



Μάθημα 16.2: Δικτυακός εξοπλισμός

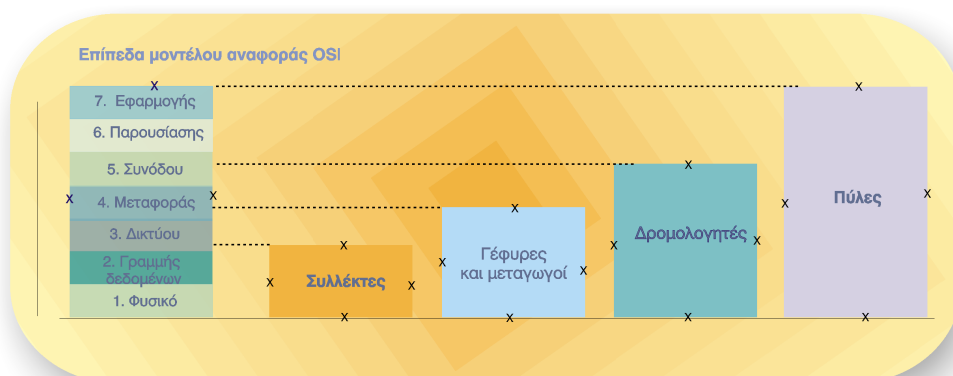
16.2.1 Εισαγωγή

Ο ειδικός εξοπλισμός ενός ΔΕΠ αποτελείται από αρκετές γνωστές δικτυακές συσκευές, μερικές από τις οποίες είναι:

- ✓ οι διανομείς (*hubs*),
- ✓ οι γέφυρες (*bridges*),
- ✓ οι μεταγωγοί (*switches*),
- ✓ οι δρομολογητές (*routers*).

Καθεμία από τις παραπάνω συσκευές παίζει έναν ιδιαίτερο ρόλο στη διαδικασία μεταβίβασης των δεδομένων μέσα από το δίκτυο. Σε καθένα από τα επτά επίπεδα του μοντέλου αναφοράς *OSI* επιτελούνται συγκεκριμένες λειτουργίες από συγκεκριμένες συσκευές (σχήμα 16.1). Για παράδειγμα, ο ρόλος του τρίτου επιπέδου είναι ιδιαίτερα σημαντικός σε ό,τι αφορά τη διαδικασία μεταγωγής δεδομένων, διότι οι συσκευές του επιπέδου αυτού, όπως είναι οι γέφυρες και οι μεταγωγοί, έχουν τη δυνατότητα να ξεπερνούν τις διαφορετικές τεχνικές που χρησιμοποιούν τα τοπικά δίκτυα και τα ΔΕΠ.

Ειδικότερα, η μεταγωγή σε ένα ΔΕΠ μπορεί πολύ απλά να περιγραφεί ως η διαδικασία προώθησης μονάδων δεδομένων (πακέτων, κυψελίδων ή πλαισίων) στον προορισμό τους. Κάθε συσκευή μέσα στο δίκτυο που ασχολείται με κάποιο στάδιο της μεταγωγής δεδομένων λειτουργεί βάσει των πληροφοριών που είναι διαθέσιμες στο επίπεδο του μοντέλου αναφοράς *OSI* στο οποίο ανήκει. Είναι λογικό οι συσκευές που ασχολούνται με τα υψηλότερα επίπεδα του μοντέλου αναφοράς *OSI* να έχουν στη διάθεσή τους (και επομένως να μπορούν να χρησιμοποιήσουν) περισσότερες πληρο-



Οι δικτυακές συσκευές που ασχολούνται με τη διαδικασία της μεταγωγής δεδομένων ταξινομούνται συνήθως με βάση το επίπεδο του μοντέλου αναφοράς *OSI* στο οποίο λειτουργούν.

Σχήμα 16.1: Οι δικτυακές συσκευές και το αντίστοιχο επίπεδο του μοντέλου αναφοράς *OSI* στο οποίο έχουν εφαρμογή.



φορίες από τις συσκευές που ασχολούνται με τα χαμηλότερα επίπεδα. Ωστόσο σε κάθε στάδιο της μεταγωγής πρέπει να υπάρχει η ελάχιστη πληροφόρηση, ώστε οι συσκευές να λειτουργούν προς τη σωστή κατεύθυνση. Μια καλή πληροφόρηση για το φόρτο του δικτύου, για το επίπεδο των υπηρεσιών που απαιτεί κάθε μονάδα δεδομένων, καθώς και για θέματα ασφάλειας θα μπορούσε να βοηθήσει αρκετά τις συσκευές που παίρνουν αποφάσεις μεταγωγής.

16.2.2 Διανομείς και επαναλήπτες

Η συσκευή που απλώς αντιγράφει τα δυαδικά ψηφία που καταφθάνουν σ' αυτήν και τα επανεκπέμπει ονομάζεται επαναλήπτης (*repeater*). Ένας επαναλήπτης έχει τη δυνατότητα να αναπαράγει τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά συγχρονισμού ενός σήματος. Μπορεί επίσης να μεταδίδει πληροφορίες διαμέσου ανομοιογενών φυσικών μέσων (π.χ. καλώδια συνεστραμμένων ζευγών και οπτικές ίνες). Οι **διανομείς** (*hubs*) μπορεί να θεωρηθούν επαναλήπτες με πολλές εισόδους και εξόδους. Οι χρήστες ενός διανομέα, που πρέπει να είναι όλοι μέλη του ίδιου δικτύου, ανταγωνίζονται μεταξύ τους για το συνολικά διαθέσιμο εύρος ζώνης του δικτύου. Οι διανομείς και οι επαναλήπτες εκτελούν διαδικασίες μεταγωγής στο επίπεδο 1 του μοντέλου αναφοράς *OSI*. Και οι δύο συσκευές εξετάστηκαν με λεπτομέρεια στα Μαθήματα 9.2 και 9.3.

16.2.3 Γέφυρες

Οι **γέφυρες** (*bridges*) αποτελούν το μηχανισμό προώθησης των πλαισίων, ο οποίος βασίζεται στις φυσικές διευθύνσεις που παρέχονται από το επίπεδο 2 του μοντέλου αναφοράς *OSI*. Μια γέφυρα παρακολουθεί την κίνηση ενός δικτύου και μαθαίνει τις διευθύνσεις κάθε θύρας. Σύμφωνα με τις διευθύνσεις αυτές, δημιουργεί έναν πίνακα με κανόνες για την ομαλότερη διεξαγωγή της μεταβίβασης των δεδομένων. Ένα σύστημα που αποτελείται από ξεχωριστά αλλά ομοιογενή δίκτυα έχει ανάγκη από γέφυρες προκειμένου να καταστεί δυνατή η επικοινωνία μεταξύ των δικτύων αυτών. Ο ρόλος των γεφυρών και η χρησιμότητά τους εξετάστηκαν λεπτομερώς στο Μάθημα 9.4.

Σημειώνεται ότι σε ένα μεγάλο δίκτυο, το οποίο αποτελείται από άλλα επιμέρους δίκτυα, η χρησιμότητα των γεφυρών είναι πολλαπλή. Ειδικότεροι λόγοι που καθιστούν απαραίτητη τη χρήση τους είναι οι ακόλουθοι:

- ✓ **Αξιοπιστία.** Η εμφάνιση κάποιου προβλήματος οπουδήποτε μέσα στο δίκτυο είναι ενδεχόμενο να προκαλέσει την κατάρρευση ολόκληρου του δικτύου. Η χρήση των γεφυρών περιορίζει το πρόβλημα στο επιμέρους δίκτυο.
- ✓ **Διαχείριση, απόδοση και ασφάλεια.** Ένα τεράστιο δίκτυο, με πολλούς σταθμούς εργασίας και πολλούς κόμβους, έχει πολύ πιο δύσκολη διαχείριση και επιτήρηση — ενώ υστερεί και σε απόδοση — σε σύγκριση με τα πολλά, μικρά, αυτόνομα δίκτυα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους. Η χρήση των γεφυρών συντελεί στην ευκολότερη διαχείριση του δικτύου και επομένως στην καλύτερη απόδοσή του.



- ✓ **Μεγάλη γεωγραφική κάλυψη.** Με τη χρήση γεφυρών μπορεί, για παράδειγμα, μια επιχείρηση που έχει επεκταθεί γεωγραφικά να διασυνδέσει όλα τα επιμέρους τοπικά δίκτυά της.

16.2.4 Μεταγωγοί

Οι **μεταγωγοί** (*switches*) είναι συσκευές οι οποίες, όπως και οι γέφυρες, εκτελούν τη μεταγωγή των δεδομένων στο επίπεδο 2 του μοντέλου αναφοράς *OSI*. Οι μεταγωγοί έχουν τη δυνατότητα να συνδέουν μεταξύ τους πολλά επιμέρους τοπικά δίκτυα για τη δημιουργία ενός μεγαλύτερου δικτύου (τοπικού ή και ευρύτερου). Οι μεταγωγοί και οι γέφυρες επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες με τη διαφορά ότι οι γέφυρες χρησιμοποιούν λογισμικό για να τις εκτελέσουν, ενώ οι μεταγωγοί χρησιμοποιούν μόνο υλικό. Αυτό σημαίνει ότι οι γέφυρες λαμβάνουν τα υπό προώθηση πλαίσια από το υλικό τους και στη συνέχεια τα προωθούν για έλεγχο από ειδικό λογισμικό, ενώ οι μεταγωγοί έχουν τη δυνατότητα να μεταφέρουν τα πλαίσια χωρίς τη χρήση ειδικού λογισμικού. Επομένως οι μεταγωγοί επιτελούν τις ίδιες λειτουργίες με τις γέφυρες αλλά πολύ ταχύτερα (Μαθήματα 9.3 και 9.4).

Οι μεταγωγοί χρησιμοποιούν τεχνικές προσωρινής αποθήκευσης ή απευθείας προώθησης προκειμένου να μεταφέρουν στα επιμέρους δίκτυα τα πλαίσια που διαχειρίζονται. Υπάρχουν αρκετοί τύποι μεταγωγών των οποίων η διαφορά έγκειται στα διαφορετικά χαρακτηριστικά των δικτύων που εξυπηρετούν. Οι βασικότεροι από αυτούς είναι δύο, οι μεταγωγοί *ATM* και οι μεταγωγοί τοπικών δικτύων, οι οποίοι φέρουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- ✓ Οι **μεταγωγοί ATM** παρέχουν υπηρεσίες που απαιτούν υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και μπορούν να υποστηρίξουν μεταβαλλόμενο εύρος ζώνης. Υποστηρίζουν επίσης εφαρμογές φωνής και βίντεο. Είναι σχεδιασμένοι έτσι, ώστε να έχουν τη δυνατότητα να μεταδώσουν κυψελίδες (*cells*), οι οποίες χρησιμοποιούνται στα δίκτυα επικοινωνίας *ATM*.
- ✓ Οι **μεταγωγοί τοπικών δικτύων** χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση των τοπικών δικτύων. Οι μεταγωγοί αυτοί έχουν τη δυνατότητα να αποτρέπουν τις συγκρούσεις των πακέτων, υποστηρίζοντας πολλές επικοινωνίες ταυτόχρονα. Είναι σχεδιασμένοι έτσι, ώστε να μεταδίδουν πλαίσια πληροφοριών με υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης.



Η μεταγωγή πλαισίου αποτελεί εξέλιξη του προτύπου X.25.



16.2.5 Δρομολογητές

Οι **δρομολογητές** (*routers*) είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεση του πολύ σημαντικού έργου της προώθησης των πακέτων δεδομένων στον προορισμό τους μέσα από το Διαδίκτυο. Οι δρομολογητές και οι μεταγωγοί διαφέρουν ως προς τη λειτουργία που επιτελούν, αφού οι μεταγωγοί δραστηριοποιούνται στο επίπεδο 2 του μοντέλου αναφοράς *OSI*, ενώ οι δρομολογητές στο επίπεδο 3 του μοντέλου αυτού. Η διαφορά αυτή σημαίνει ότι οι δρομολογητές αναλύουν πακέτα δεδομένων, ενώ οι μεταγωγοί πλαισία.

16.2.5.1 Βήματα δρομολόγησης

Οι δρομολογητές είναι επιφορτισμένοι να επιτελούν τις δύο παρακάτω βασικές λειτουργίες:

- ✓ Τον προσδιορισμό του καλύτερου μονοπατιού δρομολόγησης. Αυτό σημαίνει ότι οι δρομολογητές πρέπει να βρουν το καλύτερο, σύμφωνα με κάποια κριτήρια, μονοπάτι από το οποίο θα περάσουν οι μονάδες δεδομένων (πακέτα), έτσι ώστε αυτές να φτάσουν στον προορισμό τους σε όσο το δυνατόν συντομότερο χρόνο.
- ✓ Τη μεταγωγή των δεδομένων προς τον επόμενο από το δρομολογητή κόμβο, ο οποίος περιλαμβάνεται στο μονοπάτι που έχει προσδιοριστεί από το προηγούμενο βήμα.

Από τα βήματα αυτά το πιο σημαντικό είναι το βήμα προσδιορισμού του καλύτερου μονοπατιού. Η διαδικασία του προσδιορισμού αυτού αποτελεί ανοιχτό ερευνητικό πρόβλημα επί σειρά ετών και για την επίλυσή του υπάρχουν σήμερα πολλοί αλγόριθμοι και τεχνικές.

16.2.5.2 Πίνακας δρομολόγησης

Μέσα σε ένα ΔΕΠ κάθε δρομολογητής συνδέεται με πολλούς κόμβους, από τους οποίους οι περισσότεροι είναι συνήθως άλλοι δρομολογητές. Όταν ένας δρομολογητής παραλάβει ένα πακέτο δεδομένων, πρέπει να αποφασίσει πώς θα το διαχειριστεί. Αυτό που κάνει αρχικά είναι να ελέγξει τη διεύθυνση του τελικού προορισμού κάθε πακέτου, η οποία αναγράφεται σε ένα από τα πεδία του. Αφού ο δρομολογητής εξακριβώσει τη διεύθυνση του τελικού προορισμού του πακέτου, πρέπει να αποφασίσει ποιος θα είναι ο επόμενος κόμβος του δικτύου στον οποίο θα σταλεί το πακέτο, ώστε να φτάσει το συντομότερο δυνατόν στον προορισμό του. Την απόφαση αυτή ο δρομολογητής την παίρνει, αφού ενημερωθεί από τον **πίνακα δρομολόγησης**, τον οποίο έχει αποθηκευμένο.

Ο πίνακας δρομολόγησης έχει σε γενικές γραμμές την ακόλουθη μορφή.



Παράδειγμα πίνακα δρομολόγησης

Δίκτυο - προορισμός	Πρώθηση προς
27	Κόμβο Α
57	Κόμβο Β
24	Κόμβο Γ
52	Κόμβο Γ
16	Κόμβο Α
26	Κόμβο Β

Όπως φαίνεται από το παραπάνω παράδειγμα, ο πίνακας δρομολόγησης διαθέτει μια στήλη η οποία περιλαμβάνει όλα τα δίκτυα που θα μπορούσαν να αποτελέσουν τον τελικό προορισμό ενός πακέτου που καταφθάνει στο δρομολογητή. Μια άλλη στήλη περιλαμβάνει τους κόμβους με τους οποίους συνδέεται ο συγκεκριμένος δρομολογητής και οι οποίοι θα αποτελέσουν τους ενδιάμεσους σταθμούς κατά τη διαδικασία πρώτωσης του πακέτου στον τελικό προορισμό του.

16.2.5.3 Αλγόριθμοι δρομολόγησης

Η διαδικασία δρομολόγησης που αναφέρθηκε παραπάνω είναι σχετικά απλή. Όμως, για να επιτελεστεί άρτια, είναι απολύτως απαραίτητη η ύπαρξη ενός ολοκληρωμένου πίνακα δρομολόγησης. Η δημιουργία ενός πίνακα δρομολόγησης είναι αποτέλεσμα της εφαρμογής κάποιου αλγορίθμου, δηλαδή ενός συνόλου κανόνων που προκύπτουν από την εξέταση ορισμένων συνθηκών. Σημειώνεται ότι κάθε αλγόριθμος σχεδιάζεται για να εξυπηρετήσει έναν ή περισσότερους, διαφορετικούς κάθε φορά, στόχους. Επομένως, αν οι σχεδιαστές αλγορίθμων έχουν διαφορετικούς στόχους, οι αλγόριθμοι δρομολόγησης που θα προκύψουν θα είναι ασφαλώς διαφορετικοί. Το γεγονός αυτό θα έχει άμεσο αντίκτυπο στη δημιουργία των πινάκων δρομολόγησης (που θα είναι διαφορετικοί) και αυτό, με τη σειρά του, στην όλη διαδικασία της δρομολόγησης που περιγράφηκε παραπάνω. Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με τα χαρακτηριστικά τους, τη διαφορετική επίδραση που έχουν στη λειτουργία κάθε δικτύου, καθώς και ανάλογα με τη χρήση που κάνουν στους πόρους του δικτύου.

Οι γενικές αρχές που λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό ενός αλγορίθμου δρομολόγησης είναι κατά κανόνα οι παρακάτω:

- ✓ βελτιστοποίηση,
- ✓ ευκολία στη χρήση και μείωση της επιβάρυνσης των πόρων του δικτύου,
- ✓ αποδοτικότητα και ευστάθεια,
- ✓ γρήγορη ανανέωση,



Στις μέρες μας οι πιο γνωστοί και ευρύτατα διαθεσιμοί αλγόριθμοι δρομολόγησης (λέγονται και **πρωτόκολλα δρομολόγησης**) είναι ο OSPF (*Open Shortest Path First*) και ο BGP (*Border Gateway Protocol*).



- ✓ προσαρμοστικότητα σε νέες δικτυακές συνθήκες.

Αυτές οι γενικές αρχές τηρούνται θεωρητικά από όλους τους σχεδιαστές αλγορίθμων, όμως κάθε σχεδιαστής δίνει διαφορετική βαρύτητα σε καθεμιά και φυσικά την υλοποιεί με διαφορετικό τρόπο. Συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι να υπάρχουν σήμερα αρκετοί αλγόριθμοι δρομολόγησης που προσπαθούν να ικανοποιήσουν τις βασικές αρχές σχεδιασμού τους και πετυχαίνουν διαφορετικά αποτελέσματα, αν εφαρμοστούν σε ένα δίκτυο.



Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Διανομέας, επαναλήπτης, γέφυρα, μεταγωγός, μεταγωγός *ATM*, μεταγωγός τοπικών δικτύων, δρομολογητής, πίνακας δρομολόγησης, αλγόριθμος δρομολόγησης.