τελών του ATM συνδέει με ένα ATM δίκτυο, εισάγει μια σύμβαση με το δίκτυο, που βασίζεται στις παραμέτρους QoS.

Η διαμόρφωση κυκλοφορίας είναι η χρήση των σειρών αναμονής για να περιορίσει τις εκρήξεις στοιχείων, το μέγιστο ποσοστό στοιχείων ορίου, και τους ομαλούς πανικούς έτσι ώστε η κυκλοφορία θα εγκαταστήσει μέσα στον υποσχεμένο φάκελο. Οι συσκευές του ATM είναι αρμόδιες για την εμμονή στη σύμβαση με τη βοήθεια της διαμόρφωσης κυκλοφορίας. Οι διακόπτες του ATM μπορούν να χρησιμοποιήσουν την αστυνόμευση κυκλοφορίας για να επιβάλουν τη σύμβαση. Ο διακόπτης μπορεί να μετρήσει την πραγματική ροή κυκλοφορίας και να την συγκρίνει ενάντια στο συμφωνημένο φάκελο κυκλοφορίας. Εάν ο διακόπτης βρίσκει ότι η κυκλοφορία είναι έξω από τις συμφωνημένες παραμέτρους, μπορεί να θέσει το δυαδικό ψηφίο προτεραιότητας στοιχείων (CLP) των προσβάλλοντας στοιχείων. Η τιμή των παραμέτρων του δυαδικού ψηφίου CLP κάνει το στοιχείο να απορρίψει επιλέξιμο, το οποίο σημαίνει ότι οποιοσδήποτε διακόπτης που χειρίζεται το στοιχείο επιτρέπεται για να ρίξει το στοιχείο κατά τη διάρκεια των περιόδων συμφόρησης.

## **Το ATM σήμα και η καθιέρωση σύνδεσης**

Όταν θέλει να καθιερώσει μια συσκευή του ATM μια σύνδεση με μια άλλη συσκευή του ATM, αυτό στέλνει ένα πακέτο κίνησης αίτηματος στον άμεσα συνδεδεμένο διακόπτη του ATM του. Αυτό το αίτημα περιέχει τη διεύθυνση του ATM του επιθυμητού σημείου τέλους του ATM, καθώς επίσης και οποιοσδήποτε παραμέτρους QoS που απαιτούνται για τη σύνδεση.

Τα κίνησης σήμα πρωτόκολλα του ATM ποικίλλουν από τον τύπο σύνδεσης του ATM, ο οποίος μπορεί να είναι είτε σήματα UNI είτε σήματα NNI. Το UNI χρησιμοποιείται μεταξύ ενός συστήματος τελών του ATM και του διακόπτη του ATM πέρα από το ATM UNI, και NNI χρησιμοποιείται στις συνδέσεις NNI.

Η προδιαγραφή φόρουμ UNI 3,1 του ATM είναι τα πρότυπα ρευμάτων για τη σηματοδότηση του ATM UNI. Η προδιαγραφή UNI 3,1 είναι βασισμένη στο δημόσιο κίνησης σήμα πρωτόκολλο δικτύων Q.2931 που αναπτύσσεται από το ITU-t. Τα κίνησης σήμα αίτηματα UNI φέρονται σε μια γνωστή προκαθορισμένη σύνδεση: VPI = 0, VPI = 5.

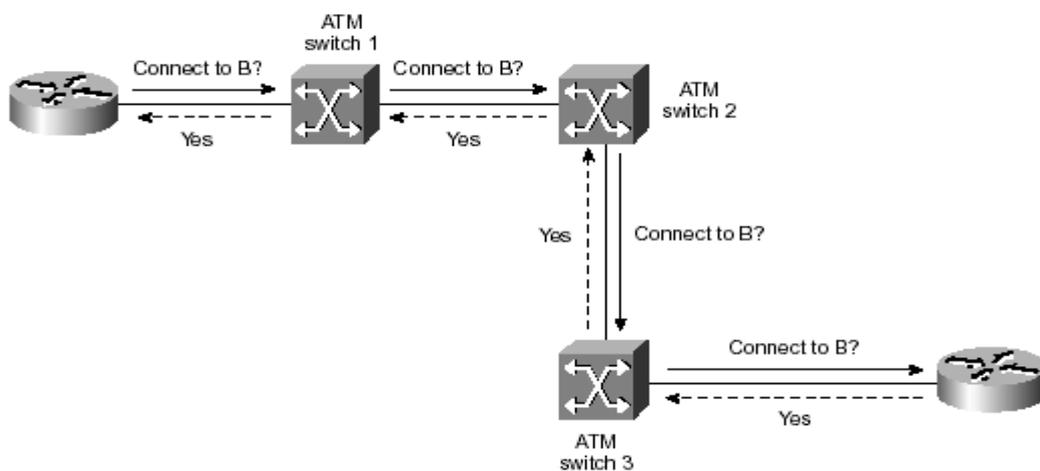
## **Η διαδικασία ATM σύνδεση-καθιέρωσης**

Το ATM που κάνει σήμα χρησιμοποιεί τη μέθοδο ενός περάσματος οργάνωσης σύνδεσης που χρησιμοποιείται σε όλα τα σύγχρονα δίκτυα τηλεπικοινωνιών, όπως το τηλεφωνικό δίκτυο. Μια οργάνωση σύνδεσης του ATM προχωρά με τον ακόλουθο τρόπο. Πρώτα, το σύστημα τελών πηγής στέλνει μια σύνδεση-κίνησης σήμα αίτημα. Το αίτημα σύνδεσης διαδίδεται μέσω του δικτύου. Κατά συνέπεια, οι συνδέσεις ιδρύονται μέσω του δικτύου. Το αίτημα σύνδεσης φθάνει στον τελικό προορισμό, ο οποίος είτε αποδέχεται ή απορρίπτει το αίτημα σύνδεσης.

### Σύνδεση-αίτημα η δρομολόγηση και η δρομολόγηση διαπραγμάτευσης

Η δρομολόγηση του αιτήματος σύνδεσης κυβερνώνται από ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης του ATM (ιδιωτική διαπροσωπεία δίκτυο-δικτύων [ PNNI ], του οποίου οι συνδέσεις διαδρομών βασισαν στις διευθύνσεις προορισμού και πηγής), την κυκλοφορία, και τις παραμέτρους QoS που ζητούνται από το σύστημα τελών πηγής. Η διαπραγμάτευση ενός αιτήματος σύνδεσης που απορρίπτεται από τον προορισμό είναι περιορισμένη επειδή η δρομολόγηση κλήσης είναι βασισμένη στις παραμέτρους της αρχικής σύνδεσης οι μεταβαλλόμενες παράμετροι να έχουν επιπτώσεις στη δρομολόγηση σύνδεσης. Ο αριθμός 27-10 τονίζει τη μέθοδο ένας-περασμάτων καθιέρωσης σύνδεσης του ATM.

*Figure 27-10 ATM Devices Establish Connections Through the One-Pass Method*



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14ο

# ISDN

Οι στόχοι του κεφαλαίου

- Εξηγεί τι είναι το ISDN
- Περιγράφει τις συσκευές ISDN και πώς λειτουργούν
- Περιγράφει τις προδιαγραφές για τη μεταφορά στοιχείων ISDN για τα τρία στρώματα στα οποία το ISDN διαβιβάζει.

Το ενσωματωμένων υπηρεσιών ψηφιακό δίκτυο υπηρεσιών (ISDN) αποτελείται από τις ψηφιακές υπηρεσίες τηλεφωνίας και στοιχείο-μεταφοράς που προσφέρονται από τους περιφερειακούς τηλεφωνικούς μεταφορείς. Το ISDN περιλαμβάνει την ψηφιακή σε αναλογική μεταλλαγή του τηλεφωνικού δικτύου, το οποίο επιτρέπει στη φωνή, τα στοιχεία, το κείμενο, τη γραφική παράσταση, τη μουσική, το βίντεο, και άλλο υλικό πηγής για να διαβιβαστεί πέρα από τα υπάρχοντα τηλεφωνικά καλώδια. Η εμφάνιση του ISDN αντιπροσωπεύει μια προσπάθεια να τυποποιηθούν οι υπηρεσίες συνδρομητών, οι διαπροσωπείες χρηστών/ δικτύων, και το δίκτυο και οι δυνατότητες κάλυψης. Οι εφαρμογές ISDN περιλαμβάνουν την εφαρμογή μεγάλης εικόνας (όπως η ομάδα IV ), τις πρόσθετες τηλεφωνικές γραμμές στα σπίτια για να εξυπηρετήσουν την εργαζόμενη από απόσταση βιομηχανία, τη μεταφορά μεγάλων αρχείων, και τη συνεδρίαση μέσω video. Η υπηρεσία φωνής είναι επίσης μια εφαρμογή για το ISDN. Αυτό το κεφάλαιο συνοψίζει τις ελλοχεύουσες τεχνολογίες και τις υπηρεσίες που συνδέονται με το ISDN.

## Οι συσκευές ISDN

Οι συσκευές ISDN περιλαμβάνουν τα τερματικά, τους τελικούς προσαρμοστές (TAs), τις συσκευές δίκτυο-λήξης, τον εξοπλισμό γραμμή-λήξης, και τον εξοπλισμό ανταλλαγή-λήξης. Τα τερματικά ISDN έρχονται σε δύο τύπους. Τα εξειδικευμένα τερματικά ISDN αναφέρονται ως τελικός τύπος 1 (TE1) εξοπλισμού. Μη- ISDN τα τερματικά, όπως το DTE, που προηγούνται χρονικώς τα πρότυπα ISDN αναφέρονται ως τελικός τύπος 2 εξοπλισμού (TE2). Με το TE1 συνδέετε με το δίκτυο ISDN μέσω ενός τετραπλού καλωδίου, ψηφιακή σύνδεση στριμμένου ζευγαριού. TE2 συνδέετε με το δίκτυο ISDN μέσω ενός TA. Το ISDN TA μπορεί να είναι είτε μια αυτόνομη συσκευή είτε πίνακας μέσα στο TE2. Εάν TE2 εφαρμόζεται ως αυτόνομη συσκευή, συνδέετε με το TA μέσω μιας πρότυπης διαπροσωπείας φυσικού στρώματος. Τα παραδείγματα περιλαμβάνουν το EIA/TIA -232-C (στο παρελθόν RS-232-C), V.24, και V.35. Πέρα από τις TE1 και TE2 συσκευές, το επόμενο σημείο σύνδεσης στο δίκτυο ISDN είναι ο τύπος 1 λήξης δικτύων (NT1) ή τύπος 2 λήξης δικτύων (NT2) συσκευή. Αυτές είναι συσκευές δικτύου λήξης που συνδέουν το συνδρομητή τετραπλού καλωδίου που συνδέετε με καλώδιο, με το συμβατικό τοπικό βρόχο διπλού καλωδίου. Στη Βόρεια Αμερική, το NT1 είναι μια συσκευή εξοπλισμού εγκαταστάσεων πελατών (CBE). Στα περισσότερα άλλα μέρη του κόσμου, NT1 είναι μέρος του δικτύου που παρέχεται από το μεταφορέα. Το NT2 είναι περισσότερο περίπλοκη συσκευή που χαρακτηριστικά βρίσκεται στις ψηφιακές ιδιωτικές ανταλλαγές κλάδων (PBXs) και που εκτελεί τις υπηρεσίες συγκέντρωσης στρώματος 2 και 3 λειτουργίες πρωτοκόλλου και. Μια συσκευή NT1/2 υπάρχει επίσης ως ενιαία συσκευή που συνδυάζει τις λειτουργίες NT1 και ένα NT2. Το ISDN προσδιορίζει διάφορα σημεία αναφοράς που καθορίζουν τις λογικές διαπροσωπείες μεταξύ των λειτουργικών ομάδων, όπως TAs και NTIs.

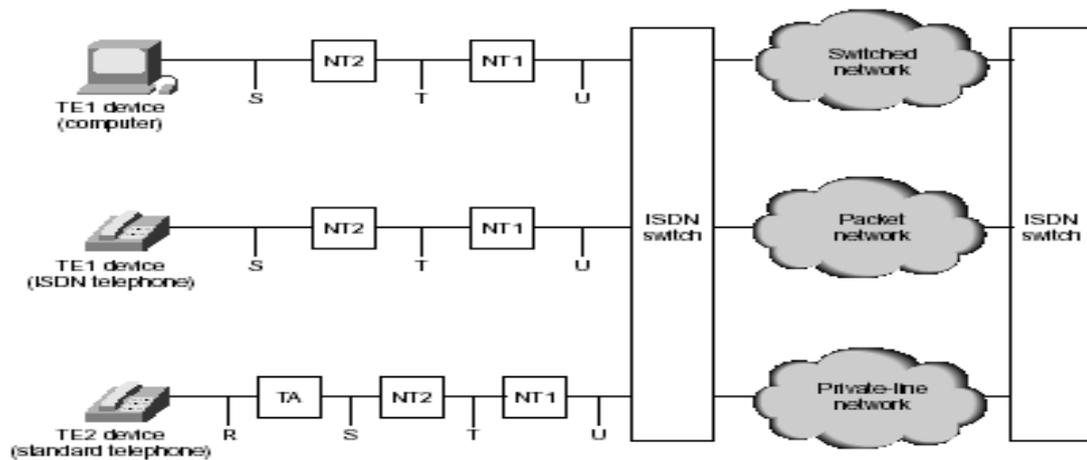
Τα σημεία αναφοράς ISDN περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- R-- το σημείο αναφοράς μεταξύ του εξοπλισμού μη- ISDN και ενός TA
- S -- το σημείο αναφοράς μεταξύ των τερματικών χρηστών και του NT2.
- T -- το σημείο αναφοράς μεταξύ NT1 και NT2 συσκευών
- U -- το σημείο αναφοράς μεταξύ NT1 των συσκευών και του εξοπλισμού γραμμή-λήξης στο δίκτυο μεταφορέων. Το σημείο αναφοράς του u είναι σχετικό μόνο στη Βόρεια Αμερική, όπου η NT1 λειτουργία δεν παρέχεται από το δίκτυο μεταφορέων.

Ο αριθμός 12-1 επεξηγεί μια διαμόρφωση ISDN δειγμάτων και εμφανίζει τρεις συσκευές που συνδέονται με έναν διακόπτη ISDN στο κεντρικό γραφείο. Δύο από αυτές τις συσκευές είναι ISDN -συμβατές, έτσι μπορούν να συνδεθούν μέσω ενός σημείου αναφοράς του S με NT2 τις συσκευές.

Η τρίτη συσκευή (πρότυπα, ένα τηλέφωνο μη- ISDN) συνδέετε μέσω του σημείου αναφοράς με ένα TA. Οποιοσδήποτε από αυτές τις συσκευές θα μπορούσαν επίσης να συνδεθούν με μια συσκευή NT1/2, η οποία θα αντικαθιστούσε και την NT1 και την NT2. Επιπλέον, αν και δεν εμφανίζονται, οι παρόμοιοι σταθμοί χρηστών είναι συνημμένοι με τον ακροδεξιά διακόπτη ISDN.

Figure 12-1 Sample ISDN Configuration Illustrates Relationships Between Devices and Reference Points



### Προδιαγραφές ISDN

Αυτό το τμήμα περιγράφει τις διάφορες προδιαγραφές ISDN για το στρώμα 1, το στρώμα 2 και το στρώμα 3.

#### Στρώμα 1

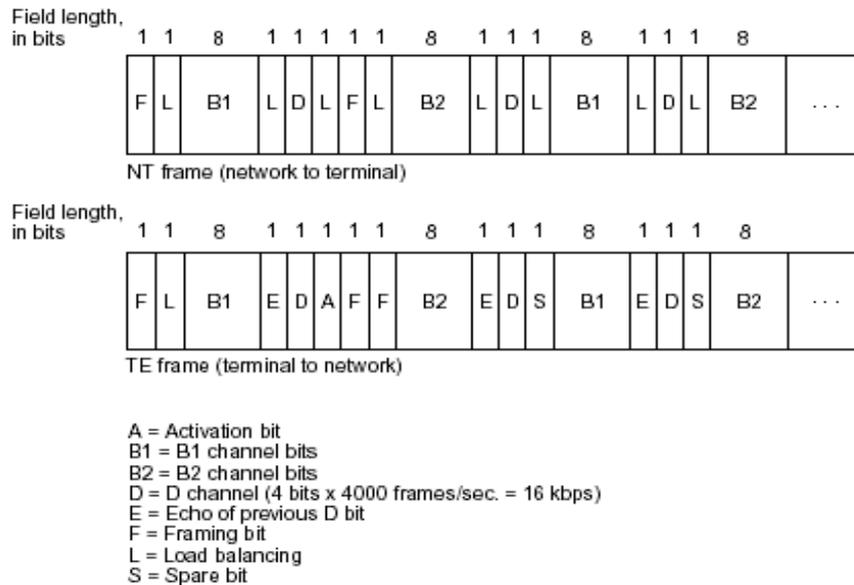
Το φυσικό στρώμα ISDN (οι μορφές πλαισίων στρώματος 1) διαφέρουν ανάλογα με εάν το πλαίσιο είναι εξερχόμενο (από το τερματικό στο δίκτυο) ή εισερχόμενο (από το δίκτυο στο τερματικό). Και οι δύο φυσικές διαπροσωπίες στρώματος εμφανίζονται στο σχήμα 12-2.

Τα πλαίσια είναι 48 bits εκ των οποίων 36 bits αντιπροσωπεύουν τα στοιχεία.

Τα δυαδικά ψηφία ενός φυσικού πλαισίου στρώματος ISDN χρησιμοποιούνται ως εξής:

- F -- παρέχει το συγχρονισμό
- L -- ρυθμίζει τη μέση αξία δυαδικών ψηφίων
- E -- εξασφαλίζει το ψήφισμα διαμάχης όταν υποστηρίζουν διάφορα τερματικά σε έναν παθητικό δίαυλο για ένα κανάλι
- A -- ενεργοποιεί τις συσκευές
- S -- είναι μη εκχωρημένο
- B1, B2, και D -- χειρίζεται τα στοιχεία χρηστών.

Figure 12-2 ISDN Physical Layer Frame Formats Differ Depending on Their Direction



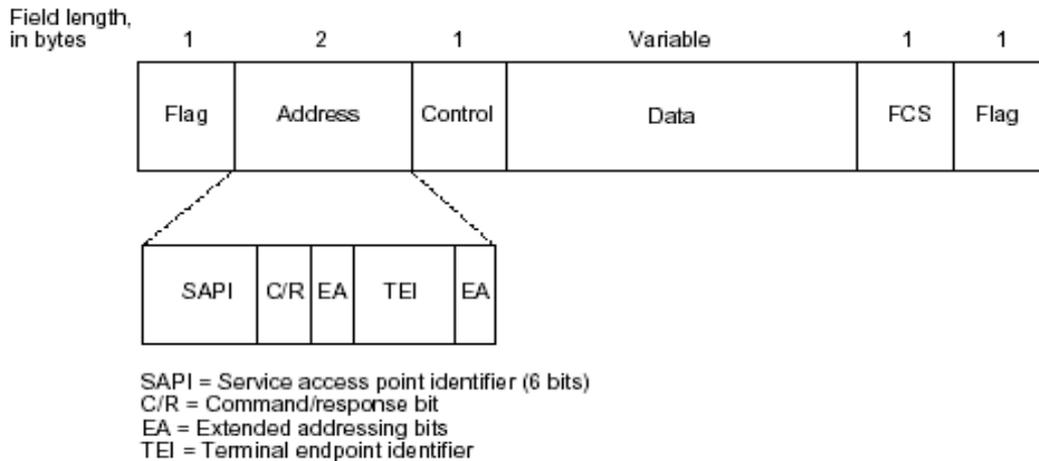
Οι πολλαπλάσιες συσκευές χρηστών ISDN μπορούν να συνδεθούν φυσικά με ένα κύκλωμα. Σε αυτήν την διαμόρφωση, οι συγκρούσεις μπορούν να δημιουργηθούν εάν δύο τερματικά διαβιβάζουν ταυτόχρονα. Επομένως, το ISDN παρέχει τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα για να καθορίσει τη διαμάχη συνδέσεων. Όταν ένα NT λαμβάνει ένα D δυαδικό ψηφίο από ένα TE, αντηχεί πίσω το δυαδικό ψηφίο στην επόμενη θέση E-δυαδικών ψηφίων. Το TE αναμένει το επόμενο δυαδικό ψηφίο E για να είναι όπως το τελευταίο διαβιβασθέν δυαδικό ψηφίο D του.

Τα τερματικά δεν μπορούν να διαβιβάσουν στο κανάλι D εκτός αν ανιχνεύουν αρχικά έναν συγκεκριμένο αριθμό (που δεν δείχνουν "κανένα σήμα") που αντιστοιχούν σε μια καθιερωμένη εκ των προτέρων προτεραιότητα. Εάν το TE ανιχνεύει bit στο κανάλι ηχούς (E) που είναι διαφορετικό από τα δυαδικά ψηφία D του, πρέπει να σταματήσει αμέσως. Αυτή η απλή τεχνική εξασφαλίζει ότι το μόνο ένα τερματικό μπορεί να διαβιβάσει το μήνυμα του D συγχρόνως. Μετά από την επιτυχή μεταφορά D -μηνυμάτων, το τερματικό μειώνει την προτεραιότητά του από την απαίτησή του για να ανιχνευθούν οι περισσότεροι συνεχείς πριν διαβιβάσει. Τα τερματικά δεν μπορούν να αυξήσουν την προτεραιότητά τους έως ότου όλες οι άλλες συσκευές στην ίδια γραμμή είχαν μια ευκαιρία να στείλουν ένα D μήνυμα. Οι τηλεφωνικές συνδέσεις έχουν την υψηλότερη προτεραιότητα από όλες τις άλλες υπηρεσίες, και οι σημαίνοντες πληροφορίες έχουν μια υψηλότερη προτεραιότητα από τις μη -σημαίνοντες πληροφορίες.

## Το στρώμα 2

Το στρώμα 2 του σημαίνοντος πρωτοκόλλου ISDN είναι διαδικασία πρόσβασης συνδέσεων, κανάλι D (LAPD). Το LAPD είναι παρόμοιο με τον υψηλού επιπέδου έλεγχο συνδέσεων στοιχείων (HDLC) και τη διαδικασία πρόσβασης συνδέσεων, που ισορροπείται (LAPB). Όπως η επέκταση του αρκτικόλεξου LAPD δείχνει, αυτό το στρώμα χρησιμοποιείται πέρα από το κανάλι D για να εξασφαλίσει ότι ο έλεγχος και οι σημαίνοντες πληροφορίες ρέουν και παραλαμβάνονται κατάλληλα. Η μορφή πλαισίων LAPD (βλ. το σχήμα 12-3) είναι πολύ παρόμοια με αυτήν HDLC όπως HDLC, LAPD χρησιμοποιεί εποπτικό, τις πληροφορίες, και τα μη αριθμημένα πλαίσια. Το πρωτόκολλο LAPD προσδιορίζεται τυπικά στο ITU-T Q.920 και το ITU-T Q.921.

Figure 12-3 LAPD Frame Format Is Similar to That of HDLC and LAPB



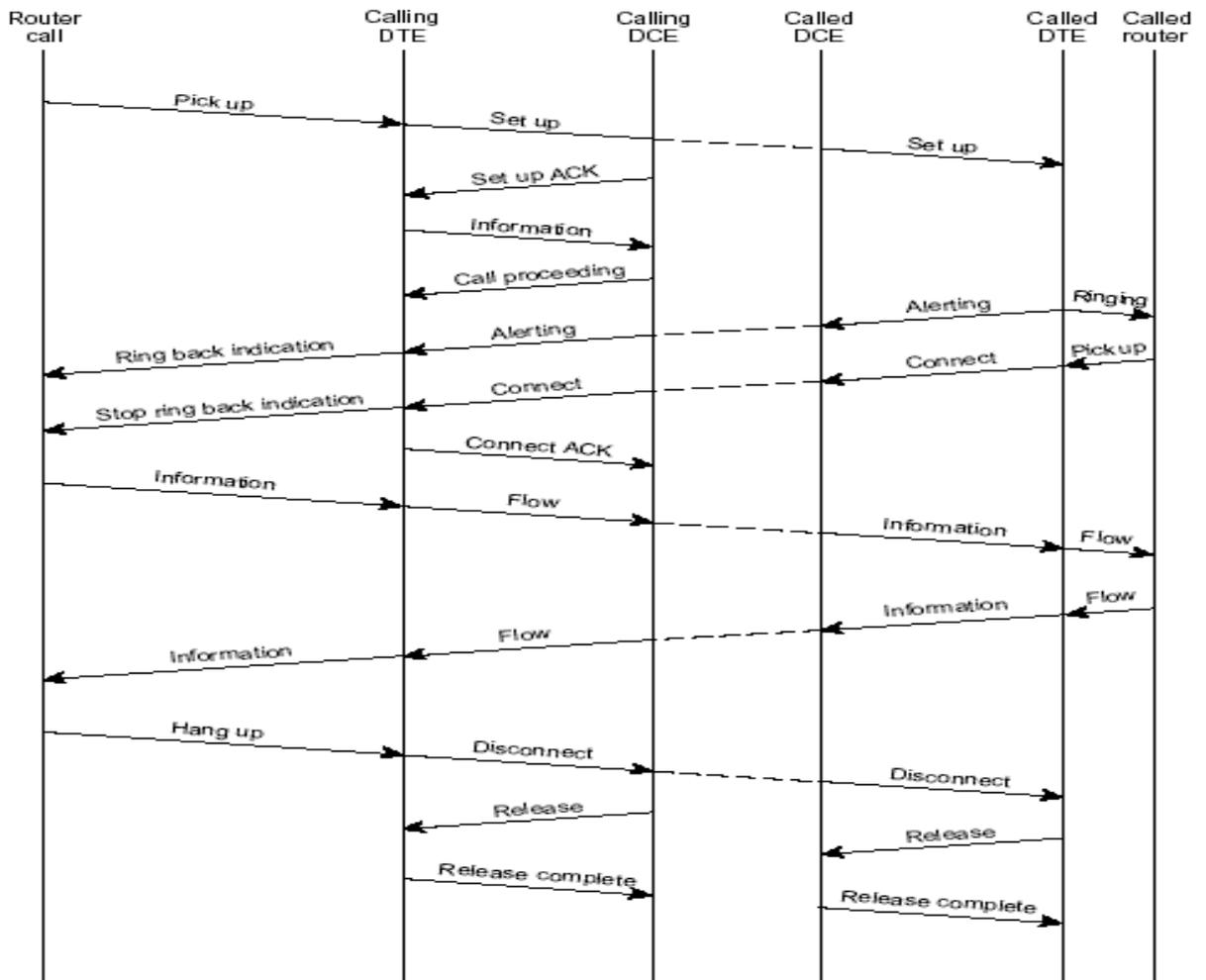
Τα πεδία ενδεικτών και ελέγχου LAPD είναι ίδια με εκείνα του HDLC. Το πεδίο διευθύνσεων LAPD μπορεί να είναι είτε 1 ή 2 οκτάδες μακριά.

Εάν το εκτεινόμενο δυαδικό ψηφίο διευθύνσεων της πρώτης οκτάδας καθορίζετε, η διεύθυνση είναι 1 οκτάδα εάν δεν καθορίζετε, η διεύθυνση είναι 2 οκτάδες. Η πρώτη οκτάδα διεύθυνσης-πεδίων περιέχει το προσδιοριστικό σημείου πρόσβασης υπηρεσιών (SAPI), το οποίο προσδιορίζει την πύλη στην οποία οι υπηρεσίες LAPD παρέχονται στο στρώμα 3. Το δυαδικό ψηφίο C/R δείχνει εάν το πλαίσιο περιέχει μια εντολή ή μια απάντηση. Το τελικό πεδίο προσδιοριστικών σημείου τέλους (TEI) προσδιορίζει είτε τα ενιαία τελικά ή πολλαπλάσια τερματικά. Ένα TEI όλων αυτών δείχνει μια ραδιοφωνική μετάδοση.

### Το στρώμα 3

Δύο προδιαγραφές του στρώματος 3 χρησιμοποιούνται για το σημαίνον ISDN: ITU-T (στο παρελθόν CCITT) I.450 (που είναι γνωστό επίσης ως ITU-T Q.930) και ITU-T I.451 (που είναι γνωστό επίσης ως ITU-T Q.931). Μαζί, αυτά τα πρωτοκόλλα υποστηρίζουν χρήση προς χρήστη, συνδέσεις κυκλώματος και μεταγωγής πακέτων. Ποικίλα κλήση-καθιέρωση, κλήση-λήξη, πληροφορίες, και διάφορα μηνύματα προσδιορίζονται, συμπεριλαμβανομένης της ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ, ΣΥΝΔΕΣΗΣ, ΑΠΩΛΕΙΑ ΤΗΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ, ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΧΡΗΣΤΩΝ, ΑΚΥΡΩΣΗΣ, ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ, και ΑΠΟΣΥΝΔΕΣΗΣ. Αυτά τα μηνύματα είναι λειτουργικά παρόμοια με εκείνους που παρέχονται από το πρωτόκολλο της X.25. Το σχήμα 12-4, από το ITU-T I.451, εμφανίζει χαρακτηρισικά τα στάδια μιας κλήσης κυκλωμάτων ISDN.

Figure 12-4 An ISDN Circuit-Switched Call Moves Through Various Stages to Its Destination



## Περίληψη

Το ISDN αποτελείται από τις ψηφιακές υπηρεσίες τηλεφωνίας και μεταφοράς δεδομένων που προσφέρονται από τους περιφερειακούς τηλεφωνικούς μεταφορείς. Το ISDN περιλαμβάνει την ψηφιακή αναλογική μεταλλαγή του τηλεφωνικού δικτύου για να διαβιβάσει τη φωνή, τα στοιχεία, το κείμενο, τη γραφική παράσταση, τη μουσική, το βίντεο, και άλλο υλικό πηγής πέρα από τα υπάρχοντα τηλεφωνικά καλώδια.

Οι συσκευές ISDN περιλαμβάνουν τα εξής:

- Τερματικά
- Προσαρμοστές τερματικών (TAs)
- Συσκευές δικτύου
- Τελικός εξοπλισμός ανταλλαγής -λήξης
- Εξοπλισμός γραμμής -λήξης συσκευών

Τα συγκεκριμένα σημεία σύνδεσης αναφορών προδιαγραφών ISDN που καθορίζουν τις λογικές διαπροσωπείες μεταξύ των συσκευών. Το ISDN χρησιμοποιεί τους ακόλουθους δύο τύπους υπηρεσιών:

- Βασική διαπροσωπεία ποσοστού (BRI, που προσφέρουν δύο κανάλια B και ένα κανάλι D (2B+D)
- Προσωρινή διαπροσωπεία ποσοστού (PRI), η οποία προσφέρει 23 κανάλια B και 1 κανάλι D στη Βόρεια Αμερική και την Ιαπωνία και 30 B και 1 κανάλι D στα στην Ευρώπη και της Αυστραλία

Το ISDN τρέχει στα κατώτατα τρία στρώματα του OSI μοντέλου αναφοράς, και κάθε στρώμα χρησιμοποιεί μια διαφορετική προδιαγραφή για να διαβιβάσει τα στοιχεία.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15ο

# Ethernet

Οι στόχοι του κεφαλαίου

- Να καταλάβουμε τις απαιτημένες και προαιρετικές μορφές πλαισίων της MAC, τους σκοπούς τους και τον κατάλογο απαιτήσεων
- Τα διάφορα Ethernet φυσικά στρώματα, σημαίνοντες διαδικασίες και τις απαιτήσεις/περιορισμούς συνδέσεων
- Να περιγράψουν οι ανταλλαγές που συνδέονται με την εφαρμογή ή την αναβάθμιση των Ethernet LANs επιλέγοντας τα ποσοστά στοιχείων, τους λειτουργικούς τρόπους, και τον εξοπλισμό δικτύων.

## Τεχνολογίες Ethernet

### Το υπόβαθρο

Ο όρος Ethernet αναφέρεται στην οικογένεια των τοπικών δικτύων (τοπικό LAN) που καλύπτονται από τα IEEE 802.3 πρότυπα που καθορίζουν αυτό που είναι συνήθως γνωστό ως πρωτόκολλο CSMA/CD.

Τρία ποσοστά στοιχείων καθορίζονται για τη λειτουργία πάνω σε καλώδια οπτικών ινών και συνεστραμένου ζεύγους καλωδίων:

- 10 Mbps – 10 Base T Ethernet
- 100 Mbps -- FastEthernet
- 1000 Mbps -- Gigabit Ethernet

Το Ethernet έχει επιζήσει ως σημαντική τεχνολογία του τοπικού LAN (χρησιμοποιείται αυτήν την περίοδο για περίπου 85 % των παγκόσμιων LAN- συνδεδεμένων PCs και των τερματικών σταθμών) επειδή το πρωτόκολλό του έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- είναι εύκολο να κατανοηθεί, να εφαρμοστεί, να διαχειριστεί και να διατηρηθεί
- επιτρέπει τις χαμηλού κόστους εφαρμογές δικτύων
- παρέχουν την εκτενή τοπολογική ευελιξία για την επιτυχείς αλληλοσύνδεση
- εγγυείται την επιτυχή εγκατάσταση δικτύων και τη λειτουργία των πρότυπων προϊόντων, ανεξάρτητα από τον κατασκευαστή.

### Το Ethernet μια συνοπτική ιστορία

Το αρχικό Ethernet, αναπτύχθηκε δεδομένου ότι ένα πειραματικό ομοαξονικό δίκτυο καλωδίων στη δεκαετία του '70 από την εταιρία Xerox, για να λειτουργήσει με ένα ποσοστό στοιχείων 3 Mbps,

που χρησιμοποιούσαν μια πολλαπλάσια σύγκρουση πρόσβασης αίσθησης μεταφορέων (CSMA/CD), που ανιχνεύει το πρωτόκολλο για LANs με τις σποραδικές αλλά περιστασιακά βαριές απαιτήσεις κυκλοφορίας. Η επιτυχία με εκείνο το πρόγραμμα προσέλκυσε την πρόωρη προσοχή και οδήγησε στην κοινή ανάπτυξη του 1980 της προδιαγραφής έκδοσης 10-Mbps Ethernet έκδοση 1.0 από την κοινοπραξία τριών επιχειρήσεων: Digital Equipment Corporation, Intel Corporation και Xerox Corporation.

Τα αρχικά IEEE 802.3 πρότυπα βασίστηκαν και ήταν παρόμοια με την Ethernet προδιαγραφή έκδοσης 1.0. Τα πρόχειρα πρότυπα εγκρίθηκαν από την εργαζόμενη ομάδα 802.3 το 1983 και δημοσιεύθηκαν στη συνέχεια ως επίσημα πρότυπα το 1985 (πρότυπα 802.3-1985 ANSI/IEEE Std 802.3-1985). Από τότε, διάφορα συμπληρώματα στα πρότυπα έχουν καθοριστεί για να εκμεταλλευθούν τις βελτιώσεις στις τεχνολογίες και για να υποστηρίξουν τα πρόσθετα μέσα δικτύων και τις υψηλότερες δυνατότητες κάλυψης ποσοστού στοιχείων, συν διάφορα νέα προαιρετικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ελέγχου πρόσβασης δικτύων.

Σε όλο το υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου, οι όροι Ethernet και 802.3 θα αναφερθούν αποκλειστικά στις εφαρμογές δικτύων συμβατές με τα IEEE 802.3 πρότυπα.

## Τα στοιχεία των δικτύων Ethernet

Τα LANs Ethernet αποτελούνται από τους κόμβους δικτύων και τα διασυνδεδεμένα μέσα. Οι κόμβοι δικτύων πέφτουν σε δύο σημαντικές κλάσεις:

- **Τελικός εξοπλισμός στοιχείων (DTE)** -- συσκευές που είναι είτε η πηγή είτε ο προορισμός των πλαισίων στοιχείων. Τα DTE είναι χαρακτηριστικά συσκευές όπως PCs, τερματικοί σταθμοί, κεντρικοί υπολογιστές αρχείων, ή κεντρικοί εκτυπωτές που, ως ομάδα αναφέρονται συχνά ως τελικοί σταθμοί.
- **Εξοπλισμός επικοινωνίας στοιχείων (DCE)** -- ενδιάμεσες συσκευές δικτύων που λαμβάνουν και διαβιβάζουν τα πλαίσια πέρα από το δίκτυο. Τα DCE μπορούν να είναι είτε αυτόνομες συσκευές όπως οι επαναλήπτες, οι διακόπτες δικτύων και οι δρομολογητές, είτε μονάδες διαπροσωπειών επικοινωνιών όπως οι κάρτες και οι αποδιαμορφωτές διαπροσωπειών.

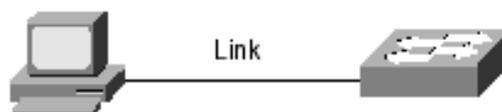
Σε όλο αυτό το κεφάλαιο, οι αυτόνομες ενδιάμεσες συσκευές δικτύων θα αναφέρονται είτε ως ενδιάμεσοι κόμβοι είτε ως DCE. Οι κάρτες διαπροσωπειών δικτύων θα αναφερθούν ως NIC.

Οι προαιρετικές δυνατότητες μέσω Ethernet περιλαμβάνουν δύο γενικούς τύπους καλωδίου χαλκού: μη προστατευόμενο συνεστραμμένο ζεύγος (UTP) και προστατευμένο συνεστραμμένο ζεύγος (STP), συν διάφορους τύπους καλωδίου οπτικού ινών.

## Οι τοπολογίες και οι δομές δικτύων Ethernet

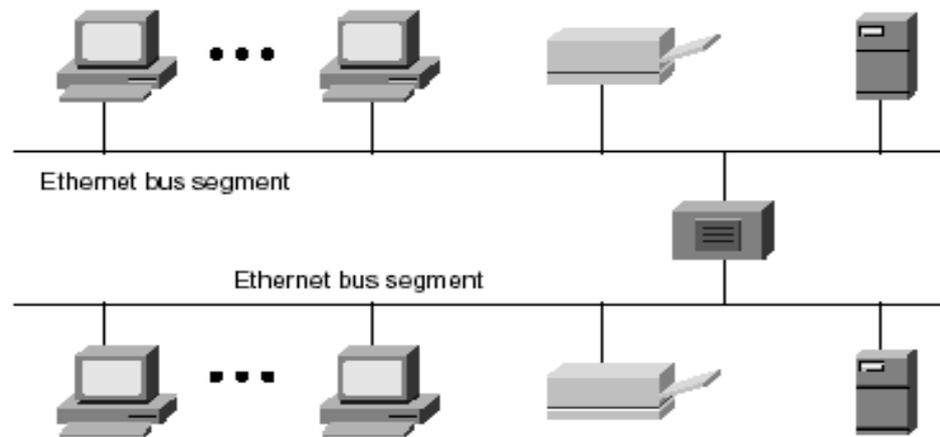
Τα LAN παίρνουν επάνω τους πολλές τοπολογικές διαμορφώσεις, αλλά ανεξάρτητα από το μέγεθος ή την πολυπλοκότητά τους, όλες θα είναι ένας συνδυασμός μόνο τριών βασικών δομών αλληλοσύνδεσης ή ομάδων δεδομένων δημιουργίας δικτύων. Η απλούστερη δομή είναι η από σημείο σε σημείο αλληλοσύνδεση, που εμφανίζεται στο σχήμα 7-1. Μόνο δύο μονάδες δικτύων περιλαμβάνονται και η σύνδεση μπορεί να είναι DTE -to- DTE, DTE -to- DCE ή DCE-to-DCE. Το καλώδιο στις από σημείο σε σημείο αλληλοσυνδέσεις είναι γνωστό ως σύνδεση δικτύων. Το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος της σύνδεσης εξαρτάται από τον τύπο καλωδίου και της μεθόδου μεταφοράς που χρησιμοποιείται.

*Figure 7-1 Example Point-to-Point Interconnection*



Τα αρχικά δίκτυα Ethernet εφαρμόστηκαν με μια ομοαξονική δομή, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-2. Τα μήκη τμήματος μνήμης περιορίστηκαν σε 500 μέτρα και μέχρι 100 σταθμοί μπόρεσαν να συνδεθούν με ένα ενιαίο τμήμα μνήμης. Τα μεμονωμένα τμήματα μνήμης θα μπορούσαν να διασυνδεθούν με τους επαναλήπτες, εφ' όσον δεν υπήρχαν τα πολλαπλάσια μονοπάτια μεταξύ οποιονδήποτε δύο σταθμών στο δίκτυο και ο αριθμός του DTE δεν υπερέβη 1024. Η συνολική απόσταση μονοπατιών μεταξύ του πιο απόμακρου ζευγαριού των σταθμών επίσης, δεν επιτρέπετε να υπερβεί μια μέγιστη ορισμένη αξία.

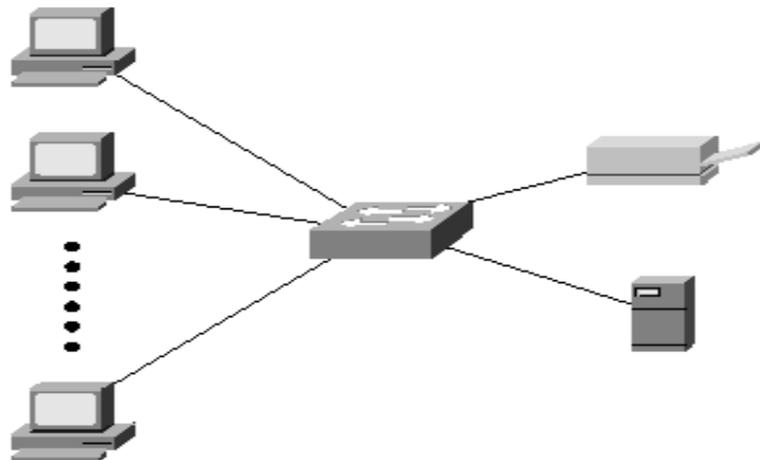
Figure 7-2 Example Coaxial Bus Topology



Αν και τα νέα δίκτυα δεν συνδέονται πλέον σε μια διαμόρφωση , μερικά παλαιότερα δίκτυα ακόμα υπάρχουν και είναι ακόμα χρήσιμα.

Από την πρόωρη δεκαετία του '90, η διαμόρφωση δικτύων της επιλογής είναι η σε σχήμα αστεριού συνδεδεμένη τοπολογία, που εμφανίζεται στο σχήμα 7-3. Η κεντρική μονάδα δικτύων είναι είτε ένας επαναλήπτης με πολλές πόρτες (που είναι γνωστός επίσης ως hub) είτε ένας switch δικτύων. Όλες οι συνδέσεις σε ένα δίκτυο αστεριών είναι από σημείο σε σημείο συνδέσεις που εφαρμόζονται με είτε το συνεστραμένο ζεύγος είτε με το καλώδιο οπτικών ινών.

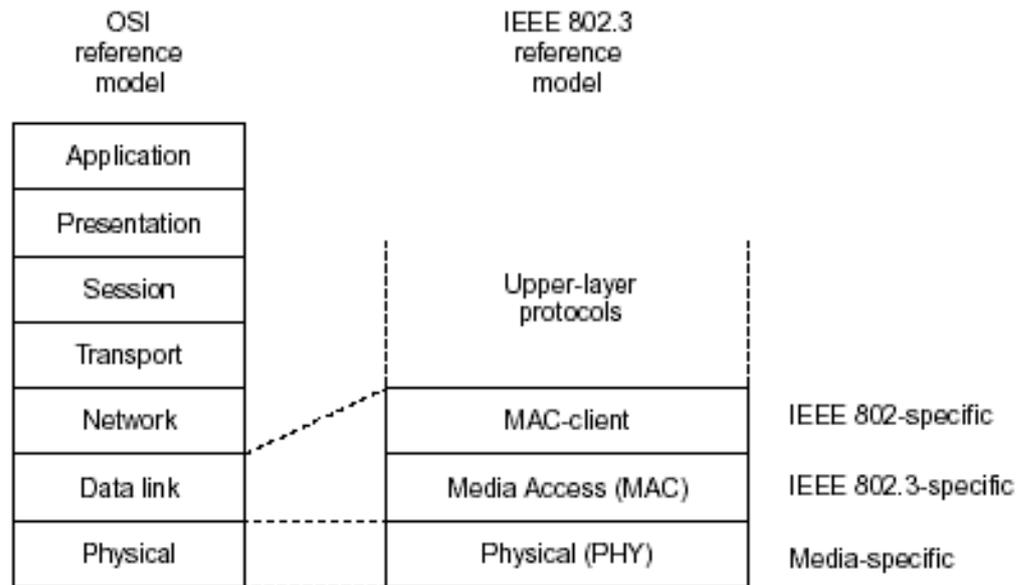
Figure 7-3 Example Star-Connected Topology



### Η IEEE 802.3 λογική σχέση με το ISO μοντέλο αναφοράς

Το σχήμα 7-4 εμφανίζει το IEEE 802.3 τα λογικά στρώματα και τη σχέση τους στο OSI μοντέλο αναφοράς. Όπως με όλα IEEE 802 πρωτόκολλα, το ISO στρώμα συνδέσεων στοιχείων είναι διαιρεμένο σε δύο IEEE 802 υποστρώματα, υπόστρωμα ελέγχου πρόσβασης μέσων (MAC) και υπόστρωμα MAC χρηστών. Το IEEE 802.3 φυσικό στρώμα αντιστοιχεί στο ISO φυσικό στρώμα.

**Figure 7-4 Ethernet's Logical Relationship to the ISO Reference Model**

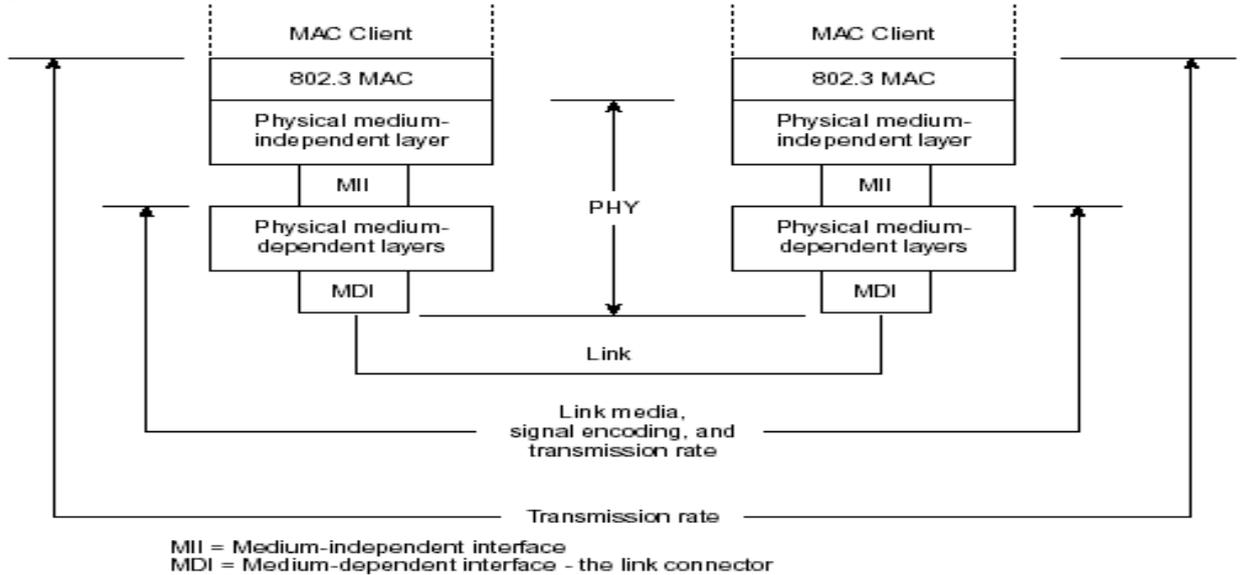


Το υπόστρωμα MAC χρηστών μπορεί να είναι ένα από τα ακόλουθα:

- Ο λογικός έλεγχος συνδέσεων (LLC), εάν η μονάδα είναι ένα DTE. Αυτό το υπόστρωμα παρέχει τη διαπροσωπεία μεταξύ της MAC Ethernet και των ανώτερων στρωμάτων στον στοίβα πρωτοκόλλου του τελικού σταθμού. Το υπόστρωμα LLC καθορίζεται από το IEEE 802.2 πρότυπο.
- Την οντότητα γεφυρών προτύπων, εάν η μονάδα είναι ένα DCE. Οι οντότητες γεφυρών παρέχουν τις διαπροσωπείες LAN-to-LAN μεταξύ LANs που χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο (παραδείγματος χάριν, Ethernet σε Ethernet) και επίσης μεταξύ των διαφορετικών πρωτοκόλλων (παραδείγματος χάριν, Ethernet στο συμβολικό δαχτυλίδι). Οι οντότητες γεφυρών καθορίζονται από το IEEE 802.1 πρότυπο.

Επειδή οι προδιαγραφές για τις οντότητες LLC και τις γέφυρες είναι κοινές για όλα τα IEEE 802 πρωτόκολλα του τοπικού LAN, η συμβατότητα δικτύων γίνεται η αρχική ευθύνη του ιδιαίτερου πρωτοκόλλου δικτύων. Ο αριθμός 7-5 εμφανίζει τις διαφορετικές απαιτήσεις συμβατότητας που επιβάλλονται από τη MAC και τα φυσικά επίπεδα για τη βασική επικοινωνία στοιχείων πέρα από μια σύνδεση Ethernet.

Figure 7-5 MAC and Physical Layer Compatibility Requirements for Basic Data Communication



Το στρώμα της MAC ελέγχει την πρόσβαση του κόμβου στα μέσα δικτύων και είναι συγκεκριμένη για το μεμονωμένο πρωτόκολλο. Όλο το IEEE 802.3 της MAC πρέπει να καλύψει το ίδιο βασικό σύνολο λογικών απαιτήσεων, ανεξάρτητα από το εάν περιλαμβάνουν μια ή περισσότερες από τις καθορισμένες προαιρετικές επεκτάσεις πρωτοκόλλου.

Η μόνη απαίτηση για τη βασική επικοινωνία (επικοινωνία που δεν απαιτεί τις προαιρετικές επεκτάσεις πρωτοκόλλου) μεταξύ δύο κόμβων δικτύων είναι ότι και τα δύο MAC πρέπει να υποστηρίζουν το ίδιο ποσοστό μεταφορών.

Το 802.3 φυσικό στρώμα είναι συγκεκριμένο για το ποσοστό στοιχείων μεταφορών, την κωδικοποίηση σημάτων, και τον τύπο μέσων που διασυνδέουν τους δύο κόμβους. Το Gigabit Ethernet, παραδείγματος χάριν, καθορίζεται για να λειτουργήσει είτε πέρα από το συνεστραμένο ζεύγος είτε από το καλώδιο οπτικών ινών, αλλά κάθε συγκεκριμένος τύπος καλωδίου ή διαδικασίας σήματος κωδικοποίησης απαιτεί μια διαφορετική φυσική εφαρμογή στρώματος.

### Το υπόστρωμα της MAC στο Ethernet

Το υπόστρωμα της MAC έχει δύο αρχικές ευθύνες:

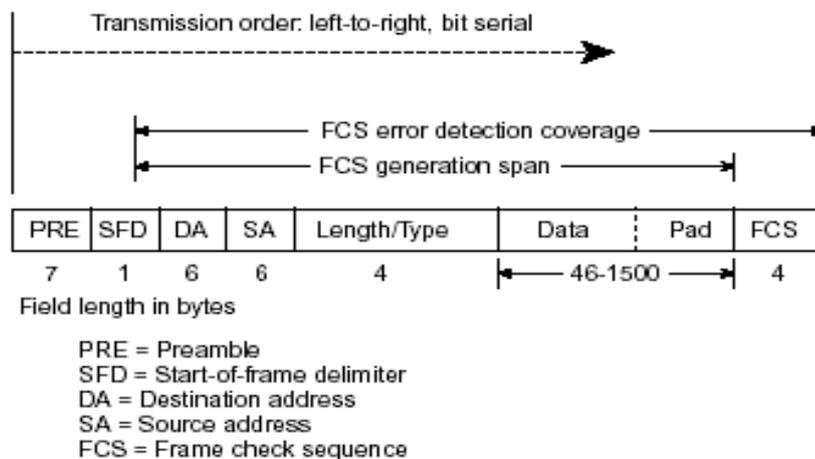
- την ενθυλάκωση στοιχείων, συμπεριλαμβανομένης της συνάθροισης πλαισίων πριν από την μεταφορά, και την ανάλυση πλαισίων/ ανίχνευση σφάλματος κατά τη διάρκεια και μετά από την λήψη
- έχουν πρόσβαση στον έλεγχο, συμπεριλαμβανομένης της έναρξης της μεταφοράς και της αποκατάστασης πλαισίων από την αποτυχία μεταφορών.

### Η βασική μορφή πλαισίων Ethernet

Τα IEEE 802.3 πρότυπα καθορίζουν μια βασική μορφή πλαισίων στοιχείων που απαιτείται για όλες τις εφαρμογές της MAC, συν διάφορες πρόσθετες προαιρετικές μορφές που χρησιμοποιούνται για να επεκτείνουν τη βασική δυνατότητα κάλυψης του πρωτοκόλλου. Η βασική μορφή πλαισίων στοιχείων περιέχει τα επτά πεδία που εμφανίζονται στον σχήμα 7-6.

- **Αρχικό στάδιο (PRE)** -- αποτελείται από 7 οκτάδες. Το PRE είναι ένα εναλλασσόμενο πρότυπο από μονάδες και τα μηδενικά που λέει στους σταθμούς λήψης ότι ένα πλαίσιο έρχεται και αυτοί παρέχουν μέσα να συγχρονιστούν οι μερίδες πλαισίου λήψης και η λήψη των φυσικών στρωμάτων με τον εισερχόμενο οριοθέτη ψηφίων.
- **Έναρξη πλαισίων (SOF)** -- αποτελείται από 1 οκτάδα. Το SOF είναι ένα εναλλασσόμενο πρότυπο των μονάδων και των μηδενικών, που τελειώνουν με δύο διαδοχικά 1- δυαδικά ψηφία που δείχνουν ότι το επόμενο δυαδικό ψηφίο είναι το αριστερότερο δυαδικό ψηφίο στη αριστερότερη οκτάδα της διεύθυνσης.
- **Διεύθυνση προορισμού (DA)** -- αποτελείται από 6 οκτάδες. Το πεδίο DA προσδιορίζει ποίος / ποίοι σταθμοί πρέπει να λάβουν το πλαίσιο. Το αριστερότερο δυαδικό ψηφίο στο πεδίο DA δείχνει εάν η διεύθυνση είναι μια μεμονωμένη διεύθυνση (που υποδεικνύεται από 0) ή μια διεύθυνση ομάδας (που υποδεικνύεται από 1). Το δεύτερο δυαδικό ψηφίο από τα αριστερά δείχνει εάν η DA αντιμετωπίζεται συνολικά (δείχνετε από 0) ή διεξαχθείς τοπικά (δείχνετε από 1). Τα υπόλοιπα 46 δυαδικά ψηφία είναι μια μεμονωμένη ανατεθειμένη αξία που προσδιορίζει έναν ενιαίο σταθμό, μια καθορισμένη ομάδα σταθμών ή όλων των σταθμών στις διευθύνσεις δικτύων
- **Διεύθυνση πηγής (SA)** -- αποτελείται από 6 οκτάδες. Το SA πεδίο προσδιορίζει το σταθμό που στέλνει. Το SA είναι πάντα μια μεμονωμένη διεύθυνση και το αριστερότερο δυαδικό ψηφίο στο SA πεδίο είναι πάντα 0.
- **Μήκος / Τύπος** -- αποτελείται από 4 οκτάδες. Αυτό το πεδίο δείχνει είτε τον αριθμό οκτάδων στοιχείων MAC χρηστών που περιλαμβάνονται στο πεδίο στοιχείων του πλαισίου, είτε στην ταυτότητα τύπων πλαισίων εάν το πλαίσιο συγκεντρώνεται χρησιμοποιώντας μια προαιρετική μορφή. Εάν η αξία πεδίων μήκους/ τύπων είναι λιγότερο ή ίσο προς 1500, ο αριθμός οκτάδων LLC στο πεδίο στοιχείων είναι ίσος με την αξία πεδίων μήκους /τύπων. Εάν η αξία πεδίων μήκους/ τύπων είναι μεγαλύτερη από 1536, το πλαίσιο είναι ένα προαιρετικό πλαίσιο τύπων, και η αξία πεδίων μήκους /τύπων προσδιορίζει τον ιδιαίτερο τύπο πλαισίου που στέλνεται ή λαμβάνετε
- **Δεδομένα** -- είναι μια ακολουθία οκτάδων η οποιασδήποτε αξίας, όπου το n είναι λιγότερο ή ίσο προς 1500. Εάν το μήκος του πεδίου στοιχείων είναι λιγότερο από 46, το πεδίο στοιχείων πρέπει να επεκταθεί από την προσθήκη ενός υλικού πληρώσεως (συμπληρωματικοί χαρακτήρες ) ικανοποιητικό να φέρει το μήκος πεδίων στην ακολουθία ελέγχου πλαισίων 46 οκτάδων.
- **Ακολουθία ελέγχου (FCS)** -- αποτελείται από 4 οκτάδες. Αυτή η ακολουθία περιέχει μια 32-bit κυκλική αξία ελέγχου πλεονασμού (CRC), η οποία δημιουργείται από τη MAC που αποστέλλεται και υπολογίζεται εκ νέου από τη MAC που λαμβάνετε για να ελέγξει για τα κατεστραμμένα πλαίσια. Το FCS παράγεται πέρα από τη DA, SA, το μήκος / τύποι και τα πεδία στοιχείων.

Figure 7-6 The Basic IEEE 802.3 MAC Data Frame Format



### Σημείωση

Οι μεμονωμένες διευθύνσεις είναι επίσης γνωστές ως unicast διευθύνσεις επειδή αναφέρονται στην ενιαία MAC και ανατίθενται από το ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ (NIC) από μια ομάδα δεδομένων των διευθύνσεων που δεσμεύονται από την IEEE. Οι διευθύνσεις ομάδας (πολλαπλής διανομής διευθύνσεις) προσδιορίζουν τους τελικούς σταθμούς σε μια ομάδα εργασίας και ανατίθενται από το διευθυντή δικτύων. Μια ειδική διεύθυνση ομάδας (όλες οι πολλαπλής μετάδοσης) δείχνει όλους τους σταθμούς στο δίκτυο.

### Η μεταφορά πλαισίων

Όποτε η MAC του τελικού σταθμού λαμβάνει ένα αίτημα μετάδοση-πλαισίων με τις συνοδευτικές πληροφορίες διευθύνσεων και στοιχείων από το υπόστρωμα LLC, η MAC αρχίζει την ακολουθία μεταφορών και την μεταφορά των πληροφοριών από το LLC στον προσωρινό χώρο αποθήκευσης.

- Το αρχικό στάδιο και η έναρξη πλαισίων παρεμβάλλεται στα PRE και SOF πεδία
- Ο προορισμός και οι διευθύνσεις πηγής παρεμβάλλονται στα πεδία διευθύνσεων
- Οι οκτάδες στοιχείων του LLC μετριοούνται και ο αριθμός οκτάδων παρεμβάλλεται στο πεδίο μήκους /τύπων
- Οι οκτάδες στοιχείων του LLC παρεμβάλλονται στο πεδίο στοιχείων. Εάν ο αριθμός οκτάδων στοιχείων του LLC είναι λιγότερο από 46, προστίθενται συμπληρωματικοί χαρακτήρες για να φέρει το μήκος πεδίων στοιχείων ίσο με 46
- Μια FCS αξία παράγεται πέρα από τη DA, SA, το μήκος /τύπων και τα πεδία στοιχείων και επισυνάπτεται στο τέλος του πεδίου στοιχείων.

Αφότου συγκεντρώνεται το πλαίσιο, η πραγματική μεταφορά πλαισίων θα εξαρτηθεί από το εάν η MAC λειτουργεί στον ημιαμφίδρομο ή αμφίδρομο τρόπο.

Τα IEEE 802.3 πρότυπα αυτήν την περίοδο απαιτούν ότι όλες οι MAC του Ethernet υποστηρίζουν την ημιαμφίδρομη λειτουργία, στην οποία η MAC μπορεί είτε να στείλει είτε να παραλάβει ένα πλαίσιο, αλλά δεν μπορεί και τα δύο ταυτόχρονα.

Η αμφίδρομη λειτουργία είναι μια προαιρετική δυνατότητα κάλυψης της MAC που επιτρέπει στη MAC για να διαβιβάσει και λάβει τα πλαίσια ταυτόχρονα.

### **Ημιαμφίδρομη μεταφορά -- η μέθοδος πρόσβασης CSMA/CD**

Το πρωτόκολλο CSMA/CD αναπτύχθηκε αρχικά ως μέσο από το οποίο δύο ή περισσότεροι σταθμοί θα μπορούσαν να μοιραστούν τα κοινά μέσα στο χωρίς switches περιβάλλον όταν δεν απαιτεί το πρωτόκολλο την κεντρική διαιτησία, σημεία πρόσβασης, ή τις χρονικές αυλακώσεις για να δείξουν πότε ένας σταθμός θα του επιτραπεί να διαβιβάσει. Η κάθε MAC Ethernet καθορίζει το ποτέ θα επιτραπεί να σταλεί ένα πλαίσιο.

Οι κανόνες πρόσβασης CSMA/CD συνοψίζονται από το αρκτικόλεξο του πρωτοκόλλου:

- Carrier Sense (αίσθηση μεταφορών)-- κάθε σταθμός αφουγκράζεται συνεχώς την κυκλοφορία στο μέσο για να καθορίσει πότε τα χάσματα μεταξύ των μεταφορών πλαισίων εμφανίζονται.
- Multiple Access (πολλαπλάσια πρόσβαση) – οι σταθμοί μπορούν να αρχίσουν την μετάδοση οποτεδήποτε ανιχνεύουν ότι το δίκτυο είναι ήρεμο (δεν υπάρχει καμία κυκλοφορία).
- Collision Detect (ανίχνευση συγκρούσεων) -- εάν δύο ή περισσότεροι σταθμοί στο ίδιο δίκτυο CSMA/CD (δικτυακή γειτονιά σύγκρουσης) αρχίσουν περίπου στον ίδιο χρόνο, τα δυαδικά ψηφία από τους διαβιβάζοντας σταθμούς θα παρέμβουν (θα συγκρουστούν) το ένα με το άλλο, και οι δύο μεταφορές θα είναι δυσανάγνωστες. Εάν αυτό συμβεί, κάθε ένας διαβιβάζοντας σταθμός πρέπει να είναι ικανός να ανιχνεύσει ότι μια σύγκρουση έχει εμφανιστεί προτού να τελειώσει το πλαίσιο της.

Κάθε ένας πρέπει να σταματήσει μόλις ανιχνεύσει τη σύγκρουση και πρέπει έπειτα να περιμένει ένα τυχαίο μήκος χρόνου (που καθορίζεται από έναν εφεδρικό αλγόριθμο) πριν προσπαθήσει να αναμεταδώσει το πλαίσιο.

Στη χειρότερη περίπτωση, η κατάσταση εμφανίζεται όταν πρέπει να στείλουν οι δύο πιο απομακρυσμένοι σταθμοί στο δίκτυο ένα πλαίσιο και όταν δεν αρχίζει ο δεύτερος σταθμός έως ότου το πλαίσιο από τον πρώτο σταθμό φθάνει. Η σύγκρουση θα ανιχνευθεί σχεδόν αμέσως από το δεύτερο σταθμό, αλλά δεν θα ανιχνευθεί από τον πρώτο σταθμό έως ότου το αλλοιωμένο σήμα έχει διαδοθεί πίσω σε εκείνο τον σταθμό. Ο μέγιστος χρόνος που απαιτείται για να ανιχνευθεί μια σύγκρουση (το παράθυρο σύγκρουσης, ή "χρόνος αυλακώσεων") είναι περίπου ίσος με δύο φορές το χρόνο διάδοσης σημάτων μεταξύ των δύο πιο απομακρυσμένων σταθμών στο δίκτυο.

Αυτό σημαίνει ότι και το ελάχιστο μήκος πλαισίων και η μέγιστη διάμετρος σύγκρουσης είναι άμεσα συνδεδεμένα με το χρόνο αυλακώσεων. Τα πιο μεγαλύτερα μήκη πλαισίων μεταφέρουν στους μεγαλύτερους χρόνους αυλακώσεων και τις μεγαλύτερες διαμέτρους σύγκρουσης, τα πιο σύντομα μήκη πλαισίων αντιστοιχούν στους πιο σύντομους χρόνους αυλακώσεων και τις μικρότερες διαμέτρους σύγκρουσης.

Η ανταλλαγή ήταν μεταξύ της ανάγκης να μειωθεί ο αντίκτυπος της αποκατάστασης σύγκρουσης και της ανάγκης για τις διαμέτρους δικτύων να είναι αρκετά μεγάλη να προσαρμόσει τα λογικά μεγέθη δικτύων. Ο συμβιβασμός ήταν να επιλεχτεί μια μέγιστη διάμετρος δικτύων (περίπου 2500 μέτρα ) και έπειτα να τεθεί το ελάχιστο μήκος πλαισίων αρκετά μακρύτερο για να εξασφαλίσει την ανίχνευση όλων στη χειρότερη περίπτωση συγκρούσεων.

Ο συμβιβασμός εργάστηκε καλά για 10 Mbps, αλλά ήταν ένα πρόβλημα για τους υψηλότερους υπεύθυνους για την ανάπτυξη Ethernet.

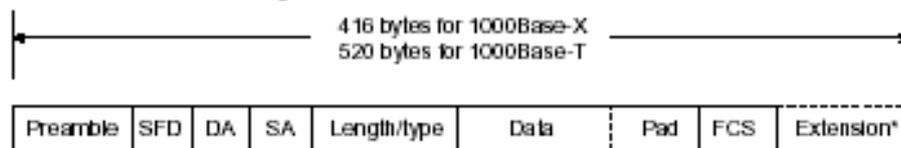
Στο γρήγορο Ethernet απαιτήθηκε να παρέχει συμβατότητα με τα προηγούμενα δίκτυα Ethernet, συμπεριλαμβανομένων των υπαρχών IEEE 802.3 διαδικασιών μορφής και σφάλμα-ανίχνευσης πλαισίων, συν όλο το λογισμικό εφαρμογών και δικτύωσης που τρέχει στα δίκτυα της τάξεως των 10- Mbps.

Αν και η ταχύτητα διάδοσης σημάτων είναι ουσιαστικά σταθερή για όλα τα ποσοστά μεταφορών, ο χρόνος που απαιτείται για να διαβιβασθεί ένα πλαίσιο, είναι αντιστρόφως ανάλογος με το ποσοστό μεταφορών. Σε 100 Mbps, ένα πλαίσιο ελάχιστο-μήκους μπορεί να διαβιβαστεί περίπου στο ένα δέκατο του καθορισμένου χρόνου αυλακώσεων και οποιαδήποτε σύγκρουση που εμφανίστηκε κατά τη διάρκεια της μεταφοράς δεν θα ανιχνευόταν πιθανώς από τους διαβιβάζοντας σταθμούς. Αυτό, στη συνέχεια, σήμαινε ότι οι μέγιστες διάμετροι δικτύων που προσδιορίστηκαν για τα δίκτυα 10- Mbps δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για τα δίκτυα 100- Mbps. Η λύση για το γρήγορο Ethernet ήταν να μειωθεί η μέγιστη διάμετρος δικτύων από έναν παράγοντα του 10 (όχι περισσότερο από 200 μέτρα).

Το ίδιο πρόβλημα προέκυψε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης προδιαγραφών για το Gigabit Ethernet, αλλά μειώνοντας την διάμετρο του δικτύου με έναν άλλο παράγοντα του 10 (σε περίπου 20 μέτρα) για τη λειτουργία 1000- Mbps δεν ήταν απλά πρακτικό. Αυτή τη φορά, οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη εξέλεξαν να διατηρήσουν περίπου την ίδια μέγιστη διάμετρο δικτυακών γειτονιών σύγκρουσης ως δίκτυα 100- Mbps και να αυξήσει το προφανές ελάχιστο μέγεθος πλαισίων με την προσθήκη ενός πεδίου επέκτασης nondata, μεταβλητού μήκους στα πλαίσια που είναι κοντύτερα από το ελάχιστο μήκος (το πεδίο επέκτασης αφαιρείται κατά τη διάρκεια της λήψης πλαισίων).

Ο αριθμός 7-7 εμφανίζει την μορφή των πλαισίων της MAC με το πεδίο επέκτασης Gigabit και ο πίνακας 7-1 εμφανίζει την επίδραση της ανταλλαγής μεταξύ του ποσοστού στοιχείων μεταφορών και του ελάχιστου μεγέθους πλαισίων για 10- Mbps, 100- Mbps, και 1000- Mbps Ethernet.

Figure 7-7 MAC Frame with Gigabit Carrier Extension



\* The extension field is automatically removed during frame reception

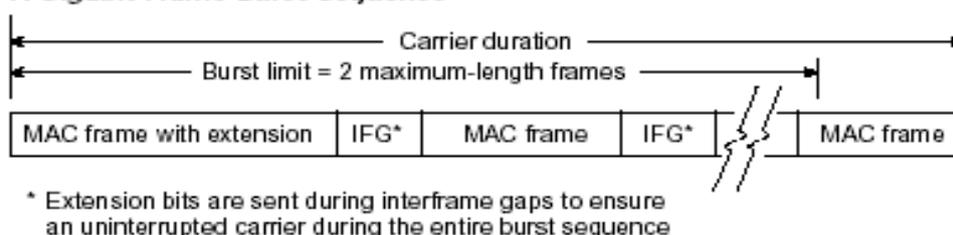
Table 7-1 Limits for Half-Duplex Operation

Parameter	10 Mbps	100 Mbps	1000 Mbps
Minimum frame size	64 bytes	64 bytes	520 bytes <sup>1</sup> (with extension field added)
Maximum collision diameter, DTE to DTE	100 meters UTP	100 meters UTP 412 meters fiber	100 meters UTP 316 meters fiber
Maximum collision diameter with repeaters	2500 meters	205 meters	200 meters
Maximum number of repeaters in network path	5	2	1

Οι 1.520 οκτάδες εφαρμόζονται στις εφαρμογές 1000Base-T. Το ελάχιστο μέγεθος πλαισίων με το πεδίο επέκτασης για το 1000Base-X μειώνεται σε 416 οκτάδες επειδή το 1000Base-X κωδικοποιεί και διαβιβάζει 10 bit για κάθε οκτάδα.

Μια άλλη αλλαγή στο Ethernet CSMA/CD που διαβιβάζει την προδιαγραφή ήταν η προσθήκη του πλαισίου που εκρήγνυται για τη λειτουργία Gigabit. Ο τρόπος έκρηξης είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα που επιτρέπει στη MAC να στείλει μια κοντή ακολουθία (μια έκρηξη) πλαισίων ίσων με περίπου 5,4 πλαίσια μέγιστου μήκους χωρίς να πρέπει να σταματήσει ο έλεγχος του μέσου. Η διαβιβάζουσα MAC γεμίζει κάθε διάστημα interframe με τα δυαδικά ψηφία επέκτασης, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-8, έτσι ώστε άλλοι σταθμοί στο δίκτυο θα δουν ότι το δίκτυο είναι απασχολημένο και δεν θα προσπαθήσουν για μεταφορά μέχρι η έκρηξη να ολοκληρωθεί.

Figure 7-8 A Gigabit Frame-Burst Sequence



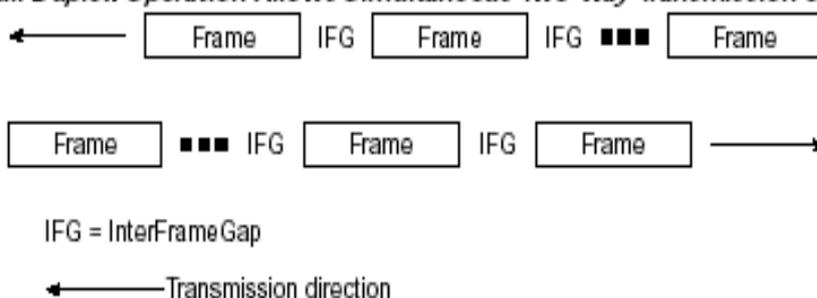
Εάν το μήκος του πρώτου πλαισίου είναι μικρότερο από το ελάχιστο μήκος πλαισίων, ένα πεδίο επέκτασης προστίθεται για να επεκτείνει το μήκος πλαισίων στην αξία που υποδεικνύεται στον πίνακα 7-1 όπου τα επόμενα πλαίσια σε μια ακολουθία πλαισίου έκρηξης δεν χρειάζονται τα πεδία επέκτασης και μια έκρηξη πλαισίων μπορεί να συνεχιστεί εφ' όσον δεν έχει επιτευχθεί το όριο έκρηξης. Εάν το όριο έκρηξης επιτυγχάνεται αφότου έχει αρχίσει μια μεταφορά πλαισίων, η μεταφορά επιτρέπεται να συνεχιστεί έως ότου σταλεί εκείνο το πλαίσιο ολόκληρο. Τα πεδία επέκτασης πλαισίων δεν καθορίζονται και ο τρόπος έκρηξης δεν επιτρέπεται για μεταφορές πλαισίων της τάξεως των 10 Mbps και 100 Mbps.

### **Αμφίδρομη μεταφορά -- μια προαιρετική προσπέλαση στην υψηλότερη αμφίδρομη λειτουργία αποδοτικότητας δικτύων**

Είναι μια προαιρετική δυνατότητα κάλυψης της MAC που επιτρέπει την ταυτόχρονη διπλής κατεύθυνσης μεταφορά πέρα από τις από σημείο σε σημείο συνδέσεις. Η αμφίδρομη μεταφορά είναι λειτουργικά πολύ απλούστερη από την ημιαμφίδρομη μεταφορά επειδή δεν περιλαμβάνει καμία διαμάχη μέσων, καμία σύγκρουση, καμία ανάγκη να σχεδιαστούν οι αναμεταδόσεις και καμία ανάγκη για τα δυαδικά ψηφία επέκτασης στο τέλος των κοντών πλαισίων. Το αποτέλεσμα είναι όχι μόνο περισσότερος χρόνος διαθέσιμος για την μεταφορά, αλλά και ένας αποτελεσματικός διπλασιασμός του εύρους ζώνης συχνοτήτων συνδέσεων επειδή κάθε σύνδεση μπορεί τώρα να υποστηρίξει το πλήρες ποσοστό, την ταυτόχρονη και διπλής κατεύθυνσης μεταφορά.

Η μεταφορά μπορεί συνήθως να αρχίσει μόλις τα πλαίσια είναι έτοιμα να σταλούν. Ο μόνος περιορισμός είναι ότι πρέπει να υπάρξει ένα χάσμα ελάχιστου μήκους interframe μεταξύ των διαδοχικών πλαισίων, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-9 και κάθε πλαίσιο πρέπει να προσαρμοστεί στα πρότυπα μορφής των πλαισίων Ethernet.

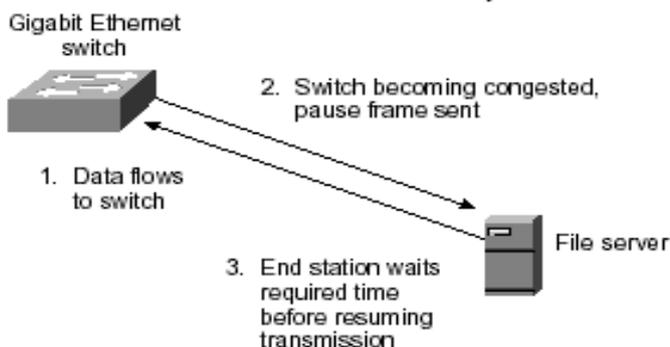
Figure 7-9 Full Duplex Operation Allows Simultaneous Two-Way Transmission on the Same Link



## Έλεγχος Ροής

Η αμφίδρομη λειτουργία ελέγχου ροής απαιτεί την ταυτόχρονη εφαρμογή της προαιρετικής flow-control δυνατότητας κάλυψης που επιτρέπει σε έναν λαμβάνοντα κόμβο που γίνεται κορεσμένος να ζητήσει από τον στέλνοντα κόμβο (όπως ένας κεντρικός υπολογιστής αρχείων) να σταματήσει τα πλαίσια για μια επιλεγμένη κοντή περίοδο χρόνου. Ο έλεγχος είναι MAC-to-MAC μέσω της χρήσης ενός πλαισίου μικρής διακοπής που παράγεται αυτόματα από τη λαμβάνουσα MAC. Εάν η συμφόρηση είναι ανακουφισμένη προτού να λήξει η ζητούμενη αναμονή, ένα πλαίσιο δεύτερης μικρής διακοπής με μια μηδενική αξία χρόνου αναμονής μπορεί να σταλεί στην επανάληψη αιτήματος της μεταφοράς. Μια επισκόπηση της λειτουργίας ελέγχου ροής εμφανίζεται στο σχήμα 7-10.

Figure 7-10 An Overview of the IEEE 802.3 Flow Control Sequence



Η αμφίδρομη λειτουργία και η δυνατότητα κάλυψης ελέγχου ροής είναι και οι δύο προαιρετικές δυνατότητες για όλο το Ethernet της MAC και όλα τα ποσοστά μεταφορών. Και οι δύο προαιρετικές δυνατότητες επιτρέπουν σε μια ζεύξης προς ζεύξη βάση, υποθέτοντας ότι τα συνδεδεμένα φυσικά στρώματα είναι επίσης ικανά να υποστηρίξουν την αμφίδρομη λειτουργία. Τα πλαίσια μικρής διακοπής προσδιορίζονται ως πλαίσια ελέγχου της MAC από μια αποκλειστική ανατεθειμένη (διατηρημένη) αξία μήκους /τύπων. Τους ανατίθεται επίσης μια διατηρημένη αξία διευθύνσεων προορισμού για να εξασφαλίσουν ότι ένα εισερχόμενο πλαίσιο μικρής διακοπής δεν διαβιβάζεται ποτέ στα ανώτερα στρώματα πρωτοκόλλου ή σε άλλες πόρτες ενός διακόπτη.

## Η λήψη πλαισίων

Η λήψη πλαισίων είναι ουσιαστικά το ίδιο πράγμα και για τις ημιαμφίδρομες και αμφίδρομες διαδικασίες, εκτός από το ότι οι αμφίδρομες MAC πρέπει να έχουν τους χωριστούς προσωρινούς χώρους πλαισίων και τα μονοπάτια στοιχείων για να επιτρέψουν την ταυτόχρονη μεταφορά και λήψη πλαισίων.

Η λήψη πλαισίων είναι η αντιστροφή της μεταφοράς πλαισίων. Η διεύθυνση προορισμού του λαμβανόμενου πλαισίου ελέγχεται, εάν ταιριάζει με τον κατάλογο διευθύνσεων του σταθμού (η διεύθυνση της MAC του, οι διευθύνσεις ομάδας του, και η διεύθυνση ραδιοφωνικής μετάδοσης) για να καθορίσει εάν το πλαίσιο προορίζεται για εκείνο τον σταθμό.

Εάν μια αντιστοιχία διευθύνσεων βρίσκεται, το μήκος πλαισίων ελέγχεται και η λαμβανόμενη FCS συγκρίνεται με την FCS αυτού που το παρήγε κατά τη διάρκεια της λήψης πλαισίων. Εάν το μήκος πλαισίων είναι εντάξει και υπάρχει μια FCS αντιστοιχία, ο τύπος πλαισίων καθορίζεται από το περιεχόμενο του πεδίου μήκος /τύπων. Το πλαίσιο αναλύεται έπειτα και διαβιβάζεται στο κατάλληλο ανώτερο στρώμα.

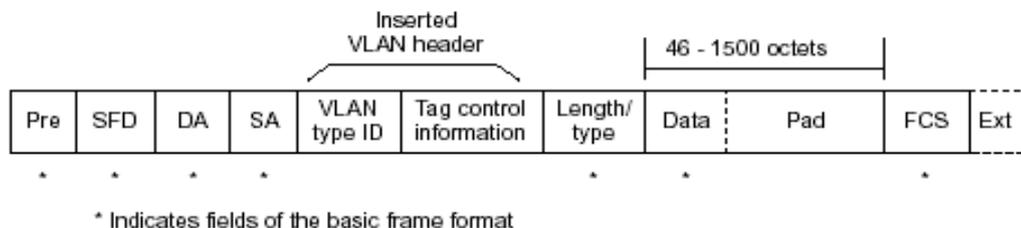
## Η επικόλληση προαιρετικής δυνατότητας VLAN

Η επικόλληση VLAN είναι μια προαιρετική δυνατότητα της MAC που παρέχει τρεις σημαντικές δυνατότητες κάλυψης που δεν ήταν προηγουμένως διαθέσιμες στους χρήστες δικτύων Ethernet και τους διευθυντές δικτύων:

- παρέχει ένα μέσο, έτσι ώστε να επισπευτεί ο κρίσιμος χρόνος για την κυκλοφορία δικτύων θέτοντας την προτεραιότητα των μεταφορών για τα εξερχόμενα πλαίσια
- επιτρέπει στους σταθμούς να συμμετέχουν στις λογικές ομάδες, για να επικοινωνήσουν με ένα σύνθετο LAN, σαν ήταν στο ενιαίο τοπικό LAN. Οι διευθύνσεις προορισμού φίλτρων γεφυρών και διακοπών, διαβιβάζουν τα πλαίσια VLAN μόνο στις πόρτες που εξυπηρετούν το VLAN στο οποίο η κυκλοφορία ανήκει
- απλοποιεί τη διαχείριση δικτύων και κάνει ευκολότερη την προσθήκη, την κίνηση και τις αλλαγές στην διαχείριση.

Ένα επικολλημένο VLAN πλαίσιο είναι απλά ένα βασικό πλαίσιο στοιχείων της MAC που έχει παρεμβάλει μια επικεφαλίδα 4-οκτάδων VLAN μεταξύ των πεδίων SA και μήκους /τύπων, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-11.

*Figure 7-11 VLAN-Tagged Frames Are Identified When the MAC Finds the LAN Type Value in the Normal Length/Type Field Location*



Η επικεφαλίδα VLAN αποτελείται από δύο πεδία:

- μια διατηρημένη αξία τύπων 2-οκτάδων, που δείχνει ότι το πλαίσιο είναι ένα VLAN πλαίσιο

- πεδίο ετικέτα-ελέγχου δύο-οκτάδων πλαίσιο A, που περιέχει και την προτεραιότητα μεταφορών (0 έως 7, όπου 7 είναι τα υψηλότερα) και μια ταυτότητα VLAN που προσδιορίζει το ιδιαίτερο VLAN πέρα από το οποίο το πλαίσιο πρόκειται να σταλεί. Η λαμβάνουσα MAC διαβάζει τη διατηρημένη αξία τύπων, που βρίσκεται στην κανονική θέση πεδίων μήκους/ τύπων και ερμηνεύει το λαμβανόμενο πλαίσιο ως πλαίσιο VLAN. Κατόπιν εμφανίζονται τα εξής:

- εάν η MAC είναι εγκατεστημένη σε μια πόρτα ενός διακόπτη, το πλαίσιο διαβιβάζεται σύμφωνα με το επίπεδο προτεραιότητάς του σε όλες τις πόρτες που συνδέονται με το υποδειγμένο VLAN προσδιοριστικό
- εάν η MAC είναι εγκατεστημένη σε έναν τελικό σταθμό, αφαιρεί την επικεφαλίδα των 4-οκτάδων VLAN και επεξεργάζεται το πλαίσιο με τον ίδιο τρόπο, όπως ένα βασικό πλαίσιο στοιχείων.

Η επικόλληση VLAN απαιτεί ότι όλοι οι κόμβοι δικτύων που περιλαμβάνονται με μια ομάδα VLAN εξοπλίζονται με την προαιρετική δυνατότητα VLAN.

### **Τα φυσικά στρώματα Ethernet**

Επειδή οι συσκευές Ethernet εφαρμόζουν μόνο τα κατώτατα δύο στρώματα της OSI στοίβας πρωτοκόλλου, εφαρμόζονται χαρακτηριστικά ως κάρτες διαπροσωπειών δικτύων (NIC) που συνδέουν τη μητρική κάρτα της συσκευής με τον host. Τα διαφορετικά NIC προσδιορίζονται από ένα τριμερές όνομα προϊόντων που είναι βασισμένο στις φυσικές ιδιότητες στρώματος. Η σύμβαση ονομασίας είναι μια αλληλουχία τριών όρων που δείχνουν το ποσοστό μεταφορών, τη μέθοδο μεταφορών, και την κωδικοποίηση τύπων/ σημάτων μέσων. Παραδείγματος χάριν, εξετάστε αυτό:

- **10Base-T** = 10 Mbps, βασικής ζώνης, πάνω από δυο συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων
- **100Base-T2** = 100 Mbps, βασικής ζώνης, πάνω από δυο συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων
- **100Base-T4** = 100 Mbps, βασικής ζώνης, πάνω από τέσσερα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων
- **1000Base-LX** = 100 Mbps, βασικής ζώνης, μακρύ μήκους κύματος πέρα από την οπτική ίνα.

Η ερώτηση που προκύπτει μερικές φορές ως προς το γιατί ο μέσος όρος φαίνεται πάντα να είναι η "βάση." Οι πρόωρες εκδόσεις του πρωτοκόλλου επέτρεψαν επίσης για την ευρυζωνική μεταφορά (παραδείγματος χάριν, 10Broad), αλλά οι ευρυζωνικές εφαρμογές δεν ήταν επιτυχείς στην αγορά. Όλες οι εφαρμογές Ethernet ρευμάτων χρησιμοποιούν την μεταφορά ζωνών βάσης.

### **Κωδικοποιώντας για την μεταφορά σημάτων**

Στην μεταφορά βασικής ζώνης, οι πληροφορίες πλαισίων είναι άμεσα «τοποθετημένες» επάνω στη σύνδεση ως ακολουθία παλμών ή συμβόλων στοιχείων που μειώνονται χαρακτηριστικά (μειωμένος στο μέγεθος) και διαστρεβλώνονται (αλλαγμένος στη μορφή) προτού να φθάσουν στο άλλο τέλος της σύνδεσης. Η στοιχειώδης εργασία των δεκτών, είναι να ανιχνεύσουν κάθε σφυγμό καθώς φθάνει και έπειτα να εξαγάγει τη σωστή αξία του πριν μεταφέρει τις αναδημιουργημένες πληροφορίες στη λαμβάνουσα MAC.

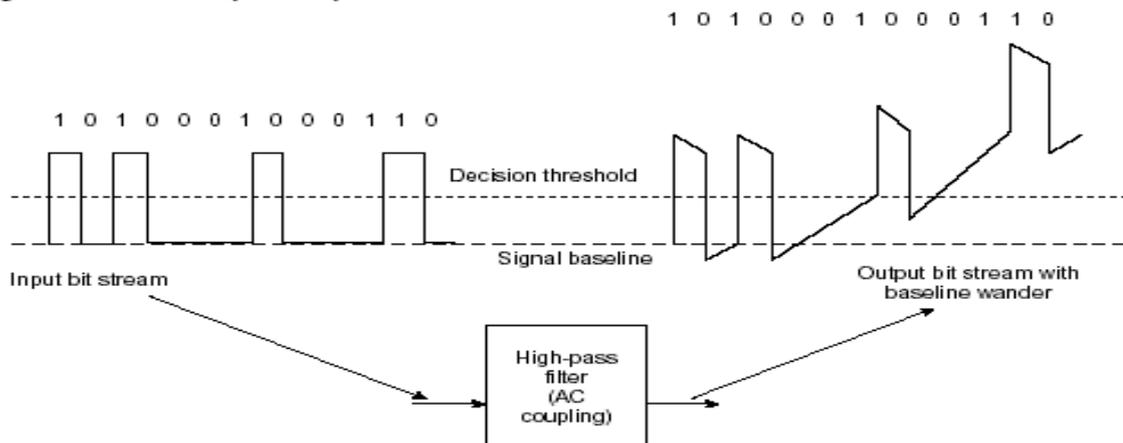
Τα φίλτρα και η παλμική διαμόρφωση των κυκλωμάτων μπορούν να βοηθήσουν, να αποκαταστήσουν το μέγεθος και τη μορφή των λαμβανόμενων κυματοειδών, αλλά τα πρόσθετα μέτρα πρέπει να ληφθούν για να εξασφαλίσουν ότι τα λαμβανόμενα σήματα επιλέγονται στο σωστό χρόνο, στην περίοδο σφυγμού και στο ίδιο ποσοστό με το ρολόι μετάδοσης:

- Το ρολόι του παραλήπτη πρέπει να ανακτηθεί από το εισερχόμενο ρεύμα στοιχείων για να επιτρέψει στο λαμβάνον φυσικό στρώμα να συγχρονισθεί με τους εισερχόμενους παλμούς
- Αντισταθμίζοντας τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για μια επίδραση μεταφορών που είναι γνωστή ως βασική γραμμή αναζήτησης .

Η αποκατάσταση των ρολογιών απαιτεί τις μεταβάσεις επιπέδων στο εισερχόμενο σήμα για να προσδιορισθεί και να συγχρονισθεί στα όρια του παλμού. Η εναλλαγή 1 και 0 του προλόγου πλαισίων που σχεδιάστηκε, για να δείξει ότι ένα πλαίσιο έφθανε και για να βοηθήσει στην αποκατάσταση των ρολογιών. Εντούτοις, η ανάκτηση των ορολογιών, μπορεί να παρασυρθεί και να χάσει ενδεχομένως το συγχρονισμό εάν τα επίπεδα παλμών παραμένουν σταθερά και δεν υπάρχει καμία μετάβαση που να ανιχνευτεί (παραδείγματος χάριν, κατά τη διάρκεια των μακρών συμβολοσειρών 0s).

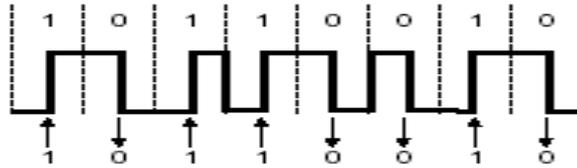
Η βασική γραμμή αναζητεί αποτελέσματα επειδή οι συνδέσεις Ethernet AC -συνδέονται με τους πομποδέκτες και επειδή η AC σύζευξη εναλλασσόμενου ρεύματος είναι ανίκανη, να διατηρήσει τα επίπεδα ηλεκτρικής τάσης για περισσότερο από ένα σύντομο διάστημα. Κατά συνέπεια, οι διαβίβασθέντες παλμοί να διαστρεβλώνονται από μια επίδραση μαρασμού παρόμοια με το υπερβάλλον παράδειγμα που εμφανίστηκε στο σχήμα 7-12. Στις μακρές συμβολοσειρές είτε 1 είτε 0, ο μαρασμός μπορεί να γίνει τόσο αυστηρός ώστε το επίπεδο ηλεκτρικής τάσης που περνά μέσω της ευαισθησίας απόφασης, με συνέπεια τις λανθασμένες επιλεγείσες αξίες για τους επηρεασθέντες παλμούς .

Figure 7-12 A Concept Example of Baseline Wander



Ευτυχώς, η κωδικοποίηση του εξερχόμενου σήματος πριν από την μεταφορά μπορεί σημαντικά να μειώσει την επίδραση αυτών των προβλημάτων, καθώς επίσης και να μειώσει τη δυνατότητα των σφαλμάτων μεταφορών. Οι πρόωρες εφαρμογές Ethernet, μέχρι και συμπεριλαμβανομένου το 10Base-T, όλες χρησιμοποίησαν τη μέθοδο κωδικοποίησης του Μάντσεστερ, που εμφανίστηκε στο σχήμα 7-13. Κάθε παλμός προσδιορίζεται σαφώς από την κατεύθυνση της μετάβασης midpulse παρά από την επιλεγείσα αξία επιπέδων του.

Figure 7-13 Transition-Based Manchester Binary Encoding



Δυστυχώς, η κωδικοποίηση του Μάντσεστερ εισάγει μερικά δύσκολα προβλήματα συχνότητας που το καθιστούν ακατάλληλο για τη χρήση στα υψηλότερα ποσοστά στοιχείων. Όλες οι επόμενες εκδόσεις στο 10Base-T Ethernet χρησιμοποιούν διαφορετικές διαδικασίες κωδικοποίησης,

που περιλαμβάνουν μερικές ή όλες τις ακόλουθες τεχνικές:

- Χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που περιπλέκουν -- μια διαδικασία που περιπλέκει τα δυαδικά ψηφία σε κάθε οκτάδα με έναν τακτικό (και ανακτήσιμο) τρόπο. Κάποια 0 αλλάζουν σε 1, κάποια 1 αλλάζουν σε 0, και μερικά δυαδικά ψηφία αφήνονται τα ίδια. Το αποτέλεσμα είναι μειωμένο τρέξιμο μήκους των δυαδικών ψηφίων ίδιας αξίας, αυξανόμενη πυκνότητα μετάβασης, και ευκολότερη αποκατάσταση ρολογιών.
- Επέκταση του κωδικού διαστήματος -- μια τεχνική που επιτρέπει την ανάθεση των χωριστών κωδικών για τα σύμβολα στοιχείων και ελέγχου (όπως οι οριοθέτες έναρξης και τέλους των ψηφίων, δυαδικά ψηφία επέκτασης και ούτω καθ'εξής) που βοηθά στην ανίχνευση σφάλματος μεταφορών.
- Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς κώδικες διόρθωσης σφάλματος -- μια κωδικοποίηση στην οποία οι περιττές πληροφορίες προστίθενται στο διαβιβασθέν ρεύμα στοιχείων έτσι ώστε μερικοί τύποι σφαλμάτων μεταφορών, να μπορούν να διορθωθούν κατά τη διάρκεια της λήψης πλαισίων.

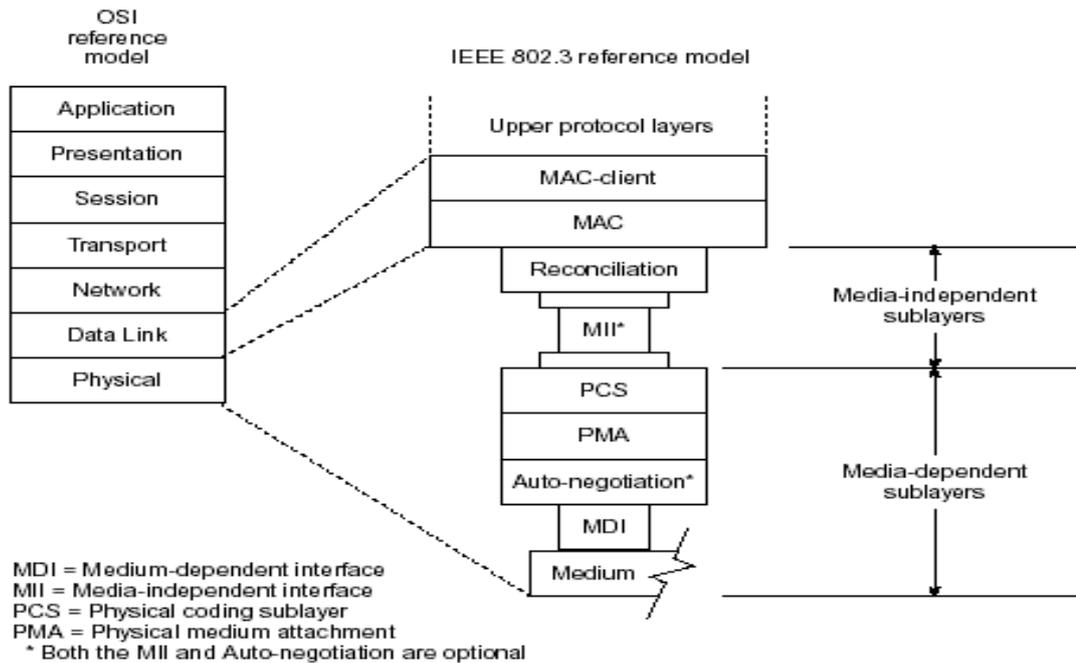
### **Σημείωση**

Οι μπροστινοί κώδικες διόρθωσης σφάλματος χρησιμοποιούνται στο 1000Base-T για να επιτύχουν μια αποτελεσματική μείωση του ποσοστού σφάλματος δυαδικών ψηφίων. Το πρωτόκολλο Ethernet περιορίζει το χειρισμό σφάλματος στην ανίχνευση των σφαλμάτων δυαδικών ψηφίων στο λαμβανόμενο πλαίσιο. Η αποκατάσταση των πλαισίων που παραλαμβάνονται με τα μη διορθωμένα σφάλματα ή των ελλειπόντων πλαισίων, είναι η ευθύνη των υψηλότερων στρωμάτων στην στοίβα πρωτοκόλλου.

### **Η σχέση φυσικού στρώματος του 802.3 στο ISO μοντέλο αναφοράς**

Αν και το συγκεκριμένο λογικό μοντέλο του φυσικού στρώματος μπορεί να ποικίλει από έκδοση σε έκδοση, όλο το Ethernet NIC προσαρμόζεται γενικά στο γενικό μοντέλο που εμφανίζεται στο σχήμα 7-14.

Figure 7-14 The Generic Ethernet Physical Layer Reference Model



Το φυσικό στρώμα για κάθε ποσοστό μεταφορών είναι διαιρεμένο σε υποστρώματα, που είναι ανεξάρτητα από τον ιδιαίτερο τύπο και τα υποστρώματα μέσω των οποίων είναι συγκεκριμένοι για τον τύπο ή το σήμα μέσω των οποίων κωδικοποιεί

- το υπόστρωμα συμφιλίωσης και η προαιρετική μέσω ανεξάρτητη διαπροσωπεία (MII σε 10- Mbps και 100- Mbps Ethernet, GMII σε Gigabit Ethernet) παρέχει τη λογική σύνδεση μεταξύ της MAC και των διαφορετικών συνόλων μέσω εξαρτώμενων στρωμάτων. Τα MII και το GMII καθορίζονται με τη χωριστή μετάδοση και λαμβάνουν τα μονοπάτια στοιχείων που είναι bit-serial για 10- Mbps εφαρμογές, middle-serial (4 bit εύρους) για τις εφαρμογές 100- Mbps και byte - serial (8 bit εύρους) για τις εφαρμογές 1000- Mbps. Οι διαπροσωπείες μέσω ανεξάρτητων και το υπόστρωμα συμφιλίωσης είναι κοινές για τα αντίστοιχα ποσοστά μεταφορών τους και διαμορφώνονται για την αμφίδρομη λειτουργία στο 10Base-T και όλες τις επόμενες Ethernet εκδόσεις.
- το μέσω εξαρτώμενο φυσικό υπόστρωμα κωδικοποίησης (PCS) παρέχει τη λογική για κωδικοποίησης, πολυπλεξία και συγχρονισμό του εξερχόμενου κώδικα συμβόλων, επίσης παρέχει αποπολυπλεξία και αποκωδικοποίηση των εισερχόμενων στοιχείων.
- το φυσικό μέσο υπόστρωμα υπό διοίκηση προσκόλληση (PMA) περιέχει τις συσκευές αποστολής σημάτων και τους δέκτες (πομποδέκτες), καθώς επίσης και τη λογική αποκατάστασης ρολογιών για τα λαμβανόμενα δεδομένα
- Η μέσω εξαρτώμενη διαπροσωπεία (MDI) είναι ο σύνδεσμος καλωδίων μεταξύ των πομποδεκτών και της σύνδεσης
- Το υπόστρωμα αυτόματης διαπραγμάτευσης επιτρέπει στο NIC σε κάθε τέλος της σύνδεσης να πάρει πληροφορίες για δυνατότητες κάλυψης και έπειτα να διαπραγματευτεί και να επιλέξει τον ευνοϊκότερο λειτουργικό τρόπο τον οποίο οι δύο είναι ικανές να υποστηρίξουν. Η αυτόματη διαπραγμάτευση είναι προαιρετική στις πρώτες εφαρμογές Ethernet και είναι υποχρεωτική στις πιο πρόσφατες εκδόσεις.

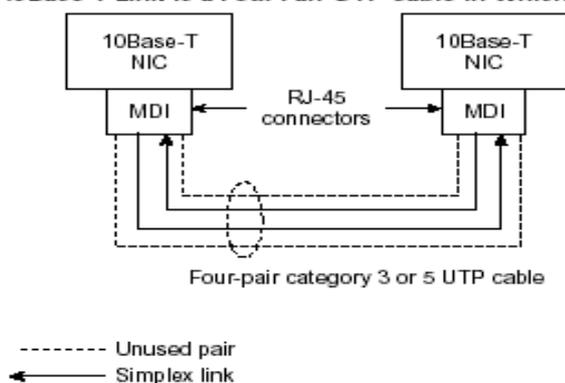
Ανάλογα με ποιο τύπο σήματος η κωδικοποίηση χρησιμοποιείται και πώς οι συνδέσεις διαμορφώνονται, τα PC και το PMA είναι ή δεν είναι ικανά για την αμφίδρομη λειτουργία.

### 10- Mbps Ethernet -10Base-T

Το 10Base-T παρέχει την Μάντσεστερ κωδικοποίηση ψηφίου με επικοινωνία 10- Mbps πέρα από δύο μη προστατευόμενα καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους.

Αν και τα πρότυπα σχεδιάστηκαν για να υποστηρίξουν την μεταφορά πέρα από το κοινό τηλεφωνικό καλώδιο, η πιο χαρακτηριστική διαμόρφωση συνδέσεων είναι να χρησιμοποιηθούν δύο ζευγάρια ενός τετραπλού καλωδίου 3ης ή 5ης κατηγορίας, που ολοκληρώνεται σε κάθε ένα NIS με έναν σύνδεσμο RJ- 45 8pin (το MDI), όπως φαίνεται στο σχήμα 7-15. Επειδή κάθε ενεργό ζευγάρι διαμορφώνεται ως μονοκατευθυντική σύνδεση όπου η μεταφορά συμφωνεί με τη μια κατεύθυνση μόνο, τα φυσικά στρώματα 10Base-T μπορούν να υποστηρίξουν είτε την ημιαμφίδρομη ή αμφίδρομη λειτουργία.

*Figure 7-15 The Typical 10Base-T Link Is a Four-Pair UTP Cable in Which Two Pairs Are Not Used*



Αν και το 10Base-T μπορεί να θεωρηθεί ουσιαστικά ξεπερασμένος σε μερικούς κύκλους, είναι συμπεριλαμβανόμενο εδώ επειδή υπάρχουν ακόμα πολλά δίκτυα 10Base-T Ethernet, και επειδή η αμφίδρομη λειτουργία έχει δώσει στο 10BaseT μια επιμήκυνση ζωής.

Το 10Base-T ήταν επίσης η πρώτη έκδοση Ethernet για να περιλάβει μια δοκιμή ακεραιότητας συνδέσεων για να καθορίσει την «υγεία» της σύνδεσης. Αμέσως μετά από το άνοιγμα, το PMA διαβιβάζει έναν κανονικό παλμό συνδέσεων (NLP) που λέει στο NIC άλλο άκρο της σύνδεσης ότι αυτό το NIC θέλει να καθιερώσει μια ενεργή σύνδεση:

- εάν στο NIC στο άλλο άκρο της σύνδεσης τροφοδοτείται επίσης, αποκρίνεται με την NLP του
- εάν το NIC στο άλλο άκρο της σύνδεσης δεν τροφοδοτείται, αυτό το NIC συνεχίζει να στέλνει στην NLP περίπου κάθε 16ms έως ότου να λάβει μια απάντηση.

Η σύνδεση ενεργοποιείται μόνο αφού και τα δύο NIC είναι ικανά να ανταλλάξουν έγκυρα NLP.

### 100 Mbps --Γρήγορο Ethernet

Αυξάνοντας το ποσοστό μεταφορών Ethernet από έναν παράγοντα δέκα άνω του 10Base-T δεν ήταν μια απλή στοιχειώδης εργασία και η προσπάθεια αυτή, οδήγησε στην ανάπτυξη τριών ξεχωριστών φυσικών πρότυπων στρώματος για 100 Mbps πάνω από το καλώδιο UTP: 100Base-TX και 100Base-T4 το 1995 και 100 Base -T2 το 1997.

Κάθε ένας καθορίστηκε με τις διαφορετικές απαιτήσεις κωδικοποίησης και ένα διαφορετικό σύνολο μέσω εξαρτώμενων υποστρωμάτων, ακόμα κι αν υπάρχει μερική επικάλυψη στην Καλωδίωση συνδέσεων. Ο πίνακας 7-2 συγκρίνει τα φυσικά χαρακτηριστικά στρώματος του 10Base-T με τις διάφορες εκδόσεις 100Base

*Table 7-2 Summary of 100Base-T Physical Layer Characteristics*

Ethernet Version	Transmit Symbol Rate <sup>1</sup>	Encoding	Cabling	Full-Duplex Operation
10Base-T	10 MBd	Manchester	Two pairs of UTP Category –3 or better	Supported
100Base-TX	125 MBd	4B/5B	Two pairs of UTP Category –5 or Type 1 STP	Supported
100Base-T4	33 MBd	8B/6T	Four pairs of UTP Category –3 or better	Not supported
100Base-T2	25 MBd	PAM5x5	Two pairs of UTP Category –3 or better	Supported

Ένα baud = ένα διαβιβασμένο σύμβολο ανά το δευτερόλεπτο, όπου το διαβιβασθέν σύμβολο μπορεί να περιέχει την ισοδύναμη αξία 1 ή περισσότερων δυαδικών bit.

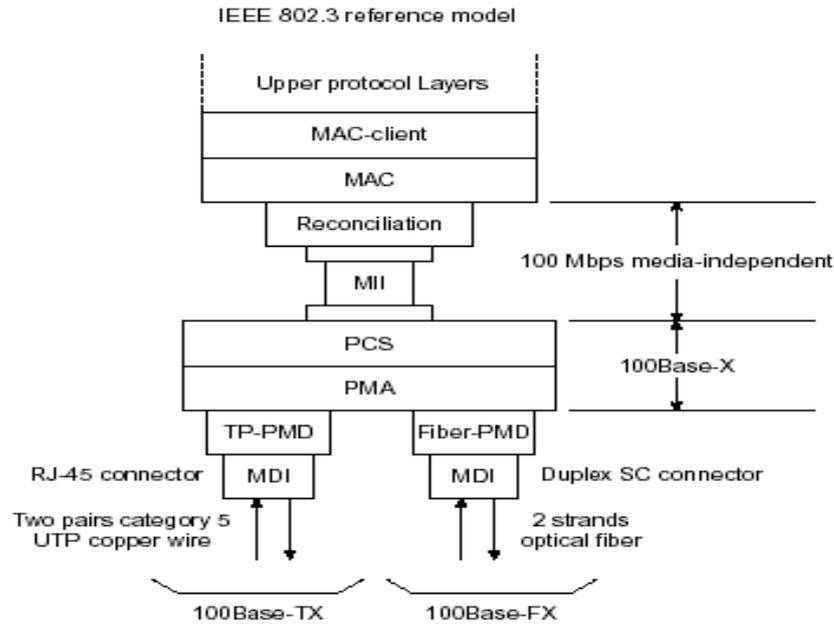
Αν και δεν ήταν και οι τρεις εκδόσεις 100- Mbps ήταν επιτυχείς στην αγορά, και οι τρεις έχουν συζητηθεί στη λογοτεχνία, και οι τρεις επηρέασαν τα μελλοντικά σχέδια. Υπό αυτήν τη μορφή, και τα τρία είναι σημαντικά.

### 100Base-X

Το 100Base-X σχεδιάστηκε για να υποστηρίξει την μεταφορά πέρα από, είτε δύο ζευγαριών της κατηγορίας 5 καλωδίων χαλκού UTP είτε δύο σκέλη της οπτικής ίνας. Αν και η κωδικοποίηση, η αποκωδικοποίηση και οι διαδικασίες αποκατάστασης ρολογιών είναι το ίδιο πράγμα και για τα δύο μέσα, η μεταφορά σημάτων είναι διαφορετική -- ηλεκτρικοί παλμοί στο χαλκό και ελαφριοί παλμοί στην οπτική ίνα.

Οι πομποδέκτες σημάτων που περιλήφθηκαν ως τμήμα της λειτουργίας PMA στο γενικό λογικό μοντέλο του σχήματος 7-14 επαναπροσδιορίστηκαν ως χωριστά φυσικά μέσω εξαρτώμενα υποστρώματα (PMD) που εμφανίστηκαν στο σχήμα 7-16.

Figure 7-16 The 100Base-X Logical Model



Η διαδικασία κωδικοποίησης 100 Base -X είναι βασισμένη στο πρότυπο FDDI οπτικό φυσικό μέσο εξαρτώμενο ινών και φυσικά μέσα εξαρτώμενα σηματοδοτώντας πρότυπα συνεστραμμένου ζεύγους χαλκού FDDI/CDDI που αναπτύσσονται από ISO και ANSI.

Το φυσικό μέσο εξαρτώμενο υπόστρωμα 100Base-TX (TP-PMD) εφαρμόστηκε με πομποδέκτες ημιαγωγών CDDI και RJ- 45 συνδέσμους.

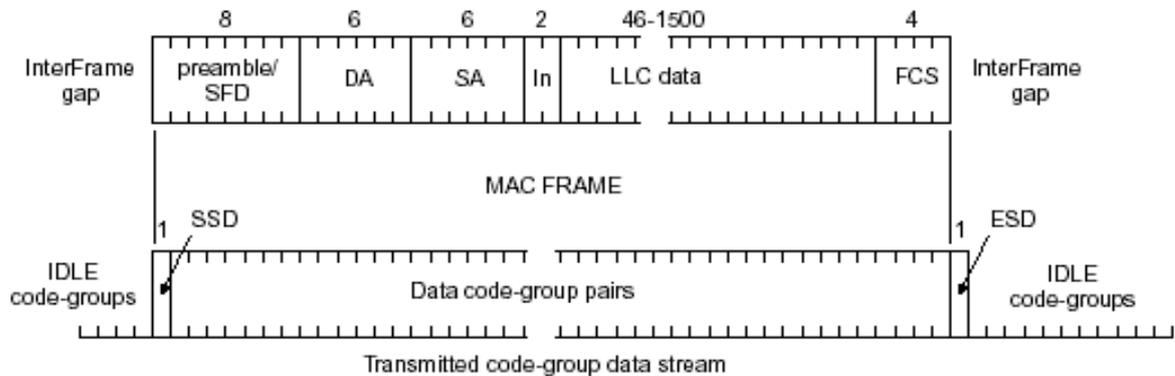
Η ίνα PMD εφαρμόστηκε με τους οπτικούς πομποδέκτες FDDI και το χαμηλού κόστους σύνδεσμο οπτικών ινών (συνήθως αποκαλούμενο duplex SC σύνδεσμο).

Η διαδικασία κωδικοποίησης 4B/5B είναι όπως η διαδικασία κωδικοποίησης που χρησιμοποιείται από το FDDI με μόνο τις δευτερεύουσες προσαρμογές για να προσαρμόσει τον έλεγχο πλαισίων Ethernet. Κάθε στοιχείο 4-δυαδικών ψηφίων (αντιπροσωπεύοντας τη μισή από μια οκτάδα στοιχείων) χαρτογραφείται σε έναν δυαδικό κώδικα 5-δυαδικών ψηφίων που είναι διαβιβασμένο bit serial πάνω στην σύνδεση. Το επεκταμένο διάστημα κώδικα που παρέχεται από τον κώδικα 32 5-δυαδικών ψηφίων επιτρέπει τη χωριστή ανάθεση για τα ακόλουθα:

- οι 16 πιθανές αξίες σε ένα στοιχείο 4-δυαδικών ψηφίων nibble (κώδικας 16).
- Τέσσερις έλεγχοι στον κώδικα που διαβιβάζεται ως ζευγάρια κώδικα για να δείξει τον οριοθετεί έναρξη πλαισίων (SSD) και τον οριοθετεί τέλος πλαισίων (ESD). Κάθε πλαίσιο της MAC είναι "τοποθετημένο σε ενθυλάκωση" για να χαρακτηρίσει και την αρχή και το τέλος του πλαισίου. Η πρώτη οκτάδα του προλόγου αντικαθίσταται με το ζευγάρι κώδικα SSD που προσδιορίζει ακριβώς τα όρια κώδικα του πλαισίου. Το ζευγάρι κώδικα ESD επισυνάπτεται μετά από τον ειδικό FCS κώδικα πεδίων
- Ένα ειδικό πλαίσιο IDLE που στέλνεται συνεχώς κατά τη διάρκεια των χασμάτων interframe για να διατηρήσει το συνεχές συγχρονισμό μεταξύ των NIC σε κάθε τέλος της σύνδεσης. Η παραλαβή IDLE ερμηνεύεται πως δείχνει ότι η σύνδεση είναι ήρεμο
- Ένδεκα άκυροι κωδικοί που δεν διαβιβάζονται σκόπιμα από NIC (αν και ένας χρησιμοποιείται από έναν επαναλήπτη που διαδίδει λαμβανόμενα σφάλματα). Η παραλαβή οποιουδήποτε άκυρου κώδικα θα προκαλέσει το εισερχόμενο πλαίσιο, να αντιμετωπιστεί ως άκυρο πλαίσιο.

Το σχήμα 7-17 δείχνει πως ένα πλαίσιο MAC ενθυλακώνετε πριν μεταδοθεί σαν 100Base-X πλαίσιο.

Figure 7-17 The 100Base-X Code-Group Stream with Frame Encapsulation

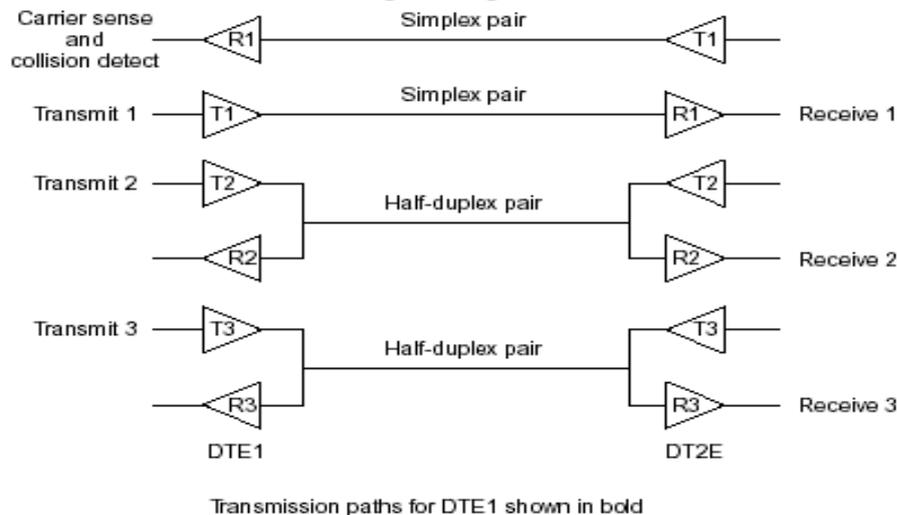


Το 100Base-TX διαβιβάζει και λαμβάνει στα ίδια ζευγάρια συνδέσεων και χρησιμοποιεί τις ίδιες αναθέσεις pin στο MDI με το 10Base-T. 100Base-TX και 100Base-FX και υποστηρίζουν την ημιαμφίδρομη και αμφίδρομη μεταφορά.

### 100Base-T4

Το 100Base-T4 αναπτύχθηκε για να επιτρέψει στα δίκτυα 10BaseT να αναβαθμιστούν στη λειτουργία των 100-Mbps χωρίς την απαίτηση της υπάρχουσας κατηγορίας 3, τέσσερα ζευγάρια καλώδια UTP για να αντικατασταθούν με τη νεώτερη κατηγορία 5. Δύο από τα τέσσερα ζευγάρια διαμορφώνονται για την ημιαμφίδρομη λειτουργία και μπορούν να υποστηρίξουν την μεταφορά σε καθεμία κατεύθυνση, αλλά μόνο προς μια κατεύθυνση σε έναν χρόνο. Τα άλλα δύο ζευγάρια διαμορφώνονται ως μονοκατευθυντικά ζευγάρια που αφιερώνονται στην μεταφορά σε μια κατεύθυνση μόνο. Η μεταφορά πλαισίων χρησιμοποιεί και τα δύο ημιαμφίδρομα ζευγάρια, συν το μονοκατευθυντικό ζευγάρι που είναι κατάλληλο για την κατεύθυνση μεταφορών, όπως φαίνεται στον αριθμό 7-18. Το μονοκατευθυντικό ζευγάρι για την αντίθετη κατεύθυνση παρέχει την αίσθηση μεταφορέων και την ανίχνευση σύγκρουσης. Η αμφίδρομη λειτουργία μπορεί να υποστηριχθεί σε 100Base-T4.

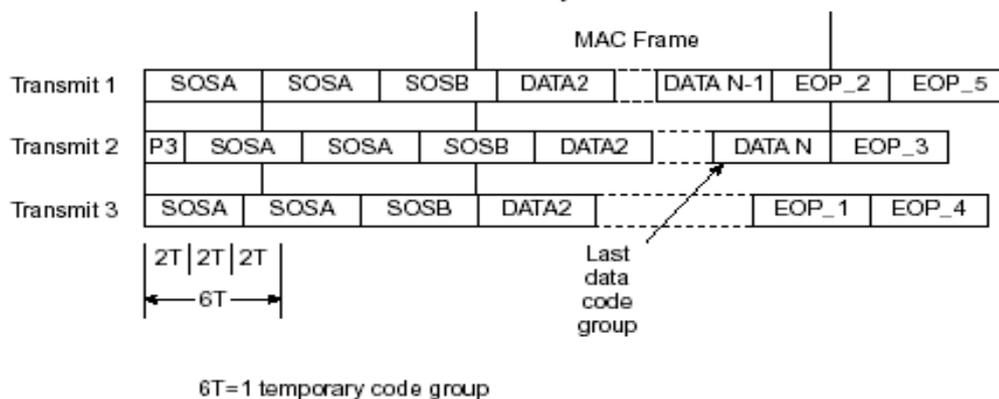
Figure 7-18 The 100Base-T4 Wire-Pair Usage During Frame Transmission



100Base-T4 χρησιμοποιεί ένα 8B6T σχέδιο κωδικοποίησης στο οποίο κάθε 8-bit δυαδική οκτάδα χαρτογραφείται σε ένα πρότυπο έξι τριαδικών (τριών επιπέδων: +1, 0, -1) συμβόλων που είναι γνωστών ως 6T κώδικας. Ο χωριστός 6T κώδικας χρησιμοποιείται για IDLE και για τον κώδικα ελέγχου που είναι απαραίτητος για την μεταφορά πλαισίων. Το IDLE που παραλαμβάνεται από την αφιερωμένη σύνδεση δείχνει ότι η σύνδεση είναι ήρεμη.

Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς πλαισίων, ο κώδικας στοιχείων 6T διαβιβάζεται σε μια καθυστερημένη round-robin ακολουθία πέρα από τα τρία διαβιβάζοντα καλώδια, όπως φαίνεται στον σχήμα 7-19. Κάθε πλαίσιο είναι τοποθετημένο σε ενθυλάκωση με τον κώδικα έναρξης της ακολουθίας και τέλος των πακέτων 6T, που χαρακτηρίζει και την αρχή και το τέλος του πλαισίου, την αρχή και το τέλος του 6T κώδικα σε κάθε ζευγάρι καλωδίων. Η παραλαβή ενός κώδικα μη-idle πέρα από το αφιερωμένο ζευγάρι για την λήψη, οποτεδήποτε προτού να λήξει το παράθυρο σύγκρουσης δείχνει ότι μια σύγκρουση έχει εμφανιστεί.

Figure 7-19 The 100Base-T4 Frame Transmission Sequence



### 100Base-T2

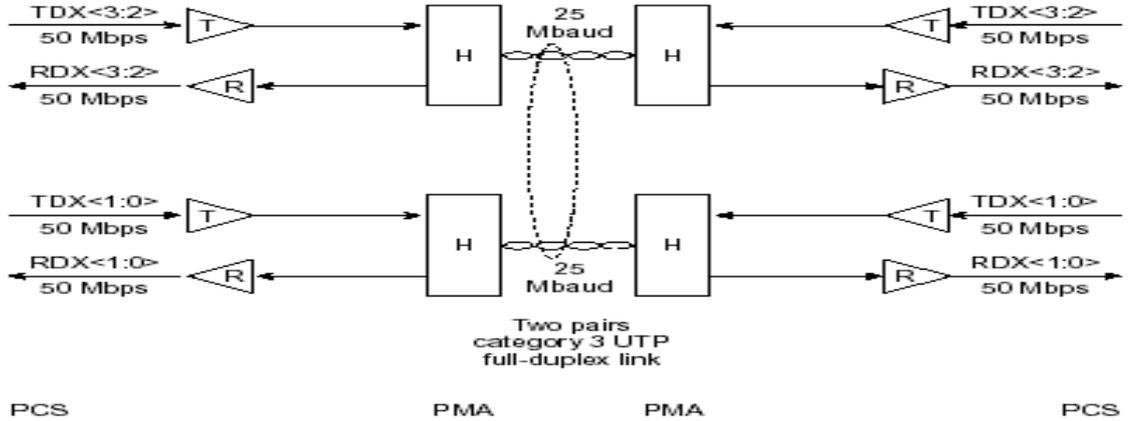
Η προδιαγραφή 100Base-T2 αναπτύχθηκε ως καλύτερη εναλλακτική λύση για την αναβάθμιση των δικτύων με την εγκατεστημένη κατηγορία 3 καλωδίωσης από ότι παρέχόταν από 100Base-T4.

Δύο σημαντικοί νέοι στόχοι καθορίστηκαν:

- να παράσχει την επικοινωνία πέρα από δύο ζευγάρια της κατηγορίας 3 ή καλύτερου καλωδίου
- για να υποστηρίξει την ημιαμφίδρομη και αμφίδρομη λειτουργία

Το 100Base-T2 χρησιμοποιεί μια διαφορετική διαδικασία μεταφορών σημάτων από οποιοσδήποτε προηγούμενες εφαρμογές Ethernet συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίων. Αντί της χρησιμοποίησης δύο μονοκατευθυντικών συνδέσεων της μορφή αμφίδρομης σύνδεσης, η αμφίδρομη μέθοδος μεταφορών ζωνών βάσης 100Base-T2 στέλνει τα κωδικοποιημένα σύμβολα ταυτόχρονα και στις δύο κατευθύνσεις και στα δύο ζευγάρια καλωδίου, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-20. Ο όρος "TDX<3:2 >" δείχνει ότι τα 2 σημαντικότερα δυαδικά ψηφία πριν κωδικοποιηθούν και μεταφερθούν. Το "RDX<3:2 >" δείχνει τα ίδια 2 δυαδικά ψηφία μετά από την παραλαβή και την αποκωδικοποίησή τους.

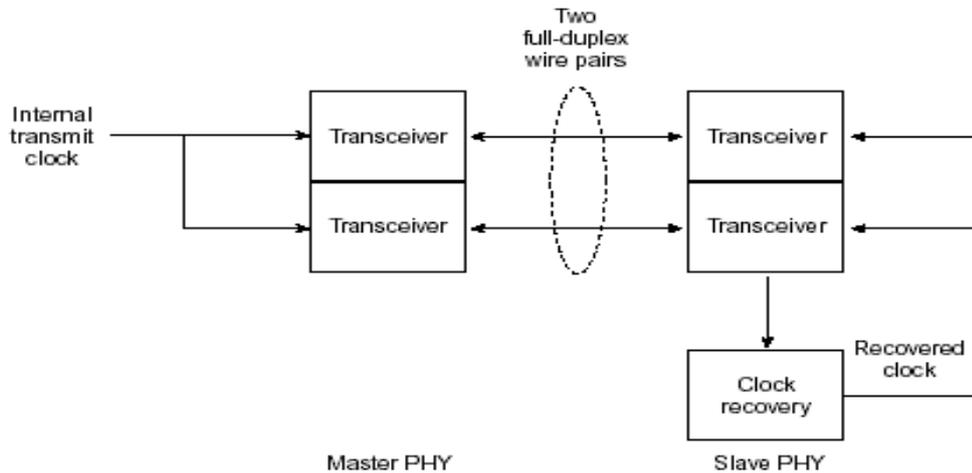
Figure 7-20 The 100Base-T2 Link Topology



H = Hybrid canceller transceiver  
 T = Transmit encoder  
 R = Receive decoder  
 Two PAM5 code symbols = One nibble

Η αμφίδρομη μεταφορά βασικής ζώνης απαιτεί από το NIC σε κάθε τέλος της σύνδεσης να διαχειρισθεί έναν αλγόριθμο συγχρονισμού master/slave. Ποιο NIC θα είναι «κύριος» και όποιο θα είναι ο «σκλάβος» καθορίζεται από το auto negotiation κατά τη διάρκεια της έναρξης των συνδέσεων. Όταν η σύνδεση είναι λειτουργική, ο συγχρονισμός είναι βασισμένος στο εσωτερικό ρολόι του «κύριου» NIC. Ο «σκλάβος» NIC χρησιμοποιεί το ανακτημένο ρολόι και για τη μετάδοση και για λήψη, όπως φαίνεται στο σχήμα 7-21. Κάθε ένας διαβιβάζει το πλαίσιο που είναι ενθυλακωμένο και ο συγχρονισμός συνδέσεων διατηρείται με ένα συνεχές ρεύμα των IDLE συμβόλων κατά τη διάρκεια των κενών του interframe.

Figure 7-21 The 100Base-T2 Loop Timing Configuration



Η διαδικασία κωδικοποίησης 100Base-T2 περιπλέκει αρχικά τα πλαίσια στοιχείων για την δημιουργία μιας τυχαίας ακολουθίας δυαδικών ψηφίων. Χαρτογραφεί έπειτα τα δύο ανώτερα δυαδικά ψηφία και τα δύο χαμηλότερα δυαδικά ψηφία κάθε ένα σε δύο πέντε επιπέδων (+ 2 ..1 ..0, -1, 2) εύρων διαμορφωμένων παλμών (PAM5) σύμβολα που διαβιβάζονται ταυτόχρονα πέρα από τα δύο ζευγάρια καλωδίου (PAM 5x5).

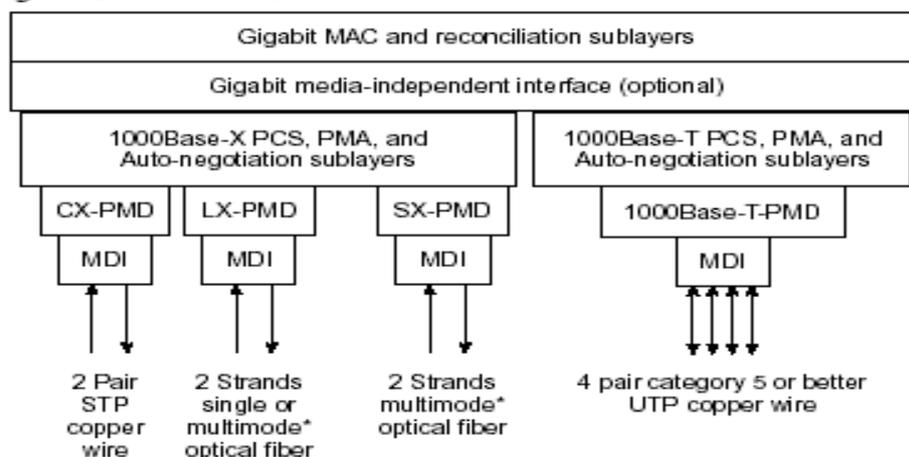
Οι διαφορετικές διαδικασίες περιπλοκής για τις μεταφορές «κυρίου» και «σκλάβων» εξασφαλίζουν ότι τα πλαίσια στοιχείων που ταξιδεύουν στις αντίθετες κατευθύνσεις στο ίδιο ζευγάρι καλωδίου είναι ασυντόνιστα.

Η λήψη σημάτων είναι ουσιαστικά η αντιστροφή της μεταφοράς σημάτων. Επειδή το σήμα σε κάθε ζευγάρι καλωδίου στο MDI είναι το ποσό του διαβιβασθέντος σήματος και του λαμβανόμενου σήματος, κάθε δέκτης αφαιρεί τα διαβιβασθέντα σύμβολα από το σήμα που παραλαμβάνεται στο MDI για να ανακτήσει τα σύμβολα στο εισερχόμενο σήμα στοιχείων. Το εισερχόμενο ζευγάρι συμβόλων αποκωδικοποιείται έπειτα και ανασυγκροτείται όπως ένα στοιχείο για τη μεταφορά στη MAC.

### 1000 Mbps -- Gigabit Ethernet

Η ανάπτυξη προτύπων Gigabit Ethernet οδήγησαν σε δύο αρχικές προδιαγραφές: 1000Base-T για το καλώδιο χαλκού UTP και το καλώδιο χαλκού 1000Base-X STP, καθώς επίσης και μονότροπη και πολύτροπη οπτική ίνα (βλ. το σχήμα 7-22).

*Figure 7-22 Gigabit Ethernet Variations*



### 1000Base-T

Το 1000Base-T Ethernet παρέχει την αμφίδρομη μεταφορά πέρα από της κατηγορίας 5 τεσσάρων ζευγαριών ή το καλύτερο καλώδιο UTP. Το 1000Base-t είναι βασισμένο κατά ένα μεγάλο μέρος στα συμπεράσματα και τις προσπελάσεις που οδήγησαν στην ανάπτυξη των γρήγορων φυσικών εφαρμογών στρώματος Ethernet:

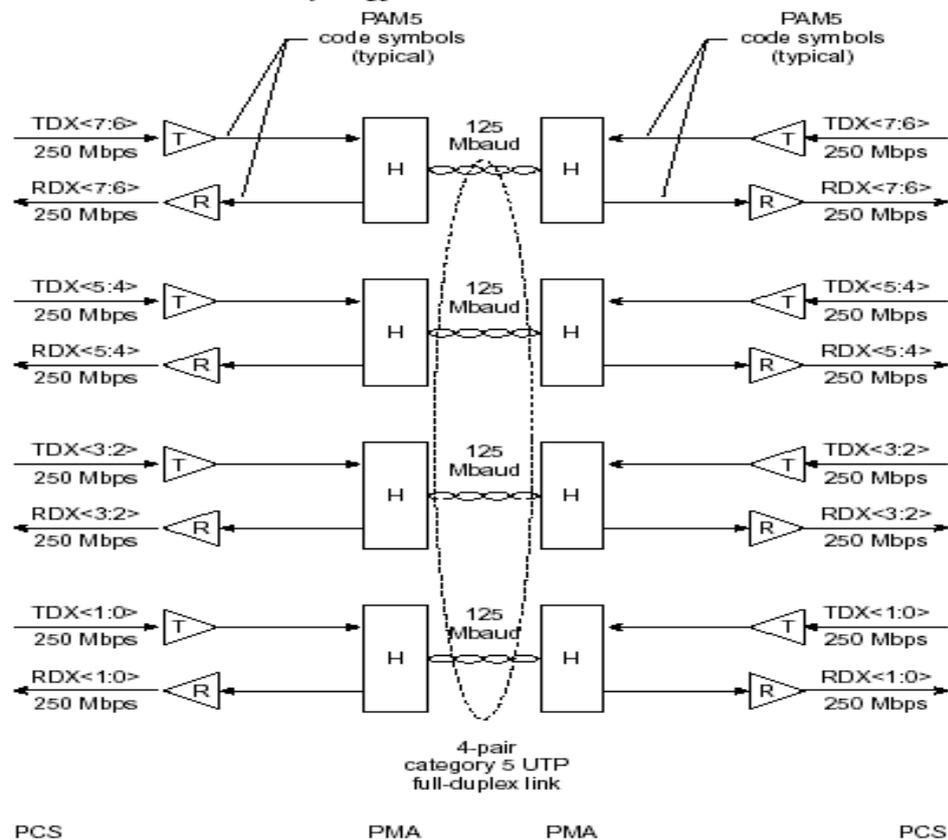
- Το 100Base-TX απέδειξε ότι τα δυαδικά πλαίσια συμβόλων θα μπορούσαν να διαβιβαστούν επιτυχώς πέρα από την κατηγορία 5 UTP καλωδίου σε 125 MBd.
- Τα 100Base-T4 παρείχαν μια βασική κατανόηση των προβλημάτων που αφορούσαν την αποστολή των πολλαπλών επιπέδων σημάτων άνω των τεσσάρων ζευγαριών καλωδίων
- Το 100Base-T2 απέδειξε ότι η PAM5 κωδικοποίηση, που συνδέθηκε με την ψηφιακή επεξεργασία σημάτων, θα μπορούσε να χειριστεί ταυτόχρονα και τα αμφίδρομα πλαίσια στοιχείων και τα πιθανά προβλήματα «λογομαχίας» ως αποτέλεσμα των ξένων σημάτων στα παρακείμενα ζευγάρια καλωδίου.

Το 1000Base-T περιπλέκει κάθε οκτάδα στο πλαίσιο της MAC για να δημιουργήσει μια τυχαία ακολουθία δυαδικών ψηφίων προτού να κωδικοποιηθεί χρησιμοποιώντας την 4-D, 8-state trellis πρόσθια διόρθωση σφάλματος (FEC) κωδικοποίηση, στην οποία τέσσερα PAM5 σύμβολα στέλνονται συγχρόνως πάνω από τέσσερα ζευγάρια καλωδίων.

Τέσσερα από τα πέντε επίπεδα σε κάθε PAM5 σύμβολο αντιπροσωπεύουν 2 bit στην οκτάδα στοιχείων. Το πέμπτο επίπεδο χρησιμοποιείται για την κωδικοποίηση FEC, η οποία βελτιώνει τον θόρυβο και την «λογομαχία» για την αποκατάσταση των συμβόλων κατά την παρουσία τους. Οι χωριστές αναλογικές συσκευές περιπλοκής για τον κύριο και το σκλάβο PHY δημιουργούν ουσιαστικά τα ασύνδετα ρεύματα στοιχείων μεταξύ των δύο αντίθετα διακινούμενων συμβόλων σε κάθε ζευγάρι καλωδίου.

Η 1000Base-T τοπολογία συνδέσεων εμφανίζεται στο σχήμα 7-23. Ο όρος "TDX<7:6>" δείχνει τα 2 σημαντικότερα δυαδικά ψηφία στην οκτάδα στοιχείων πριν κωδικοποιηθεί και μεταφερθεί. Ο όρος "RDX<7:6>" δείχνει τα ίδια 2 δυαδικά ψηφία μετά από την παραλαβή και την αποκωδικοποίηση.

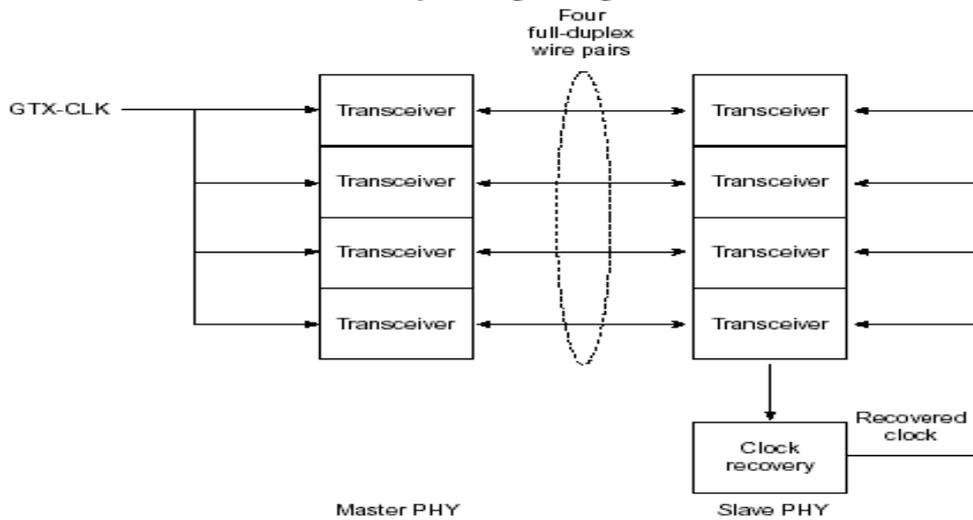
Figure 7-23 The 1000Base-T Link Topology



H = Hybrid canceller transceiver  
T = Transmit encoder  
R = Receive decoder  
Four PAM5 code symbols = One 4D-PAM5 code group

Οι διαδικασίες συγχρονισμού βρόχων αποκατάστασης ρολογιών κύριων /σκλάβων είναι ουσιαστικά όπως εκείνοι που χρησιμοποιούνται στο 100Base-T2(βλ. το σχήμα 7-24). Ποιο NIC θα είναι κύριος (χαρακτηριστικά σε έναν NIC ενδιάμεσο κόμβο δικτύων multiport) και όποιος θα είναι ο σκλάβος καθορίζεται κατά τη διάρκεια του auto negotiation.

Figure 7-24 1000Base-T Master/Slave Loop Timing Configuration

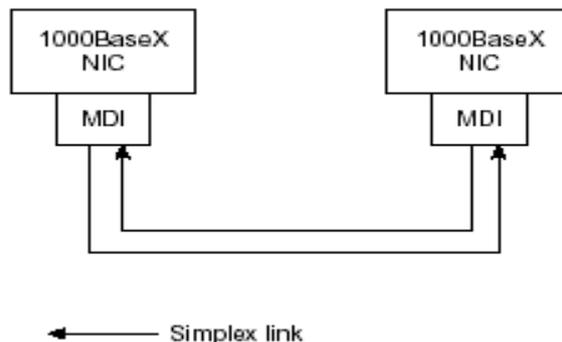


Κάθε ένας διαβιβασθέν πλαίσιο είναι ενθυλακωμένο με τους οριοθέτες έναρξης και τέλους πλαισίων και ο συγχρονισμός βρόχων διατηρείται από τα συνεχή πλαίσια των IDLE συμβόλων που στέλνονται σε κάθε ζευγάρι καλωδίου κατά τη διάρκεια των κενών ψηφίων interframe. Το 1000Base-t υποστηρίζει και την ημιαμφίδρομη και αμφίδρομη λειτουργία.

### 1000Base-X

Και οι τρεις εκδόσεις 1000Base-X υποστηρίζουν την αμφίδρομη δυαδική μεταφορά σε 1250 Mbps πέρα από δύο σκέλη της οπτικής ίνας ή το καλώδιο χαλκού δύο STP, όπως φαίνεται στο σχήματος 7-25. Η κωδικοποίηση μεταφορών είναι βασισμένο στο σχέδιο κωδικοποίησης καναλιών 8B/10B ιών της ANSI. Κάθε οκτάμπιτη οκτάδα στοιχείων χαρτογραφείται σε έναν κώδικα 10-δυαδικών ψηφίων για την ψηφίο-τμηματική μεταφορά. Όπως τις προηγούμενες εκδόσεις Ethernet, κάθε πλαίσιο στοιχείων είναι τοποθετημένο σε ενθυλάκωση στο φυσικό στρώμα πριν από την μεταφορά και ο συγχρονισμός συνδέσεων διατηρείται με την αποστολή ενός συνεχούς πλαισίου του IDLE κώδικα κατά τη διάρκεια των κενών interframe. Όλα τα φυσικά στρώματα 1000Base-X υποστηρίζουν και την ημιαμφίδρομη και αμφίδρομη λειτουργία.

Figure 7-25 1000Base-X Link Configuration



Οι κύριες διαφορές μεταξύ των εκδόσεων 1000Base-X είναι τα μέσα συνδέσεων και οι σύνδεσμοι που οι ιδιαίτερες εκδόσεις θα υποστηρίξουν και στην περίπτωση των οπτικών μέσων, το μήκος κύματος του οπτικού σήματος (βλ. τον πίνακα 7-3).

**Table 7-3 1000Base-X Link Configuration Support**

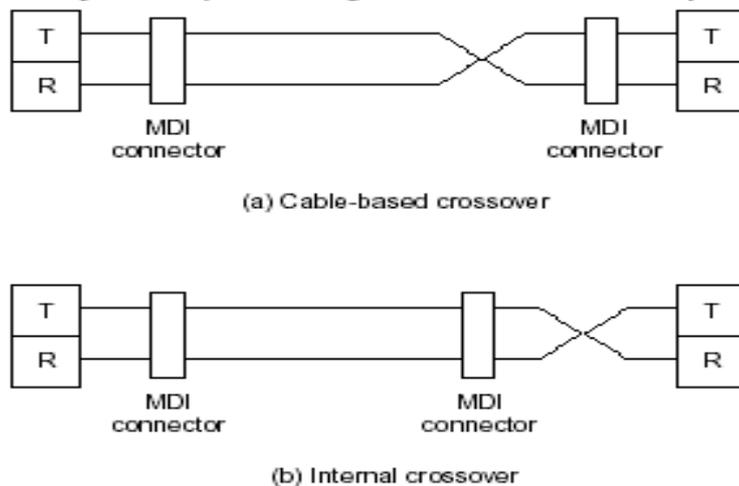
Link Configuration	1000Base-CX	1000Base-SX (850 nm Wavelength)	1000Base-LX (1300 nm Wavelength)
150 Ω STP copper	Supported	Not supported	Not supported
125/62.5 μm multimode optical fiber <sup>1</sup>	Not supported	Supported	Supported
125/50 μm multimode optical fiber	Not supported	Supported	Supported
125/10 μm single mode optical fiber	Not supported	Not supported	Supported
Allowed connectors	IEC style 1 or Fibre Channel style 2	SFF MT-RJ or Duplex SC	SFF MT-RJ or Duplex SC

**Καλωδίωση δικτύων – οι απαιτήσεις συμβατότητας συνδέσεων**

Η ικανότητα διασύνδεσης απαιτεί ότι οι συσκευές αποστολής σημάτων σε κάθε άκρο της σύνδεσης, συνδέονται με τους δέκτες στο άλλο άκρο της σύνδεσης. Εντούτοις, επειδή οι σύνδεσμοι καλωδίων και στα δύο άκρα της σύνδεσης «κλειδώνονται» στο ίδιο σημείο, οι αγωγοί πρέπει να διασχίσουν κάποιο σημείο για να εξασφαλίσουν ότι τα αποτελέσματα συσκευών αποστολής σημάτων συνδέονται πάντα με τις εισόδους δεκτών.

Δυστυχώς, όταν εμφανίστηκε αυτή η απαίτηση αρχικά στην ανάπτυξη του 10Base-T, η IEEE 802.3 επέλεξε να μην καταρτίσει έναν σκληρό κανόνα ως προς το εάν η διασταύρωση πρέπει να εφαρμοστεί στο καλώδιο όπως φαίνεται στον αριθμό 7- 26α ή εάν πρέπει να εφαρμοστεί εσωτερικά όπως φαίνεται στον αριθμό 7- 26β.

**Figure 7-26 Alternative Ways for Implementing the Link Crossover Requirement**



Αντ’ αυτού, η IEEE 802.3 καθόρισε δύο κανόνες και έκανε δύο συστάσεις:

- πρέπει να υπάρξει ένας περίεργος αριθμός διασταυρώσεων σε όλες τις πολυαγωγού συνδέσεις

- εάν ένα PMD είναι εξοπλισμένο με μια εσωτερική διασταύρωση, το MDI του πρέπει σαφώς να ονομαστεί με τη γραφική εφαρμογή συμβόλων X
- μια εσωτερική λειτουργία διασταυρώσεων είναι προαιρετική
- όταν συνδέεται ένα DTE με μια πόρτα επαναληπτών ή διακοπτών (DCE), συστήνεται ότι η διασταύρωση εφαρμόζεται μέσα στην πόρτα του DCE.

Το ενδεχόμενο αποτέλεσμα ήταν ότι οι πόρτες στα περισσότερα DCE εξοπλίστηκαν με PMD που περιείχε τα εσωτερικά στοιχεία κυκλώματος διασταυρώσεων και τα DTE είχαν PMD χωρίς τις εσωτερικές διασταυρώσεις.

Αυτό οδήγησε στον ακόλουθο συχνά αναφερόμενο σταθερό "κανόνα εγκαταστάσεων":

- χρησιμοποιήστε ένα straight-through καλώδιο κατά τη σύνδεση του DTE με το DCE. Χρησιμοποιήστε ένα καλώδιο διασταυρώσεων κατά τη σύνδεση του DTE στο DTE ή DCE σε DCE.

Δυστυχώς, ο σταθερός κανόνας δεν εφαρμόζεται σε όλες τις εκδόσεις Ethernet που έχουν αναπτυχθεί μετά το 10Base-T.

Δεδομένου ότι τα πράγματα είναι σταθερά τώρα, ο ακόλουθος είναι ο αληθινός:

- Όλα τα βασισμένα σε οπτική ίνα συστήματα χρησιμοποιούν τα καλώδια που εφαρμόζουν τη διασταύρωση μέσα στο καλώδιο.
- Όλα τα συστήματα 100Base που χρησιμοποιούν τις συνδέσεις συνεστραμμένου ζεύγους χρησιμοποιούν τους ίδιους κανόνες και τις συστάσεις όπως το 10Base-T.
- Στα 1000Base-Ta NIC μπορεί να εφαρμόσει μια επιλέξιμη εσωτερική προαιρετική δυνατότητα διασταυρώσεων που μπορεί να συζητηθεί και να επιδοθεί κατά τη διάρκεια του auto negotiation. Όταν η επιλέξιμη προαιρετική δυνατότητα διασταυρώσεων δεν εφαρμόζεται, οι κανόνες 10Base-T και οι συστάσεις εφαρμόζονται.

### **Επιλέγοντας UTP –Συστατικά και μέσα βασικής κατηγορίας**

Ήδη, πρέπει να είναι προφανές ότι τα UTP που είναι βασισμένα στα NIC είναι διαθέσιμα για τις εφαρμογές 10- Mbps, 100- Mbps, και 1000- Mbps. Η επιλογή είναι σχετικά απλή και για τη λειτουργία 10- Mbps και 1000- Mbps: 10Base-T και 1000Base-T. Από τις προηγούμενες συζητήσεις, εντούτοις, δεν θα φαινόταν να είναι αυτό απλό για τις εφαρμογές 100- Mbps. Αν και τρία UTP που είναι βασισμένα στα NIC καθορίζονται για 100 Mbps, η αγορά έχει στενέψει αποτελεσματικά την επιλογή ακριβώς σε 100Base-TX, το οποίο έγινε ευρέως διαθέσιμο κατά τη διάρκεια του πρώτου εξάμηνου του 1995:

- Όταν εμφανίστηκαν αρχικά τα προϊόντα 100Base-T4 στην αγορά, 100Base-TX ήταν καλά περιχαρακωμένο και η ανάπτυξη της αμφίδρομης προαιρετικής δυνατότητας, που το 100Base-T4 δεν θα μπορούσε να υποστηρίξει, ήταν εν εξελίξει
- Αφού τα πρότυπα 100Base-T2 δεν εγκρίθηκαν μέχρι την άνοιξη του 1997, ήταν αργά για να ενδιαφέρουν την αγορά. Κατά συνέπεια, τα προϊόντα 100Base-T2 δεν κατασκευάστηκαν ποτέ.

Διάφορες επιλογές έχουν προσδιοριστεί επίσης για τα μέσα UTP: Κατηγορία 3 ..4 ..5, ή 5E. Οι διαφορές είναι το κόστος καλωδίων και η δυνατότητα κάλυψης ποσοστού μεταφορών και τα δύο αυξάνονται ανάλογα με τους αριθμούς κατηγορίας. Εντούτοις, οι απαιτήσεις ποσοστού μεταφορών ρευμάτων και το κόστος καλωδίων δεν πρέπει να είναι οι παράγοντες απόφασης στην επιλογή ποιας κατηγορίας καλωδίων να εγκατασταθούν. Για να επιτραπούν για τις μελλοντικές ανάγκες του ποσοστού μεταφορών, τα καλώδια χαμηλότερα από την κατηγορία 5 δεν πρέπει να ληφθούν καν υπ' όψιν, και εάν τα Gigabit ποσοστά είναι μια πιθανή μελλοντική ανάγκη, η κατηγορία 5E πρέπει να εξεταστεί σοβαρά:

- οι δαπάνες εργασίας εγκατάστασης είναι ουσιαστικά σταθερές γιατί όλους τους τύπους καλωδίων τεσσάρων ζευγαριών UTP
- το κόστος εργασίας για το εγκατεστημένο καλώδιο (αφαιρώντας την υπάρχοντος και την εγκατάσταση νέου) είναι χαρακτηριστικά μεγαλύτερο από το κόστος του αρχικού καλωδίου UTP εγκαταστάσεων
- το καλώδιο UTP είναι προς τα πίσω-συμβατό. Το καλώδιο υψηλής κατηγορίας θα υποστηρίξει την χαμηλότερη κατηγορία NIC, αλλά όχι την vice versa.
- Η φυσική ζωή του καλωδίου UTP (δεκαετίες) είναι πολύ μακρύτερη από τη χρησιμοποιήσιμη ζωή του συνδεδεμένου εξοπλισμού.

### **Auto negotiation -- Μια προαιρετική μέθοδος για αυτόματους λειτουργικούς τρόπους συνδέσεων**

Ο σκοπός του auto negotiation είναι να βρει έναν τρόπο για δύο NIC που μοιράζονται μια σύνδεση UTP να επικοινωνήσουν το ένα με το άλλο, ανεξάρτητα από το εάν και τα δύο εφαρμόσαν το ίδιο σύνολο έκδοσης Ethernet ή προαιρετικής δυνατότητας.

Το Auto negotiation εκτελείται συνολικά μέσα στα φυσικά στρώματα κατά τη διάρκεια της έναρξης συνδέσεων, χωρίς οποιαδήποτε πρόσθετα γενικά έξοδα είτε στη MAC ή στα υψηλότερα στρώματα πρωτοκόλλου. Το Auto negotiation επιτρέπει σε UTP βασισμένα σε NIC να κάνουν τα ακόλουθα:

- Να διαφημίζουν την έκδοση Ethernet τους και οποιοσδήποτε προαιρετικές δυνατότητες κάλυψης του NIC στο άλλο άκρο της σύνδεσης
- Να αναγνωρίζουν την παραλαβή και η κατανόηση των λειτουργικών τρόπων που και τα δύο NIC μοιράζονται
- Να απορρίπτουν οποιοσδήποτε λειτουργικούς τρόπους που δεν είναι κοινοί
- Να διαμορφώνουν κάθε NIC για υψηλού επιπέδου λειτουργικό τρόπο το οποίο και τα δύο NIC μπορούν να υποστηρίξουν.

Το Auto negotiation προσδιορίζονται ως προαιρετική δυνατότητα για το 10Base-T, 100Base-TX, και 100Base-T4, αλλά αυτό απαιτείται για το 100Base-T2 και τις εφαρμογές 1000Base-T. Ο πίνακας 7-4 εμφανίζει λίστα με τα καθορισμένα επίπεδα προτεραιότητας επιλογής (υψηλότερο επίπεδο = κορυφαία προτεραιότητα) για UTP-βασισμένο σε Ethernet NIC.

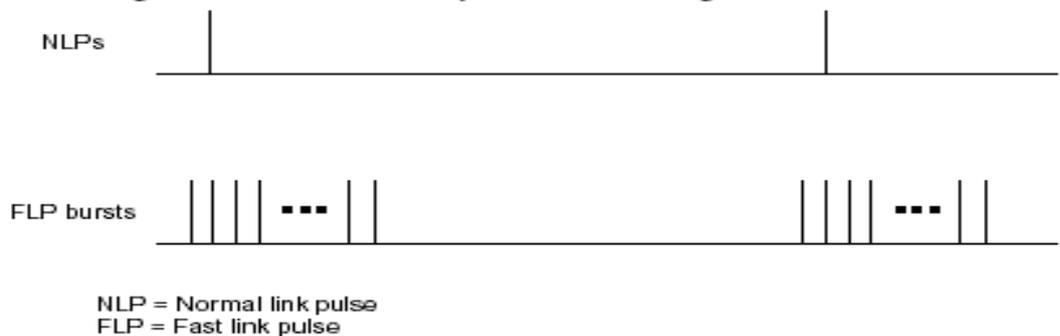
**Table 7-4 The Defined Autonegotiation Selection Levels for UTP NICs**

Selection Level	Operational Mode	Maximum Total Data Transfer Rate (Mbps) <sup>1</sup>
9	1000Base-T full-duplex	2000
8	1000Base-T half-duplex	1000
7	100Base-T2 full-duplex	200
6	100Base-TX full-duplex	200
5	100Base-T2 half-duplex	100
4	100Base-T4 half-duplex	100
3	100Base-TX half-duplex	100
2	10Base-T full-duplex	20
1	10Base-T half-duplex	10

<sup>1</sup>Επειδή η αμφίδρομη λειτουργία επιτρέπει την ταυτόχρονη διπλής κατεύθυνσης μεταφορά, το μέγιστο συνολικό ποσοστό μεταφοράς για την αμφίδρομη λειτουργία είναι το διπλό ημιαμφίδρομο ποσοστό μεταφορών.

Η λειτουργία auto negotiation σε UTP βασισμένο σε NIC χρησιμοποιεί μια τροποποιημένη ακολουθία παλμού ακεραιότητας συνδέσεων 10Base-T στην οποία τα NLP αντικαθίστανται από τις εκρήξεις των γρήγορων παλμών συνδέσεων (FLP), όπως φαίνεται στο σχήμα 7-27. Κάθε έκρηξη FLP είναι μια εναλλασσόμενη ακολουθία ρολογιών/ στοιχείων στην οποία τα δυαδικά ψηφία στοιχείων, στην έκρηξη προσδιορίζουν τους λειτουργικούς τρόπους που υποστηρίζονται με τη διαβίβαση NIC και παρέχουν επίσης τις πληροφορίες που χρησιμοποιούνται από το μηχανισμό χειραγώγισης auto negotiation. Εάν στο NIC του άλλου άκρου της σύνδεσης υπάρχει ένα συμβατό NIC αλλά δεν έχει την δυνατότητα κάλυψης auto negotiation, μια παράλληλη λειτουργία ανίχνευσης του επιτρέπει ακόμα να είναι αναγνωρίσιμο. Ένα NIC που αποτυγχάνει να αποκριθεί στις εκρήξεις FLP και επιστρέφει μόνο NLP αντιμετωπίζεται ως 10Base-T ημιαμφίδρομο NIC.

**Figure 7-27 Autonegotiation FLP Bursts Replace NLPs During Link Initiation**



Από πρώτη ματιά, μπορεί να φαίνεται ότι η διαδικασία auto negotiation θα επέλεγε πάντα τον τρόπο που υποστηρίζεται από την NIC με δυνατότητα κάλυψης εκμισθωτών, η οποία θα ήταν η περίπτωση που και τα δύο NIC χρησιμοποιούν τις ίδιες διαδικασίες κωδικοποίησης και τη διαμόρφωση συνδέσεων.

Παραδείγματος χάριν, εάν και τα δύο NIC είναι 100Base-TX αλλά μόνο το ένα υποστηρίζει την αμφίδρομη λειτουργία, ο διαπραγματευόμενος λειτουργικός τρόπος θα είναι ημιαμφίδρομο 100Base-TX. Δυστυχώς, οι διαφορετικές εκδόσεις 100Base δεν είναι συμβατές η μια με την άλλη στα 100 Mbps, και ένα αμφίδρομο 100Base-TX NIC που διαπραγματεύεται με ένα 100Base-T4 NIC θα λειτουργούσε στον ημιαμφίδρομο τρόπο 10Base-T.

Το Auto negotiation στο 1000Base-X NIC είναι παρόμοιο με το auto negotiation στα UTP βασικά συστήματα, εκτός από το ότι εφαρμόζεται αυτήν την περίοδο μόνο στις συμβατές συσκευές 1000Base-X και περιορίζεται αυτήν την περίοδο, στο να διαπραγματευτεί μόνο την ημιαμφίδρομη ή αμφίδρομη λειτουργία και την κατεύθυνση ελέγχου ροής.

### **Επιλογή των συστατικών 1000Base-X και μέσων**

Αν και ο πίνακας 7-3 εμφανίζει ότι υπάρχει ιδιαίτερη ευελιξία της επιλογής στα μέσα συνδέσεων 1000Base-X, δεν υπάρχει συνολική ευελιξία. Μερικές επιλογές προτιμώνται περισσότερο από άλλες:

- Τα NIC και στα δύο άκρα της σύνδεσης πρέπει να είναι της ίδιας έκδοσης 1000Base-X (CX, LX, ή SX) και οι σύνδεσμοι συνδέσεων πρέπει να ταιριάζουν με τους NIC συνδέσμους.
- Η προδιαγραφή 1000Base-CX επιτρέπει είτε σε στυλ 1 ή στυλ 2 συνδέσμους, αλλά το στυλ 2 προτιμάται επειδή μερικοί στυλ 1 σύνδεσμοι δεν είναι κατάλληλοι για τη λειτουργία σε 1250 Mbps. Οι 1000Base-CX συνδέσεις είναι προοριζόμενες για τη χρήση «μπαλώματος» μέσα σε ένα «ντουλάπι» επικοινωνιών και είναι περιορισμένες σε 25 μέτρα
- Το 1000Base-LX και οι προδιαγραφές 1000Base-SX επιτρέπουν είτε το παράγοντα της μορφής SFF MT-RJ ή τους μεγαλύτερους διπλούς SC συνδέσμους. Επειδή οι σύνδεσμοι SFF MT-RJ είναι μόνο οι μισοί σε μέγεθος από τους διπλούς SC συνδέσμους, και επειδή το διάστημα είναι πρώιμο, οι σύνδεσμοι SFF MT-RJ μπορούν να γίνουν οι κυρίαρχοι πομποδέκτες.
- 1000Base-LX πομποδέκτες κοστίζουν γενικά περισσότερο από 1000Base-SX πομποδέκτες
- Η μέγιστη λειτουργούσα σειρά για τις οπτικές ίνες εξαρτάται και από το μήκος κύματος μεταφορών και από την εκτίμηση εύρους ζώνης συχνοτήτων (MHz.km) της ίνας. Δείτε τον πίνακα 7-5.

**Table 7-5 Maximum Operating Ranges for Common Optical Fibers**

<b>Fiber Core Diameter/Modal Bandwidth</b>	<b>1000Base-SX (850 nm Wavelength)</b>	<b>1000Base-LX (1300 nm Wavelength)</b>
62.5 μm multimode fiber (200/500) MHz.km	275 meters	550 meters <sup>1</sup>
50 μm multimode fiber (400/400) MHz.km	500 meters	550 meters <sup>1</sup>
50 μm multimode fiber (500/500) MHz.km	550 meters	550 meters <sup>1</sup>
10 μm single-mode fiber	Not supported	5000 meters

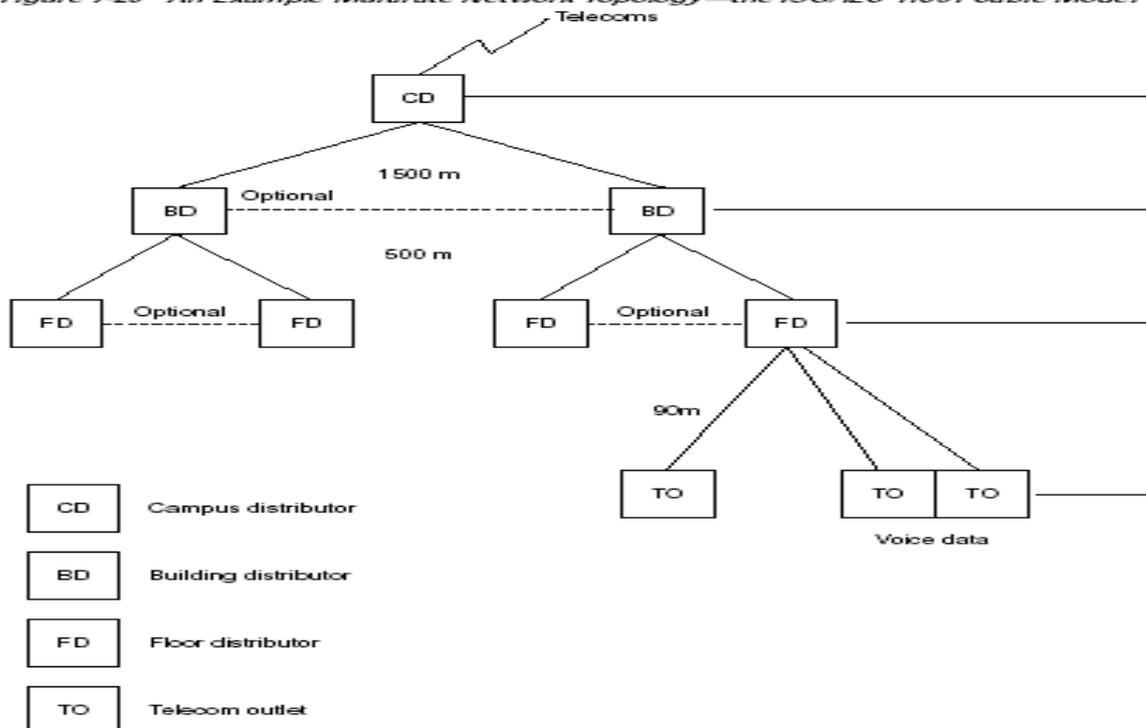
(1) Οι πομποδέκτες 1000Base-LX μπορούν επίσης να απαιτήσουν τη χρήση μιας όψεως-έναρξης, τρόπου που ρυθμίζει τα «μπαλώματα» κατά την ένωση με μερικές υπάρχουσες πολύτροπες ίνες.

Οι λειτουργούσες σειρές που εμφανίζονται στον πίνακα 7-5 είναι εκείνες που προσδιορίζονται στα IEEE 802.3 πρότυπα. Στην πράξη, εντούτοις, η μέγιστη λειτουργούσα σειρά για τους πομποδέκτες LX πάνω από πολύτροπη ίνα 62,5 χιλ. είναι περίπου 700 μέτρα, και μερικοί πομποδέκτες LX ήταν κατάλληλοι για να υποστηρίξουν μια λειτουργούσα σειρά 10.000 μέτρων πέρα από την single-mode ίνα.

### Τα δίκτυα Ethernet Multiple-Rate

Δεδομένων των ευκαιριών που εμφανίζονται από το παράδειγμα στα προηγούμενα τμήματα, αυτό δεν μας προκαλεί έκπληξη ότι τα περισσότερα μεγάλα δίκτυα Ethernet εφαρμόζονται τώρα με ένα μίγμα των ποσοστών μεταφορών και των μέσων συνδέσεων, όπως φαίνεται στο μοντέλο καλωδίων στον σχήμα 7-29.

Figure 7-29 An Example Multirate Network Topology—the ISO/IEC 11801 Cable Model



Το πρότυπο καλώδιο ISO/IEC 11801 είναι το μοντέλο δικτύων στο οποίο τα IEEE 802.3 πρότυπα είναι βασισμένα:

- Διανομές πανεπιστημιούπολεων – ο όρος πανεπιστημιούπολη αναφέρεται σε μια δυνατότητα σύνδεσης με δύο ή περισσότερα κτήρια σε μια σχετικά μικρή περιοχή. Αυτό είναι το κεντρικό σημείο της σπονδυλικής στήλης πανεπιστημιούπολεων και το σημείο σύνδεσης των τηλεπικοινωνιών με τον έξω κόσμο. Σε Ethernet LANs, ο διανομές πανεπιστημιούπολεων θα ήταν χαρακτηριστικά ένας διακόπτης Gigabit με την δυνατότητα διανομέα κάλυψης τηλεπικοινωνιών
- Διανομών κτιρίων -- αυτό είναι το σημείο σύνδεσης της οικοδομών στη σπονδυλική στήλη των πανεπιστημιούπολεων. Ένας διανομέας Ethernet θα ήταν χαρακτηριστικά ένα 1000/100 ή 1000/100/10- Mbps διακόπτης.

- Διανομέας πατωμάτων -- αυτό είναι το σημείο σύνδεσης των πατωμάτων με τον διανομέα κτιρίων. Το ISO/IEC 11801 συστήνει, τουλάχιστον έναν διανομέα πατωμάτων για κάθε 1000 τετρ. μέτρα σε περιβάλλοντα γραφείων και εάν είναι δυνατόν, έναν χωριστό διανομέα για κάθε πάτωμα στο κτίριο. Ένας διανομέας πατωμάτων Ethernet θα ήταν χαρακτηριστικά 1000/100/10 ή 100/10- Mbps διακόπτης
- Τηλεπικοινωνιακές έξοδοι -- αυτό είναι το σημείο σύνδεσης δικτύων για τα PC, τους τερματικούς σταθμούς, και τους κεντρικούς εκτυπωτές. Οι κεντρικοί υπολογιστές αρχείων συνδυάζονται χαρακτηριστικά και συνδέονται άμεσα με την πανεπιστημιούπολη, το κτίριο, ή με τους διανομείς πατωμάτων, ανάλογα με την περίπτωση για την προοριζόμενη χρήση τους.
- Καλωδίωση σπονδυλικών στηλών πανεπιστημιούπολεων - αυτό είναι χαρακτηριστικά μονό ή πολλαπλό καλώδιο που διασυνδέει τον κεντρικό διανομέα πανεπιστημιούπολεων με κάθε έναν από τους διανομείς της σπονδυλικής στήλης των οικοδομών
- Καλωδίωση της σπονδυλικής στήλης των οικοδομών -- αυτό είναι χαρακτηριστικά κατηγορίας 5 ή καλύτερο UTP ή πολύτροπη ίνα που διασυνδέει το διανομέα κτιρίων με κάθε έναν από τους διανομείς πατωμάτων στο κτίριο.
- Οριζόντια καλωδίωση -- αυτό είναι κυρίως κατηγορία 5 ή καλύτερο καλώδιο UTP, αν και μερικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούν την πολύτροπη ίνα.

Όπως με την επιλογή καλωδίων UTP, η επιλογή των μέσων συνδέσεων και των ενδιάμεσων κόμβων δικτύων πρέπει πάντα να γίνει στοχεύοντας στις μελλοντικές ανάγκες του ποσοστού μεταφορών και την προσδοκία ζωής των στοιχείων δικτύων, όσο απρόβλεπτα μπορούν να είναι. Τη δεκαετία του '90, στο τοπικό LAN τα ποσοστά μεταφορών αυξήθηκαν 100 φορές και, μέχρι το 2002, θα αυξηθούν 10 φορές ακόμα.

Αυτό δεν σημαίνει ότι όλοι – ή μερικοί – τελικοί σταθμοί και οι διασυνδέουσες συνδέσεις τους θα απαιτήσουν την Gigabit δυνατότητα κάλυψης. Αυτό σημαίνει, εντούτοις, ότι οι κεντρικότεροι κόμβοι δικτύων (όπως οι περισσότεροι διανομείς πανεπιστημιούπολεων και πολλοί κτιριακοί διανομείς) πρέπει να εξοπλιστούν με την δυνατότητα κάλυψης Gigabit και ότι όλοι οι διανομείς πατωμάτων πρέπει να έχουν δυνατότητα κάλυψης τουλάχιστον 100 Mbps. Επίσης σημαίνει ότι όλοι οι διακόπτες δικτύων πρέπει να είναι nonblocking και ότι όλες οι πόρτες πρέπει να έχουν την αμφίδρομη δυνατότητα κάλυψης και ότι οποιοσδήποτε νέες συνδέσεις σπονδυλικών στηλών πανεπιστημιούπολεων πρέπει να εγκατασταθούν με την μονότροπη ίνα.

### **Η διαχείριση δικτύων**

Όλες οι προδιαγραφές Ethernet υψηλής ταχύτητας περιλαμβάνει τους καθορισμούς για τα διαχειριζόμενα αντικείμενα και τους πράκτορες ελέγχου που είναι συμβατοί με το απλό διοικητικό πρωτόκολλο δικτύων (SNMP) και που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να συλλέξει τις στατιστικές για τη λειτουργία των κόμβων δικτύων και για να βοηθήσει στη διαχείριση δικτύων. Επειδή οι πληροφορίες χρηστών είναι ανεκδοτικές, στην καλύτερη περίπτωση και έρχονται συνήθως πολύ μετά από το γεγονός, όλα τα μεγάλα δίκτυα πρέπει τουλάχιστον να διαμορφωθούν με τους διοικούμενους διακόπτες και τους κεντρικούς υπολογιστές δικτύων, για να εξασφαλίσουν ότι τα πιθανά προβλήματα και οι δυσχέρειες μπορούν να προσδιοριστούν προτού να προκαλέσουν σοβαρή επιδείνωση στην λειτουργία των δικτύων.

## Μεταναστεύοντας στα δίκτυα υψηλός-ταχύτητας

Ήδη, πρέπει να είναι προφανές ότι η αναβάθμιση των υπαρχόντων δικτύων χαρακτηριστικά, δεν απαιτεί τις χονδρικές αλλαγές εξοπλισμού ή μέσων, αλλά απαιτεί τη γνώση της διαμόρφωσης δικτύων και τις θέσεις των πιθανών προβλημάτων δικτύων. Αυτό σημαίνει ότι ένα διοικητικό σύστημα δικτύων πρέπει να συμφωνήσει με τη θέση και ότι μια βάση δεδομένων εγκαταστάσεων καλωδίων πρέπει να είναι και διαθέσιμη και ακριβής. Είναι χρονοβόρο και συχνά δύσκολο να καθοριστεί ο τύπος και η διαθεσιμότητα συνδέσεων αφότου τα καλώδια είναι συνεχόμενος αγωγός μεταφοράς και συνήθως έχουν θαφτεί στους τοίχους και επιπεδοποιηθεί σε δίσκους καλωδίων.

Οι συνδέσεις είναι συχνά οι περιοριστικοί παράγοντες στις βελτιώσεις δικτύων.

Η υπάρχουσα κατηγορία 5 συνδέσεων πρέπει να υποστηρίξει όλα τα ποσοστά Ethernet από 10 Mbps σε 1000 Mbps, αν και πρέπει να ξεταστούν για να εξασφαλίσουν την δυνατότητα κάλυψης τους και να υποστηρίξουν τα Gigabit ποσοστά. Εάν το δίκτυο είναι εξοπλισμένο μόνο με την κατηγορία 3 το καλώδιο, μερικές συνδέσεις θα πρέπει να αντικατασταθούν πριν αναβαθμιστούν σε 1000 Mbps. Μια παρόμοια κατάσταση υπάρχει με μονότροπη και πολύτροπη ίνα. Η πολύτροπη ίνα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για όλες τις εγκαταστάσεις σπονδυλικών στηλών. Η μονότροπη ίνα, αφ' ετέρου, όχι μόνο μπορεί να υποστηρίξει όλα τα μήκη σπονδυλικών στηλών μέχρι 10.000 μέτρα σε 1000 Mbps, αλλά επίσης θα είναι ικανή για χρήση από τις σπονδυλικές στήλες σε 10 Gigabit ποσοστά στοιχείων, στο μέλλον. Η αντικατάσταση διακοπών μπορεί να αρχίσει μόλις οι απαραίτητες συνδέσεις είναι διαθέσιμες. Οι υπάρχοντες διακόπτες στα επίπεδα διανομής πανεπιστημιούπολεων και κτιρίων μπορούν συχνά να επαναχρησιμοποιηθούν στο επίπεδο διανομής κτιρίου ή πατωμάτων. Τα NIC μπορούν γενικά να αντικατασταθούν για να επεκτείνουν τη χρήσιμη ζωή των τελικών σταθμών. And so on.

## Περίληψη

Το κεφάλαιο άρχισε με μια επισκόπηση της τεχνολογίας Ethernet, των ομάδων δεδομένων κτιρίου δικτύων και της σχέσης Ethernet στα επτά-στρώματα του ISO μοντέλο αναφοράς. Οι απαιτήσεις για τη συμβατότητα MAC και PHY επίσης εισήχθησαν.

Οι βασικές ευθύνες της MAC καθορίστηκαν:

- ενθυλάκωση στοιχείων -- που συγκεντρώνει το πλαίσιο στην καθορισμένη μορφή πριν από την αρχή της μεταφοράς και που αποσυνθέτει το πλαίσιο αφότου έχει παραληφθεί και έχει ελεγχθεί για σφαλμάτων κατά την μεταφορά
- Έλεγχος πρόσβασης μέσων -- στον απαιτημένο ημιαμφίδρομο τρόπο CSMA/CD και στον προαιρετικό αμφίδρομο τρόπο.

Δύο προαιρετικές επεκτάσεις για την δυνατότητα κάλυψης της MAC και οι συνδεδεμένες μορφές πλαισίων τους συζητήθηκαν. Η προαιρετική δυνατότητα επικόλλησης VLAN επιτρέπει στους κόμβους δικτύων να καθορίζονται με λογικές καθώς επίσης και φυσικές διευθύνσεις και παρέχει μέσα να ανατεθούν οι προτεραιότητες μεταφορών σε μια βάση πλαίσιο ανά πλαίσιο. Μια συγκεκριμένη μορφή για το πλαίσιο διακοπής, που χρησιμοποιείται για το βραχυπρόθεσμο έλεγχο ροής συνδέσεων, καθορίζεται στα πρότυπα αλλά δεν αναφέρθηκε εδώ επειδή είναι αυτόματη δυνατότητα κάλυψης της MAC που καλείται κατά απαίτηση για να αποτρέψει την υπέρβαση προσωρινών χώρων εισόδου.

Οι συζητήσεις στρώματος PHY περιέλαβαν τις περιγραφές των διαδικασιών σηματοδότησης και των απαιτήσεων /περιορισμών των μέσων για τα ακόλουθα:

- 10Base-T.
- 100Base-TX, 100Base-T4, και 100Base-T2
- 1000Base-T, 1000Base-CX, 1000Base-LX, και 1000Base-SX

Αν και το 100Base-FX δεν συζητήθηκε συγκεκριμένα, αυτό χρησιμοποιεί την ίδια διαδικασία σηματοδότησης με το 100Base-TX, αλλά πάνω από τα οπτικά μέσα ινών παρά από το χαλκό UTP.

Τα υπόλοιπα τμήματα του κεφαλαίου αφιερώθηκαν στις εκτιμήσεις συστημάτων και για το συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων και για τις εφαρμογές οπτικών ινών στο τοπικό LAN ινών:

- Οι απαιτήσεις διασταύρωσης συνδέσεων στα δίκτυα UTP,
- Στο ταίριασμα των μέσων PMD και των δικτύων για να εξασφαλίσουν την επιθυμητή χρήση ποσοστών,
- Την συνάθροιση συνδέσεων για να δημιουργήσουν λογικούς, κορμούς υψηλής ταχύτητας,
- Εφαρμογή των πολλαπλών ταχυτήτων δικτύων.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

ü [WWW.CISCO.COM](http://WWW.CISCO.COM)

ü **Εσωτερικό σεμινάριο ΟΤΕ Α.Ε**  
**Εισηγητης:κ.Χ.Σακκαρίκας**