

Ενότητα 9.3 Ενεργές συσκευές δικτύου

- Συγκεντρωτές
- Γέφυρες
- Μεταγωγείς
- Δρομολογητές

Όταν τελειώσει αυτή την ενότητα ο μαθητής θα πρέπει να μπορεί:

- Να αναγνωρίζει τις ενεργές συσκευές που χρησιμοποιούνται στη δικτύωση των υπολογιστών (τους συγκεντρωτές, τις γέφυρες, τους μεταγωγείς, τους δρομολογητές).
- Να περιγράφει τον τρόπο λειτουργίας των συγκεντρωτών, των γεφυρών, των μεταγωγέων και των δρομολογητών.

Οι ενεργές συσκευές χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση των σταθμών που απαρτίζουν ένα δίκτυο, προκειμένου να πραγματοποιήσουν, την επανάληψη, τη μεταγωγή, τη δρομολόγηση της πληροφορίας, ή το συνδυασμό των παραπάνω. Ο κάθε τύπος ενεργής συσκευής δρα σε διαφορετικό επίπεδο του μοντέλου OSI και κατά συνέπεια οι λειτουργίες της καθορίζονται από τις αντίστοιχες λειτουργίες του επιπέδου στο οποίο ανήκουν.

9.3.1 Συγκεντρωτές

Οι συγκεντρωτές λειτουργούν στο πρώτο επίπεδο του μοντέλου OSI, δηλαδή στο φυσικό επίπεδο. Στα σύγχρονα δίκτυα, κάθε σταθμός, για να αποκτήσει πρόσβαση στο δίκτυο πρέπει να συνδεθεί σε μια από τις **θύρες (ports)** ενός συγκεντρωτή. Οι συγκεντρωτές δεν κάνουν τίποτε περισσότερο από το να προωθούν την πληροφορία στο κοινό, για όλους τους σταθμούς, φυσικό μέσο διασύνδεσης, χωρίς να ενδιαφέρονται για το περιεχόμενό της. Στα δίκτυα τύπου Ethernet, τα οποία, όπως γνωρίζουμε, είναι τοπολογίας αρτηρίας, οι συγκεντρωτές είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι. Παλαιότερα, που δε μεσολαβούσαν συγκεντρωτές, μια βλάβη του φυσικού μέσου (του ομοαξονικού καλωδίου τύπου thin και τύπου thick) σε ένα σημείο ήταν αρκετή για να απενεργοποιήσει ολόκληρο το δίκτυο και να θέσει το σύνολο των σταθμών σε κατάσταση δικτυακής αποσύνδεσης.



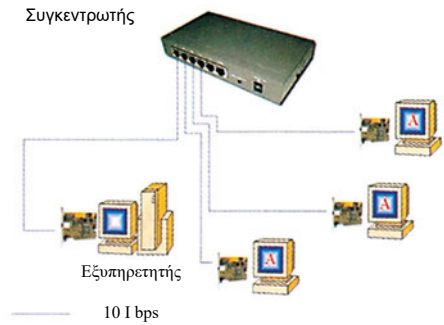
Εικόνα 9.3.1 Συγκεντρωτής

Οι σύγχρονοι συγκεντρωτές εξακολουθούν να υλοποιούν τοπολογίες αρτηρίας (μόνο που αυτό πραγματοποιείται στο εσωτερικό τους). Όμως, η καλωδιακή διάταξη των διασυνδεδεμένων σταθμών είναι ακτινωτή (star). Κάθε σταθμός συνδέεται σε μία από τις θύρες του συγκεντρωτή με συστραμμένο καλώδιο τύπου UTP. Σε περίπτωση αστοχίας μιας των καλωδιακών συνδέσεων, μόνο ο σταθμός που είναι συνδεδεμένος στην αντίστοιχη θύρα θα τεθεί εκτός του δικτύου, ενώ οι υπόλοιποι θα εξακολουθούν να επικοινωνούν κανονικά.

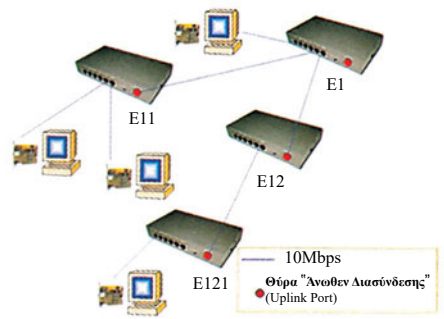
Εξωτερικά, σε ένα συγκεντρωτή διακρίνουμε:

- Τις θύρες. Πρόκειται για τα σημεία επαφής των σταθμών του δικτύου στην κοινή τους αρτηρία (common bus) που υλοποιείται στο εσωτερικό του συγκεντρωτή. Οι θύρες αυτές χαρακτηρίζονται συχνά ως **θύρες αντιστροφής (crossed)** και σημειώνονται με X. Στο εσωτερικό τους γίνεται αντιστροφή των καλωδίων, αφού το ζεύγος των καλωδίων σταθμού πρέπει να συνδεθεί με το ζεύγος των καλωδίων λήψης, και αντίστροφα.
- Τις θύρες **άνωθεν διασύνδεσης (uplink ports)**. Πρόκειται για τις θύρες που χρησιμοποιούνται όταν συνδέουμε δύο ή περισσότερους συγκεντρωτές μεταξύ τους και συχνά σημειώνονται με =. Οι θύρες αυτές δεν πραγματοποιούν αντιστροφή καλωδίωσης στο εσωτερικό του συγκεντρωτή. Ο συγκεντρωτής που βρίσκεται σε κατώτερο τοπολογικό επίπεδο συνδέεται μέσω των θυρών άνωθεν διασύνδεσης με τις κοινές θύρες αντιστροφής των συγκεντρωτών που βρίσκονται σε ανώτερο τοπολογικό επίπεδο. Γενικά, για τη διασύνδεση δύο συγκεντρωτών μπορούμε να συνδέσουμε:

- α. τη θύρα άνωθεν διασύνδεσης του ενός συγκεντρωτή με μία θύρα αντιστροφής του άλλου συγκεντρωτή, χρησιμοποιώντας "ευθύ" καλώδιο τύπου UTP (χωρίς αντιστροφή των γραμμών του).
- β. μία θύρα αντιστροφής του ενός συγκεντρωτή με μία θύρα αντιστροφής του άλλου συγκεντρωτή, χρησιμοποιώντας αντεστραμμένο (crossover) καλώδιο τύπου UTP (με αντιστροφή των γραμμών του).



Σχήμα 9.3.1 Σύνδεση σταθμών σε συγκεντρωτή



Σχήμα 9.3.2. Σύνδεση πολλών συγκεντρωτών

Στο σχήμα 9.3.2 φαίνεται ο τρόπος διασύνδεσης, και οι άνωθεν διασυνδέσεις, μεταξύ τεσσάρων συγκεντρωτών (E1, E11, E12, E121) σε διάταξη τριών ιεραρχικών επιπέδων.

- Τις ενδεικτικές φωτοδιόδους (Led). Για κάθε μία από τις θύρες υπάρχει μια ενδεικτική φωτοδίοδος. Όταν η φωτοδίοδος είναι σβηστή δεν υπάρχει επικοινωνία του σταθμού με το συγκεντρωτή. Όταν η φωτοδίοδος είναι πράσινη, ο σταθμός επικοινωνεί με τον συγκεντρωτή. Ο ρυθμός με τον οποίο αναβοσβήνει η φωτοδίοδος αποδίδει τη συχνότητα αποστολής/λήψης δεδομένων. Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχουν πρόσθετες φωτοδιόδους που παρέχουν πληροφορία σχετικά με το φόρτο χρήσης (utilization) του δικτύου αλλά και το ποσοστό συγκρούσεων επί των προσπαθειών μετάδοσης (collisions).

Ο αριθμός των θυρών του συγκεντρωτή είναι συνήθως πολλαπλάσιο του τέσσερα (4) δηλ. 4, 8, 12, 16 κ.ο.κ. Οι απλοί συγκεντρωτές, που περιγράψαμε, είναι συσκευές που διαμοιράζουν τα δεδομένα σε όλους τους σταθμούς, ανεξάρτητα αν τους αφορούν ή όχι και για το λόγο αυτό συχνά ονομάζονται **συγκεντρωτές διαμοιρασμού (share hubs)**.

9.3.2 Γέφυρες (Bridges)

Οι γέφυρες λειτουργούν στο δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI, το επίπεδο διασύνδεσης. Χρησιμοποιήθηκαν ευρέως στην αρχή της δεκαετίας του 1980, αφού μπορούν να διασυνδέσουν:

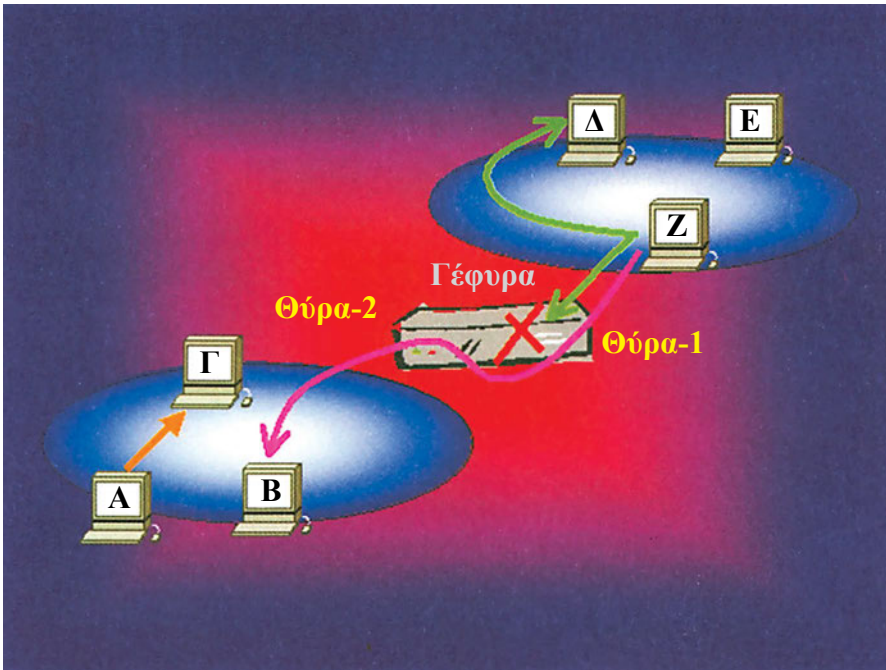
- Δύο ή περισσότερα φυσικά τμήματα δικτύου, φροντίζοντας για τη διοχέτευση της πληροφορίας από το ένα στο άλλο, μόνον όταν αυτό είναι αναγκαίο. Έτσι, συμβάλλουν στην αύξηση της απόδοσης του δικτύου.
- Ετερογενή δίκτυα (π.χ Ethernet και Token ring), κάτι που στην πρώιμη δικτυακή εποχή δεν ήταν ιδιαίτερα εύκολη υπόθεση, λόγω της διαμόρφωσης των πλαισίων με διαφορετικό τρόπο από τα πρωτόκολλα κάθε είδους δικτύου.

Στο σχήμα 9.3.3 φαίνεται ότι μόνο τα πλαίσια με διεύθυνση προορισμού που ανήκει σε διαφορετικό δίκτυο από εκείνο του αποστολέα προωθούνται στην αντίστοιχη πόρτα της γέφυρας (π.χ. από το σταθμό Z στο σταθμό B). Στο ίδιο σχήμα φαίνεται ότι στην περίπτωση που ο σταθμός Z θελήσει να επικοινωνήσει με το Δ, η γέφυρα δεν προωθεί τα πλαίσια στο δίκτυο της θύρας 2. Η προώθηση γίνεται μόνο όταν σταθμοί που ανήκουν σε διαφορετικά φυσικά τμήματα δικτύου (π.χ. Z και B) επιθυμούν να ανταλλάξουν δεδομένα, ή όταν η μετάδοση είναι τύπου broadcast. Συμπληρωματικό πλεονέκτημα είναι ότι από τη στιγμή που η γέφυρα "αναγνωρίσει" τις φυσικές διευθύνσεις όλων των σταθμών, μεταξύ των σταθμών κάθε φυσικού τμήματος μπορεί να γίνεται ταυτόχρονη μετάδοση και λήψη χωρίς

σύγκρουση (π.χ. την ίδια στιγμή που ο Α μεταδίδει στον Γ, μπορεί ο Ζ να μεταδίδει στον Δ) (σχήμα 9.3.3).

Τα πράγματα θα ήταν εντελώς διαφορετικά, εάν όλοι οι κόμβοι του δικτύου βρίσκονταν συνδεδεμένοι στο ίδιο φυσικό τμήμα. Ταυτόχρονες αποστολές δεδομένων θα οδηγούσαν σε συγκρούσεις.

Η βασική λειτουργία της γέφυρας, είναι να μετάγει πλαίσια στην κατάλληλη θύρα της και για να το επιτύχει αυτό χρησιμοποιεί δύο διαδικασίες:



Σχήμα 9.3.3 Σύνδεση δικτύων με γέφυρα

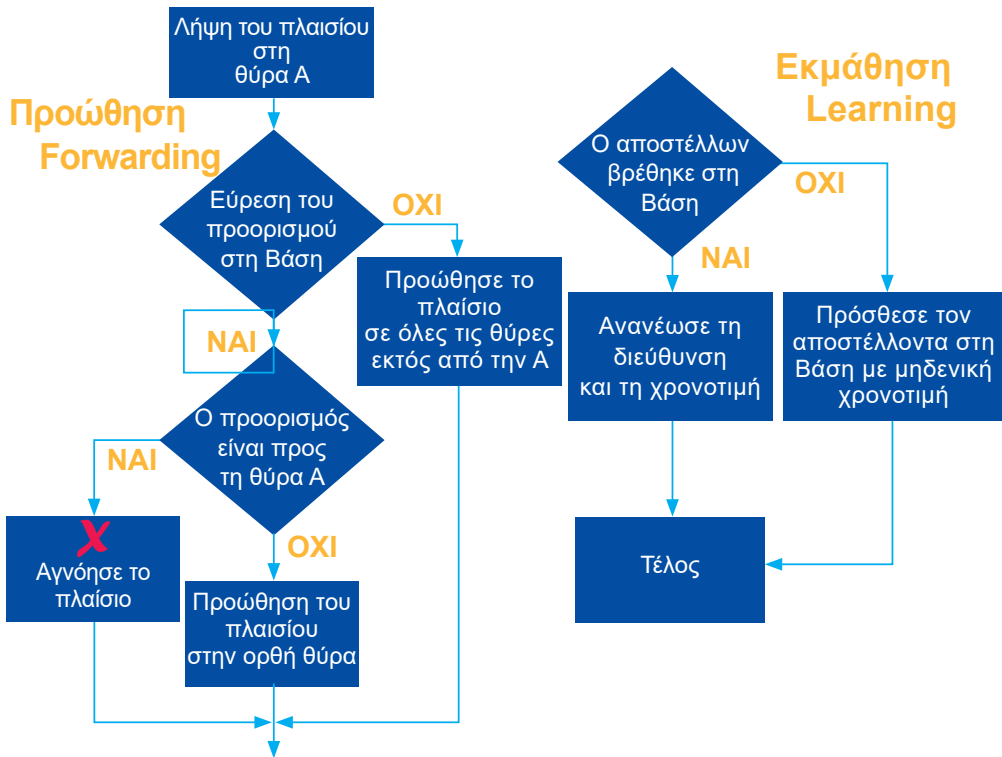
- α) την εκμάθηση (learning) και
- β) την προώθηση (forwarding).

Όταν αναφερόμαστε σε συσκευές 2ου επιπέδου όπως στις γέφυρες, ο όρος “διεύθυνση” αφορά τη διεύθυνση MAC του πλαισίου.

Η γέφυρα διατηρεί μία βάση προώθησης στοιχείων (forwarding database) και καταγράφει τις πληροφορίες που συγκεντρώνει από κάθε σταθμό με τη μορφή εγγραφής τριών (3) πεδίων:

- α) της διεύθυνσης του σταθμού (station address)¹,
- β) μιας “χρονοτιμής” που προσδιορίζει το χρόνο διατήρησης της παρούσας εγγραφής σταθμού (age) και
- γ) του αναγνωριστικού θύρας (port ID) της γέφυρας στην οποία είναι συνδεδεμένος ο σταθμός

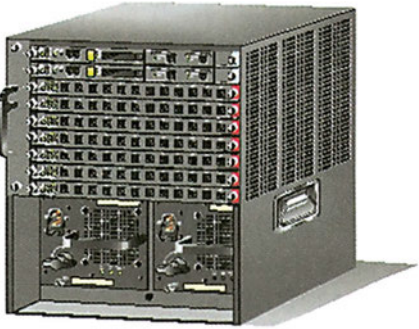
¹ πρόκειται για τη φυσική διεύθυνση, Mac address



Σχήμα 9.3.4. Διάγραμμα λειτουργίας μιας γέφυρας

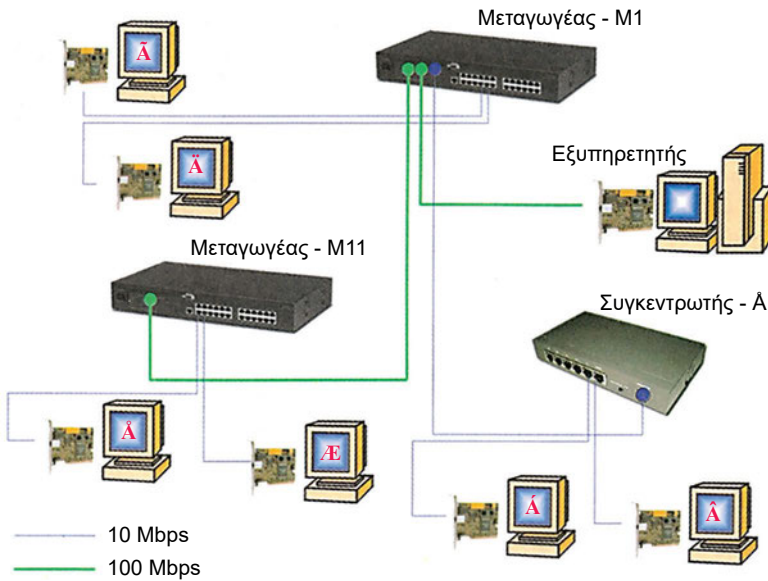
9.3.3 Μεταγωγείς (Switches)

Οι μεταγωγείς είναι οι εξελιγμένες εκδόσεις των γεφυρών και των συγκεντρωτών. Έχουν τα χαρακτηριστικά των γεφυρών, σε ότι όμως αφορά τη φυσική διασύνδεση και τη χρήση τους μοιάζουν με τους συγκεντρωτές. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην τεχνική της ταχύτατης μεταγωγής (switching) πλαισίων από τη μία θύρα στην άλλη και γίνεται βάσει των τεχνικών εκμάθησης και προώθησης που αναφέρθηκαν στις γέφυρες. Κάθε φορά που ένας σταθμός αποστέλλει ένα πλαίσιο σε έναν άλλον, ο μεταγωγέας το διαβιβάζει μόνο στη θύρα που βρίσκεται ο σταθμός παραλήπτης. Με αυτόν τον τρόπο δεν επιβαρύνεται το υπόλοιπο δίκτυο. Πολλοί σταθμοί μπορούν να στέλλουν ταυτόχρονα, αρκεί να απευθύνονται σε διαφορετικό παραλήπτη. Όλες οι θύρες συνδέονται σε ένα κοινό, παθητικό συνήθως, στοιχείο, το λεγόμενο backplane, στο οποίο γίνεται η μεταξύ τους διασύνδεση. Οι μεταγωγείς σήμερα παρέχουν ταχύτητες της τάξεως των 10,100 ή και 1000 Mbps ανά θύρα.



Οι μεταγωγείς χρησιμοποιούνται σε δικτυακά περιβάλλοντα που έχουν αυξημένες

απαιτήσεις ταχύτητας. Συχνά διασυνδέονται τόσο μεταξύ τους όσο και με μικρότερης ταχύτητας συσκευές (Ethernet συγκεντρωτές) όπως φαίνεται στο σχήμα 9.3.5.



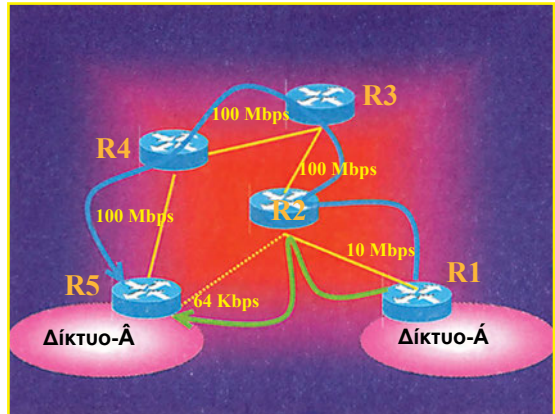
Σχήμα 9.3.5 Δίκτυο με μεταγωγείς και συγκεντρωτές

Τύπος συσκευής	Χαρακτηριστικά
10 ή 100 Mbps Shared Hub	Απλός συγκεντρωτής με συνολικό διαμοιραζόμενο ρυθμό μετάδοσης 10 ή 100 Mbps σε όλες τις θύρες του.
10 ή 100 Mbps Switching Hub	Μεταγωγέας που αποδίδει σε κάθε του θύρα ταχύτητα 10 ή 100 Mbps.
Intelligent/Manageable hubs	Έξυπνοι/Διαχειρίσιμοι συγκεντρωτές. Πρόκειται για συγκεντρωτές ή μεταγωγείς με δυνατότητα για απομακρυσμένη διαχείριση και παρακολούθηση.
Stackable hubs (ή switching hubs)	Συγκεντρωτές/Μεταγωγείς σε στοίβα. Είναι μία ειδική περίπτωση εξωτερικής διασύνδεσης των συσκευών που δίνει επεκτάσιμες λύσεις.
Desktop switching hub	Μεταγωγέας με συγκεκριμένο αριθμό θυρών, με δυνατότητα τοπικής και απομακρυσμένης διαχείρισης.
Modular switching hub	Μεταγωγέας με δυνατότητα να δέχεται κάρτες (modules) που περιέχουν θύρες διαφόρων αριθμών και ταχυτήτων (share ή switching, 10 ή 100 Mbps) αλλά συχνά και θύρες Gigabit Ethernet ταχύτητας 1000 Mbps.

Πίνακας 9.3.1 Τύποι συσκευών που χαρακτηρίζονται από τον αγγλοσαξονικό όρο hub

9.3.4 Δρομολογητές (Routers)

Οι δρομολογητές λειτουργούν στο τρίτο επίπεδο του μοντέλου OSI, το επίπεδο δικτύου (ή επίπεδο IP). Οι δρομολογητές χρησιμοποιούν ειδικές τεχνικές και αλγόριθμους και σύμφωνα με ειδικά πρωτόκολλα δρομολόγησης, ρυθμίζουν τον τρόπο διακίνησης των πακέτων πληροφορίας μεταξύ των δικτύων. Η διαδρομή που ακολουθούν τα πακέτα εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα την ταχύτητα των γραμμών, την αξιοπιστία τους, τον αριθμό των αλμάτων (hops) που πρέπει να πραγματοποιήσουν τα πακέτα από δρομολογητή σε δρομολογητή, μέχρι να γίνει η μετάβασή τους στο δίκτυο προορισμού κ.ά. Στη διάταξη του σχήματος 9.3.6, ένα απλό πρωτόκολλο που έχει ως μόνο κριτήριο επιλογής της διαδρομής το μικρότερο αριθμό αλμάτων, μεταξύ των δικτύων A και B, θα επιλέξει τη διαδρομή R1=>R2=>R5 (πράσινο μονοπάτι), με 2 hops και όχι τη R1=>R2=>R3=>R4=>R5 που απαιτεί 4 hops. Αντίθετα, ένα περισσότερο ευφυές πρωτόκολλο θα επέλεγε τη διαδρομή των 4 hops (γαλάζιο χρώμα), αφού η ταχύτητα διακίνησης είναι μεγαλύτερη. Η σύνδεση R2=>R5 είναι εξαιρετικά αργή (64 Kbps) σε σύγκριση με τις υπόλοιπες των 100 Mbps. Ανεξάρτητα από το χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο, ο σχεδιασμός του δικτύου και η διαμόρφωση των χαρακτηριστικών των δρομολογητών του πρέπει να ακολουθούν ορισμένες βασικές αρχές, όπως αυτές που αναφέρονται στη συνέχεια:



Σχήμα 9.3.6 Επιλογή “μονοπατιού δρομολόγησης”

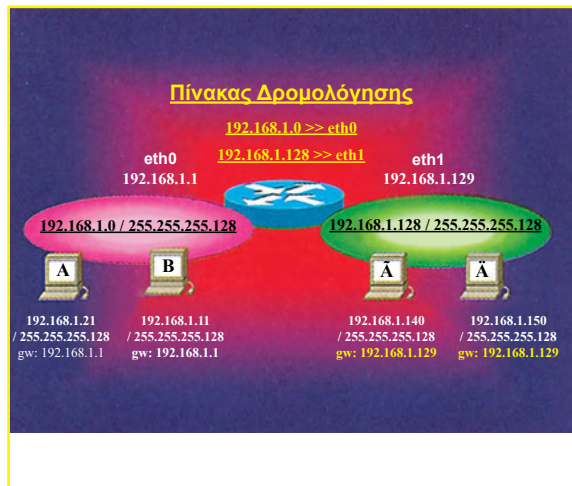
- Κάθε εξυπηρετούμενο δίκτυο έχει το δικό του **αναγνωριστικό δικτύου** και το δικό του εύρος διευθύνσεων IP.
- Ο δρομολογητής έχει τόσες κάρτες δικτύου (θύρες) όσα και τα δίκτυα στα οποία συνδέεται.
- Σε κάθε κάρτα δικτύου του δρομολογητή αποδίδεται μία διεύθυνση IP από τις διαθέσιμες του δικτύου, στο οποίο συνδέεται (συνήθως η πρώτη ή η τελευταία)
- Όταν ένας σταθμός θελήσει να αποστείλει δεδομένα σε έναν άλλο, η διεύθυνση προορισμού ελέγχεται από το σταθμό. Αν αποδειχθεί ότι ο προορισμός ανήκει σε άλλο δίκτυο, τα πακέτα προωθούνται στη θύρα του δρομολογητή. (θυμηθείτε ότι η συμπλήρωση του πεδίου “πύλη” ή “gateway” κατά τη διαμόρφωση του TCP/IP, ορίζει ακριβώς τη διεύθυνση IP της κάρτας δικτύου του δρομολογητή).

Κάθε δρομολογητής διατηρεί έναν **πίνακα δρομολόγησης (routing table)** που περιέχει στοιχεία για τον τρόπο δρομολόγησης των πακέτων στα δίκτυα που εξυπηρετεί.

Γενικά ο πίνακας δρομολόγησης περιέχει πληροφοριακά πεδία που συνδυάζουν τις διευθύνσεις των δικτύων προορισμού με τις θύρες του. Η συμπλήρωση του πίνακα δρομολόγησης μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

- Ο διαχειριστής του δικτύου, γνωρίζοντας καλά την τοπολογία του, συμπληρώνει κάθε πίνακα δρομολόγησης. Αυτή είναι η περίπτωση της **στατικής δρομολόγησης (static routing)** και χρησιμοποιείται συνήθως σε απλά δίκτυα.
- Σε κάθε δρομολογητή ενεργοποιείται ένα πρωτόκολλο δρομολόγησης, που με ανταλλαγή ειδικών μηνυμάτων και χρήση κάποιου μαθηματικού αλγόριθμου, μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, ενημερώνει αυτόματα τους πίνακες δρομολόγησης όλων των δρομολογητών του δικτύου. Αυτή είναι η περίπτωση της **δυναμικής δρομολόγησης (dynamic routing)** και χρησιμοποιείται σε πολύπλοκα δίκτυα.

Στο σχήμα 9.3.7 ο δρομολογητής μεσολαβεί μεταξύ του δικτύου 192.168.1.0, με μάσκα 255.255.255.128 (περιλαμβάνει τις διευθύνσεις από 192.168.1.1 έως και 192.168.1.126) και του δικτύου 192.168.1.128, με μάσκα 255.255.255.128 (περιλαμβάνει τις διευθύνσεις από 192.168.1.129 έως 192.168.1.254). Η θύρα eth0 του δρομολογητή ανήκει στο πρώτο δίκτυο (έχει IP= 192.168.1.1) και η θύρα eth1 ανήκει στο δεύτερο (IP= 192.168.1.129). Όλοι οι σταθμοί του πρώτου δικτύου πρέπει να δηλώσουν σαν πύλη (gateway) την 192.168.1.1 και όλοι του δεύτερου δικτύου την 192.168.1.129. Παρατηρήστε τα στοιχεία που έχουν καταγραφεί στον πίνακα δρομολόγησης. Θεωρήστε ότι ο υπολογιστής A (IP= 192.168.1.21) θέλει να επικοινωνήσει με τον Γ (IP= 192.168.1.140). Ο A αντιλαμβάνεται (χρησιμοποιώντας τη μάσκα δικτύου του) ότι η διεύθυνση προορισμού ανήκει σε διαφορετικό δίκτυο και προωθεί τα δεδομένα στην πύλη του δρομολογητή 192.168.1.1. Ο δρομολογητής εξετάζει τον πίνακα δρομολόγησης και προωθεί τα δεδομένα προς το δίκτυο στο οποίο ανήκουν, στην περίπτωσή μας το 192.168.1.128 μέσω της πόρτας eth1. Εξηγήστε τι θα συμβεί σε περίπτωση που ο υπολογιστής A, θελήσει να επικοινωνήσει με τον B.



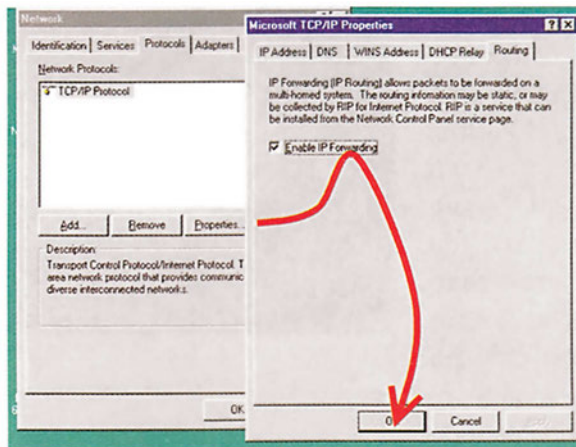
Δρομολογητής μπορεί να είναι:

- Συσκευή που εκ κατασκευής χρησιμοποιείται μόνο σαν δρομολογητής.
- Ένας υπολογιστής στον οποίο δίνονται δυνατότητες δρομολόγησης. Συνήθως

τοποθετούνται στον υπολογιστή τουλάχιστον δύο κάρτες δικτύου, ή μία κάρτα δικτύου και μία κάρτα απομακρυσμένης διασύνδεσης (σειριακή μέσω modem) και κατάλληλο λογισμικό.

Τα Windows NT περιέχουν το κατάλληλο λογισμικό με το οποίο δίνουν τη δυνατότητα στον υπολογιστή να παίξει το ρόλο δρομολογητή. Για τη σύνδεση δύο τοπικών δικτύων πρέπει βέβαια να τοποθετηθούν δύο κάρτες δικτύου και σε κάθε μία να οριστούν η διεύθυνση IP, η μάσκα κτλ. Επίσης, ο διαχειριστής πρέπει να επιτρέψει την προώθηση πακέτων (Forwarding) μεταξύ των καρτών. Για να ενεργοποιήσουμε την προώθηση πακέτων:

1. Επιλέγουμε Control Panel - Network και στο διαλογικό παράθυρο που θα εμφανιστεί τον καρτελοδείκτη Protocols.
2. Από το πινάκιο επιλέγουμε TCP/IP Protocol και μετά πατάμε το πλήκτρο Properties.
3. Επιλέγουμε τον καρτελοδείκτη Routing και στο διαλογικό παράθυρο Microsoft TCP/IP Properties “σημαδεύουμε” το πεδίο Enable IP Forwarding.



Εικόνα 9.3.2. Ενεργοποίηση IP Forwarding

Εργαστηριακές Ασκήσεις

1. Διαμορφώστε δύο υπολογιστές A και B με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

	A	B
Πρωτόκολλο	TCP/IP	TCP/IP
Κάρτα δικτύου	10BaseT	10BaseT
Διεύθυνση IP	192.168.100.10	192.168.100.20
Μάσκα δικτύου	255.255.255.0	255.255.255.0

Στη συνέχεια:

- α) Διασυνδέστε τους δύο υπολογιστές σε δίκτυο, χωρίς τη χρήση συγκεντρωτή. Λόγω απουσίας συγκεντρωτή να χρησιμοποιήσουμε “αντεστραμμένο UTP καλώδιο”.

- β) Διασυνδέστε τους δύο υπολογιστές Α και Β σε δίκτυο, με χρήση ενός μόνο συγκεντρωτή Σ1.
- γ) Συνδέστε τον Α στο συγκεντρωτή Σ1 και το Β στο συγκεντρωτή Σ2. Χρησιμοποιήστε τους δύο τρόπους διασύνδεσης των συγκεντρωτών (με αντεστραμμένο και ευθύ καλώδιο UTP) για να συνδέσετε τον Σ1 με τον Σ2.

Για κάθε μία από τις παραπάνω περιπτώσεις:

- α) Ελέγξτε με IPCONFIG τα χαρακτηριστικά κάθε υπολογιστή.
- β) Διακριβώστε με PING ότι οι υπολογιστές επικοινωνούν.

2. Σχεδιάστε και υλοποιήστε δύο συνδεδεμένα μεταξύ τους εργαστηριακά δίκτυα Ethernet TCP/IP. Το πρώτο δίκτυο να εξυπηρετεί υπολογιστές του εργαστηρίου 1 (EP-1) και το δεύτερο να εξυπηρετεί υπολογιστές του εργαστηρίου 2 (EP-2).

- α) Στο δίκτυο του EP-1 θα τοποθετηθούν αρχικά δύο υπολογιστές αλλά πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για να μπορούμε να τοποθετήσουμε μέχρι και δέκα υπολογιστές.
- β) Στο δίκτυο του EP-2 θα τοποθετηθούν αρχικά δύο υπολογιστές αλλά πρέπει να υπάρχει πρόβλεψη για να μπορούμε να τοποθετήσουμε μέχρι και πέντε υπολογιστές.

Θα χρειαστούμε:

- α) Τέσσερις υπολογιστές (Windows 95, 98 ή NT) τους Α, Β, Γ, Δ, που θα παίξουν το ρόλο των απλών σταθμών εργασίας.
- β) Έναν υπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Windows NT, που θα παίξει το ρόλο του δρομολογητή.
- γ) Έναν ή δύο συγκεντρωτές ή μεταγωγείς Ethernet.

Έστω, ότι από το διαχειριστή του δικτύου έχει αποδοθεί για χρήση εντός του σχολείου το εύρος διευθύνσεων IP, που χαρακτηρίζεται από το αναγνωριστικό 195.134.50.0 με μάσκα 255.255.255.224. Αυτό συνεπάγεται ότι:

Δίκτυο	Μάσκα	Πρώτη διευθ.	Τελευταία Διευθ.	Broadcast
195.134.50.0	255.255.255.224	195.134.50.1	195.134.50.30	195.134.50.31

Πρέπει όμως να δημιουργήσουμε δύο διαφορετικά δίκτυα, κατά συνέπεια:

- i. Διαχωρίζουμε το σύνολο των διαθέσιμων διευθύνσεων σε υποδίκτυα, χρησιμοποιώντας την τεχνική subnetting ως εξής :

Υποδίκτυο	Μάσκα	Πρώτη IP	Τελευταία IP	# IPs Broadcast
EP-1				
195.134.50.0	255.255.255.240	195.134.50.1	195.134.50.14	16 195.134.50.15
EP-2				
195.134.50.16	255.255.255.248	195.134.50.17	195.134.50.22	8 195.134.50.23
Ελεύθερο				
195.134.50.24				

Το υποδίκτυο EP-1 έχει εύρος διευθύνσεων 16 και το EP-2 εύρος 8. (Εξηγήστε γιατί επιλέξαμε με τέτοιο τρόπο τα υποδίκτυα και για ποιο λόγο οι τελικές

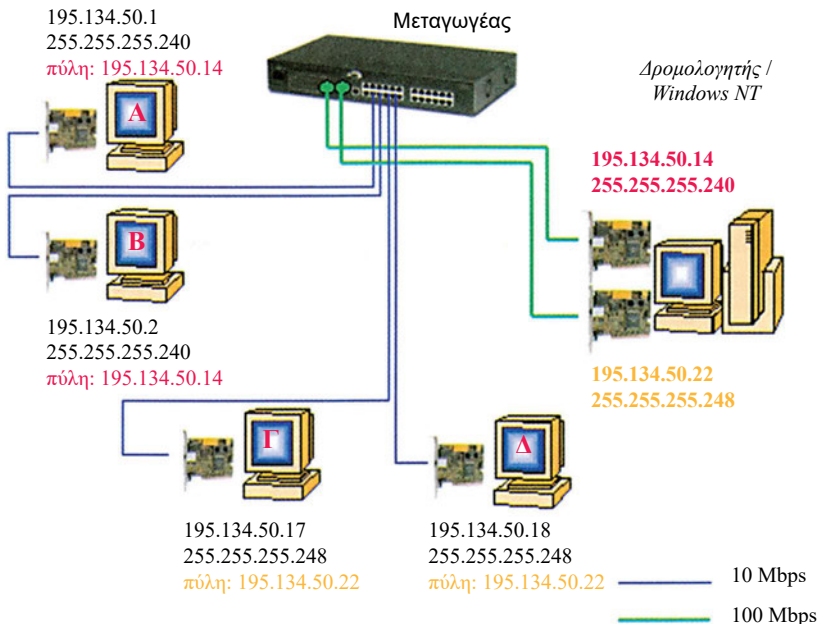
διαθέσιμες διευθύνσεις είναι λιγότερες, 14 και 6 αντίστοιχα). Παρατηρήστε επίσης ότι περισεύει ένα ελεύθερο τμήμα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά, από 195.134.50.24 έως 195.134.50.31. Σε ποια επιμέρους υποδίκτυα θα μπορούσε να χωριστεί;

- ii. Εγκαθιστούμε τις κάρτες του δικτύου και αποδίδουμε στους υπολογιστές τις ακόλουθες διευθύνσεις:

Υπολογιστής	IP Διεύθυνση	Μάσκα
A	195.134.50.1	255.255.255.240
B	195.134.50.2	255.255.255.240
Γ	195.134.50.17	255.255.255.248
Δ	195.134.50.18	255.255.255.248

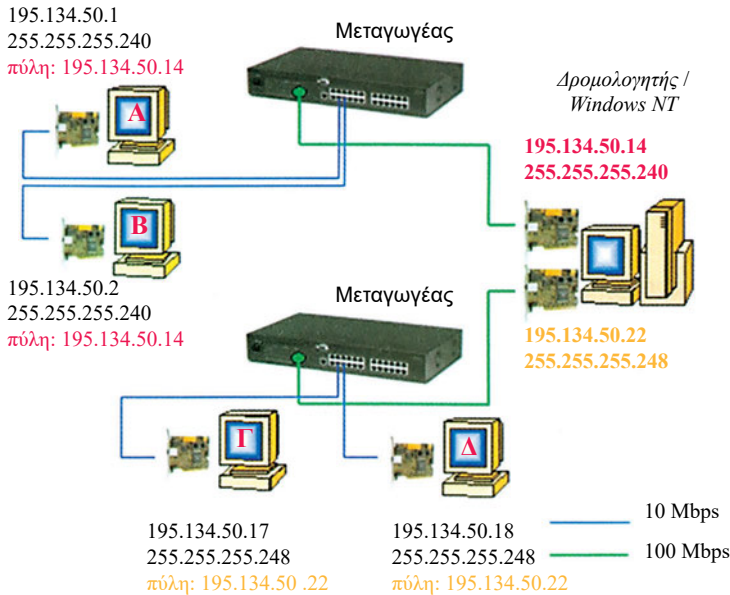
- iii. Για τη φυσική διασύνδεση μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα εξής εναλλακτικά σχήματα :

- Όλοι οι υπολογιστές να συνδεθούν στον ίδιο συγκεντρωτή/μεταγωγέα.



Σχήμα 9.3.8. Ένας συγκεντρωτής ή μεταγωγέας. Σε αυτόν συνδέονται όλοι οι υπολογιστές συμπεριλαμβανομένου και του δρομολογητή.

- Οι υπολογιστές κάθε δικτύου να συνδεθούν σε διαφορετικούς συγκεντρωτές/μεταγωγείς.



Σχήμα 9.3.9. Δύο συγκεντρωτές ή επαναλήπτες. Ένας για κάθε υποδίκτυο. Ο δρομολογητής συνδέεται και με τους δύο.

Πολλές φορές, αυτό που ονομάζουμε φυσικό τμήμα δικτύου είναι διαφορετικό από το IP δίκτυο. Στο δεύτερο σχήμα κάθε φυσικό τμήμα δικτύου έχει και το αντίστοιχο IP δίκτυο, αντίθετα στο πρώτο σχήμα και τα δύο IP δίκτυα λειτουργούν πάνω στο ίδιο φυσικό τμήμα δικτύου.

Παρατηρήστε ότι φροντίσαμε να συνδέσουμε σε θύρες μεγάλων ρυθμών μετάδοσης τις συσκευές που έχουν τέτοια ανάγκη, π.χ. το δρομολογητή.

iv. Δοκιμάζουμε αν οι υπολογιστές του ίδιου IP δικτύου επικοινωνούν. Για παράδειγμα, ο υπολογιστής 195.134.50.1 πρέπει να μπορεί να κάνει PING στον υπολογιστή 195.134.50.2 (ομοίως και ο υπολογιστής 195.134.50.17 στον υπολογιστή 195.134.50.18). Αν όμως προσπαθήσουμε να κάνουμε το ίδιο μεταξύ υπολογιστών που βρίσκονται σε διαφορετικά IP δίκτυα θα διαπιστώσουμε ότι συμπεριφέρονται σαν να μην υπάρχει σύνδεση. Για παράδειγμα, αν στον υπολογιστή 195.134.50.1 δώσουμε την εντολή:

```
C:\> PING 195.134.50.17
```

στην οθόνη του θα πάρουμε το μήνυμα:

```
Request timed out.
```

Αυτό συμβαίνει διότι, όταν ο υπολογιστής 195.134.50.1 θελήσει να στείλει πακέτα στον 195.134.50.17, εκτελεί την λογική πράξη "ΚΑΙ" μεταξύ της μάσκας δικτύου του και της διεύθυνσης προορισμού. Συγκεκριμένα:

Διεύθυνση Προορισμού	195.134.50.17	11000011.10000110.00110010.00010001
Μάσκα Αποστολέα	255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000
Λογικό ΚΑΙ (AND)	195.134.50.16	11000011.10000110.00110010.00010000

Διαπιστώνοντας λοιπόν ότι ο παραλήπτης δεν ανήκει στο δικό του δίκτυο (που είναι το 195.134.50.0) θα πρέπει να στείλει το πακέτο στην πύλη (gateway) του δρομολογητή, που τον συνδέσει με τον "έξω κόσμο". Πρέπει λοιπόν στο δρομολογητή να γίνουν οι παρακάτω ενέργειες σε ό,τι αφορά τα χαρακτηριστικά των καρτών δικτύου του:

Κάρτα	IP διεύθυνση	Μάσκα
Προς EP-1	195.134.50.14	255.255.255.240
Προς EP-2	195.134.50.22	255.255.255.248

Κατά την απόδοση διευθύνσεων στις κάρτες του δρομολογητή, χρησιμοποιούμε συνήθως (χωρίς αυτό να είναι και δεσμευτικό) τις πρώτες ή τις τελευταίες διευθύνσεις από κάθε συνδεδεμένο υποδίκτυο (εδώ χρησιμοποιήσαμε τις τελευταίες). Επίσης, στους υπολογιστές των υποδικτύων πρέπει να γίνουν ρυθμίσεις στο σημείο αναφοράς της πύλης (gateway) του πρωτοκόλλου TCP/IP:

Υποδίκτυο / Υπολογιστές	Πύλη (Gateway)
EP-1 / Α, Β	195.134.50.14
EP-2 / Γ, Δ	195.134.50.22

Τώρα πλέον κάθε υπολογιστής προωθεί τα πακέτα των "άγνωστων προορισμών" στο δρομολογητή, ο οποίος γνωρίζει πού θα τα προωθήσει στη συνέχεια.