ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά μαθήματα ΠΠ

Εισαγωγή στη Δικτύωση Υπολογιστών

Ενότητα 2: Το Φυσικό Επίπεδο

Δημήτριος Τσώλης
Σχολή Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων
Τμήμα Διαχείρισης Πολιτισμικού Περιβάλλοντος και Νέων Τεχνολογιών

Στόχοι Μαθήματος

- Στο προηγούμενο μάθημα πραγματοποιήθηκε μια εισαγωγή στις έννοιες δικτύωσης.
- Αναλύθηκε και το θεωρητικό μοντέλο OSI. Το πρώτο επίπεδο είναι το φυσικό επίπεδο.
- Στο παρόν μάθημα:
  - Θα αναλυθεί το φυσικό επίπεδο ως θεωρητικό πλαίσιο.
  - Θα εξετασθούν οι διάφορες περιπτώσεις υλοποίησης φυσικού επιπέδου.
    - Καλωδίωση, ασύρματο δίκτυο, δίκτυο κινητής τηλεφωνίας κ.α.

Θεωρία για την Επικοινωνία Δεδομένων

- Η πληροφορία (δεδομένα) μεταφέρονται μέσω κάποιας φυσικής ιδιότητας - τιμής - σήματος που διαφοροποιείται στο χρόνο. Π.χ. ρεύμα, ή τάση.

- Αναπαριστώντας αυτή την τιμή σαν μια συνάρτηση με το χρόνο μπορούμε να αναλύσουμε μαθηματικά τη συμπεριφορά του σήματος.

Ανάλυση Fourier - 1

- Στις αρχές του 19ου αιώνα, ο γάλλος μαθηματικός Jean-Baptiste Fourier απέδειξε
  - ότι οποιαδήποτε συνάρτηση g(t) με λογικά περιοδική συμπεριφορά, με περίοδο T, μπορεί να δημιουργηθεί από ένα άθροισμα (μπορεί και άπειρο) ημιτόνων και συνημίτονων.

$$g(t) = \frac{1}{2}c + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \sin(2\pi n f t) + \sum_{n=1}^{\infty} b_n \cos(2\pi n f t)$$

  - Όπου f = 1/T είναι η συχνότητα, an και bn είναι το πλάτος του ημιτόνου και συνημίτονου της n-αρμονικής και c είναι μια σταθερά. Αν ξέρουμε το T και τα πλάτη η συνάρτηση είναι γνωστή.

Ανάλυση Fourier - 2

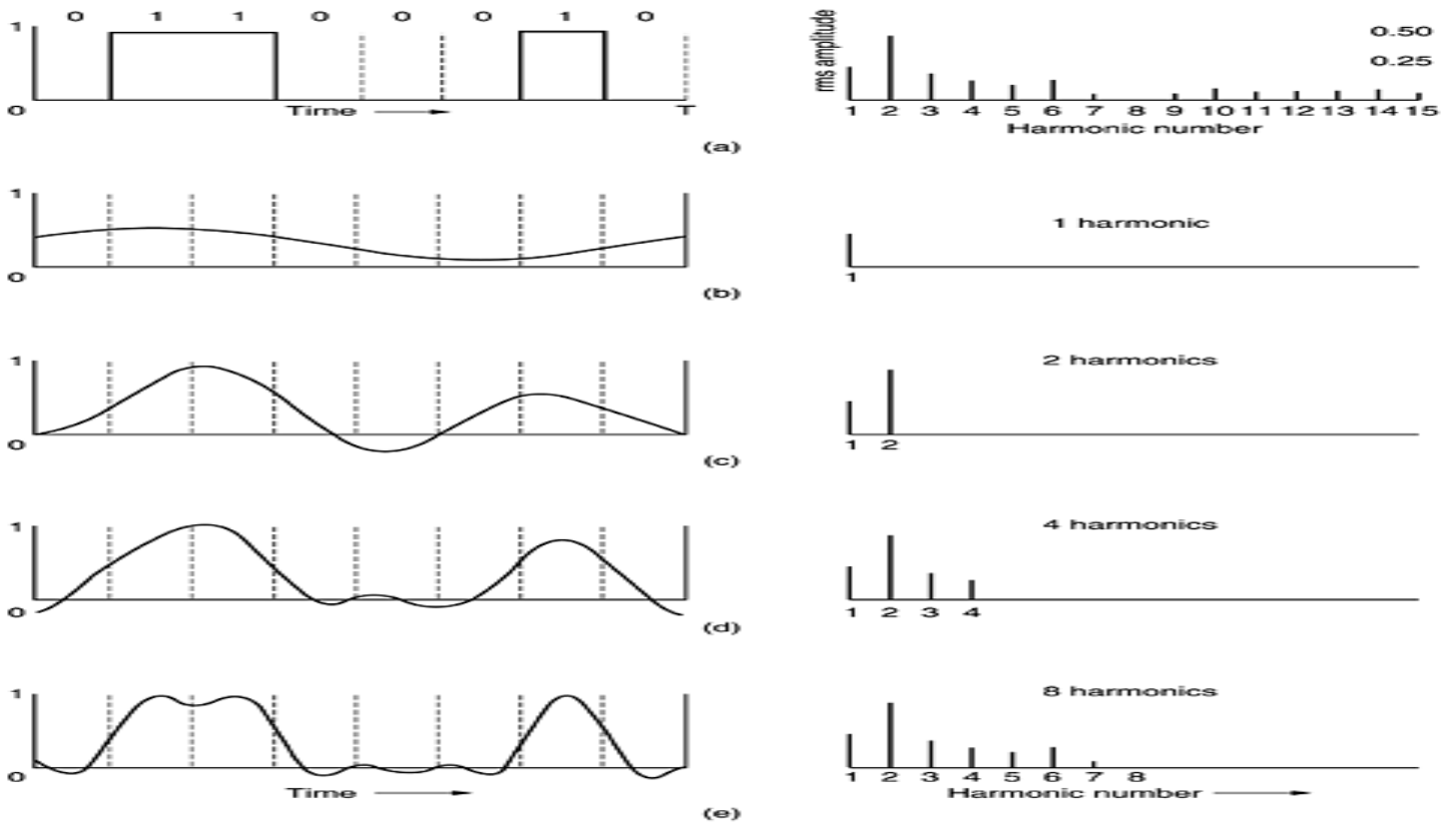
- Αντίστοιχα από τον παραπάνω τύπο μπορούν να ευρεθούν τα:

$$a_n = \frac{2}{T}\int_0^T g(t)\sin(2\pi nft)\,dt \qquad b_n = \frac{2}{T}\int_0^T g(t)\cos(2\pi nft)\,dt \qquad c = \frac{2}{T}\int_0^T g(t)\,dt$$

- Τι σχέση έχουν αυτά με τις επικοινωνίες δεδομένων?

Σήματα Περιορισμένου Εύρους

- Παράδειγμα. Μεταφορά ενός χαρακτήρα ASCII π.χ. του “b” κωδικοποιημένο με 8 bits byte. Το σχήμα bit που μεταδίδεται είναι το: 01100010



Nyquist & Shannon

- Το 1924, ο Henry Nyquist, συνηδητοποίηση ότι ακόμα και το πιο τέλειο κανάλι έχει περιορισμένες δυνατότητες μετάδοσης.
- Βρήκε την εξίσωση για το μέγιστο ρυθμό μετάδοσης δεδομένων.
- Το 1948 ο Claude Shannon επέκτεινε την έρευνα και σε κανάλια με θόρυβο.

$$\text{maximum data rate} = 2H \log_2 V \text{ bits/sec}$$

$$\text{maximum number of bits/sec} = H \log_2 (1 + S/N)$$

Μέσα Μετάδοσης

- Το φυσικό επίπεδο αναλαμβάνει τη μεταφορά των δεδομένων (το σχήμα bit) από τον έναν υπολογιστή στον επόμενο. Ποικίλα φυσικά μέσα μετάδοσης αξιοποιούνται.

- Έχουν τα δικά τους χαρακτηριστικά σχετικά με το εύρος ζώνης, τη καθυστέρησης, του κόστους και της ευκολίας εγκατάστασης και συντήρησης.

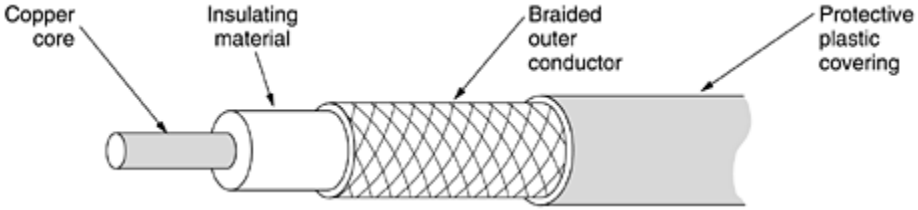
- Δύο κατηγορίες:
  - Οδηγούμενα.
  - Μη οδηγούμενα.

Οδηγούμενα Μέσα Μετάδοσης

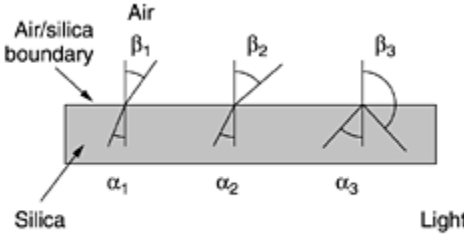
- Μαγνητικά μέσα.
- Συνεστραμμένο ζεύγος.

(a) (b)

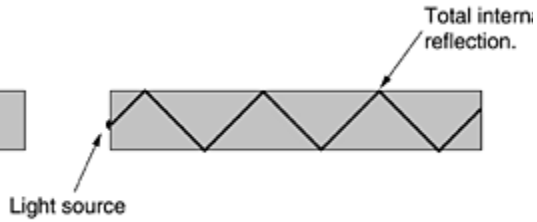
- Συζυγές καλώδιο (ομόκεντροι κύκλοι).



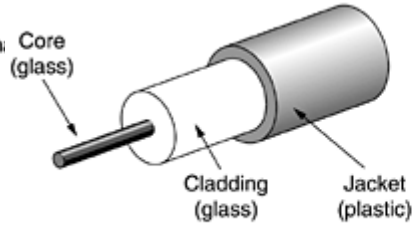
- Οπτική ίνα.



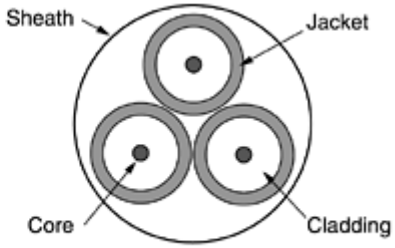
(a)



(b)



(a)



(b)

Ασύρματη Μετάδοση - Θεωρία

- Όταν τα ηλεκτρόνια κινούνται, δημιουργούν ηλεκτρομαγνητικά κύματα που μπορούν να μεταδοθούν στον αέρα (James Clerk Maxwell, 1865, Heinrich Hertz 1887). Ο αριθμός των κυμάτων το δευτερόλεπτο είναι η συχνότητα (f). Η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών μέγιστων λέγεται μήκος κύματος (λ).

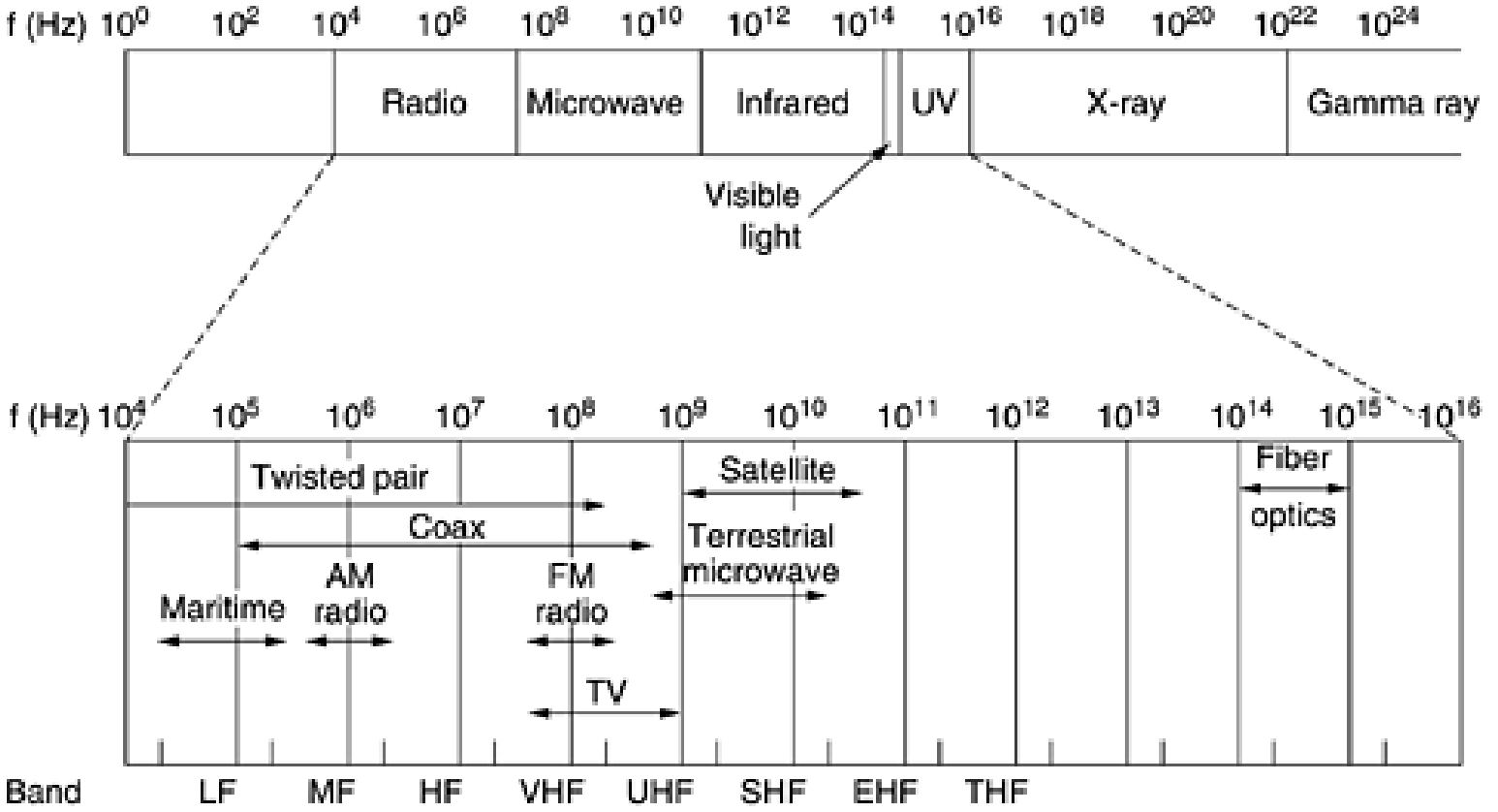
- Όταν μια κεραία ενός συγκεκ$\lambda f = c$ένους μεγέθους συνδέεται σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα μπορούν να μεταδοθούν αποδοτικά και να ληφθούν από έναν αποδέκτη. Η ασύρματη μετάδοση βασίζεται σε αυτό το αξίωμα.

- Τα κύματα κινούνται στο κενό με την ταχύτητα του φωτός (c) (3 x 108 m/sec). Τα καλώδια επιτρέπουν το 2/3 της τιμής.

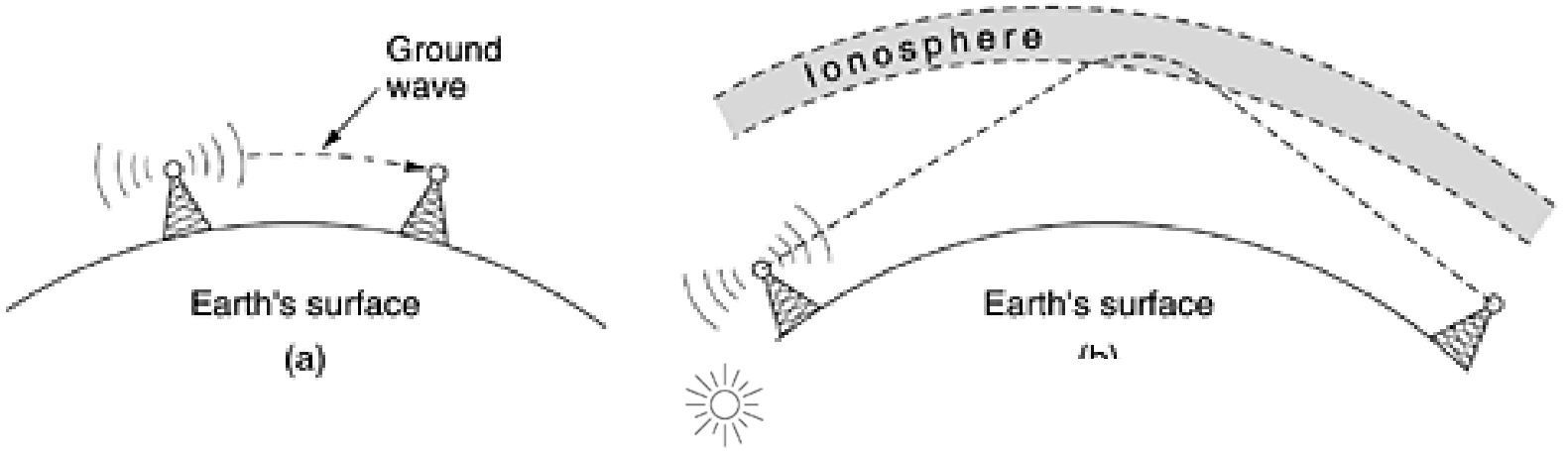
- Ισχύει η εξίσωση

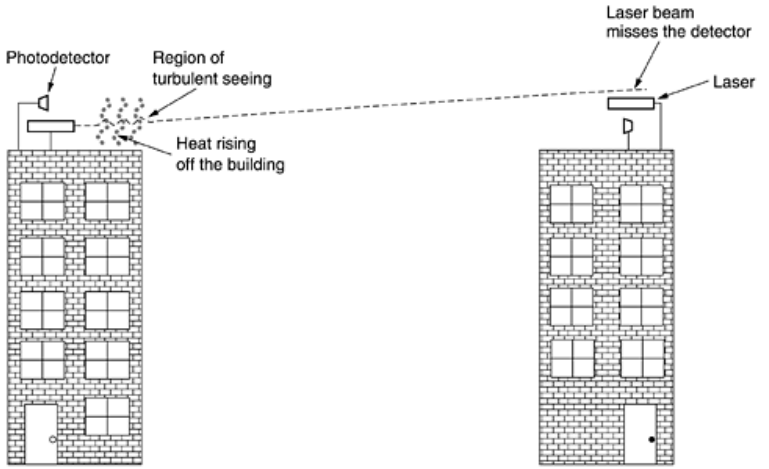
$$\lambda f = c$$

Το Ηλεκτρομαγνητικό Φάσμα

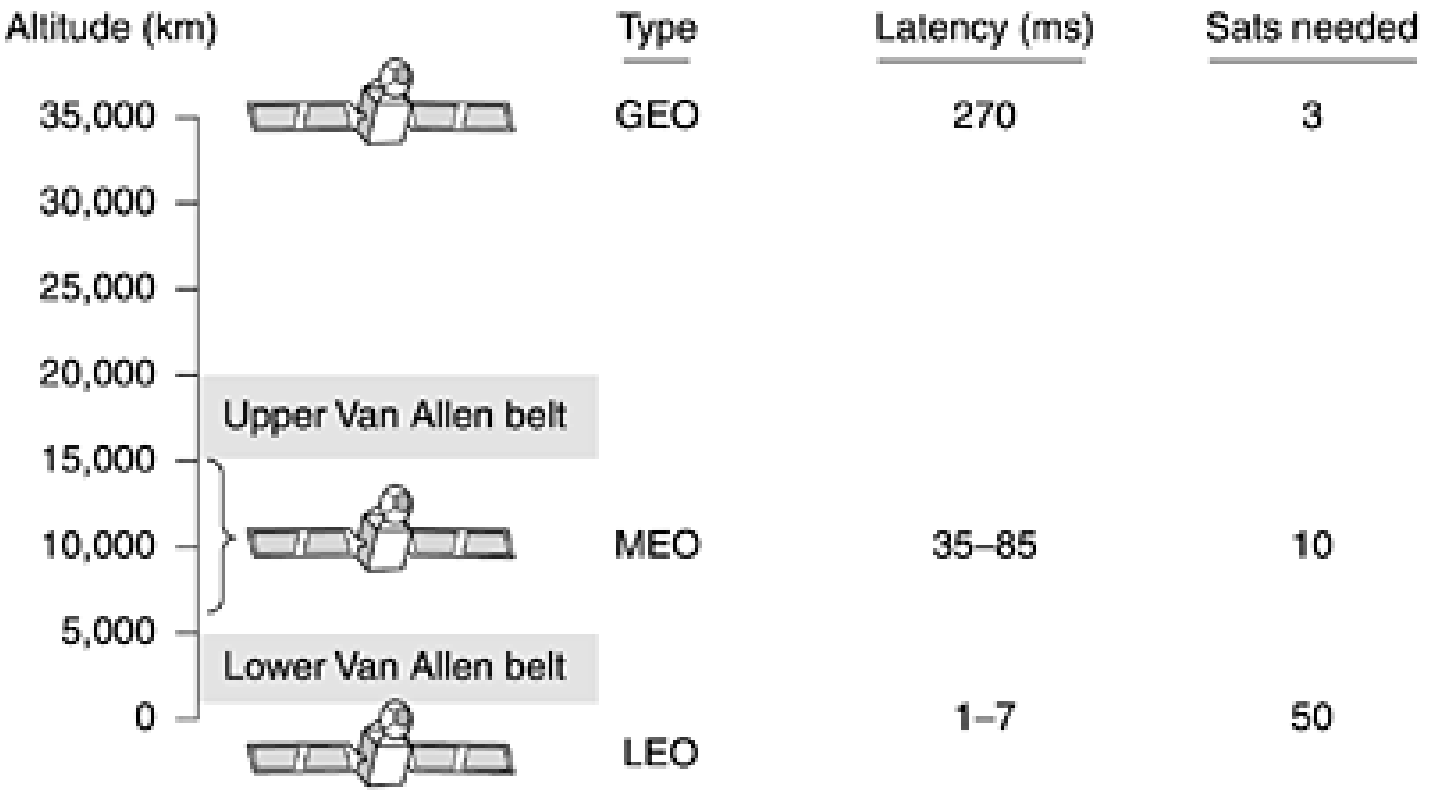


VLF, LF, MF, HF & Lightwave

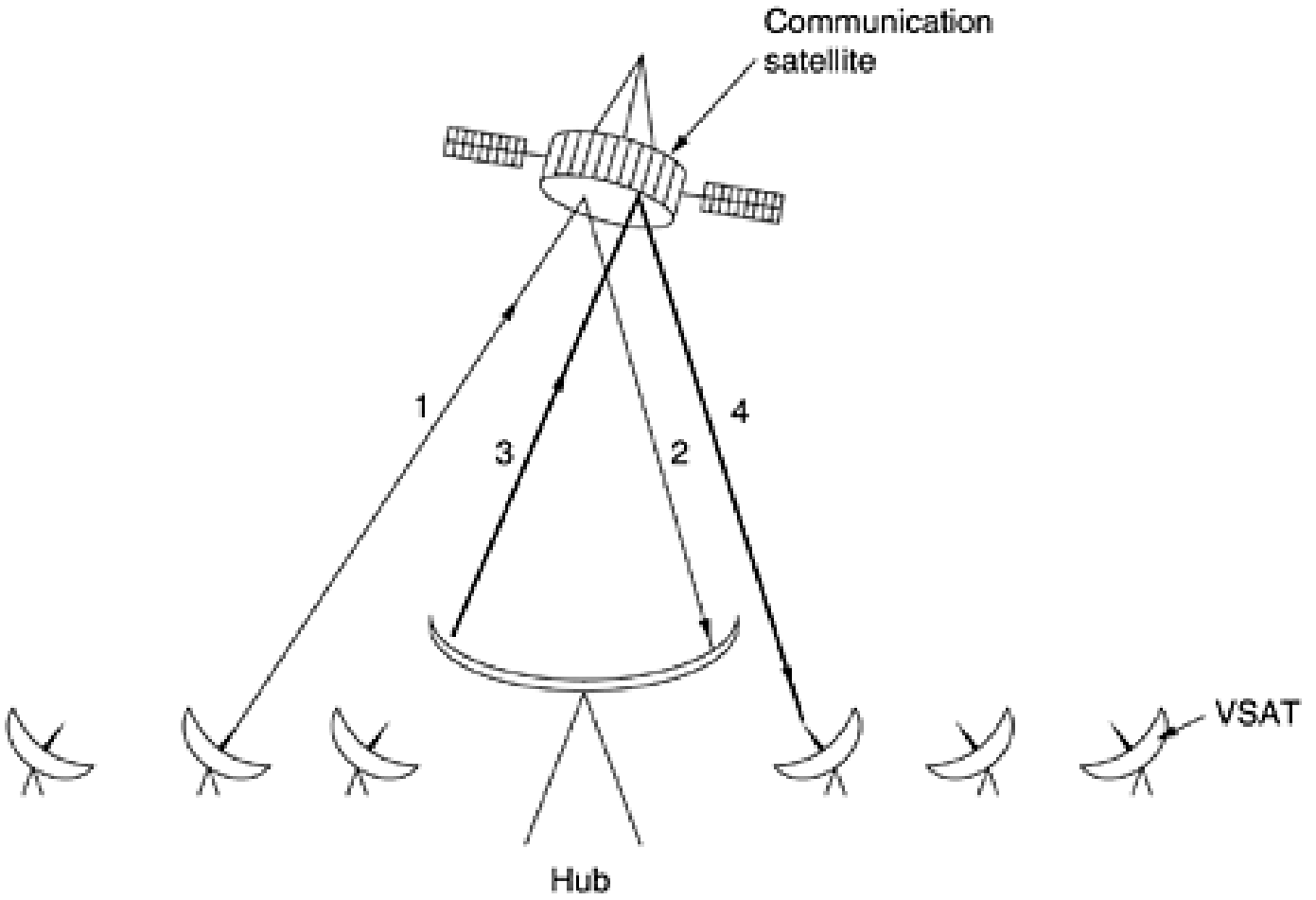




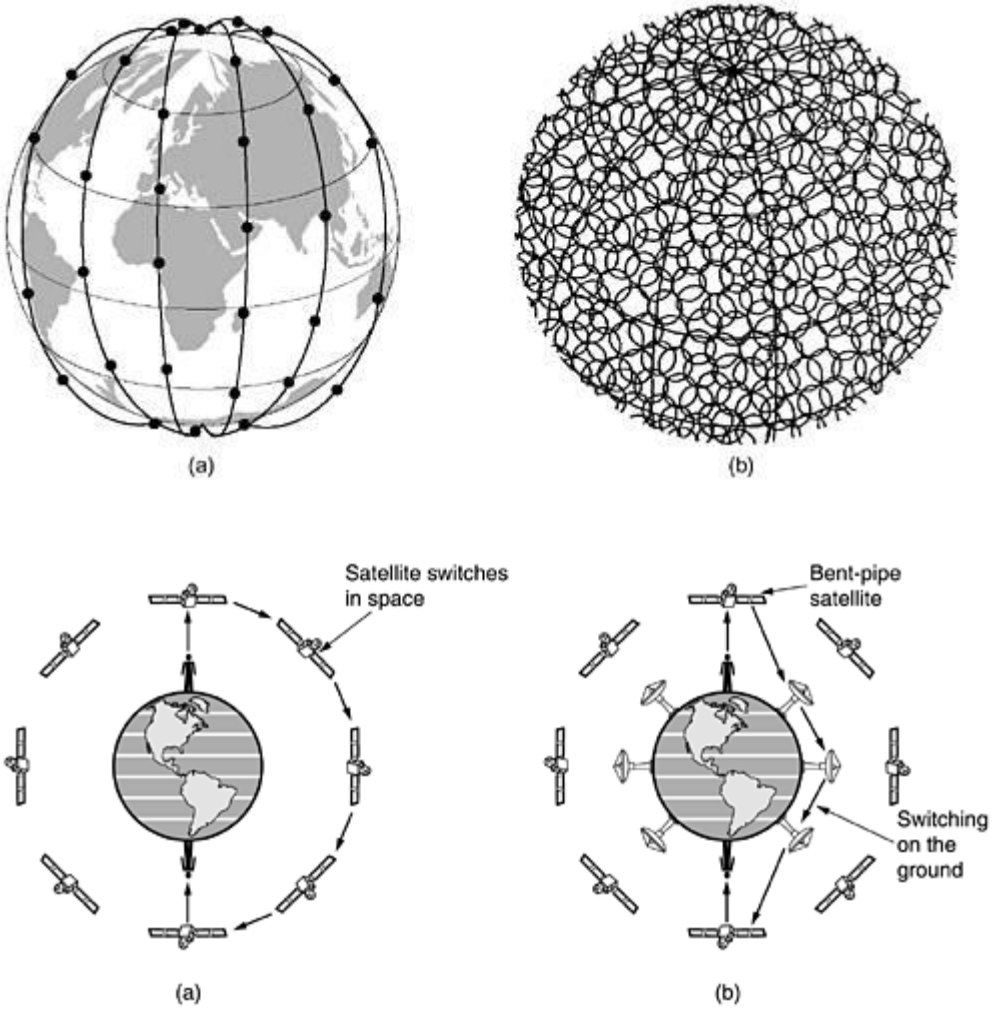
Δορυφορικές Επικοινωνίες - 1



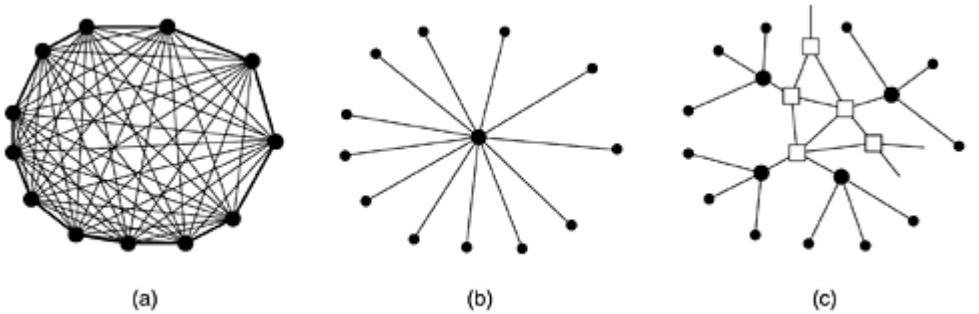
Δορυφορικές Επικοινωνίες - 2

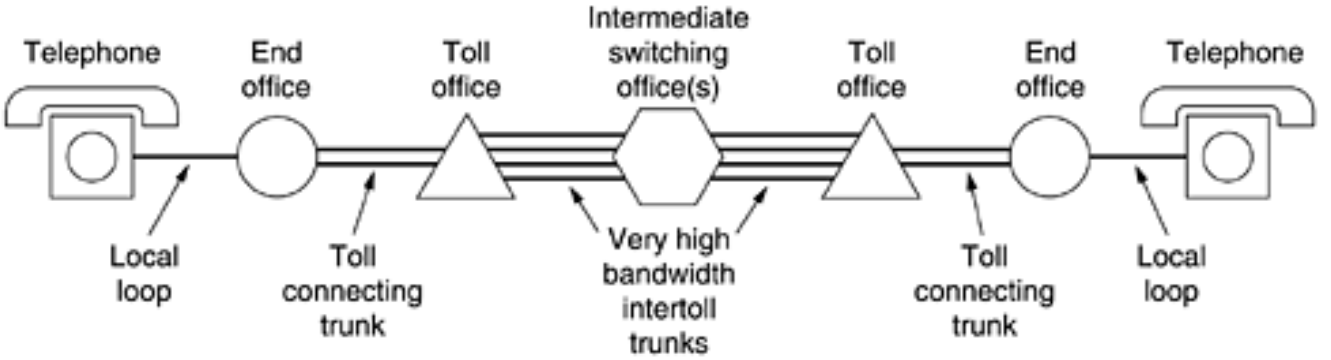


Δορυφορικές Επικοινωνίες - 3

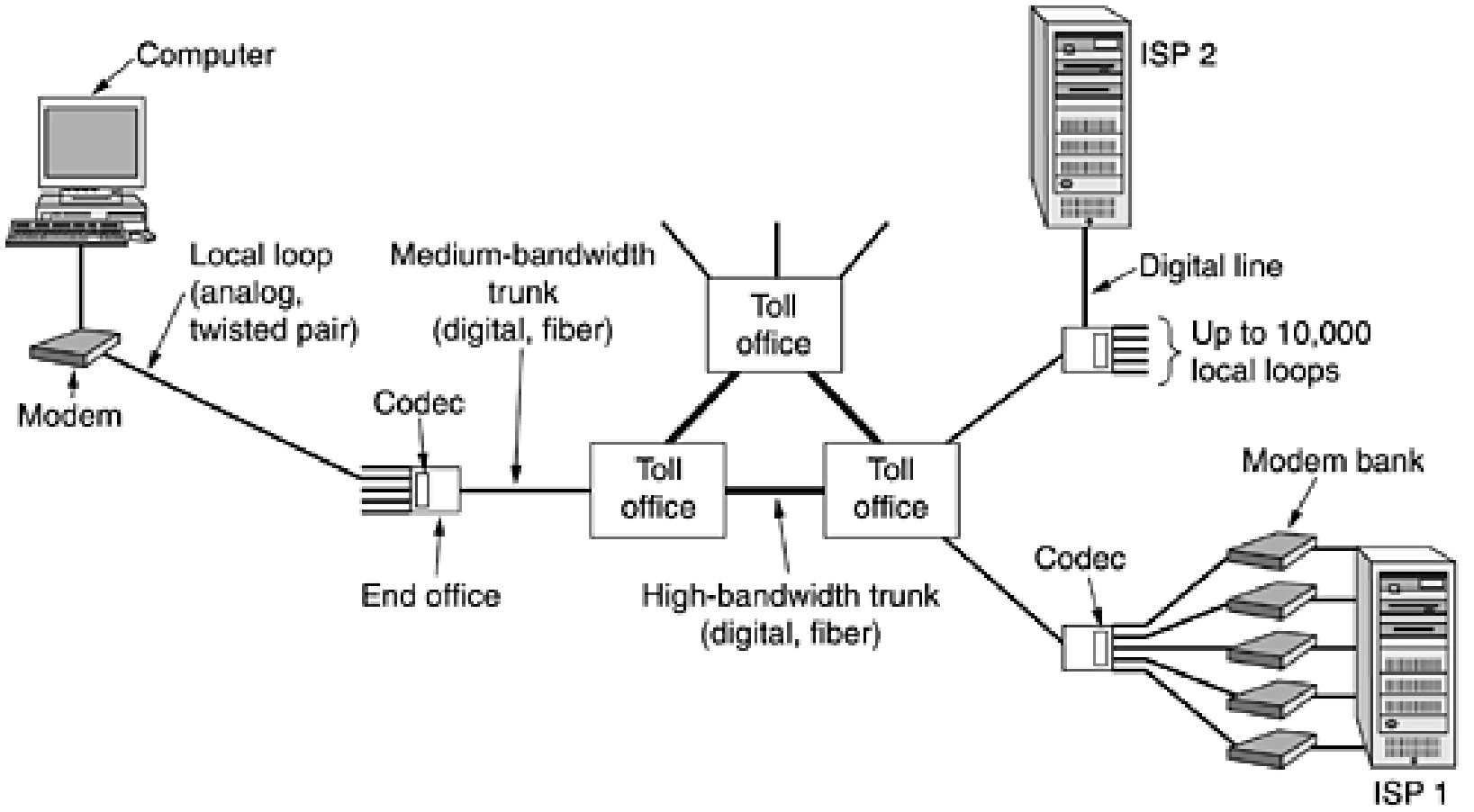


Public Switched Telephone Network - 1

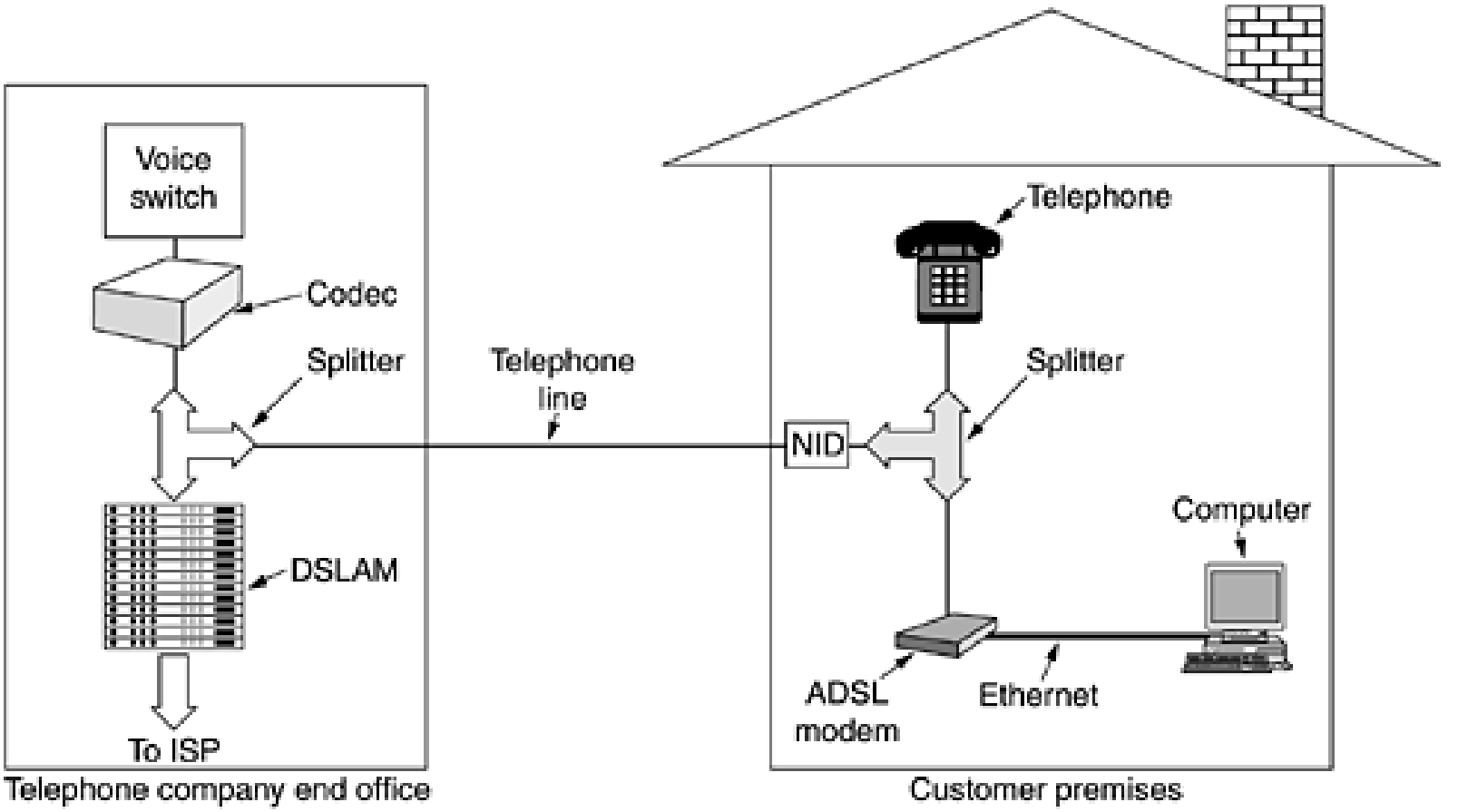




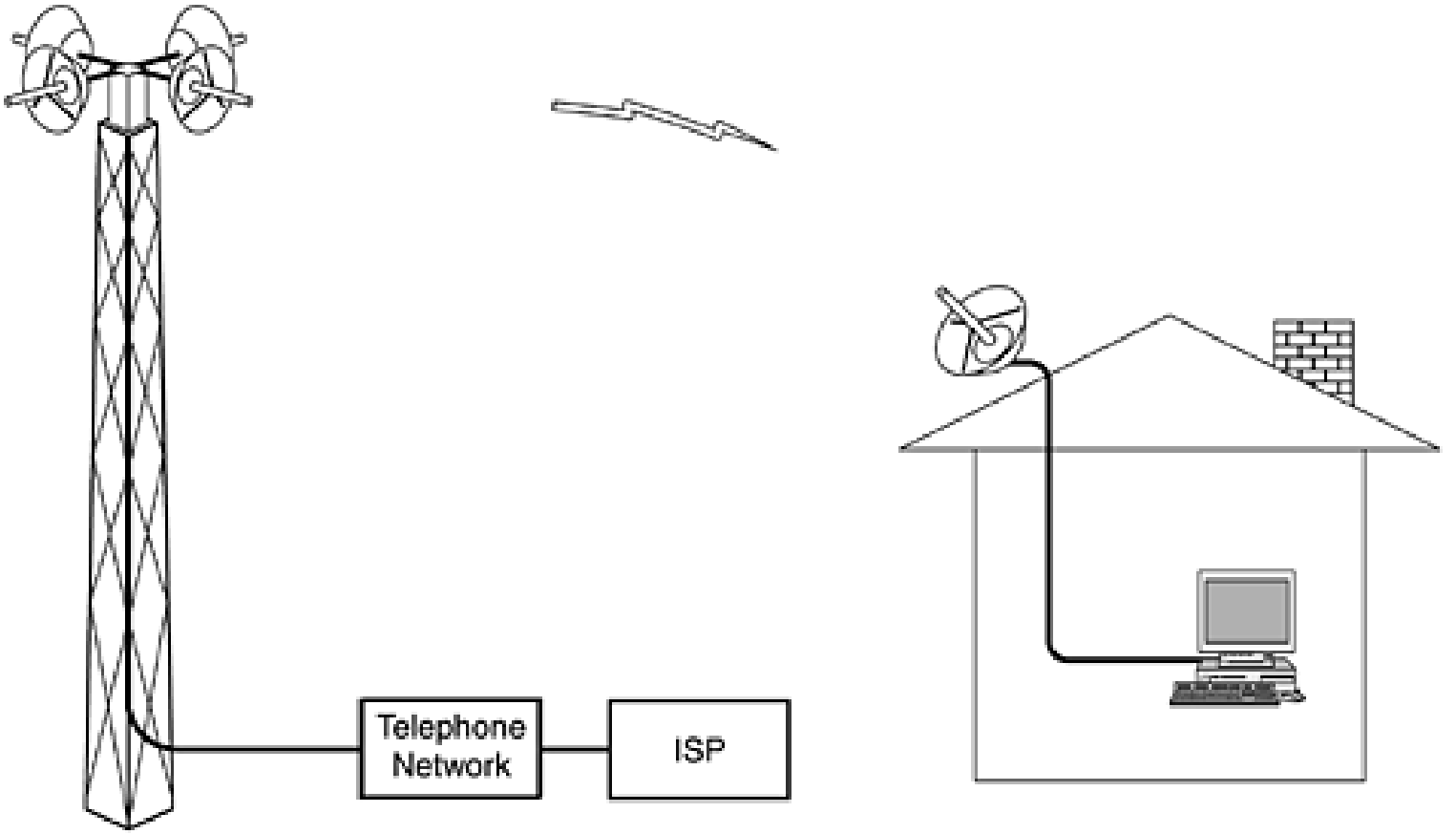
PSTN - 2


Computer
Local loop
(analog,
twisted pair)
Medium-bandwidth
trunk
(digital, fiber)
Toll
office
ISP 2
Digital line
Up to 10,000
local loops
Modem
Codec
Toll
office
Toll
office
Modem bank
Codec
End office
High-bandwidth trunk
(digital, fiber)
ISP 1

ADSL

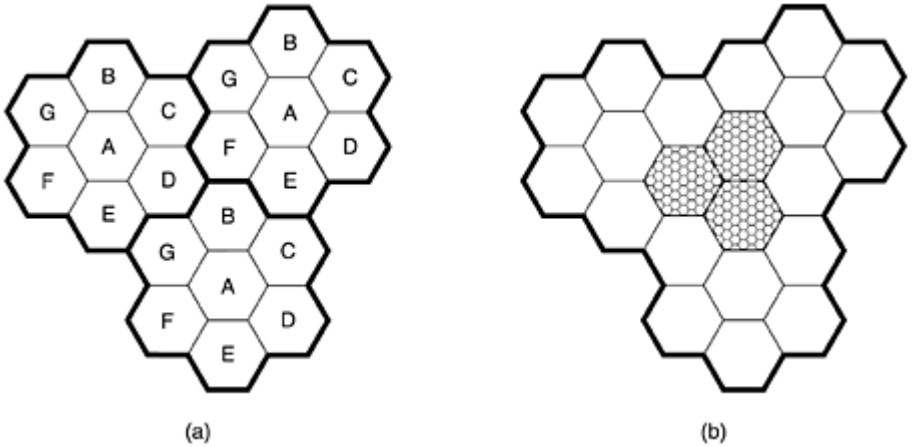

Voice switch
Codec
Splitter
DSLAM
To ISP
Telephone company end office
Telephone line
Telephone
Splitter
NID
Computer
ADSL modem
Ethernet
Customer premises

Ασύρματα Local Loops



Δίκτυα Κινητής Τηλεφωνίας

- Τρεις γενιές:
  - Αναλογική φωνής.
  - Ψηφιακής φωνής.
  - Ψηφιακής φωνής και δεδομένων.



Συμπεράσματα

- Το φυσικό επίπεδο είναι η βάση όλων των δικτύων. Η φύση θέτει δύο βασικούς περιορισμούς για το εύρος των δικτύων. Το όριο Nyquist (κανάλια χωρίς θόρυβο) και το όριο Shannon (κανάλια με θόρυβο).

- Τα μέσα μετάδοσης είναι οδηγούμενα ή μη.

- Το τηλεφωνικό σύστημα είναι πολύ σημαντικό για τα δίκτυα. Η ADSL παρέχει ταχύτητες έως και 50 Mbps.

- Η κινητή τηλεφωνία παρέχει πλέον μετάδοση ψηφιακής φωνής και δεδομένων.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο
ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΕΣΠΑ 2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Δημήτριος Τσώλης. «Εισαγωγή στη Δικτύωση Υπολογιστών. Το Φυσικό Επίπεδο». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: https://eclass.upatras.gr/courses/CULTURE128.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

- [1] http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

- Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:
  - που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
  - που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
  - που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.