

Ενότητα 3<sup>η</sup>

## Μέσα μετάδοσης



## Πηγές - Βιβλιογραφία

1. Τεχνολογία Δικτύων Επικοινωνιών, Βιβλίο Α' τάξης – 2<sup>ο</sup> Κύκλου ΤΕΕ, ΥΠΕΠΘ
2. Σημειώσεις Συστήματων Οπτικών Τηλεπικοινωνιών, ΤΕΙ Καβάλας, [http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/4o\\_Meros\\_OptikaSystemata.pdf](http://de.teikav.edu.gr/telematics/pdf/4o_Meros_OptikaSystemata.pdf)
3. Επικοινωνίες Δεδομένων και Τεχνολογίες Internet I, Διαφάνειες μαθήματος, ΙΕΚ Κέρκυρας, Μίτσουλης Οδυσσέας & Τάκου Βασιλική

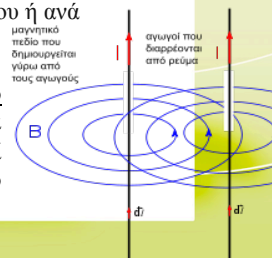
## Μέσα μετάδοσης

- Ενσύρματα
  - Συνεστραμμένα ζεύγη
  - Ομοαξονικά καλώδια
  - Οπτικές ίνες
- Ασύρματα
  - Επίγειες ζεύξεις
  - Δορυφορικές ζεύξεις

## Συνεστραμμένα ζεύγη

- Δύο μονωμένα χάλκινα σύρματα τοποθετημένα σε σπειροειδή διάταξη
  - Ένας αριθμός από τέτοια ζεύγη ομαδοποιούνται σε ένα καλώδιο
- UTP (unshielded twisted pair) – μη θωρακισμένα ζεύγη
  - Οικονομική επιλογή για δικτύωση LAN
  - Η πλέον διαδεδομένη λύση για LAN
- STP (shielded twisted pair) – θωρακισμένα ζεύγη
  - Χρησιμοποιούνται όπου υπάρχουν προβλήματα παρεμβολών
  - Υπάρχουν διάφορες κατηγορία θωράκισης, πχ του καλωδίου ή ανά ζεύγος

Τα ζεύγη των καλωδίων συστρέφονται ώστε να αποφεύγεται ο θόρυβος: δύο παράλληλοι αγωγοί που διαρρέονται από ρεύμα δημιουργούν γύρω τους μαγνητικό πεδίο το οποίο δημιουργεί θόρυβο στους αγωγούς (ρεύμα εξ επαγωγής ο ένας αγωγός στο γειτονικό αγωγό).



## Κατηγορίες συνεστραμμένων ζευγών

Όνομα	Ταχύτητα	Χρήση
Cat 1 ή Level 1	-	Τηλεφωνικό δίκτυο
Cat 2 ή Level 2	4Mbps	Παλιότερα Τεματικά
Cat 3	10Mbps	10BASE-T δίκτυα
Cat 4	16Mbps	Token Ring networks
Cat 5	100Mbps	100BASE-TX
Cat 5e	1Gbps	100BASE-TX & 1000BASE-T
Cat 6	10Gbps	10GBASE-T Ethernet

Τυπικά αποτελούνται από 4 ζεύγη καλωδίων με χρωματισμούς:

- ✦ blue, white-blue
- ✦ orange, white-orange
- ✦ green, white-green
- ✦ brown, white-brown



Τερματίζονται με ακροδέκτες:  
✓ RJ-11 για τηλεφωνικό δίκτυο  
✓ RJ-45 για ethernet

## Ομοαξονικά

- Αποτελούνται από δύο αγωγούς
  - Ένα εσωτερικό αγωγό περιβαλλόμενο από ένα εύκαμπτο, σωληνοειδές μονωτικό στρώμα πλαστικού, το οποίο με την σειρά του περιβάλλεται από ένα σωληνωτό συρμάτινο πλέγμα
  - Ο όρος ομοαξονικό προέρχεται εξ αιτίας του ότι ο εσωτερικός αγωγός και το εξωτερικό συρμάτινο πλέγμα έχουν τον ίδιο γεωμετρικό άξονα
  - Τερματίζονται με BNC connectors
- Λιγότερο ευαίσθητα στην παρεμβολή και την συνακρόαση από ότι ένα συνεστραμμένο ζεύγος
- Παρέχουν μεγαλύτερο εύρος ζώνης σε σχέση με τα συνεστραμμένα ζεύγη



## Οπτικές ίνες

- Χρησιμοποιούνται:
  - Για να καλύψουν μεγαλύτερες αποστάσεις
  - Όταν απαιτούνται μεγάλες ταχύτητες
  - Όταν υπάρχουν προβλήματα μεγάλων παρεμβολών
  - Όταν απαιτείται ασφάλεια στη μετάδοση
- Πολύ πιο δύσκολη η υλοποίηση τους από τα UTP καλώδια
- Συνήθεις ταχύτητες:
  - 2.5 και 10 Gbps
  - έχουν αναπτυχθεί και 20, 40 και 50 Gbps
  - μπορούν να φτάσουν τα μερικά Tbps

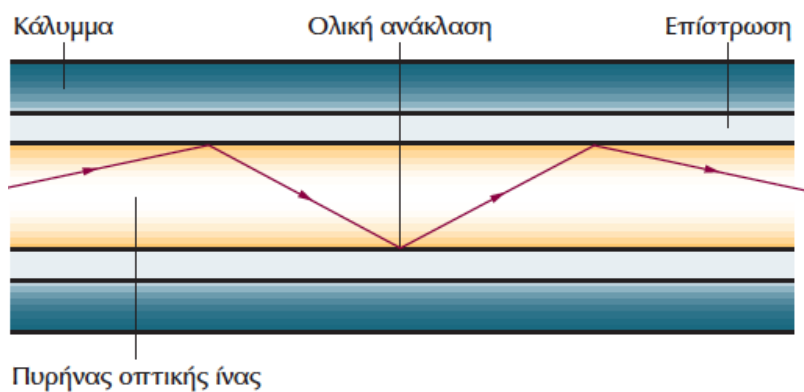


## Οπτικές ίνες -λειτουργία

- Η οπτική ίνα αποτελείται από τρία βασικά μέρη:
  - τον πυρήνα (core)
    - βρίσκεται στο κέντρο της ίνας και είναι η περιοχή η οποία στην πραγματικότητα μεταφέρει το φως
    - είναι κατασκευασμένος από γυαλί και η διάμετρος του κυμαίνεται από 9μm έως 100μm
  - το περίβλημα (cladding)
    - το υλικό όπου περιβάλλει τον πυρήνα και είναι το μέρος της ίνας που ανακλά το φως πίσω στον πυρήνα
    - είναι κατασκευασμένο από γυαλί και έχει διάμετρο 125μm ή 140μm
    - ο δείκτης διάθλασης του πυρήνα είναι υψηλότερος από τον δείκτη διάθλασης του περιβλήματος
  - το κάλυμμα (jacket)
    - Κάλυμμα ή ενίσχυση είναι η εξωτερική περιοχή της ίνας και είναι ένα πλαστικό υλικό, που παρέχει προστασία και διατηρεί την αντοχή του γυαλιού της ίνας

## ΟΠΤΙΚΕΣ ΪΝΕΣ -Λειτουργία

- Δείκτης διάθλασης είναι ο λόγος της ταχύτητας του φωτός στο κενό, που είναι η μεγαλύτερη δυνατή ταχύτητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, προς την ταχύτητα στο μέσο διάδοσης.
- Η ταχύτητα του φωτός σε κάποιο υλικό είναι πάντα μικρότερη από αυτή στο κενό και αντίστοιχα ο συντελεστής διάθλασης των διαφόρων υλικών είναι μεγαλύτερος από αυτόν του κενού.
- Ο νόμος του Snell λέει ότι όταν το φως κινείται προς ένα υλικό με μικρότερο δείκτη διάθλασης, από αυτό στο οποίο βρίσκεται, και η γωνία πρόσπτωσης γίνει αρκετά μεγάλη δεν θα πραγματοποιηθεί διάθλαση αλλά ολική ανάκλαση.
- Αυτό το φαινόμενο έχει σαν αποτέλεσμα τη συνεχόμενη διάδοση του φωτός στο ίδιο υλικό και αποτελεί την αρχή λειτουργίας των οπτικών ινών. Το φως διαδίδεται μέσα σε αυτές λόγω των συνεχόμενων ανακλάσεων που συμβαίνουν στο εσωτερικό τους.

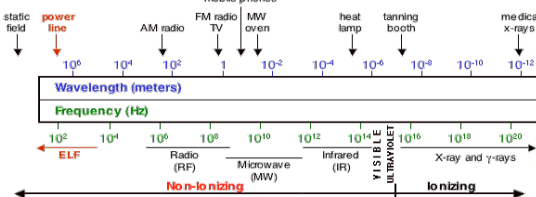


## Οπτικές ίνες -κατηγορίες

- Πολύτροπες (multimode)
  - Ο πυρήνας της οπτικής ίνας έχει σχετικά μεγάλο μέγεθος (από 50 – 100  $\mu\text{m}$ ) με αποτέλεσμα το φως να κυκλοφορεί μέσα στην οπτική ίνα όχι με την μορφή μιας και μοναδικής ακτίνας, αλλά πολλών
  - Χρησιμοποιούνται για κοντινές αποστάσεις
- Μονότροπες (singlemode)
  - Το φως κυκλοφορεί με την μορφή μίας και μόνο ακτίνας, είναι λεπτότερες (μέχρι 10 $\mu\text{m}$ ), πιο σύνθετες στην κατασκευή
  - Χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες αποστάσεις

## Ασύρματα μέσα μετάδοσης

- Φυσικό μέσο είναι ο αέρας (ατμόσφαιρα) ή ακόμα και το κενό
- Διασπορά ηλεκτρομαγνητικού φάσματος συχνοτήτων:
  - Ραδιοκύματα
  - Μικροκύματα
  - Υπέρυθρες
  - LASER



- ✓ Τα ραδιοκύματα σχετικά χαμηλών συχνοτήτων μπορούν να ξεπεράσουν αδιαφανή εμπόδια.
- ✓ Τα ραδιοκύματα υψηλών συχνοτήτων (και μικροκύματα) διαδίδονται ευθύγραμμα και χρειάζονται ουσιαστικά οπτική επαφή.
- ✓ Οι υπέρυθρες ακτίνες και το φως γενικά χρειάζονται οπτική επαφή.

## Ασύρματα μέσα μετάδοσης

- Μικροκυματική ζεύξη
  - Κεραίες σε ευθεία θέασης (line of sight)
  - Συχνότητες μεταξύ 2-40 GHz
  - Bandwidth 2-274 Mbps
- Δορυφορική ζεύξη
  - Ο τηλεπικοινωνιακός δορυφόρος είναι ένας σταθμός αναμετάδοσης μικροκυμάτων
  - Uplink – downlink (1-10 GHz)
  - Σημαντική καθυστέρηση μετάδοσης

## Ασύρματα μέσα μετάδοσης

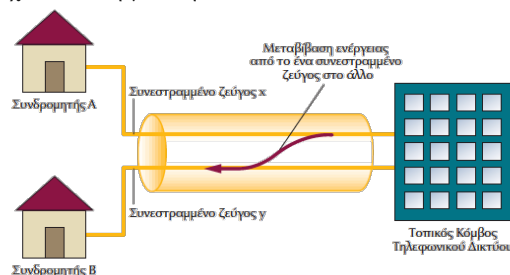
- Ραδιοφωνική ζεύξη
  - Προς κάθε κατεύθυνση (όχι εστιαζόμενη όπως η μικροκυματική)
  - VHF και UHF ζώνη (30MHz – 1GHz)
  - Μικρός ρυθμός μετάδοσης δεδομένων (τάξη kb)
- Κυψελοειδής τηλεφωνία
  - Βασίζεται σε σταθμούς βάσης
    - Κάθε κυψέλη χρησιμοποιεί διαφορετικό εύρος συχνοτήτων από τις γειτονικές
  - Καλή αξιοποίηση διαθέσιμου εύρους ζώνης αφού ίδιες συχνότητες αξιοποιούνται ξανά σε μη γειτονικές κυψέλες

## Προβλήματα φυσικής μετάδοσης

- Θόρυβος
  - Κάθε παρασιτική τάση που εμφανίζεται στην έξοδο της ζεύξης εκτός από την ωφέλιμη ισχύ
  - Δημιουργείται από:
    - Ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές από γραμμές τροφοδοσίας συσκευών
    - Παρεμβολές ραδιοσυχνοτήτων από έντονα ηλεκτρομαγνητικά πεδία κεραιών εκπομπής
    - Ενδογενής θόρυβος από ατέλειες των συστημάτων μετάδοσης

## Προβλήματα φυσικής μετάδοσης

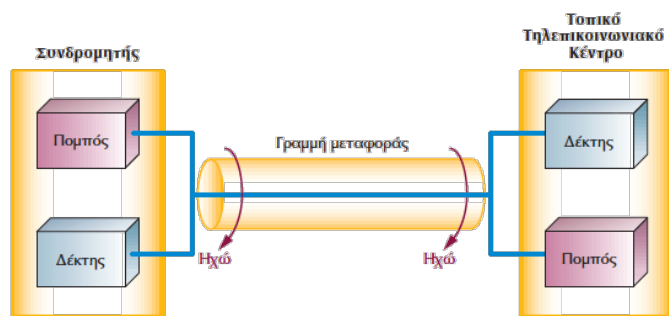
- Διαφωνία
  - Δημιουργείται από ανεπιθύμητη μεταβίβαση ενέργειας από ένα κανάλι σε ένα άλλο
  - Δημιουργείται από
    - ηλεκτρική ή μαγνητική σύζευξη
    - γαλβανική σύζευξη, πχ από κοινή γείωση





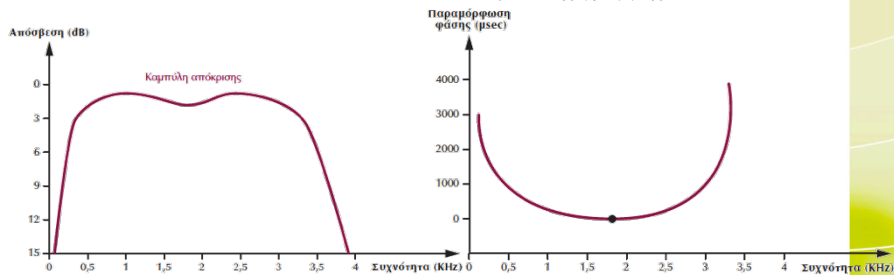
## Προβλήματα φυσικής μετάδοσης

- Ηχώ
  - Επιστροφή τμήματος του σήματος στην πηγή δημιουργίας του
  - Δημιουργείτε όταν έχουμε σύνδεση συστημάτων διαφορετικής αντίστασης



## Προβλήματα φυσικής μετάδοσης

- Παραμορφώσεις
  - Πλάτους
    - Ανομοιόμορφη απόσβεση στις διάφορες συχνότητες
  - Φάσης
    - Κάθε συχνότητα χρειάζεται διαφορετικό χρόνο για να φτάσει από την είσοδο στην έξοδο της γραμμής



## Βασικές έννοιες και μεγέθη

- Εύρος ζώνης συχνοτήτων
  - Επηρεάζει το ρυθμό μετάδοσης (ταχύτητα) και επομένως ο όγκος της πληροφορίας που μεταδίδεται
- Μέγιστο μήκος μεσου μετάδοσης
  - Μέγιστη απόσταση μεταφοράς πληροφορίας πριν γίνει χρήση ενεργών στοιχείων ενίσχυσης του σήματος (πχ αναμεταδοτών)
- Ευαισθησία στο θόρυβο
- Ευκολία χρήσης
  - Εγκατάσταση, διασυνδέσεις, έλεγχος, συντήρηση
- Ασφάλεια
  - Παρεμβολές, υποκλοπές

## Ερωτήσεις

- Για μια γραμμή μετάδοσης αναλύστε τα φαινόμενα θορύβου (noise), διαφωνίας (crosstalk) και ηχούς (echo)
- Ποιους βασικούς τύπους καλωδίων συνεστραμμένων ζευγών γνωρίζετε και ποιες είναι οι διαφορές τους;
- Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας των οπτικών ινών.
- Τι είναι τα μονότροπα και τι τα πολύτροπα καλώδια οπτικών ινών;

Ευχαριστώ πολύ

