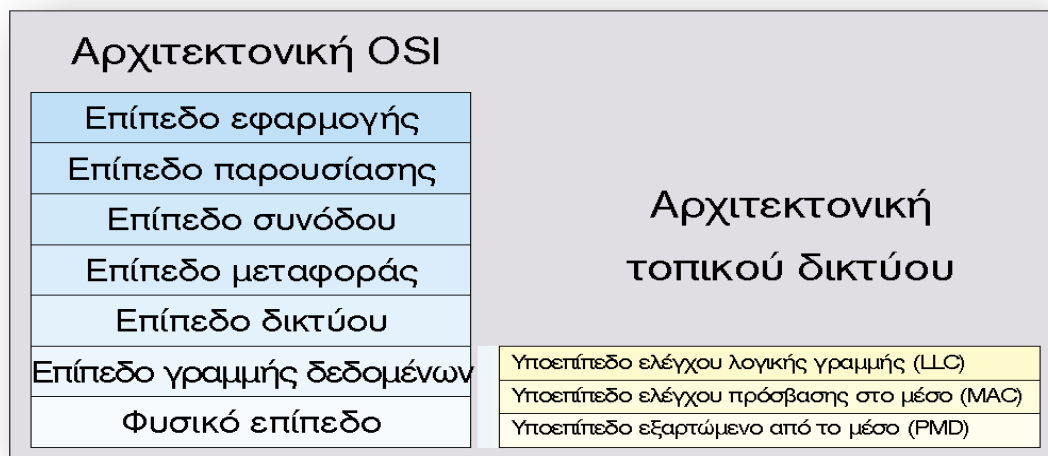




## Μάθημα 7.2: Φυσικά μέσα

### 7.2.1 Εισαγωγή

Η αρχιτεκτονική κάθε δικτύου προσδιορίζεται από το φυσικό μέσο των γραμμών επικοινωνίας του, την τοπολογία του και τη μέθοδο πρόσβασης στο φυσικό μέσο. Το σχήμα 7.4 δείχνει την αντιστοιχία της αρχιτεκτονικής των τοπικών δικτύων με αυτήν του μοντέλου αναφοράς *OSI*.



Σχήμα 7.4: Αρχιτεκτονική τοπικού δικτύου σε σχέση με το *OSI*

Όπως φαίνεται και από το σχήμα, τα δύο χαμηλότερα επίπεδα του *OSI* αντιστοιχούν σε τρία επίπεδα της αρχιτεκτονικής των τοπικών δικτύων, δηλαδή στο υποεπίπεδο που εξαρτάται από το φυσικό μέσο, στο υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο και στο υποεπίπεδο ελέγχου λογικής γραμμής (Μάθημα 5.4). Η αιτία για την κατάταξη αυτή εντοπίζεται στο ίδιο το φυσικό μέσο που διαμοιράζεται.

Στη συνέχεια θα σχολιαστούν αναλυτικότερα οι παράγοντες που επηρεάζουν την αρχιτεκτονική των τοπικών δικτύων. Ειδικότερα, θα εξεταστούν τα φυσικά μέσα μετάδοσης που χρησιμοποιούνται συνήθως στα τοπικά δίκτυα υπολογιστών, οι τοπολογίες, καθώς και οι μέθοδοι ελέγχου πρόσβασης στα μέσα μετάδοσης. Ο ειδικός δικτυακός εξοπλισμός που χρησιμοποιείται θα εξεταστεί λεπτομερώς στα Μαθήματα 9.1 και 9.2.



## 7.2.2 Φυσικά μέσα τοπικών δικτύων

Κάθε φυσικό μέσο μετάδοσης έχει διαφορετικές δυνατότητες, οι οποίες επηρεάζουν τη μετάδοση του σήματος. Σε ένα τοπικό δίκτυο η μετάδοση μπορεί να είναι βασικής ή ευρείας ζώνης. Στην πρώτη περίπτωση η μετάδοση του σήματος γίνεται χωρίς διαμόρφωση, ενώ στη δεύτερη γίνεται με διαμόρφωση κάποιου από τα χαρακτηριστικά του, όπως είναι το πλάτος, η συχνότητα ή η φάση. Υπενθυμίζουμε ότι το αρχικό σήμα που πρόκειται να μεταδοθεί ενισχύεται μέσω ενός άλλου σήματος το οποίο διαμορφώνει κάποιο από τα χαρακτηριστικά του, ενώ το νέο σήμα, που λέγεται **φέρον**, μεταδίδεται μέσω της γραμμής επικοινωνίας στο δέκτη ο οποίος και το αποδιαμορφώνει προκειμένου να πάρει το αρχικό σήμα.

### 7.2.2.1 Δομημένη καλωδίωση στα τοπικά δίκτυα

Στα ενσύρματα μέσα μετάδοσης ανήκουν τα ζεύγη συνεστραμμένων καλωδίων, τα ομοαξονικά καλώδια, καθώς και τα καλώδια οπτικών ινών. Τα χαρακτηριστικά των φυσικών αυτών μέσων μετάδοσης, λόγω του ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που παρουσιάζουν στην εγκατάσταση όλων των τύπων δικτύων, εξετάστηκαν λεπτομερώς στα εισαγωγικά Μαθήματα 1.2 και 1.3. Εδώ θα αναλυθούν η δομή της καλωδιακής εγκατάστασης ενός τοπικού δικτύου και οι προδιαγραφές που αυτή πρέπει να διαθέτει.

Η δομημένη καλωδίωση αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τις μελλοντικές φυσικές επεκτάσεις του δικτύου, για τις αναδιατάξεις των δομικών στοιχείων του, καθώς και για την αναβάθμιση των προσφερόμενων υπηρεσιών του. Παρ' όλο το σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης, η υλοποίησή της πρέπει να υποστηρίζεται και λόγω των μεγάλων δυνατοτήτων που παρέχει για υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης, καθώς και για μετάδοση φωνής, δεδομένων και βίντεο από το ίδιο φυσικό μέσο.

Ανεξάρτητα από το τοπικό δίκτυο που θα επιλεγεί, η καλωδιακή εγκατάσταση θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να διευκολύνει τη διαχείριση του δικτύου και να μπορεί να επεκταθεί χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα, όταν αυτό απαιτηθεί. Η προτυποποίηση της καλωδίωσης των κτιρίων εμπορικής χρήσης υπήρξε αποτέλεσμα της συνεργασίας των οργανισμών *Electronic Industries Association* και *Telecommunications Industries Association (EIA/TIA)*, δίνοντας το γνωστό πρότυπο καλωδιακού συστήματος *EIA/TIA-568A*, το οποίο παρέχει τις κατευθυντήριες γραμμές για όλες τις καλωδιώσεις επικοινωνιών. Η τυποποίηση κατά το πρότυπο *EIA/TIA* σχεδιάστηκε για την εξυπηρέτηση πολλών τοπικών δικτύων, όπως είναι το *Ethernet 10Base-T*, το *Token Ring* κ.ά., τα οποία θα εξεταστούν στο Κεφάλαιο 8. Η τυποποίηση κατά το πρότυπο *EIA/TIA* περιλαμβάνει:

- ✓ Ένα γενικό καλωδιακό σύστημα τηλεπικοινωνιών εφαρμόσιμο στα κτίρια που προορίζονται για επιχειρηματική χρήση.
- ✓ Ορισμούς μέσων, τοπολογιών, τερματισμών καλωδιακών μέσων, σημείων σύνδεσης, καθώς και κανόνες διαχείρισης.
- ✓ Υποστήριξη πολλών προϊόντων από διαφορετικούς κατασκευαστές.



Η δομημένη καλωδίωση αποτελεί παράγοντα εξαιρετικής σημασίας για την εγκατάσταση, τη λειτουργία, τη διαχείριση και τη δυνατότητα επέκτασης των τοπικών δικτύων των εταιρειών ή των οργανισμών και θα έπρεπε να υλοποιείται σε όλες τις νέες οικοδομικές κατασκευές.



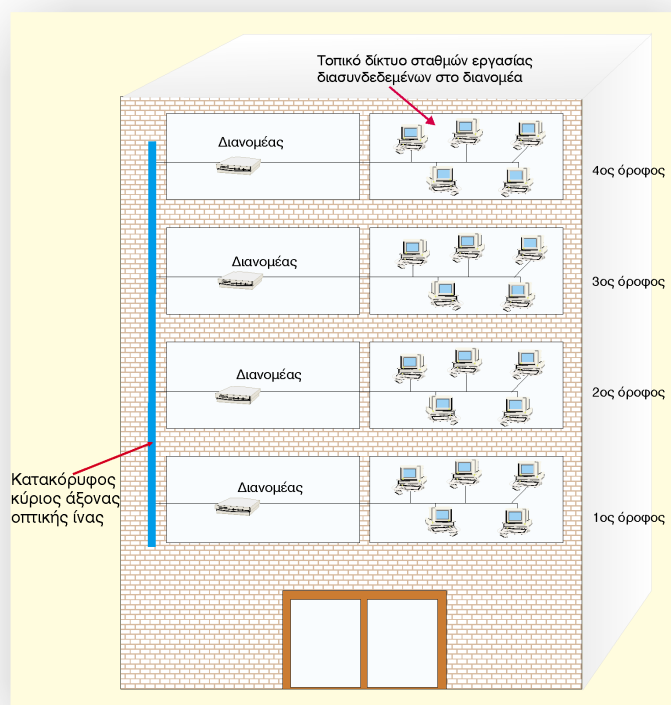
- ✓ Κατευθύνσεις προς τις εμπορικές επιχειρήσεις για το μελλοντικό σχεδιασμό τηλεπικοινωνιακών προϊόντων.
- ✓ Δυνατότητα σχεδιασμού και υλοποίησης της απαιτούμενης καλωδίωσης ενός εμπορικού κτιρίου χωρίς την εκ των προτέρων γνώση των προϊόντων που θα χρησιμοποιηθούν στην καλωδίωση αυτή.

Το πρώτο βήμα προς την επίτευξη αυτών των στόχων γίνεται με τη βοήθεια ενός συνόλου τυποποιημένων καλωδίων. Στο Μάθημα 1.2 έχει ήδη καθοριστεί ένα σύνολο από πέντε κατηγορίες καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών σύμφωνα με το πρότυπο *EIA/TIA*.

Η καλωδίωση κατά το πρότυπο *EIA/TIA* πραγματοποιείται διαμέσου πέντε υποσυστημάτων, τα οποία, όπως θα δούμε στη συνέχεια, συνδέονται σε διάταξη άστρου. Θεωρούμε ότι κάθε κτίριο αποτελείται από ορόφους των οποίων οι χώροι εργασίας πρέπει να διασυνδεθούν με το κεντρικό σημείο διασύνδεσης του κτιρίου, το οποίο με τη σειρά του διασυνδέει το κτίριο με τα άλλα κτίρια του οργανισμού ή, ενδεχομένως, με το δίκτυο ευρείας περιοχής. Επομένως σε κάθε κτίριο υπάρχουν δύο υποσυστήματα καλωδίωσης, η κατακόρυφη, που συνδέει τους ορόφους με το κεντρικό σημείο διασύνδεσης του κτιρίου, και η οριζόντια, που συνδέει τους χώρους εργασίας κάθε ορόφου του κτιρίου με την κατακόρυφη καλωδίωση. Επίσης υπάρχουν και τρία είδη σημείων σύνδεσης, η σύνδεση της κατακόρυφης καλωδίωσης με την καλωδίωση κορμού του τοπικού δικτύου, η σύνδεση της κατακόρυφης καλωδίωσης με την οριζόντια καλωδίωση των ορόφων και τέλος η σύνδεση των απολήξεων της οριζόντιας καλωδίωσης με τις τερματικές διατάξεις και τον εξοπλισμό του χρήστη. Επομένως, όπως φαίνεται και στο σχήμα 7.5, το σύστημα της δομημένης καλωδίωσης ενός κτιρίου υλοποιείται από τα ακόλουθα πέντε υποσυστήματα:



Παρόμοια προσπάθεια προτυποποίησης καλωδίων με αυτήν του προτύπου *EIA/TIA-568A* έχει γίνει και από το Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (*ISO*), η οποία κατέληξε στο πρότυπο *ISO/IEC 180-1* για εσωτερική καλωδίωση ενός κτιρίου.



Σχήμα 7.5: Υποσυστήματα δομημένης καλωδίωσης



#### ✓ Υποσύστημα κεντρικής διασύνδεσης κτιρίου

Το υποσύστημα αυτό αποτελεί το κομβικό σημείο διασύνδεσης του κτιρίου με το τοπικό δίκτυο του οργανισμού ή με άλλα δίκτυα. Στις περισσότερες περιπτώσεις λειτουργεί σε ανεξάρτητο χώρο, μέσα στον οποίο βρίσκεται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός διασύνδεσης της κατακόρυφης καλωδίωσης του κτιρίου, καθώς και οι καλωδιώσεις κορμού των άλλων δικτύων.

#### ✓ Υποσύστημα διασύνδεσης κατακόρυφης - οριζόντιας καλωδίωσης

Το υποσύστημα αυτό αποτελεί το σημείο διασύνδεσης της κατακόρυφης καλωδίωσης του κτιρίου με τις οριζόντιες καλωδιώσεις των ορόφων του κτιρίου. Στις περισσότερες περιπτώσεις κάθε όροφος διαθέτει μία τουλάχιστον ντουλάπα τηλεπικοινωνιακού υλικού, η οποία περιλαμβάνει όλο τον απαραίτητο εξοπλισμό οριζόντιας διασύνδεσης, όπως είναι οι διανομείς (*hubs*), οι επαναλήπτες (αναλύονται διεξοδικά στο Κεφάλαιο 9), οι συλλέκτες κτλ. Το υποσύστημα είναι εγκατεστημένο σε κάποια κεντρική θέση του ορόφου, από την οποία η κατακόρυφη καλωδίωση μπορεί να επικοινωνήσει με την ντουλάπα τηλεπικοινωνιακού υλικού.

#### ✓ Υποσύστημα απολήξεων οριζόντιας καλωδίωσης

Το υποσύστημα αυτό, που συνήθως αποτελεί και το χώρο εργασίας του χρήστη, περιλαμβάνει τις απολήξεις (πρίζες), την καλωδίωση και τους συνδετήρες διαμέσου των οποίων γίνεται η σύνδεση των τερματικών διατάξεων του χρήστη με το δίκτυο. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων το υποσύστημα αυτό είναι εγκατεστημένο στο σημείο όπου τερματίζεται η οριζόντια καλωδίωση, δηλαδή στο σημείο στο οποίο ο χρήστης έρχεται σε επαφή με το δίκτυο. Ο κύριος σκοπός αυτού του υποσυστήματος είναι η παροχή ενός σημείου πρόσβασης ανόμοιων τερματικών διατάξεων επικοινωνίας στο δίκτυο. Για παράδειγμα, διαμέσου μιας απλής πρίζας μπορεί να συνδεθεί ένα τηλέφωνο, ένας σταθμός εργασίας, ένα τερματικό κτλ.

#### ✓ Υποσύστημα οριζόντιας καλωδίωσης

Το υποσύστημα αυτό περιλαμβάνει όλες τις προδιαγραφές της καλωδίωσης, από την πρίζα στην οποία συνδέεται η τερματική διάταξη του χρήστη μέχρι τη σύνδεση στην ντουλάπα τηλεπικοινωνιακού υλικού. Το πρότυπο *EIA/TIA* ορίζει ότι η απόσταση ανάμεσα στις δύο συνδέσεις δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 90 μέτρα. Στην καλωδίωση αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθούν:

- καλώδια *UTP 100 Ohm* τεσσάρων ζευγών,
- καλώδια *STP 150 Ohm* δύο ζευγών,
- ομοαξονικό καλώδιο *50 Ohm*,
- καλώδιο οπτικής ίνας με διάμετρο πυρήνα *62,5 microns*.

#### ✓ Υποσύστημα κατακόρυφης καλωδίωσης

Το καλώδιο που χρησιμοποιείται στην κατακόρυφη καλωδίωση πρέπει να έχει τέτοιες προδιαγραφές, ώστε να παρέχεται ένα σημείο πρόσβασης σε κάθε όροφο του κτιρίου. Η καλωδίωση αυτή διαπερνά κατακόρυφα τους ορόφους του κτιρίου και τερματίζει στο κεντρικό σημείο διασύνδεσης του κτιρίου. Συνήθως η κατακόρυφη καλωδίωση είναι ισχυρότερη από την οριζόντια, αφού μεταφέρει αθροιστικά τις πληροφορίες των ορόφων.



Η κατακόρυφη καλωδίωση μπορεί να υλοποιηθεί και με οπτική ίνα, η οποία έχει τη δυνατότητα να υποστηρίξει τοπολογίες *Ethernet* ή *Token Ring* μεγαλύτερων αποστάσεων σε σχέση με το χάλκινο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών.



### 7.2.2.2 Ασύρματα μέσα μετάδοσης

Διαφορετική είναι η θεώρηση των ασύρματων τοπικών δικτύων. Όπως αναφέρθηκε, τα ενσύρματα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούν ως μέσο μετάδοσης τα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων, τα ομοαξονικά καλώδια και τις οπτικές ίνες. Φυσικά ένα μεγάλο μέρος του κόστους ενός ενσύρματου τοπικού δικτύου αφορά την προμήθεια και την εγκατάσταση της καλωδίωσης, το οποίο πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη σε περίπτωση οποιουδήποτε ανασχεδιασμού ή επέκτασης του δικτύου. Επομένως τα ασύρματα δίκτυα, πέρα από τη διευκόλυνση που προσφέρουν, ιδιαίτερα στην κινητή επικοινωνία, έχουν και μειωμένο κόστος εγκατάστασης και συντήρησης. Στα ασύρματα τοπικά δίκτυα η μετάδοση γίνεται διαμέσου των ραδιοφωνικών συχνοτήτων (στο εύρος των  $10^4$  έως  $10^9$  Hz), των μικροκυματικών συχνοτήτων (στο εύρος των  $10^9$  έως  $10^{12}$  Hz) και των υπέρυθρων ακτινοβολιών (στο εύρος των  $10^{12}$  έως  $10^{14}$  Hz του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος συχνοτήτων). Αναλυτικότερα, η χρήση των μέσων αυτών στα τοπικά δίκτυα έχει ως ακολούθως:

- ✓ Οι ραδιοσυχνότητες χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε πάρα πολλές εφαρμογές τοπικών δικτύων, όπως είναι για παράδειγμα οι ραδιοφωνικές και οι τηλεοπτικές εκπομπές, καθώς και τα κυτταρικά τηλεφωνικά δίκτυα. Επειδή τα ραδιοκύματα, ιδιαίτερα στις χαμηλές συχνότητες, διαπερνούν αδιαφανή αντικείμενα, όπως είναι οι τοίχοι των κτιρίων, χρησιμοποιούνται σε ένα μεγάλο πλήθος εφαρμογών. Το γεγονός όμως αυτό προκαλεί επικαλύψεις των ραδιοφωνικών συχνοτήτων, με αποτέλεσμα να απαιτείται ο επίσημος καθορισμός συγκεκριμένης ζώνης συχνοτήτων για κάθε εφαρμογή. Οι περιορισμοί στη χρήση κάθε ζώνης του φάσματος καθορίζονται με διακρατικές συμφωνίες και ισχύουν για κάθε κράτος.
- ✓ Η μικροκυματική επικοινωνία χρησιμοποιείται κυρίως στις τηλεφωνικές συνδέσεις μεγάλων αποστάσεων, στα κυτταρικά τηλεφωνικά δίκτυα, στην τηλεόραση, καθώς και σε αρκετές άλλες εφαρμογές στις οποίες η φυσική επικοινωνία είναι δύσκολη (δύσβατες περιοχές). Σημειώνεται ότι υπάρχουν ενδιαφέρουσες υλοποιήσεις τέτοιας μορφής τοπικών δικτύων, αφού, για παράδειγμα, η τοποθέτηση δύο κεραιών επάνω σε δύο πύργους εγκατεστημένους σε απόσταση 50 km περίπου μπορεί να είναι φθηνότερη λύση από την εγκατάσταση οπτικής ίνας, ιδιαίτερα όταν η εγκατάσταση αφορά πυκνοκατοικημένη ή δύσβατη περιοχή.

Από τη Φυσική είναι γνωστό ότι πάνω από την περιοχή των 100 MHz τα κύματα οδεύουν σε ευθεία γραμμή, με αποτέλεσμα να μην μπορούν εύκολα να συγκεντρωθούν σε δέσμη. Επίσης είναι γνωστό ότι τα μικροκύματα στις χαμηλές συχνότητες δε διαπερνούν τους τοίχους ή άλλα αδιαφανή εμπόδια τόσο καλά όσο τα ραδιοκύματα. Επομένως οι κεραιές τους πρέπει να βλέπει η μία την άλλη με μεγάλη ακρίβεια. Τέλος, σημειώνεται το γεγονός ότι με τη δυνατότητα των παραβολικών κεραιών να συγκεντρώνουν την ενέργεια σε μια μικρή δέσμη, όπως είναι για παράδειγμα τα γνωστά «πιάτα» της τηλεόρασης, το σήμα έχει μεγαλύτερο λόγο σήματος προς θόρυβο (SNR).



#### Λέξεις που πρέπει να θυμάμαι

Αρχιτεκτονική τοπικών δικτύων, φυσικά μέσα μετάδοσης τοπικών δικτύων, δομημένη καλωδίωση, ασύρματα μέσα μετάδοσης τοπικών δικτύων.