



ΤΑ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

ΣΤΟΧΟΙ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο τέλος αυτού του κεφαλαίου θα είστε ικανοί:

- Να κατανοείτε τη λειτουργία των modems.
- Να εξηγείτε τις διαφοροποιήσεις μεταξύ των διαφόρων προτύπων λειτουργίας των modems.
- Να γνωρίζετε τα κύρια χαρακτηριστικά των πρωτοκόλλων επικοινωνίας μεταξύ υπολογιστών και modems.
- Να κατανοείτε τις λειτουργίες ελέγχου ροής, συμπίεσης δεδομένων και ελέγχου λαθών.
- Να εξηγείτε τη λειτουργία και τα κύρια χαρακτηριστικά των επαναληπτών και κυρίως των Hubs.
- Να εξηγείτε τη λειτουργία και τα κύρια χαρακτηριστικά των γεφυρών (bridges).
- Να εξηγείτε τη λειτουργία και τα κύρια χαρακτηριστικά των μεταγωγέων (switches).
- Να εξηγείτε τη λειτουργία και τα κύρια χαρακτηριστικά των δρομολογητών (routers).
- Να κατανοείτε τις βασικές τεχνικές και τους κανόνες, οι οποίοι εφαρμόζονται στη δομημένη καλωδίωση.
- Να γνωρίζετε τα υλικά και εξαρτήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή μιας δομημένης καλωδίωσης.

Εισαγωγή

Ένα δίκτυο αποτελείται από παθητικά και ενεργά στοιχεία.

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

Στα παθητικά στοιχεία εντάσσονται τα καλώδια, τα οποία παρουσιάσαμε στο κεφάλαιο 4. Παθητικά στοιχεία, επίσης, είναι τα εξαρτήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται στη δομημένη καλωδίωση για τη σύνδεση και μικτονόμηση των γραμμών. Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι τεχνικές και τα εξαρτήματα, τα οποία χρησιμοποιούνται στη δομημένη καλωδίωση.

5.1 MODEM

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

Τα modem ή αλλιώς και «Εξοπλισμός Επικοινωνίας δεδομένων» (Data Communication Equipment, DCE) , τοποθετούνται πάντα ανά ζεύγη στα δύο άκρα τηλεφωνικής γραμμής, προκειμένου να γίνει εφικτή η επικοινωνία δύο υπολογιστικών συστημάτων που καλούνται και «Τερματικές Συσκευές δεδομένων» (Data Terminal Equipment, DTE) δια μέσου της τηλεφωνικής γραμμής (βλέπε Σχήμα 5-1)



Σχήμα 5-1 Συνδεσμολογία των συσκευών DTE & DCE

Στη συνέχεια, θα αναφερθούμε στους λόγους, που επιβάλλουν τη χρήση των modem, καθώς και στις αρχές λειτουργίας τους.

Η τηλεφωνική γραμμή που έρχεται στο σπίτι μας, αποτελείται από ζεύγος χάλκινων καλωδίων που συνδέει τη τηλεφωνική συσκευή μας με το τοπικό κέντρο του παροχέα της υπηρεσίας (πχ. του ΟΤΕ). Ο τηλεφωνικός αυτός δίαυλος περιορίζεται από φίλτρα αλλά και άλλους παράγοντες σε περιοχή συχνοτήτων από 300 έως 3.000 Hz περίπου, δηλαδή εύρος ζώνης 2.700 Hz. Με βάση το κριτήριο του Nyquist, για κάθε Hz εύρους ζώνης του διαύλου μπορούν να σταλούν ιδανικά δύο ανεξάρτητοι παλμοί. Αυτό δίνει μέγιστο, θεωρητικό ρυθμό μετάδοσης 4800 baud και ρυθμούς μετάδοσης 4.800, 9.600, bits/sec για 2,4 διαφορετικές στάθμες αντίστοιχα, ανά στοι-

χειώδες διάστημα. Αντίστοιχα στην πράξη όμως, τα θεωρητικά αυτά όρια δεν πραγματοποιούνται. Εάν ψηφιακό σήμα εφαρμοζόταν στο ένα άκρο της γραμμής, το λαμβανόμενο σήμα στο άλλο άκρο δεν θα είχε τη μορφή ορθογωνικής κυματομορφής, εξαιτίας των χωρητικών και επαγωγικών επιδράσεων. Το γεγονός αυτό κάνει τη χρήση σημάτων βασικής ζώνης (baseband) ακατάλληλη, εκτός εάν πρόκειται για σήματα με χαμηλές ταχύτητες και πολύ μικρές αποστάσεις.

Για να ξεπεραστούν τα προβλήματα που σχετίζονται με τη μετάδοση ψηφιακών σημάτων στις τηλεφωνικές γραμμές, χρησιμοποιείται αναλογική σήμανση (ac). Εισάγεται, συνήθως, συνεχής τόνος στην περιοχή 1000-2000 Hz, που ονομάζεται φέρον ημιτονικό κύμα (sine wave carrier). Το πλάτος, η συχνότητα, και η φάση του σήματος μπορούν να διαμορφωθούν, για να μεταδώσουν την πληροφορία. Με τη διαμόρφωση στον πομπό επιτυγχάνουμε τη μετατόπιση του φάσματος του σήματος δεδομένων στη ζώνη 300 - 3.000 Hz, που διατίθεται για τη μετάδοση της φωνής. Αυτό επιτυγχάνουν οι συσκευές modem.

V.90	56 kbps Ασύμμετρο πρωτόκολλο
V.34	QAM για 33.6, 28.8, 26.4, 24.0, 21.6, 19.2, 16.8, 14. και 12.0 kbps, 9600, 7200, 4800 και 2400 bps ; full duplex για 2 καλώδια (Trellis coded)
V.33	QAM Trellis coded για 14.4 και 12.0 kbps
V.32terbo	QAM για 19.2 και 16.8 kbps
V.32bis/V.32	QAM για 14.4, 12.0 kbps, 9.600, 7.200 και 4.800 bps; αμφίδρομης επικοινωνίας (full duplex) για 2 καλώδια (κωδικοποίηση με τον αλγόριθμο Trellis για 7.200 bps και πάνω; με ή χωρίς κωδικοποίηση για 9.600 bps
V.29	QAM για 9.600, 7.200 και 4.800 bps
V.29 (fax)	9600 / 7200 bps
V.27bis/ter	8 - phase DPSK για 4.800 και 2.400 bps
V.27ter (fax)	4.800 / 2.400 bps
V.26 / V.26bis	4 - phase DPSK για 2.400 και 1.200 bps
V.23	FSK για 1.200/75 bps, full duplex
V.22bis	QAM για 2.400 bps ; bandsplit, full duplex
V.22	DPSK για 1.200 και 600 bps ; bandsplit, full duplex
V.21	FSK για 0-300 bps ; bandsplit, full duplex
V.17 (fax)	14.4 και 12.0 kbps, 9.600 και 7.200 bps
Bell 208A/B	4.800 bps
Bell212A	1.200 bps
Bell103	0-300 bps

Πίνακας 5-1 Συστάσεις για modem

5.1.1 Πρότυπα επικοινωνίας των modems

Έχουν αναπτυχθεί από διεθνείς οργανισμούς, πρότυπα (συστάσεις), τα οποία καθορίζουν τον τρόπο επικοινωνίας των modems. Στον παρακάτω πίνακα 1 γίνεται καταγραφή των σημαντικότερων συστάσεων για modem.

Όπως βλέπουμε στον πίνακα 1, η μεγαλύτερη ταχύτητα σύνδεσης μεταξύ δύο modem παρατηρείται στην σύσταση V.90 στα 56 Kbps, αλλά προς μία μόνο κατεύθυνση, επειδή προς την αντίθετη η ταχύτητα είναι 33.6 Kbps και γι' αυτό θεωρείται ότι είναι ασύμμετρη τεχνολογία.

Η μέγιστη ταχύτητα σύνδεσης μεταξύ δύο modem V.34 είναι 33.6 Kbps ενώ πολύ συχνά είναι χαμηλότερη από τα 28.8 Kbps. Εξαρτάται από την ποιότητα της γραμμής, που και αυτή με τη σειρά της εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το ποσοστό ψηφιοποίησης του δημόσιου δικτύου. Όπως βλέπουμε και στο Σχήμα 5.2 τα δεδομένα στέλνονται με ψηφιακό τρόπο από το DTE1 στο DCE1, όπου και μετατρέπονται σε αναλογική μορφή από DAC (digital to analog converter) και στη συνέχεια διαμορφώνονται και μεταδίδονται στη γραμμή. Στο άλλο άκρο της γραμμής τα δεδομένα αποδιαμορφώνονται και ψηφιοποιούνται από ADC (analog to digital converter) στο DCE2 και λαμβάνονται, τελικά, σε ψηφιακή μορφή από το DTE2.

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



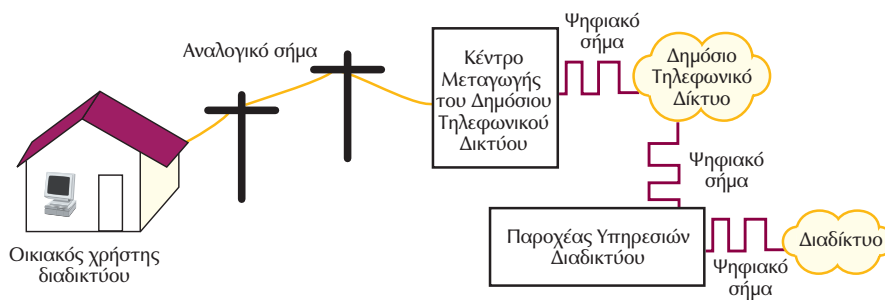
Σχήμα 5-2 Επικοινωνία τερματικών συσκευών DTEs με χρήση modems (DCEs) μέσω του Δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου. Στο σχήμα, έχει σημειωθεί και η μετατροπή A/D ή D/A, που γίνεται στο σήμα

Η μεγαλύτερη χρήση των modems γίνεται από χρήστες, που θέλουν να συνδεθούν με τηλεφωνική διεπιλογή με κάποιον παροχέα υπηρεσιών διαδικτύου (Internet Service Provider, ISP) ή με κάποια μεγάλη τράπεζα δεδομένων. Σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό των δημόσιων τηλεφωνικών δικτύων (Public Switched Telephone Network, PSTN) των αναπτυγμένων χωρών είναι ψηφιακό και οι περισσότεροι παροχείς υπηρεσιών σύνδεσης στο Διαδίκτυο συνδέονται στο PSTN με ψηφιακό τρόπο. Το γεγονός αυτό εκμεταλλεύεται η σύσταση V.90, για να επιτευχθεί ταχύτητα μέχρι 56kbps στη μεταφορά των δεδομένων από τους ISP's στους τελικούς χρήστες. Όπως μπορούμε να δούμε και στα σχήματα 5.3 α & β, για την μεταφορά της πληροφορίας από τους εξυπηρετητές των ISP's γίνεται μόνο μία μετατροπή του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό (η μετατροπή A/D γίνεται στο modem του χρήστη) σε αντίθεση με την περίπτωση επικοινωνίας συμβατικών modems V.34. Εάν η γραμμή από το τοπικό κέντρο PSTN του χρήστη είναι ψηφιακά τερματισμένη μέχρι την περιοχή του εξυπηρετητές του ISP, γίνεται μόνο DAC μετατροπή στο σήμα από τον ISP προς τον τελικό χρήστη. Εάν τα modem στα άκρα είναι 56k συμβατά, τότε είναι πολύ πιθανό να έχουμε ταχύτητες κοντά στα 56Kbps. Πρέπει, επίσης, να τονίσουμε, ότι επιπρόσθετη ψηφιακή κωδικοποίηση εφαρμόζεται στην αρχή της συνηθισμένης διαμόρφωσης του σήματος προς τον τελικό χρήστη. Αντίθετα η ταχύτητα σύνδεσης των δεδομένων από χρήστη, που πραγματοποιεί κλήση προς τον ISP δεν υπερβαίνει τα 33.6 Kbps (βλέπε Σχήμα 5-3γ).

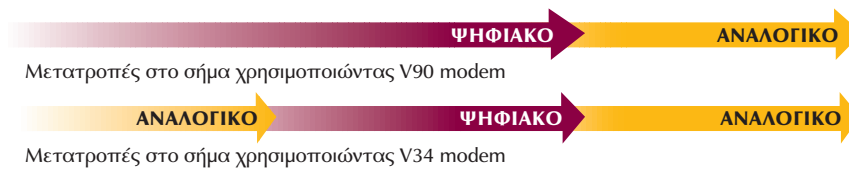
Διάφοροι παράγοντες επηρεάζουν και περιορίζουν την ποιότητα στη σύνδεση μέχρι τα 33 Kbps (πρόσφατες βελτιώσεις των προϊόντων των κατασκευαστών modem ανεβάζουν την ταχύτητα ίσως και πάνω από 40 Kbps) από τον χρήστη προς τον ISP, όπως:

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

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



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 5-3 Σύνδεση υπολογιστών με V.90 modem, σε Παροχέα Υπηρεσιών Διαδικτύου, κάνοντας χρήση του δημοσίου τηλεφωνικού δικτύου
 (α) Τοπολογία διασύνδεσης
 (β) Μετατροπές A/D ή D/A που γίνονται στο σήμα εάν χρησιμοποιούνται modem V.90 ή V.34
 (γ) Απεικόνιση της ασυμμετρικής σύνδεσης στην περίπτωση χρησιμοποίησης V.90 modems

5.1.2 Επικοινωνία μεταξύ DTE και DCE

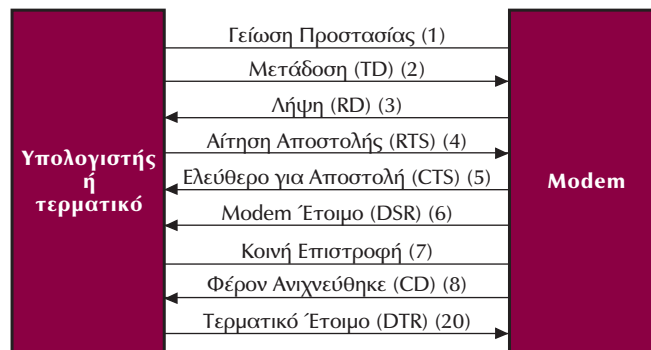
Η μετάδοση δεδομένων από το DTE προς το DCE γίνεται με ψηφιακό τρόπο. Οι κανόνες που διέπουν τη μεταξύ τους σύνδεση, αποτελούν παράδειγμα πρωτοκόλλου του πρώτου επιπέδου, δηλαδή του φυσικού επιπέδου με βάση το μοντέλο OSI. Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα πρωτόκολλα του φυσικού επιπέδου καθορίζουν με κάθε λεπτομέρεια τη μηχανική, ηλεκτρική, λειτουργική και διαδικαστική διασύνδεση.

Τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα είναι τα εξής:

1. Το RS-232-C του Συνδέσμου Ηλεκτρονικής Βιομηχανίας, Electronic Industries Association, EIA.
2. V.24 και V.28 της Διεθνούς Συμβουλευτικής Επιτροπής Τηλεγραφίας και Τηλεφωνίας, Consultative Committee on International Telegraph and Telephone, CCITT (τώρα Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών, International Telecommunication Union, ITU). Τα πρωτόκολλα 1 & 2 είναι σχεδόν ταυτόσημα. Η V.24 δίνει τα λειτουργικά χαρακτηριστικά (δηλαδή την αποκατάσταση επαφής - handshaking), ενώ η V.28 τα κατ' εσχολήν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά.
3. Το RS-449. Είναι στην ουσία τρία πρότυπα σε ένα. Οι μηχανικές, λειτουργικές και διαδικαστικές διασυνδέσεις δίνονται στο RS-449, αλλά η ηλεκτρική διασύνδεση δίνεται από δύο διαφορετικά πρότυπα. Το ένα είναι το RS-423-A (ή CCITT X.26) και το άλλο το RS-422-A (ή CCITT V.35, X.27). Οι προδιαγραφές X και V της CCITT διαφέρουν στο, ότι οι V αφορούν τη σύνδεση με modems, ενώ οι X τη σύνδεση με DTE εξοπλισμό για πρόσβαση σε δίκτυα δεδομένων.

Το RS232C χρησιμοποιεί συνδετήρα (connector) D25. Η ηλεκτρική προδιαγραφή του RS232C είναι, ότι τάση μικρότερη από -3Volt είναι το δυαδικό 1, ενώ τάση μεγαλύτερη από 4Volt είναι το δυαδικό 0. Το RS232C έχει περιορισμό στο μήκος του καλωδίου μεταξύ DTE - DCE τα 15 μέτρα.

Στο Σχήμα 5-4 μπορούμε να δούμε τη λειτουργική διαδικασία μεταξύ DTE – DCE, τα οποία συνδέονται με RS232C, που είναι και το πιο διαδεδομένο για την επικοινωνία υπολογιστών με modems.



Σχήμα 5-4 Διασύνδεση υπολογιστή – modem με το πρότυπο RS232C. Οι αριθμοί των ακροδεκτών δίνονται στην παρένθεση

Με βάση το Σχήμα 5.4 θα περιγράψουμε τα σήματα, που, κυρίως, χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία μεταξύ DTE - DCE. Όταν ο υπολογιστής τεθεί σε λειτουργία, τότε θέτει σε 1 το DTR (Data Terminal Ready pin 20) και όταν το DCE είναι έτοιμο, θέτει σε 1 το DSR (Data Set Ready pin 6). Στη συνέχεια όταν το modem ανιχνεύσει το φέρον σήμα από την τηλεφωνική γραμμή, θέτει σε 1 το CD (Carrier Detected pin 8). Ο υπολογιστής, όταν πρέπει να μεταδώσει δεδομένα, θέτει σε 1 το RTS (Request to Send pin 4), και, τότε, το modem πρέπει να θέσει σε 1 το CTS (Clear to Send pin 5). Τα δεδομένα μεταδίδονται στον ακροδέκτη 2 TD (Transmitted Data) και λαμβάνονται στον ακροδέκτη 3 RD (Received Data). Στον ακροδέκτη 7 είναι η κοινή επιστροφή SG (Signal Ground). Στο πρωτόκολλο RS232C περιγράφονται και άλλα σήματα, που όμως, δεν χρησιμοποιούνται πάντα. Το RS232C είναι μη προσαρμοσμένο κύκλωμα ευαίσθητο σε ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές.

RS-232-C			CCITT.24		
Κωδ.	Ακρ.	Κύκλωμα	Κωδ.	Ακρ.	Κύκλωμα
AA	1	Γείωση προστασίας (Protective ground)	101	1	Γείωση προστασίας (Protective ground)
AB	7	Γείωση σημάτων (Signal ground)	102	7	Γείωση σημάτων (Signal ground)
BA	2	Μετάδοση δεδομένων (Transmitted data)	103	2	Μετάδοση δεδομένων (Transmitted data)
BB	3	Λήψη δεδομένων (Received data)	104	3	Λήψη δεδομένων (Received data)
CA	4	Αίτηση για αποστολή (Request to send)	105	4	Αίτηση για αποστολή (Request to send)
CB	5	Ελεύθερο για αποστολή (Clear to send)	106	5	Ελεύθερο για αποστολή (Ready for sending)
CC	6	Modem έτοιμο (Data Send Ready)	107	6	Modem έτοιμο (Data Send Ready)
CD	20	Τερματικό έτοιμο (Data Terminal Ready)	108	20	Τερματικό έτοιμο (Data Terminal Ready)
CE	22	Ένδειξη κουδουνίσματος (Ring indicator)	125	22	Δείκτης κλήσεως (Calling indicator)
CF	8	Ανιχνευτής γραμμής (Line detector)	109	8	Ανιχνευτής γραμμής (Line detector)
CG	21	Ποιότητα σήματος (Signal quality)	110	23	Ποιότητα σήματος (Signal quality)
CH	23	Ρυθμός DTE (DTE rate)	111	23	Ρυθμός DTE (DTE rate)

CI	18	Ρυθμός DCE (DCE rate)	112	18	Ρυθμός DCE (DCE rate)
			136		Νέο σήμα (New signal)
			126	11	Επιλογή συχνότητας (Select frequency)
DA	24	Χρονισμός DTE (DTE timing)	113	24	Χρονισμός DTE (DTE timing)
DB	15	Χρονισμός DCE (DCE timing)	114	15	Χρονισμός DCE (DCE timing)
DD	17	Χρονισμός δέκτη (Receive timing)	115	17	Χρονισμός δέκτη (Receive timing)
SBA	14	Μετάδοση δεδομένων (Transmitted data)	118	14	Μετάδοση δεδομένων (Transmitted data)
SBB	16	Λήψη δεδομένων (Received data)	119	16	Λήψη δεδομένων (Received data)
SCA	19	Αίτηση για αποστολή (Request to send)	120	19	Σήμα γραμμής (Line signal)
SCB	13	Ελεύθερο για αποστολή (Clear to send)	121	13	Κανάλι έτοιμο (Channel ready)
SCF	12	Ανιχνευτής γραμμής (Line detector)	122	12	Ανιχνευτής γραμμής (Line detector)

Πίνακας 5-2 Σύγκριση των RS-232C και V.24

Όπως προαναφέραμε, το RS-449 χρησιμοποιεί δύο πρωτόκολλα (RS423A και RS422A) για τα ηλεκτρικά του χαρακτηριστικά. Το RS423A είναι όμοιο με το RS232C σε όλα του τα κυκλώματα που μοιράζονται κοινή γείωση.

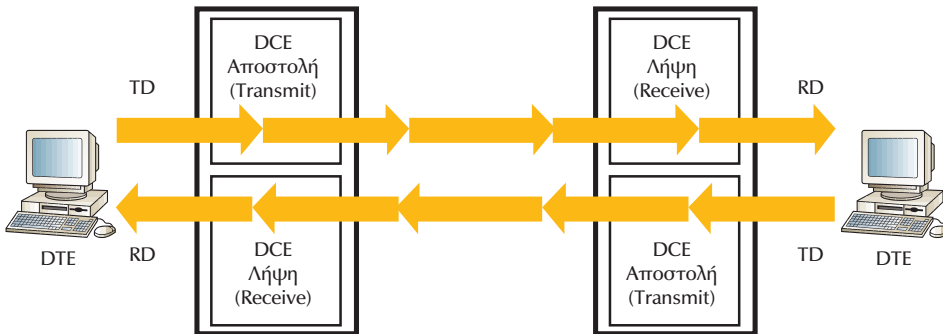
Αντίθετα με τα RS232C και RS423A, το RS422A βασίζεται σε ισορροπημένη, τερματισμένη γραμμή, προκειμένου να υπερκεραστούν οι περιορισμοί σε απόσταση και ταχύτητα σύνδεσης. Έτσι, με το RS422A φθάνουμε μέχρι 2 Mbps σε καλώδια 60 m και σε ακόμα μεγαλύτερες ταχύτητες σε καλώδια μικρότερου μήκους.

5.1.3 Έλεγχος Ροής (Flow Control)

Με τον όρο «έλεγχος ροής» αναφερόμαστε σε τεχνικές, που ρυθμίζουν το ρυθμό αποστολής των δεδομένων μεταξύ του DTE και του DCE, έτσι ώστε καμία συσκευή να μην δέχεται περισσότερα δεδομένα, από εκείνα στα οποία μπορεί να αντεπεξέλθει.

Όταν ο έλεγχος ροής είναι απενεργοποιημένος, τότε ο ρυθμός των δεδομένων από το τοπικό DTE προς το τοπικό DCE πρέπει να είναι ίσος ή μικρότερος από το ρυθμό σύνδεσης του τοπικού και του απομακρυσμένου modem. Επίσης,

ο ρυθμός δεδομένων μεταξύ DCE πρέπει και στα δύο να είναι ο ίδιος. Πρέπει, επίσης, να αναφέρουμε, ότι ο έλεγχος ροής έχει νόημα μόνο στην ασύγχρονη επικοινωνία ενώ στην σύγχρονη τα DTE αυτοσυγχρονίζονται.



Τα βέλη δείχνουν την ροή των δεδομένων

Σχήμα 5-5 Έλεγχος ροής μεταξύ DTE και DCE

Για να γίνει πιο κατανοητός ο έλεγχος ροής, ας πάρουμε το παράδειγμα επικοινωνίας δύο modem με ταχύτητα 33.6 Kbps. Επίσης, ας υποθέσουμε, ότι τα modem έχουν καταχωρητές (buffers) για προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων που στέλνουν τα DTE, πριν αποσταλούν στην τηλεφωνική γραμμή. Εάν τα DTE που συνδέονται στα δύο modem αντίστοιχα, στέλνουν δεδομένα σε υψηλότερο ρυθμό, π.χ. 115 kbps και δεν έχουμε ενεργοποιήσει τον έλεγχο ροής, τότε η επικοινωνία μεταξύ DTE - DCE θα είναι δυνατή για πολύ μικρό χρονικό διάστημα μέχρι που να γεμίσουν οι καταχωρητές των modems. Μετά από ένα χρονικό διάστημα οι καταχωρητές θα υπερχειλίσουν, γιατί τα modems θα αποστέλλουν δεδομένα σε 33.6 Kbps, ενώ θα δέχονται από τα DTE δεδομένα σε πολύ υψηλότερους ρυθμούς. Ο έλεγχος ροής μπορεί να υλοποιηθεί ξεχωριστά για επικοινωνία μεταξύ DTE - DCE και DCE - DTE.

Οι πιο διαδεδομένες τεχνικές ελέγχου ροής είναι:

- **XON/XOFF**
 Η μέθοδος αυτή, είναι η πιο συνηθισμένη η οποία ονομάζεται επίσης, έλεγχος μέσω λογισμικού (software) ή εντός ζώνης (in-band) ή λογικός (logical) έλεγχος ροής. Στη μέθοδο αυτή η μετάδοση του χαρακτήρα ελέγχου ^S (stop) και ^R (start/restart) σταματά ή ξεκινά αντίστοιχα τη ροή των δεδομένων.
- **RTS/CTS**
 Η μέθοδος αυτή ονομάζεται, επίσης, έλεγχος μέσω υλικού (hardware) ή φυσικός (physical) ή εκτός ζώνης (out - band) έλεγχος ροής. Το DTE ελέγχει τη ροή δεδομένων από το modem με την ενεργοποίηση ή μη του σήματος RTS (request to send), ενώ το modem ελέγχει τη ροή δεδομένων από το DTE με την ενεργοποίηση ή μη του σήματος CTS (clear to send). Η αλληλουχία των σημάτων RTS / CTS έχει περιγραφεί στην ανάλυση του RS-232C στην παράγραφο 5.1.2.

Πρέπει να επισημάνουμε, ότι, όταν χρησιμοποιούμε τα modems για μεταφορά δυαδικών (binary) αρχείων, δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε τη μέθοδο XON/XOFF, γιατί οι χαρακτήρες AS ή AR μπορεί να είναι μέρος των δεδομένων και να παρερμηνευθούν από το modem ως χαρακτήρες ελέγχου ροής.

5.1.4 Έλεγχος λαθών (Error Corection), Συμπίεση Δεδομένων (Data Compression)

Έλεγχος λαθών είναι η διαδικασία, με την οποία εντοπίζονται αλλοιωμένα δεδομένα (bits) και απαιτείται η επανεκπομπή τους.

Τα λάθη δημιουργούνται από γραμμές (συνδέσεις) κακής ποιότητας ή από προβλήματα των συσκευών DTE και DCE. Συμπίεση δεδομένων είναι η διαδικασία, με την οποία μειώνουμε τα bits των δεδομένων στα απολύτως απαραίτητα, έχοντας όμως διατηρήσει τη δυνατότητα ανάκτησης του συνόλου της αρχικής πληροφορίας. Με τη συμπίεση επιτυγχάνουμε μικρότερο μέγεθος αρχείων και, επομένως, μικρότερες αποθηκευτικές απαιτήσεις, καθώς επίσης επίτευξη υψηλότερου ρυθμού μετάδοσης πραγματικής πληροφορίας. Υπάρχουν αρκετοί αλγόριθμοι και μαθηματικά μοντέλα που περιγράφουν τρόπους υλοποίησής του έλεγχου λαθών και της συμπίεσης δεδομένων. Μερικοί από τους αλγόριθμους έχουν τυποποιηθεί με τη μορφή πρωτοκόλλων.

Τα πιο συνηθισμένα πρωτόκολλα για τον έλεγχο λαθών είναι τα:

- **V.42**
- **MNP (Microcom Networking Protocol)** τάξης (class) 1 έως 5
Για έλεγχο λαθών και συμπίεση δεδομένων τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα είναι:
- **V.42 bis**
- **MNP class 5**
Για να ενεργοποιηθούν τα πρωτόκολλα V.42 / V.42bis ή MNP(1-5) πρέπει να ισχύει:
- ασύγχρονος τύπος δεδομένων
- το ίδιο πρωτόκολλο να υποστηρίζεται και στα δύο άκρα της επικοινωνίας από τα modems
- να έχουμε ενεργοποιήσει έλεγχο ροής

Από τα παραπάνω πρωτόκολλα είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε τα V.42/V.42bis και ως εναλλακτική λύση το MNP(1-5).

Μπορούμε να εντάξουμε τα πρωτόκολλα, που αναφέρονται σε αυτή την παράγραφο, στο δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI. Τα V42 / V.42bis ονομάζονται επίσης, Πρωτόκολλα Ελέγχου Πρόσβασης της Γραμμής για modem (Link Access Protocol for Modem, LAPM).

Εάν τα δεδομένα, που πρόκειται να μεταδώσουμε, είναι ήδη συμπιεσμένα (π.χ. αρχεία με format .ZIP ή .SIT) και έχουμε ενεργοποιήσει συμπίεση δεδομένων στο modem, τότε μπορεί να επιβραδύνουμε τη μετάδοσή τους. Η καθυστέρηση

θα συμβεί, κυρίως, εάν το modem χρησιμοποιεί MNP5, γιατί θα ξαναπροσπαθήσει να τα συμπιέσει, ενώ το πρωτόκολλο V42bis θα δει, ότι τα δεδομένα είναι ήδη συμπιεσμένα και δεν θα προσπαθήσει την περαιτέρω συμπίεσή τους.

5.1.5 Εντολές AT

Για τη ρύθμιση των διαφόρων παραμέτρων της επικοινωνίας χρήστη με DTE μέσω modem χρησιμοποιούμε τις εντολές AT. Οι εντολές AT είναι, ουσιαστικά, η γλώσσα, που καταλαβαίνει το modem. Ο χρήστης μπορεί να δώσει τις εντολές AT κάνοντας χρήση προγραμμάτων, όπως το Hyperlink ή Terminal των Windows.

Με τις AT εντολές, ο χρήστης μπορεί να παραμετροποιήσει το modem, μεταβάλλοντας τις τιμές στους S καταχωρητές του. Στους S καταχωρητές είναι προτοποθετημένες από τον κατασκευαστή του modem κάποιες τιμές, που αφορούν τις προτυποποιημένες ρυθμίσεις (default configuration) του modem. Αλλάζοντας με τις AT εντολές τις αρχικά ρυθμισμένες τιμές των S καταχωρητών, τροποποιούμε, ουσιαστικά, την λειτουργική συμπεριφορά του modem. Με τις εντολές AT μπορούμε, επίσης, να αποθηκεύσουμε αριθμούς τηλεφώνων στις μνήμες, που συνήθως μας παρέχουν τα modem και να ξεκινήσουμε κλήση. Οι επιτρεπόμενες τιμές των S καταχωρητών, η λειτουργική τους σημασία καθώς και η σωστή σύνταξη των AT εντολών περιγράφονται αναλυτικά στα τεχνικά εγχειρίδια που συνοδεύουν τα modems των κατασκευαστών τους. Γενικά, οι AT εντολές είναι συμβατές με άλλα modem διαφορετικού κατασκευαστή όσον αφορά τις βασικές λειτουργίες του modem. Συνήθως, οι κατασκευαστές των modems προσθέτουν σε αυτά και άλλες δυνατότητες και τις υλοποιούν με δικά τους πρωτόκολλα. Έτσι, modems διαφορετικών κατασκευαστών με ανάλογες επιπρόσθετες δυνατότητες από αυτές, που περιγράφουν οι διάφορες συστάσεις, μπορεί να μη συνεργάζονται σωστά μεταξύ τους μόνο όμως για τις επιπρόσθετες υπηρεσίες, που διαθέτουν.

Οι διάφορες δυνατότητες για έλεγχο ροής ή λαθών ή συμπίεσης δεδομένων είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα, που συνήθως μας αναγκάζουν να χρησιμοποιήσουμε τις AT εντολές, προκειμένου να ρυθμίσουμε τη λειτουργία του modem, όπως εμείς επιθυμούμε.

5.2 Κάρτες δικτύου (Network Interface Cards - NICs)

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

Υπάρχουν αρκετές αρχιτεκτονικές εσωτερικών διαδρόμων στους υπολογιστές και για το λόγο αυτό υπάρχουν και αρκετές υλοποιήσεις καρτών δικτύων. Αυτή τη στιγμή, η πιο διαδεδομένη αρχιτεκτονική bus για PC γενιάς «486/Pentium» είναι η «PCI». Η αρχιτεκτονική «ISA» ήταν πολύ διαδεδομένη σε PC γενιάς «386», καθώς

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

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



Εικόνα 5-1 Κάρτα Δικτύου

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

5.3 Επαναλήπτες (Repeaters)

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

Τα πρωτόκολλα πρόσβασης στο φυσικό μέσο καθορίζουν τον τύπο του καλωδίου που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε (π.χ ομοαξονικό, συνεστραμμένο ζεύγος), το βαθμό θωράκισης που θα έχει το καλώδιο, το μέγιστο μήκος, που μπορεί να έχει το καλώδιο, καθώς επίσης και ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των σημάτων (π.χ. επιτρεπτές στάθμες τάσεων, χαρακτηριστικές αντιστάσεις). Συνδέσεις σημείων με καλώδια, που παραβιάζουν τις απαιτήσεις ως προς το μέγιστο μήκος, πιθανό να αλλοιώνουν τη μεταδιδόμενη πληροφορία εξαιτίας των αντιστάσεων του καλωδίου, από φαινόμενα ανακλάσεων, και εισαγωγή θορύβου. Εάν οι αποστάσεις των σημείων, που θέλουμε να ενώσουμε, υπερβαίνουν τις επιτρεπόμενες τιμές, που καθορίζει το πρωτόκολλο, τότε, κάνουμε χρήση των επαναληπτών, αναζωογονώντας τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των σημάτων, δηλαδή, ουσιαστικά, αντιγράφουμε τα bits ανάμεσα στα δύο τμήματα των καλωδίων, που συνδέει ο επαναλήπτης.

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

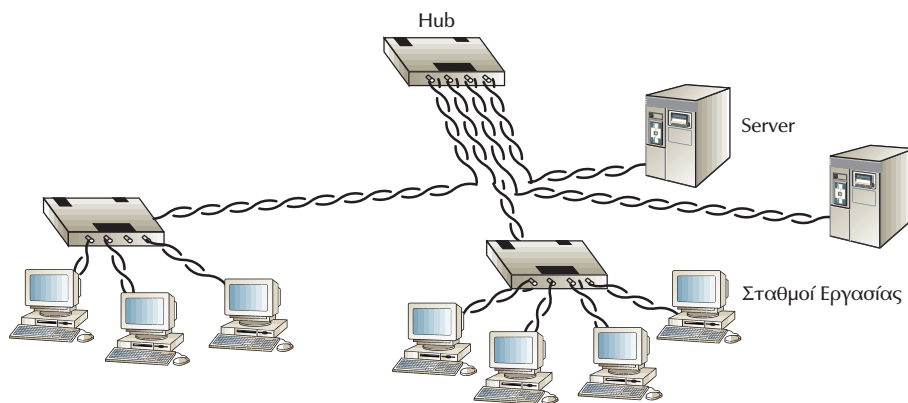
Επισήμανση

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

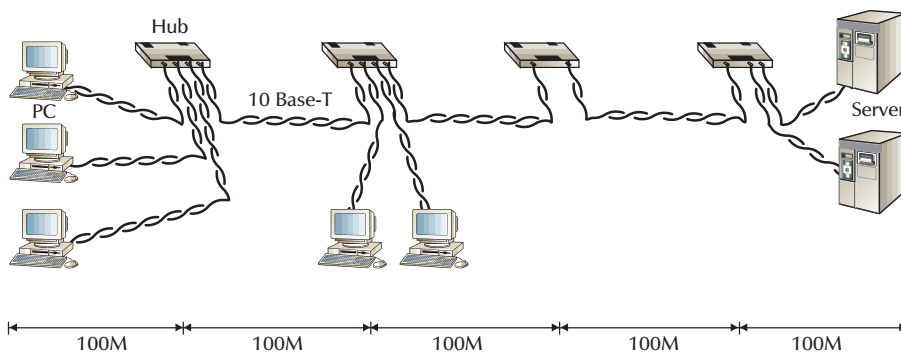


Εικόνα 5-2 Επαναλήπτης (Hub)

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



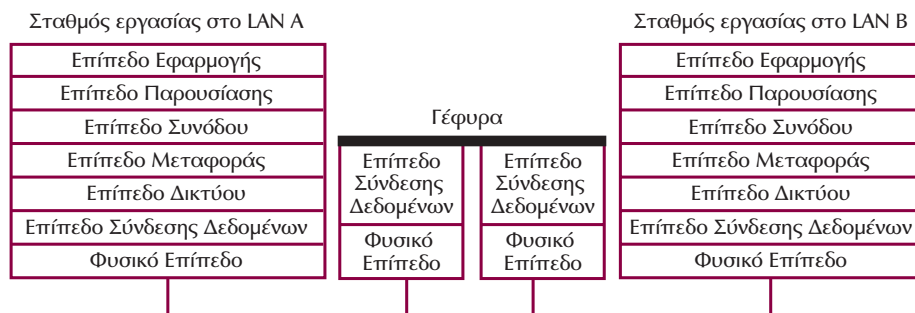
Σχήμα 5-6 Τοπικό Δίκτυο με χρήση Hub



Σχήμα 5-7 Τοπικό δίκτυο. Φαίνονται 5 τμήματα καλωδίων μέγιστου μήκους 100m το καθένα και 4 Hubs, από τα οποία, 3 μόνο έχουν συνδεδεμένους σταθμούς εργασίας

5.4 Γέφυρες (Bridges)

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



Σχήμα 5-8 Λειτουργία της γέφυρας σε σχέση με τα επίπεδα του OSI μοντέλου

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

Όπως προαναφέρθηκε, οι γέφυρες διασύνδεουν δίκτυα στο δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI. Σε περιληψη, οι κυριότερες υπηρεσίες του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων (data link layer) είναι η σύνδεση δεδομένων, η παροχή φυσικής διευθυσιοδότησης (MAC addresses), ο καθορισμός τελικών σημείων, για σύνδεση γραμμής δεδομένων, ο έλεγχος ροής δεδομένων και οι διαδικασίες αναγνώρισης και διόρθωσης λαθών που μπορούν να συμβούν στο φυσικό επίπεδο. Οι γέφυρες παρέχουν αυτές τις λειτουργίες υποστηρίζοντας διάφορα πρωτόκολλα link-layer και αλγόριθμους πρόσβασης στο φυσικό μέσο (medium access algorithm). Τα πλαίσια, που φθάνουν σε γέφυρα, αναλύονται και προωθούνται στον προο-

ρισμό τους με βάση την πληροφορία, που περιέχουν. Ο μηχανισμός προώθησης γίνεται με τη βοήθεια πινάκων προώθησης, που έχει δημιουργήσει η ίδια η γέφυρα (π.χ. διαφανείς γέφυρες - transparent bridging), ενώ σε άλλες περιπτώσεις με βάση τη διαδρομή, που περιέχεται στο ίδιο το πλαίσιο (π.χ. γέφυρες πηγαίας δρομολόγησης - source route bridging).

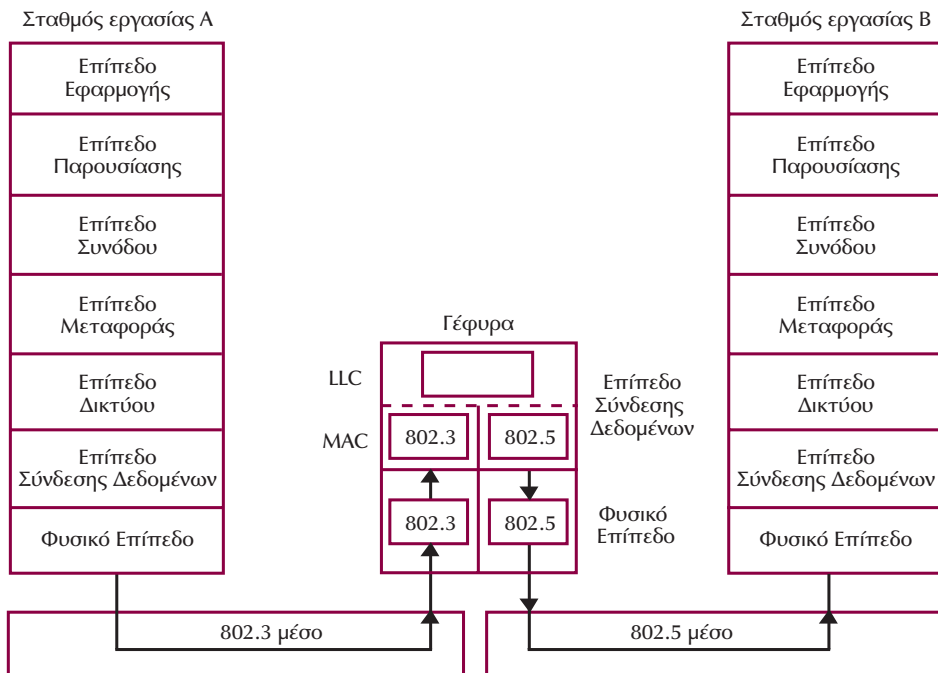
Επισήμανση

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

Το γεγονός, ότι το πλαίσιο, ουσιαστικά, αναδημιουργείται στη γέφυρα, πριν προωθηθεί, κάνει δυνατή τόσο την δημιουργία ξεχωριστών πεδίων συγκρούσεων (collision domains), όταν αυτή συνδέει ίδια πρωτόκολλα πρόσβασης στο φυσικό μέσο (π.χ. ethernet), όσο και την χρησιμοποίηση περισσότερων επαναληπτών στη συνολική σχεδίαση του δικτύου, αφού με τη μεσολάβηση γέφυρας επανακινούνται οι κανόνες ως προς την απόσταση του φυσικού μέσου και τον αριθμό των ενδιάμεσων επαναληπτών (π.χ. ο κανόνας 5-4-3 στην παράγραφο 5-3).

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

Το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών, (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE) έχει χωρίσει το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων του OSI, σε δύο υποεπίπεδα: το υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο φυσικό μέσο MAC και στο υποεπίπεδο ελέγχου λογικής σύνδεσης LLC, βλέπε Σχήμα 5.9. Όταν οι γέφυρες ενώνουν ομογενή δίκτυα χρησιμοποιούν το υποεπίπεδο MAC, ενώ όταν γεφυρώνουν ετερογενή δίκτυα κάνουν χρήση και του υποεπίπεδου LLC. Στο Σχήμα 5.9 η γέφυρα ενώνει δύο διαφορετικά δίκτυα 802.3 και 802.5. Όταν ο σταθμός A, στείλει πακέτο, αυτό κατεβαίνει στο υποεπίπεδο LLC και αποκτά την επικεφαλίδα LLC. Στη συνέχεια, διέρχεται μέσα από το υποεπίπεδο MAC και αποκτά την επικεφαλίδα του μέσου του 802.3. Το πλαίσιο που έχει δημιουργηθεί μέσω του καλωδίου του φυσικού μέσου φθάνει στο υποεπίπεδο MAC της γέφυρας, όπου η επικεφαλίδα 802.3 αφαιρείται. Το πλαίσιο με την επικεφαλίδα LLC πηγαίνει στο υποεπίπεδο LLC, όπου γίνεται και η επεξεργασία και στη συνέχεια κατευθύνεται στο υποεπίπεδο MAC, αποκτά επικεφαλίδα 802.5 και μεταδίδεται μέσω του καλωδίου, τελικά, στον παραλήπτη σταθμό B.



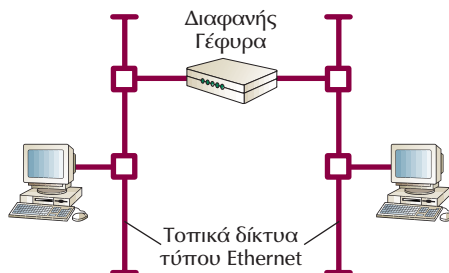
Σχήμα 5-9 Σύνδεση δικτύων με διαφορετικούς τρόπους πρόσβασης του φυσικού μέσου με την βοήθεια γέφυρας, κάνοντας χρήση των υποεπιπέδων MAC & LLC

5.4.1 Κατηγορίες Γεφυρών

Στη συνέχεια θα αναφέρουμε τα κυριότερα ήδη γεφυρών.

I. Διαφανείς Γέφυρες ή Γέφυρες με Δένδρο Συνδέσεων (Transparent Bridges or Spanning Tree Bridges)

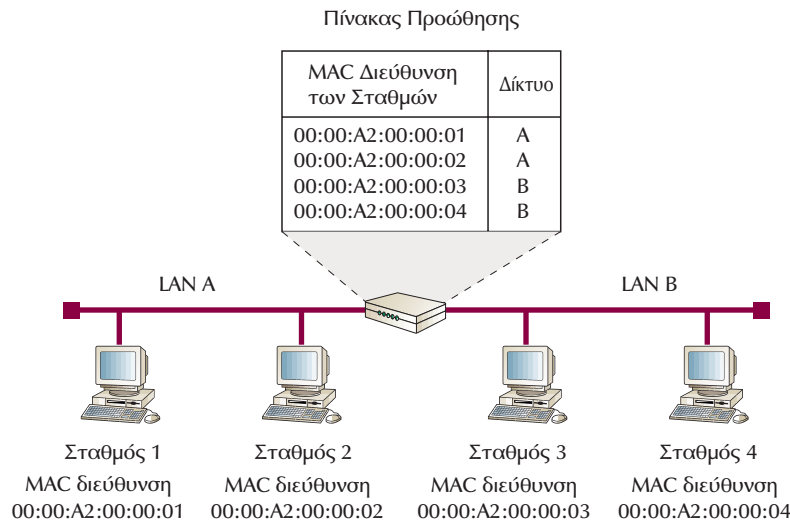
Αναπτύχθηκαν αρχικά από τη Digital Equipment Corporation για τη μετάδοση πλαισίων σε δίκτυα Ethernet. Οι διαφανείς γέφυρες συνδέουν δίκτυα, που έχουν ίδια πρωτόκολλα στα επίπεδα 1 και 2 του μοντέλου OSI.



Σχήμα 5-10 Διαφανής γέφυρα

Οι διαφανείς γέφυρες ονομάζονται και γέφυρες με δένδρο συνδέσεων επειδή κάνουν χρήση του αλγόριθμου spanning tree, του οποίου η λειτουργία του θα επεξηγηθεί στη συνέχεια.

Επίσης οι διαφανείς γέφυρες δημιουργούν τους πίνακες προώθησης (forwarding table), που έχουν ως καταχωρήσεις τις MAC διευθύνσεις των σταθμών εργασίας καθώς και την πόρτα της γέφυρας στην οποία συνδέεται το δίκτυο όπου ανήκει, ο κάθε σταθμός.



Σχήμα 5-11 Πίνακας προώθησης γέφυρας

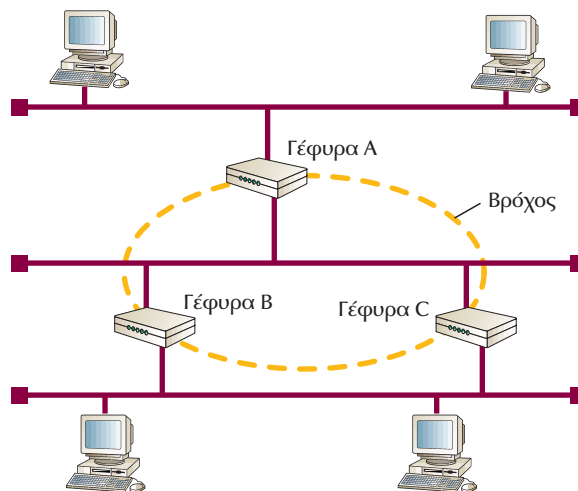
Όταν ένα πλαίσιο φθάνει στη γέφυρα, αυτή εξετάζει τη διεύθυνση προορισμού και εάν η διεύθυνση προορισμού με βάση τον πίνακα προώθησης ανήκει στο ίδιο δίκτυο με αυτό από το οποίο προήλθε, το πλαίσιο, τότε, απορρίπτεται. Εάν η διεύθυνση προορισμού ανήκει σε άλλο δίκτυο από αυτό που προήλθε το πλαίσιο, τότε η γέφυρα το προωθεί προς την πόρτα, που συνδέεται το δίκτυο προορισμού, όπου υπάρχει ο σταθμός εργασίας με την αντίστοιχη MAC διεύθυνση. Στην περίπτωση που η διεύθυνση προορισμού δεν υπάρχει στον πίνακα προώθησης (νέος σταθμός ή διεύθυνση broadcast / multicast), τότε η γέφυρα θα προωθήσει το πλαίσιο προς όλες τις πόρτες, στις οποίες συνδέονται δίκτυα, πλην αυτής από την οποία έφθασε το πλαίσιο. Η προώθηση σε όλα τα δίκτυα ονομάζεται και πλημμύρισμα (flooding). Το πλημμύρισμα συμβαίνει, επίσης, κατά την έναρξη λειτουργίας μιας γέφυρας αφού ο πίνακας προώθησης είναι άδειος. Η γέφυρα δεν γνωρίζει, που είναι ο κάθε προορισμός, έτσι κάθε εισερχόμενο πλαίσιο για άγνωστο προορισμό εξέρχεται προς όλα τα δίκτυα. Με το πέρασμα του χρόνου η γέφυρα δημιουργεί τον πίνακα προώθησης και η διαδικασία του πλημμυρίσματος σταδιακά μειώνεται.

Βέβαια, οι καταχωρήσεις μέσα στον πίνακα δεν είναι στατικές, και αυτό γιατί η τοπολογία ενός δικτύου συχνά μεταβάλλεται. Για τον λόγο αυτό υπάρχει χρονική παράμετρος (aging time period) που καθορίζει, ότι μετά το πέρας αυτής, εάν δεν έχει φθάσει πλαίσιο με τελικό προορισμό κάποια MAC διεύθυνση, τότε η αντίστοιχη καταχώρηση της MAC διεύθυνσης διαγράφεται από τον πίνακα προώθησης.

Με βάση όσα έχουμε αναφέρει, οι βασικές δραστηριότητες διαφανούς γέφυρας είναι το πλημμύρισμα (flooding), η προώθηση (forwarding) και η λήξη καταχώρησης (aging) από τον πίνακα προώθησης.

Ο αλγόριθμος Spanning Tree

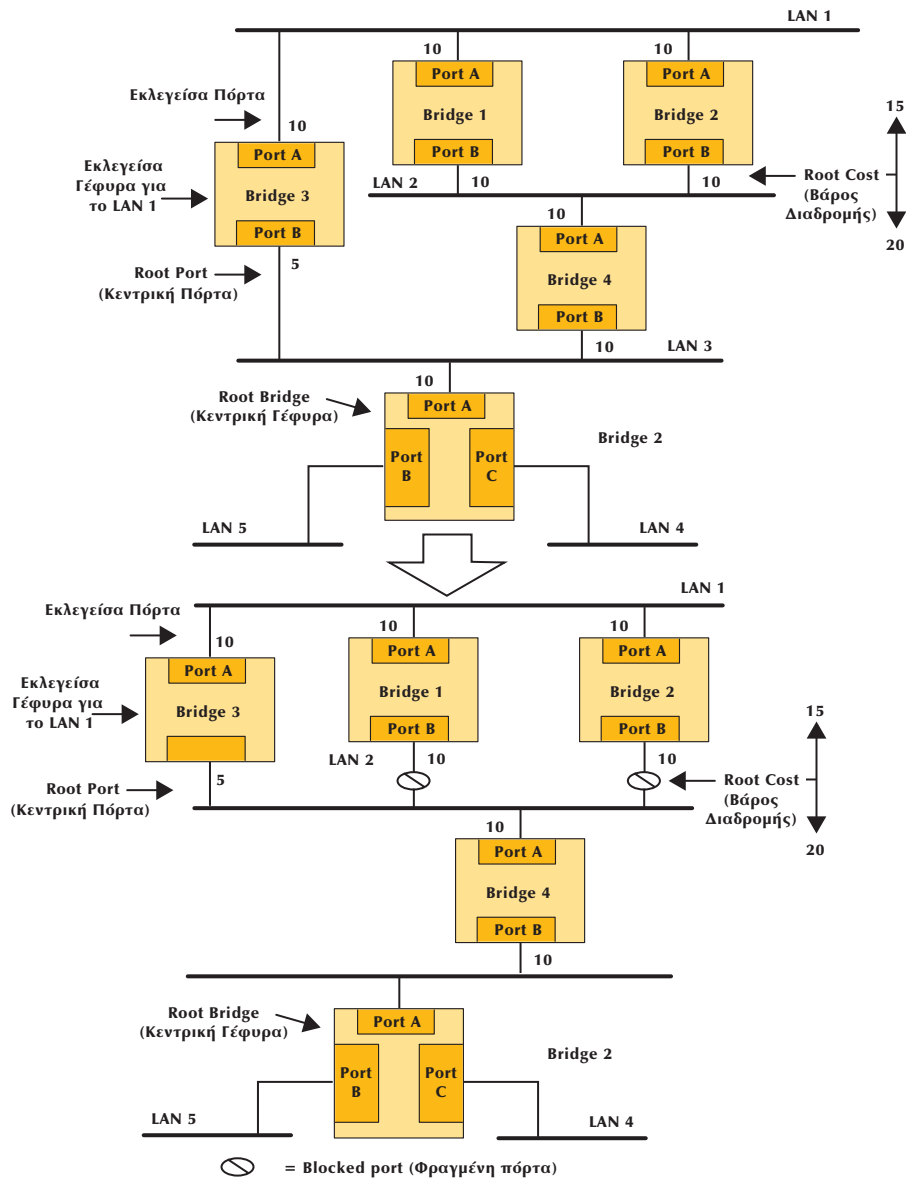
Όπως προαναφέρθηκε, οι διαφανείς γέφυρες κάνουν χρήση του αλγόριθμου spanning tree. Ο αλγόριθμος spanning tree αναπτύχθηκε για να ξεπεραστούν προβλήματα από την ύπαρξη βρόχων (loops) στην τοπολογία δικτύου και ορίζεται από την προδιαγραφή IEEE 802.1d. Ο αλγόριθμος spanning tree εξασφαλίζει την σωστή λειτουργία του δικτύου καθορίζοντας μοναδιαία μονοπάτια στην τοπολογία του δικτύου απενεργοποιώντας στις γέφυρες, τις πόρτες, που προσφέρουν εναλλακτικές διαδρομές στο δίκτυο. Ταυτόχρονα ο αλγόριθμος εξασφαλίζει την αυτόματη επαναλειτουργία μιας απενεργοποιημένης διαδρομής σε περίπτωση όπου η πρωτεύουσα διαδρομή τεθεί εκτός λειτουργίας για οποιαδήποτε αιτία.



Σχήμα 5-12 Τοπολογία τοπικού δικτύου με διαφανείς γέφυρες. Ο αλγόριθμος Spanning tree θα εξαλείψει τον βρόχο απενεργοποιώντας την μία από τις δύο δυνατές διαδρομές

Χωρίς την ύπαρξη του αλγορίθμου spanning tree, δεν θα ήταν εφικτή η σωστή λειτουργία ενός LAN με γέφυρες, εάν σε αυτό υπήρχαν βρόχοι. Η ύπαρξη βρόχου στο δίκτυο θα προκαλούσε αλλοίωση στον πίνακα προώθησης και η αλλοίωση αυτή με την σειρά της θα δημιουργούσε πλαίσια, όπου συνεχόμενα θα κυκλοφορού-

σαν μέσα στο βρόχο. Έτσι, θα υπήρχε πρόβλημα στην σωστή επικοινωνία μεταξύ των σταθμών του δικτύου. Ο αλγόριθμος spanning tree ενεργοποιείται αυτόματα με την έναρξη λειτουργίας μιας γέφυρας, καθώς επίσης και στην περίπτωση κάποιας αλλαγής στην τοπολογία του δικτύου. Μετά τη σύγκλιση του αλγορίθμου και τη δημιουργία διαδρομών χωρίς βρόχους, όλοι οι σταθμοί εργασίας είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους.



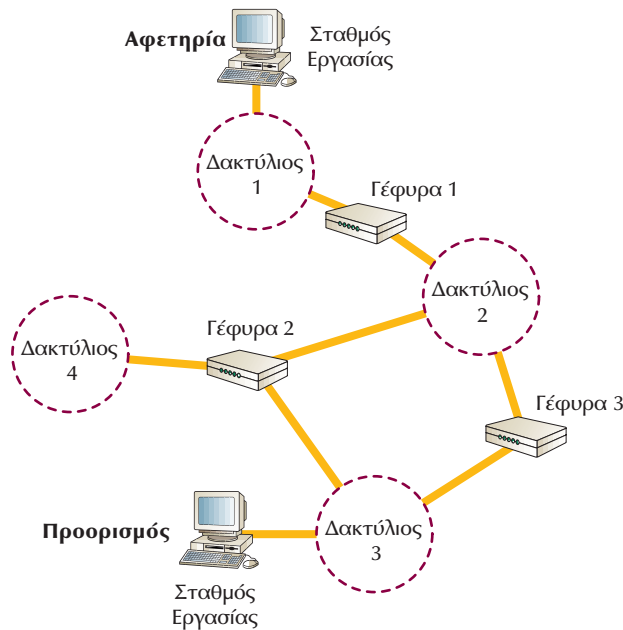
Σχήμα 5-13 Ορολογία του αλγορίθμου Spanning tree

Με βάση το Σχήμα 5.15 θα αναφερθούμε σε κάποιους όρους, που χαρακτηρίζουν την λειτουργία του αλγόριθμου spanning tree.

- **Bridge Priority (Προτεραιότητα Γέφυρας):** Τιμή, που ορίζουμε στη γέφυρα και χρησιμοποιείται για να υπολογίσει ο αλγόριθμος την κορυφή (root bridge) στην ιεραρχία του δένδρου με τις γέφυρες μέσα στο δίκτυο. Εάν ορίσουμε σε μία γέφυρα τη μικρότερη τιμή σε σχέση με άλλες γέφυρες, τότε το πιθανότερο είναι να εκλεγεί ως root bridge.
- **Root Bridge (Κεντρική γέφυρα):** Η γέφυρα μέσα σε δίκτυο με άλλες γέφυρες, που επιλέχθηκε από τον spanning tree αλγόριθμο να βρίσκεται στην κορυφή της ιεραρχίας του δένδρου με τις γέφυρες. Η root γέφυρα αποτελεί σημείο αναφοράς για τις υπόλοιπες γέφυρες του δικτύου, γιατί με βάση αυτή θα υπολογισθούν τα βάρη της διαδρομής τους. Εάν όλες οι γέφυρες μπορούν να επικοινωνούν με τη root γέφυρα, τότε θα μπορούν να επικοινωνούν και μεταξύ τους. Η root γέφυρα δεν θέτει καμιά πόρτα της σε κατάσταση φραγής.
- **Path Cost (Βάρος διαδρομής - μονοπατιού):** Είναι η τιμή του βάρους - κόστους που έχει ορισθεί για την πόρτα γέφυρας.
- **Designated Bridge (Εκλεγείσα Γέφυρα):** Κάθε επιμέρους εσωτερικό δίκτυο (LAN) έχει μόνο μία γέφυρα, που του προσφέρει τη διαδρομή με το μικρότερο βάρος έως την root γέφυρα. Αυτή η γέφυρα ονομάζεται Designated Bridge για το συγκεκριμένο LAN και όλα τα πλαίσια του LAN θα προωθούνται από τη γέφυρα αυτή προς τη root γέφυρα.
- **Root Port (Κεντρική πόρτα):** Η μοναδική πόρτα κάποιας γέφυρας, που προσφέρει την πρόσβαση προς την root γέφυρα με το μικρότερο βάρος.
- **Designated Port (Εκλεγείσα πόρτα):** Οποιαδήποτε πόρτα, που συνδέει LAN με το μικρότερο βάρος στο μονοπάτι προς τη root γέφυρα.
- **Root Cost (Βάρος Διαδρομής):** Προκύπτει από τα επιμέρους βάρη, που έχουν οριστεί στις πόρτες των γεφυρών (path cost) στην διαδρομή γέφυρας, μέχρι την root γέφυρα. Κάθε πόρτα μιας γέφυρας που συμμετέχει στον αλγόριθμο spanning tree, μπορεί να βρίσκεται σε μία από τις ακόλουθες καταστάσεις:
- **Blocking (Φραγή):** Σ' αυτή την κατάσταση, η πόρτα δεν μπορεί να στέλνει ή να λαμβάνει πλαίσια, πλην ειδικών πλαισίων, Μονάδων Δεδομένων Πρωτοκόλλου Γέφυρας (Bridge Protocol Data Unit, BPDUs), που δημιουργεί ο ίδιος ο αλγόριθμος, προκειμένου να συγκλίνει. Στην αρχή της λειτουργίας του αλγόριθμου όλες οι πόρτες είναι σε αυτή την κατάσταση μέχρι να εξασφαλισθεί σταδιακά τοπολογία ελεύθερη από βρόχους.
- **Listening (Ακρόασης):** Στην κατάσταση αυτή η πόρτα είναι σε θέση να αναλύει τα πλαίσια BPDUs προκειμένου να καθορίσει, εάν θα μεταβληθεί η κατάσταση της σε blocking ή forwarding.
- **Learning (Εκμάθησης):** Σε αυτή την ενδιάμεση κατάσταση δημιουργούνται οι πίνακες προώθησης στις γέφυρες.
- **Forwarding (Προώθησης):** Στην κατάσταση αυτή, η πόρτα γέφυρας μπορεί να λαμβάνει ή να μεταδίδει πλαίσια.

Ο αλγόριθμος spanning tree χρησιμοποιείται και από τους μεταγωγείς (switch), συσκευές που θα παρουσιάσουμε στην ενότητα 5.6 και αποτελούν τα βασικότερα ενεργά στοιχεία των σύγχρονων τοπικών δικτύων.

II. Γέφυρες Πηγαίας Δρομολόγησης (Source Route Bridges)



Σχήμα 5-14 Διασύνδεση δικτύων token ring με γέφυρες πηγαίας δρομολόγησης

Οι γέφυρες πηγαίας δρομολόγησης αναπτύχθηκαν από την IBM για τη μεταφορά πλαισίων για υλοποίηση δικτύων τύπου δακτυλίου με κουπόνι (token ring). Οι γέφυρες αυτού του είδους δεν δημιουργούν πίνακες προώθησης, αλλά βασίζονται στη πληροφορία που περιέχεται μέσα στα λαμβανόμενα πλαίσια για να καθορίσουν προς ποια πόρτα θα προωθήσουν τα πλαίσια. Επομένως, κυρίως οι σταθμοί εργασίας επιφορτίζονται με τη διαδικασία εύρεσης όλων των δυνατών διαδρομών των πλαισίων μέχρι τον τελικό προορισμό.

Οι σταθμοί εργασίας είναι υπεύθυνοι για να κρατούν πίνακες δρομολόγησης με όλες τις διαδρομές προς όλους τους άλλους σταθμούς εργασίας, με τους οποίους επιθυμούν να επικοινωνήσουν. Σε περίπτωση που κάποιος σταθμός εργασίας δεν περιέχεται μέσα στους πίνακες δρομολόγησης, τότε πρέπει να ξεκινήσει διαδικασία εξεύρεσης της διαδρομής. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε μια συνηθισμένη διαδικασία ανακάλυψης διαδρομής.

- Ο σταθμός, που θέλει να επικοινωνήσει με άλλο σταθμό εργασίας, προσδιορίζει, εάν βρίσκονται στον ίδιο δακτύλιο. Στην περίπτωση που και οι δύο σταθμοί βρίσκονται στο ίδιο δακτύλιο, τότε ξεκινά η εκπομπή των πλαισίων.
- Στην περίπτωση, που ο προορισμός βρίσκεται σε άλλο δακτύλιο, τότε ο σταθμός εξετάζει τον πίνακα δρομολόγησης, που έχει δημιουργήσει, για να δει εάν υπάρχει ήδη καταχωρημένη διαδρομή. Η πληροφορία της διαδρομής περιέχει ζευγάρια τιμών δακτυλίου - γέφυρας.
- Εάν δεν βρεθεί καταχωρημένη διαδρομή προς τον τελικό προορισμό, ο σταθμός στέλνει πλαίσιο διερεύνησης στο δίκτυο.
- Κάθε γέφυρα πηγαίας δρομολόγησης που λαμβάνει πλαίσιο διερεύνησης, προσθέτει σε αυτό τις ακόλουθες πληροφορίες:
 - α) Τον αριθμό του δακτυλίου, από τον οποίο έφθασε το πλαίσιο.
 - β) Τον αριθμό, που χαρακτηρίζει την γέφυρα μέσα στο συνολικό δίκτυο.
 - γ) Τον αριθμό του δακτυλίου, προς το οποίο η γέφυρα πρόκειται να προωθήσει το πλαίσιο.

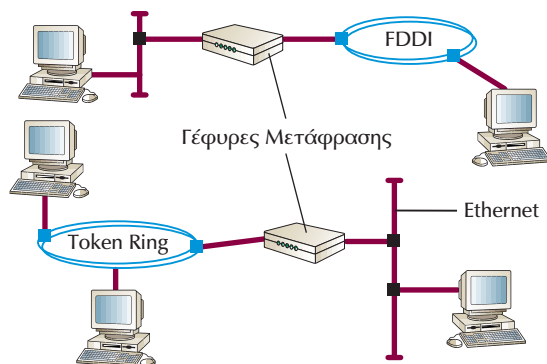
Στη συνέχεια, η γέφυρα προωθεί το πλαίσιο σε όλους τους δακτυλίους, με τους οποίους συνδέεται, εκτός φυσικά του δακτυλίου από τον οποίο έλαβε το πλαίσιο. Η παραπάνω διαδικασία εκτελείται από κάθε γέφυρα, που λαμβάνει το πλαίσιο.

- Με την παραπάνω διαδικασία τελικά το πλαίσιο διερεύνησης φθάνει στο δακτύλιο, που βρίσκεται και ο σταθμός προορισμού. Τότε, ο σταθμός προορισμού επιστρέφει το πλαίσιο, το οποίο ακολουθεί την αντίστροφη διαδρομή από αυτή που είναι καταγεγραμμένη στο πλαίσιο.
- Κάθε γέφυρα, που λαμβάνει το επιστρεφόμενο πλαίσιο χρησιμοποιώντας την πληροφορία, που περιέχεται σε αυτό, το προωθεί προς τον ενδεδειγμένο δακτύλιο.
- Το πλαίσιο απάντησης επιστρέφει στο σταθμό, που είχε στείλει το πλαίσιο διερεύνησης και, αφού το διαβάσει προσθέτει τη διαδρομή στον πίνακα δρομολόγησης και στη συνέχεια, χρησιμοποιεί τη διαδρομή, για να ξεκινήσει την επικοινωνία του με τον τελικό σταθμό.

Στις γέφυρες πηγαίας δρομολόγησης υπάρχει επίσης διαδικασία, με την οποία επιλέγεται διαδρομή, σε περίπτωση ύπαρξης εναλλακτικών δρομολογήσεων καθώς και αποφυγή δημιουργίας βρόχων μέσα στο δίκτυο. Οι γέφυρες πηγαίας δρομολόγησης δεν συναντώνται πλέον σε πολλές σύγχρονες εγκαταστάσεις, γιατί δεν συνηθίζεται η υλοποίηση LAN με token ring αλλά και γιατί προτιμάται η χρήση δρομολογητών (routers) αντί γεφυρών.

III. Γέφυρες Μετάφρασης (Translating Bridges)

Είναι είδος διαφανούς γέφυρας, που παρέχει σύνδεση μεταξύ δικτύων που υλοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα πρόσβασης στο φυσικό μέσο (π.χ. token ring σε ethernet)

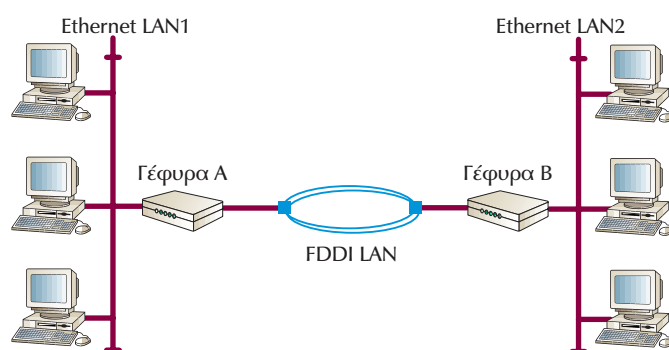


Σχήμα 5-15 Διασύνδεση τοπικών δικτύων διαφορετικών τύπων με γέφυρες μετάφρασης

Οι γέφυρες αυτού του είδους μετατρέπουν τα πλαίσια ενός τύπου δικτύου σε πλαίσια άλλου τύπου δικτύου. Ο τρόπος, που γίνεται η μετατροπή του πλαισίου από ένα δίκτυο στο άλλο έχει παρουσιασθεί στην παράγραφο 5.4 με τη βοήθεια του Σχήματος 5.9. Επειδή διαφορετικού τύπου δίκτυα υποστηρίζουν διαφορετικό μήκος πλαισίων και επειδή οι γέφυρες δεν μπορούν να τεμαχίζουν (fragment) τα πλαίσια, πρέπει τα δίκτυα που πρόκειται να συνδεθούν με τη χρήση γέφυρας, να έχουν παραμετροποιηθεί, έτσι ώστε να χρησιμοποιούν κοινά αποδεκτό μήκος.

IV. Γέφυρες Ενθυλάκωσης (Encapsulation Bridges)

Αυτού του είδους οι γέφυρες συναντώνται συχνά σε τοπολογίες κορμού (backbone) όπου δίκτυα με ίδια πρωτόκολλα χρειάζεται να συνδεθούν διαμέσου διαφορετικού τύπου δικτύου, για παράδειγμα Ethernet-μέσω-FDDI-σε-Ethernet.



Σχήμα 5-16 Διασύνδεση δύο Ethernet δικτύων (LAN1 & LAN2) μέσω FDDI δικτύου, με χρήση γεφυρών ενθυλάκωσης

Αντίθετα με τις γέφυρες μετάφρασης, που μετατρέπουν το πλαίσιο ενός τύπου δικτύου σε πλαίσιο άλλου τύπου δικτύου, οι γέφυρες ενθυλάκωσης, ενθυλακώνουν το πλαίσιο, που πρόκειται να προωθηθεί, στο δίκτυο του κορμού με επιπλέον επικεφαλίδες δημιουργώντας, στην ουσία, πλαίσιο μέσα σε άλλο πλαίσιο συμβατό με το πρωτόκολλο του δικτύου κορμού. Στην περίπτωση του Σχήματος 5-18, το πλαίσιο τύπου Ethernet ενθυλακώνεται αυτούσιο σε πλαίσιο τύπου FDDI και η γέφυρα στην άλλη πλευρά θα αφαιρέσει τα πεδία, που σχηματίζουν το FDDI πλαίσιο και έτσι θα αναδειχθεί το αρχικό πλαίσιο τύπου Ethernet και όπως είναι φυσικό θα μεταδοθεί στο τελικό δίκτυο.

5.5 Μεταγωγείς (Switches)

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

Σημείωση

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

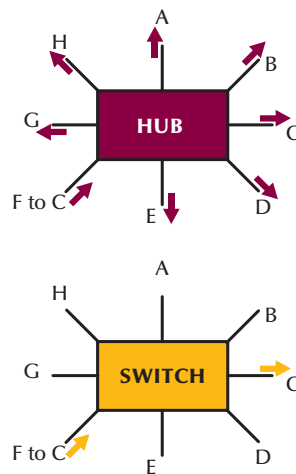
Οι μεταγωγείς έχουν, συνήθως, πολλές πόρτες όπως και τα hub. Σε κάθε πόρτα μεταγωγέα μπορούμε να συνδέσουμε υπολογιστή, ένα hub, άλλο switch ή δρομολογητή, όπως θα δούμε στην επόμενη παράγραφο 5.6.

Επισημανση

Το κύριο χαρακτηριστικό του μεταγωγέα είναι, ότι κάθε πόρτα του προσφέρει καθορισμένο εύρος ζώνης, σε αντίθεση με το hub, όπου όλες οι συσκευές, που συνδέονται σε αυτό μοιράζονται το εύρος ζώνης του μέσου (shared ethernet). Επίσης, κάθε πόρτα του switch, όπως και στις γέφυρες αποτελεί ξεχωριστό πεδίο συγκρούσεων (collision domain). Αντίθετα στο hub, όλες οι συσκευές, που συνδέ-

ονται σ' αυτό, δημιουργούν κοινό πεδίο συγκρούσεων και αυτό γιατί μοιράζονται το ίδιο μέσο. Τα πλαίσια, όμως, broadcast ή multicast από ένα σταθμό μεταδίδονται προς όλες τις πόρτες του switch. Το switch δημιουργεί και αυτό πίνακες προώθησης, όπως και οι γέφυρες και χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο spanning tree, για να εξασφαλιστεί τοπολογία δικτύου χωρίς την ύπαρξη βρόχων.

Στην περίπτωση που δύο σταθμοί θέλουν να επικοινωνήσουν και βρίσκονται σε διαφορετικές πόρτες του switch (unicast πλαίσιο), το switch εξετάζει τον πίνακα προώθησης για να βρει καταχώρηση του MAC προορισμού και σε ποια πόρτα συνδέεται προκειμένου να το προωθήσει. Έτσι, όπως μπορούμε να δούμε και στο Σχήμα 5.17, εάν ο σταθμός F θέλει να επικοινωνήσει με το σταθμό C, στην περίπτωση που υπάρχει hub, το πλαίσιο θα έφθανε σε όλους τους σταθμούς, ενώ στην περίπτωση του switch, το πλαίσιο θα πήγαινε από το σταθμό F μόνο στο σταθμό προορισμού C. Από τα παραπάνω είναι φανερό, ότι η χρησιμοποίηση switch μειώνει την κίνηση και αυξάνει την επίδοση του δικτύου, ουσιαστικά, αυξάνει δραστικά το διαθέσιμο εύρος ζώνης των σταθμών εργασίας.



Σχήμα 5-17 Διαφορές στη διασύνδεση σταθμών εργασίας, με χρήση switch έναντι hub

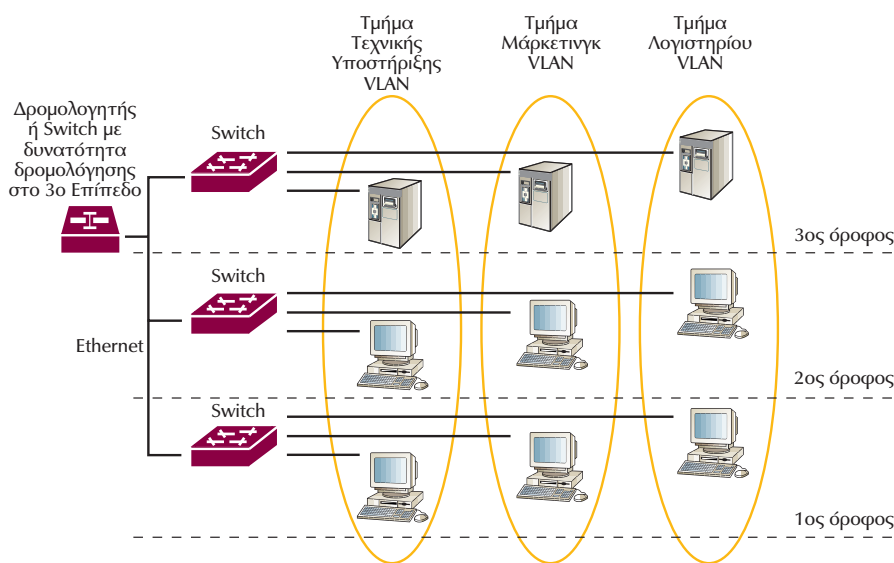
Στην προηγούμενη παράγραφο είχαμε αναφέρει, ότι οι γέφυρες ονομάζονται και συσκευές store and forward. Τα switch, εκτός από τη δυνατότητα προώθησης των πλαισίων με τρόπο store and forward, έχουν τη δυνατότητα να λειτουργήσουν και με το τρόπο cut-through. Το switch σε κατάσταση λειτουργίας cut-through, εξετάζει μόνο μέρος του πλαισίου και, κυρίως, τη διεύθυνση προορισμού (destination

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

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

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

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



Σχήμα 5-20 Τοπικό δίκτυο με VLANs. Η διασύνδεσης των VLANs υλοποιείται με χρήση δρομολογητή ή switch με δυνατότητα δρομολόγησης στο 3ο επίπεδο

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

- Με βάση τη φυσική διεύθυνση του σταθμού εργασίας (MAC διεύθυνση). Στην περίπτωση αυτή δημιουργούμε λίστες με διευθύνσεις MAC για κάθε ειδικό δίκτυο. Αποτελεί την πιο δύσκολη λύση, τόσο διαχειριστικά, όσο και από πλευράς υλοποίησης, αλλά και τη πιο γρήγορη από άποψη επίδοσης του δικτύου.
- Με βάση τις πόρτες των switches. Στην περίπτωση αυτή αντιστοιχούμε κάποιες πόρτες των switches σε συγκεκριμένα VLANs. Με αυτή τη λύση κάθε πλαίσιο με μια διεύθυνση MAC του σταθμού αφετηρίας, που θα εισέρχεται στο

switch από κάποια πόρτα, θα αντιστοιχεί τον υπολογιστή με τη συγκεκριμένη διεύθυνση MAC στο αντίστοιχο VLAN που έχει οριστεί ότι ανήκει η πόρτα. Η λύση αυτή είναι η πιο συνηθισμένη και μέτρια από πλευράς επίδοσης και ευελιξίας ανασχεδίασης του δικτύου.

- Με βάση τη διεύθυνση του πρωτοκόλλου του τρίτου επιπέδου του σταθμού εργασίας. Για παράδειγμα, με βάση την IP διεύθυνση του υπολογιστή εάν έχουμε δίκτυο TCP/IP. Η λύση αυτή υλοποιείται μόνο εάν υπάρχει η δυνατότητα από κάποιο switch να δεχθεί κάρτα, που υλοποιεί μεταγωγή στο τρίτο επίπεδο (layer 3 switching). Αποτελεί την πιο εύκολη διαχειριστικά λύση, που προσθέτει επιπλέον δυνατότητες διαχωρισμού δικτύου, ειδικά όταν κάνουμε ανασχεδίαση υπάρχοντος δικτύου με εισαγωγή συσκευών, όπως τα switches, αλλά ταυτόχρονα είναι και η λιγότερη αποδοτική από άποψη επιδόσεων (performance).

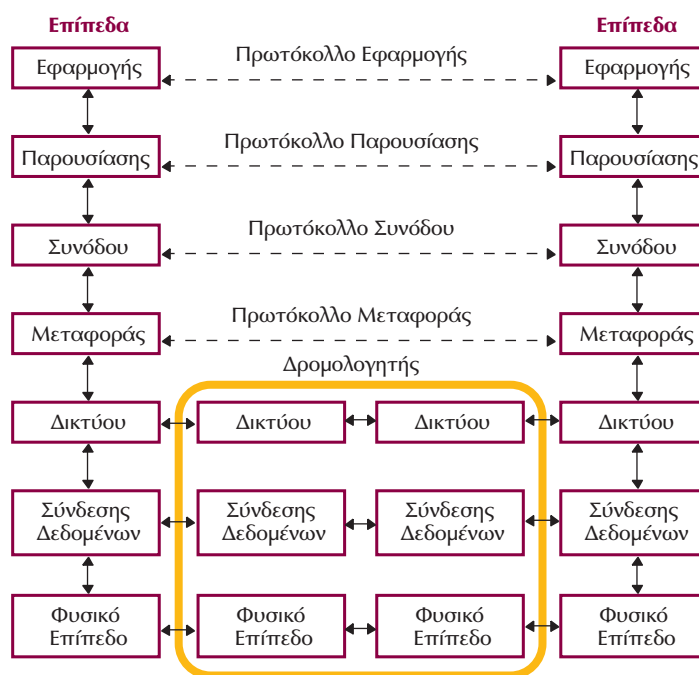
Αρκετές εταιρείες σήμερα έχουν αναπτύξει switches, που έχουν δυνατότητες για μεταγωγή πέρα από το τρίτο επίπεδο που ήδη έχουμε αναφέρει, και στο τέταρτο επίπεδο (layer 4 switching) του μοντέλου OSI. Επειδή τα switches αποτελούν στις σύγχρονες εγκαταστάσεις δικτύων LAN ίσως τα βασικότερα δομικά ενεργά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

5.6 Δρομολογητές (Routers)

Η κύρια λειτουργία των δρομολογητών είναι η διασύνδεση των δικτύων στο τρίτο επίπεδο του μοντέλου OSI. Ταυτόχρονα οι δρομολογητές υποστηρίζουν όλες τις λειτουργίες του τρίτου επιπέδου του μοντέλου OSI, που έχουμε αναφέρει στο κεφάλαιο 1.

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

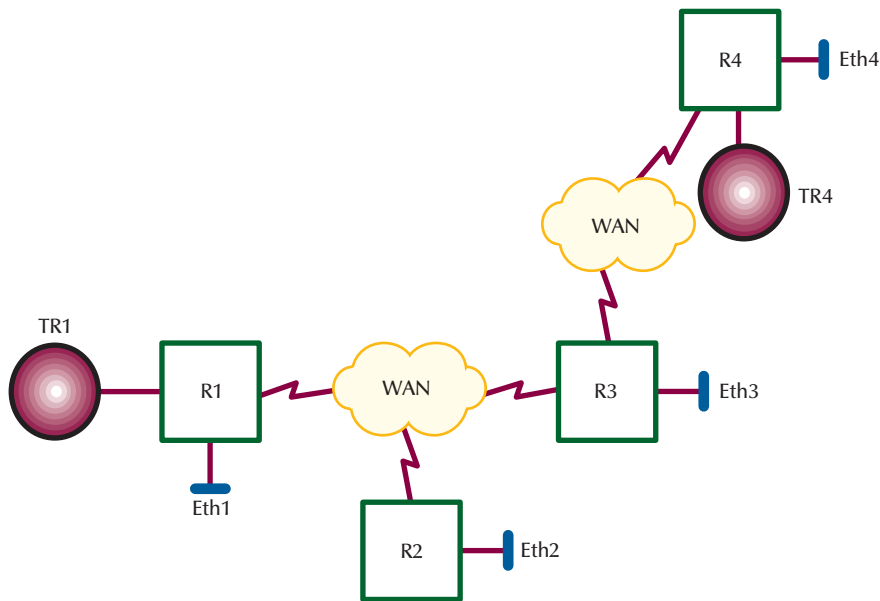
Αρχιτεκτονική Δικτύου βασισμένη στο μοντέλο OSI



Σχήμα 5-19 Λειτουργία του δρομολογητή σε σχέση με τα επίπεδα του μοντέλου OSI

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

Οι δρομολογητές υποστηρίζουν μεγάλη ποικιλία πρωτοκόλλων, καθώς και πόρτες διασύνδεσης τόσο σε LAN όσο και WAN επίπεδο. Παραδείγματα LAN, που ένας δρομολογητής μπορεί να διασύνδεει, είναι οι διάφορες μορφές του ethernet, token ring, και το FDDI. Για τη διασύνδεση απομακρυσμένων LAN's μέσω WAN δικτύου, οι δρομολογητές παρέχουν τις κατάλληλες πόρτες ανάλογα με τη τεχνολογία του δικτύου WAN, που θα χρησιμοποιήσουν. Έτσι, μπορεί να έχουν πόρτες σύγχρονες ή ασύγχρονες και να εκπληρούν διάφορα πρότυπα διασύνδεσης μεταξύ DTE (δρομολογητής) και DCE (η συσκευή που παροχέα για το WAN δίκτυο). Τοπολογίες WAN δικτύων, όπως Point to Point, εκπομπής (broadcast), non-broadcast multi access, καθώς και πρωτόκολλα πρόσβασης σ' αυτά, θα παρουσιάσουμε στο έκτο κεφάλαιο.



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

Σχήμα 5-20 Διασύνδεση απομακρυσμένων διαφόρων τύπων LANs, μέσω WAN δικτύου με τη χρήση δρομολογητών

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

Επίσης, χαρακτηριστικό των δρομολογητών είναι η δυνατότητα, που παρέχουν, για φιλτράρισμα των πακέτων, είτε με βάση το πρωτόκολλο, είτε τις διευθύνσεις πηγής ή προορισμού των πακέτων, ή γενικότερα τα λογικά υποδίκτυα.

Επίσης, εάν έχουμε καλή γνώση των εφαρμογών στα ανώτερα επίπεδα, δηλαδή εάν γνωρίζουμε τον αριθμό της πόρτας, με την οποία η εφαρμογή επικοινωνεί με το τρίτο επίπεδο ή κάποια συγκεκριμένα bit μέσα στα πακέτα, που είναι χαρακτηριστικά της εφαρμογής, μπορούμε να δημιουργήσουμε δικά μας κριτήρια φιλτραρίσματος. Οι δυνατές ενέργειες, όταν ένα πακέτο εκπληρεί το κριτήριο κάποιου φίλτρου είναι είτε η απόρριψή του (drop), είτε η αποδοχή του (accept), είτε η καταγραφή (log) του σε κάποιο αρχείο, είτε η αλλαγή προτεραιότητας στην προώθηση του πακέτου (το τελευταίο, εάν υποστηρίζεται από το πρωτόκολλο επικοινωνίας π.χ TCP/IP).

5.7 Εισαγωγή στη δομημένη καλωδίωση

Ο όρος δομημένη καλωδίωση σε τοπικό δίκτυο υποδηλώνει, ότι η συνολική καλωδίωση του τοπικού δικτύου μπορεί να διαιρεθεί σε επιμέρους απλές ενότητες.

Στη δομημένη καλωδίωση, απλές καλωδιακές δομές επαναλαμβάνονται και ενώνονται μεταξύ τους για να σχηματίσουν μεγαλύτερες δομές με στόχο τη δημιουργία σύνθετου δικτύου, το οποίο θα εξυπηρετεί για παράδειγμα ένα μεγάλο κτίριο.

Θα χωρίσουμε τη δομημένη καλωδίωση σε δυο τμήματα:

- **Τη δομή οριζόντιας καλωδίωσης (Horizontal wiring structure)**
- **Τη δομή κάθετης καλωδίωσης ή καλωδίωσης κορμού (Backbone wiring structure)**

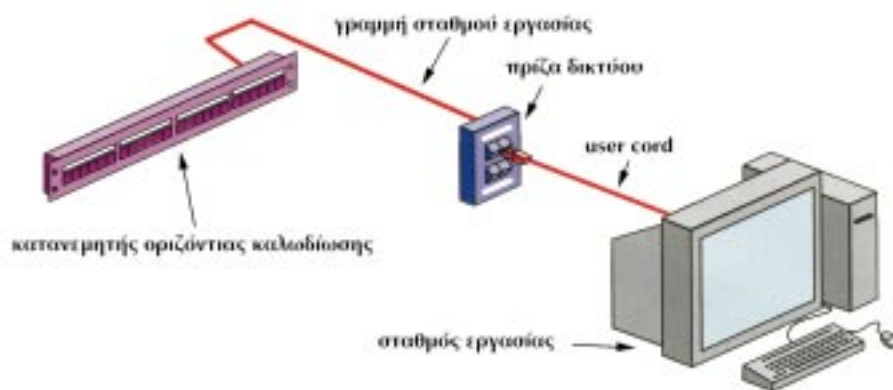
Το πιο σημαντικό πρότυπο για τη δομημένη καλωδίωση είναι το **EIA/TIA-568-A**. Το πρότυπο αυτό, ενσωματώνοντας πολλά άλλα συσχετιζόμενα πρότυπα, ορίζει ένα διεθνές καλωδιακό σύστημα το οποίο είναι προσαρμοσμένο να εξυπηρετεί την πλειονότητα των αναγκών σε ένα τοπικό δίκτυο. Το πρότυπο EIA/TIA-568-A ορίζει σαν τύπους καλωδίων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στη δομημένη καλωδίωση, το καλώδια συνεστραμένων ζευγών και το καλώδιο οπτικής ίνας.

5.7.1 Οριζόντια καλωδίωση

Η οριζόντια καλωδίωση αποτελεί το βασικό κομμάτι μιας δομημένης καλωδίωσης και περιγράφεται από το πρότυπο EIA/TIA-568-A.

Σαν οριζόντια καλωδίωση ορίζουμε το κομμάτι εκείνο της καλωδίωσης, το οποίο υλοποιεί την ένωση της εξόδου της κάρτας δικτύου του υπολογιστή με ένα σημείο συγκέντρωσης της οριζόντιας καλωδίωσης, τον κατανεμητή οριζόντιας καλωδίωσης. Έχουμε, λοιπόν καλώδια, τα οποία ξεκινούν από κεντρικό σημείο, το οποίο καλείται κατανεμητής και πηγαίνουν με αστεροειδή διάταξη σε κάθε υπολογιστή.

Η βασική μορφή της σύνδεσης υπολογιστή με τον κατανεμητή οριζόντιας καλωδίωσης, μέσω καλωδιακής γραμμής, φαίνεται στο παραπάνω σχήμα, όπου έχουμε τη βασική γραμμή η οποία αναφέρεται σαν γραμμή σταθμού εργασίας (station cable). Η γραμμή αυτή ξεκινά από τον κατανεμητή και φτάνει έως την πρίζα παροχής δικτύου και υλοποιείται με καλώδιο συνεστραμένων ζευγών. Το μήκος της, όπως θεσπίζουν τα διεθνή πρότυπα, δεν πρέπει να ξεπερνάει τα 90 μέτρα.



Σχήμα 5-21 Η σύνδεση σταθμών εργασίας με τον κατανομητή οριζόντιας καλωδίωσης

Από την πρίζα δικτύου μέχρι την υποδοχή της κάρτας δικτύου στον υπολογιστή χρησιμοποιείται ειδικό εύκαμπτο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (user cord).

Στη συνέχεια θα δώσουμε εκτενέστερη περιγραφή των εξαρτημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται στην οριζόντια καλωδίωση και των κανόνων και τεχνικών, που εφαρμόζονται.

Ο συνδετήρας δικτύου

Στην οριζόντια καλωδίωση, το εύκαμπτο καλώδιο σύνδεσης καταλήγει στον υπολογιστή με κατάλληλο συνδετήρα, όπως βλέπουμε στην παρακάτω Εικόνα 5-3.



Εικόνα 5-3 Εύκαμπτο καλώδιο σύνδεσης (User cord) και συνδετήρες

Ο συνδετήρας αυτός αναφέρεται και σαν συνδετήρας RJ 45 και έχει ειδικές υποδοχές, όπου οι οκτώ αγωγοί του καλωδίου περνούν και σταθεροποιούνται με τη βοήθεια ειδικού οργάνου.

Εύκαμπτα καλώδια σύνδεσης

Αυτά είναι ειδικά εύκαμπτα καλώδια με συνδετήρες στα δυο άκρα και χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση των σταθμών εργασίας με την πρίζα του δικτύου, οπότε καλούνται User cords ή για τη διασύνδεση των κατανεμητών μεταξύ τους οπότε καλούνται Patch cords ή για τη διασύνδεση των κατανεμητών με τον ενεργό εξοπλισμό, οπότε καλούνται Equipment cords. Εύκαμπτο καλώδιο σύνδεσης απεικονίζεται στην Εικόνα 5-3.

Ο τύπος του καλωδίου συνεστραμένων ζευγών, ο οποίος χρησιμοποιείται για την κατασκευή των patch cords, έχει περιγραφεί στο κεφάλαιο 4.

Οι πρίζες του δικτύου

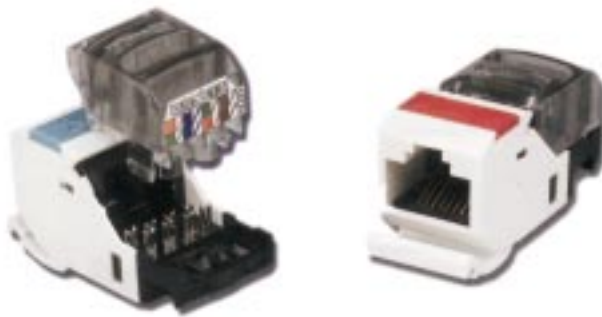
Οι πρίζες του δικτύου περιέχουν υποδοχές των συνδετήρων και αναφέρονται σαν **πρίζες σταθμού εργασίας (station outlet)**. Η πρίζα αποτελείται από το στέλεχος της υποδοχής του συνδετήρα (υποδοχέας) το οποίο είναι αφαιρούμενο και την πρόσοψη, στην οποία υπάρχει ειδικό πλαίσιο για την τοποθέτηση του υποδοχέα.



Εικόνα 5-4 Πρίζα δικτύου με αφαιρούμενους υποδοχείς

Αυτό γίνεται για να υπάρχει επιλεξιμότητα μεταξύ διαφορετικών τύπων πλαισίων και διαφορετικών τύπων υποδοχέων.

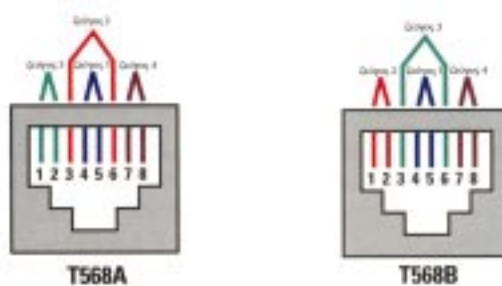
Ο υποδοχέας είναι τύπου RJ 45 και διαθέτει υποδοχή των 8 ακίδων (pins) για την ένωση με το συνδετήρα. Στην πίσω πλευρά του υπάρχουν 8 επαφές, που χρησιμοποιούνται για τον τερματισμό του καλωδίου της γραμμής σταθμού εργασίας. Οι υποδοχείς αυτού του τύπου αναφέρονται σαν **IDC (Insulation Displacement Connector)**. Το όνομά τους είναι ενδεικτικό του τρόπου τερματισμού του καλωδίου σ' αυτούς. Το καλώδιο, αφού ξεγυμνωθεί από το εξωτερικό μονωτικό περίβλημα και κοπεί σε κατάλληλο μήκος, εισέρχεται στις επαφές που υπάρχουν στην πίσω πλευρά του υποδοχέα και εκεί πιέζεται με ειδικό εργαλείο ή κλείνοντας το πλαστικό καπάκι του υποδοχέα. Με την πίεση αφαιρείται η μόνωση του κάθε αγωγού και πραγματοποιείται η ένωση με τις επαφές.



Εικόνα 5-5 Οι επαφές τερματισμού του καλωδίου στον υποδοχέα.
Ο τερματισμός γίνεται κλείνοντας το πλαστικό καπάκι στην πίσω πλευρά του υποδοχέα

Χρωματικοί κώδικες τερματισμού των καλωδίων

Το πρότυπο EIA/TIA 568-A υποστηρίζει δυο τρόπους τερματισμού του καλωδίου στην πρίζα δικτύου. Στο παρακάτω Σχήμα παραθέτουμε τους δυο αυτούς τρόπους τερματισμού, οι οποίοι αναφέρονται σαν **T568A** και **T568B**.



Σχήμα 5-22 Τα δυο σχήματα τερματισμού που είναι αποδεκτά από το πρότυπο EIA/TIA 568-A

Είναι πολύ μικρή η τεχνική διαφορά του ενός από τον άλλο, αλλά είναι σημαντικό το ότι ολόκληρο το Σχήμα της δομημένης καλωδίωσης σε ένα συγκεκριμένο χώρο θα πρέπει να ακολουθεί έναν συγκεκριμένο τρόπο τερματισμού.

Οι οδεύσεις των γραμμών

Τα καλώδια οδεύουν μέσα στα κτίρια πάνω από ψευδοροφές, τοποθετημένα σε ειδικές μεταλλικές σχάρες ή σε επίτοιχα πλαστικά κανάλια. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή, όταν τα καλώδια που χρησιμεύουν για τη μεταφορά δεδομένων, ευρίσκονται στο ίδιο κανάλι με καλώδια παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Στην περίπτωση αυτή θα υπάρξουν παρεμβολές και προβλήματα στη μεταφορά των δεδομένων, ειδικά όταν υλοποιούμε καλωδίωση κατηγορίας 5 ή ανωτέρας. Για το λόγο αυτό, σε εγκατάσταση, όπου κάτι τέτοιο δεν μπορεί να αποφευχθεί, θα πρέπει να απέχουν μεταξύ τους τουλάχιστον 5 εκ.

Ο γενικός κανόνας, όμως, ο οποίος επιβάλλεται από τα διεθνή πρότυπα είναι ότι τα καλώδια μεταφοράς δεδομένων πρέπει να οδεύουν σε ξεχωριστό κανάλι από τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος.

Ο κατανεμητής

Ο κατανεμητής (**patch panel**), σε οριζόντια καλωδίωση, είναι το καταληκτικό σημείο όλων των καλωδίων, τα οποία προέρχονται από τις πρίζες του δικτύου και, κατά συνέπεια, από τους χρήστες του δικτύου. Ο κατανεμητής εδώ αναφέρεται και σαν κατανεμητής οριζόντιας καλωδίωσης, γιατί συνδέει τους υπολογιστές σε οριζόντια διάταξη.



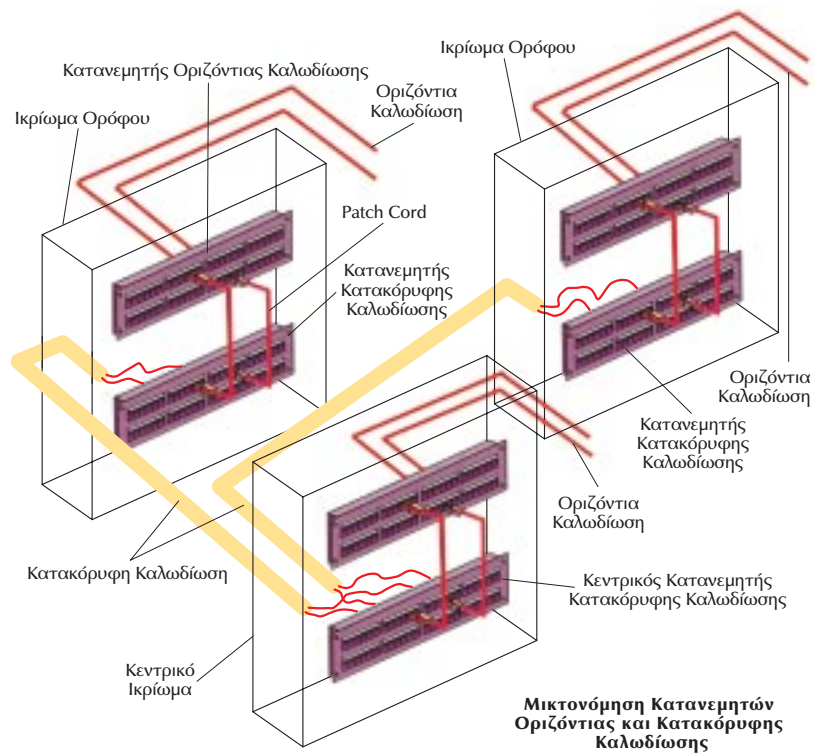
Εικόνα 5-6 Κατανεμητής (Patch Panel) με 48 υποδοχές

Όπως βλέπετε στην παρακάτω Εικόνα 5-7 η συσκευή αυτή αποτελείται από μεταλλική όψη με πλαίσια, στα οποία τοποθετούνται υποδοχές, στο πίσω μέρος των οποίων γίνεται ο τερματισμός των καλωδίων σε ειδικές επαφές. Ο τερματισμός γίνεται, όπως στους υποδοχείς IDC. Στις υποδοχές του patch panel εφαρμόζονται με συνδετήρες εύκαμπτα καλώδια συνεστραμένων ζευγών (Patch cords), τα οποία συνδέονται στις υποδοχές άλλου κατανεμητή ο οποίος ονομάζεται κατανεμητής κατακόρυφης καλωδίωσης.



Εικόνα 5-7 Λεπτομέρεια κατανεμητή όπου φαίνεται ο IDC υποδοχέας

Από το πίσω μέρος του κατανεμητή κατακόρυφης καλωδίωσης (Patch panel) φεύγουν καλώδια, τα οποία καταλήγουν σε κεντρικό κατανεμητή, ο οποίος βρίσκεται σε άλλο σημείο του κτιρίου. Το σύνολο των καλωδίων αυτών αποτελεί και την κατακόρυφη καλωδίωση (**Backbone cabling**). Η διαδικασία της σύνδεσης του κατανεμητή οριζόντιας καλωδίωσης με τον κατανεμητή κατακόρυφης καλωδίωσης, χρησιμοποιώντας τα Patch cords ονομάζεται μικτονόμηση.



Σχήμα 5-23 Οι γραμμές της οριζόντιας καλωδίωσης καταλήγουν, μέσω της διαδικασίας της μικτονόμησης και της κατακόρυφης καλωδίωσης, στον κεντρικό κατανεμητή

Με την παραπάνω διαδικασία αντιστοιχίζουμε την κάθε θέση της οριζόντιας καλωδίωσης σε μια θέση στον κεντρικό κατανεμητή.

Το ικρίωμα (Rack)

Οι κατανεμητές για την οριζόντια αλλά και για την κατακόρυφη καλωδίωση, όπως θα δούμε παρακάτω, τοποθετούνται εντός ικριώματος, το οποίο είναι μεταλλικό κουτί με επιλέξιμες ανάλογα με τις ανάγκες μας διαστάσεις και ειδικές υποδοχές για την τοποθέτηση των κατανεμητών και του ενεργού εξοπλισμού (Hubs, Switches). Συνήθως υπάρχει πόρτα με κρύσταλλο, η οποία ασφαλίζει. Οι πλευρές του ικριώματος είναι συνήθως, αιρετές, για να μπορούμε να έχουμε την δυνατότητα επέμβασης στα σημεία τερματισμού των καλωδίων, για παράδειγμα στην πίσω πλευρά ενός patch panel. Στα εσωτερικά σημεία των πλευρών υπάρχουν κατάλληλα στηρίγματα για τις οδεύσεις των καλωδίων.

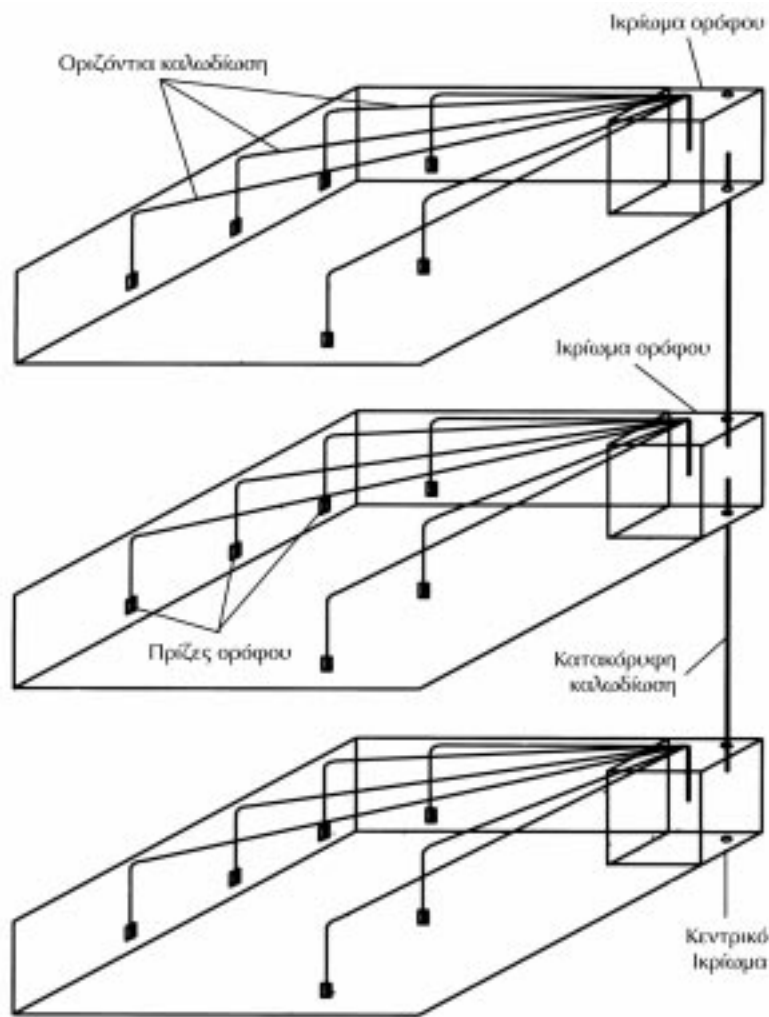


Εικόνα 5-8 Ικρίωμα

5.7.2 Κατακόρυφη καλωδίωση

Η κατακόρυφη καλωδίωση (**Backbone Cabling**) χρησιμοποιείται για να συνδέσει τους κατανεμητές κατακόρυφης καλωδίωσης, που βρίσκονται στα ικρίωματα των ορόφων με κάποιον κεντρικό κατανεμητή, ο οποίος και αποτελεί το κεντρικό σημείο της δομημένης καλωδίωσης.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η διάταξη της κατακόρυφης καλωδίωσης μεταξύ τριών κατανεμητών, οι οποίοι ευρίσκονται στα ικρίωματα διαφορετικών ορόφων σε ένα κτίριο. Το κάθε ένα από αυτά τα ικρίωματα εξυπηρετεί την οριζόντια καλωδίωση του ορόφου στον οποίον ευρίσκεται.



Σχήμα 5-24 Η διάταξη των ικριωμάτων στους ορόφους κτιρίου. Φαίνεται η διάταξη της οριζόντιας και της κατακόρυφης καλωδίωσης

Στο κτίριο του Σχήματος 5-24 ο κεντρικός κατανομητής είναι στον πρώτο όροφο και ενώνεται με τους επιμέρους κατανομητές, οι οποίοι ευρίσκονται σε κάθε έναν από τους άλλους ορόφους. Στις περισσότερες περιπτώσεις, έχουμε δυο ή περισσότερα σημεία συγκέντρωσης της οριζόντιας καλωδίωσης σε κάθε όροφο. Αυτά αντιστοιχούν σε ισάριθμα ικρίωματα με κατακόρυφους και οριζόντιους κατανομητές. Η σύνδεση των κατακόρυφων κατανομητών με τον κεντρικό εντάσσεται στην κατακόρυφη καλωδίωση.

Στην κατακόρυφη καλωδίωση χρησιμοποιούνται ειδικά πολύζευγα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών, τα οποία εντός του περιβλήματος έχουν 25 ζεύγη κα-

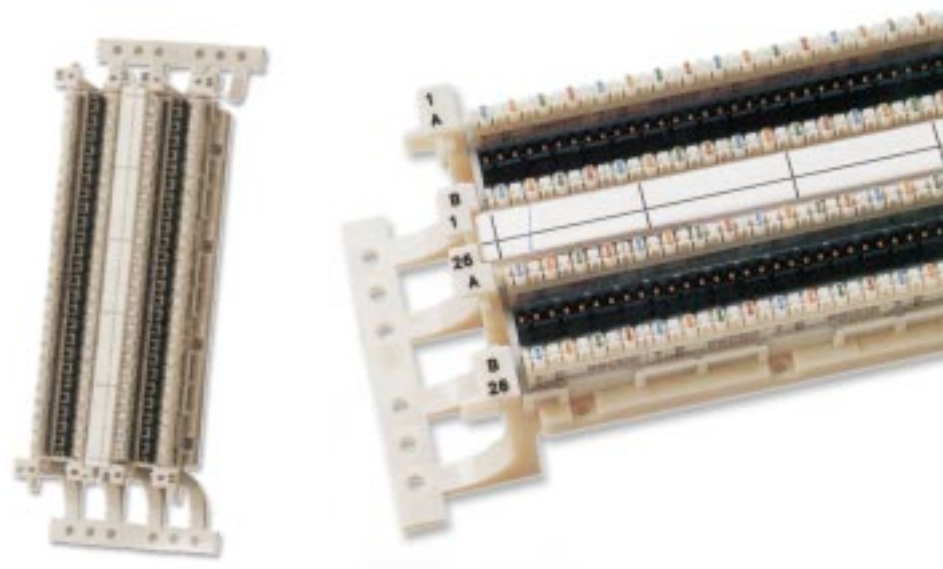
λωδίων για την περίπτωση που μεταφέρουμε δεδομένα ή 50 και 100 ζεύγη για την περίπτωση των τηλεφωνικών παροχών. Όταν, όμως οι αποστάσεις μεταξύ των κατανομητών, οι οποίοι πρέπει να συνδεθούν είναι μεγαλύτερες των 90 μέτρων, όπως συμβαίνει συνήθως, χρησιμοποιείται η οπτική ίνα σαν μέσο σύνδεσης στην κατακόρυφη καλωδίωση.

5.7.3 Τρόποι τερματισμού των καλωδίων

Τα καλώδια της κατακόρυφης και της οριζόντιας καλωδίωσης (καλώδια σταθμών εργασίας) καταλήγουν με δυο τρόπους μέσα στο ικρίωμα.

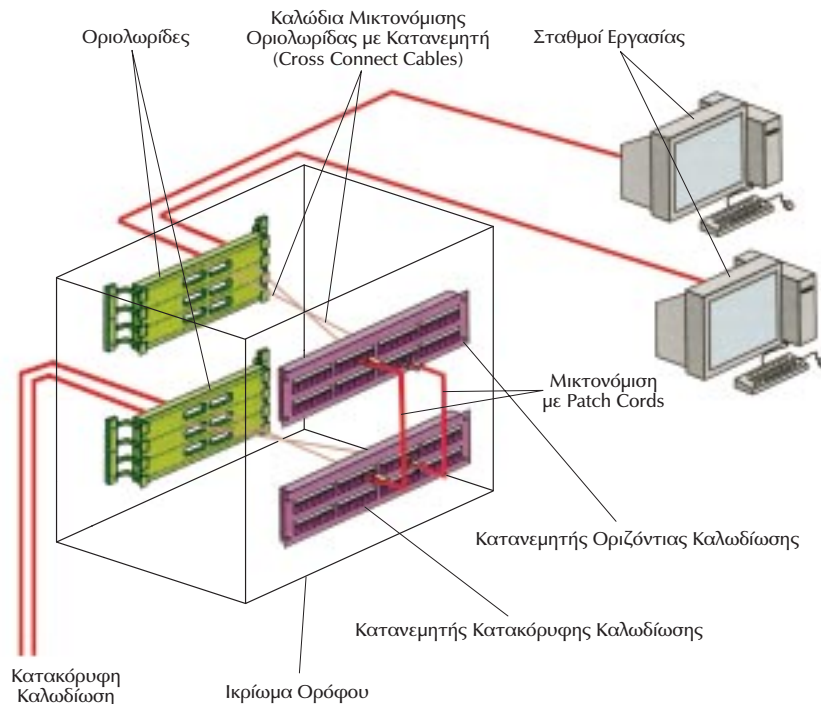
- Ο πρώτος τρόπος έχει ήδη περιγραφεί και είναι με κατ'ευθείαν τερματισμό στην πίσω πλευρά του κατακόρυφου ή του οριζόντιου κατανομητή αντίστοιχα.
- Ο δεύτερος τρόπος είναι να τερματισθούν πρώτα σε ειδική παθητική συσκευή, η οποία ονομάζεται **οριολωρίδα (Punchdown block)** και από εκεί να μεταφερθούν στην πίσω πλευρά του κατανομητή (Patch Panel), με τη βοήθεια ειδικών καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών, τα οποία ονομάζονται **καλώδια μικτονόμησης (cross connect cables)** και ενώνουν τις επαφές της οριολωρίδας με τις επαφές στην πίσω πλευρά του κατανομητή.

Η οριολωρίδα είναι εξάρτημα, το οποίο εντάσσεται στον παθητικό εξοπλισμό δομημένης καλωδίωσης και τοποθετείται στην πίσω πλευρά του ικρίωματος, έτσι ώστε να βρίσκεται πίσω από τους κατανομητές. Κατασκευάζονται από πλαστικό και διαθέτουν σειρές επαφών, όπου μπορούν να φιλοξενηθούν μέχρι 300 ζευγάρια αγωγών. Ο τερματισμός των ζευγαριών γίνεται όπως στον IDC συνδετήρα με τη βοήθεια κατάλληλου εργαλείου.



Εικόνα 5-9 Οριολωρίδα

Ο πιο σύγχρονος τύπος οριολωρίδας είναι ο τύπος 110, ο οποίος έχει την καταγωγή του από την εταιρεία AT&T. Από την οριολωρίδα ξεκινούν συνεστραμμένα ζευγάρια καλωδίων, τα οποία τερματίζονται στην πίσω πλευρά του κατανεμητή και με αυτό τον τρόπο γεφυρώνουν την οριολωρίδα με τον κατανεμητή. Αυτή η διαδικασία καλείται μικτονόμηση (cross connect) και γίνεται με τη βοήθεια ζευγαριών συνεστραμμένων καλωδίων.

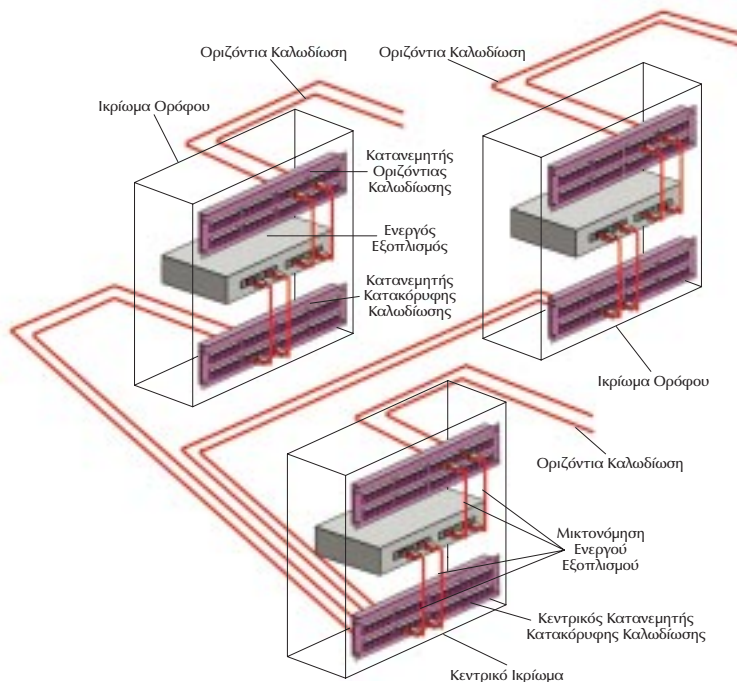


Σχήμα 5-25 Η χρήση της οριολωρίδας

Ο κάθε ένας από τους παραπάνω τρόπους έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του. Όταν τα καλώδια των σταθμών εργασίας καταλήγουν κατ'ευθείαν στον κατανεμητή έχουμε το πλεονέκτημα των λιγότερων συνδέσεων, άρα προκαλούμε μικρότερη εξασθένηση στο σήμα. Έχουμε, όμως, δυσκαμψία ως προς την διάθεση των καλωδίων αυτών, αφού μόνο με τη χρήση patch cords μπορούμε να τα διοχετεύσουμε κάπου αλλού. Όταν τα καλώδια τερματίζονται σε οριολωρίδα, έχουμε μεγαλύτερη ευκολία στη διάθεση των ζευγαριών, αν για παράδειγμα θέλουμε να διαθέσουμε μια σύνδεση για ένα modem. Στην περίπτωση του τερματισμού των κατακόρυφων καλωδίων στον κατακόρυφο κατανεμητή, η μεσολάβηση οριολωρίδας θα διευκόλυνε τον τερματισμό καλωδίου 25 ζευγών.

5.7.4 Διασύνδεση με ενεργά στοιχεία

Μέχρι τώρα είδαμε τον τρόπο με τον οποίο υλοποιείται η δομημένη καλωδίωση. Βασικός κανόνας, ο οποίος διέπει τη δομημένη καλωδίωση είναι ότι το μέγιστο μήκος μεταφοράς δεδομένων με καλώδια συνεστραμμένων ζευγών είναι 100 μέτρα. Στην περίπτωση, όμως, που πρέπει να καλύψουμε κτίριο με δομημένη καλωδίωση οι αποστάσεις είναι κατά πολύ μεγαλύτερες. Το πρόβλημα αυτό λύνεται με τη μεσολάβηση ενεργού εξοπλισμού (Hubs, switches), ο οποίος ανανεώνει την απόσταση αυτή για άλλα 100 μέτρα. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, αναφέρονται τα 90μ. σαν μέγιστη απόσταση πρίζας δικτύου από τον κατανεμητή, διότι εκτός από τη γραμμή αυτή μεσολαβούν τα Patch cords και user cords για σύνδεση με τον ενεργό εξοπλισμό και με τον υπολογιστή του χρήστη αντίστοιχα, τα οποία λόγω της ιδιαίτερης κατασκευής τους έχουν μεγαλύτερη απόσβεση σήματος. Ο ενεργός εξοπλισμός μεσολαβεί μεταξύ του κατανεμητή κατακόρυφης καλωδίωσης και του κατανεμητή οριζόντιας καλωδίωσης στα ικριώματα των ορόφων ενός κτιρίου και έτσι ένας κατανεμητής οριζόντιας καλωδίωσης μπορεί να καλύψει απόσταση 90 μέτρα γύρω από αυτόν. Όλα τα ενεργά στοιχεία στους κατανεμητές των ορόφων συνδέονται μέσω της κατακόρυφης καλωδίωσης με το κεντρικό ενεργό στοιχείο στον κεντρικό κατανεμητή, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 5-26 Σύνδεση δυο ικριωμάτων ορόφων με κεντρικό ικριώμα. Στη σύνδεση μεσολαβούν ενεργά στοιχεία

5.7.5 Σύνδεση με οπτικές ίνες- ο οπτικός κατανεμητής

Στην περίπτωση, που η απόσταση μεταξύ των κατανεμητών είναι μεγαλύτερη από 90 μέτρα, χρησιμοποιείται καλώδιο οπτικής ίνας, η οποία, όμως, καταλήγει και τερματίζεται σε ειδικό κατανεμητή μέσα στο ικρίωμα, ο οποίος ονομάζεται οπτικός κατανεμητής.

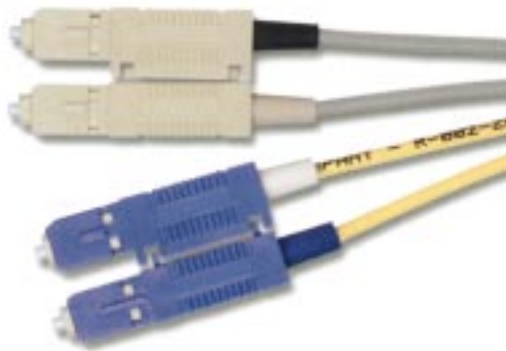


Εικόνα 5-10 Ο οπτικός κατανεμητής. Στο μπροστινό τμήμα του κατανεμητή καταλήγουν οι ίνες, που έχουν εισαχθεί σ'αυτόν. Στην εικόνα φαίνονται τα εύκαμπτα οπτικά καλώδια, τα οποία συνδέονται στις υποδοχές, στην μπροστινή πλευρά του κατανεμητή

Παρατηρούμε, ότι τα καλώδια εισάγονται στον κατανεμητή από την πίσω πλευρά και τερματίζονται σε ειδικούς κοννέκτορες, οι οποίοι υπάρχουν στην μπροστινή πλευρά του κατανεμητή. Ο τερματισμός των οπτικών καλωδίων διαφέρει από τον τερματισμό των χάλκινων καλωδίων, εξαιτίας της φύσης του μεταδιδόμενου σήματος, όπου εδώ είναι το φως. Το γεγονός, ότι έχουμε να κάνουμε με ίνες γυαλιού, μας αναγκάζει να χρησιμοποιούμε ειδικό εξοπλισμό τερματισμού (εργαλεία, συνδετήρες) και να ακολουθούμε ιδιαίτερες διαδικασίες και χειρισμούς. Ένα άλλο σημείο που θα πρέπει να τονίσουμε, είναι ότι στις οπτικές ίνες το σήμα ταξιδεύει μόνο προς τη μια κατεύθυνση. Είναι αυτονόητο, λοιπόν, ότι για μια σύνδεση θα χρειαστούν δυο οπτικές ίνες, μια για την αποστολή και μια για τη λήψη των δεδομένων. Παρατηρούμε λοιπόν ότι στην σύνδεση των οπτικών ινών υπάρχει πολικότητα. Στο μπροστινό μέρος του οπτικού κατανεμητή υπάρχουν κοννέκτορες με υποδοχές, οι οποίοι συνδέονται με τη βοήθεια ειδικών εύκαμπτων οπτικών καλωδίων στον ενεργό εξοπλισμό.

Η κατασκευή των καλωδίων αυτών περιγράφηκε στο κεφάλαιο 4. Στις δυο άκρες τα καλώδια αυτά φέρουν από δυο ειδικούς συνδετήρες, έναν για την αποστολή και έναν για τη λήψη.

Οι συνδετήρες, τους οποίους αποδέχεται το πρότυπο EIA/TIA 568-A, αναφέρονται σαν συνδετήρες 568 SC και είναι κατασκευασμένοι έτσι, ώστε να παρέχουν προστασία της οπτικής ίνας στο σημείο τερματισμού και να εφαρμόζουν στις ειδικές υποδοχές του οπτικού κατανεμητή. Έτσι, εξασφαλίζεται η συνέχεια στο οπτικό μονοπάτι για τη μετάδοση του οπτικού σήματος. Τυπικοί συνδετήρες SC απεικονίζονται στην Εικόνα 5-11.



Εικόνα 5-11 Ο συνδετήρας SC

5.7.6 Πιστοποίηση και μετρήσεις

Σε δομημένη καλωδίωση, όπου όλα τα χρησιμοποιούμενα υλικά (από τον κατανεμητή μέχρι τις πρίζες και τα καλώδια) είναι κατηγορίας 5, τότε λέμε ότι η καλωδίωση είναι κατηγορίας 5. Είναι βέβαια αυτονόητο, ότι για να ισχύει το παραπάνω, θα πρέπει εκτός από τη διασφάλιση της ποιότητας των υλικών να διασφαλίζεται, ότι ακολουθήθηκαν πιστά οι τεχνικές εγκατάστασης και οι κανόνες των διεθνών προτύπων, που διέπουν τη δομημένη καλωδίωση, σύμφωνα με την κατηγορία της. Αφού ολοκληρωθούν οι μετρήσεις και αφού έχει διασφαλισθεί ότι τηρήθηκαν οι παραπάνω κανόνες ως προς την ποιότητα και εγκατάσταση των υλικών, η καλωδίωση πιστοποιείται ως προς την κατηγορία της.

Η μέτρηση των υλικών που χρησιμοποιούνται σε δομημένη καλωδίωση ως προς τα χαρακτηριστικά, που πρέπει να έχουν και που αντιστοιχούν στην κατηγορία τους, γίνεται με ειδικά όργανα, τα οποία μετρούν τα μεγέθη της παραδιαφωνίας (NEXT, FEXT) και την εξασθένιση του σήματος στα διάφορα υλικά, όπως καλώδια, κατανεμητές, συνδετήρες, πρίζες κ.α.

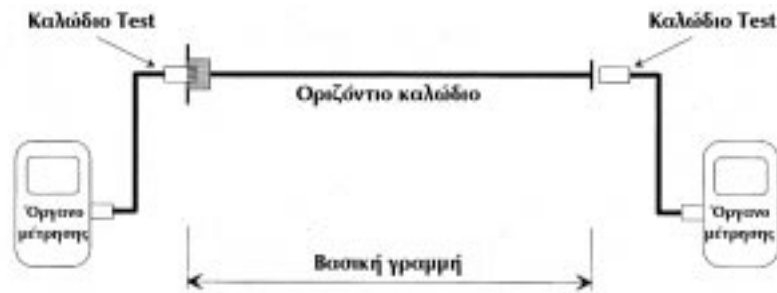
Το κυρίαρχο πρότυπο για την αξιολόγηση των επιδόσεων των υλικών, τα οποία χρησιμοποιούνται σε δομημένη καλωδίωση είναι το EIA/TIA 568-A. Το πρότυπο αυτό περιλαμβάνει μετρήσεις ως προς τις επιδόσεις των υλικών πριν αυτά γίνουν μέρος εγκατάστασης δομημένης καλωδίωσης. Οι μετρήσεις αυτές γίνονται στο εργοστάσιο παραγωγής των υλικών, όπου και χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό ειδικός εξοπλισμός υψηλού κόστους. Κατά κανόνα, οι μετρήσεις των επιδόσεων συνοδεύουν το υλικό.

Η μέτρηση των υλικών, όμως, δεν μας εξασφαλίζει, ότι και η εγκατάσταση της δομημένης καλωδίωσης έχει γίνει σωστά. Υπάρχουν πολλά περιθώρια λαθών, όπως κακές συνδέσεις, προβλήματα στις γραμμές, μεγάλο μήκος καλωδίων, ελαττωματικά Patch cords, ελαττωματικοί συνδετήρες και πρίζες, λάθη στον τερματισμό των καλωδίων, υπερβολικές κάμψεις και μηχανικές τάσεις στα καλώδια κ.α., τα οποία ενδέχεται να δημιουργήσουν πτώση των επιδόσεων στο δίκτυο, παρότι τα χρησιμοποιούμενα υλικά ήταν διαπιστευμένης κατηγορίας και συνοδεύονταν από μετρήσεις.

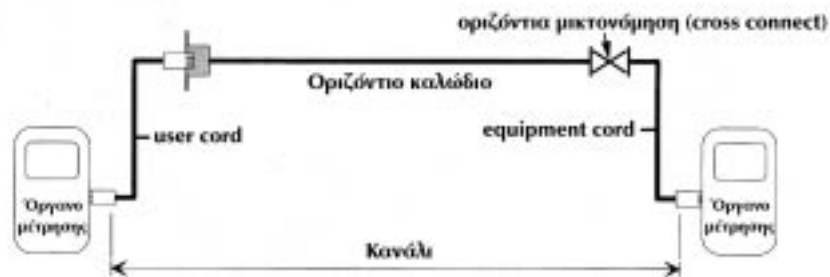
Η μέτρηση μιας εγκατεστημένης δομημένης καλωδίωσης αναφέρεται σαν πιστοποίηση της εγκατάστασης και συνήθως γίνεται από τον εγκαταστάτη. Σκοπός της πιστοποίησης αυτής είναι η μέτρηση του κάθε καλωδιακού συνδέσμου σύμφωνα με αναγνωρισμένα διεθνή πρότυπα. Το κυρίαρχο πρότυπο μετρήσεων μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι το **Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted Pair Cabling Systems, TSB-67** το οποίο και αποτελεί συμπλήρωμα του EIA/TIA 568-A.

Το πρότυπο αυτό θεσπίζει δυο μεθόδους μέτρησης δομημένων καλωδιώσεων. Τη **μέθοδο μέτρησης της βασικής γραμμής (Basic Link Testing)** και τη **μέθοδο μέτρησης καναλιού (Channel Testing)**. Σαν βασική γραμμή ορίζεται το μήκος εκείνο του καλωδίου από την πρίζα του σταθμού εργασίας μέχρι τον πρώτο τερματισμό μέσα στο ικρίωμα. Σαν κανάλι ορίζεται ολόκληρη η γραμμή, η οποία περιλαμβάνει το user cord, τη βασική γραμμή, τα καλώδια μικτονόμησης (Cross connect) και το εύκαμπτο καλώδιο σύνδεσης με τον ενεργό εξοπλισμό (equipment cord). Στο Σχήμα 5-38 φαίνονται τα σημεία συνδέσεων των οργάνων, που υλοποιούν τη μέτρηση κατά τους δυο παραπάνω τρόπους.

Το πιο σημαντικό όργανο, το οποίο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση και πιστοποίηση των εγκατεστημένων καλωδιώσεων, είναι το **Time Domain Reflectometer, TDR**. Το TDR στέλνει παλμό, ο οποίος διατρέχει το μήκος της γραμμής. Ο παλμός αυτός ανακλάται με τη βοήθεια συσκευής, η οποία συνδέεται στο άλλο άκρο της γραμμής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5-27. Το είδος της ανάκλασης, το οποίο θα επιστρέψει στο όργανο μέτρησης, είναι ενδεικτικό του αν υπάρχει βραχυκύκλωμα, διακοπή, τερματισμός ή ανωμαλία σε κάποιο σημείο της γραμμής.



α. Μέτρηση Βασικής γραμμής



β. Μέθοδος μέτρησης καναλιού

Σχήμα 5-27 (α) Η μέτρηση βασικής γραμμής
(β) Η μέτρηση καναλιού

Τα όργανα αυτού του τύπου μπορούν να μετρήσουν την εξασθένιση του σήματος κατά μήκος της γραμμής, το NEXT, την χαρακτηριστική αντίσταση και άλλα μεγέθη. Επίσης, τα όργανα αυτά μπορούν να μετρήσουν το μήκος της γραμμής, για να είμαστε σίγουροι ότι είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια.

Για τις μετρήσεις σε εγκαταστάσεις οπτικών ινών χρησιμοποιείται το **Optical Time Domain Reflectometer, OTDR**, το οποίο ελέγχει μια καλωδίωση με οπτικές ίνες χρησιμοποιώντας αντί για ηλεκτρικό παλμό, παλμό φωτός.



Εικόνα 5-12 Το όργανο μέτρησης TDR

ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται παρουσίαση των κυριότερων ενεργών συσκευών, που συνθέτουν ένα δίκτυο υπολογιστών. Οι συσκευές παρουσιάζονται σε σειρά, ανάλογα με το επίπεδο, που εντάσσεται η λειτουργία τους, με βάση το μοντέλο OSI, ξεκινώντας από το φυσικό επίπεδο.

Έτσι, αρχικά γίνεται παρουσίαση των modems, αναλύονται οι περιπτώσεις, που είναι απαραίτητη η ύπαρξη τους, και αναφέρονται οι κυριότεροι τρόποι λειτουργίας τους με βάση τα διάφορα πρότυπα που υπάρχουν. Μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στο πιο πρόσφατο από τα πρότυπα λειτουργίας το V.90. Στη συνέχεια, γίνεται αναφορά σε μερικά από τα πλέον διαδεδομένα πρωτόκολλα επικοινωνίας μεταξύ DTE και DCE με έμφαση στο RS232C. Επιπλέον, γίνεται αναφορά στην αναγκαιότητα ύπαρξης του ελέγχου ροής και αναλύονται οι ποιο διαδεδομένοι τρόποι υλοποίησής του. Επίσης, εξηγούνται οι έννοιες συμπίεσης δεδομένων και ελέγχου λαθών για modems και αναφέρονται τα πρωτόκολλα υλοποίησής τους. Τέλος, γίνεται αναφορά στην λειτουργία των AT εντολών στα modems.

Ακολούθησε η εξήγηση της λειτουργίας των κυριότερων χαρακτηριστικών των καρτών δικτύου.

Μία από τις πλέον διαδεδομένες ενεργές συσκευές των δικτύων είναι οι επαναλήπτες, η λειτουργία των οποίων αναλύεται. Μεγαλύτερη έμφαση δίνεται στα Hub, συσκευές που αποτελούν τη βάση για τα περισσότερα σημερινά τοπικά δίκτυα υπολογιστών.

Οι επόμενες συσκευές, που παρουσιάστηκαν, έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό τη δυνατότητα διαχωρισμού των δικτύων, και δρομολόγησης πακέτων δεδομένων μεταξύ σταθμών, που βρίσκονται σε διαφορετικά δίκτυα.

Αρχικά, έγινε ανάλυση της λειτουργίας των γεφυρών (bridges). Στη συνέχεια αναφερθήκαμε στα διάφορα είδη γεφυρών καθώς και στα κύρια χαρακτηριστικά τους. Μεγάλη έμφαση δόθηκε στον αλγόριθμο spanning tree, που εξασφαλίζει τοπολογίες δικτύων ελεύθερη από βρόχους.

Μετά τις γέφυρες, παρουσιάστηκαν οι μεταγωγείς, που είναι, πλέον, και οι κυριότερες συσκευές υλοποίησης γρήγορων τοπικών δικτύων. Αναφέρθηκε και ένα από τα πλέον χρήσιμα χαρακτηριστικά των σύγχρονων μεταγωγέων, η δυνατότητα υλοποίησης VLANs.

Η παρουσίαση των ενεργών συσκευών ολοκληρώθηκε με την αναφορά στους δρομολογητές (routers), η λειτουργία των οποίων, θα γίνει πλήρως κατανοητή μετά την παρουσίαση των κεφαλαίων έξι και επτά.

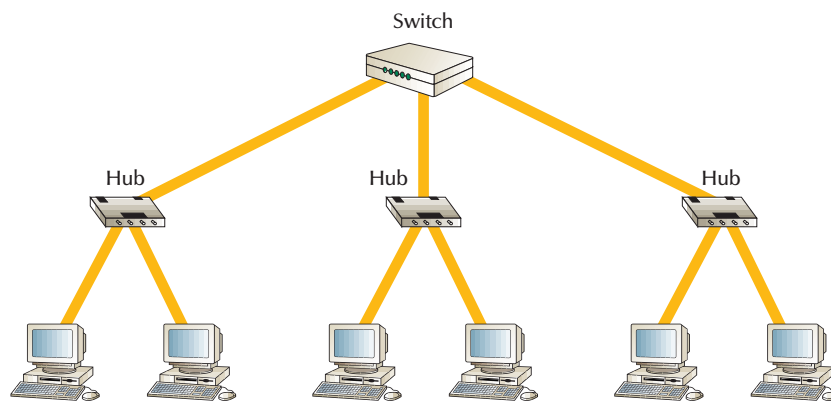
Στο τέλος του κεφαλαίου έγινε μια αναλυτική παρουσίαση των κανόνων, των τεχνικών και των εξαρτημάτων, τα οποία χρησιμοποιούνται στη δομημένη καλωδίωση. Επίσης, παρουσιάστηκαν οι τεχνικές και τα όργανα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση και την πιστοποίηση των εγκαταστάσεων δομημένης καλωδίωσης.

Ερωτήσεις – Ασκήσεις

1. Ποιοι είναι οι λόγοι που επιβάλλουν τη χρησιμοποίηση modem για σύνδεση τερματικών συσκευών (DTE), μέσω τηλεφωνικών γραμμών;
2. Γιατί θεωρούμε, ότι το πρωτόκολλο V.90 είναι ασύμμετρο;
3. Σε ποια μετατροπή έχουμε μεγαλύτερη επίπτωση του θορύβου στο σήμα:
 - α. στη μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό
 - β. στη μετατροπή από ψηφιακό σε αναλογικό
 - γ. έχουμε την ίδια επίπτωση σε κάθε είδους μετατροπή
4. Σε τι βασίζεται, κυρίως, το πρωτόκολλο V.90, για να επιτύχει υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης στο κατέβασμα των δεδομένων προς τον τελικό χρήστη;
5. Ποιοι είναι οι κύριοι παράγοντες που αν εκλείψουν, δεν θα έχουμε στο πρωτόκολλο V.90 κατέβασμα δεδομένων με ταχύτητες μεγαλύτερες από 33Kbps;
6. Περιγράψτε την αλληλουχία των σημάτων στην επικοινωνία μεταξύ DTE και DCE, όταν συνδέονται χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο RS232C.
7. Τι ακριβώς ρυθμίζει ο έλεγχος ροής στην επικοινωνία δύο DTE's όταν αυτά συνδέονται μέσω τηλεφωνικής γραμμής με τη βοήθεια modems;

8. Σε ποια μορφή επικοινωνίας έχει νόημα να ενεργοποιήσουμε έλεγχο ροής στα modems:
 - α. στη σύγχρονη επικοινωνία
 - β. στην ασύγχρονη επικοινωνία
 - γ. και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις
9. Με ποιο τρόπο γίνεται ο έλεγχος ροής στις δύο μεθόδους Χοπ/Χοφφ και RTS/CTS;
10. Τι εννοούμε με τους όρους έλεγχος λαθών και συμπίεση δεδομένων;
11. Ποιες είναι οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την ενεργοποίηση των πρωτοκόλλων V.42/V.42bis ή MNP(1-5);
12. Ποιο πρωτόκολλο δεν θα επιφέρει επιπρόσθετη καθυστέρηση στη μετάδοση ήδη συμπιεσμένων δεδομένων από το DTE :
 - α. V.42bis
 - β. MNP
13. Σε τι χρειάζονται οι εντολές AT;
14. Ποιος είναι ο κύριος ρόλος των καρτών δικτύου (NIC);
15. Ποιος ο ρόλος του hub σε τοπικό δίκτυο;
16. Τοπολογία δικτύου, που αποτελείται από μερικά hub διασυνδεδεμένα μεταξύ τους, δημιουργεί:
 - α. κοινό πεδίο συγκρούσεων
 - β. ξεχωριστά πεδία συγκρούσεων ανά hub
 - γ. δεν δημιουργεί κανένα κοινό πεδίο συγκρούσεων
17. Σε τι χρειάζεται ο πίνακας προώθησης στις γέφυρες;
18. Αν τα δίκτυα που ενώνει μια γέφυρα, είναι τύπου ethernet, τότε τα δίκτυα αυτά αποτελούν:
 - α. ξεχωριστά πεδία συγκρούσεων
 - β. ενιαίο πεδίο συγκρούσεων
 - γ. κανένα πεδίο συγκρούσεων
19. Σε τι χρησιμεύει η λειτουργία του αλγόριθμου spanning tree;
20. Ποιες είναι οι βασικές λειτουργίες διαφανούς γέφυρας για τη δημιουργία του πίνακα προώθησης;
21. Ποια είναι η κύρια διαφορά διαφανών γεφυρών και πηγαίας δρομολόγησης γεφυρών;
22. Έχουν οι γέφυρες πηγαίας δρομολόγησης μηχανισμούς για τη δημιουργία τοπολογιών ελεύθερων από βρόγχους;

23. Με ποιο μηχανισμό είναι δυνατή η διασύνδεση ανόμοιων δικτύων με τη βοήθεια γεφυρών μετάφρασης;
24. Ποια η διαφορά γεφυρών μετάφρασης και γεφυρών ενθυλάκωσης;
25. Ποιες οι κύριες διαφορές γεφυρών και μεταγωγέων;
26. Οι μεταγωγείς εκτός από τη λειτουργία store and forward, σε ποια άλλη μορφή μπορούν να λειτουργήσουν και ποια τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του κάθε τρόπου λειτουργίας;
27. Εάν σε δίκτυο αντικαταστήσουμε τις διαφανείς γέφυρες, με μεταγωγείς, ποιο θα είναι το κύριο πλεονέκτημα;
28. Σε τι χρησιμεύει η δυνατότητα δημιουργίας VLANs σε εσωτερικό δίκτυο;
29. Σταθμοί εργασίας, που συνδέονται μέσω hubs σε διαφορετικές πόρτες ενός switch, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, αλλά ανήκουν στο ίδιο VLAN, τότε οι σταθμοί ανά hub ανήκουν:
 - α. σε διαφορετικά collision και broadcast domain
 - β. σε ίδια collision domain και σε διαφορετικά broadcast domain ανά hub
 - γ. σε ίδια collision και broadcast domain
 - δ. σε διαφορετικά collision domain και ίδιο broadcast domain



30. Ποιες είναι οι κύριες διαφορές μεταξύ των routers, switches και bridges;
31. Ποιες οι διαφορές στην υλοποίηση φίλτρων μεταξύ routers και των switches και bridges;
32. Τι εννοούμε με τους όρους “οριζόντια καλωδίωση” και “κατακόρυφη καλωδίωση”;
33. Ποια η σημασία της μικτονόμησης των γραμμών και με ποιους τρόπους αυτή υλοποιείται;

34. Με ποια διαδικασία θα πιστοποιούσατε μια εγκατάσταση δομημένης καλωδίωσης;
35. Να εξηγήσετε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα ως προς τη χρήση των οριολωρίδων στη δομημένη καλωδίωση.
36. Σε ποια περίπτωση θα χρησιμοποιούσατε οπτικές ίνες σε μια δομημένη καλωδίωση;
37. Θέλουμε να κατασκευάσουμε δομημένη καλωδίωση η οποία να καλύπτει δυο κτίρια τα οποία απέχουν μεταξύ τους 500 μέτρα. Το κάθε κτίριο έχει τρεις ορόφους όπου υπάρχουν χρήστες και σταθμοί εργασίας. Οι όροφοι έχουν επιφάνεια 450 τ.μ. ο καθένας. Η απαίτηση για μεγάλες ταχύτητες στο δίκτυο είναι δεδομένη. Να αναφέρετε τα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιήσετε, τη διάταξη τοποθέτησης και να δώσετε σχέδιο της εγκατάστασης.

Βιβλιογραφία

1. Αλεξόπουλος Α., Λαγογιάννης Γ., *Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών*, 1997.
2. Πομπόρτσος Α., *Εισαγωγή Στις Νέες Τεχνολογίες Επικοινωνιών*, εκδ. Α. Τζιόλα Ε. 1997.
3. Στασινόπουλος Γ., *Ψηφιακά Συστήματα Επικοινωνιών*, ΕΜΠ 1998.
4. Bartee C. Thomas, *Data Communications, Networks and Systems*, Howard W. Sams & Co., Inc., 1985.
5. Breyer Robert and Riley Sean, *Switched and Fast Ethernet: How It Works and How to Use It*, Ziff – Davis Press 1995.
6. *Manuals, White papers και Tutorials* από site εταιρειών δικτυακών προϊόντων, όπως:
 - α. Cisco: www.cisco.com
 - β. Nortel: <http://www.nortelnetworks.com/>
 - γ. Lucent: www.lucent.com
 - δ. Cabletron: www.cabletron.com
 - ε. Rad: www.rad.com
 - στ. 3Com: www.3com.com
 - η. Siemon www.siemon.com
7. Tanenbaum A., *Computer Networks*, Prentice Hall, *Δίκτυα Υπολογιστών*, δεύτερη έκδοση / εκδ. Παπασωτηρίου.
8. Truelove James, *Lan Wiring*, McGraw-Hill 1997.