



# ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

## Εισαγωγή

# Γενικές πληροφορίες



- **Βιβλίο:** Δίκτυα Υπολογιστών, Andrew Tanenbaum, 4η έκδ., Κλειδάριθμος
- Θεωρητικά μαθήματα και εργαστήρια
- **Θεωρητικά μαθήματα:** Παρασκευή 15.15-17.00
  - Τμήμα Α: Ν. Κτ. Αμφ. 4
  - Τμήμα Β: 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)

# Περίληψη



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

# Τι είναι επικοινωνία



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

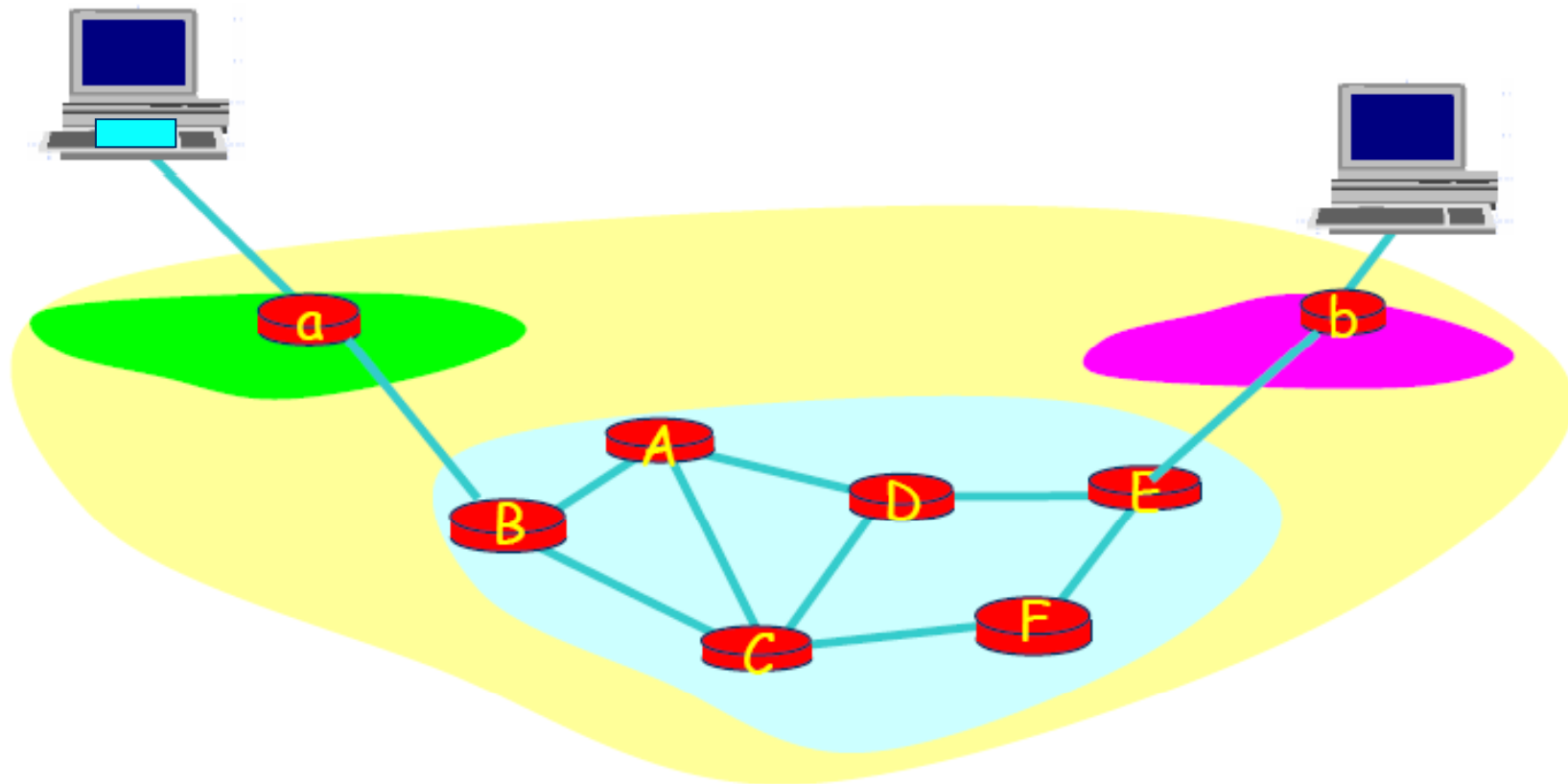


- **Πληροφορία**
  - Φωνή
  - Ήχος
  - Γραφικά
  - Κινούμενη εικόνα
  - Data
- **Χρήστες**
  - Φυσικά πρόσωπα
  - Συσκευές
  - Προγράμματα υπολογιστών

# Δίκτυα επικοινωνιών



# Δίκτυα επικοινωνιών



# Δίκτυα επικοινωνιών



- Κατανεμημένα συστήματα υλικού και λογισμικού που επιτρέπουν στους χρήστες να ανταλλάσσουν πληροφορίες, π.χ.
  - Τηλεφωνικό δίκτυο
  - Δίκτυο υπολογιστών
- Μετατροπή της πληροφορίας πριν τη μετάδοση και ανακατασκευή της στη λήψη



# Σε τι χρειάζεται ένα δίκτυο



Η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ δύο χρηστών A και B μπορεί να γίνει με ζεύξη σημείου προς σημείο, με ζεύξη που τους συνδέει μόνιμα.

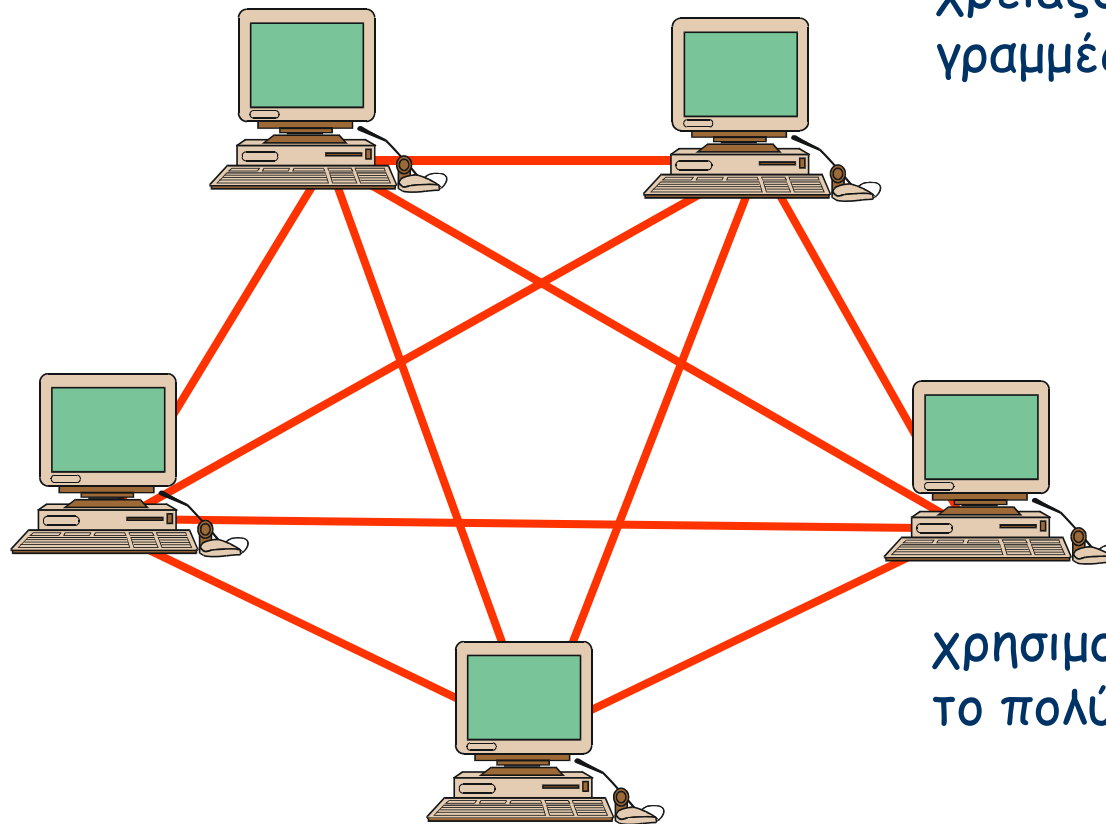


Η ζεύξη μπορεί να είναι καλώδιο, διπλαγωγός, οπτική ίνα, ασύρματη ζεύξη ή οπτική ζεύξη στον ελεύθερο χώρο

# Σε τι χρειάζεται ένα δίκτυο



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



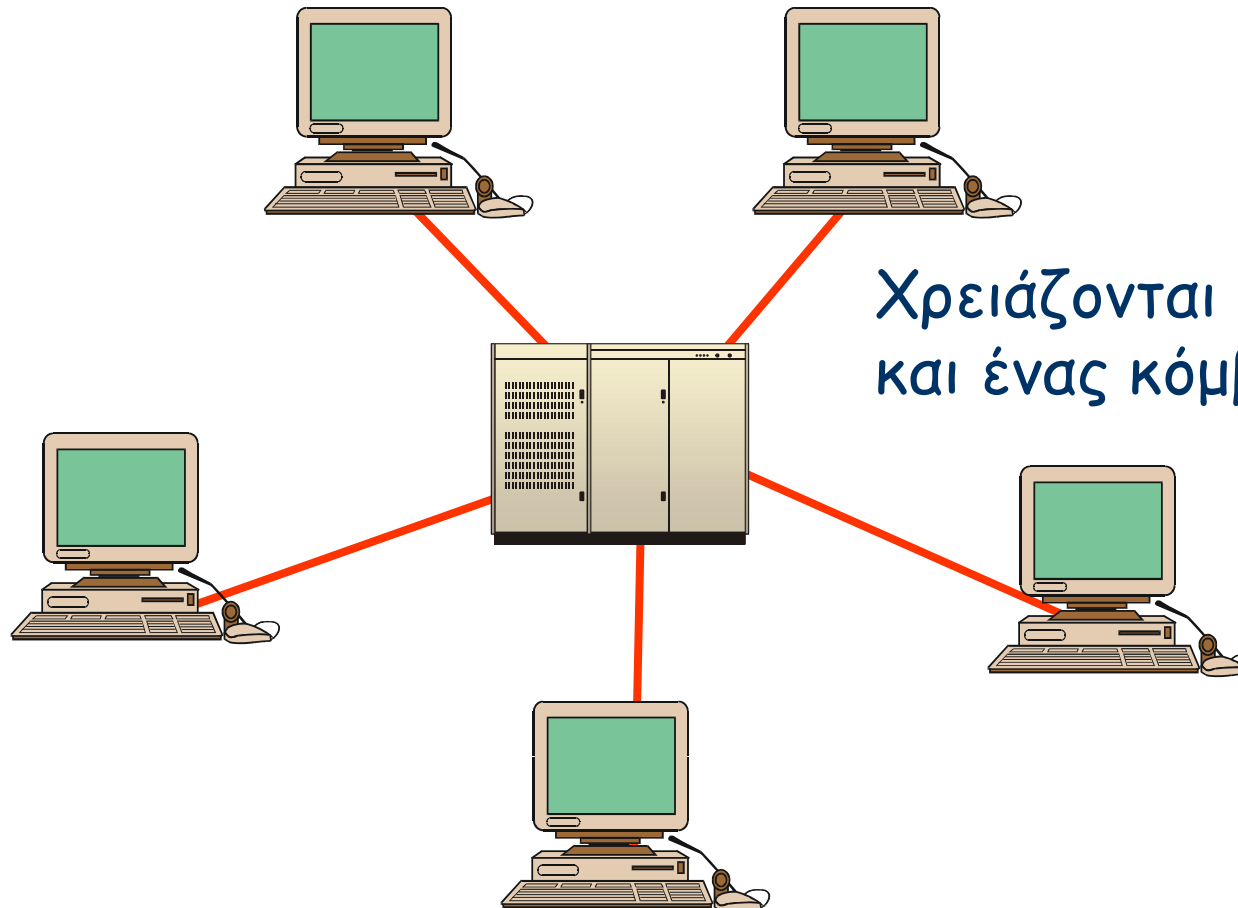
χρησιμοποιούνται  
το πολύ  $N/2$  ζεύξεις

# Σε τι χρειάζεται ένα δίκτυο

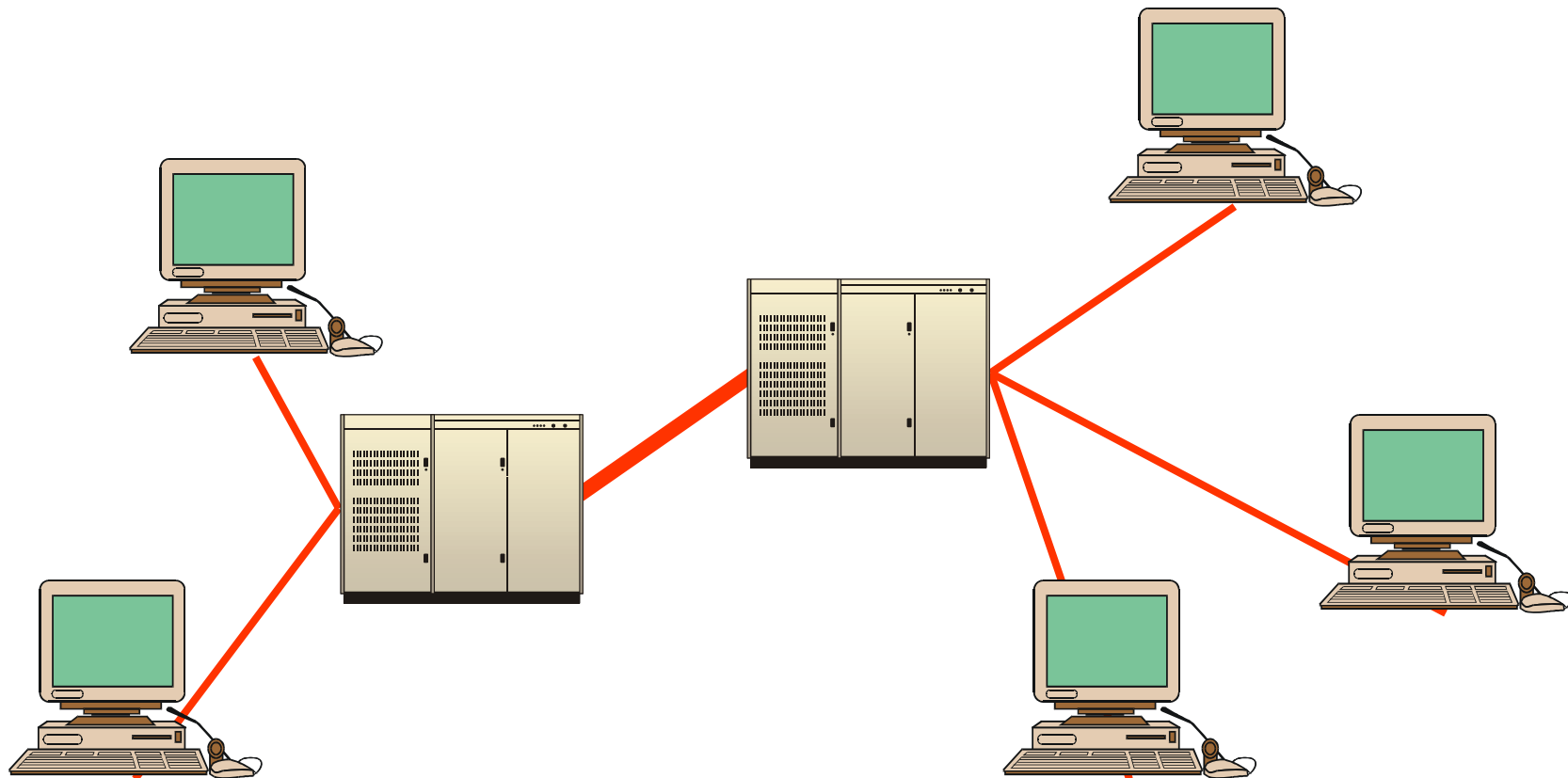


- Σε μεγάλα δίκτυα δεν είναι δυνατό να υπάρχει ζεύξη από σημείου σε σημείο ανάμεσα σε κάθε ζευγάρι χρηστών
  - απαγορευτικό κόστος
  - σπατάλη πόρων
- Ένα δίκτυο οργανώνεται έτσι, ώστε διαφορετικές ροές πληροφορίας να χρησιμοποιούν από κοινού τις ίδιες τηλεπικοινωνιακές ζεύξεις

# Πώς θα συνδεθούν οι χρήστες;



# Πώς θα συνδεθούν οι χρήστες;



# 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

# Γιατί πρέπει να μάθουμε για τα Δίκτυα Επικοινωνιών;



- Η σχεδίαση, κατασκευή και συντήρηση του υλικού εξοπλισμού και του λογισμικού για 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
  - ...

# Τι πρέπει να μάθουμε για τα Δίκτυα Επικοινωνιών;



Μια γενική κατανόηση του τρόπου οργάνωσης των λειτουργιών και των αρχών των τηλεπικοινωνιών στις οποίες βασίζονται τα δίκτυα, βοηθάει αυτόν που ασχολείται να τα χρησιμοποιεί πιο αποδοτικά

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



# 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.



Οι διάφορες υπηρεσίες έχουν διαφορετικές απαιτήσεις:

- **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 (II)



- **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 (III)



- **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

# Σχεδίαση δικτύου



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

# Παράδειγμα: Υπηρεσία fax

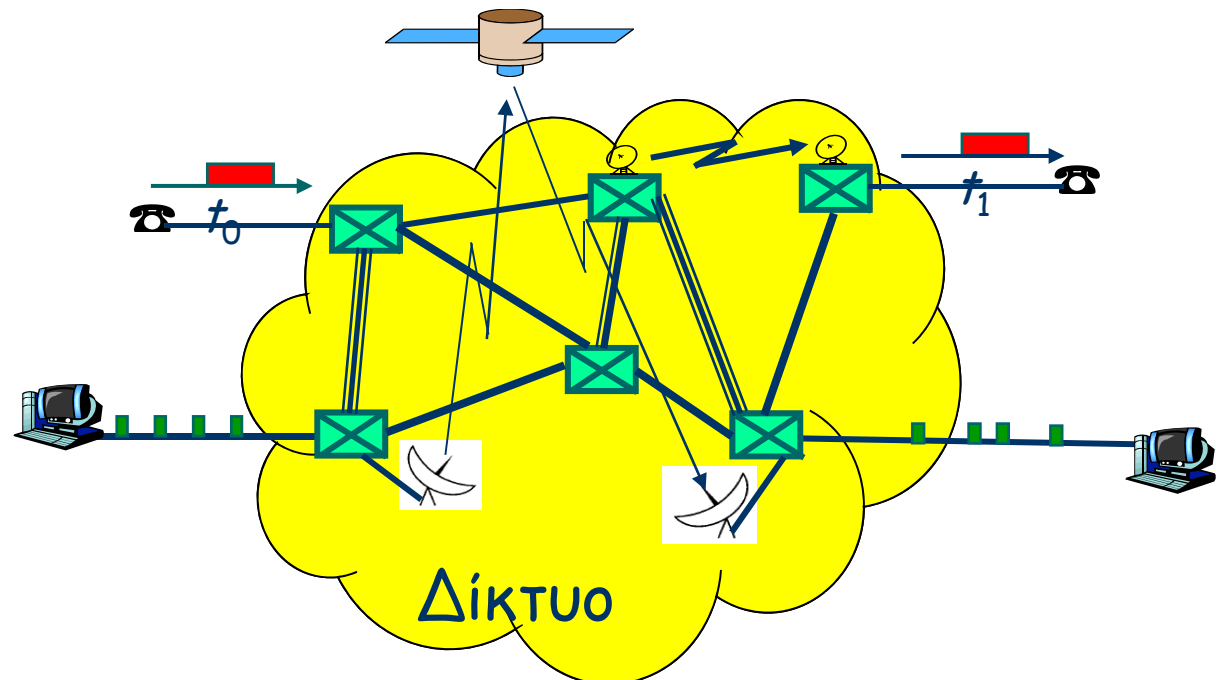


- Πάνω από το τηλεφωνικό δίκτυο
  - είναι υπηρεσία πραγματικού χρόνου, με επαλήθευση
  - η μετάδοση μπορεί να συνεπάγεται υπεραστική ή διεθνή χρέωση ανάλογα με την απόσταση
- Μέσω Internet, με το fax ως συνημμένο στο e-mail
  - είναι υπηρεσία μη πραγματικού χρόνου και συνήθως χωρίς επαλήθευση.
  - το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

# Λειτουργίες δικτύου και τοπολογία



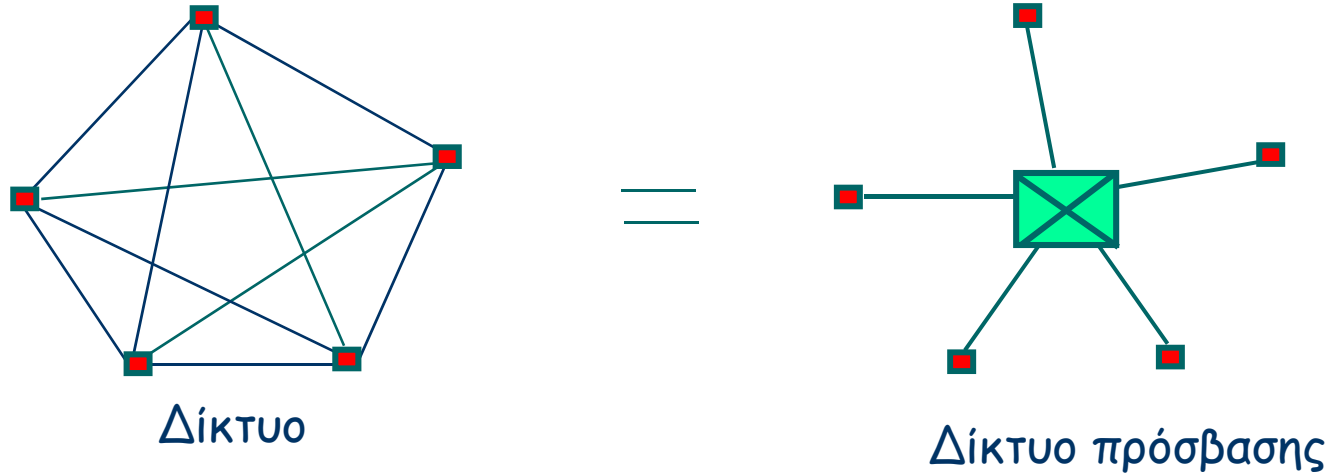
- Μεταφορά πληροφορίας
  - Συνδέσεις (μέσα για τη ροή πληροφορίας)
    - Συστήματα μετάδοσης
    - Αναπαράσταση πληροφορίας
  - Μεταγωγή



# Λειτουργίες δικτύου και τοπολογία



- Δίκτυο πρόσβασης

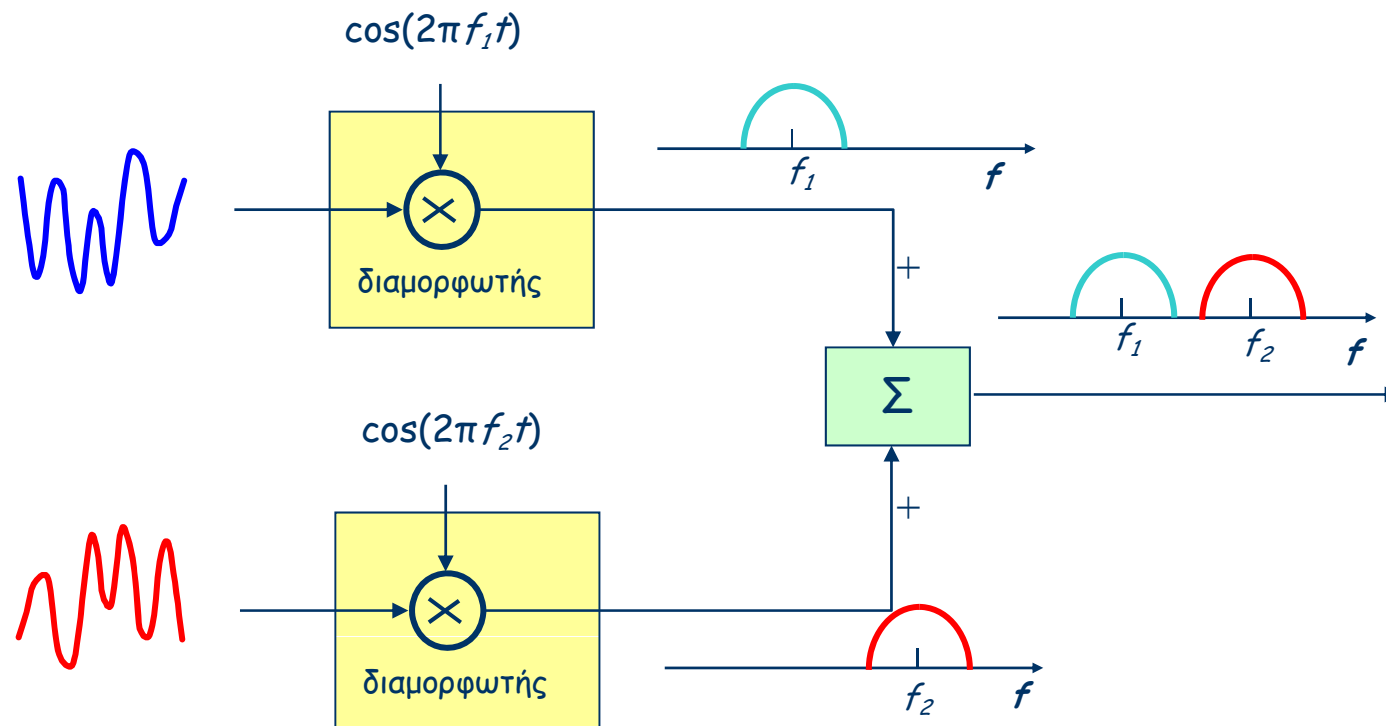


- Ζευκτικό δίκτυο

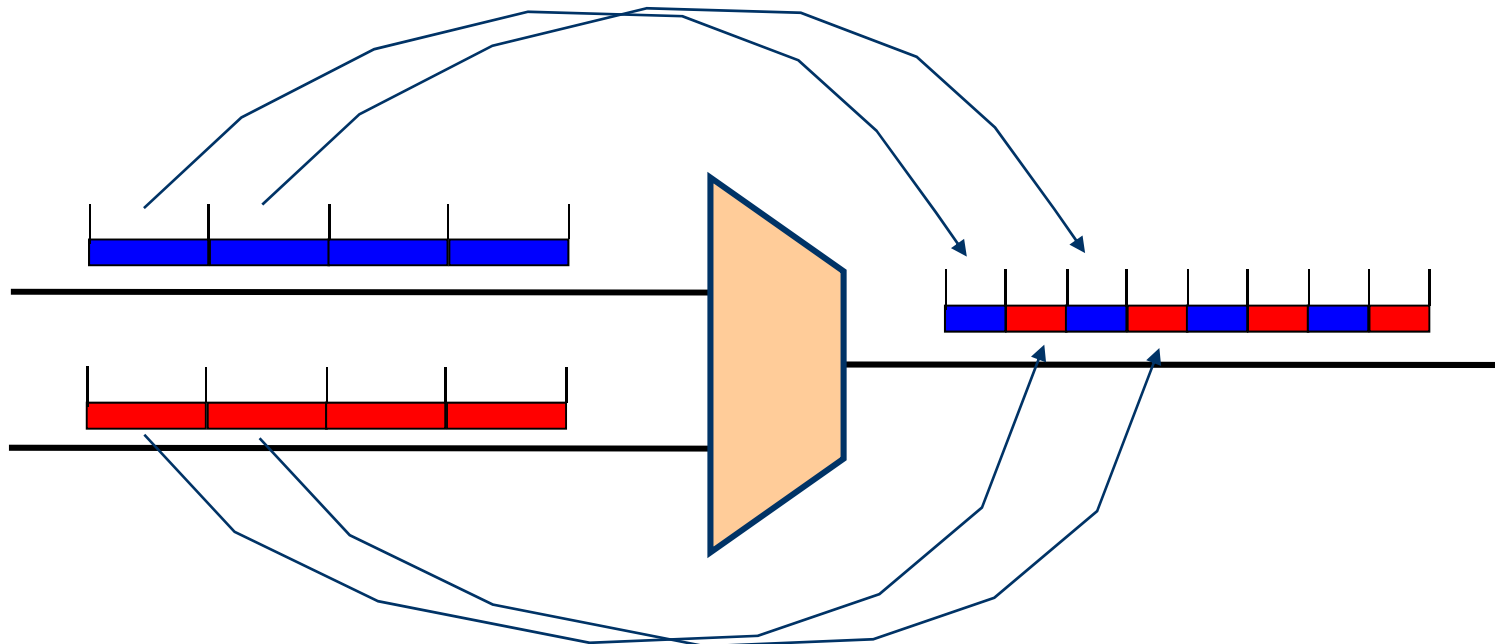




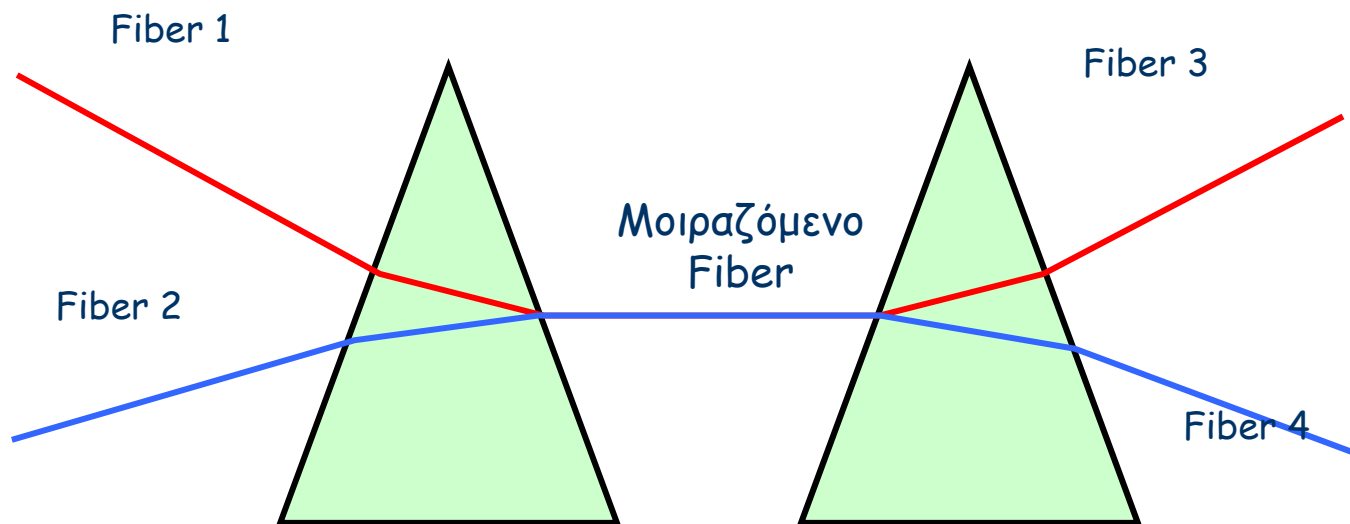
# Πολυπλεξία διαίρεσης συχνότητας



# Πολυπλεξία διαίρεσης χρόνου



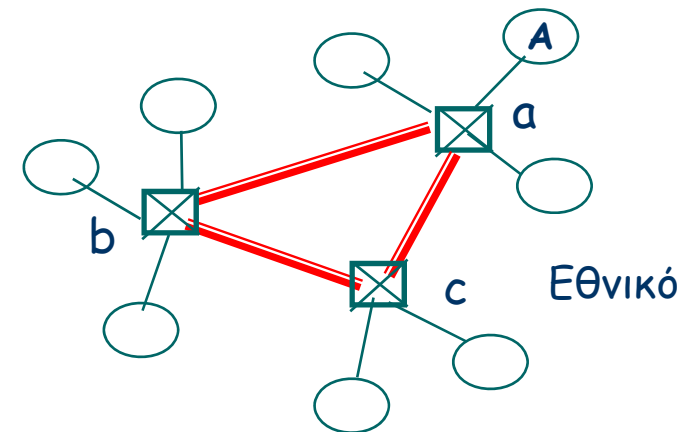
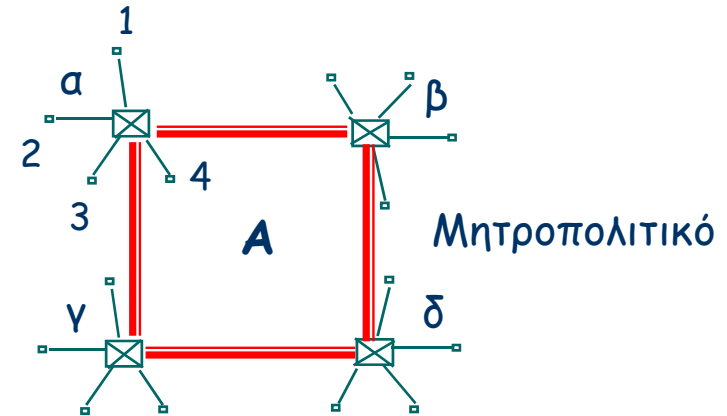
# Πολυπλεξία διαίρεσης μήκους κύματος



# Λειτουργίες δικτύου και τοπολογία



- Μητροπολιτικά δίκτυα
- Εθνικά δίκτυα
  - Δίκτυο κορμού
- Διευθυνσιοδότηση
  - Ιεραρχική
  - Επίπεδα
- Δρομολόγηση
- Έλεγχος συμφόρησης:  
αποφυγή του συνωστισμού  
σε τμήματα του δικτύου

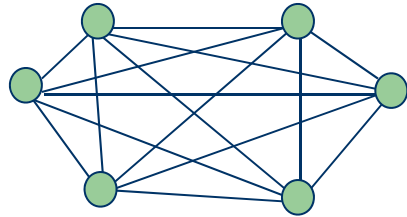


# Λειτουργίες δικτύου

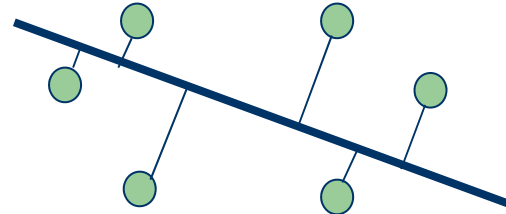


- Ασφάλεια: διαφύλαξη των πληροφοριών από όσους θέλουν να τις υποκλέψουν.
- Παρουσίαση της πληροφορίας: εμφάνιση των πληροφοριών με την κατάλληλη κάθε φορά μορφή ανάλογα με το είδος τους και το διαθέσιμο τερματικό.
- Διαχείριση
- Τυποποίηση: επίτευξη συνεργασίας συσκευών και προγραμμάτων που προέρχονται από διαφορετικούς κατασκευαστές.

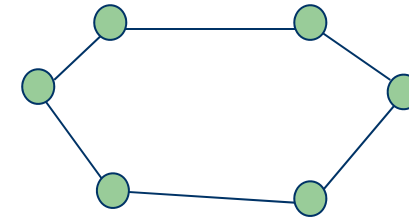
# Τοπολογίες δικτύων



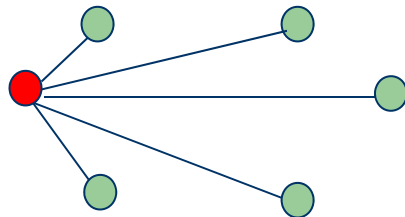
Πλήρως διασυνδεδεμένο  
(fully interconnected)



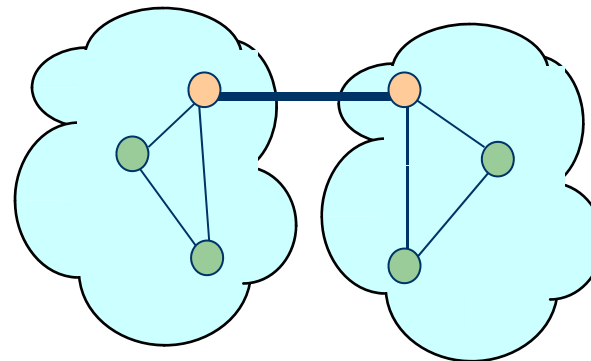
Αρτηρία (bus)



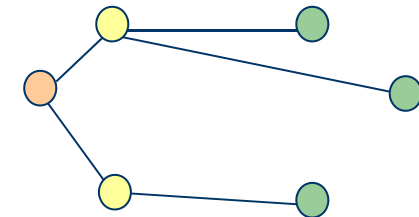
Δακτύλιος (ring)



Αστέρας (star)



Ιεραρχική (Hierarchical, εδώ 2-level)



Ιεραρχική δένδρου  
(Hierarchical, tree)

# Γνωστές δημοφιλείς υπηρεσίες



- τηλεφωνία (κινητή/σταθερή), τηλεγραφία, fax,
- ραδιοφωνία, τηλεόραση
- μεταφορά αρχείων, πρόσβαση σε υπολογιστές,
- συλλογή πληροφοριών από ιστοσελίδες,
- τραπεζικές συναλλαγές, ηλεκτρονικό εμπόριο.

# Ποιοι εμπλέκονται στην παροχή και διανομή των υπηρεσιών;



- ο πάροχος της υπηρεσίας,
- ο πάροχος / διαχειριστής του δικτύου,
- ο μεταπωλητής / διανομέας,
- ο συνδρομητής
- ο χρήστης της υπηρεσίας,



# 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.

# Ενδεικτικοί τύποι δικτύων



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

# Δομή του τηλεφωνικού δικτύου



## Τα μέρη:

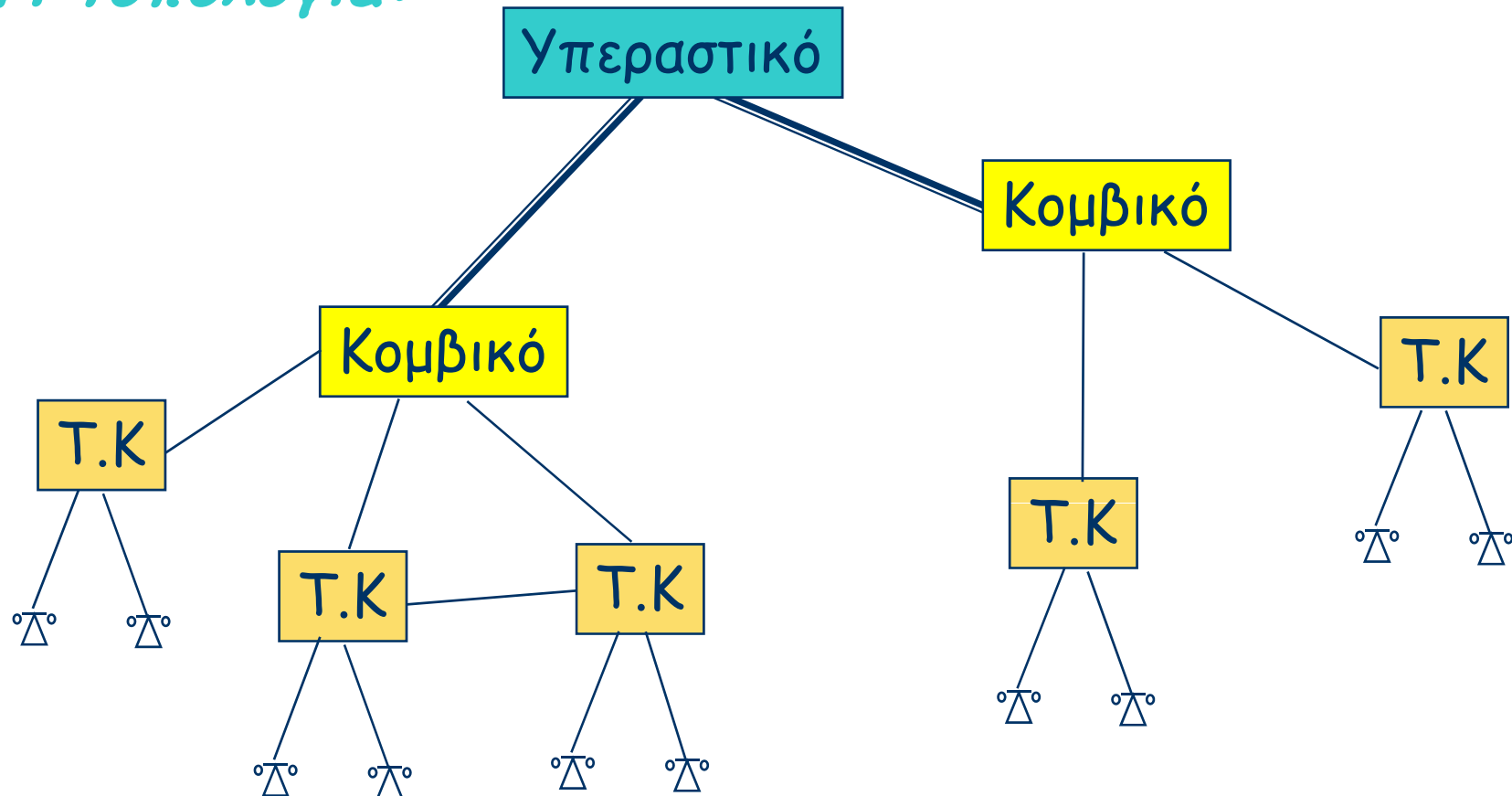
- **Συνδρομητικός βρόχος (local loop):** διπλαγωγός, αναλογική μετάδοση
- **Ζεύξεις (trunks):** οπτικές ίνες ή μικροκυματικές ζεύξεις, ως επί το πλείστον ψηφιακή μετάδοση
- **Κέντρα μεταγωγής (switching offices)**



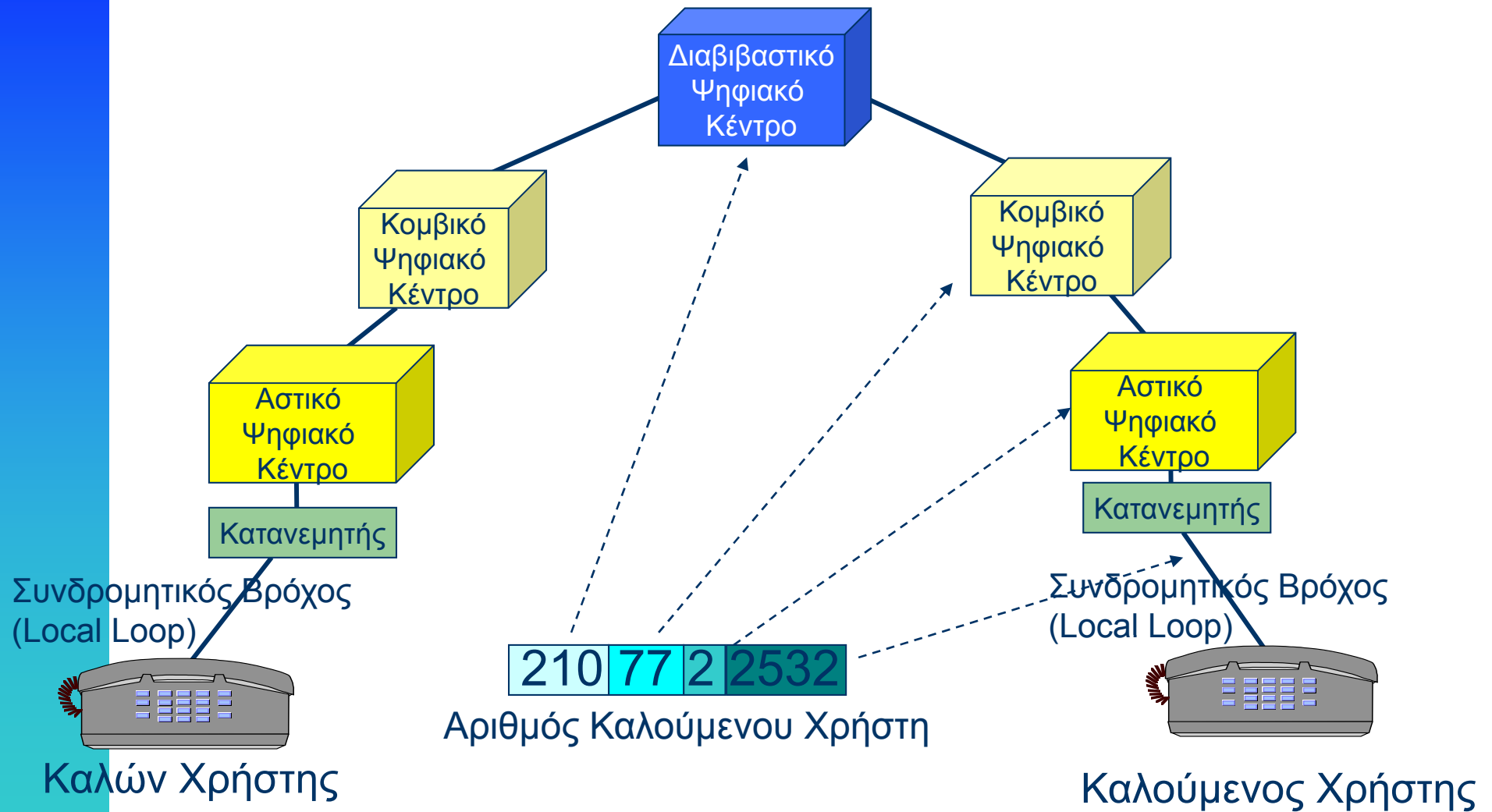
# Δομή του τηλεφωνικού δικτύου



*Η τοπολογία:*



# Δρομολόγηση τηλεφωνικών κλήσεων



# Μεταγωγή κυκλώματος



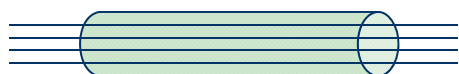
- Μια κλήση έχει τρεις φάσεις:
  - Εγκατάσταση κυκλώματος απ' άκρη σ' άκρη ("εγκατάσταση κλήσης"),
  - Επικοινωνία,
  - Απεγκατάσταση κυκλώματος ("απόλυση κλήσης").
- Αρχικά, κύκλωμα ήταν ένα φυσικό σύρμα απ' άκρη σ' άκρη.
- Σήμερα, κύκλωμα είναι εξασφαλισμένο εύρος ζώνης απ' άκρη σ' άκρη.



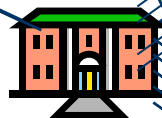
# Μεταγωγή κυκλώματος

## Τηλεφωνικό δίκτυο

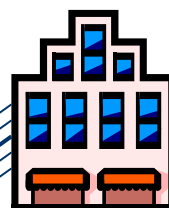
Σε κάθε συνδιάλεξη εκχωρούνται 64kb/s. Μια ζεύξη 2.5Gb/s μπορεί να μεταφέρει περίπου 39,000 συνδιαλέξεις.



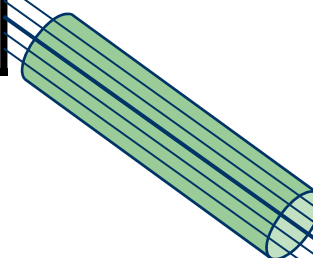
Καλών



Αστικό κέντρο



Υπεραστικό κέντρο



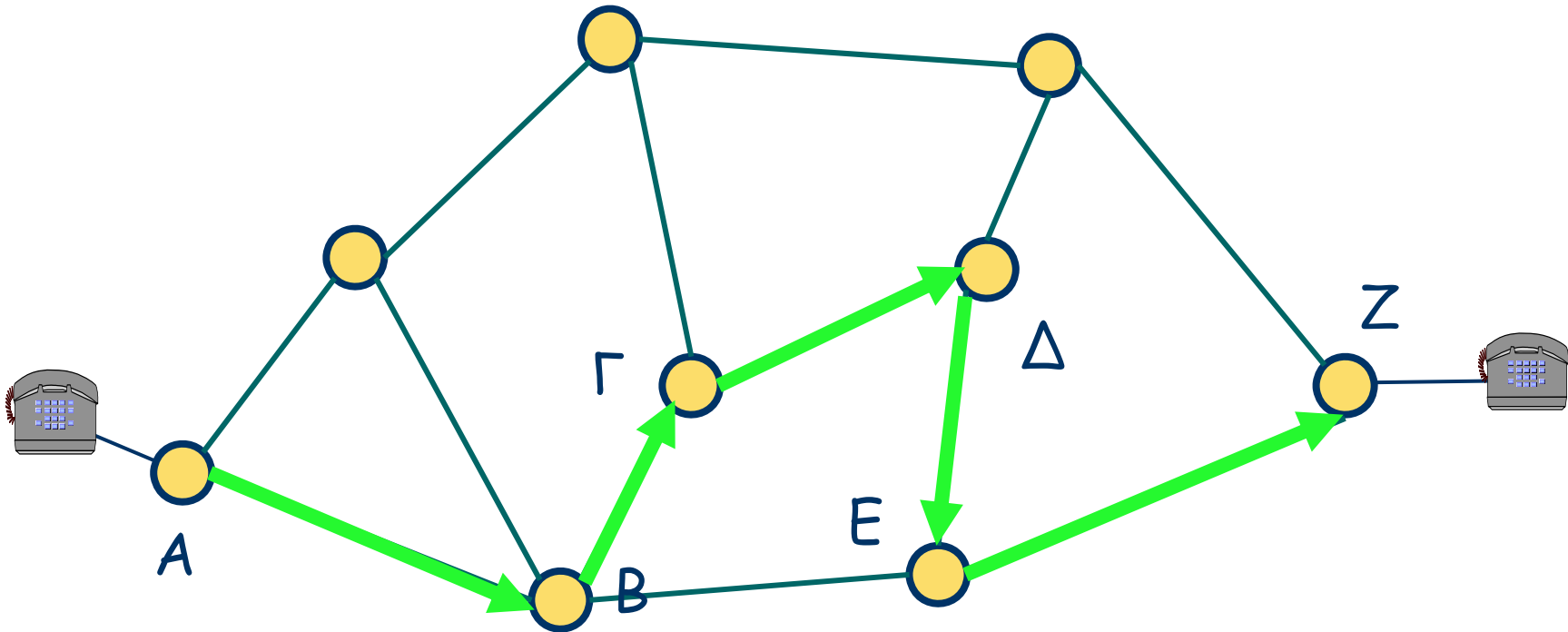
Καλούμενος



Αστικό κέντρο

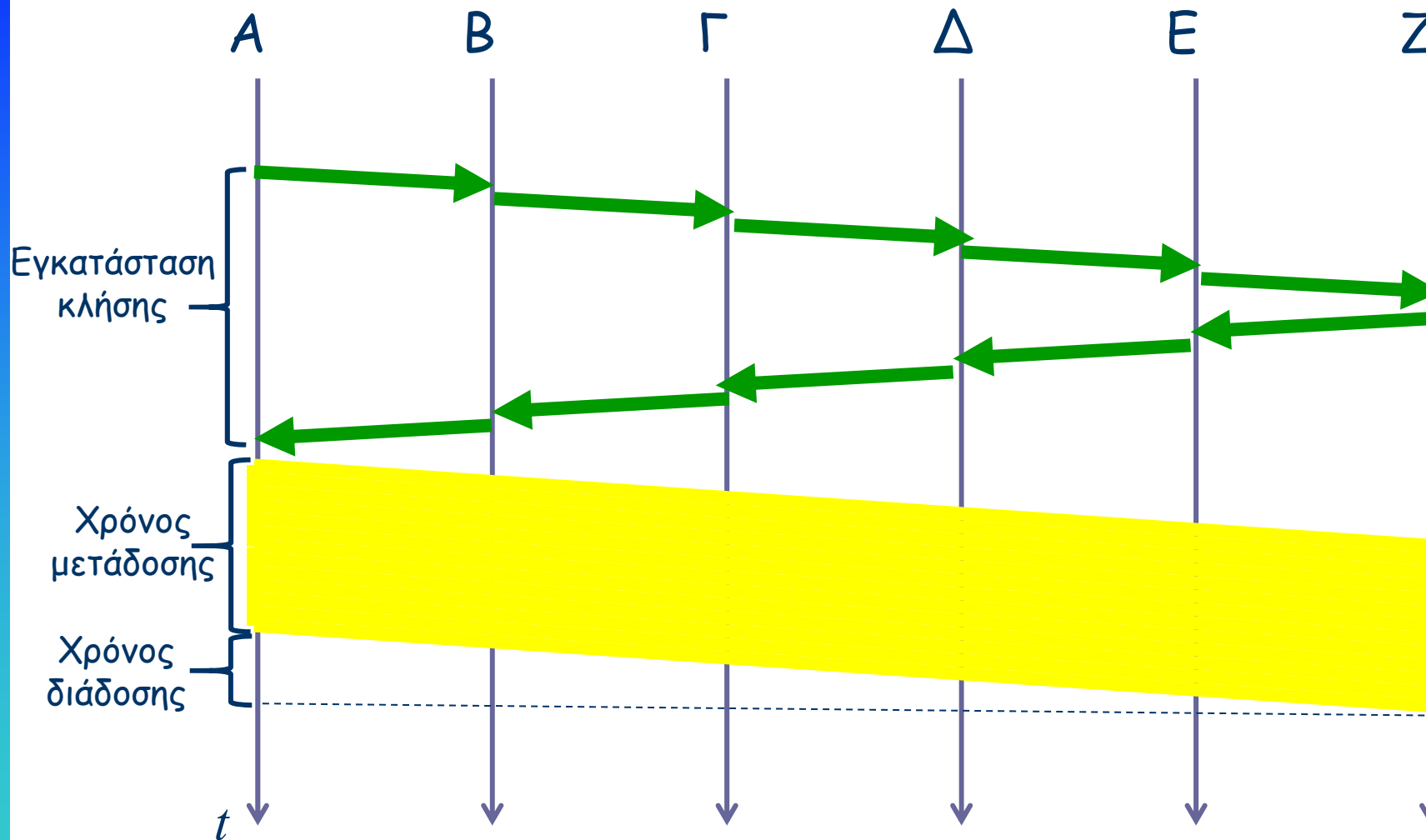
Δίκτυα επικοινωνιών

# Μεταγωγή κυκλώματος

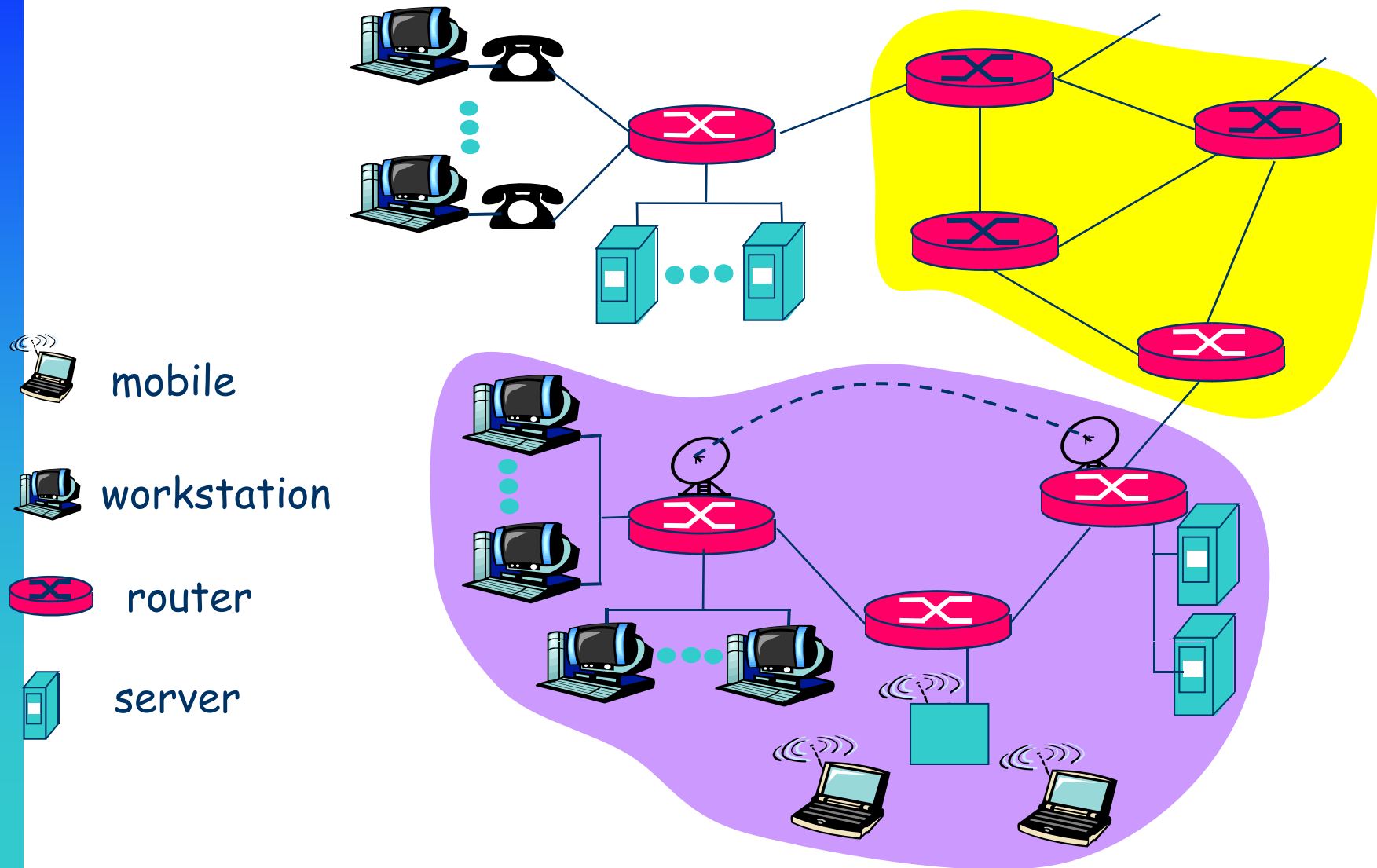




# Μεταγωγή κυκλώματος



# Δίκτυα υπολογιστών

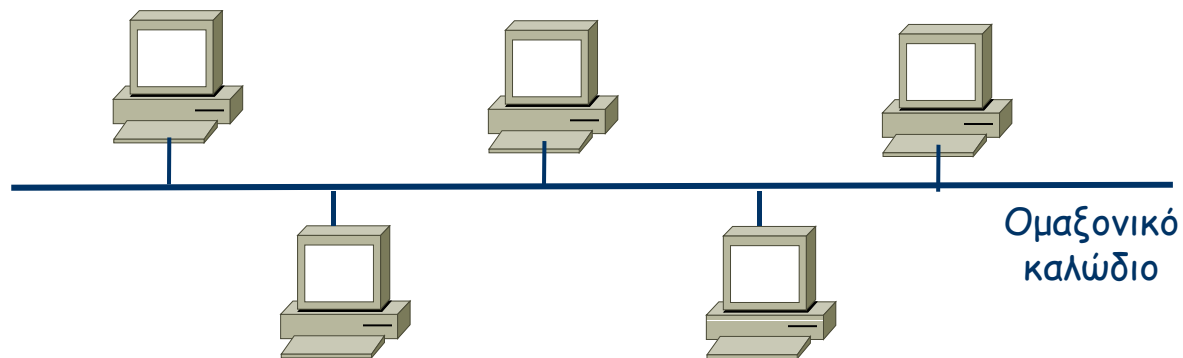


# Δίκτυα υπολογιστών-Ταξινόμηση



## Τεχνολογία μετάδοσης

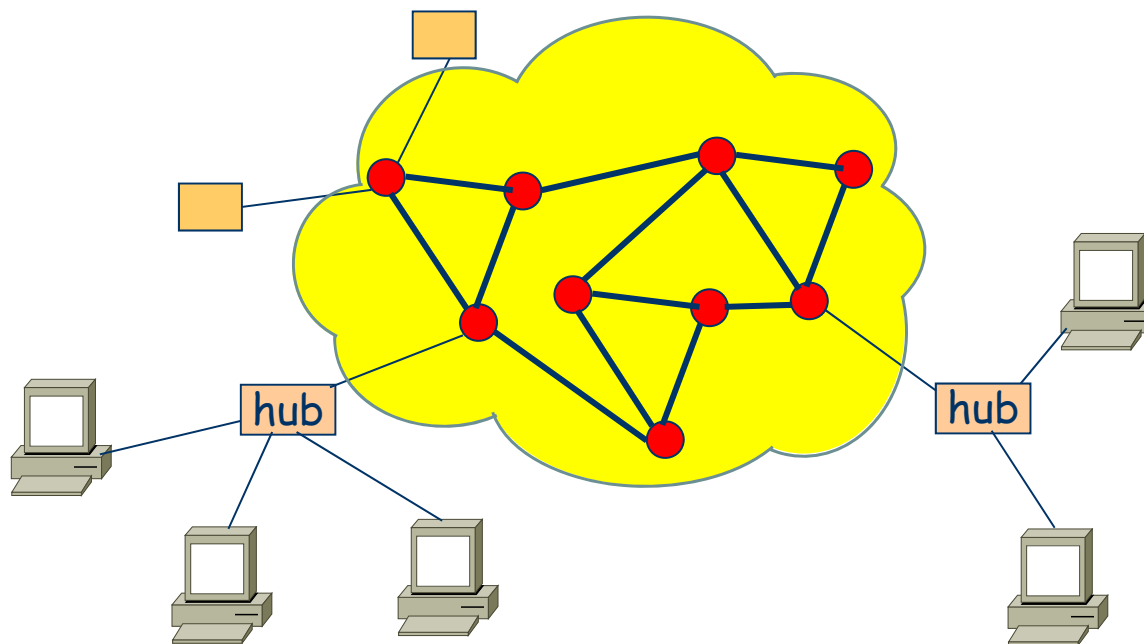
- Δίκτυα εκπομπής



# Δίκτυα υπολογιστών-Ταξινόμηση



- Δίκτυα σημείου προς σημείο
  - Πολλές συνδέσεις μεταξύ συγκεκριμένων μηχανών
  - Αποθήκευση και προώθηση
  - Πολλαπλές διαδρομές



# Δίκτυα υπολογιστών - Ταξινόμηση



## Κλίμακα μεγέθους

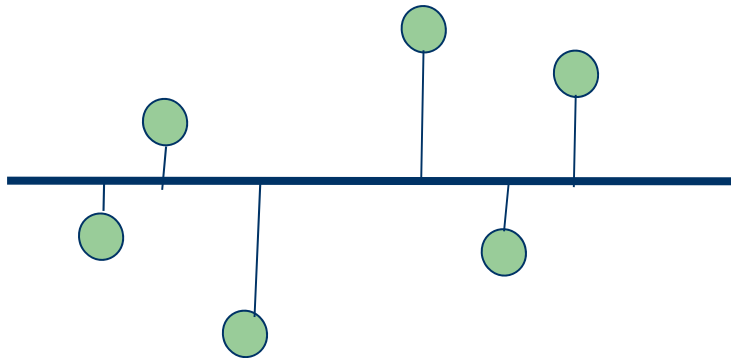
- Τοπικά δίκτυα (LAN)
- Μητροπολιτικά δίκτυα (MAN)
- Δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN)
- Internet

# Τοπικά δίκτυα

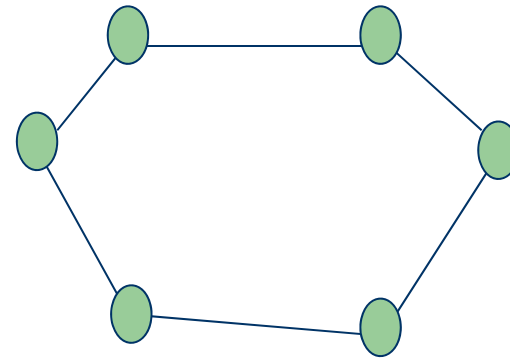


- Συνδέουν υπολογιστές που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους (π.χ. μέχρι 1 km)
- Διακρίνονται από τα άλλα είδη δικτύων με βάση τρία χαρακτηριστικά
  - ❖ Περιορισμένο μέγεθος
  - ❖ Τεχνολογία μετάδοσης
  - ❖ Τοπολογία

# Τοπικά δίκτυα - τοπολογία



Αρτηρία

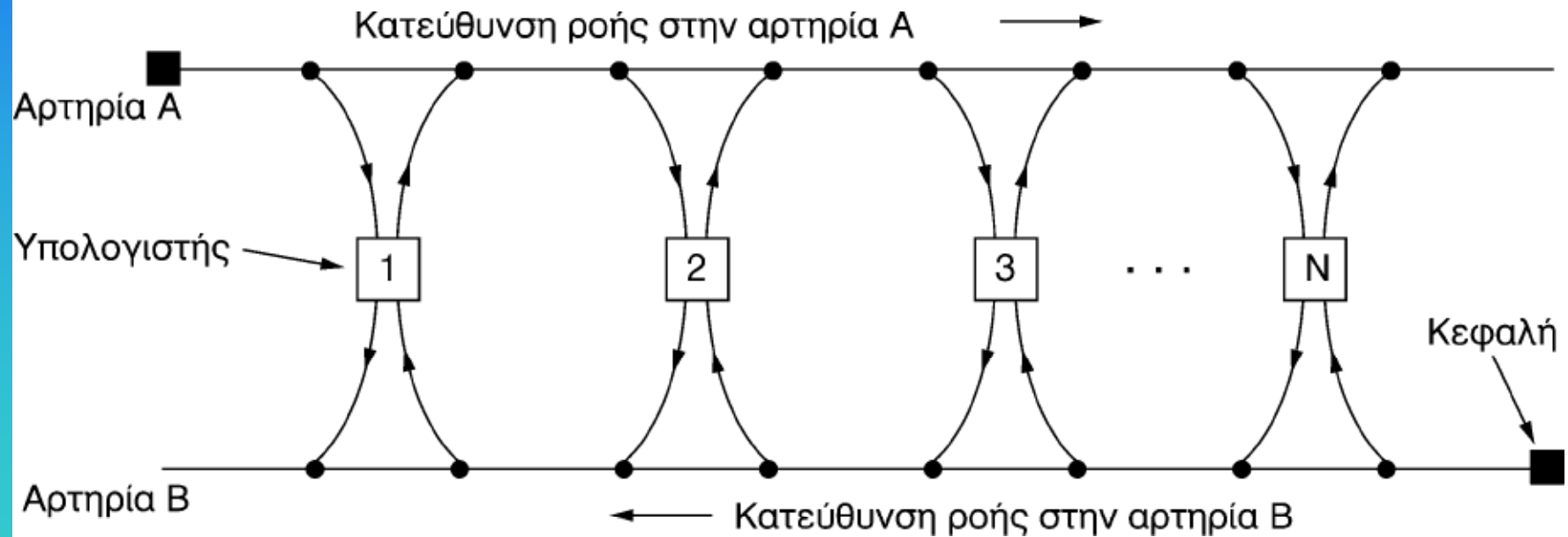


Δακτύλιος

# Μητροπολιτικά δίκτυα



- Μεγαλύτερα από τα LAN και μικρότερα από τα WAN
- Δεν διαθέτουν στοιχεία μεταγωγής
- DQDB (Distributed Queue Dual Bus)

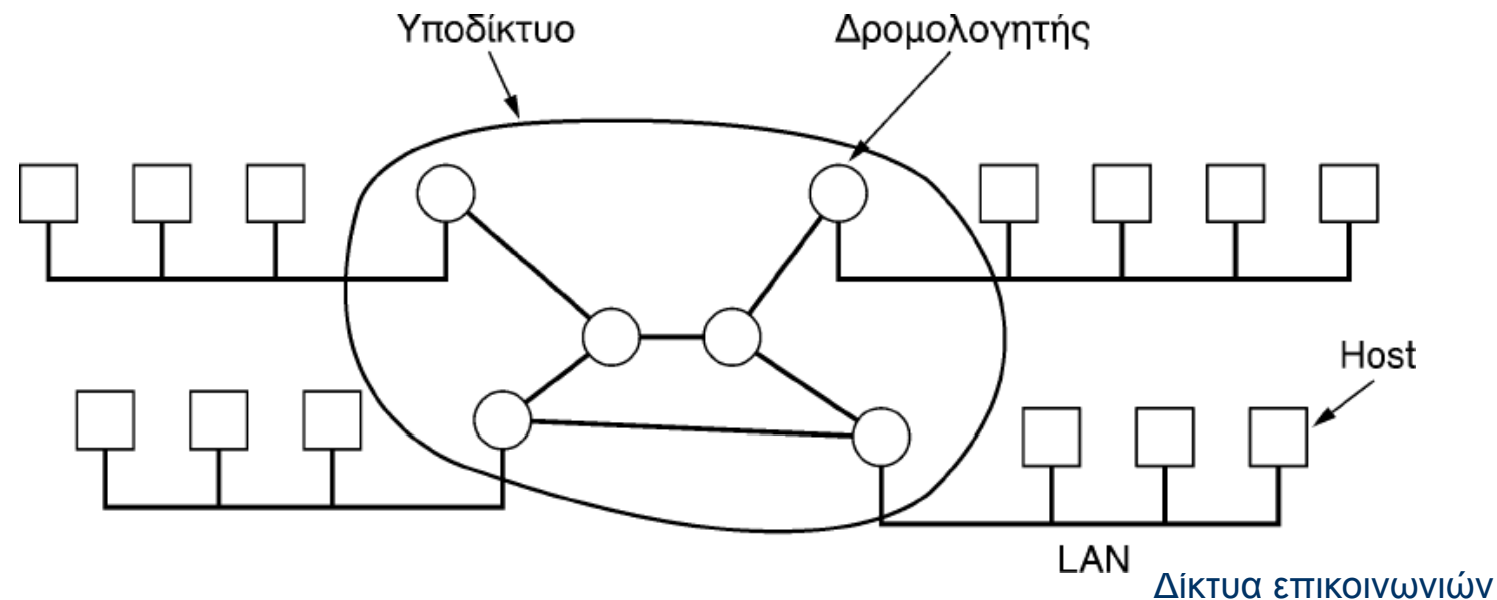




# Δίκτυα ευρείας περιοχής



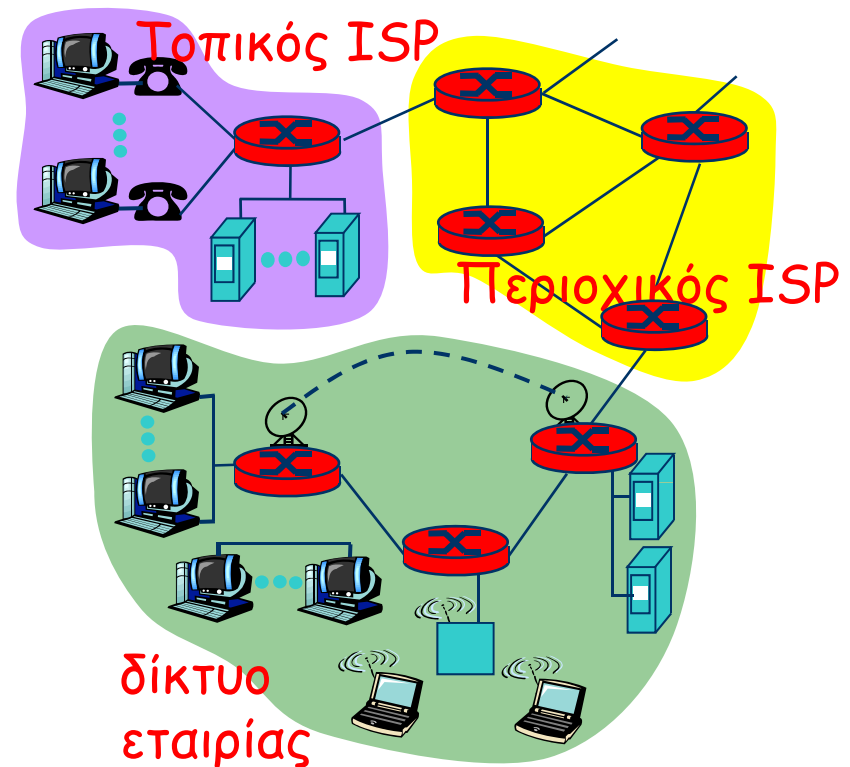
- Συνδέουν υπολογιστές που βρίσκονται μακριά μεταξύ τους.
  - Πιο αργά από τα LAN.
  - Λιγότερο αξιόπιστα από τα LAN.
  - Δίκτυα σημείου προς σημείο



# Internet



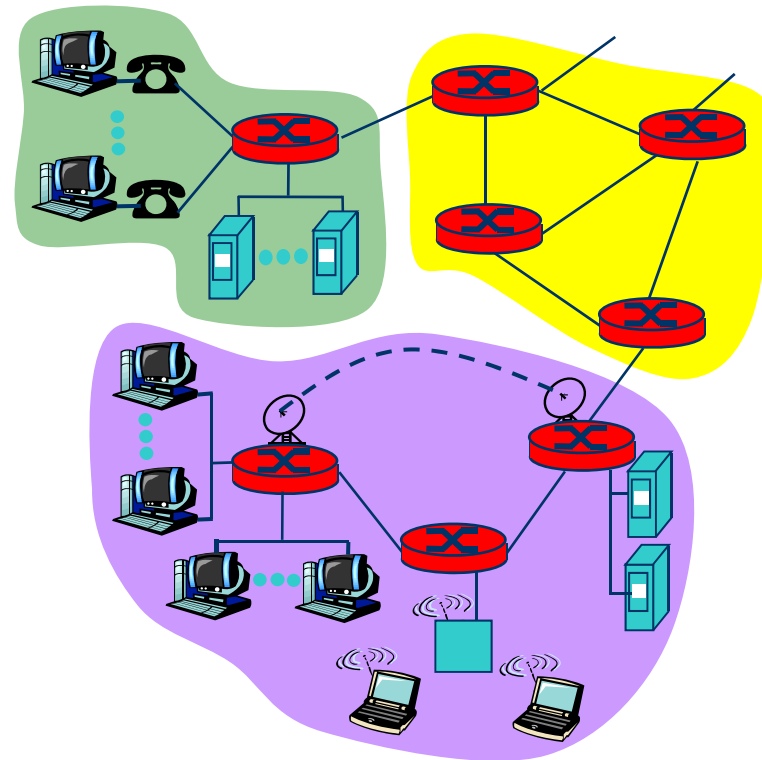
- εκατομμύρια συνδεδεμένων υπολογιστικών διατάξεων: *hosts, end-systems*
  - PC's, workstations, servers
  - PDA's, τηλέφωνα
- στις οποίες τρέχουν *δικτυακές εφαρμογές*
- *επικοινωνιακές ζεύξεις*
  - fiber, copper, radio, satellite
- *δρομολογητές*: προωθούν πακέτα δεδομένων μέσω του δικτύου



# Internet: Δομή δικτύου



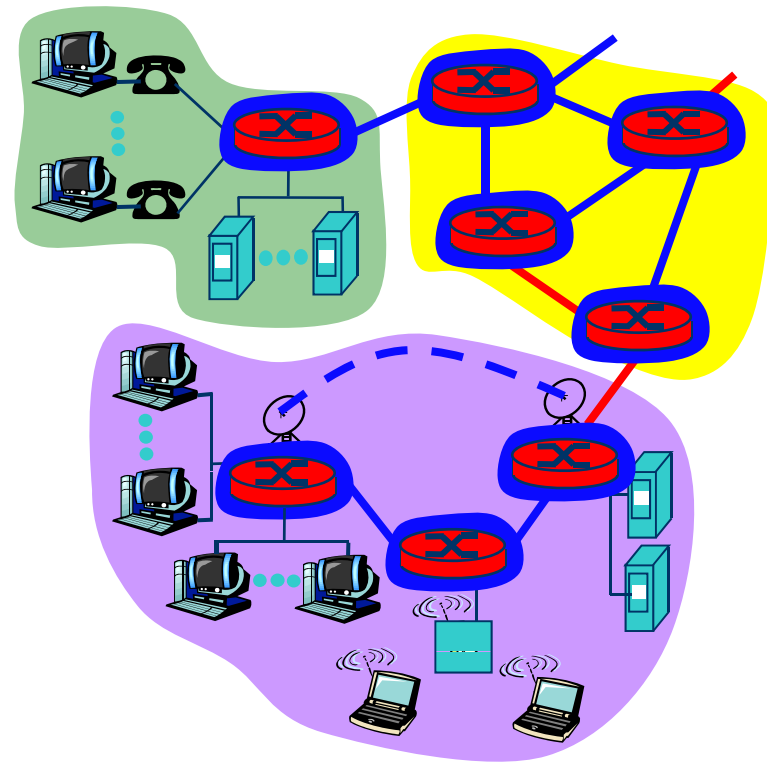
- **ακραίο δίκτυο:**  
εφαρμογές και hosts
- **δίκτυο κορμού:**
  - δρομολογητές
  - δίκτυο από δίκτυα
- **δίκτυα πρόσβασης, φυσικά μέσα:**  
επικοινωνιακές ζεύξεις



# Internet: δίκτυο κορμού



- πλήρως διασυνδεδεμένοι δρομολογητές
- το βασικό ερώτημα: πώς μεταφέρονται τα δεδομένα μέσω του δικτύου;
  - μεταγωγή κυκλώματος
  - μεταγωγή πακέτου

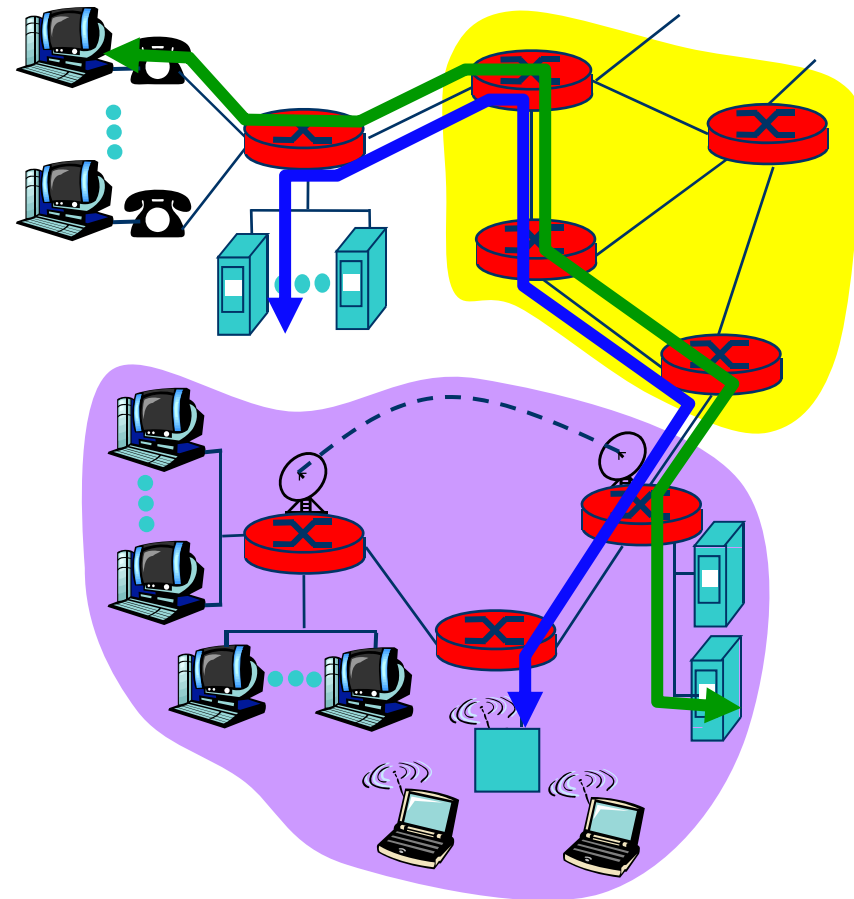


# Μεταγωγή κυκλώματος



Δεσμεύονται πόροι  
απ' άκρη σ' άκρη για  
μια "κλήση"

- εύρος ζώνης ζεύξης, χωρητικότητα μεταγωγέα
- αφιερωμένοι πόροι: όχι κοινή χρήση
- επίδοση παρόμοια με των κυκλωμάτων
- απαιτείται εγκατάσταση κλήσης



# Μεταγωγή πακέτου



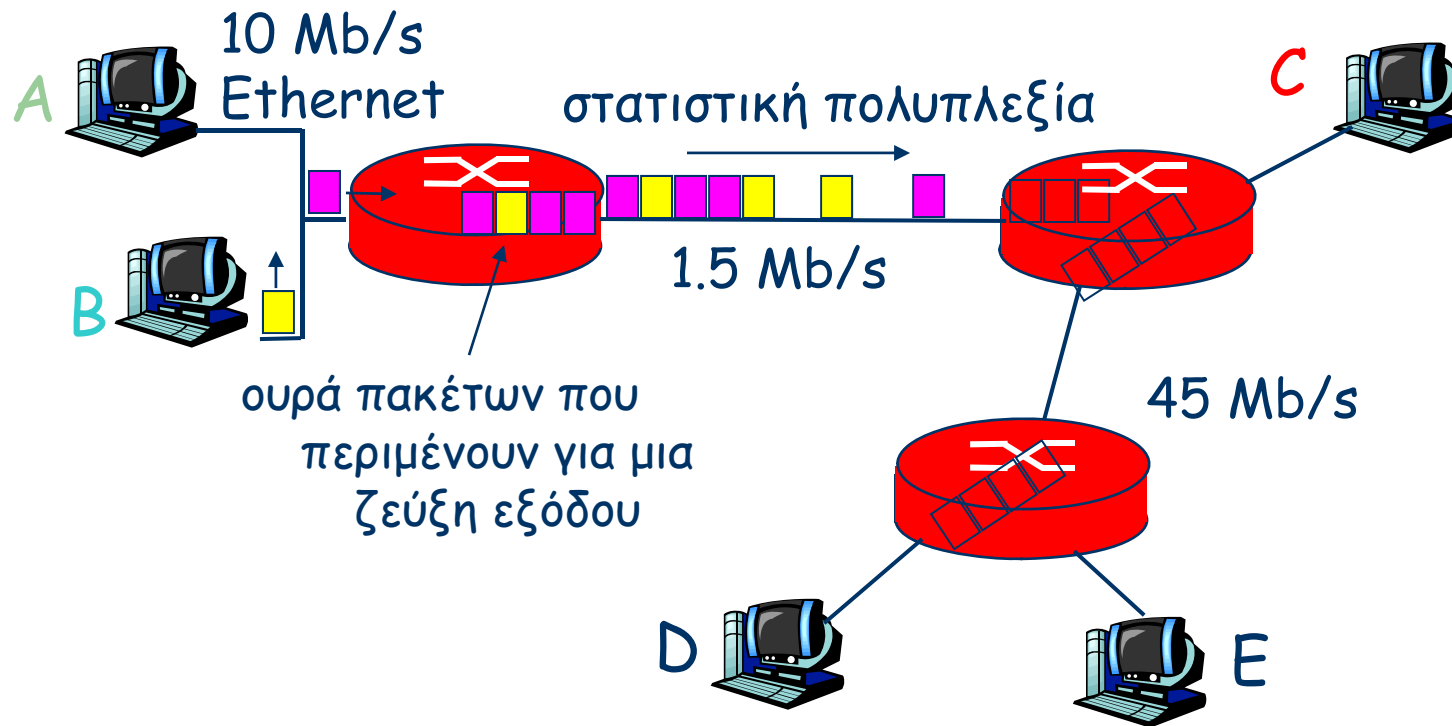
κάθε ροή δεδομένων απ' άκρη σ' άκρη χωρίζεται σε πακέτα

- τα πακέτα των χρηστών A, B μοιράζονται τους πόρους του δικτύου
- κάθε πακέτο χρησιμοποιεί όλο το εύρος ζώνης της ζεύξης
- οι πόροι χρησιμοποιούνται όταν χρειάζεται

ανταγωνισμός για πόρους:

- η συνολική ζήτηση για πόρους μπορεί να υπερβαίνει τους διαθέσιμους
- συμφόρηση: ουρές
- αποθήκευση και προώθηση: τα πακέτα κάνουν ένα βήμα κάθε φορά
  - μετάδοση σε κάθε ζεύξη
  - σειρά στην επόμενη

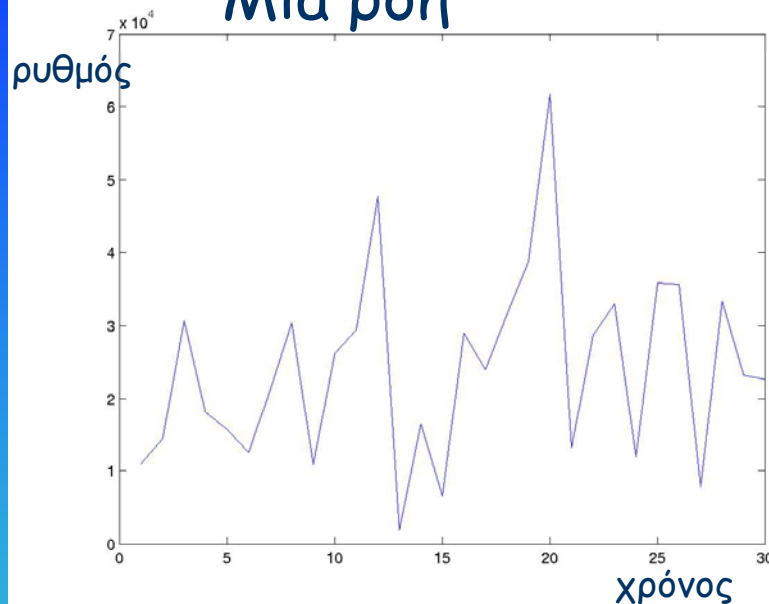
# Μεταγωγή πακέτου



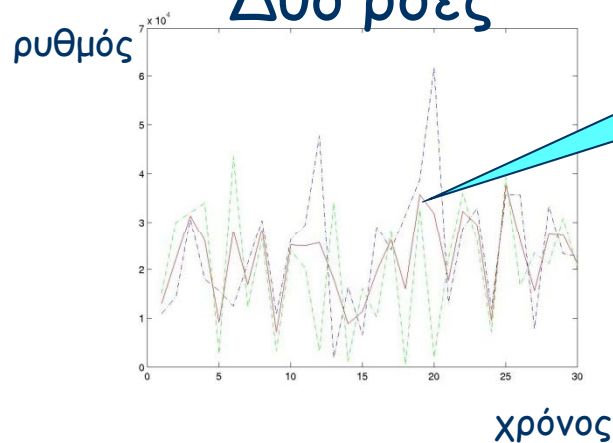
# ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ



## Μία ροή

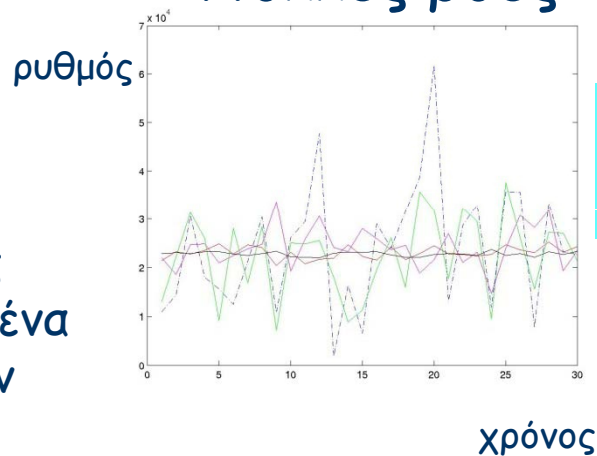


## Δύο ροές



Μέσος  
ρυθμός

## Πολλές ροές



Μέσος ρυθμός από:  
1, 2, 10, 100, 1000  
ροές.

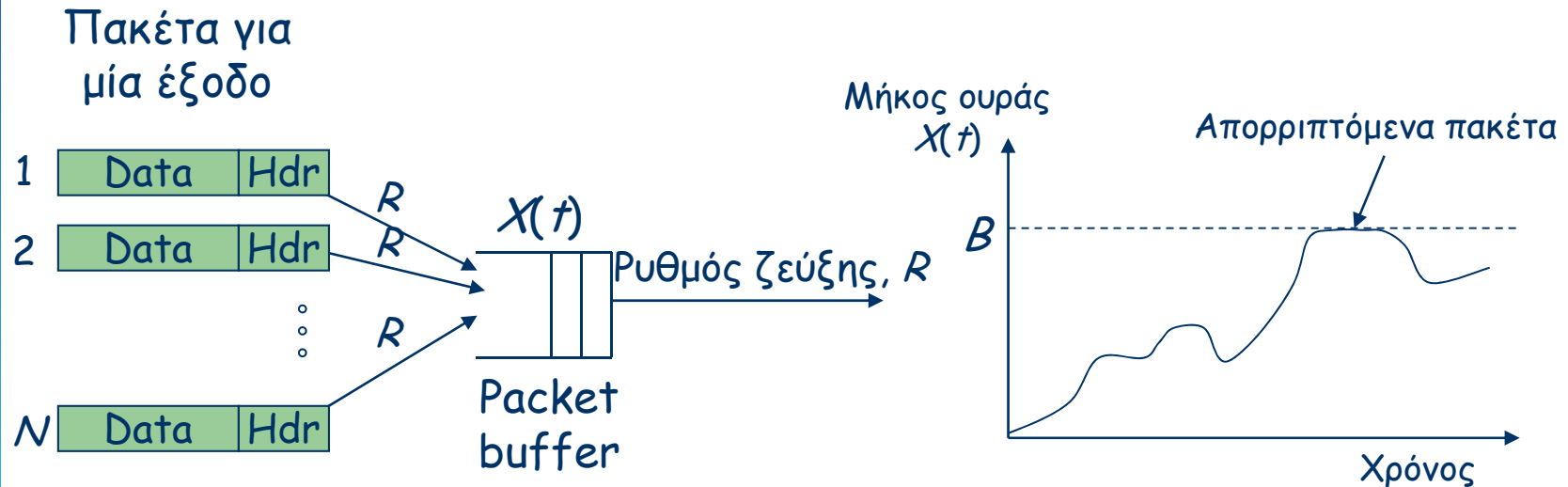
- ❖ Η κίνηση είναι εκρηκτική, δηλ., ο ρυθμός αλλάζει συχνά.
- ❖ Τα μέγιστα από διαφορετικές ροές εμφανίζονται γενικά ετεροχρονισμένα
- ❖ Αποτέλεσμα: οι πολλές ροές έχουν ομαλότερη κίνηση.



# Μεταγωγή πακέτου

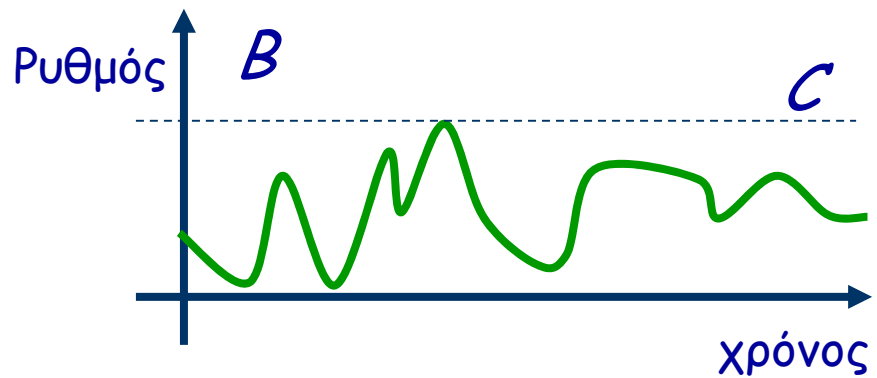
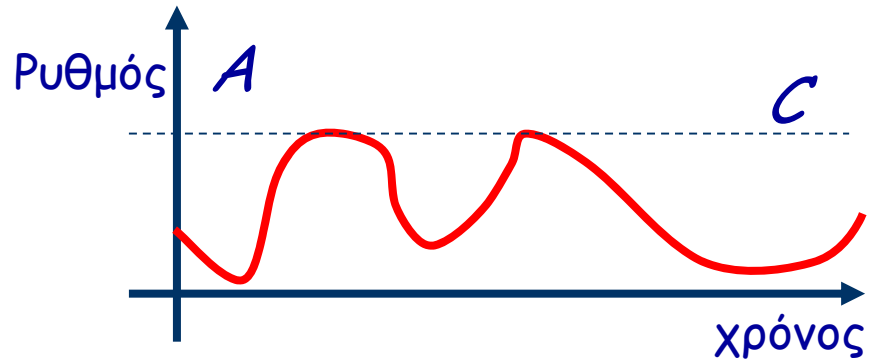


## Στατιστική πολυπλεξία

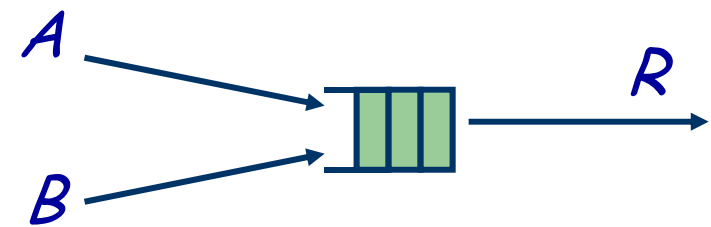
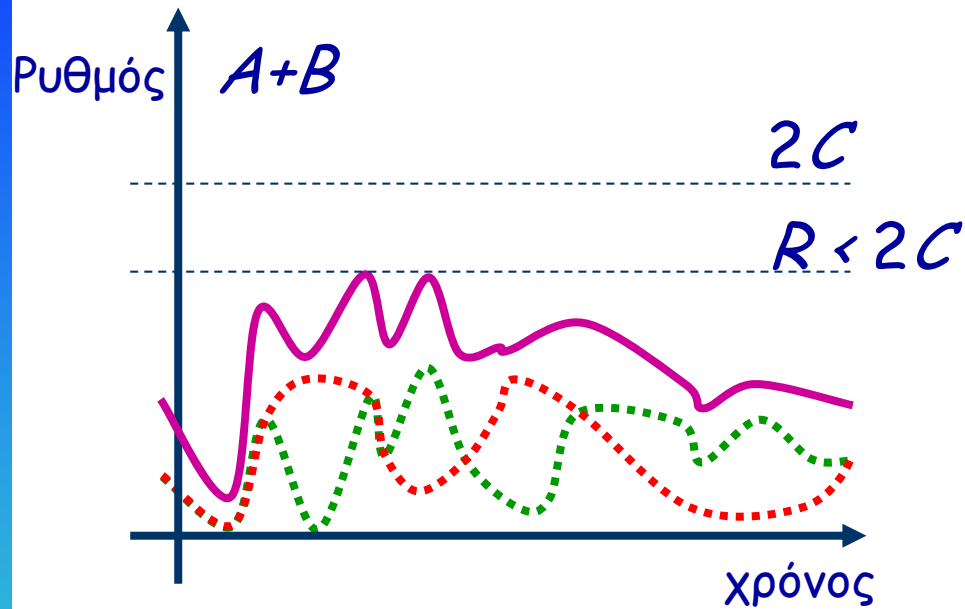


- ❖ Επειδή ο buffer απορροφά τις εκρήξεις, η ζεύξη εξόδου δεν χρειάζεται να λειτουργεί με ρυθμό  $N \times R$ .
- ❖ Αλλά ο buffer έχει πεπερασμένο μήκος  $B$ , οπότε θα υπάρχουν απώλειες.

# ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΠΟΛΥΠΛΕΞΙΑ



# Κέρδος στατιστικής πολυπλεξίας



$$\text{Κέρδος στατιστικής πολυπλεξίας} = 2C/R$$

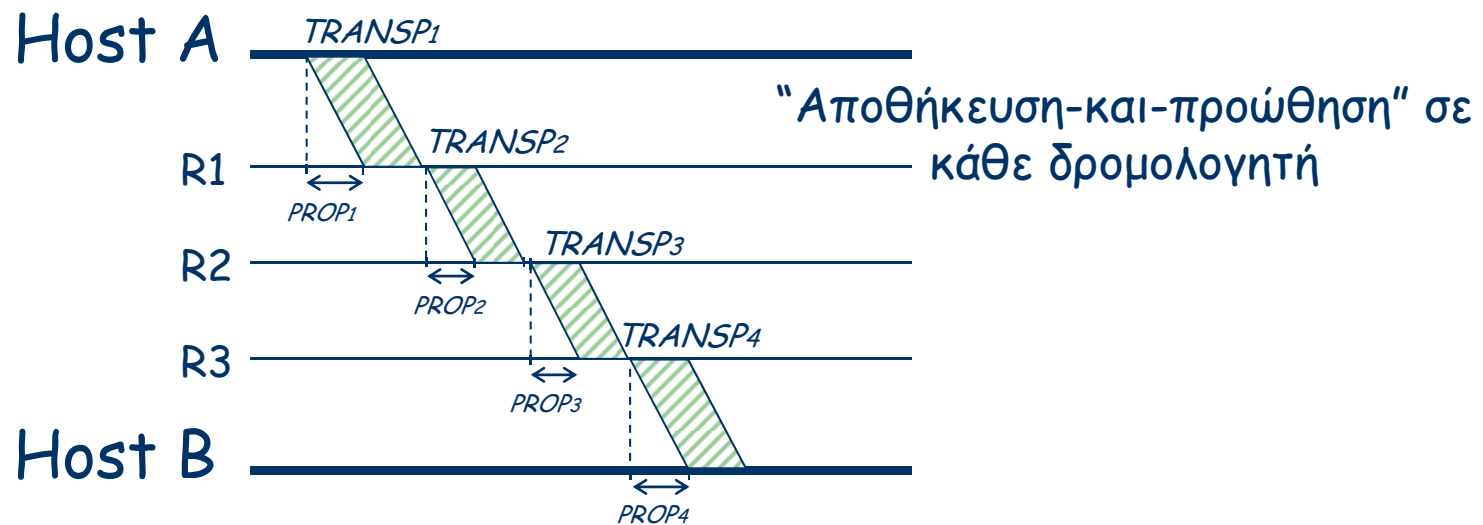
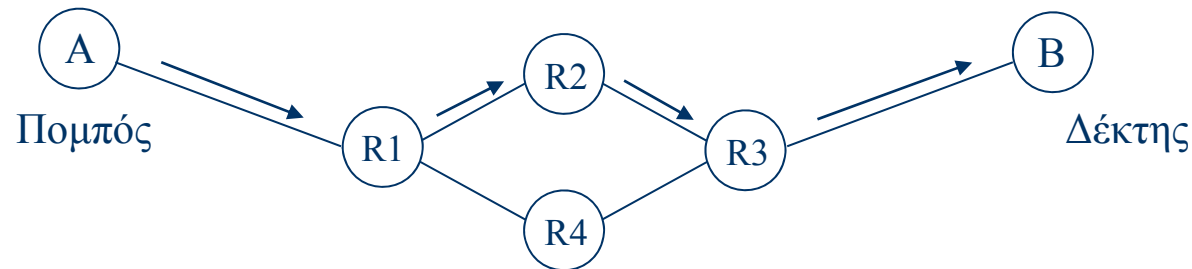
# Μερικοί ορισμοί



- Μήκος πακέτου,  $P$ , είναι το μήκος του πακέτου σε bits.
- Μήκος ζεύξης,  $L$ , είναι το μήκος της ζεύξης σε μέτρα.
- Ρυθμός δεδομένων,  $R$ , είναι ο ρυθμός με τον οποίο μπορούν να σταλούν τα bit, σε bits/sec, ή b/s.<sup>1</sup>
- Καθυστέρηση διάδοσης,  $PROP$ , είναι ο χρόνος για να διανύσει ένα bit μια ζεύξη μήκους  $L$ .  
$$PROP = L/c.$$
- 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:  
$$\text{συνολική καθυστέρηση} = PROP + TRANSP.$$

1. Σημείωση: 1 kilobit/sec, kb/s, είναι 1000 bits/sec όχι 1024 bit/sec.

# Μεταγωγή Πακέτου

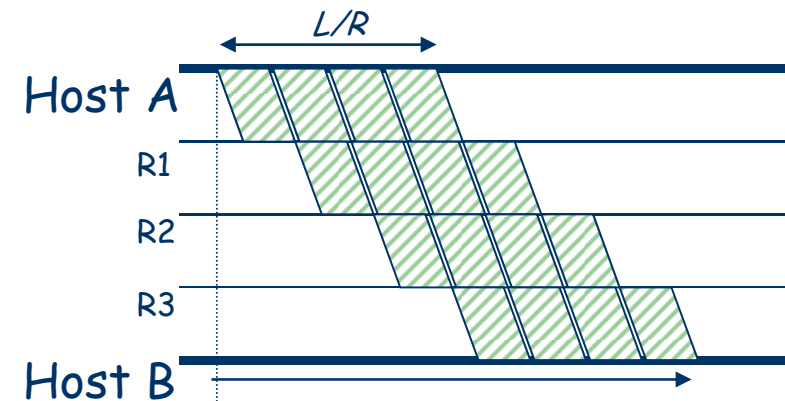
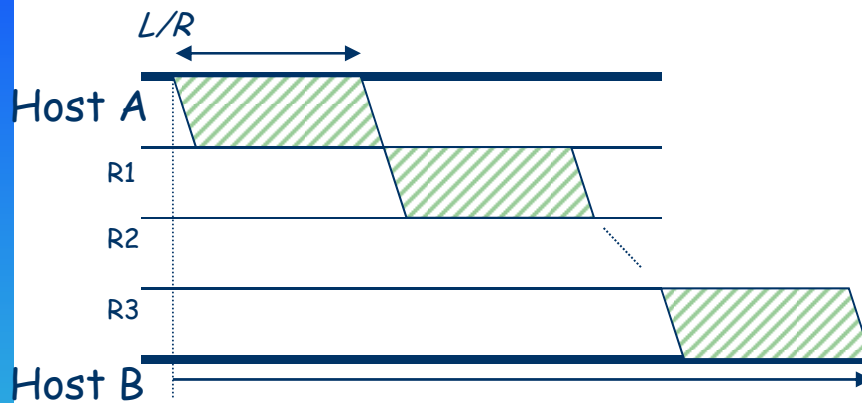


$$\text{Ελάχιστη καθυστέρηση απ' άκρη σ' άκρη} = \sum_i (TRANSP_i + PROP_i)$$

# Μεταγωγή Πακέτου

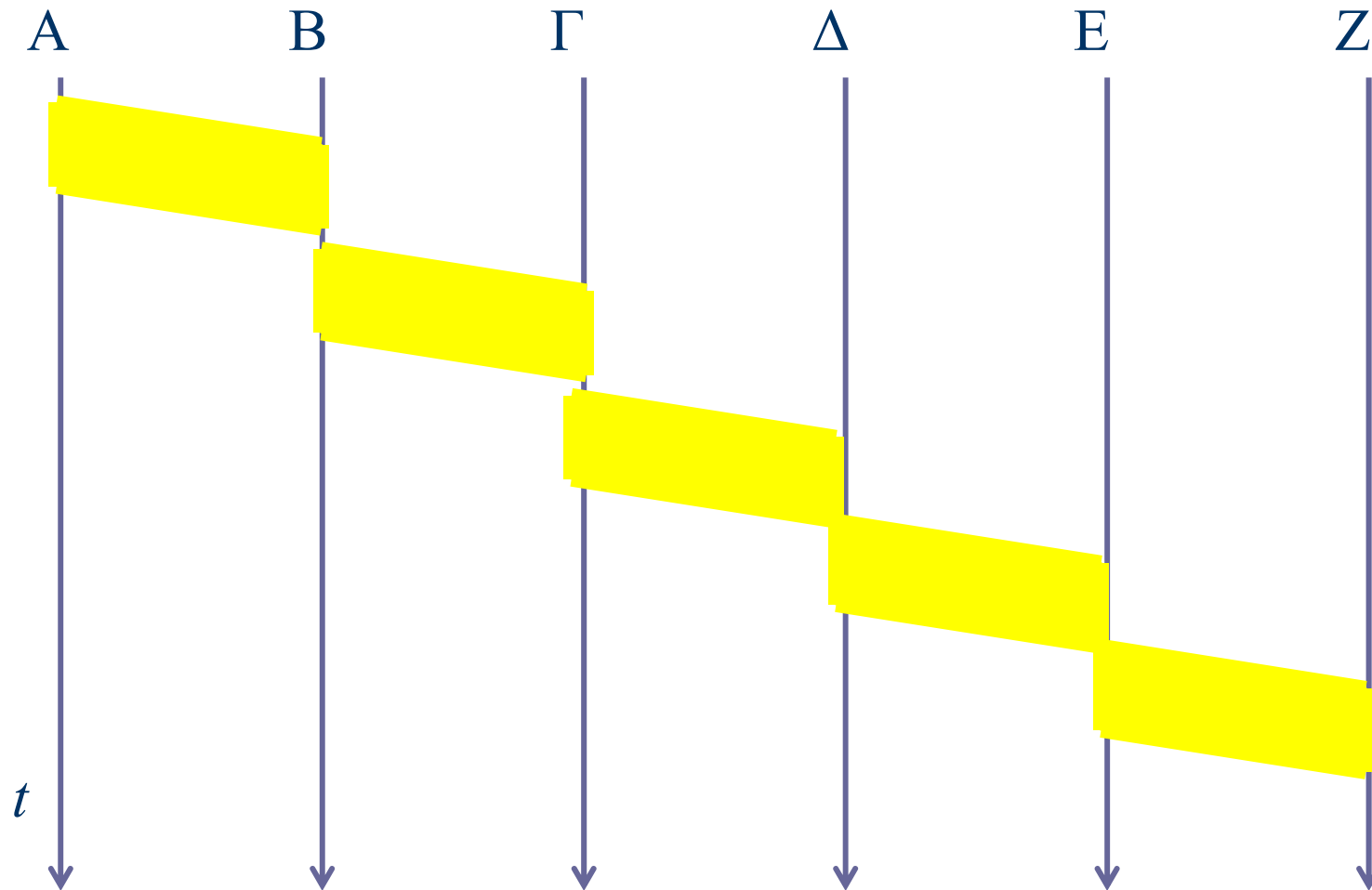


*Γιατί να μη στέλνεται όλο το μήνυμα σε ένα πακέτο;*

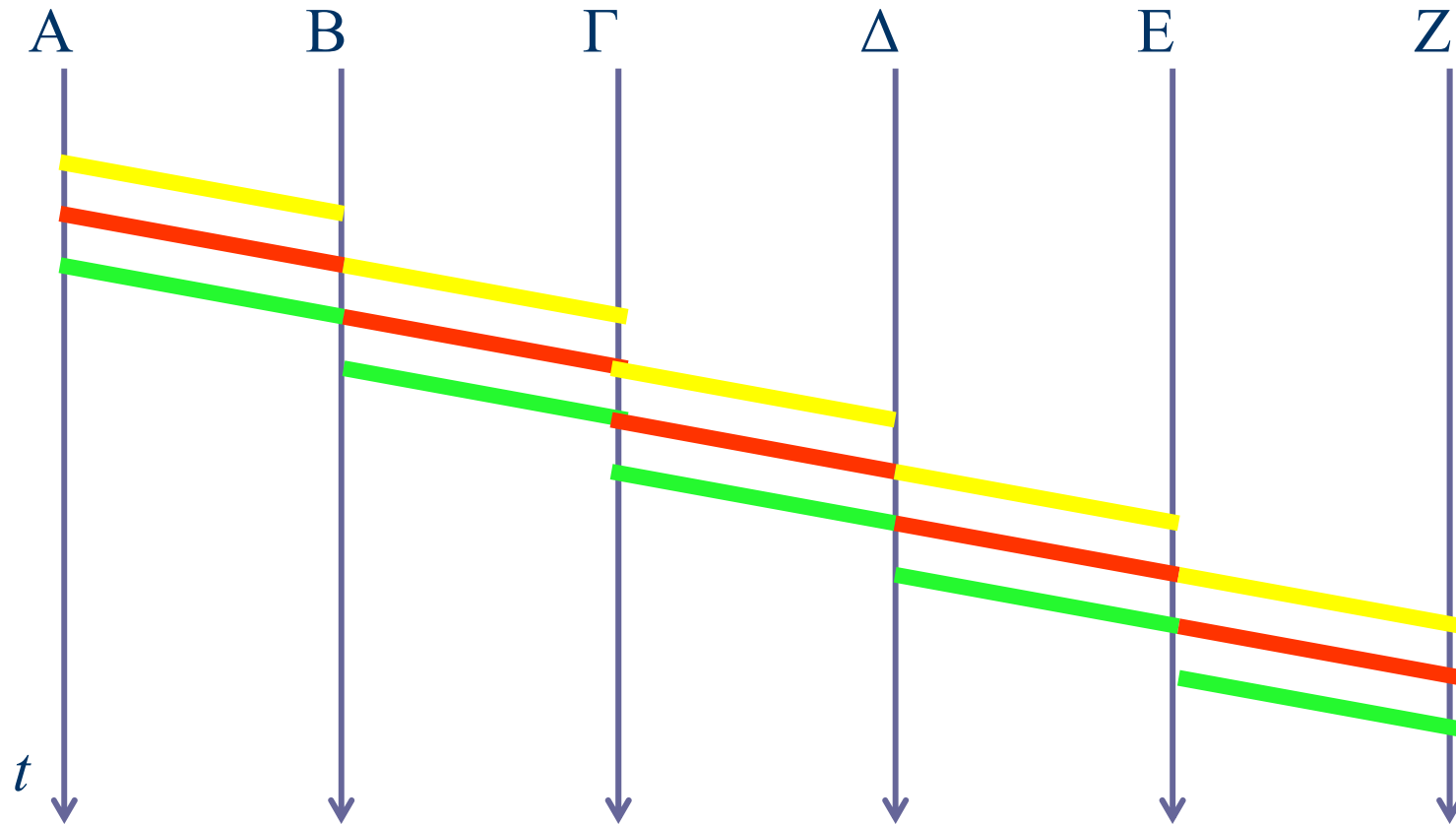


Η διάσπαση του μηνύματος σε πακέτα επιτρέπει την παράλληλη μετάδοση στις ζεύξεις κατά μήκος της διαδρομής, περιορίζοντας έτσι τη συνολική καθυστέρηση. Εμποδίζει, επίσης, τη "μονοπώληση" μιας ζεύξης για πολύ χρόνο από ένα μήνυμα.

# Μεταγωγή μηνύματος

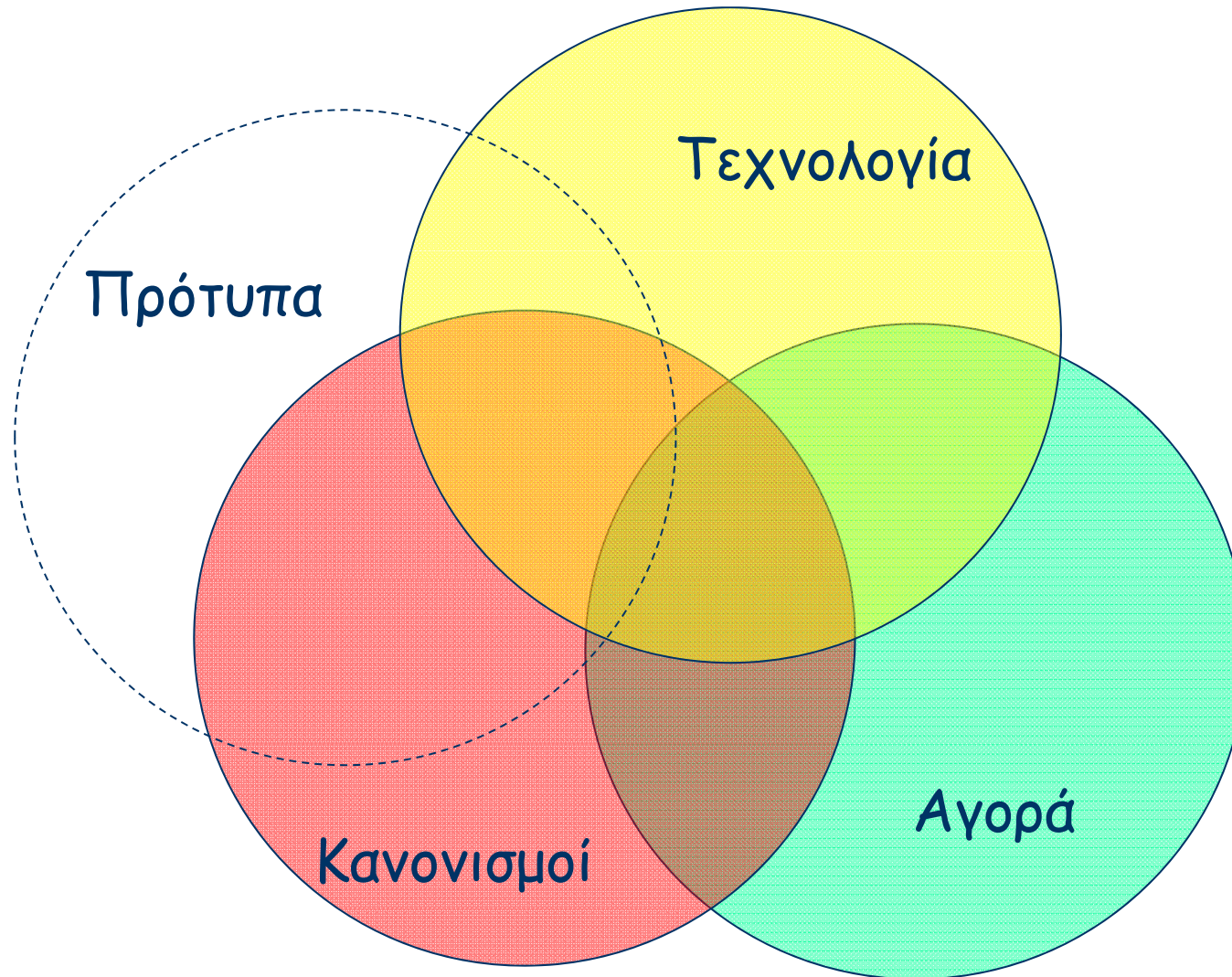


# Μεταγωγή πακέτου

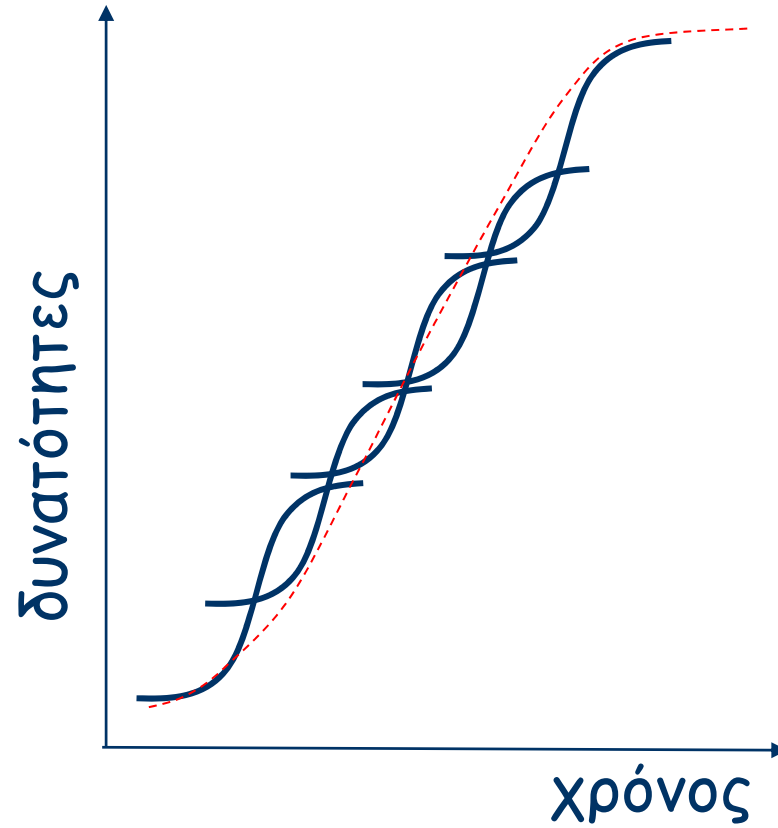
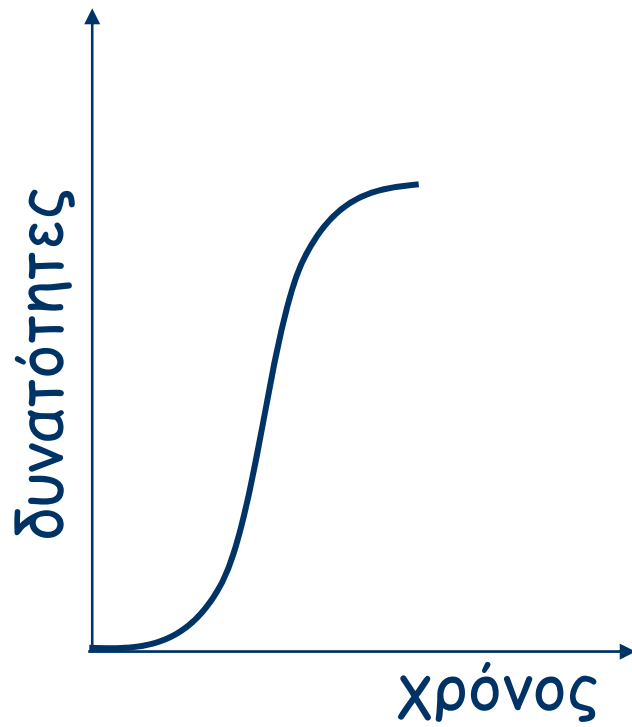




# Κύριοι παράγοντες στην ανάπτυξη των δικτύων επικοινωνιών



# 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 επεξεργασία) έπαιξε σπουδαίο ρόλο στην εξέλιξη των συστημάτων μεταγωγής και στην εφαρμογή των πρωτοκόλλων δικτύου.
- Επίσης, η ανάπτυξη νέων αλγορίθμων σχεδιασμού, ελέγχου και διαχείρισης δικτύων έχουν βοηθήσει στην αντιμετώπιση της πολυπλοκότητας που συνδέεται με τα σύγχρονα δίκτυα.

# 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 της αγοράς



- Η επιτυχία μιας υπηρεσίας εξαρτάται από την προθυμία των χρηστών να πληρώσουν για την υπόψη υπηρεσία
- Κόστος, χρησιμότητα και απήχηση της υπηρεσίας
- Για τις υπηρεσίες δικτύου, η χρησιμότητα εξαρτάται από την ύπαρξη κρίσιμης μάζας συνδρομητών

# 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),