



# ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

## Εισαγωγή

# Γενικές πληροφορίες για το μάθημα



- **Βιβλία:** (1) **Δίκτυα Υπολογιστών**, Andrew Tanenbaum, 5η έκδ., Κλειδάριθμος, (2) **Communication Networks**, Alberto Leon-Garcia & Indra Widjaja, Mc Graw-Hill
- Θεωρητικά μαθήματα και εργαστήρια
- **Θεωρητικά μαθήματα:** Παρασκευή 15.15-17.00
  - Τμήμα Α (από Α έως Κ): Ν. Κτ. Αμφ. 4
  - Τμήμα Β (από Λ έως Ω): Ν. Κτ. Αμφ. 5
- **Εργαστήρια:** PC Lab ΣΗΜΜΥ (Ν. Κτ.)
- **Ομάδες εργαστηρίου**
  - Α: Δευτέρα 12.45-14.30, Α' όροφος, Αίθουσες Α1, Α2
  - Β: Τρίτη 10.45-12.30, Α' όροφος, Αίθουσες Α2, Α3
  - Γ: Τετάρτη 10.45-12.30, Α' όροφος, Αίθουσες Α1, Α3
- **Τελικός βαθμός** =  $0.6 \times \text{γραπτό} + 0.4 \times \text{εργαστήριο}$
- **Ιστοσελίδα μαθήματος:** [www.cn.ntua.gr](http://www.cn.ntua.gr)



- Βασικές έννοιες
  - Επικοινωνία
  - Μεταγωγή (κυκλώματος και πακέτου)
  - Πολυπλεξία
- Δίκτυα και υπηρεσίες
- Λειτουργίες δικτύων
- Τοπολογία δικτύων
- Ενδεικτικοί τύποι δικτύων
- Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των δικτύων



## Τι είναι επικοινωνία

- Προσωρινή συνεργασία (σχέση) μεταξύ **χρηστών** μιας **τηλεπικοινωνιακής υπηρεσίας** με σκοπό την ανταλλαγή **πληροφοριών**.



## ➤ Πληροφορία

- Φωνή
- Ήχος
- Γραφικά
- Κινούμενη εικόνα
- Data

## ➤ Χρήστες

- Φυσικά πρόσωπα
- Συσκευές
- Προγράμματα υπολογιστών

## ➤ Γνωστές Υπηρεσίες

- Τηλεφωνία (κινητή, σταθερή), fax
- Ραδιοφωνία, τηλεόραση
- Μεταφορά αρχείων, πρόσβαση σε υπολογιστές
- Συλλογή πληροφοριών από ιστοσελίδες
- Τραπεζικές συναλλαγές, ηλεκτρονικό εμπόριο

# Βασικές έννοιες



## Σε τι χρειάζεται ένα δίκτυο

Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ δύο τερματικών Α και Β μπορεί να γίνει με ζεύξη σημείου προς σημείο, η οποία τους συνδέει μόνιμα.



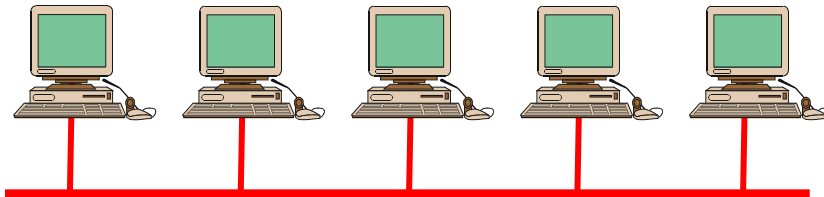
- Ερωτήματα για το σύστημα μετάδοσης:
  - Ενσύρματο μέσο μετάδοσης (καλώδιο, διπλαγωγός, οπτική ίνα,...) ή ασύρματο (μικροκυματική, οπτική ζεύξη στον ελεύθερο χώρο, ..);
  - Τάση, συχνότητα, ...
- Θέματα ζεύξης: Πώς στέλνονται τα δεδομένα;
  - Πότε στέλνει κάθε πλευρά - μπορεί να στέλνει αμέσως;
  - Ποια μορφή θα έχουν τα δεδομένα;
- Τι γίνεται όταν υπάρχουν περισσότερα τερματικά;

# Βασικές έννοιες

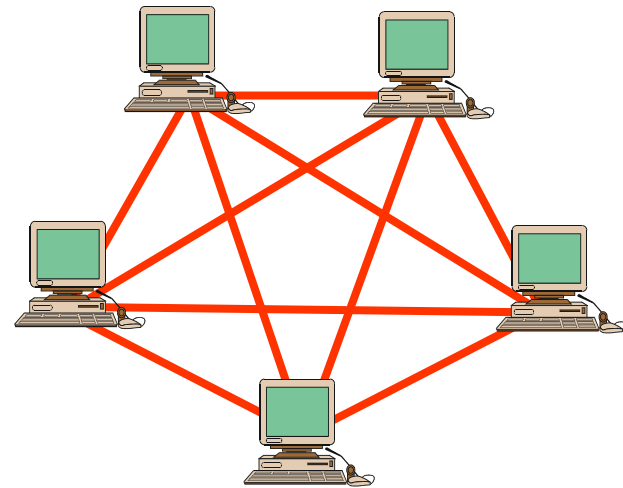


## Σε τι χρειάζεται ένα δίκτυο

- Αν υπάρχουν περισσότερα τερματικά



Ένα μέσο μετάδοσης  
για όλα τα τερματικά



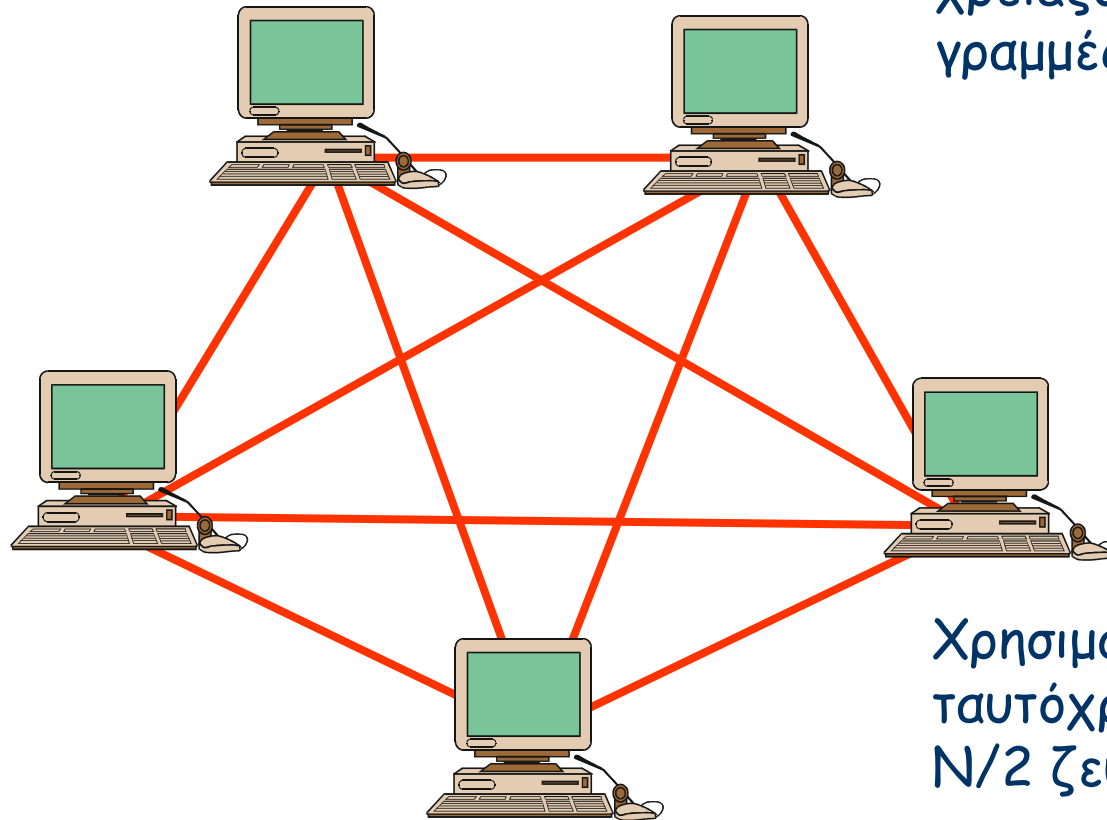
Ένα μέσο μετάδοσης για  
κάθε ζεύγος τερματικών!

- Κλιμάκωση;

# Βασικές έννοιες



## Κλιμάκωση



Για  $N$  τερματικά  
χρειάζονται  $N(N-1)/2$   
γραμμές.

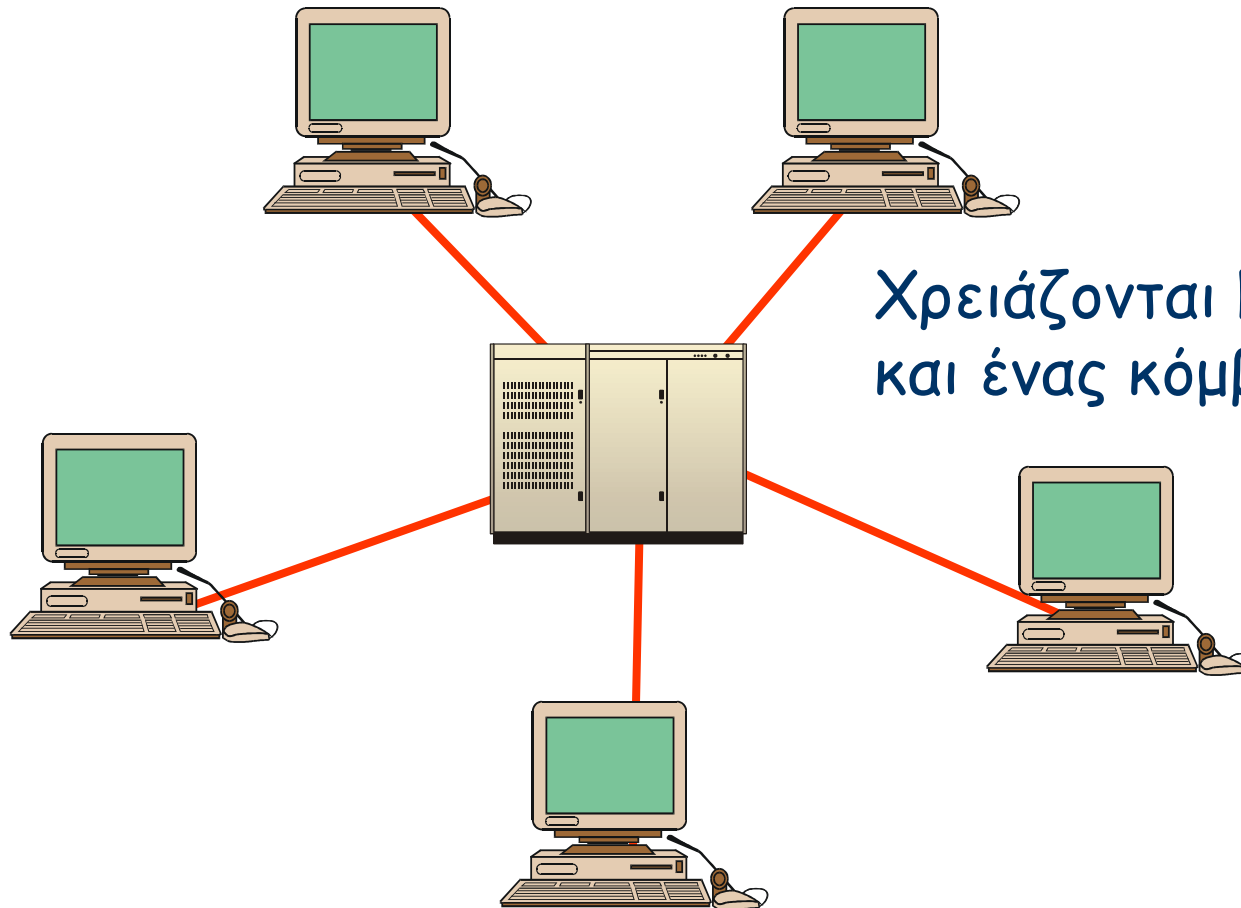
Χρησιμοποιούνται  
ταυτόχρονα, το πολύ,  
 $N/2$  ζεύξεις



# Βασικές έννοιες



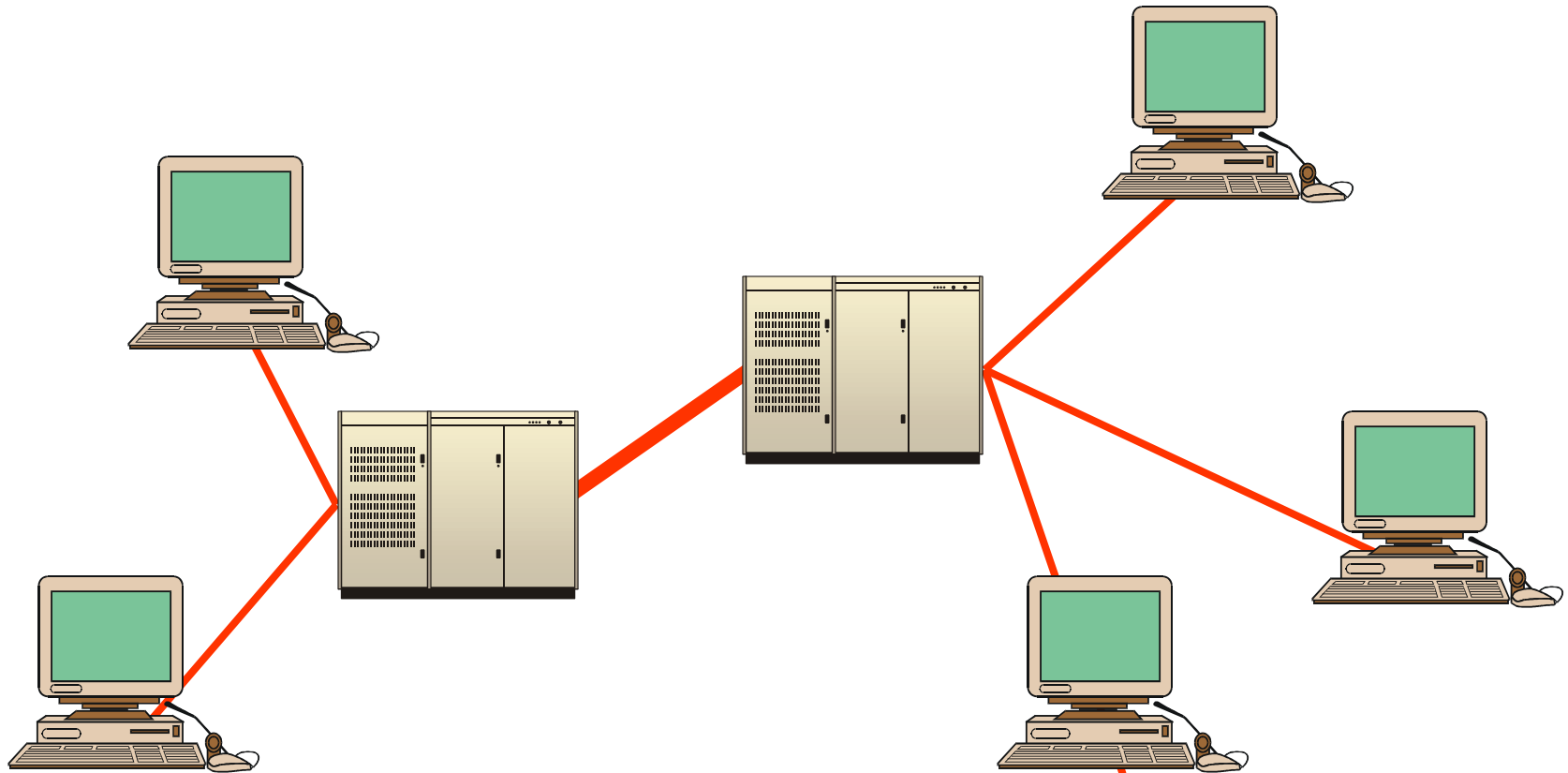
## Κλιμάκωση



# Βασικές έννοιες



## Κλιμάκωση





## Κλιμάκωση

- Για μεγάλο αριθμό τερματικών δεν είναι δυνατό να υπάρχει ζεύξη από σημείου σε σημείο ανάμεσα σε κάθε ζευγάρι τερματικών.
  - απαγορευτικό κόστος
  - σπατάλη πόρων
- Ένα δίκτυο επικοινωνιών παρέχει κλιμακώσιμη λύση για τη διασύνδεση μεγάλου αριθμού τερματικών συσκευών.
- Βασικοί κανόνες:
  - Υπάρχουν δύο τύποι συσκευών: *τερματικές συσκευές* και *κόμβοι*
  - Κάθε κόμβος συνδέεται με έναν τουλάχιστον κόμβο.
  - Οι κόμβοι του δικτύου μεταφέρουν την πληροφορία από μια τερματική συσκευή αφετηρίας προς μια τερματική συσκευή προορισμού.

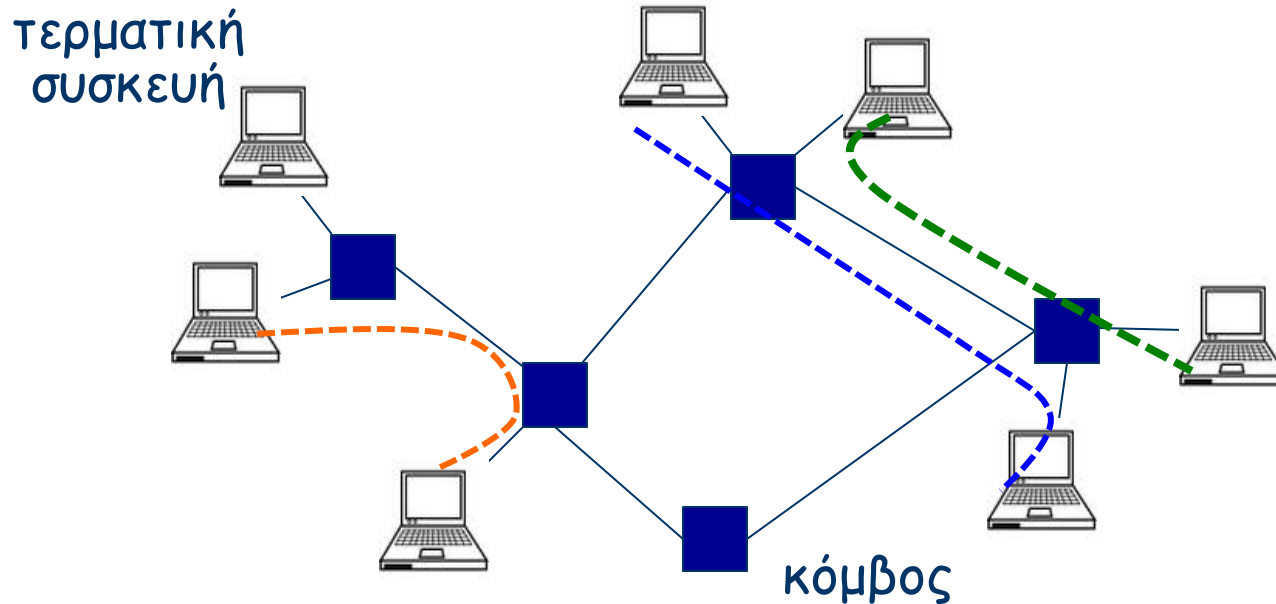
Σημείωση: Οι κόμβοι δικτύου δεν παράγουν πληροφορία.

# Βασικές έννοιες



## Γενικευμένη μορφή δικτύου επικοινωνιών

Οι κόμβοι χρησιμοποιούν από κοινού τις ζεύξεις το δικτύου.



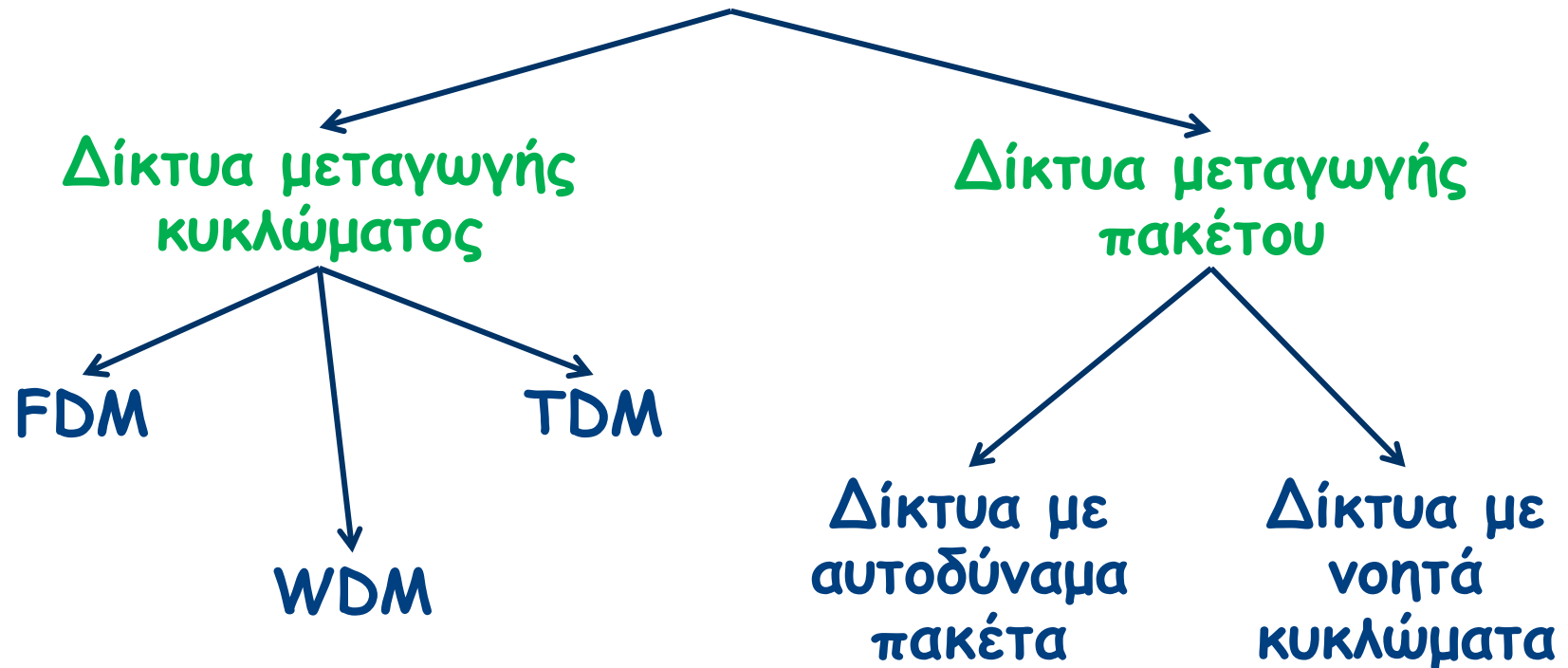
Ποιοι μηχανισμοί χρησιμοποιούνται για να γίνει από κοινού χρήση των ζεύξεων;



## Μεταγωγή

Τα δίκτυα επικοινωνιών μπορεί να ταξινομηθούν σε δύο κατηγορίες ως προς τον τρόπο της από κοινού χρησιμοποίησης των ζεύξεων από τους κόμβους.

### Δίκτυα επικοινωνιών

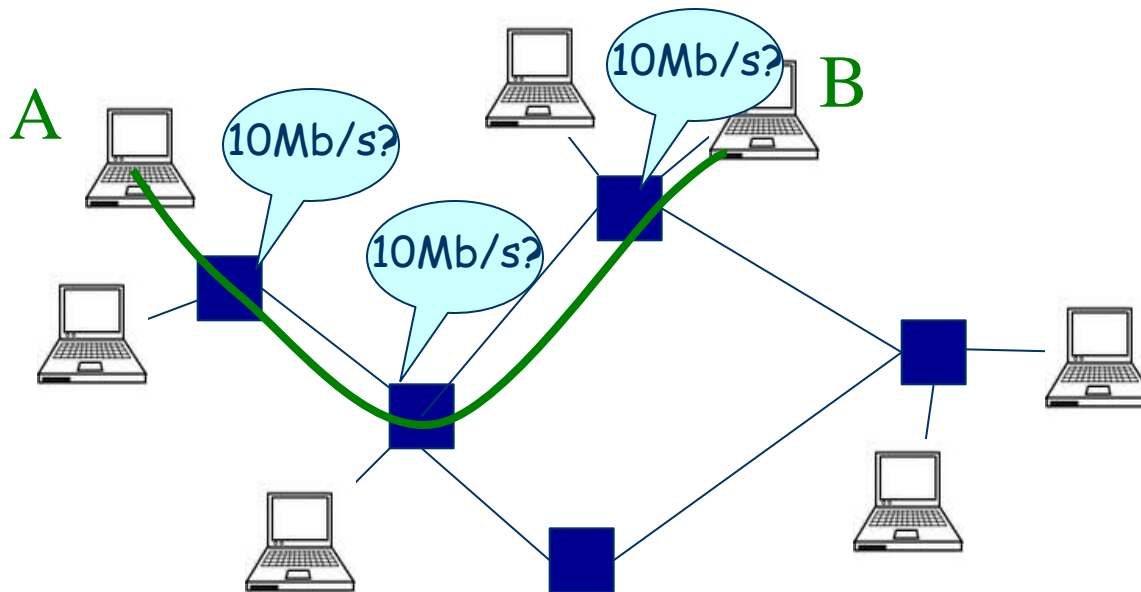


# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή κυκλώματος

Η πηγή δεσμεύει πόρους κατά μήκος της διαδρομής.



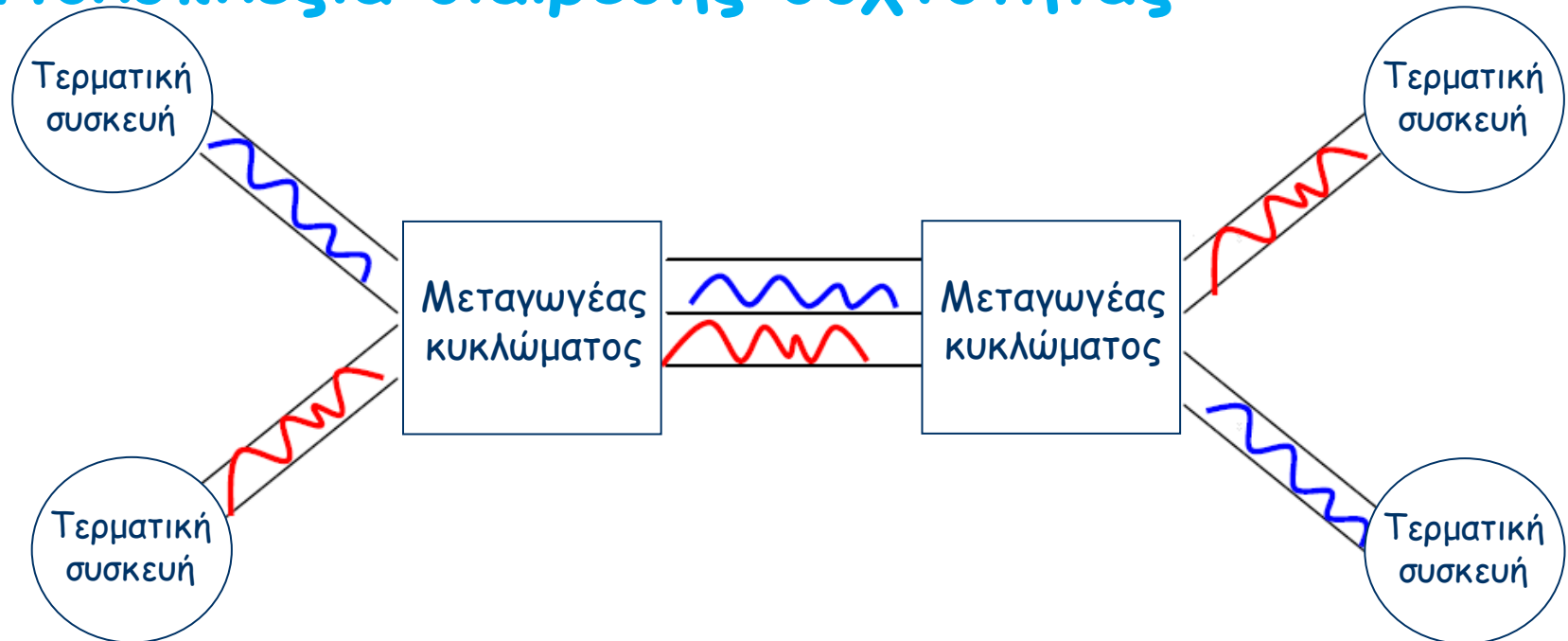
- (1) Το τερματικό A στέλνει μια αίτηση κράτησης
- (2) Οι ενδιάμεσοι μεταγωγείς εγκαθιστούν μια σύνδεση - "κύκλωμα"
- (3) Το A αρχίζει την αποστολή δεδομένων
- (4) Το A στέλνει μήνυμα "διακοπής του κυκλώματος"



## Υλοποίηση της μεταγωγής κυκλώματος

- Υπάρχουν τρεις τρόποι για την υλοποίηση της μεταγωγής κυκλώματος:
  - Πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας (Frequency Division Multiplexing, FDM)
  - Πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου (Time Division Multiplexing, TDM)
  - Πολυπλεξία διαίρεσης μήκους κύματος (Wavelength Division Multiplexing, WDM)

## Πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας



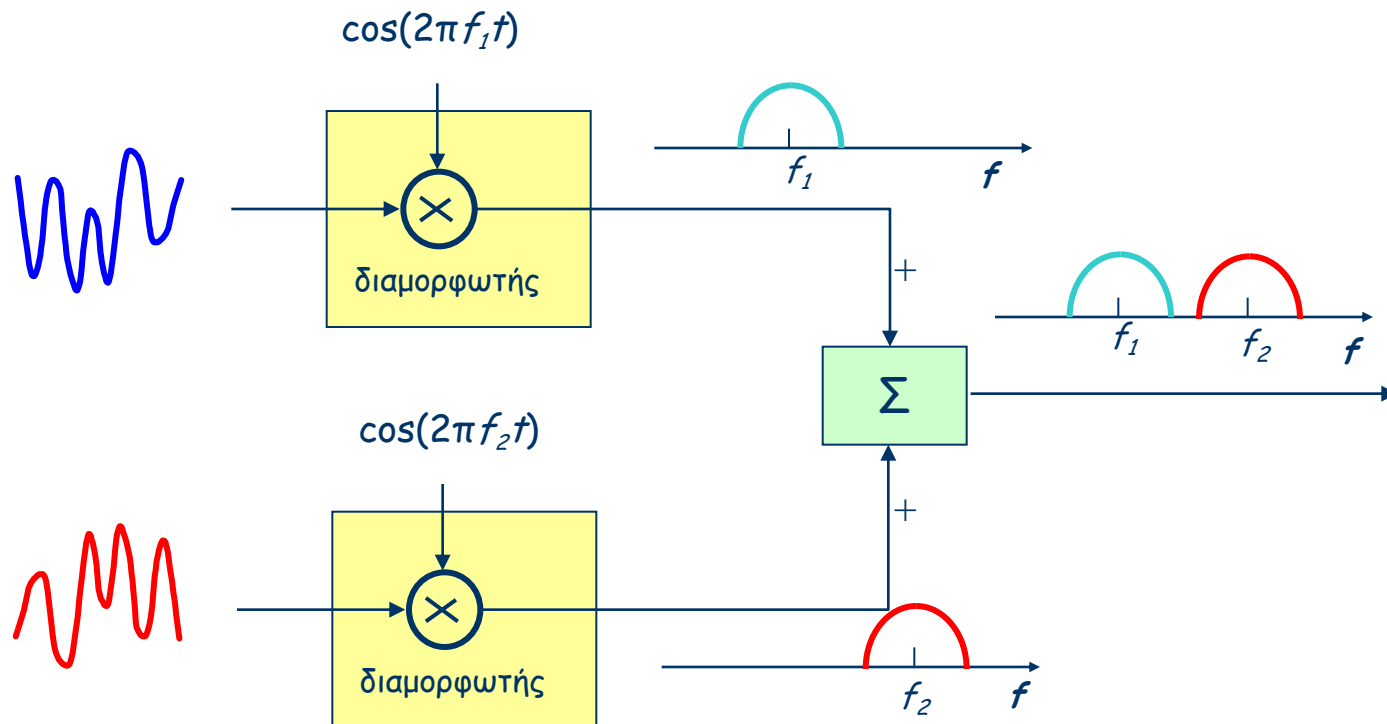
- Ένας μεταγωγέας κυκλώματος πολυπλέκει πολλαπλές συνομιλίες σε μια ζεύξη μεγάλου εύρους ζώνης.
- Κάθε κύκλωμα λαμβάνει ένα σταθερό εύρος ζώνης. Η συχνότητα κάθε συνομιλίας μετατοπίζεται, ώστε να μην παρεμβάλλει με τις υπόλοιπες.



# Βασικές έννοιες

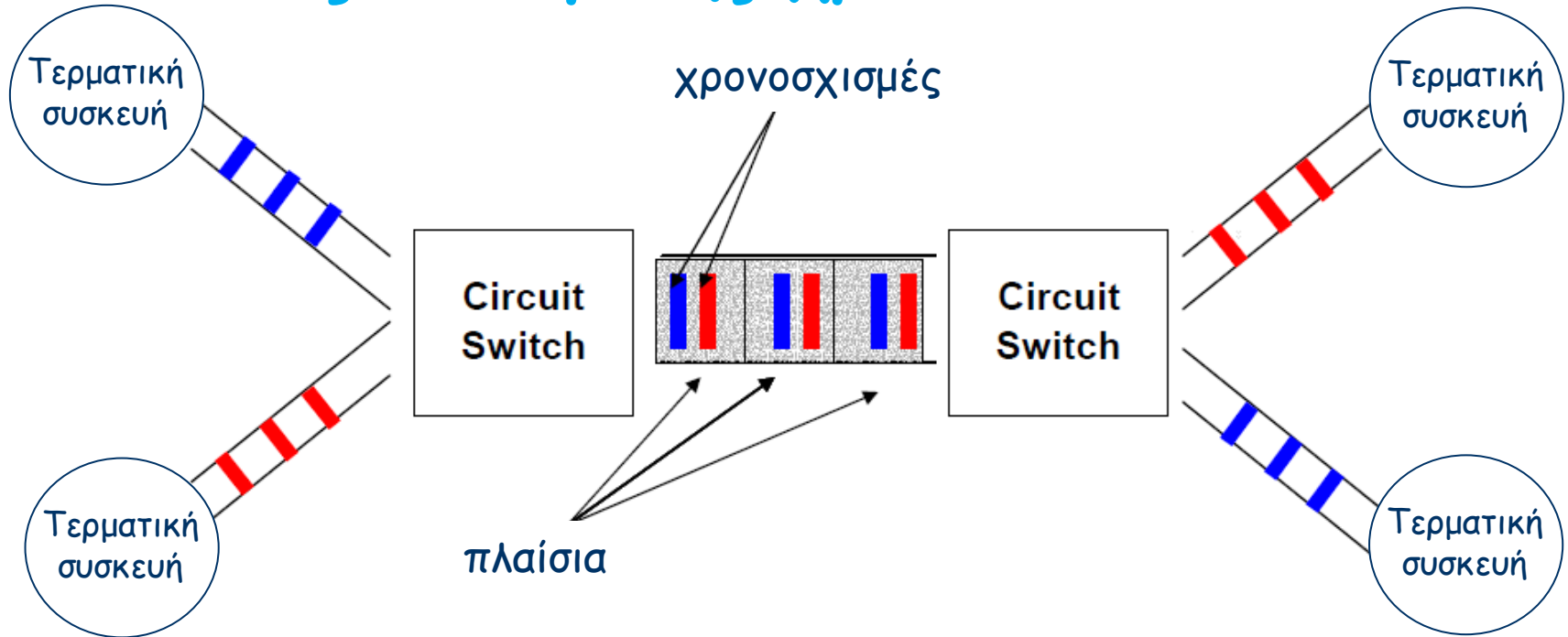


## Πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας





## Πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου

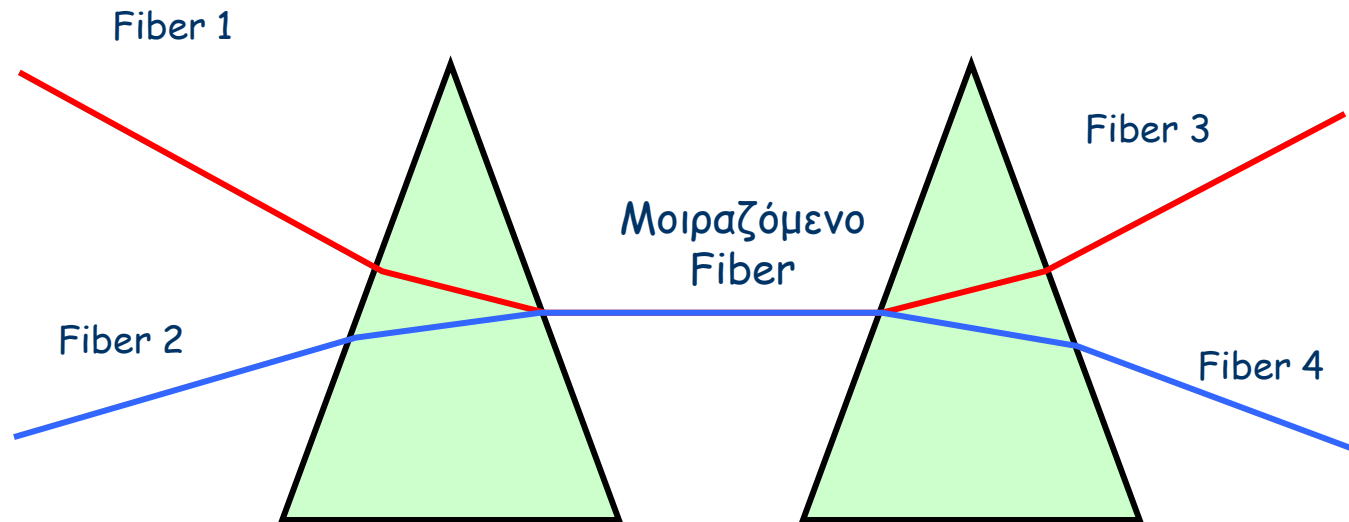


- Ο χρόνος διαιρείται σε πλαίσια σταθερής διάρκειας.
- Κάθε πλαίσιο έχει σταθερό αριθμό χρονοσχισμών σταθερής διάρκειας.
- Κάθε κύκλωμα λαμβάνει μία ή περισσότερες χρονοσχισμές σε κάθε πλαίσιο.

# Βασικές έννοιες



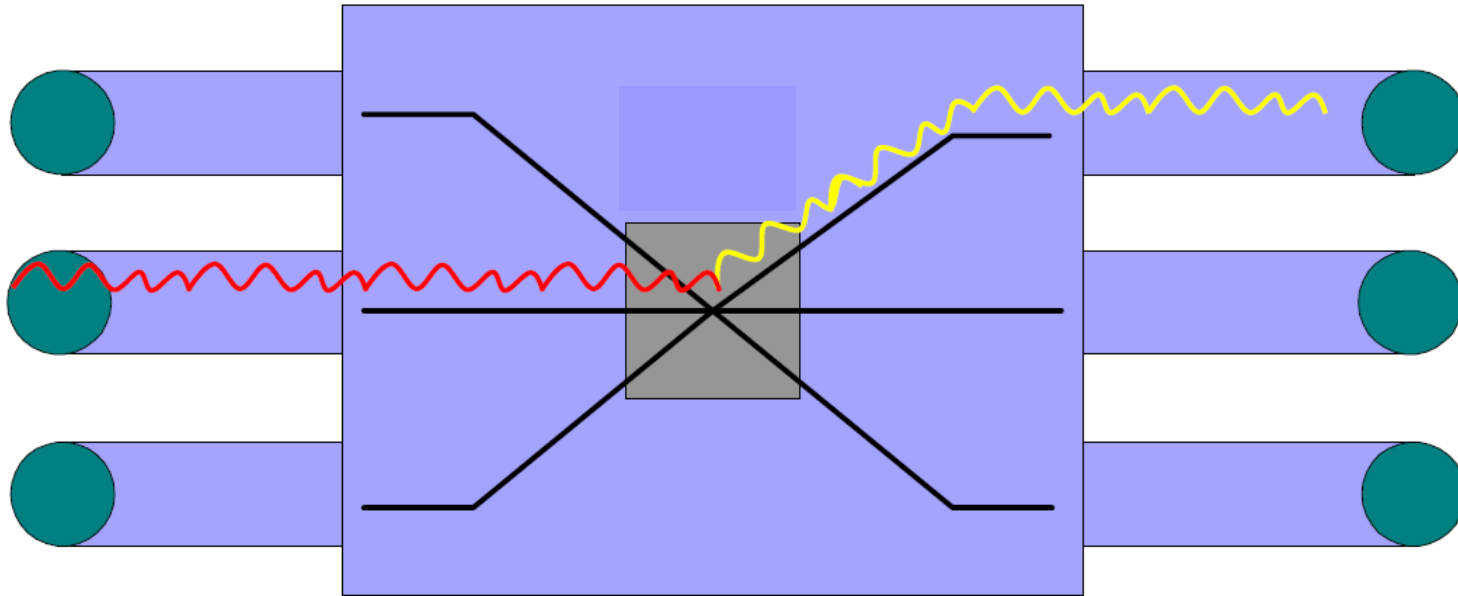
## Πολυπλεξία διαίρεσης μήκους κύματος



# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγέας κυκλώματος

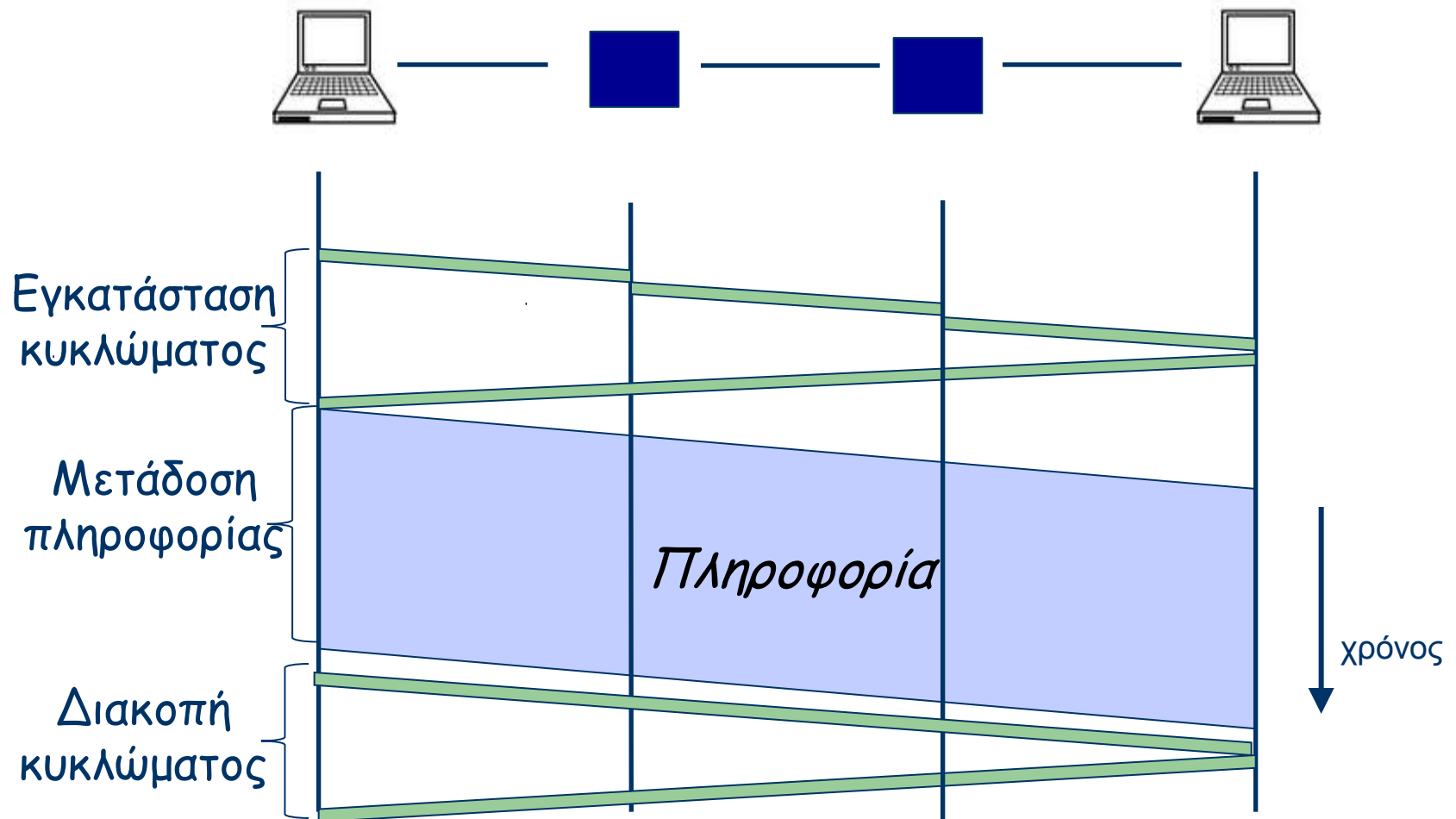


- Ο μεταγωγέας κυκλώματος μεταφέρει ένα κύκλωμα από μια ζεύξη εισόδου σε μια ζεύξη εξόδου.
- Ο μεταγωγέας κυκλώματος επανεκχωρεί συχνότητες (FDM) ή χρονοσχισμές (TDM).
- Δεν υπάρχουν καθυστερήσεις αναμονής.

# Βασικές έννοιες



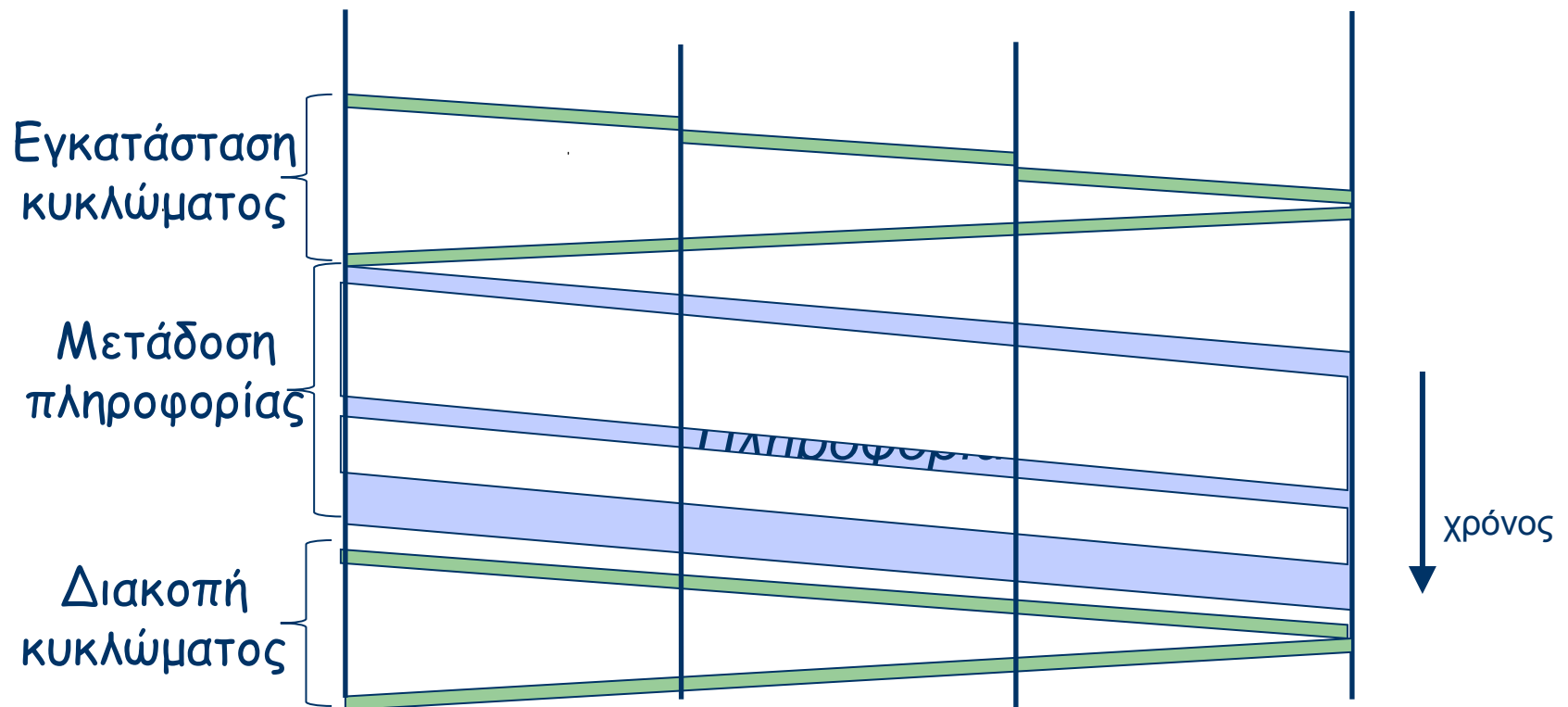
## Μεταγωγή κυκλώματος: χρονοδιάγραμμα



# Βασικές έννοιες



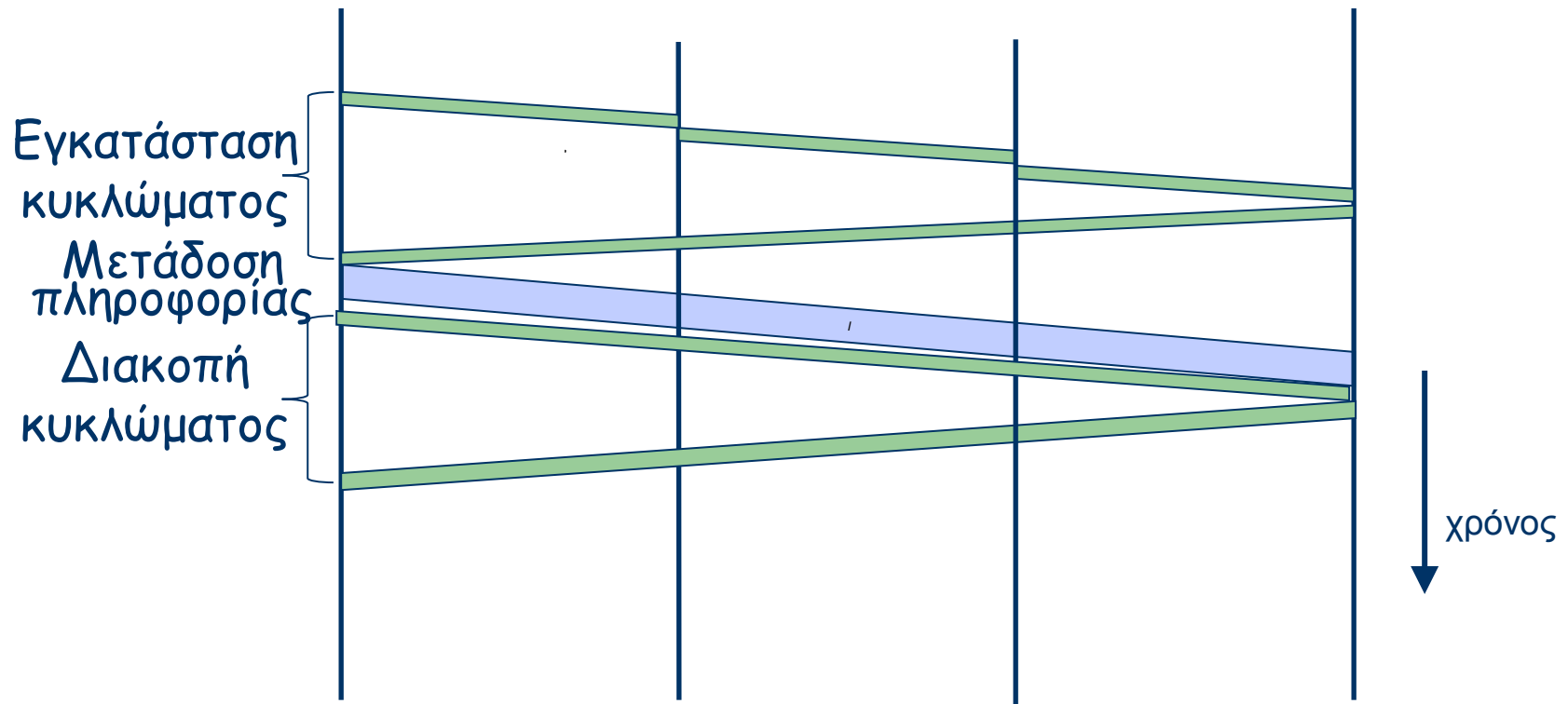
## Μεταγωγή κυκλώματος: χρονοδιάγραμμα



# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή κυκλώματος: χρονοδιάγραμμα





## Μεταγωγή κυκλώματος: υπέρ και κατά

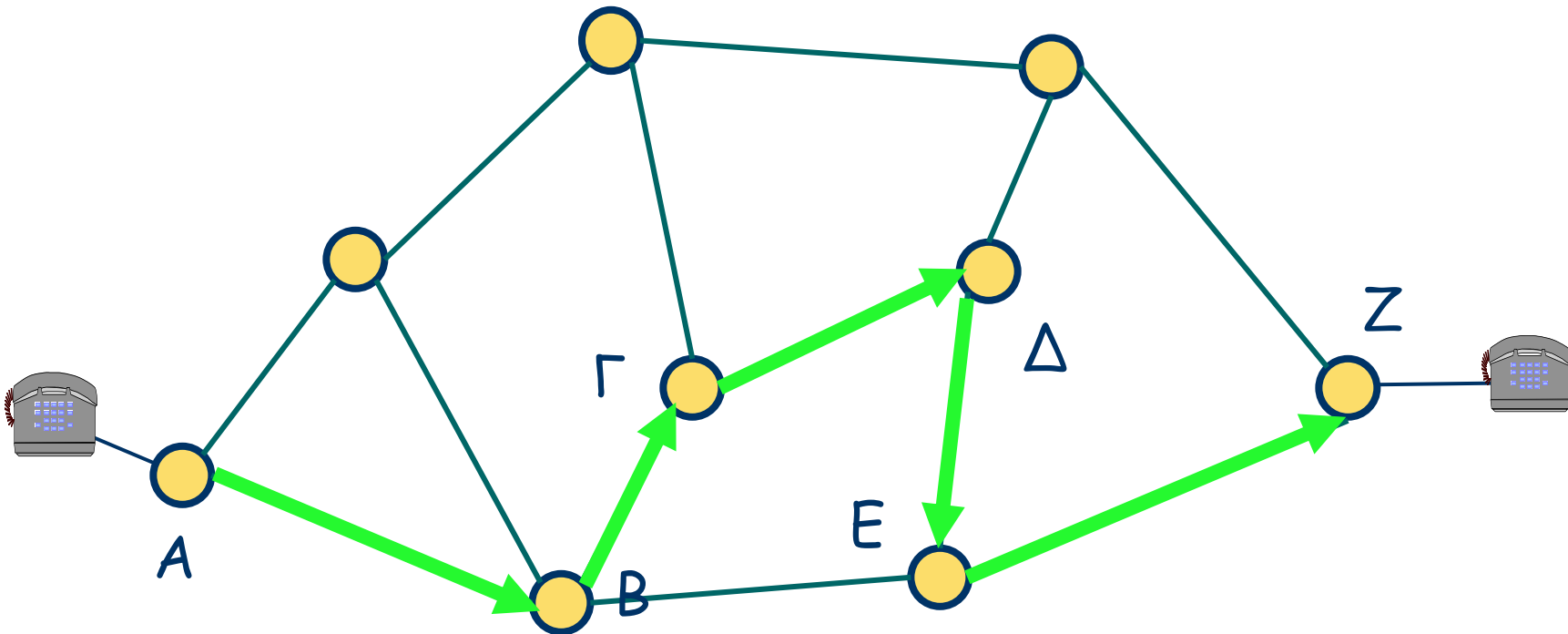
- Η μεταγωγή κυκλώματος έχει μερικές ελκυστικές ιδιότητες:
  - Ταχεία και απλή μεταφορά πληροφορίας, μετά την εγκατάσταση του κυκλώματος.
  - Προβλέψιμη επίδοση, αφού το κύκλωμα παρέχει απομόνωση από τους άλλους χρήστες.
  - Εγγυημένο εύρος ζώνης.
- Αλλά έχει και μερικά μειονεκτήματα:
  - Πώς να αντιμετωπίσει την εκρηκτική (bursty) κίνηση;
    - Το κύκλωμα παραμένει αδρανές για πολλά χρονικά διαστήματα.
  - Πώς να αντιμετωπιστούν οι χρήστες με διαφορετικές ανάγκες εύρους ζώνης;
    - Θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν πολλαπλά κυκλώματα.
- Εναλλακτική λύση: μεταγωγή πακέτου.



# Βασικές έννοιες



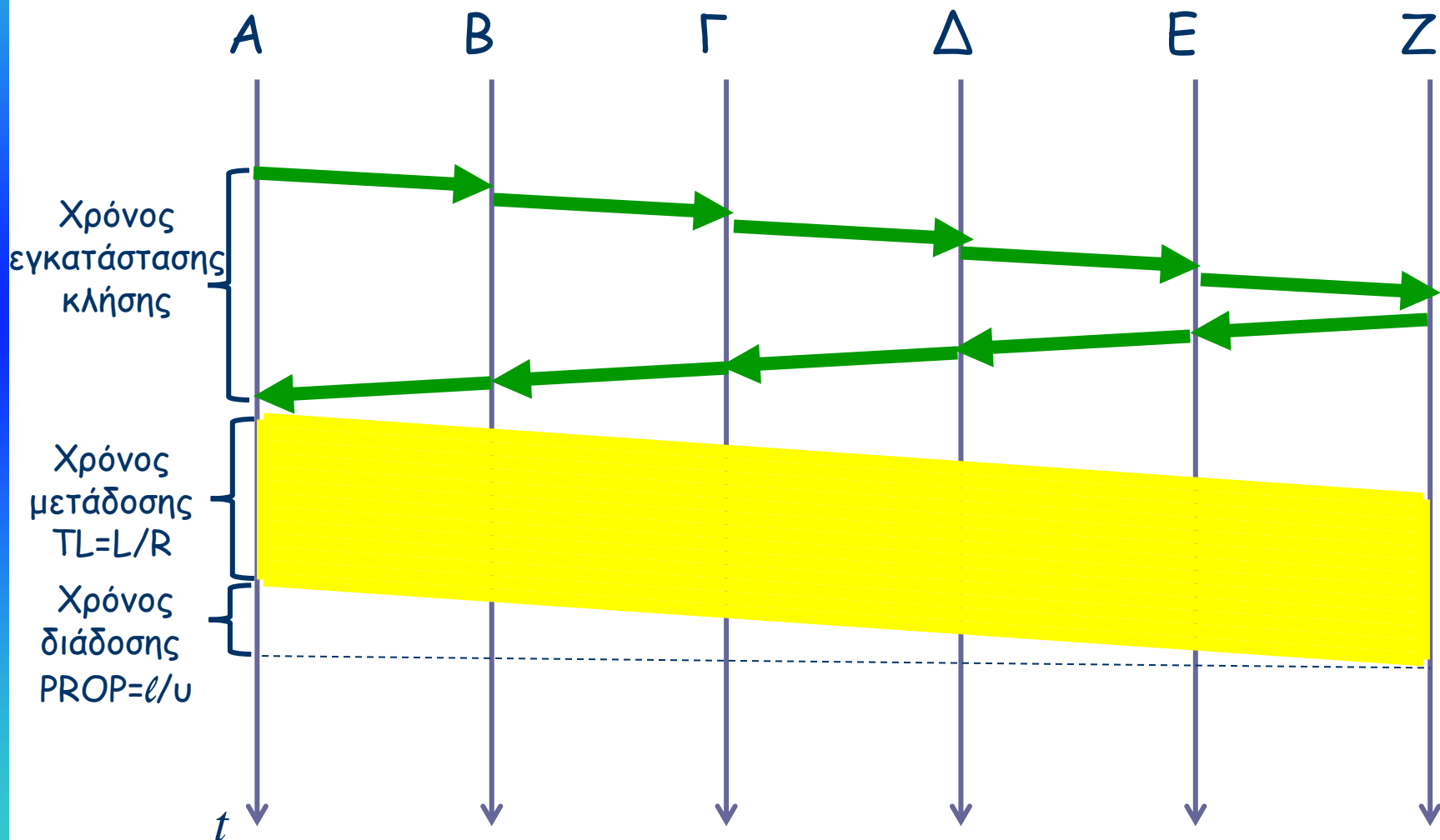
## Μεταγωγή κυκλώματος



# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή κυκλώματος

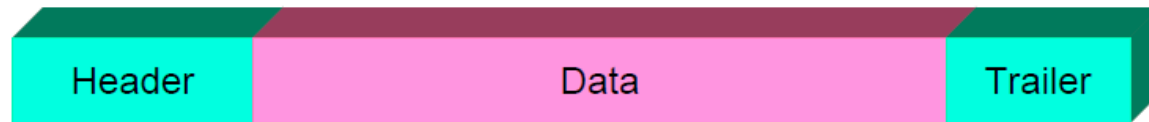


# Βασικές έννοιες

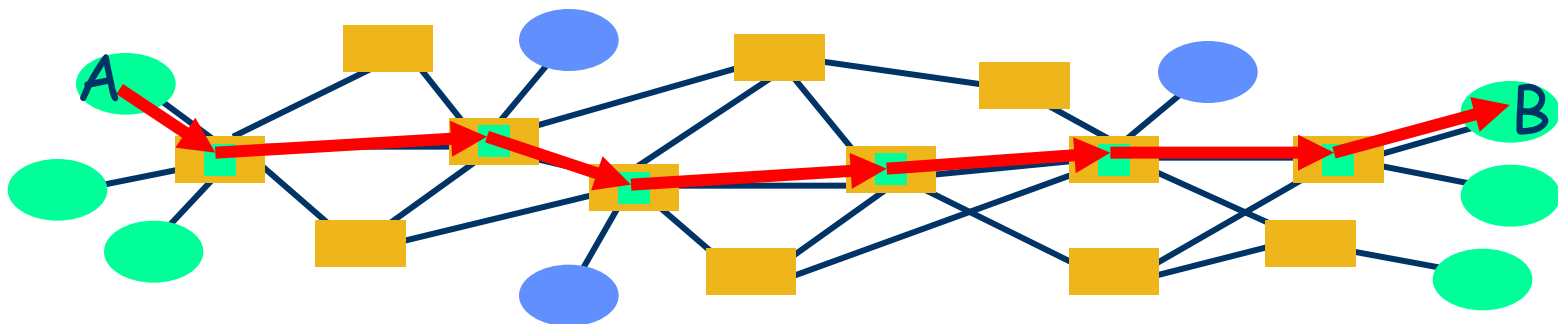


## Μεταγωγή πακέτου

- Η πληροφορία στέλνεται ως σύνολο από σχηματισμένες ακολουθίες bit, τα πακέτα, που έχουν την ακόλουθη μορφή:



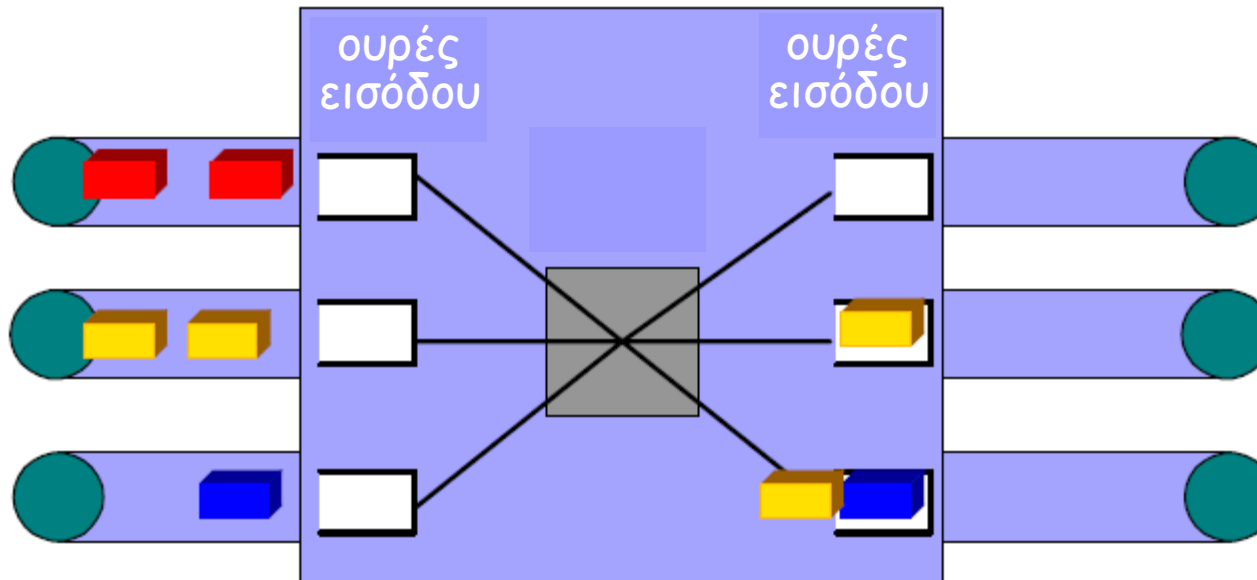
- Η επικεφαλίδα και η ουρά περιέχουν πληροφορίες ελέγχου
- Κάθε πακέτο στο δίκτυο πηγαίνει από κόμβο σε κόμβο ακολουθώντας κάποια διαδρομή.
- Σε κάθε κόμβο λαμβάνεται όλο το πακέτο, αποθηκεύεται προσωρινά και στη συνέχεια προωθείται στον επόμενο κόμβο (store-and-forward).



# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή πακέτου

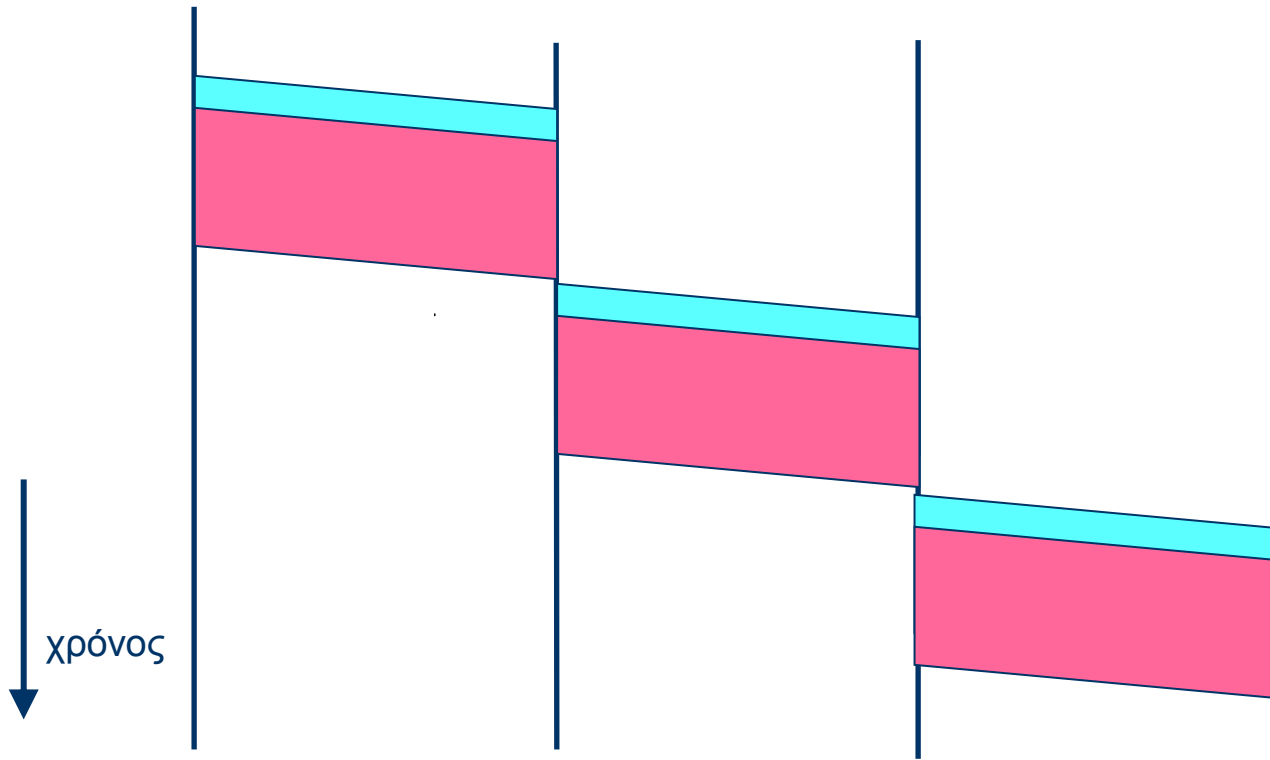


Μεταγωγέας πακέτου

# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή πακέτου: χρονοδιάγραμμα

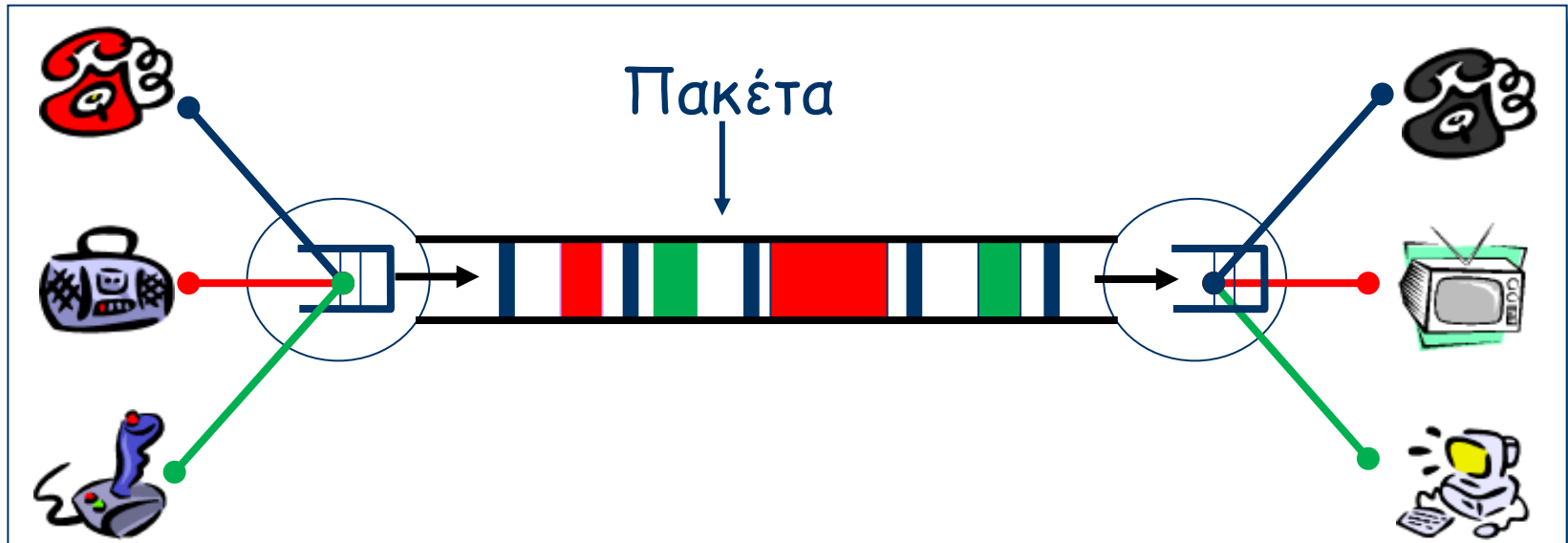


Ο χρόνος επεξεργασίας του πακέτου σε κάθε κόμβο θεωρείται συνήθως αμελητέος

# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή πακέτου - στατιστική πολυπλεξία

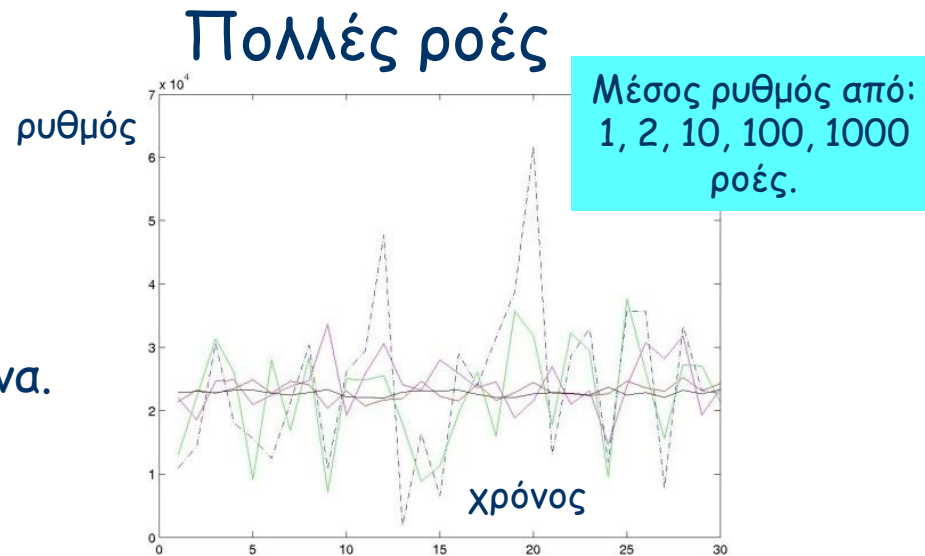
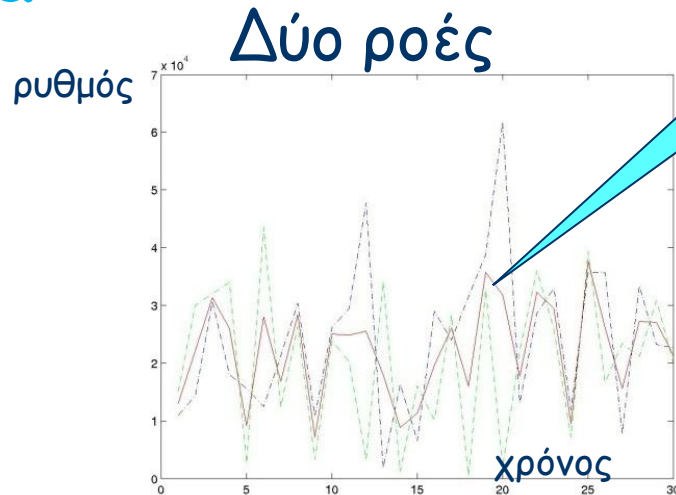
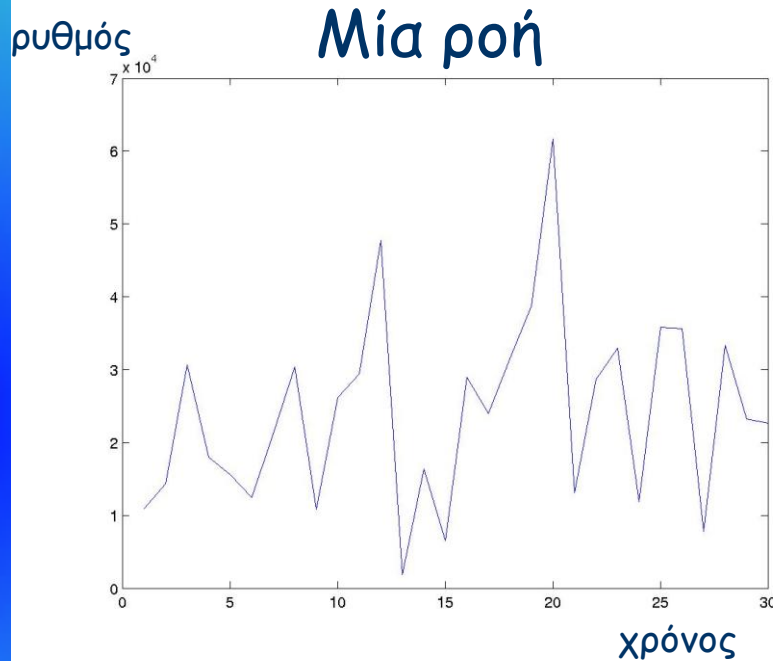


- Όταν εισέρχονται πολλές ροές στην ίδια ζεύξη, ο κόμβος μεταγωγής κρίνει ποια είσοδος θα εξυπηρετηθεί.
- Κάθε πακέτο οδεύει ανεξάρτητα στη ζεύξη.
- Δεν δεσμεύονται πόροι στη ζεύξη εκ των προτέρων. Η μεταγωγή πακέτου εκμεταλλεύεται τη στατιστική πολυπλεξία.

# Βασικές έννοιες



## Στατιστική πολυπλεξία

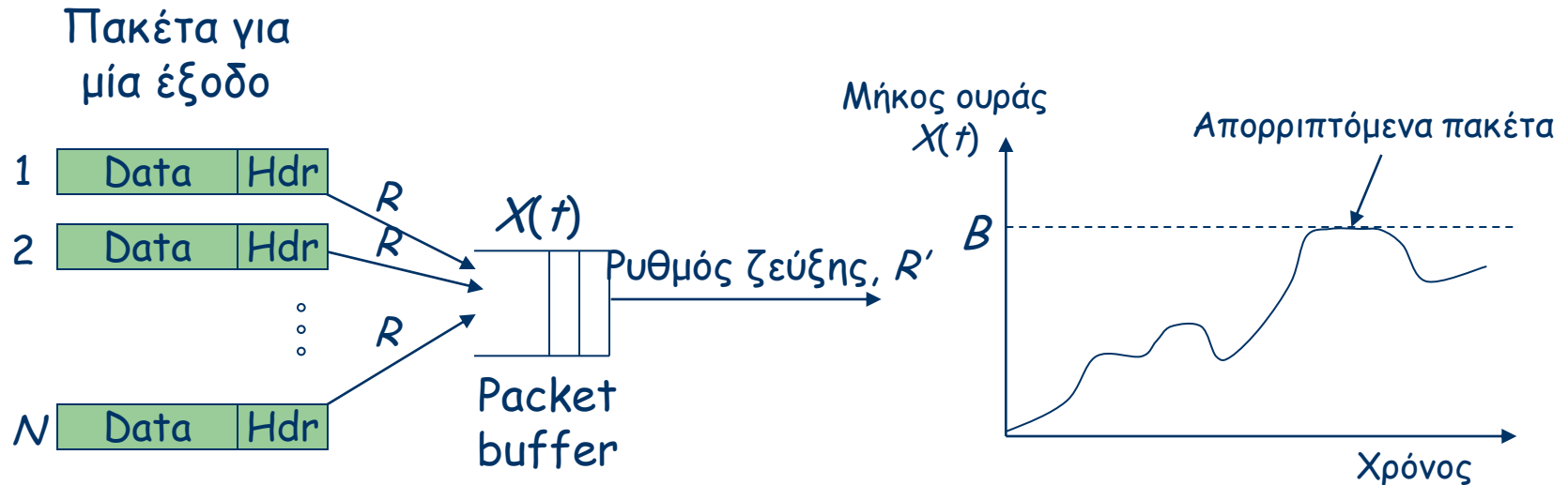


- ❖ Όταν η κίνηση είναι εκρηκτική, ο ρυθμός αλλάζει συχνά.
- ❖ Τα μέγιστα από διαφορετικές ροές εμφανίζονται γενικά ετεροχρονισμένα.
- ❖ Αποτέλεσμα: οι πολλές ροές έχουν ομαλότερη κίνηση.

# Βασικές έννοιες



## Στατιστική πολυπλεξία



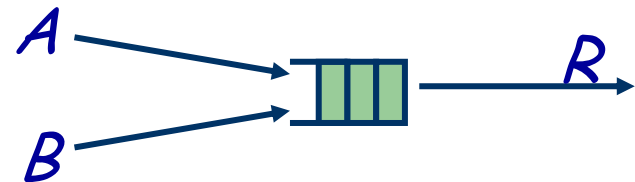
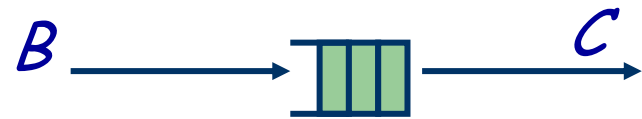
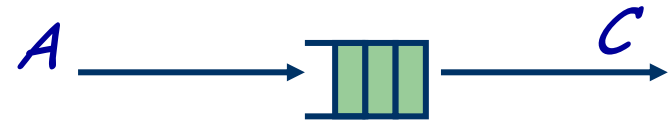
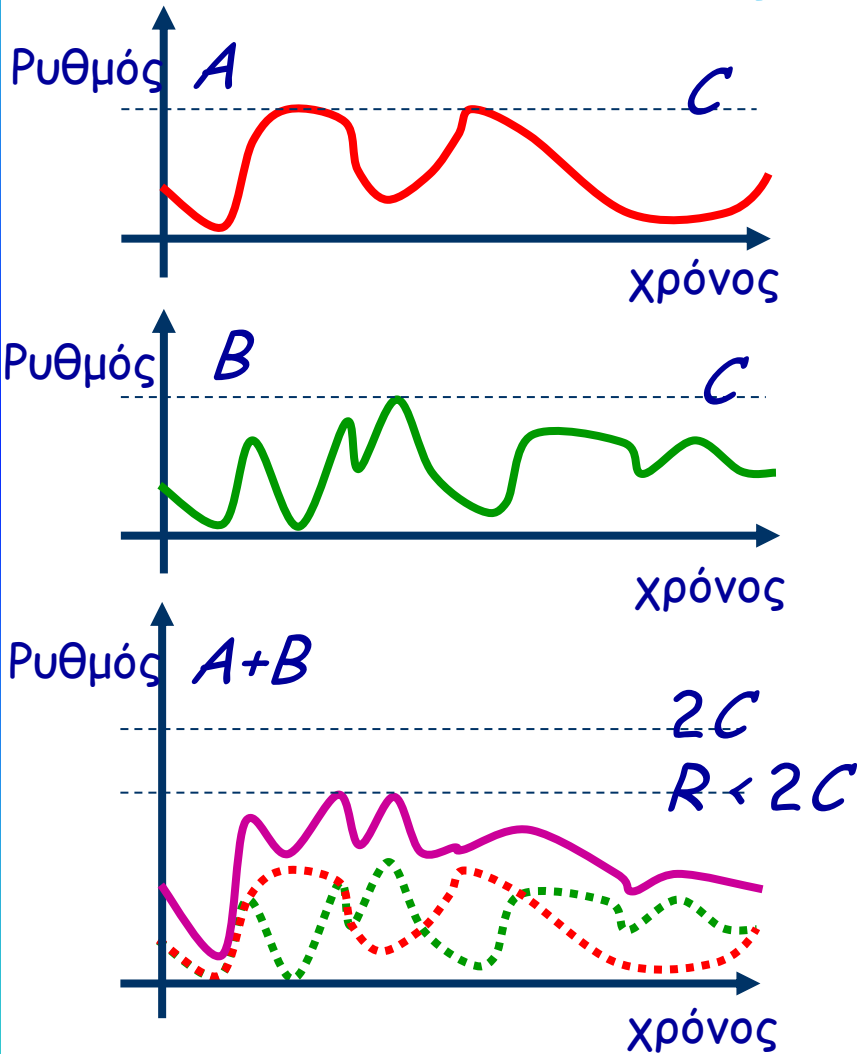
- Επειδή το buffer απορροφά τις εκρήξεις, η ζεύξη εξόδου δεν χρειάζεται να λειτουργεί με ρυθμό  $N \times R$ .
- Αλλά το buffer έχει πεπερασμένο μήκος  $B$ , οπότε θα υπάρχουν απώλειες.



# Βασικές έννοιες



## Στατιστική πολυπλεξία



Κέρδος στατιστικής  
πολυπλεξίας =  $2C/R$



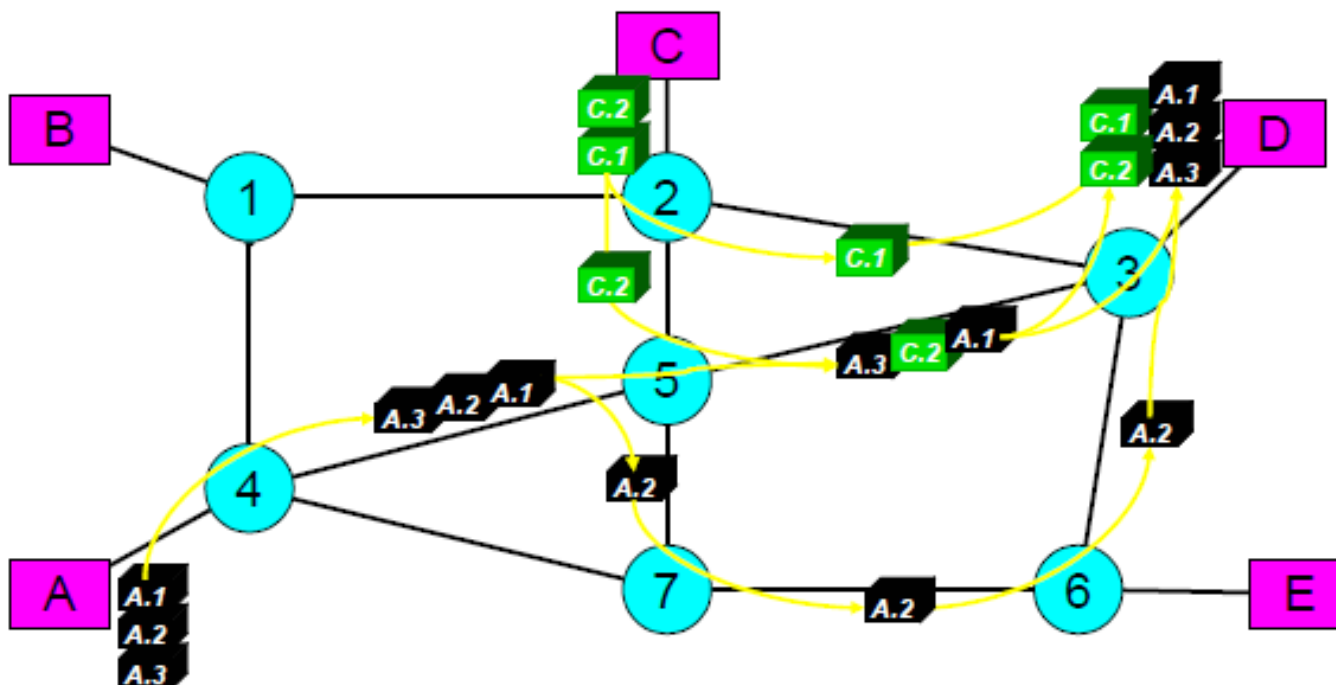
## Μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων

- Οι κόμβοι του δικτύου επεξεργάζονται κάθε πακέτο χωριστά.
- Αν ο σταθμός A στέλνει δύο πακέτα το ένα μετά το άλλο στον B μέσω ενός δικτύου μεταγωγής πακέτου, το δίκτυο δεν γνωρίζει αν τα πακέτα είναι στην ίδια ροή. Στην πραγματικότητα, τα δύο πακέτα μπορεί να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές.
- Επιπτώσεις από τη μεταγωγή πακέτου:
  - Μια ακολουθία πακέτων μπορεί να ληφθεί με διαφορετική σειρά από εκείνη που στάλθηκε.
  - Η επικεφαλίδα κάθε πακέτου πρέπει να περιέχει την πλήρη διεύθυνση του προορισμού.

# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων



# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων: ορισμοί

- **Μήκος πακέτου,  $P$** , είναι το μήκος του πακέτου σε bits.
- **Μήκος ζεύξης,  $\ell$** , είναι το μήκος της ζεύξης σε μέτρα.
- **Ρυθμός μετάδοσης,  $R$** , είναι ο ρυθμός με τον οποίο μπορούν να σταλούν τα bit (bits/sec, ή bps).
- **Καθυστέρηση διάδοσης,  $PROP$** , είναι ο χρόνος για να διανύσει ένα bit μια ζεύξη μήκους  $\ell$ .

$$PROP = \ell / v.$$

- **Χρόνος μετάδοσης,  $TRANSP$** , είναι ο χρόνος για να μεταδοθεί ένα πακέτο μήκους  $P$ .

$$TRANSP = P / R.$$

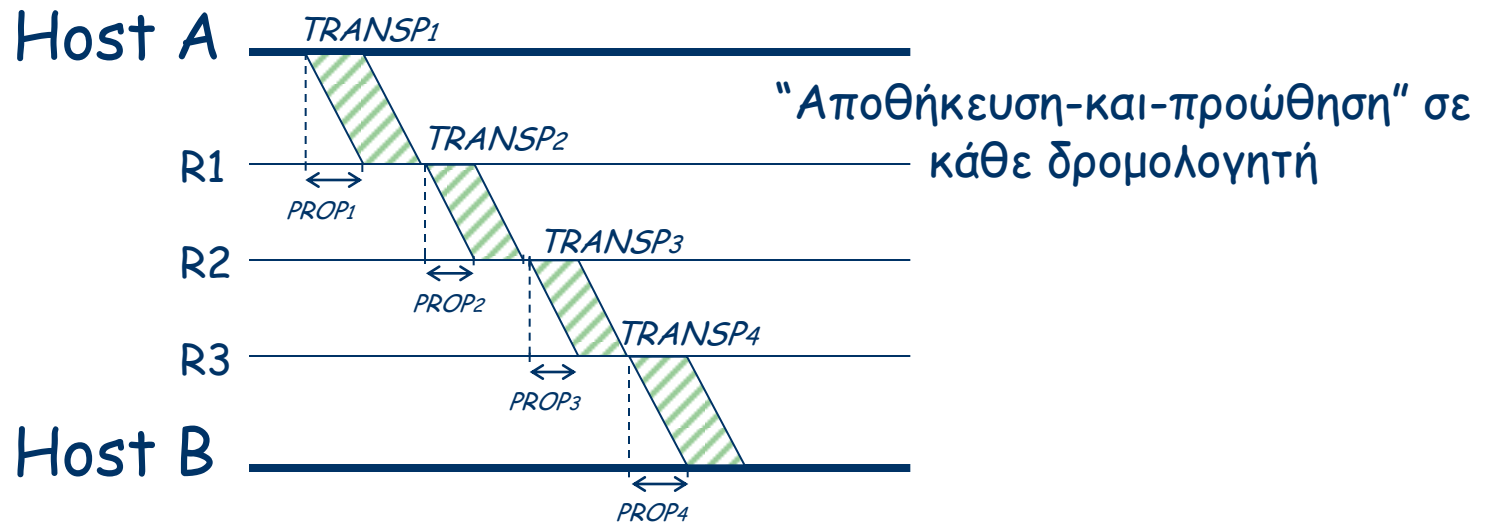
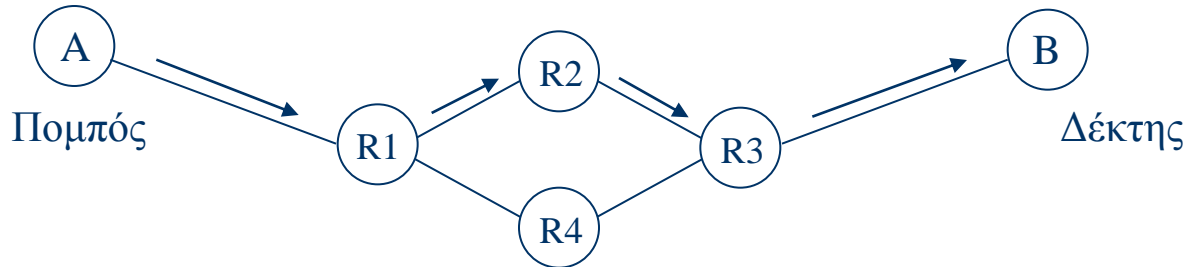
- **Συνολική καθυστέρηση**, είναι ο χρόνος από τη στιγμή που αρχίζει η μετάδοση του πρώτου bit στον πομπό, μέχρι να ληφθεί και το τελευταίο bit στον δέκτη. Σε μία ζεύξη:

$$\text{συνολική καθυστέρηση} = PROP + TRANSP.$$

# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων



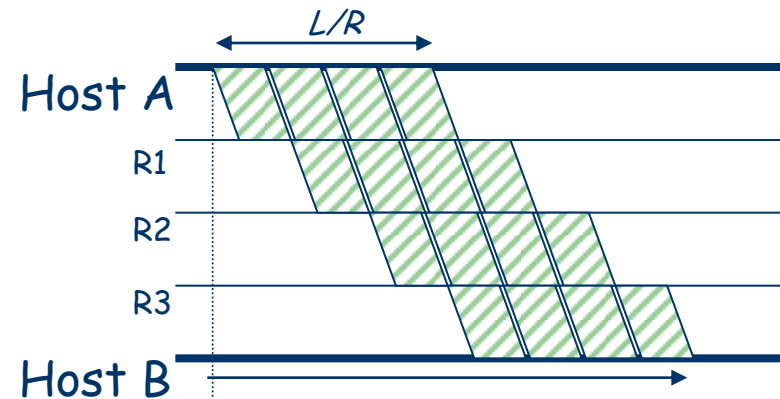
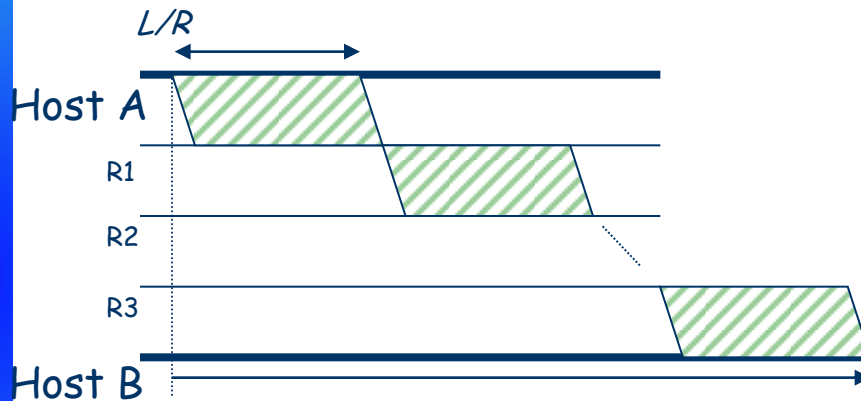
$$\text{Ελάχιστη καθυστέρηση απ' άκρησ' άκρη} = \sum_i (TRANSP_i + PROP_i)$$

# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων

*Γιατί να μη στέλνεται όλο το μήνυμα σε ένα πακέτο;*

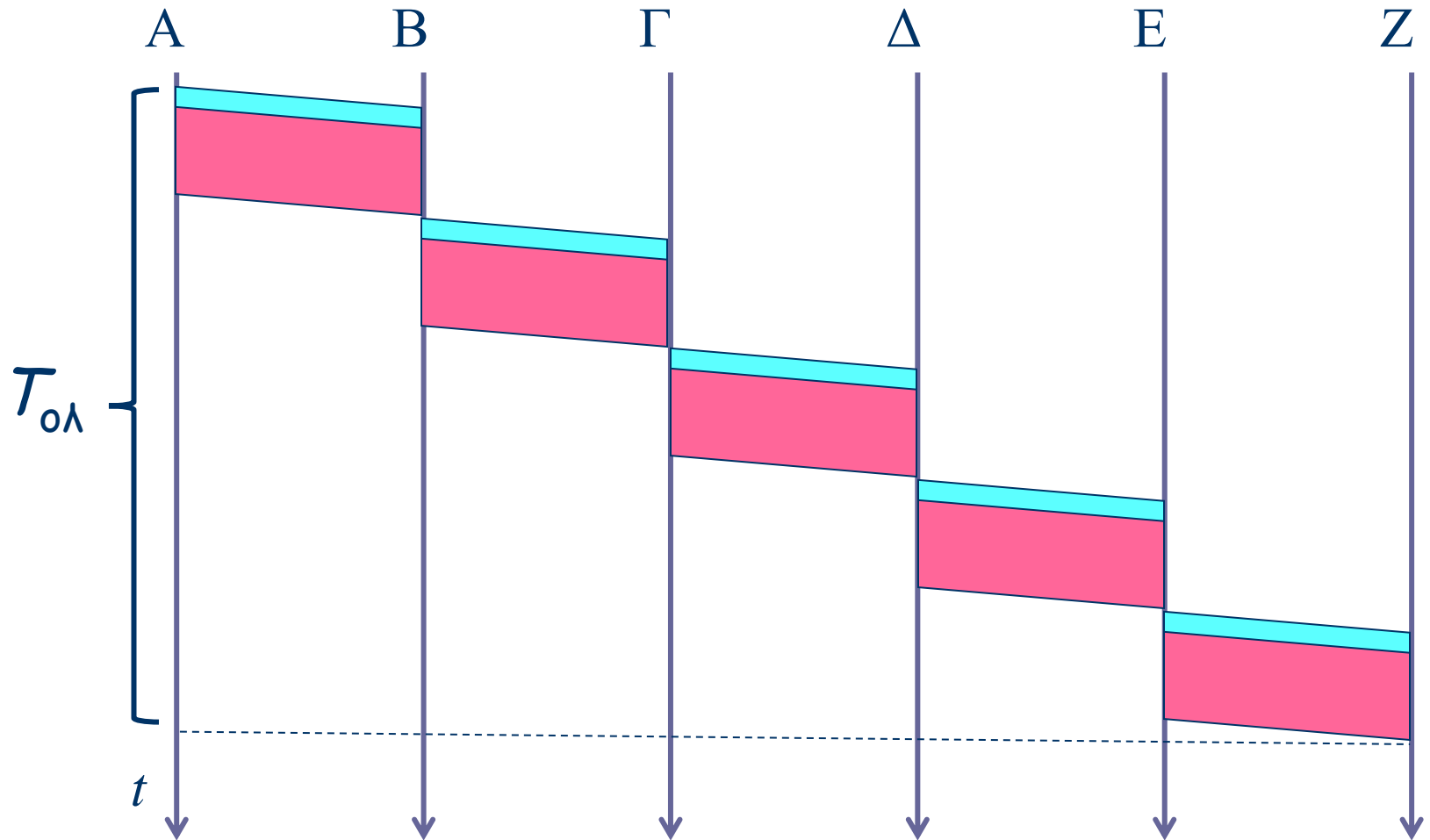


Η διάσπαση του μηνύματος σε πακέτα επιτρέπει την παράλληλη μετάδοση στις ζεύξεις κατά μήκος της διαδρομής, περιορίζοντας έτσι τη συνολική καθυστέρηση. Εμποδίζει, επίσης, τη "μονοπώληση" μιας ζεύξης για πολύ χρόνο από ένα μήνυμα.

# Βασικές έννοιες



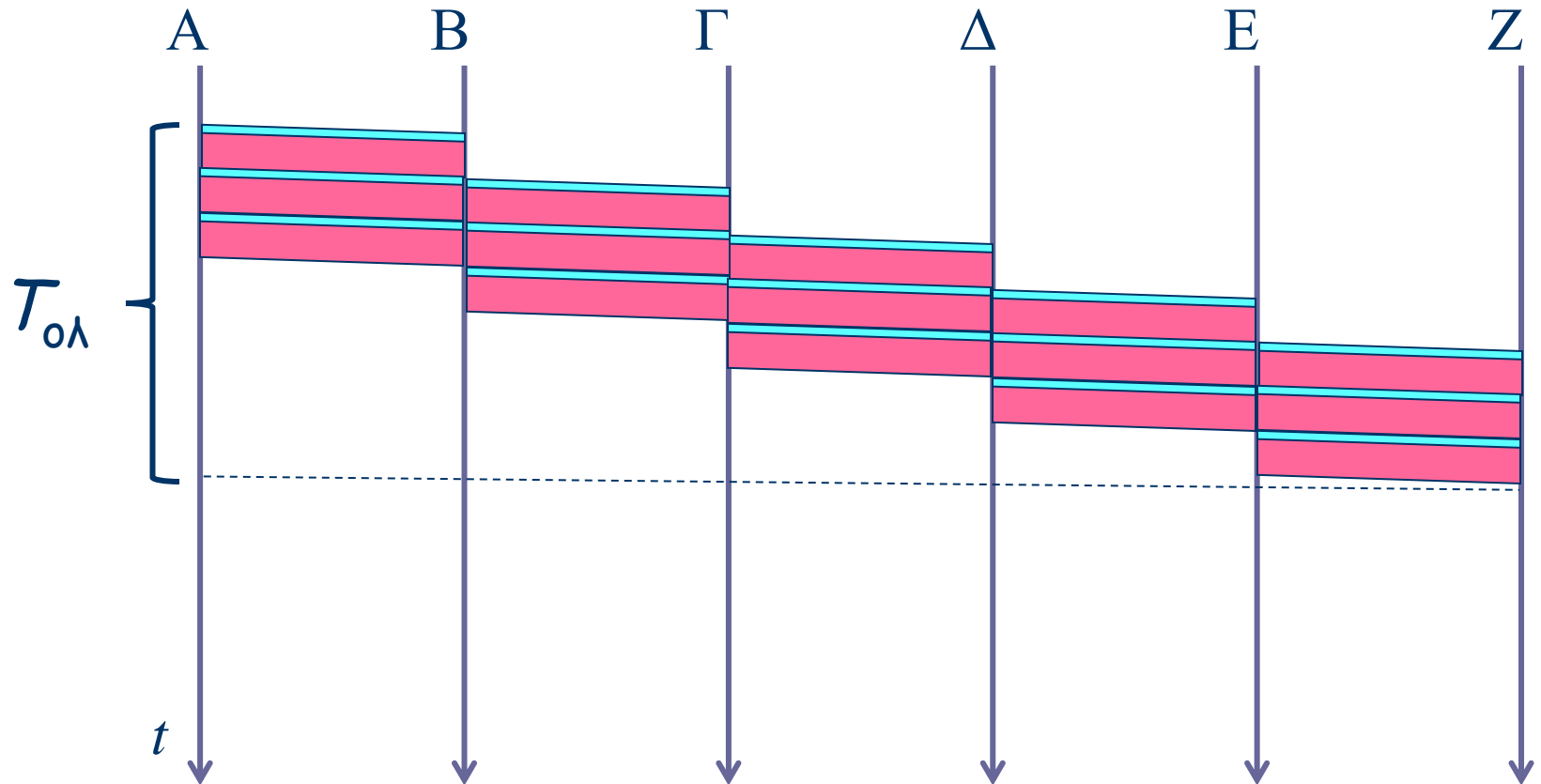
## Μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων



# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων







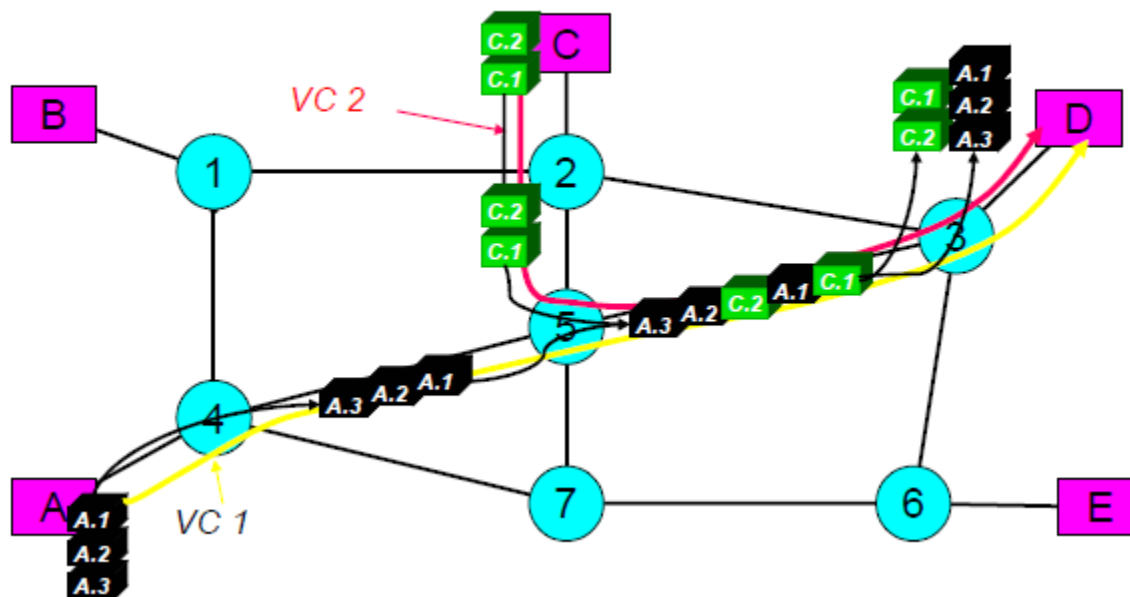
## Μεταγωγή πακέτων με νοητά κυκλώματα

- Η μεταγωγή πακέτων με νοητά κυκλώματα είναι ένα μείγμα μεταγωγής κυκλώματος και μεταγωγής πακέτου.
- Όλα τα δεδομένα μεταδίδονται ως πακέτα.
- Όλα τα πακέτα που ανήκουν σε μια ακολουθία στέλνονται μέσω της ίδιας προ-εγκατεστημένης διαδρομής (νοητό κύκλωμα).
- Υπάρχει εξασφαλισμένη παράδοση των πακέτων σύμφωνα με τη σειρά αποστολής τους.
- Ωστόσο, πακέτα από διαφορετικά νοητά κυκλώματα μπορεί να παρεμβάλλονται.

# Βασικές έννοιες



## Μεταγωγή πακέτων με νοητά κυκλώματα





## Μεταγωγή πακέτων με νοητά κυκλώματα

- Η επικοινωνία με νοητά κυκλώματα περιλαμβάνει τρεις φάσεις:
  1. Εγκατάσταση νοητού κυκλώματος
  2. Μεταφορά δεδομένων
  3. Κλείσιμο νοητού κυκλώματος

Σημείωση: Οι επικεφαλίδες των πακέτων δεν χρειάζεται να περιέχουν την πλήρη διεύθυνση του προορισμού.



# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Τι είναι ένα δίκτυο επικοινωνιών

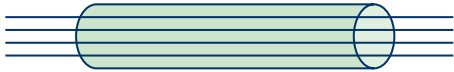
- Σύνολο από κόμβους και ζεύξεις που τους συνδέουν;
- Ασαφής ορισμός, δεδομένου ότι έχουμε διάφορα δίκτυα επικοινωνιών:
  - Internet
  - Σταθερό τηλεφωνικό δίκτυο
  - Δίκτυο κινητών επικοινωνιών
  - Τηλεοπτικό δίκτυο, ...



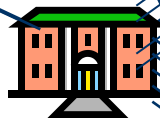
# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Τηλεφωνικό δίκτυο

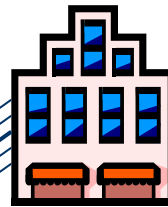
Σε κάθε συνδιάλεξη εκχωρούνται 64kb/s. Μια ζεύξη 2.5Gb/s μπορεί να μεταφέρει περίπου 39,000 συνδιαλέξεις.



Καλών



Αστικό κέντρο



Υπεραστικό κέντρο



Αστικό κέντρο



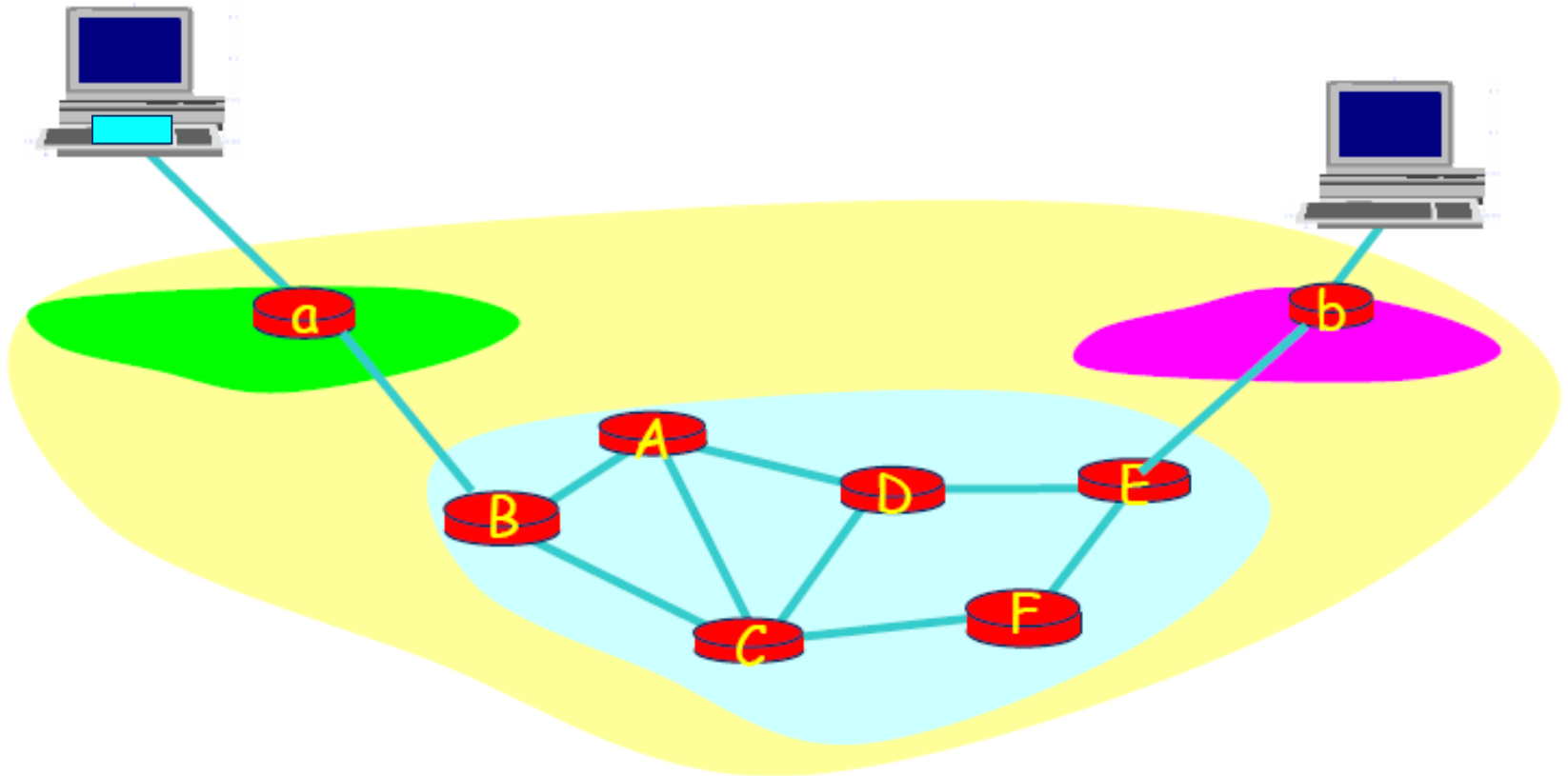
Καλούμενος

Συνδρομητικός βρόχος



# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Δίκτυο υπολογιστών





# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Υπηρεσίες

- **Ραδιοφωνία και τηλεόραση**
  - Παθητικός ο ρόλος του χρήστη
  - Σχετικά υψηλή αναμενόμενη ποιότητα υπηρεσίας
  - Ανεκτή η καθυστέρηση
- **Τηλεφωνία**
  - Απαίτηση για υπηρεσία πραγματικού χρόνου
  - Αξιοπιστία της σύνδεσης
  - Διαθεσιμότητα
  - Ασφάλεια και ιδιωτικό απόρρητο



# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Υπηρεσίες

- **Κινητή τηλεφωνία**
  - Χαμηλότερη ποιότητα λόγω κίνησης
  - Χαμηλότερη διαθεσιμότητα
  - Διαπομπή
  - Περιαγωγή
- **Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο**
  - Όχι απαίτηση για υπηρεσία πραγματικού χρόνου
  - Υπηρεσία χωρίς σύνδεση
  - Όχι αξιοπιστία
  - Ασφάλεια και ιδιωτικό απόρρητο





# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Υπηρεσίες

- **Video on demand**
  - Όχι απαίτηση για υπηρεσία πραγματικού χρόνου
  - Σταθερή ροή πλαισίων
  - Όχι μεγάλη διακύμανση καθυστέρησης
  - Ύπαρξη εντολών ελέγχου ανάλογων του video-player
- **Τηλεφωνική διάσκεψη**
  - Οι απαιτήσεις της τηλεφωνίας
  - Διασύνδεση όλων των συνομιλούντων
  - Συνδυασμός όλων των σημάτων φωνής



## Δίκτυα επικοινωνιών

- Κατανεμημένα συστήματα **υλικού** και **λογισμικού** που επιτρέπουν στους χρήστες των διαφόρων υπηρεσιών να ανταλλάσσουν πληροφορίες.
  - Τηλεφωνικό δίκτυο
  - Δίκτυο υπολογιστών
- **Μετατροπή** της πληροφορίας πριν τη μετάδοση και **ανακατασκευή** της στη λήψη

# Δίκτυα και υπηρεσίες



## Δίκτυα επικοινωνιών





# Δίκτυα και υπηρεσίες

Γιατί χρειαζόμαστε τη δικτυακή υποδομή;

- Για να στήσουμε πάνω τις υπηρεσίες.
- Για εξασφαλίσουμε πιο εύκολο σχεδιασμό και υλοποίηση των υπηρεσιών.
- Για να συνδέσουμε τους χρήστες οικονομικά και αποτελεσματικά.
- Ένα από τα βασικά προβλήματα σχεδιασμού των δικτύων είναι η εύρεση αποδοτικών τρόπων για την από κοινού χρήση των πόρων του δικτύου.



# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Σχεδίαση δικτύου

- Κάθε υπηρεσία έχει και διαφορετικές απαιτήσεις.
- Ο σχεδιαστής δικτύου πρέπει να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των χρηστών των υπηρεσιών κατά τον οικονομικότερο τρόπο.



# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Παράδειγμα: Υπηρεσία fax

- Πάνω από το τηλεφωνικό δίκτυο
  - Είναι υπηρεσία πραγματικού χρόνου, με επαλήθευση.
  - Η μετάδοση μπορεί να συνεπάγεται υπεραστική ή διεθνή χρέωση ανάλογα με την απόσταση.
- Μέσω Internet, με το έγγραφο ως συνημμένο στο e-mail
  - Είναι υπηρεσία μη πραγματικού χρόνου και συνήθως χωρίς επαλήθευση.
  - Το κόστος είναι πάρα πολύ μικρό και δεν εξαρτάται από την απόσταση.



# Δίκτυα και υπηρεσίες

Ποιοι εμπλέκονται στην παροχή και διανομή των υπηρεσιών;

- Πάροχος της υπηρεσίας
- Πάροχος / διαχειριστής του δικτύου
- Μεταπωλητής / διανομέας
- Συνδρομητής
- Χρήστης της υπηρεσίας



# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Ο κύκλος ζωής της υπηρεσίας

1. Σύλληψη της ιδέας, αρχικές απαιτήσεις και προδιαγραφές.
2. Σχεδιασμός, υλοποίηση, δοκιμές της υπηρεσίας.
3. Εγκατάσταση στο δίκτυο.
4. Συντήρηση.
5. Απόσυρση ή αντικατάσταση.





# Δίκτυα και υπηρεσίες

Γιατί πρέπει να μάθουμε για τα Δίκτυα Επικοινωνιών;

- Η σχεδίαση, κατασκευή και συντήρηση του υλικού εξοπλισμού και του λογισμικού για τα δίκτυα επικοινωνιών είναι μια ταχύτατα αναπτυσσόμενη περιοχή της τεχνολογίας.
  - Δίκτυα υπολογιστών
  - Δίκτυα κινητών και προσωπικών επικοινωνιών
  - Ολοκλήρωση των δικτύων
  - Δίκτυα υψηλών ταχυτήτων μετάδοσης
  - Νέες υπηρεσίες σε υπάρχοντα δίκτυα
  - ...



# Δίκτυα και υπηρεσίες

## Τι πρέπει να μάθουμε για τα Δίκτυα Επικοινωνιών;

Μια γενική κατανόηση του τρόπου οργάνωσης και των αρχών λειτουργίας των δικτύων επικοινωνιών, βοηθάει αυτόν που ασχολείται να τα χρησιμοποιεί πιο αποδοτικά.

- Ο **χρήστης**, κατανοώντας τις δυνατότητες του δικτύου, βελτιώνει την εργασιακή του παραγωγικότητα.
- Ο **διαχειριστής**, κατανοώντας τις δυνατότητες του δικτύου, ενημερώνει και εκσυγχρονίζει το υλικό και το λογισμικό, παρακολουθεί την επίδοση και εντοπίζει τα προβλήματα.



# Δίκτυα και υπηρεσίες

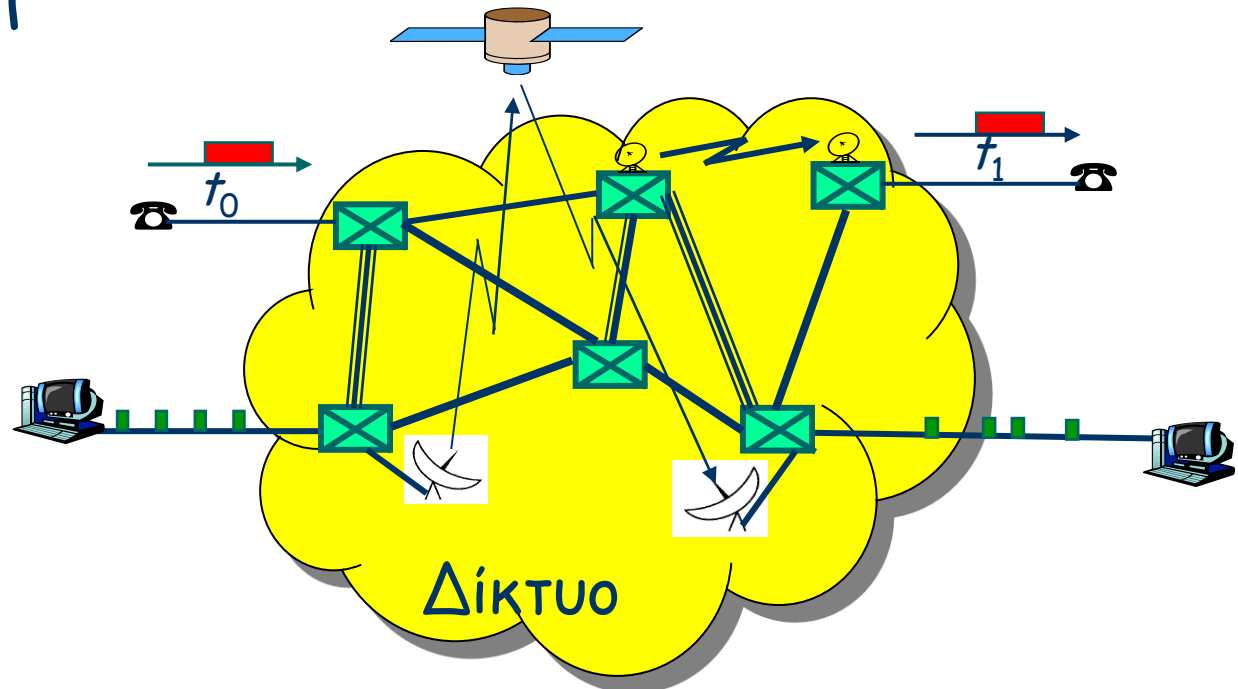
## Τι πρέπει να μάθουμε για τα Δίκτυα Επικοινωνιών;

- Ο **αγοραστής**, πριν επιλέξει, πρέπει να μπορεί να αναλύσει αν οι ανάγκες του ικανοποιούνται από τις δυνατότητες του δικτύου.
- Ο **σχεδιαστής** δικτύου πρέπει να είναι εξοικειωμένος με τις δυνατότητες των υπάρχοντων δικτύων και των τεχνολογιών τους, ώστε να μπορεί να εισάγει βελτιώσεις.



# Λειτουργίες δικτύου

- Μεταφορά πληροφορίας
  - Συνδέσεις (μέσα για τη ροή πληροφορίας)
    - Συστήματα μετάδοσης
    - Αναπαράσταση πληροφορίας
- Μεταγωγή





# Λειτουργίες δικτύου

- Διευθυνσιοδότηση
  - Ιεραρχική
  - Επίπεδα
- Δρομολόγηση
- Έλεγχος συμφόρησης: αποφυγή του συνωστισμού σε τμήματα του δικτύου.
- Ασφάλεια: διαφύλαξη των πληροφοριών από όσους θέλουν να τις υποκλέψουν.



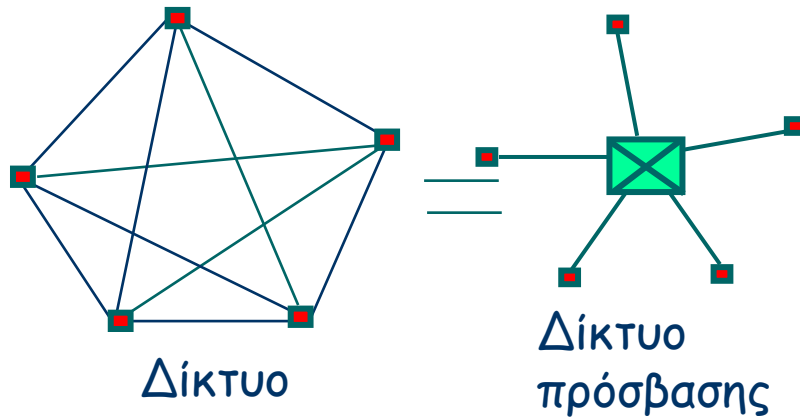
# Λειτουργίες δικτύου

- Παρουσίαση της πληροφορίας: εμφάνιση των πληροφοριών με την κατάλληλη κάθε φορά μορφή ανάλογα με το είδος τους και το διαθέσιμο τερματικό.
- Διαχείριση
- Διαλειτουργία με τα υπόλοιπα δίκτυα
- Τυποποίηση: επίτευξη συνεργασίας συσκευών και προγραμμάτων που προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές.

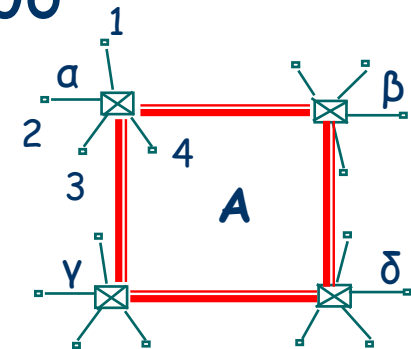


# Τοπολογία δικτύου

## ➤ Δίκτυο πρόσβασης



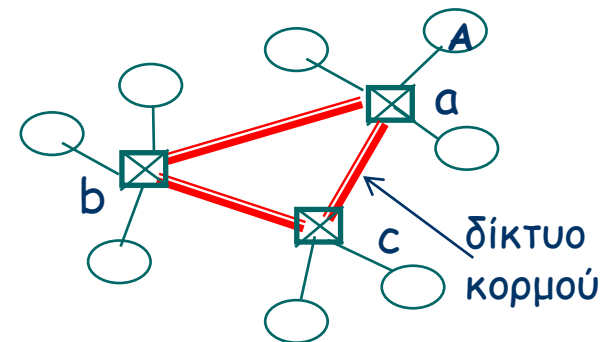
## ➤ Μητροπολιτικό δίκτυο



## ➤ Ζευκτικό δίκτυο

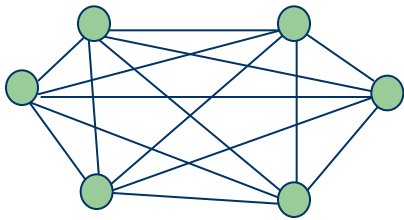


## ➤ Εθνικό δίκτυο

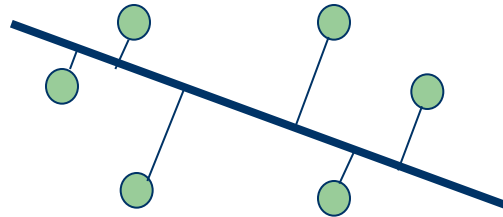




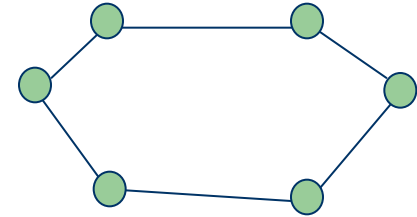
# Τοπολογία δικτύου



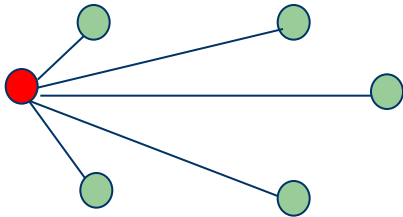
Πλήρως διασυνδεδεμένο  
(fully interconnected)



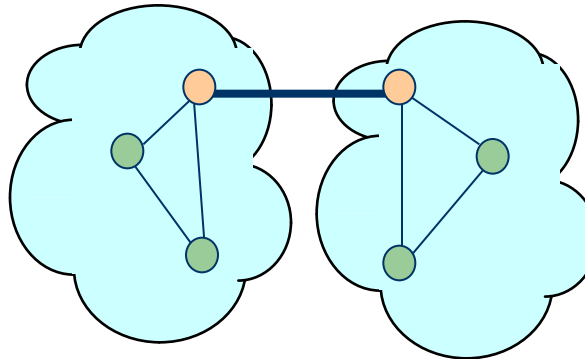
Αρτηρία (bus)



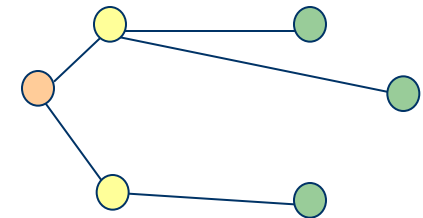
Δακτύλιος (ring)



Αστέρας (star)



Ιεραρχική (Hierarchical, εδώ 2-level)



Ιεραρχική δένδρου  
(Hierarchical, tree)



# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων

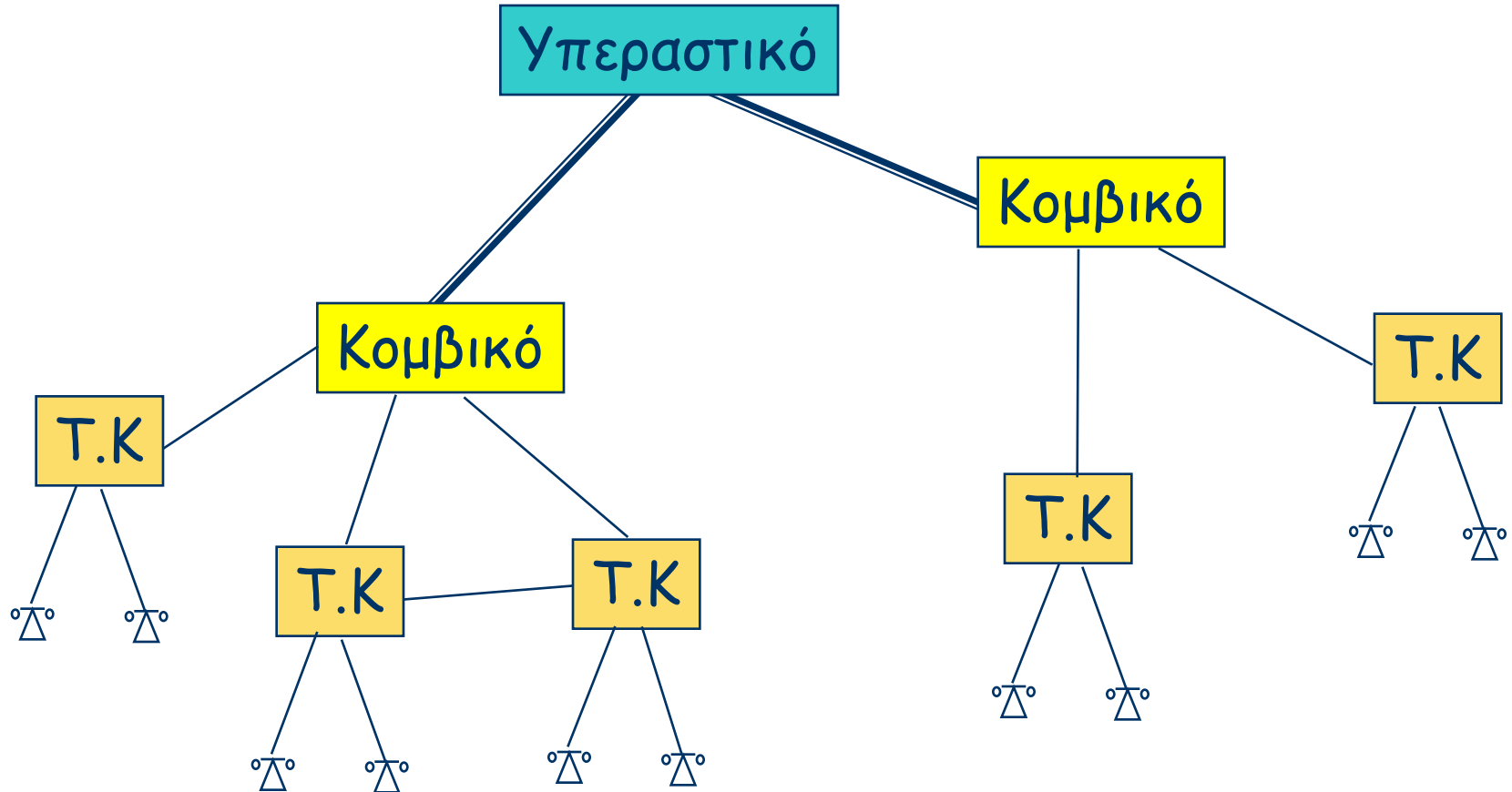


- Σταθερό τηλεφωνικό δίκτυο
- Δίκτυα ενοποιημένων υπηρεσιών (ISDN, B-ISDN)
- Δίκτυα υπολογιστών
  - Τοπικά δίκτυα διαφόρων τύπων
  - Μητροπολιτικά δίκτυα
  - Internet
- Δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 2<sup>ης</sup> γενιάς (GSM, DCS), 3<sup>ης</sup> γενιάς UMTS, 4<sup>ης</sup> γενιάς LTE

# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



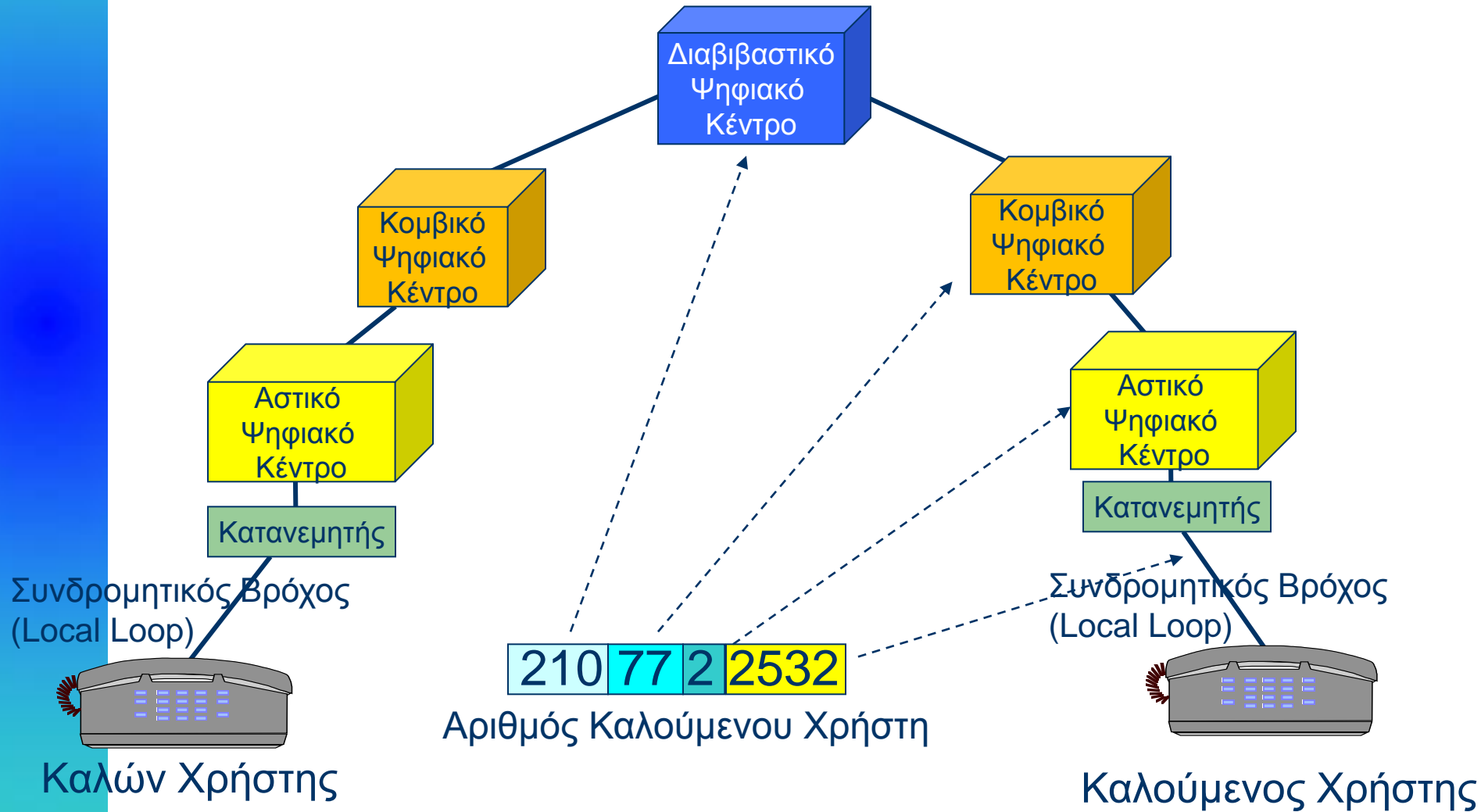
## Τηλεφωνικό δίκτυο: Τοπολογία



# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



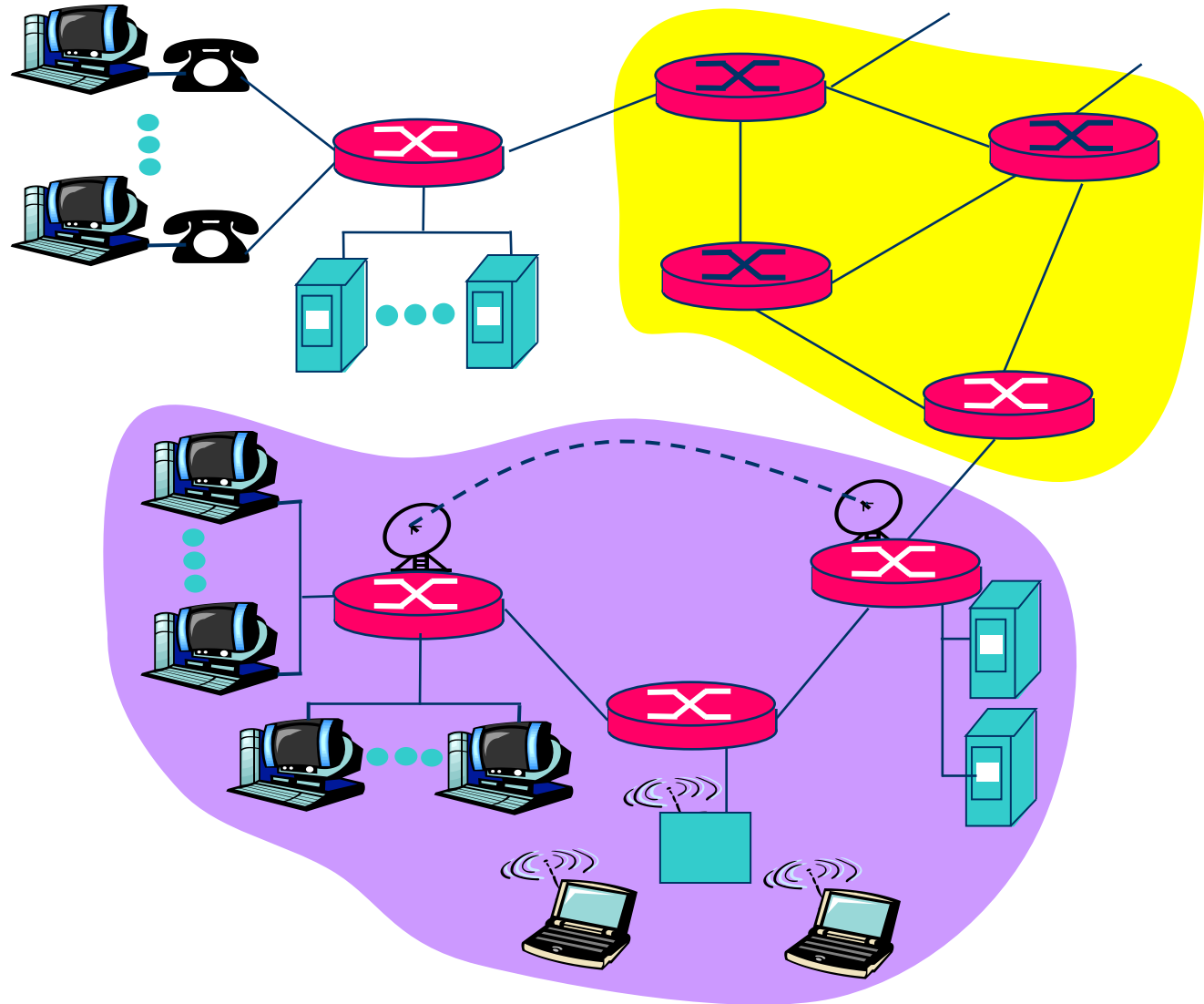
## Τηλεφωνικό δίκτυο: Δρομολόγηση κλήσεων





# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων

## Δίκτυα υπολογιστών



mobile



workstation



router



server

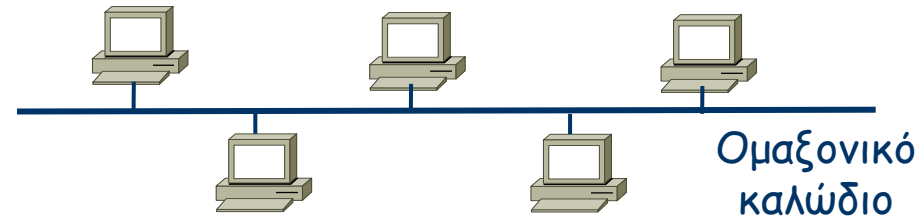
# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα υπολογιστών

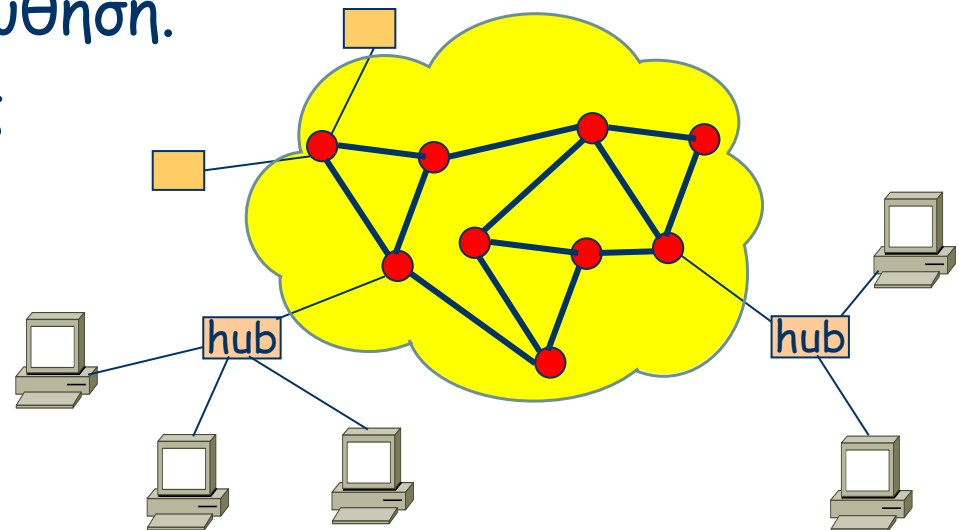
### Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία μετάδοσης

#### ➤ Δίκτυα εκπομπής



#### ➤ Δίκτυα σημείου προς σημείο

- Πολλές συνδέσεις μεταξύ συγκεκριμένων μηχανών.
- Αποθήκευση και προώθηση.
- Πολλαπλές διαδρομές



# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα υπολογιστών

Ταξινόμηση ως προς την κλίμακα μεγέθους

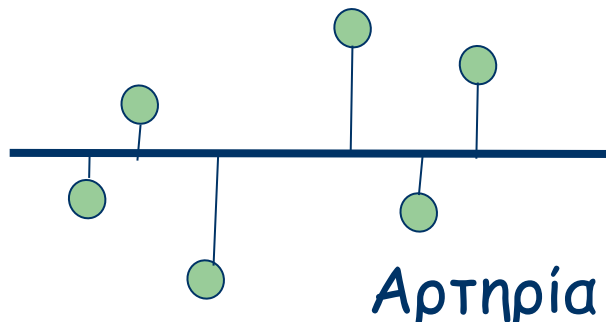
- Τοπικά δίκτυα (LAN)
- Μητροπολιτικά δίκτυα (MAN)
- Δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN)
- Internet

# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα υπολογιστών: Τοπικά δίκτυα

- Συνδέουν υπολογιστές που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους (π.χ. μέχρι 1 km).
- Διακρίνονται από τα άλλα είδη δικτύων με βάση τρία χαρακτηριστικά:
  - Περιορισμένο μέγεθος
  - Τεχνολογία μετάδοσης
  - Τοπολογία

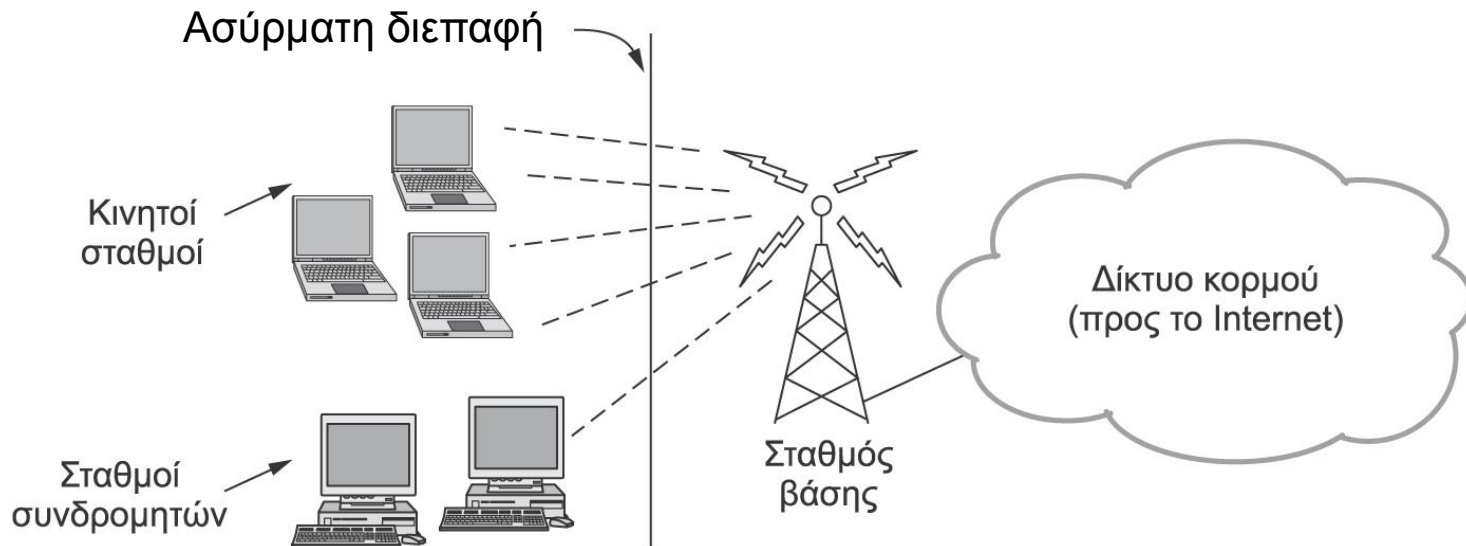


# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα υπολογιστών: Μητροπολιτικά δίκτυα

- Μεγαλύτερα από τα LAN και μικρότερα από τα WAN
- Δεν διαθέτουν στοιχεία μεταγωγής
  - Δίκτυο καλωδιακής τηλεόρασης
  - WiMAX (Worldwide interoperability for Microwave Access, IEEE 802.16)



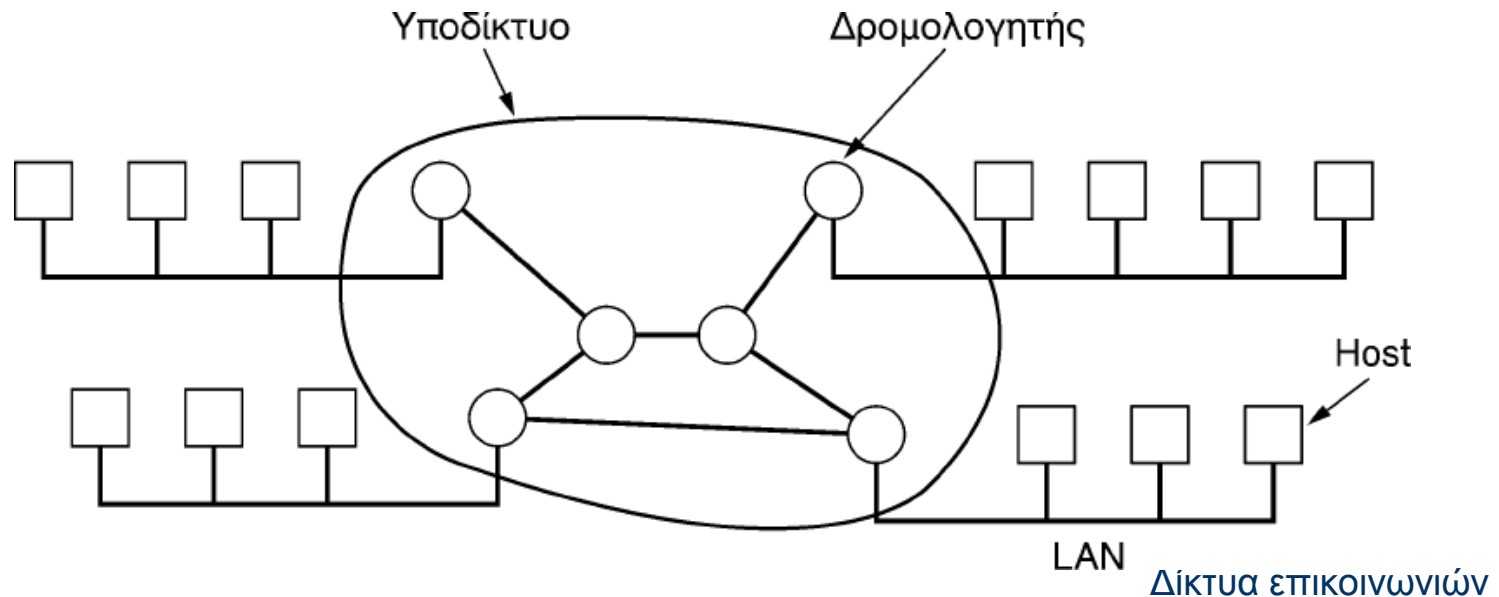


# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα υπολογιστών: Δίκτυα ευρείας περιοχής

- Συνδέουν υπολογιστές που βρίσκονται μακριά μεταξύ τους.
- Πιο αργά από τα LAN.
- Λιγότερο αξιόπιστα από τα LAN.
- Δίκτυα σημείου προς σημείο

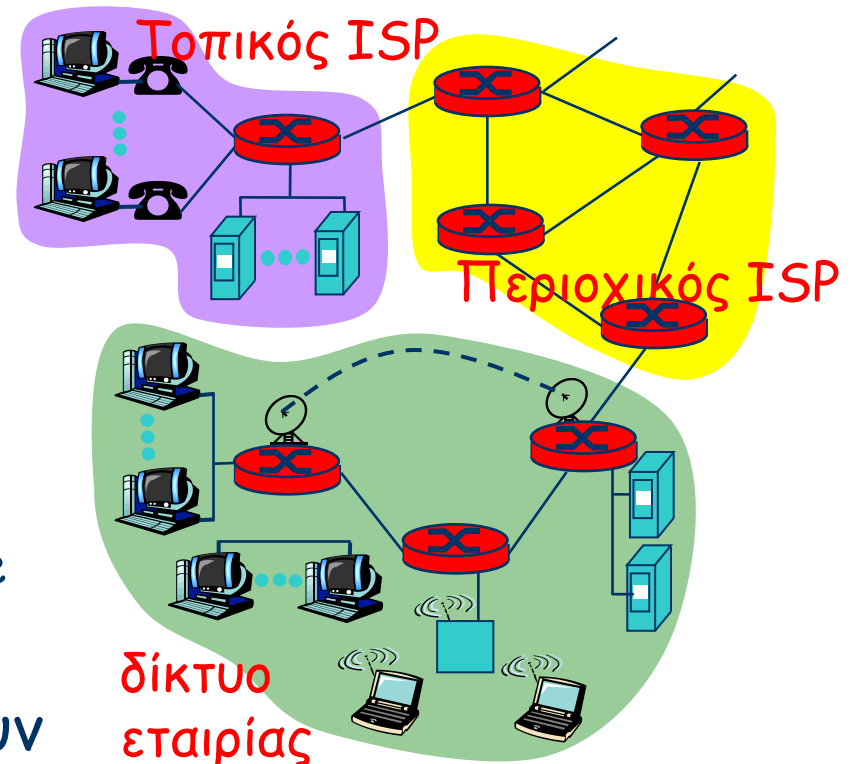


# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Internet

- Εκατομμύρια συνδεδεμέ-νων υπολογιστικών διατάξεων:  
*hosts, end-systems*
  - PC's, workstations, servers
  - PDA's, τηλέφωνα
- στις οποίες τρέχουν  
*δικτυακές εφαρμογές*
- *Επικοινωνιακές ζεύξεις*
  - fiber, copper, radio, satellite
- *Δρομολογητές*: κόμβοι που προωθούν πακέτα δεδομένων μέσω του δικτύου

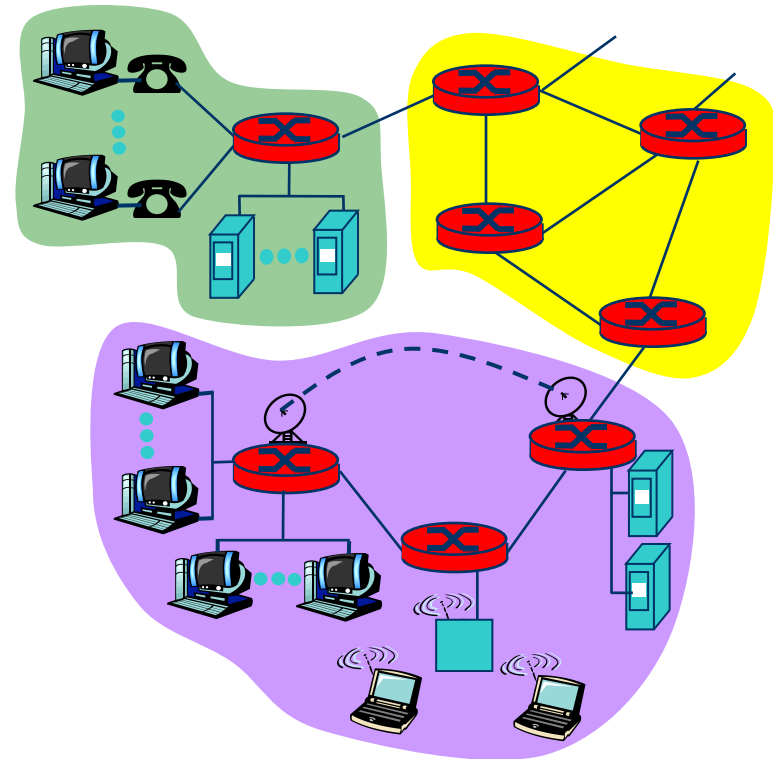


# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Internet: Δομή δικτύου

- **Ακραίο δίκτυο:**  
εφαρμογές και hosts
- **Δίκτυο κορμού:**
  - δρομολογητές
  - δίκτυο από δίκτυα
- **Δίκτυα πρόσβασης,**  
**φυσικά μέσα:**  
επικοινωνιακές  
ζεύξεις

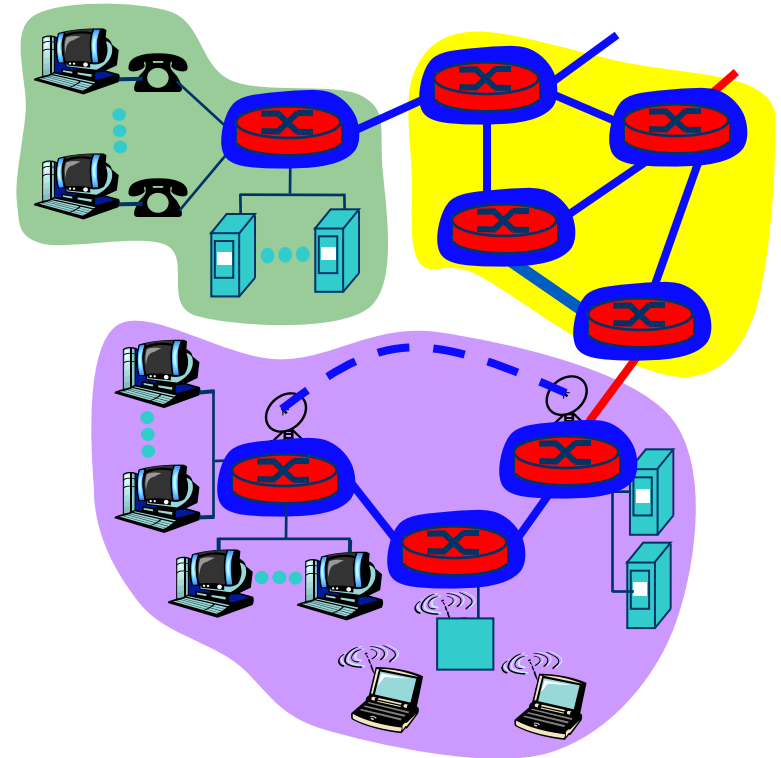




# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων

## Internet: δίκτυο κορμού

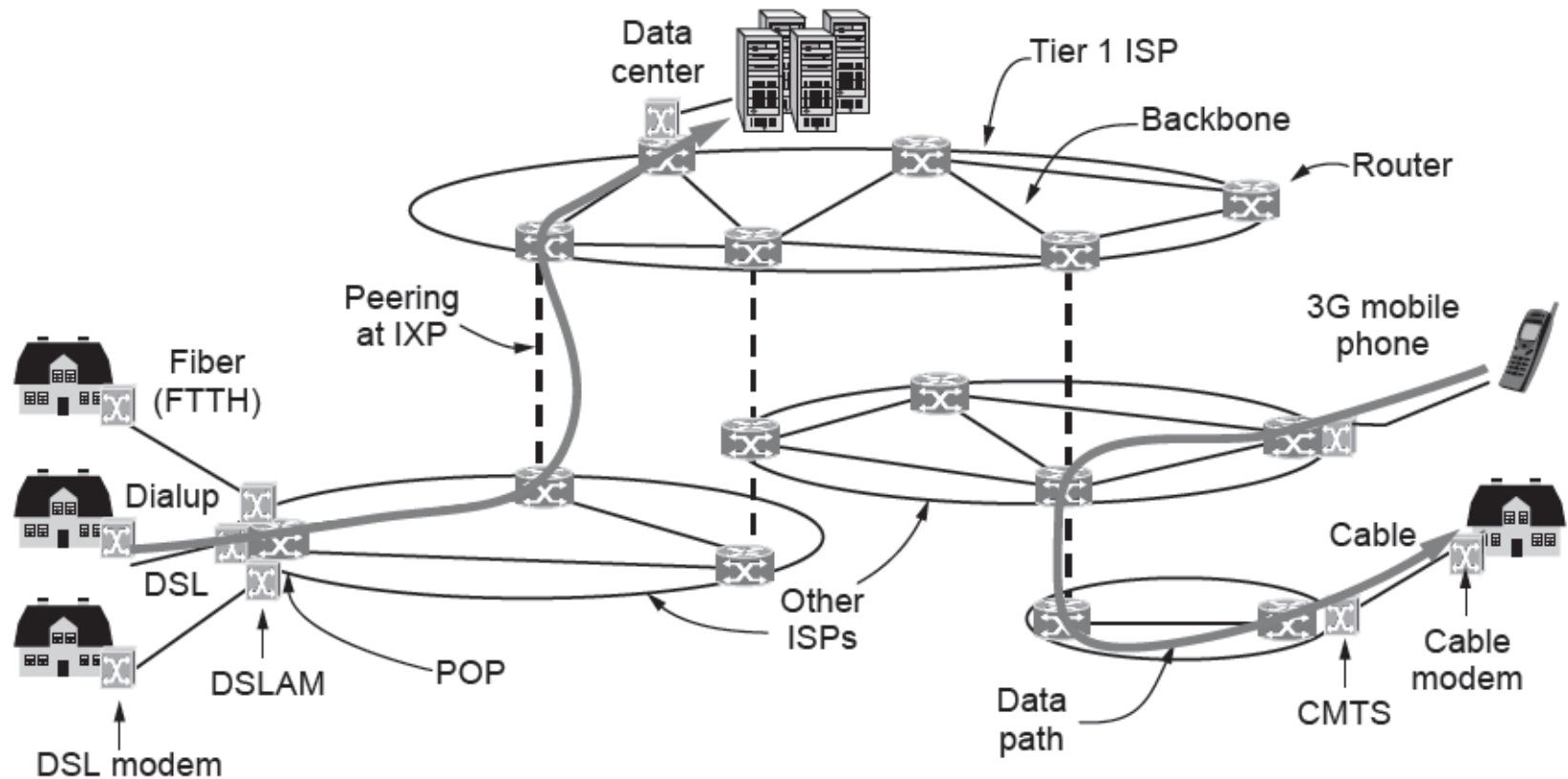
- Πλήρως διασυνδεδεμένοι δρομολογητές



# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Αρχιτεκτονική του Internet

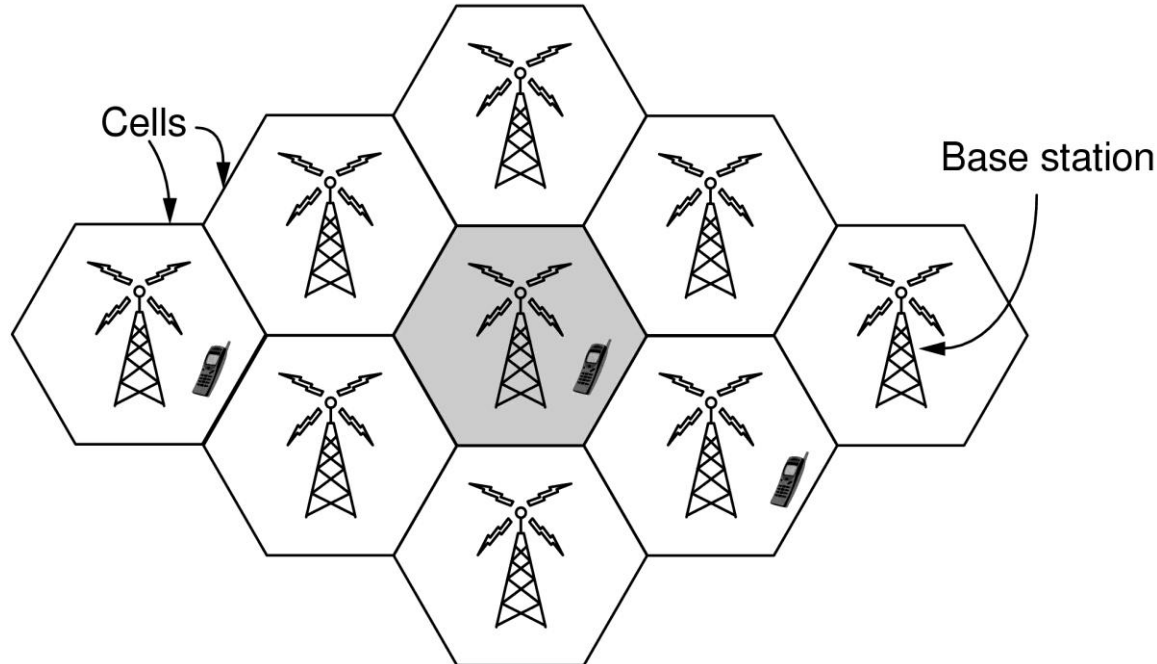


# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα κινητών επικοινωνιών 3G

Το δίκτυο 3G βασίζεται στην κυψελωτή δομή. Κάθε κυψέλη (cell) παρέχει ασύρματη πρόσβαση στα κινητά τερματικά μέσω του σταθμού βάσης (base station).

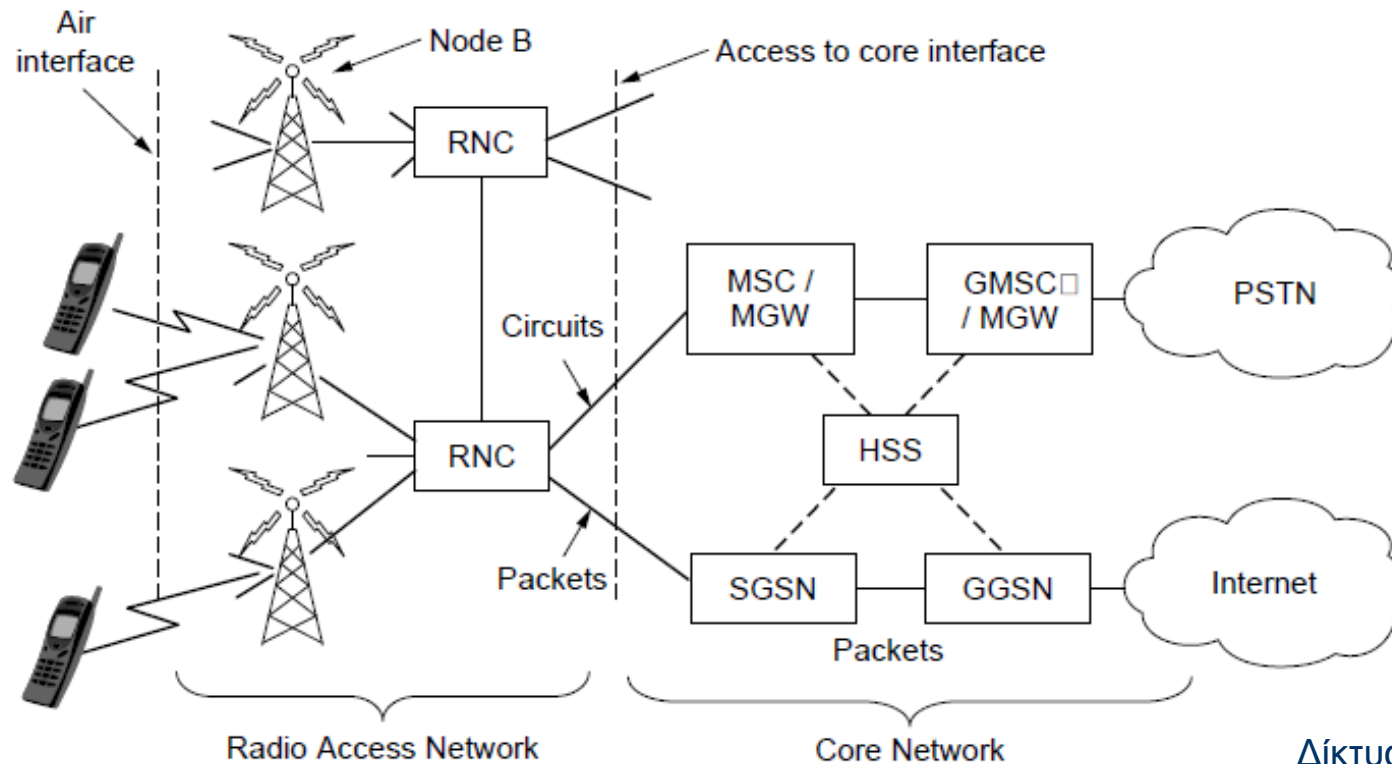


# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα κινητών επικοινωνιών 3G

Οι σταθμοί βάσης συνδέονται στο δίκτυο κορμού (core network) για να παρέχουν σύνδεση προς άλλα κινητά και να στείλουν δεδομένα προς το τηλεφωνικό δίκτυο και το Internet.

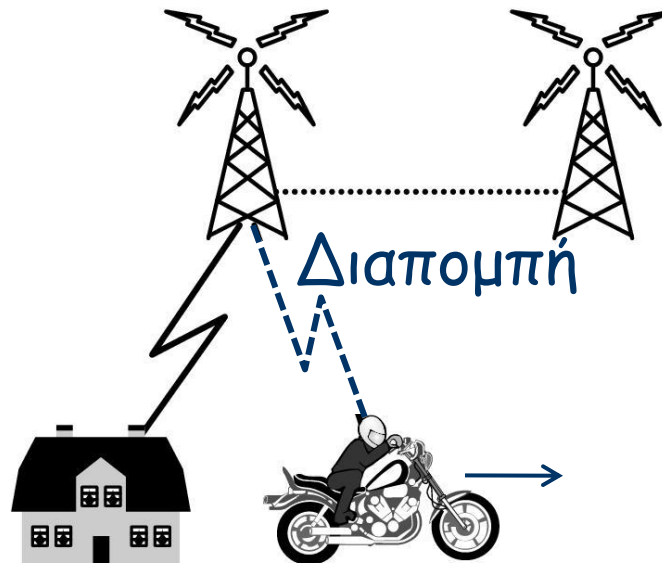


# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



## Δίκτυα κινητών επικοινωνιών 3G

Καθώς τα τερματικά μετακινούνται, γίνεται διαπομπή από τον ένα σταθμό βάσης στον επόμενο. Το δίκτυο επίσης ενημερώνεται για τη θέση του κάθε τερματικού.

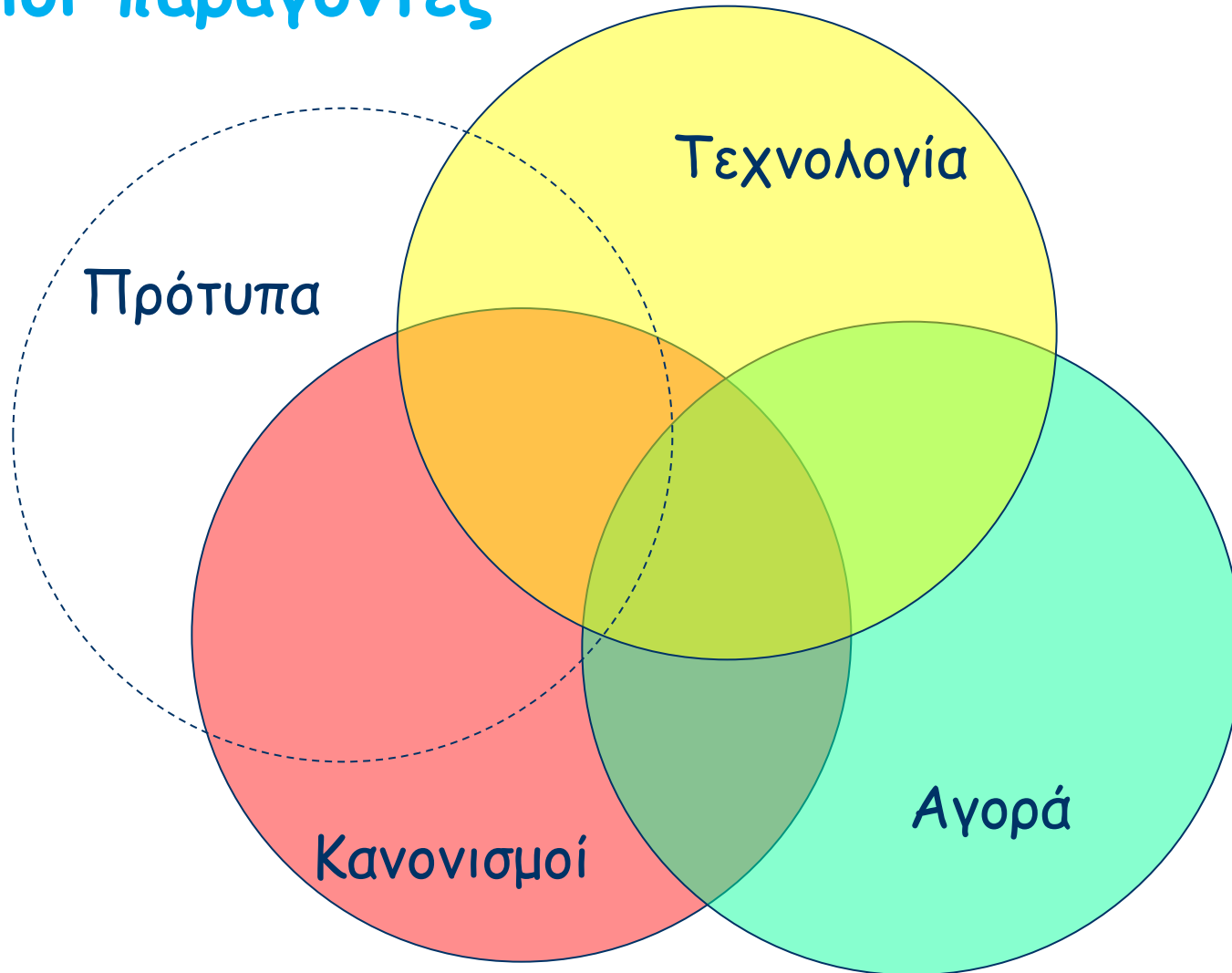




# Ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνιών



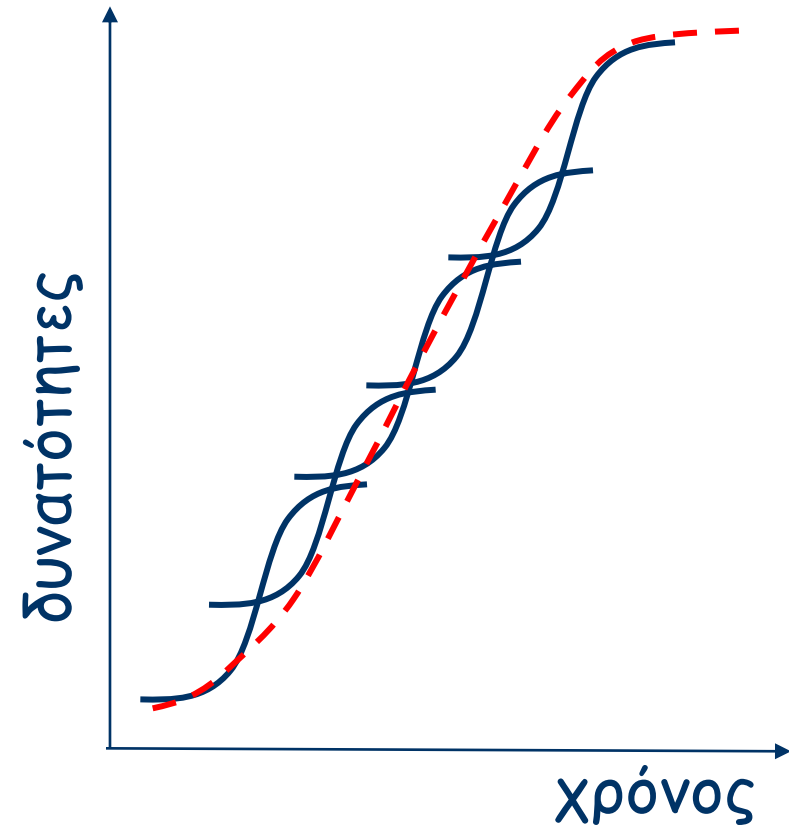
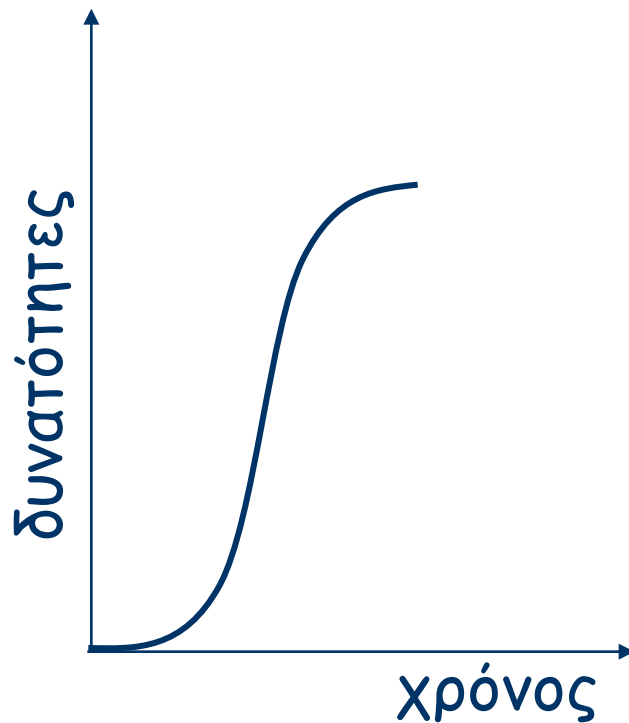
## Κύριοι παράγοντες



# Ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνιών



## Ο ρόλος της τεχνολογίας





## Ο ρόλος της τεχνολογίας

- Τεχνολογίες μετάδοσης
- Τεχνολογίες επεξεργασίας σήματος
- Τεχνολογία ψηφιακών υπολογιστών
  - Η ανάπτυξη των υπολογιστών (μεγάλη χωρητικότητα και μεγάλη ταχύτητα επεξεργασίας) έπαιξε σπουδαίο ρόλο στην εξέλιξη των συστημάτων μεταγωγής και στην εφαρμογή των πρωτοκόλλων δικτύου.
- Επίσης, η ανάπτυξη νέων αλγορίθμων σχεδιασμού, ελέγχου και διαχείρισης δικτύων έχει βοηθήσει στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας που συνδέεται με τα σύγχρονα δίκτυα.



## Ο ρόλος της αγοράς

- Η επιτυχία μιας υπηρεσίας εξαρτάται από την προθυμία των χρηστών να πληρώσουν για την υπόψη υπηρεσία.
- Η προθυμία των χρηστών εξαρτάται από το κόστος, τη χρησιμότητα και την απήχηση της υπηρεσίας.
- Το κόστος μειώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των χρηστών.
- Για την έναρξη μιας υπηρεσίας πρέπει να υπάρχει μια κρίσιμη μάζα χρηστών.



## Ο ρόλος των κανονισμών

- Τα παραδοσιακά δίκτυα ήταν κρατικά.
- Τα τελευταία χρόνια μειώνεται διαρκώς ο μονοπωλιακός παράγοντας στο περιβάλλον των επικοινωνιών.
- Η απελευθέρωση των επικοινωνιών έχει καθιερωθεί διεθνώς.
- Η ανάπτυξη νέων τεχνολογιών έχει δώσει τη δυνατότητα ύπαρξης νέων παρόχων τηλεπικοινωνιακών υπηρεσιών με εντελώς νέες υποδομές.
- Οι κανονισμοί πλέον αφορούν:
  - τη διαλειτουργία των διαφόρων συστημάτων,
  - τις πληροφορίες που πρέπει να μεταφέρονται στους χρήστες μέσω κάποιου δικτύου,
  - θέματα ασφάλειας επικοινωνιών.



## Ο ρόλος των προτύπων

- Τα πρότυπα είναι, βασικά, **συμφωνίες** που επιτρέπουν τη **διαλειτουργία** συσκευών διαφόρων κατασκευαστών.
- Επιτρέπουν σε μικρότερες εταιρίες να εισέρχονται στην αγορά των τηλεπικοινωνιακών δικτύων.
- Παρέχουν, γενικά, ένα πλαίσιο εργασίας για τον συντονισμό των αποκεντρωμένων δραστηριοτήτων των διαφόρων φορέων, κρατικών, εμπορικών και βιομηχανικών, οι οποίοι εμπλέκονται στην ανάπτυξη και εξέλιξη των δικτύων επικοινωνιών.
- Οργανισμοί προτυποποίησης
  - International Telecommunications Union (ITU)
  - Internet Engineering Task Force (IETF)
  - European Telecommunications Standards Institute (ETSI).