



Μάθημα 10.3: Επιλογή τοπικού δικτύου και μονάδων διασύνδεσης

10.3.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο μάθημα παρουσιάστηκαν τα μέσα που κατά περίπτωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση ενός τοπικού δικτύου σύμφωνα με τις ανάγκες του κατόχου του και τις υπηρεσίες που αυτό καλείται να προσφέρει στους χρήστες. Όμως, σε πολλές περιπτώσεις, τα τοπικά δίκτυα πρέπει να ξεπεράσουν περιορισμούς που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση συγκεκριμένων τοπολογιών και μέσων μετάδοσης ή συγκεκριμένων τεχνικών μετάδοσης και πρόσβασης στο μέσο. Επίσης η ανάγκη διασύνδεσής τους με άλλα τοπικά δίκτυα αλλά και με το Διαδίκτυο είναι πολλές φορές επιτακτική. Τη λύση σε τέτοιου είδους προβλήματα δίνουν οι μονάδες διασύνδεσης.

Γενικότερα, οι μονάδες διασύνδεσης επιλύουν προβλήματα που οφείλονται:

- ✓ Στην ανάγκη επέκτασης των τοπικών δικτύων πέρα από το γεωγραφικό χώρο που επιβάλλει η χρήση συγκεκριμένων μέσων μετάδοσης (π.χ. καλώδιο *UTP*).
- ✓ Στην ανάγκη διασύνδεσης των τοπικών δικτύων που χρησιμοποιούν διαφορετικό μέσο μετάδοσης (π.χ. ομοαξονικό καλώδιο και οπτική ίνα).
- ✓ Στην ανάγκη διασύνδεσης των τοπικών δικτύων που χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνική πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης (π.χ. τοπικά δίκτυα *Ethernet*, *Token Ring*, *Token Bus* κτλ.).
- ✓ Στην ανάγκη διασύνδεσης των τοπικών δικτύων που δε διαθέτουν τα ίδια πρωτόκολλα επικοινωνίας στα υψηλότερα επίπεδά τους και ιδιαίτερα στο επίπεδο εφαρμογής.
- ✓ Στην ανάγκη διασύνδεσης των τοπικών δικτύων με άλλα δίκτυα, όπως είναι τα τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων, τα δίκτυα ευρείας περιοχής, καθώς και το Διαδίκτυο.

Υπενθυμίζεται ότι στα Μαθήματα 9.2 έως 9.5 έγινε η παρουσίαση των κυριότερων συσκευών διασύνδεσης, δηλαδή του επαναλήπτη, της γέφυρας και του δρομολογητή. Όμως, εκτός από αυτές τις μονάδες, υπάρχουν και άλλες με περισσότερες ή πιο εξειδικευμένες λειτουργίες, όπως είναι η **γέφυρα - δρομολογητής** (*routing bridge* - γέφυρα με λειτουργίες δρομολογητή) ή ο **δρομολογητής - γέφυρα** (*bridging router* - δρομολογητής με λειτουργίες γέφυρας για ορισμένα πρωτόκολλα που δεν μπορεί να δρομολογήσει), ο **μεταγωγός** (*switch* - ειδικού τύπου γέφυρα), η **πύλη** (*gateway* - ειδικού τύπου δρομολογητής) και άλλες.

Τα χαρακτηριστικά και οι δυνατότητες των παραπάνω συσκευών θα παρουσιαστούν αναλυτικά, όπου και όταν αυτό απαιτείται. Στο μάθημα αυτό θα καθοριστούν οι βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να ισχύουν για την επιλογή των καταλληλότερων συ-



σκευών διασύνδεσης, ανάλογα με την τοπολογία των τοπικών δικτύων που διασυνδέονται και τους άλλους περιορισμούς που ενδεχομένως να υπάρχουν. Πρέπει να σημειωθεί ότι όσο η τεχνολογία των δικτύων ωριμάζει, τόσο τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται στη διασύνδεση τοπικών δικτύων έχουν καλύτερη απόδοση, στοιχίζουν λιγότερο και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευελιξία στην υλοποίηση. Ωστόσο παραμένει ως ένας γενικός εμπειρικός κανόνας ότι η διασύνδεση διαφορετικού τύπου τοπικών δικτύων κοστίζει περισσότερο και έχει χαμηλότερη απόδοση από τη διασύνδεση δύο τοπικών δικτύων ίδιου τύπου (π.χ. δύο τοπικών δικτύων *Ethernet*).

10.3.2 Διασύνδεση με χρήση επαναληπτών

Όπως είναι γνωστό (Μάθημα 9.3), ο επαναλήπτης είναι η συσκευή που διασυνδέει δύο ή περισσότερα τοπικά δίκτυα στο φυσικό επίπεδο. Αναπαράγει και ενδυναμώνει το εξασθενημένο σήμα, έτσι ώστε αυτό να φτάσει σωστά στον τελικό προορισμό του.

Ένας επαναλήπτης χρησιμοποιείται:

- ✓ Στη διασύνδεση δύο ή περισσότερων τοπικών δικτύων των οποίων οι περιορισμοί, είτε ως προς το μήκος του μέσου μετάδοσης είτε ως προς τον αριθμό των κόμβων που διασυνδέονται στο καλωδιακό τμήμα, δεν επιτρέπουν τη σύνδεση.
- ✓ Στην επέκταση ενός περιορισμένου τοπικού δικτύου με τη δημιουργία περισσότερων καλωδιακών τμημάτων, προκειμένου να διασυνδεθούν περισσότεροι κόμβοι.
- ✓ Στη διασύνδεση δύο τοπικών δικτύων που μεταχειρίζονται διαφορετικό μέσο μετάδοσης, όπως είναι για παράδειγμα η διασύνδεση ενός τοπικού δικτύου *Ethernet* που μεταχειρίζεται ομοαξονικό καλώδιο με ένα τοπικό δίκτυο *Ethernet* που μεταχειρίζεται καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών. Ένας επαναλήπτης μπορεί να διασυνδέσει διαφορετικά μέσα μετάδοσης, όπως:
 - Ομοαξονικό καλώδιο με καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών.
 - Ομοαξονικό καλώδιο με οπτική ίνα.
 - Θωρακισμένο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (*UTP*) με αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (*STP*).
 - Καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (*UTP* ή *STP*) με οπτική ίνα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο επαναλήπτης δεν αρκείται μόνο στη διασύνδεση δικτύων με διαφορετικό μέσο μετάδοσης, εναλλάσσοντας τα σήματα από τη μια φυσική τους μορφή στην άλλη, αλλά δίνει και λύσεις που αφορούν τη λειτουργία του συστήματος. Για παράδειγμα, το σήμα σύγκρουσης (*jam signal*) που ειδοποιεί το σταθμό ενός δικτύου *Ethernet*, όταν υπάρξει σύγκρουση του πακέτου που έστειλε με το πακέτο ενός άλλου σταθμού, υλοποιείται με διαφορετικό τρόπο στην οπτική ίνα από ό,τι στα χάλκινα καλώδια. Είναι λοιπόν αρμοδιότητα του επαναλήπτη να μεταδώσει το σήμα της σύγκρουσης με το διαφορετικό τρόπο που επιβάλλουν τα μέσα καλωδίωσης.

Ορισμένοι από τους κανόνες διασύνδεσης των τοπικών δικτύων με επαναλήπτη είναι οι ακόλουθοι:



Τα ομοαξονικά καλώδια χρησιμοποιούνται ευρέως στα τοπικά δίκτυα και κυρίως στα δίκτυα διαύλων που λειτουργούν είτε στη βασική είτε στην ευρεία ζώνη. Οι κύριοι τύποι καλωδίων που χρησιμοποιούνται στη βασική ζώνη είναι το λεπτό και το χοντρό καλώδιο, με 0,25 και 0,5 ίντσες διάμετρο αντίστοιχα. Κανονικά λειτουργούν και τα δύο στα 10 Mbps, αλλά το λεπτό καλώδιο έχει μεγαλύτερη εξασθένιση σήματος. Το μέγιστο μήκος του λεπτού καλωδίου μεταξύ δύο επαναληπτών είναι 200 m, ενώ του χοντρού καλωδίου είναι 500 m. Τα καλώδια αυτά είναι γνωστά ως *10Base-2* (10 Mbps βασική ζώνη, 200 m μέγιστο μήκος) και *10Base-5* αντίστοιχα.



Το λεπτό καλώδιο χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση σταθμών εργασίας στο ίδιο γραφείο ή εργαστήριο. Η φυσική σύνδεση του ομοαξονικού καλωδίου με την κάρτα διεπαφής του σταθμού εργασίας γίνεται απευθείας (σχήμα 10.2α).

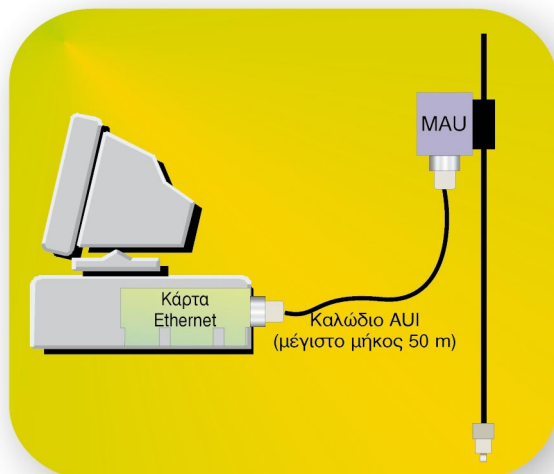


Το χοντρό καλώδιο εγκαθίσταται συνήθως σε κάποια απόσταση από το σταθμό εργασίας. Χρησιμοποιείται ένα πρόσθετο καλώδιο –γνωστό ως *drop cable*– καθώς και μια πρόσθετη συσκευή –γνωστή ως *tranceiver*– μεταξύ του σημείου σύνδεσης (*tapping*) του κυρίως ομοαξονικού καλωδίου –γνωστού ως *AUI*: *Attachment Unit Interface*– και του σημείου επαφής με το σταθμό εργασίας (σχήμα 10.2β).

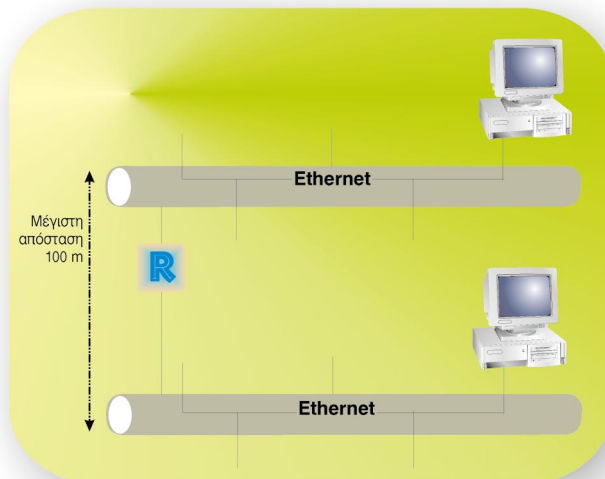
- ✓ Η συνολική αρχιτεκτονική δεν μπορεί να εξυπηρετήσει περισσότερα από τρία τοπικά δίκτυα *Ethernet*, με μέγιστο μήκος καλωδίου για το καθένα τα 500 m.
- ✓ Το συνολικό μήκος ενός τοπικού δικτύου *Ethernet* που χρησιμοποιεί επαναλήπτες, για να διασυνδέσει διάφορα τμήματά του ή άλλα μικρότερα τοπικά δίκτυα, δεν μπορεί να ξεπερνά τα 3 km.
- ✓ Όταν ο επαναλήπτης διασυνδέει τοπικά δίκτυα *10Base-5* και *10Base-2*, είναι καλό να χρησιμοποιούνται τερματικές αντιστάσεις των 50 Ω.
- ✓ Όταν το καλώδιο συνδέεται απευθείας στον επαναλήπτη, τότε εξαρτάται από αυτόν ο τερματισμός του καλωδίου. Μερικοί επαναλήπτες υποστηρίζουν εσωτερικά τον τερματισμό της ομοαξονικής καλωδίωσης, ενώ άλλοι όχι. Ανάλογα με τη συσκευή, ο τερματισμός μπορεί να γίνει είτε μέσω ενός συνδετήρα T και μιας τερματικής αντίστασης είτε μέσω ενός διακόπτη.
- ✓ Η μέγιστη απόσταση μεταξύ επαναληπτών που διασυνδέουν τοπικά δίκτυα με κουπόνι διέλευσης (*Token Ring* και *Token Bus*) μπορεί να είναι:
 - 300 m, όταν χρησιμοποιείται καλώδιο *UTP*.
 - 700 m, όταν χρησιμοποιείται καλώδιο *STP*.
 - 2.000 m, όταν χρησιμοποιείται οπτική ίνα.
- ✓ Ο μέγιστος αριθμός κόμβων και επαναληπτών που είναι δυνατόν να υποστηριχθούν από ένα τοπικό δίκτυο με κουπόνι διέλευσης, το οποίο χρησιμοποιεί καλώδιο *STP*, είναι 260.
- ✓ Ένας απομακρυσμένος επαναλήπτης θεωρείται διπλός. Επειδή δύο μόνο ζεύγη απομακρυσμένων επαναληπτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν κάθε φορά, τα πακέτα δεδομένων επιτρέπεται να περάσουν διαμέσου τεσσάρων το πολύ επαναληπτών.
- ✓ Η συνολική απόσταση μεταξύ δύο απομακρυσμένων επαναληπτών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 1.000 m, εκτός αν χρησιμοποιείται οπτική ίνα, οπότε η μέγιστη απόσταση μπορεί να φτάσει τα 2.000 m.

Παράδειγμα II

Ο επαναλήπτης τοπικής διασύνδεσης χρησιμοποιείται για να διασυνδέσει δύο ίδιου τύπου τοπικά δίκτυα που βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η απόσταση αυτή εξαρτάται από το είδος του καλωδίου που χρησιμοποιείται και από τον τύπο των τοπικών δικτύων που διασυνδέονται. Για παράδειγμα, αν τα τοπικά δίκτυα είναι τύπου *Ethernet* και για τη διασύνδεση των κόμβων τους (σταθμών εργασίας) με το δίκτυο χρησιμοποιείται καλώδιο *AUI* (*Attachment Unit Interface*) –η μέγιστη απόσταση διασύνδεσης δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 50 m (σχήμα 10.2α)– τότε αυτά τα δίκτυα, που συνδέονται μέσω επαναλήπτη και χρησιμοποιούν για τη διασύνδεσή τους το συνηθισμένο αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών (*UTP*), θα έχουν μέγιστη απόσταση που δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 100 m (σχήμα 10.2β). Αν όμως τα δύο τοπικά δίκτυα είναι τύπου δακτυλίου με κουπόνι διέλευσης και για τη διασύνδεσή τους χρησιμοποιείται θωρακισμένο κα-



Σχήμα 10.2α: Διασύνδεση με καλώδιο AUI



Σχήμα 10.2β: Διασύνδεση, μέσω επαναλήπτη, δύο τοπικών δικτύων τύπου Ethernet

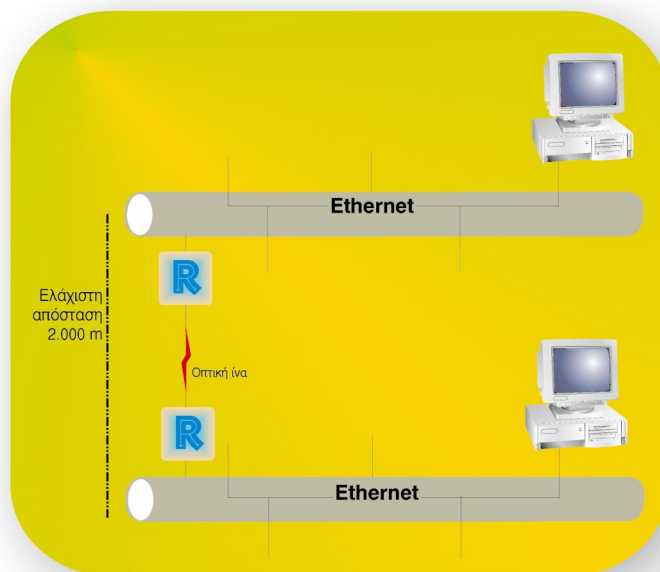
λώδιο συνεστραμμένων ζευγών (STP), τότε η μεταξύ τους μέγιστη απόσταση δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 200 m.

Παράδειγμα III

Ο επαναλήπτης απομακρυσμένης διασύνδεσης χρησιμοποιείται για να διασυνδέσει δύο ίδιου τύπου τοπικά δίκτυα που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Στο σχήμα 10.3 απεικονίζεται η διασύνδεση δύο δικτύων Ethernet των οποίων η μεταξύ τους απόσταση αγγίζει τα 2 km. Στην περίπτωση αυτή απαιτούνται δύο «μισοί» επαναλήπτες, που διασυνδέονται με οπτική ίνα.

10.3.3 Διασύνδεση με χρήση γεφυρών

Όπως αναφέρθηκε στο Μάθημα 9.4, η γέφυρα είναι, κατά την ορολογία του OSI, η συσκευή που διασυνδέει δύο ή περισσότερα τοπικά δίκτυα στο επίπεδο γραμμής δεδομένων. Επιπλέον, σε αντίθεση με τον επαναλήπτη που ενισχύει το σήμα και το περνά στην άλλη πλευρά, η γέφυρα λαμβάνει ένα πλαίσιο δεδομένων που προορίζεται για ένα άλλο τμήμα του δικτύου, το αποθηκεύει και το προωθεί στον προορισμό του. Σημειώνεται ότι πολλές φορές είναι απαραίτητο να γίνουν ορισμένες μετατροπές στα πεδία του πλαισίου



Σχήμα 10.3: Διασύνδεση, μέσω επαναληπτών, δύο απομακρυσμένων τοπικών δικτύων τύπου Ethernet με καλώδιο οπτικής ίνας



που αποστέλλεται, ιδιαίτερα όταν οι προδιαγραφές των δικτύων που συνδέονται είναι διαφορετικές.

Μια γέφυρα χρησιμοποιείται:

- ✓ Στη σύνδεση δύο ή περισσότερων τύπων τοπικών δικτύων που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, η οποία δεν υπερβαίνει τα 20 km.
- ✓ Στον επιμερισμό ενός τοπικού δικτύου με πολλούς χρήστες σε μικρότερα τμήματα, ώστε να βελτιωθεί η απόδοσή του. Μια τέτοια τεχνική ευνοεί τα τοπικά δίκτυα *Ethernet*, στα οποία η σύνδεση πολλών κόμβων προκαλεί μεγάλη μείωση της απόδοσής τους. Επομένως η χρήση μίας ή περισσότερων γεφυρών έχει ως αποτέλεσμα τη δραστική αύξηση της απόδοσης των επιμέρους τμημάτων του αρχικού δικτύου. Για άριστα αποτελέσματα πρέπει να γίνει καλή ανάλυση της κίνησης στο αρχικό δίκτυο και πρόβλεψη, ώστε η κυκλοφορία των πλαισίων που μεταδίδονται να παραμένει, στο μεγαλύτερο ποσοστό της, εντός των νέων επιμέρους τμημάτων.
- ✓ Στη διασύνδεση δύο ή περισσότερων τοπικών δικτύων διαφορετικής τεχνικής πρόσβασης στο μέσο, όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί επαναλήπτης. Για παράδειγμα, μια γέφυρα μπορεί να διασυνδέσει ένα τοπικό δίκτυο *Ethernet* και ένα τοπικό δίκτυο δακτυλίου με κουπόνι διέλευσης.
- ✓ Στον επιμερισμό ενός τοπικού δικτύου σε περισσότερα τμήματα λόγω των περιορισμών που υπάρχουν στο μήκος του καλωδίου που χρησιμοποιείται.

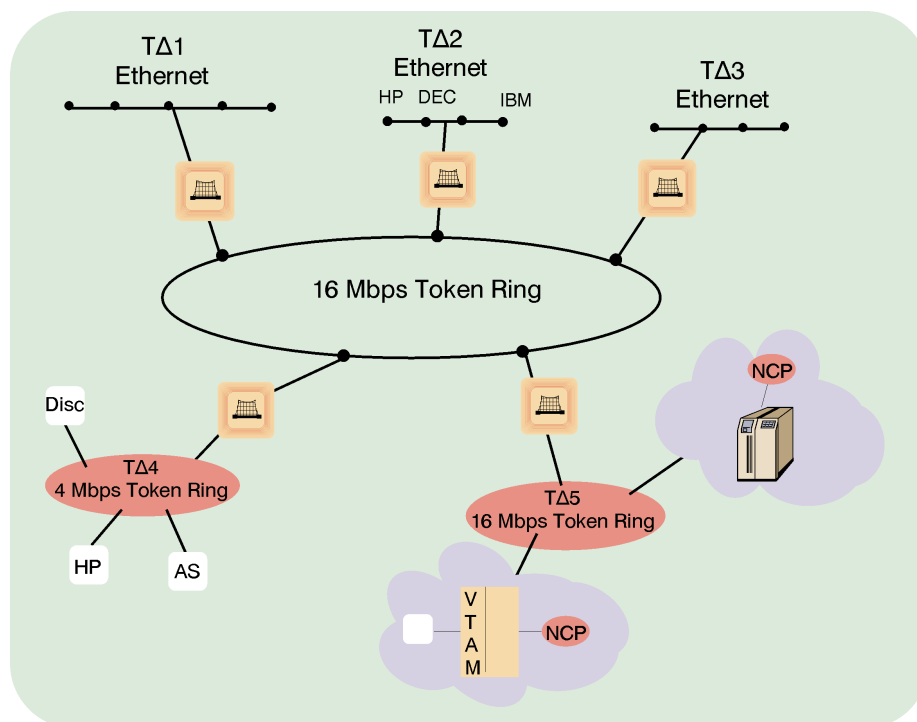
Παράδειγμα IV

Αν μια γέφυρα διασυνδέει δύο τοπικά δίκτυα *Ethernet* 10 Mbps, τότε πρέπει να είναι ικανή να λαμβάνει δεδομένα με ρυθμό μετάδοσης 20 Mbps. Ο ρυθμός αυτός αντιστοιχεί, το ελάχιστο, σε 29.762 πλαίσια *Ethernet* το δευτερόλεπτο. Δηλαδή η γέφυρα πρέπει σε κάθε δευτερόλεπτο να είναι ικανή να αποφασίζει αν θα προωθήσει ή όχι, προς τη μία ή την άλλη πλευρά, το πολύ 29.762 πλαίσια. Στην περίπτωση των τοπικών δικτύων *Token Ring* 4 Mbps και 16 Mbps, η ικανότητα αυτή πρέπει να ανέρχεται, το ελάχιστο, σε 45.454 και 181.818 πλαίσια *Token Ring* αντίστοιχα. Επομένως, για να γνωρίζει κανείς την ικανότητα προώθησης πλαισίων από τη γέφυρα, δεν αρκεί η γνώση μόνο της συνολικής απόδοσής της ούτε η γνώση μόνο της απόδοσης κάθε θύρας ξεχωριστά, αλλά όλων των στοιχείων μαζί.

Η γέφυρα τοπικής διασύνδεσης χρησιμοποιείται στην περίπτωση δύο τοπικών δικτύων ίδιου ή διαφορετικού τύπου τα οποία βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Όπως και στην περίπτωση του τοπικού επαναλήπτη, η απόσταση αυτή εξαρτάται από το είδος του καλωδίου που χρησιμοποιείται και τον τύπο των τοπικών δικτύων που διασυνδέονται (Παράδειγμα II).

Παράδειγμα V

Οι γέφυρες εξασφαλίζουν τη διασύνδεση διαφορετικού τύπου παραδοσιακών τοπικών δικτύων. Γέφυρες που διασυνδέουν τοπικά δίκτυα *Ethernet* και *Token Ring* λειτουργούν και προς τις δύο κατευθύνσεις. Στο σχήμα 10.4 παρουσιάζονται τρία τοπικά δίκτυα *Ethernet* πολλών κόμβων, δύο τοπικά δίκτυα *Token Ring* 16 Mbps και 4 Mbps, καθώς και δύο μεγάλα *SNA* δίκτυα τα οποία συνδέονται σε ένα άλλο τοπικό δίκτυο *Token Ring* 16 Mbps. Η διαλειτουργικότητα μεταξύ όλων των κόμβων του δικτύου είναι εφικτή με την προϋπόθεση ότι το απαιτούμενο λογισμικό είναι διαθέσιμο σε όλους τους κόμβους του δικτύου. Σήμερα οι γέφυρες υποστηρίζουν αρκετά πρωτόκολλα τοπικών δικτύων.

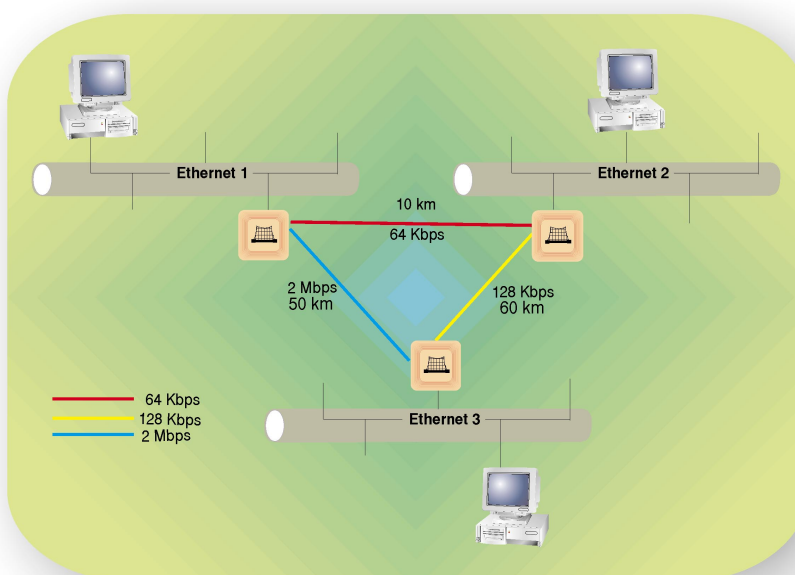


Σχήμα 10.4: Διασύνδεση διαφορετικού τύπου παραδοσιακών τοπικών δικτύων μέσω γεφυρών (multi-protocol bridging)



Παράδειγμα VI

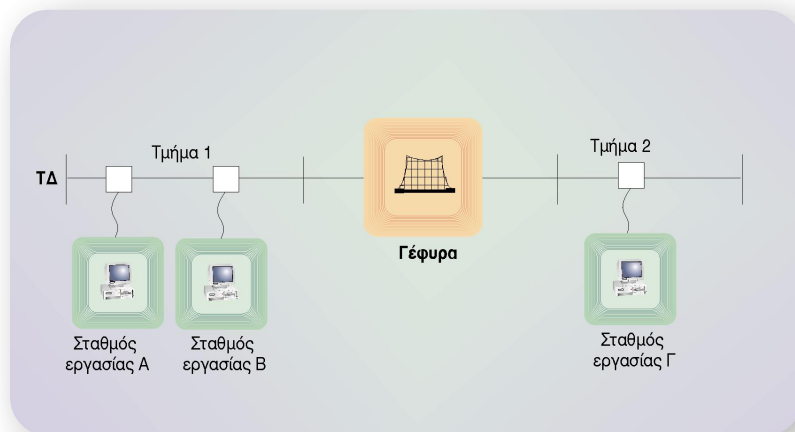
Η γέφυρα απομακρυσμένης διασύνδεσης χρησιμοποιείται για να διασυνδέσει δύο τοπικά δίκτυα που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους (σχήμα 10.5). Η απόσταση αυτή φθάνει σε μερικές περιπτώσεις τα 300 και πλέον Km. Κάθε τοπικό δίκτυο συνδέεται με μία γέφυρα και οι δύο γέφυρες συνδέονται με κάποιο μέσο μετάδοσης (οπτική ίνα, μόνιμη ή επιλογική γραμμή, δορυφορική ζεύξη), με ρυθμό μετάδοσης 56 Kbps ή και μεγαλύτερο. Σήμερα οι γέφυρες διασύνδεσης απομακρυσμένων τοπικών δικτύων υποστηρίζουν αρκετά πρωτόκολλα.



Σχήμα 10.5: Διασύνδεση τριών απομακρυσμένων τοπικών δικτύων Ethernet μέσω γεφυρών

Παράδειγμα VII

Η γέφυρα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να επιμεριστεί ένα τοπικό δίκτυο, που έχει μεγαλώσει υπέρμετρα, σε δύο διαφορετικά τμήματα. Για παράδειγμα, με το φιλτράρισμα οι γέφυρες μπορούν να διασυνδέσουν αποτελεσματικά δύο τμήματα τοπικών δικτύων, περιορίζοντας την κίνηση των πλαισίων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε στα τμήματα των τοπικών δικτύων να κινούνται μόνο τα πλαίσια που έχουν προορισμό κάποιον κόμβο που τους ανήκει. Η δυνατότητα αυτή των γεφυρών είναι σημαντική, αφού συνεπάγεται τη μη προώθηση όλων των πακέτων στους κόμβους και επομένως τον περιορισμό της ροής των δεδομένων, ώστε να μην επιβαρύνεται η κυκλοφορία του δικτύου (σχήμα 10.6). Όπως είναι φανερό, κάθε τμήμα συνιστά ένα ξεχωριστό τοπικό δίκτυο, με αποτέλεσμα το συνολικό δίκτυο να μπορεί να υποστηρίξει το διπλάσιο εξοπλισμό από τον αρχικό και να διεκπεραιώνει σημαντικά μεγαλύτερη κίνηση δεδομένων.



Ορισμένοι κατασκευαστές γεφυρών απομακρυσμένης διασύνδεσης προσφέρουν υποστήριξη σε γραμμές επικοινωνίας, άλλοι προσφέρουν συμπίεση κατά τη μετάδοση (*on fly*), ενώ άλλοι προσφέρουν δικτυακή υποστήριξη στη διαχείριση των μονάδων διασύνδεσης.

Σχήμα 10.6: Η γέφυρα φιλτράρει τα πακέτα που μεταδίδονται από το σταθμό εργασίας Α στο σταθμό εργασίας Β, εμποδίζοντας την άσκοπη μετάδοσή τους στο τμήμα 2. Ακολούθως η γέφυρα προωθεί μόνο τα πακέτα που μεταδίδονται από το σταθμό εργασίας Α στο σταθμό εργασίας Γ. Ανάλογα φιλτράρονται και τα πακέτα που μεταδίδονται από τον σταθμό εργασίας Β στο Γ ή από το σταθμό εργασίας Γ στον Α ή στο Β.

Οι γέφυρες είναι κατάλληλες στις περιπτώσεις που ο αριθμός των τμημάτων των δικτύων που πρόκειται να διασυνδεθούν είναι σχετικά μικρός και τα δίκτυα που διασυνδέονται είναι ίδιου τύπου. Ένα σημαντικό μειονέκτημά τους είναι ότι δεν μπορούν να παρέχουν περισσότερα από δύο εναλλακτικά δρομολόγια μεταξύ δύο διαφορετικών κόμβων. Τέλος, σημειώνεται ότι κατά το σχεδιασμό διασύνδεσης τοπικών δικτύων με γέφυρες πρέπει να αποφεύγεται η ταυτόχρονη χρησιμοποίηση μεγάλου αριθμού γεφυρών (περίπου επτά). Πρέπει επίσης το μέγιστο μήκος του δικτύου που σχηματίζεται να μην υπερβαίνει τα 20 km, με εξαίρεση βέβαια την περίπτωση των γεφυρών που διασυνδέουν απομακρυσμένα τοπικά δίκτυα.

10.3.4 Διασύνδεση με χρήση δρομολογητών

Ο δρομολογητής, όπως και η γέφυρα, είναι μια συσκευή που διασυνδέει δύο ή περισσότερα τοπικά δίκτυα, διαθέτει όμως περισσότερες δυνατότητες σε θέματα δρομολόγησης δεδομένων. Η δρομολόγηση γίνεται μέσω πληροφοριών που υπάρχουν στο επίπεδο δικτύου του μοντέλου αναφοράς OSI (επίπεδο 3), με αποτέλεσμα ο δρομολογητής, ανάλογα με το πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί, να έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίζει τις διευθύνσεις αυτού του επιπέδου. Οι δρομολογητές, ανάλογα με τον τύπο των πακέτων που χρησιμοποιούν, μπορούν να φιλτράρουν τα δεδομένα ενός συγκεκριμένου τύπου πακέτων, αποτρέποντας, για λόγους ασφάλειας, σε συγκεκριμένους χρήστες την πρόσβαση σε ορισμένες περιοχές του δικτύου.

Οι δρομολογητές υποστηρίζουν συνδέσεις πολλών γνωστών μέσων μετάδοσης, όπως

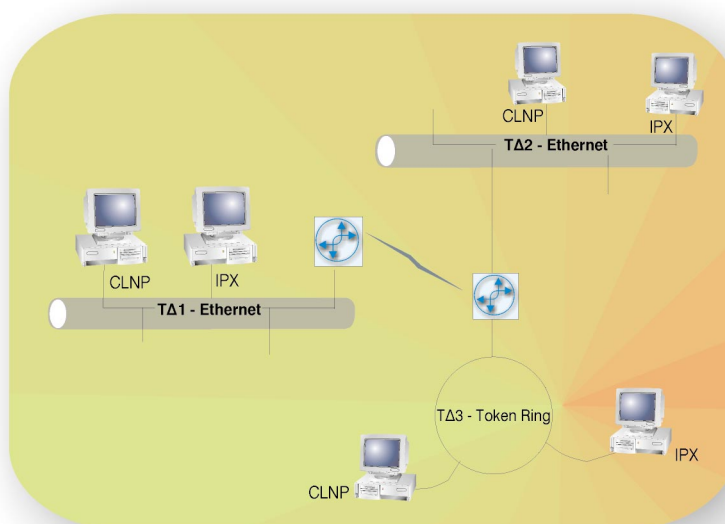


είναι για παράδειγμα τα καλώδια *UTP* και η οπτική ίνα. Πρόκειται για συσκευές πολλών θυρών, οι οποίες διασυνδέουν δίκτυα των πιο γνωστών τύπων. Οι σύγχρονοι δρομολογητές είναι συσκευές που υποστηρίζουν ταυτόχρονες συνδέσεις με διάφορους τύπους τοπικών δικτύων (*Ethernet* 10Base-5 και 10Base-2, *Token Ring* 4 Mbps και 16 Mbps), καθώς και πολλές άλλες συνδέσεις με τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων (*ISDN*, *Fast Ethernet*, *FDDI* κτλ.) ή με δίκτυα ευρείας περιοχής (*Frame Relay*, *IP*, *ATM* κτλ.) και τέλος με το Διαδίκτυο.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι προκειμένου να είναι δυνατή η σύνδεση δύο τοπικών δικτύων με χρήση δρομολογητή θα πρέπει αυτά να χρησιμοποιούν το ίδιο πρωτόκολλο επιπέδου δικτύου, όπως για παράδειγμα το *IP*, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιούν ταυτόχρονα και κάποιο άλλο.

Παράδειγμα VIII

Οι δρομολογητές είναι οι πιο συνηθισμένες συσκευές διασύνδεσης μεταξύ δικτύων *Ethernet* και δικτύων *Token Ring*. Μια τυπική αρχιτεκτονική διασύνδεσης τοπικών δικτύων με δρομολογητές είναι αυτή του σχήματος 10.7, όπου δύο τοπικά δίκτυα *Ethernet* διασυνδέονται μέσω δύο δρομολογητών με ένα τοπικό δίκτυο *Token Ring*. Τα πρωτόκολλα επιπέδου δικτύου που χρησιμοποιούνται από τους υπολογιστές των τριών δικτύων μπορούμε να υποθέσουμε ότι είναι το *CLNP* και το *IPX*, οπότε οι αντίστοιχοι δρομολογητές οφείλουν να υποστηρίζουν και τα δύο αυτά πρωτόκολλα.



Σχήμα 10.7: Διασύνδεση δύο τοπικών δικτύων *Ethernet* με ένα τοπικό δίκτυο *Token Ring* μέσω δρομολογητών



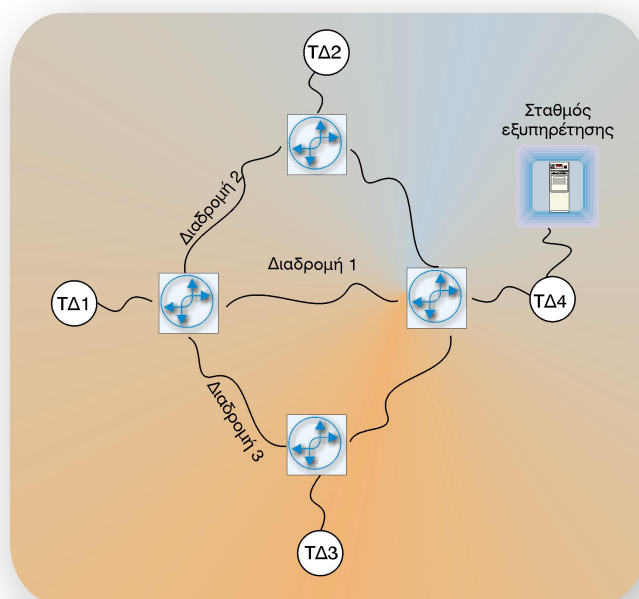
Όπως αναφέρθηκε, το επίπεδο δικτύου παρέχει τη δυνατότητα καθορισμού ενός δρομολογίου διαμέσου ενός πλήθους ανεξάρτητων συνδέσεων. Παράλληλα παρέχει μία μοναδική διεύθυνση σε κάθε συσκευή, η οποία μπορεί να συμμετέχει σε ανταλλαγή δεδομένων, όπως για παράδειγμα να περιγράψει τη διαδρομή τους από έναν κόμβο που βρίσκεται σε ένα τοπικό δίκτυο *Ethernet* σε έναν άλλο που βρίσκεται σε ένα τοπικό δίκτυο *Token Ring*.

Παράδειγμα IX

Στα μεγάλα δίκτυα η δυνατότητα του δρομολογητή να επιλέξει μεταξύ πολλών διαδρομών σημαίνει ότι υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα να βρεθεί ένα δρομολόγιο, όταν το δίκτυο είναι υπερφορτωμένο. Το σχήμα 10.8 δείχνει πώς μπορεί να συμβεί αυτό. Υπάρχουν τρεις διαδρομές μεταξύ του σταθμού εξυπηρέτησης στο τοπικό δίκτυο 1 και του σταθμού εξυπηρέτησης στο τοπικό δίκτυο 4. Ο δρομολογητής στο τοπικό δίκτυο 1 έχει τρεις επιλογές. Προφανώς, αν η άμεση διαδρομή δεν είναι για κάποιον λόγο εφικτή, ο δρομολογητής θα διαλέξει μία από τις άλλες δύο. Όμως — κάτι που είναι λιγότερο προφανές — αν μία από τις άλλες δύο λιγότερο άμεσες διαδρομές προσφέρει μεγαλύτερο εύρος ζώνης, είναι ενδεχόμενο να προτιμηθεί αυτή για τη μετάδοση μεγάλων αρχείων.

Η επιλογή του κατάλληλου δρομολογητή γίνεται με βάση τις ανάγκες των δικτύων που διασυνδέει και ιδιαίτερα με βάση τα πρωτόκολλα δικτύου που υποστηρίζει. Αν χρησιμοποιηθεί ένα μόνο πρωτόκολλο, τότε απαιτείται **δρομολογητής ενός πρωτοκόλλου** (*single protocol router*). Όμως, στην πλειονότητα των περιπτώσεων, οι δρομολογητές υποστηρίζουν περισσότερα του ενός πρωτόκολλα.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι δρομολογητές υποστηρίζουν πολύπλοκες τοπολογίες και οργανώσεις δικτύων (δικτυωτά), όπου υπάρχουν πολλές συνδέσεις ανάμεσα σε κάθε ζεύγος από τμήματα δικτύων. Για το λόγο αυτό η συμβολή τους θα μελετηθεί και πάλι στις επόμενες ενότητες.



Σχήμα 10.8: Ο δρομολογητής μπορεί να προσφέρει επιλογή διαδρομών μεταξύ του σταθμού εξυπηρέτησης στο TΔ1 και του σταθμού εξυπηρέτησης στο TΔ4.

Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Γέφυρα - δρομολογητής, δρομολογητής - γέφυρα, μεταγωγός, πύλη, διασύνδεση παραδοσιακών τοπικών δικτύων με χρήση επαναληπτών, διασύνδεση παραδοσιακών τοπικών δικτύων με χρήση γεφυρών, διασύνδεση παραδοσιακών τοπικών δικτύων με χρήση δρομολογητών.





Ανακεφαλαίωση

Σήμερα τα υπάρχοντα τοπικά δίκτυα μπορούν να αναβαθμιστούν, να επεκταθούν και σε πολλές περιπτώσεις να επανασχεδιαστούν προκειμένου να λειτουργήσουν με ομοιόμορφο τρόπο. Οι δυνατότητες αυτές παρέχουν το πλαίσιο ανάπτυξης διαφορετικών τρόπων διασύνδεσης των παραδοσιακών τοπικών δικτύων, οι οποίοι αποτέλεσαν και το αντικείμενο μελέτης του παρόντος κεφαλαίου. Αρχικά έγινε αναφορά στις δυσκολίες που υπάρχουν για την ανάπτυξη κοινών προτύπων διασύνδεσης. Κατόπιν εξετάστηκαν οι διαφορετικές δυνατότητες που παρουσιάζονται όσον αφορά τη χρησιμοποίηση διαφορετικών μέσων μετάδοσης σε συσχετισμό όχι μόνο με τον τρόπο μετάδοσης (βασικής ή ευρείας ζώνης) αλλά και με την τοπολογία των δικτύων. Η εξέταση επεκτάθηκε στις δυνατότητες χρησιμοποίησης διαφορετικών μονάδων διασύνδεσης (επαναληπτών, γεφυρών, δρομολογητών), στις προϋποθέσεις που απαιτούνται για την επιλογή της καταλληλότερης μονάδας, καθώς και στις ειδικότερες λειτουργίες καθεμίας από αυτές, που καθορίζουν και τα πλεονεκτήματα ή τα μειονεκτήματά της.



Ερωτήσεις

1. Ποια είναι τα προβλήματα διασύνδεσης ετερογενών τοπικών δικτύων;
2. Ποια προβλήματα καλείται να λύσει η διασύνδεση τοπικών δικτύων;
3. Ποιοι είναι οι τύποι των τοπικών δικτύων που μπορούν να διασυνδεθούν;
4. Πώς επηρεάζεται η επιλογή τοπικού δικτύου από το μέσο μετάδοσης;
5. Ποιες είναι οι τεχνικές μετάδοσης στα τοπικά δίκτυα και σε τι διαφέρουν;
6. Ποια είναι τα κυριότερα μέσα μετάδοσης και πώς επηρεάζονται από την εξασθένηση;
7. Πώς επηρεάζεται η επιλογή τοπικού δικτύου από την τοπολογία;
8. Πώς επηρεάζεται η επιλογή τοπικού δικτύου από τις μονάδες διασύνδεσης;
9. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις θα χρησιμοποιούσες επαναλήπτη για τη διασύνδεση ενός παραδοσιακού τοπικού δικτύου;
10. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις θα χρησιμοποιούσες γέφυρα για τη διασύνδεση ενός παραδοσιακού τοπικού δικτύου;
11. Κάτω από ποιες προϋποθέσεις θα χρησιμοποιούσες δρομολογητή για τη διασύνδεση ενός παραδοσιακού τοπικού δικτύου;



Βιβλιογραφία

1. Tanenbaum A. S., *Computer Networks*, Prentice-Hall Inc., 1996.
2. Tanenbaum A. S., *Δίκτυα υπολογιστών*, Παπασωτηρίου, 1991.
3. Lynch D. C., Rose M. T., *Internet System Handbook*, Addison-Wesley, 1993.
4. Stevens W. R., *Unix Network Programming*, Prentice-Hall, 1990.
5. Αλεξόπουλος Α. και Λαγογιάννης Γ., *Τηλεπικοινωνίες και δίκτυα υπολογιστών*, 4η έκδοση, Αθήνα 1997.
6. Rose M. T., *The Simple Book: An Introduction to TCP/IP-based Internets*, Prentice-Hall, 1991.
7. Wright D., *Broadband: Business Services, Technologies, and Strategic Impact*, Artech House, 1993.
8. Lee B. G., Kang M., Lee J., *Broadband Telecommunications Technology*, Artech House, 1993.
9. Muller N. J., Davidson R. P., *LANs to WANs: Network Management in the 1990s*, Artech House, 1990.

Διευθύνσεις Διαδικτύου (URLs)

<http://www.gigabit-ethernet.org/>
<http://www.scl.ameslab.gov/Projects/Gigabit/>
<http://www.iol.unh.edu/training/ge.html>
http://www.3com.com/solutions/key_net/gigabit/gigabit.html
<http://www.host.ots.utexas.edu/ethernet/gigabit.html>
<http://intranets.about.com/compute/intranets/mbody.htm>
<http://www.strom.com/pubwork/intranetp.html>
<http://www.iat.unc.edu/guides/irg-34.html>
<http://www.strom.com/places/index.html>
<http://www.microsoft.com/technet/intranet/default.asp>
<http://intranets.about.com/compute/intranets/mbody.htm>
<http://www.atmforum.com/>
<http://www.standards.ieee.org/catalog/>