



Μάθημα 11.2: Αρχιτεκτονική

11.2.1 Εισαγωγή

Όπως είναι γνωστό και από την ανάλυση της αρχιτεκτονικής των παραδοσιακών τοπικών δικτύων, που έγινε στα Μαθήματα 7.2, 7.3 και 7.4, αυτή συμπεριλαμβάνει τα φυσικά μέσα, την τοπολογία του δικτύου και τις τεχνικές πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης. Όμως, παρά το γεγονός ότι σε γενικές γραμμές τα τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων ακολουθούν ή επεκτείνουν τις παραδοσιακές αρχιτεκτονικές, οι ιδιαιτερότητές τους είναι τέτοιες, που επιβάλλουν την επιμέρους ανάλυση κάθε προτύπου. Στο μάθημα αυτό θα γίνει μια προσπάθεια καταγραφής των κοινών χαρακτηριστικών που εμφανίζουν οι αρχιτεκτονικές αυτές ως προς τα φυσικά μέσα που χρησιμοποιούν, τις τοπολογίες που υιοθετούν και τις μεθόδους πρόσβασης που εφαρμόζουν.

11.2.2 Μέσα μετάδοσης

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, τα τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων αποτελούν εξέλιξη των τοπικών δικτύων πρώτης γενιάς. Όλα τα μέσα μετάδοσης που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα αυτά είναι ενσύρματα και έχουν αναπτυχθεί λεπτομερώς στο Μάθημα 1.2. Εδώ θα γίνει μια απλή αναφορά των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, καθώς και της ειδικότερης συμβολής τους στα τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων που εξετάζονται σ' αυτή την ενότητα. Τα ενσύρματα μέσα μετάδοσης είναι τα ακόλουθα:

- ✓ **Καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών.** Πρόκειται για ένα από τα παλαιότερα και πιο συνηθισμένα μέσα μετάδοσης, το οποίο χρησιμοποιείται ευρύτατα στο τηλεφωνικό δίκτυο. Όπως είναι γνωστό, ένα καλώδιο συνεστραμμένου ζεύγους αποτελείται από δύο μονωμένα σύρματα (πάχους 1 mm περίπου το καθένα) στριμμένα το ένα γύρω από το άλλο σε ένα ελικοειδές σχήμα, προκειμένου να μειωθούν οι ηλεκτρομαγνητικές αλληλεπιδράσεις ανάμεσα σε κοντινά όμοια ζεύγη. Στα τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων χρησιμοποιούνται τόσο τα θωρακισμένα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών (*STP*), τα οποία προσφέρουν μεγαλύτερη ανοχή στο θόρυβο, όσο και τα αθωράκιστα (*UTP*), τα οποία είναι φθηνότερα και εγκαθίστανται με μεγαλύτερη ευκολία από τα θωρακισμένα. Ειδικότερα, τα καλώδια *UTP* προσφέρονται σε 8 κατηγορίες (1 έως 5, που εξετάστηκαν στο Μάθημα 1.2, 5E, 6 και 7), έχουν ρυθμούς μετάδοσης που φθάνουν, ανάλογα με την κατηγορία, έως 1 Gbps και χρησιμοποιούνται για αποστάσεις έως 100 μέτρα. Στα παραδοσιακά τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούνται κυρίως οι κατηγορίες 3, 4 και 5 για την υλοποίηση της οριζόντιας καλωδίωσης σε συστήματα δομημένης καλωδίωσης (*EIA/TIA T568-A*), ενώ στα δίκτυα υψηλών επιδόσεων χρησιμοποιείται μόνο η κατηγορία 5.
- ✓ **Ομοαξονικό καλώδιο βασικής ζώνης.** Το καλώδιο αυτό, λόγω της κατασκευής του, δίνει έναν καλό συνδυασμό υψηλού εύρους ζώνης και εξαιρετικής ανοχής



στο θόρυβο. Το εύρος ζώνης εξαρτάται από το μήκος του καλωδίου. Για καλώδια του 1 km, για παράδειγμα, είναι εφικτός ένας ρυθμός μετάδοσης δεδομένων 10 Mbps. Τα ομοαξονικά καλώδια χρησιμοποιούνται στα τοπικά δίκτυα υψηλών επιδόσεων, αν το απαιτούμενο μήκος της καλωδίωσης είναι μικρό, οπότε είναι δυνατό να επιτευχθούν υψηλότεροι ρυθμοί μετάδοσης δεδομένων.

Στα ομοαξονικά καλώδια εφαρμόζεται η τεχνική κωδικοποίησης *Manchester* ή μια παραλλαγή της, που ονομάζεται διαφορική κωδικοποίηση *Manchester*. Και στις δύο τεχνικές, οι οποίες σχολιάστηκαν στο Μάθημα 1.6, υπάρχει μεταβολή της κατάστασης στο μέσο. Ένα μειονέκτημα της κωδικοποίησης *Manchester* είναι ότι απαιτεί το διπλάσιο εύρος ζώνης της άμεσης δυαδικής κωδικοποίησης, επειδή οι παλμοί έχουν το μισό πλάτος. Η διαφορική κωδικοποίηση *Manchester* απαιτεί σύνθετο εξοπλισμό, αλλά προσφέρει καλύτερη ανοχή στο θόρυβο.

- ✓ **Ομοαξονικό καλώδιο ευρείας ζώνης.** Το καλώδιο αυτό είναι ιδιαίτερα κατάλληλο για εφαρμογές που απαιτούν υψηλή συχνότητα, μεγάλο εύρος συχνοτήτων και υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης. Γενικά, υποστηρίζει όλες τις τοπολογίες δικτύων, ενώ οι ρυθμοί μετάδοσης και η ανοχή στον ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο είναι υψηλότεροι από το αντίστοιχο καλώδιο βασικής ζώνης. Το ομοαξονικό καλώδιο ευρείας ζώνης επηρεάζεται από θόρυβο χαμηλών συχνοτήτων, ο οποίος εξαρτάται από τη μέθοδο υλοποίησης και τη θέση εγκατάστασης του τοπικού δικτύου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλον στο οποίο δε συνιστάται η χρήση καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών ή άλλων μη θωρακισμένων καλωδίων. Το κόστος του είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο καλώδιο βασικής ζώνης, γι' αυτό και αποτελεί ασύμφορη λύση για μικρά δίκτυα.

- ✓ **Καλώδιο οπτικών ινών.** Η χρησιμοποίηση καλωδίου οπτικής ίνας ως μέσου μετάδοσης στο χώρο των τοπικών δικτύων αυξάνεται ραγδαία. Η μετάδοση των δεδομένων γίνεται μέσα από μία ίνα από γυαλί ή πλαστικό, χρησιμοποιώντας κατάλληλες τεχνικές διαμόρφωσης. Μία κλασική οπτική ίνα (*fiber*) αποτελείται από τον πυρήνα (*core*), την επίστρωση (*cladding*) και το προστατευτικό κάλυμμα. Ως πηγή φωτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια **δίοδος εκπομπής φωτός** (**LED: Light Emitting Diode**) ή μια **δίοδος λέιζερ** (**LD: Laser Diode**). Ως λήπτης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα τρανζίστορ επίδρασης πεδίου ακίδας **pin FET** (*pin Field Effect Transistor*). Οι οπτικές ίνες είναι πολύτροπες (*multi-mode*) – κλιμακωτού ή βαθμιαίου δείκτη διάθλασης – ή μονότροπες (*mono-mode* ή *single-mode*). Οι πιο κοινές διαμέτροι ίνας είναι οι 50/125, 62,5/125, 100/140 (διάμετρος πυρήνα / επίστρωσης), από τις οποίες η πιο διαδεδομένη είναι η 62,5/125. Η χρήση των οπτικών ινών είναι ιδιαίτερα ελκυστική σε συστήματα τα οποία απαιτούν μετάδοση δεδομένων σε μεγάλες αποστάσεις και με πολύ υψηλούς ρυθμούς (από 100 έως 625 Mbps για υπάρχοντα δίκτυα και πάνω από 10 Gbps για εργαστηριακές διατάξεις). Οι οπτικές ίνες είναι αξιόπιστες, δεν επηρεάζονται από το θόρυβο και προσφέρουν μεγάλη ασφάλεια. Ως μειονεκτήματά τους θεωρούνται:

- Η διαδικασία εγκατάστασής τους, η οποία απαιτεί μεγάλη εξειδίκευση και ειδικό εξοπλισμό.



- Η δυσκολία σύνδεσης πολλών χρηστών, καθώς και η δυσκολία διαχωρισμού ενός ζεύγους ινών από ένα καλώδιο πολλών ινών, γεγονός που τις καθιστά κατάλληλες κυρίως για συνδέσεις σημείου προς σημείο.
- Το σχετικά υψηλό κόστος των υπόλοιπων στοιχείων που απαιτούνται για τη σύνδεση των οπτικών ινών του δικτύου, γεγονός που τις αποκλείει από τα μικρά τοπικά δίκτυα και γενικότερα από δίκτυα στα οποία το κόστος αποτελεί βασική παράμετρο επιλογής.

11.2.3 Τοπολογίες

Όπως είναι γνωστό, με τον όρο τοπολογία δικτύου εννοούμε το σχεδιάγραμμα των διασυνδέσεων που χρησιμοποιούνται ανάμεσα στους διάφορους κόμβους ενός δικτύου. Σήμερα η επιλογή της τοπολογίας έρχεται σε δεύτερη μοίρα σε σχέση με την επιλογή της καλωδίωσης και του λειτουργικού συστήματος ενός τοπικού δικτύου, όμως είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει ένα σχεδιάγραμμα της τοπολογίας του δικτύου, ώστε να μπορεί κάποιος να έχει μια συνολική εικόνα του δικτύου. Οι πιο γνωστές τοπολογίες τοπικών δικτύων υψηλών επιδόσεων είναι ο δίαυλος, ο δακτύλιος και το άστρο, που μελετήθηκαν και στο Μάθημα 7.3.

- ✓ **Τοπολογία διαύλου.** Είναι η πιο απλή μορφή διασύνδεσης και αποτελείται από ένα καλώδιο επάνω στο οποίο συνδέονται όλοι οι κόμβοι του δικτύου, οι οποίοι παρακολουθούν την κίνηση και προς τις δύο κατευθύνσεις. Το καλώδιο είναι παθητικό, με την έννοια ότι απαιτείται μόνο η λειτουργία των κόμβων εκπομπής (Tx) και λήψης (Rx), για να ολοκληρωθεί η μετάδοση.
- ✓ **Τοπολογία δακτυλίου.** Η τοπολογία αυτή σχηματίζεται με τη διασύνδεση των κόμβων κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζουν έναν κλειστό βρόχο. Κάθε κόμβος συνδέεται νοητά (και όχι απαραίτητα σε επίπεδο φυσικής διάταξης) με δύο γειτονικούς του κόμβους, έναν πριν από αυτόν και ένα μετά, ενώ η ροή των μηνυμάτων στο δίκτυο γίνεται προς τη μία κατεύθυνση. Τα μηνύματα κινούνται μέσα στο δακτύλιο από τον κόμβο - αποστολέα προς τον κόμβο - παραλήπτη, με τους ενδιάμεσους κόμβους να παίζουν το ρόλο του αναμεταδότη. Ένα μήνυμα κυκλοφορεί μέσα στο δακτύλιο, μέχρι να φθάσει στον παραλήπτη του ή να επιστρέψει στον αποστολέα του, οπότε και αποσύρεται από το δακτύλιο. Η τοπολογία δακτυλίου απαιτεί τη λειτουργία όλων των κόμβων του δικτύου. Σε περίπτωση που κάποιος κόμβος ή κάποια από τις συνδέσεις μεταξύ των κόμβων δε λειτουργεί, ο βρόχος δεν υφίσταται και έτσι δεν υπάρχει μονοπάτι επικοινωνίας προς όλους τους κόμβους του δικτύου. Γι' αυτό το λόγο ή πρέπει να υπάρχουν εφεδρικές συνδέσεις μεταξύ των κόμβων ή, αν ένας κόμβος βγει εκτός λειτουργίας, πρέπει η είσοδός του να συνδεθεί με ένα διακόπτη απευθείας στην έξοδό του, ώστε το δίκτυο να συνεχίσει να λειτουργεί.
- ✓ **Τοπολογία άστρου.** Η τοπολογία αυτή μπορεί να περιγραφεί ως ένα σύνολο από κόμβους οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους μέσω ενός ενεργού **διανομέα - ελεγκτή** (*hub - controller*). Η διάταξη αυτή είναι υπεύθυνη για τη διανομή όλων των μηνυμάτων που φθάνουν σ' αυτήν από τους κόμβους του δικτύου.

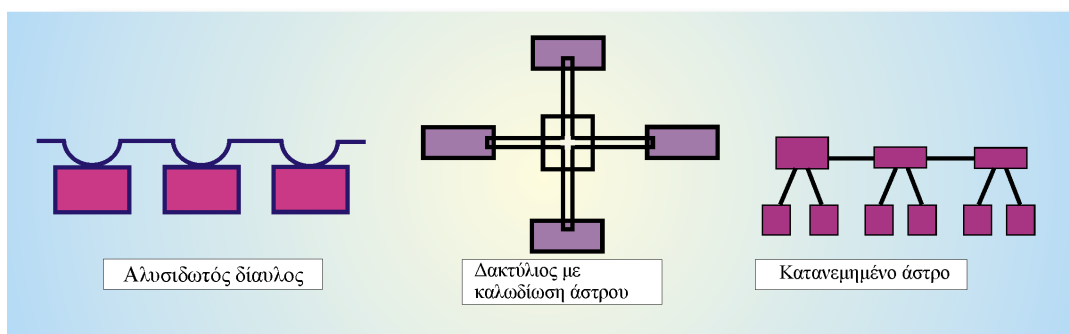


Ενεργό στοιχείο του δικτύου είναι κάθε στοιχείο που προσθέτει ενέργεια στο σήμα μετάδοσης, όπως είναι ο ενισχυτής, ο αναμεταδότης κτλ.

Παθητικό στοιχείο του δικτύου είναι κάθε στοιχείο που μειώνει (εξασθενίζει) το πλάτος του σήματος μετάδοσης, όπως είναι ένα καλώδιο μεγάλου μήκους κτλ.

Αυτός ο τρόπος σύνδεσης απλοποιεί τη μορφή των κόμβων του δικτύου, αλλά δημιουργεί και την ανάγκη για χρήση εξειδικευμένου ενεργού εξοπλισμού στον κεντρικό κόμβο. Επίσης στην τοπολογία αυτή είναι σχετικά εύκολο να ενταχθούν και άλλοι κόμβοι στο δίκτυο. Η χρήση όμως ενός κεντρικού διανομέα - ελεγκτή επιβάλλει ένα ανώτατο όριο στην προσθήκη νέων κόμβων, αφού η διάταξη μπορεί να υποστηρίξει ένα συγκεκριμένο και σχετικά μικρό αριθμό συνδέσεων. Σε περίπτωση που ο διανομέας - ελεγκτής τεθεί εκτός λειτουργίας, δεν υπάρχει τρόπος να επικοινωνήσουν μεταξύ τους οι κόμβοι του δικτύου και έτσι όλο το δίκτυο καθίσταται ανενεργό.

- ✓ Τέλος, έχουν αναπτυχθεί και υβριδικές τοπολογίες, οι οποίες αποτελούν συνδυασμό των παραπάνω, όπως είναι ο αλυσιδωτός δίαυλος, ο δακτύλιος με καλωδίωση άστρου και το κατανεμημένο άστρο (σχήμα 11.4).



Σχήμα 11.4: Υβριδικές τοπολογίες διαύλου - δακτυλίου - άστρου

11.2.4 Μέθοδοι ελέγχου πρόσβασης

Όλα τα τοπικά δίκτυα υπολογιστών, επομένως και τα δίκτυα υψηλών επιδόσεων που εξετάζονται σ' αυτή την ενότητα, δομούνται ως σύνολα διατάξεων οι οποίες πρέπει να μοιραστούν το διαθέσιμο εύρος ζώνης. Έτσι είναι προφανές ότι απαιτείται η ύπαρξη ενός μηχανισμού πρόσβασης, ο οποίος θα εξασφαλίζει την καλύτερη χρήση του εύρους ζώνης που παρέχεται από το μέσο μετάδοσης. Ο μηχανισμός αυτός υλοποιείται από τα λεγόμενα πρωτόκολλα ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (MAC: *Medium Access Control*) του επιπέδου 2 του μοντέλου αναφοράς OSI. Τα πρωτόκολλα πρόσβασης στο μέσο περιγράφουν τις τεχνικές που επιτρέπουν στους σταθμούς ενός δικτύου να εκπέμπουν και να λαμβάνουν πληροφορίες, διαμοιράζοντας το κοινό επικοινωνιακό μέσο. Αποτελούν ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του τοπικού δικτύου, γιατί έχουν άμεση επίδραση στην απόδοσή του, καθώς και στις εφαρμογές που αυτό μπορεί να υποστηρίξει. Στην περίπτωση των τοπικών δικτύων υψηλών επιδόσεων τα πρωτόκολλα MAC είναι παρόμοια με αυτά των τοπικών δικτύων, που εξετάστηκαν στην Ενότητα Γ.



11.2.5 Τυποποιήσεις IEEE

Η λίστα των προτύπων που έχει κατά καιρούς εκδώσει το *IEEE* και αφορά τοπικά και μητροπολιτικά δίκτυα είναι διαθέσιμη και μέσω του Διαδικτύου στη διεύθυνση:

http://standards.ieee.org/catalog/it_toc.html.

Οι τυποποιήσεις των προτύπων αυτών έχουν ως ακολούθως:

- ✓ Το κλασικό *Ethernet* ορίζεται από το πρότυπο **IEEE 802.3**, το οποίο περιγράφει και τη μέθοδο πρόσβασης *CSMA/CD*.
- ✓ Το *100 Mbps Ethernet* ορίζεται από το πρότυπο **IEEE 802.3u**, το οποίο αποτελεί παραλλαγή του 802.3 και δημοσιεύτηκε τον Ιούλιο του 1994.
- ✓ Το *100Base-VGAnyLAN* ορίζεται από το πρότυπο **IEEE 802.12**, στο οποίο περιγράφεται η **μέθοδος πρόσβασης με αίτημα προτεραιότητας** (*DPAM: Demand Priority Access Method*). Οριστικοποιήθηκε το 1998.
- ✓ Το *Gigabit Ethernet* ορίζεται από τα πρότυπα **IEEE 802.3z** και **IEEE 802.3ab**, ανάλογα με τον τύπο του φυσικού μέσου που χρησιμοποιείται. Τα πρότυπα αυτά δημοσιεύτηκαν το 1997 και το 1999 αντίστοιχα.
- ✓ Για τα *FDDI-I*, *FDDI-II* και *LATM* το *IEEE* δεν έχει δημοσιεύσει πρότυπα.



Πληροφορίες για τα ίδια τα πρότυπα δε διατίθενται δωρεάν. Κάθε ενδιαφερόμενος θα πρέπει να καταβάλει κάποιο ποσό (εφάπαξ ή σε τακτά χρονικά διαστήματα) προκειμένου να αποκτήσει πρόσβαση στην περιγραφή του προτύπου που τον ενδιαφέρει.

Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Φυσικά μέσα μετάδοσης, καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών, ομαξονικό καλώδιο, οπτική ίνα, τοπολογίες δικτύων, τυποποιήσεις *IEEE*.

