

# Τεχνολογίες και Λειτουργία της Τηλεπικοινωνιακής Αγοράς

Τοπικά δίκτυα  
01/11/2011

Δρ. Βασιλική Ανδρόνικου  
[vandro@mail.ntua.gr](mailto:vandro@mail.ntua.gr)

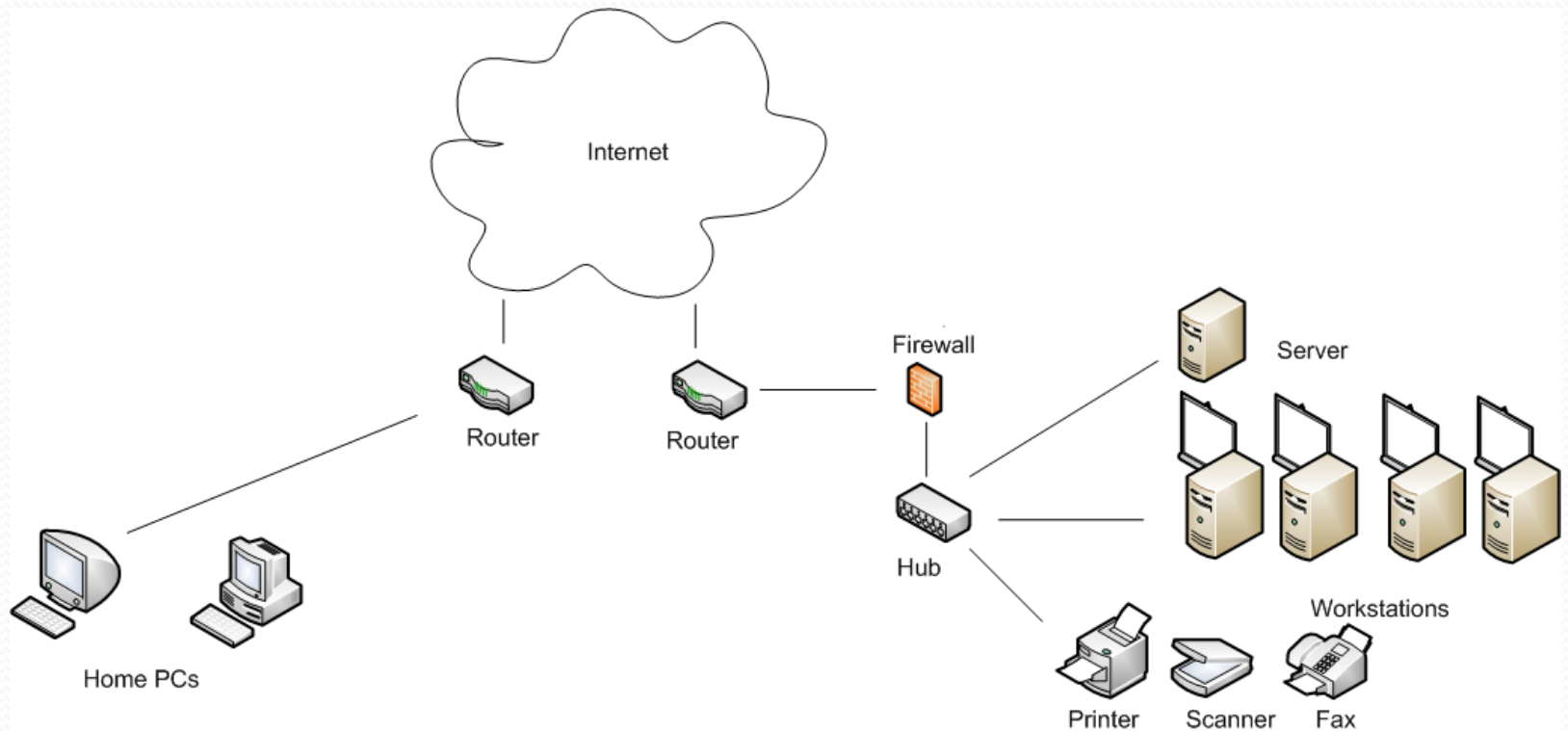
# Οργάνωση Διάλεξης

- Δίκτυα Δεδομένων-Γενικά
- Τοπικά Δίκτυα-Εισαγωγή
- Χαρακτηριστικά Τοπικών Δικτύων
  - Τοπολογία
  - Μέσο μετάδοσης
  - Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο
- Υλοποιήσεις τοπικών δικτύων
- IEEE 802 Reference Model
- Κόμβοι τοπικών δικτύων

# Ορισμός Δικτύου Υπολογιστών

- Μία συλλογή από αυτόνομες διασυνδεδεμένες συσκευές με δυνατότητες υπολογισμού και διαχείρισης δεδομένων/πληροφορίας
  - πελάτες (clients) - εξυπηρετητές (servers) - διαμοιραζόμενοι εκτυπωτές (shared printers) - άλλες διαμοιραζόμενες συσκευές (other shared devices) - συσκευές δικτύου (internetworking devices) κλπ
- Ένας συνδυασμός συστημάτων (υπολογιστών) τα οποία συνδέονται μεταξύ τους μέσω κάποιου μέσου μετάδοσης (καλωδίου ή αέρα).
- Οι υπολογιστές μπορούν να είναι γεωγραφικά διεσπαρμένοι
- Διασυνδέονται μεταδίδοντας πληροφορίες μέσω κάποιου μέσου (π.χ. καλώδια, αέρας)

# Ορισμός Δικτύου Υπολογιστών



# Σκοπός

- Πρόσβαση και διαμοιρασμός των λειτουργιών και της πληροφορίας υπολογιστικών πόρων
  - Τοπικοί πόροι (Hard & Soft Resources)
  - Παγκόσμιοι πόροι (Internet Resources)
- Ανταλλαγή μηνυμάτων, συνεργασία, κλπ

# Τύποι Δικτύων Υπολογιστών(1/2)

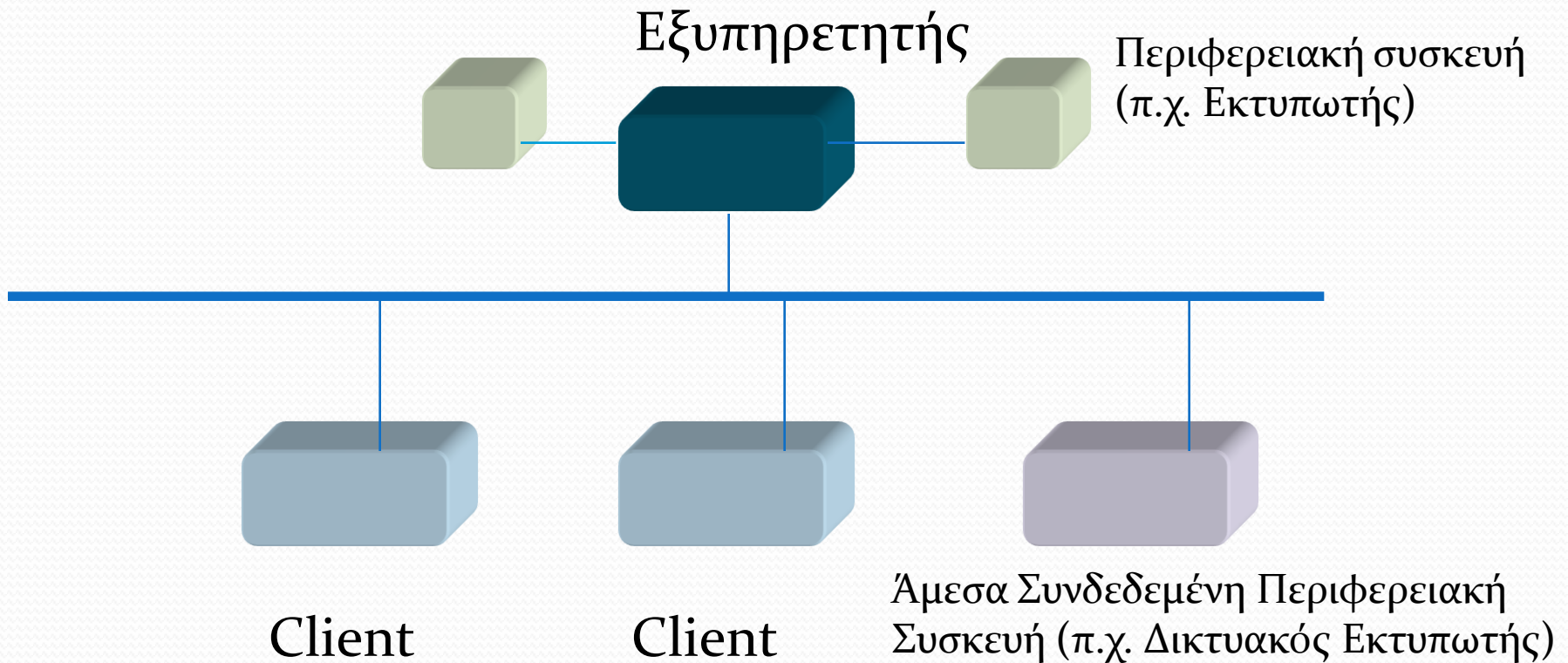
- Με βάση την κλίμακα
  - Τοπικά Δίκτυα (Local Area Network-LAN)
  - Δίκτυα Ευρείας Κλίμακας (Wide Area Network-WAN)
  - Συνδυασμοί των παραπάνω
    - Metropolitan Area Networks - MAN
    - Campus Area Network – CAN
    - ...

# Τύποι Δικτύων Υπολογιστών(2/2)

Interprocessor distance	Processors located in same	Example
1 m	Square meter	Personal area network
10 m	Room	
100 m	Building	Local area network Γραφείο, Σπίτι, Σχολείο
1 km	Campus	
10 km	City	Metropolitan area network
100 km	Country	Wide area network
1000 km	Continent	
10,000 km	Planet	The Internet

Άλλοι τύποι: *Campus Area Network, Storage Area Network, Cluster Area Network*

# Παράδειγμα Δικτύου



# Μετάδοση Πληροφορίας (1/2)

- Διευθύνσεις
  - Μοναδικοί αριθμοί που αντιστοιχούν στις διασυνδεδεμένες συσκευές
- Τεμαχισμός Πληροφορίας
  - Διαμοιρασμός των προς αποστολή δεδομένων σε μικρές μονάδες, τα λεγόμενα **πλαίσια (frames)**
  - Κάθε πλαίσιο περιέχει τμήμα των δεδομένων (**ωφέλιμο φορτίο**) και συγκεκριμένες πληροφορίες που προηγούνται ή/και έπονται των δεδομένων (**header and trailer**)
    - Τα headers (ή τα trailers) περιέχουν:
      - Διευθύνσεις του αποστολέα και του παραλήπτη
      - Πληροφορία για ανίχνευση λαθών
      - Πληροφορία ελέγχου

# Μετάδοση Πληροφορίας (2/2)

- Τρόποι (λογικής) μετάδοσης
  - Unicast (1-to-1)
  - Multicast (1-to-many)
  - Broadcast (1-to-all)
  - Anycast (1-to-1\_of\_many)
- Τρόποι (φυσικής) μετάδοσης
  - Baseband
  - Broadband
- Κοινή Πρόσβαση στο Μέσο
  - Μηχανισμοί πρόσβασης ελέγχουν ποιος έχει δικαίωμα εκπομπής

# Broadband vs Baseband

## Baseband

- ~ Μία συχνότητα
- Όλο το εύρος συχνοτήτων χρησιμοποιείται από ένα σήμα
- Αμφίδρομη μετάδοση σήματος
- Μικρή απόσταση μετάδοσης

## Broadband

- Πολλές συχνότητες
- Ταυτόχρονη αποστολή πολλών σημάτων
- Μονόδρομη μετάδοση σήματος
- Μεγάλη απόσταση μετάδοσης

# Χρήσεις Τοπικών Δικτύων

- Διαμοιρασμός των πόρων του συστήματος
  - Υλικό: Κοινή χρήση εκτυπωτή
  - Λογισμικό : Εκτέλεση προγράμματος εγκατεστημένου σε άλλον υπολογιστή
  - Πληροφοριών : Σύνδεση με βάση δεδομένων
  - Υπηρεσίες : Χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- Συνεργασία
- Πρόσβαση στο Διαδίκτυο

# Χαρακτηριστικά Τοπικών Δικτύων

- Τοπολογία
- Μέσο μετάδοσης
- Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο

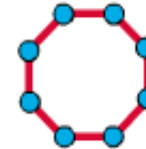
# Τοπολογία

- Καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται οι συσκευές στο δίκτυο.
- 2 ή περισσότερες συσκευές συνδέονται μέσω μίας ζεύξης
- 2 ή περισσότερες ζεύξεις αποτελούν μία τοπολογία
- Υπάρχουν 3 βασικές τοπολογίες LAN
  - Διαύλου
  - Δακτυλίου
  - Αστέρα
- Οι υπόλοιπες δε χρησιμοποιούνται σε κοινά LANs
- Υπάρχουν 2 τύποι τοπολογιών:
  - Φυσικές
  - Λογικές

## CH: 8 Physical Topologies



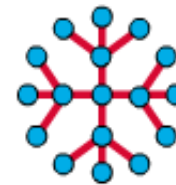
Bus Topology



Ring Topology



Star Topology



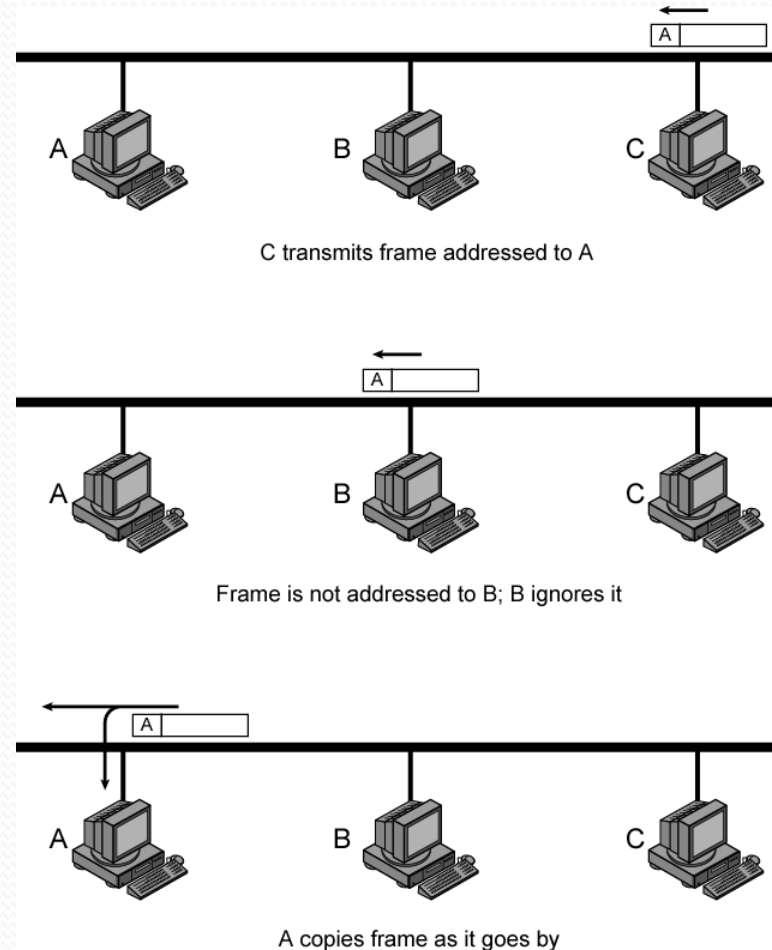
Extended Star Topology



Mesh Topology

# Τοπολογία Διαύλου

- Όλοι οι κόμβοι του δικτύου, συνδέονται άμεσα σε μια κοινή γραμμή επικοινωνίας η οποία λέγεται δίαυλος (**bus**).
- Πολυσημιακό Μέσο: Το σήμα εκπέμπεται σε όλον το δίαυλο και μπορεί να παραληφθεί από όλους τους σταθμούς.
- Κάθε σταθμός ελέγχει τη διεύθυνση του παραλήπτη και αν είναι η δική του το αντιγράφει.
- Καλή επιλογή για μικρό αριθμό κόμβων και μικρή κυκλοφορία στο δίκτυο.



# Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα

- Πλεονεκτήματα

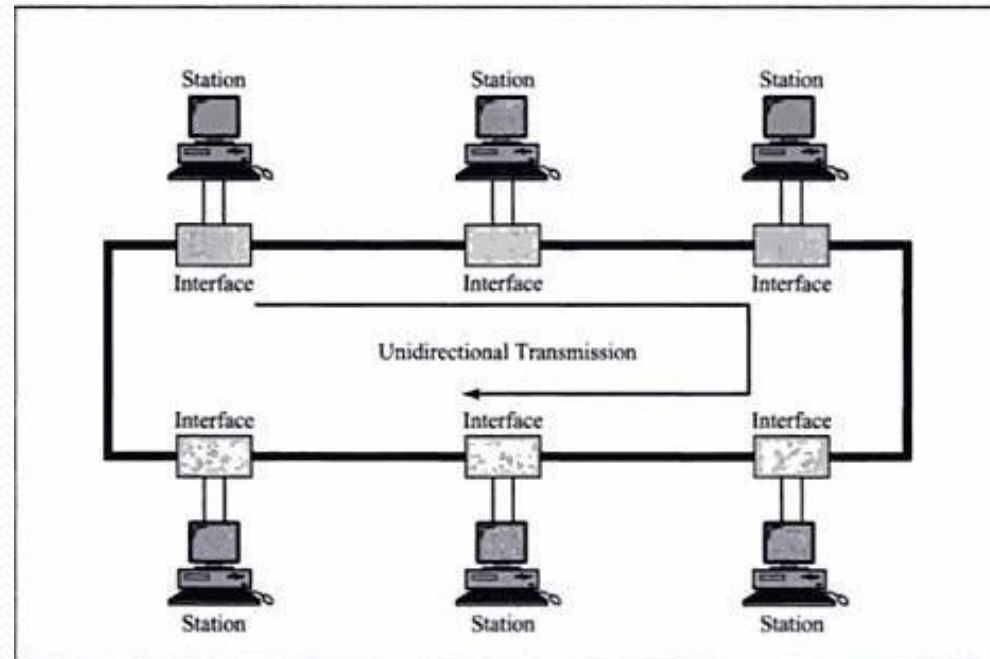
- Εύκολη διασύνδεση συσκευών
- Μικρότερο μήκος καλωδίου

- Μειονεκτήματα

- Αποτυχία του μέσου επηρεάζει την επικοινωνία
- Αποτυχία συσκευής δεν επηρεάζει τη λειτουργία
- Απαιτούνται επιπλέον συσκευές στα άκρα του διαύλου (για την “απορρόφηση” των σημάτων)
- Λειτουργεί καλύτερα με περιορισμένο αριθμό κόμβων

# Τοπολογία Δακτυλίου

- Κάθε σταθμός συνδέεται στο δίκτυο με έναν αναμεταδότη
- Λόγω της ταυτόχρονης χρήσης του μέσου μετάδοσης από πολλούς κόμβους ταυτόχρονα, απαιτείται έλεγχος πρόσβασης στο μέσο
- Μονοκατευθυντικές ζεύξεις
- Διαταραχή ομαλής λειτουργίας δικτύου από αποτυχία ενός κόμβου
- Αν ένας κόμβος είναι ο τελικός αποδέκτης, παραλαμβάνει το μήνυμα και το αναμεταδίδει, αλλιώς, απλώς το μεταδίδει στον επόμενο

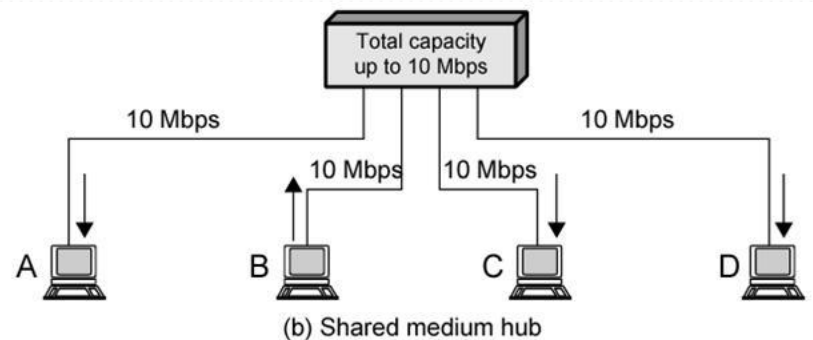


# Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα

- Πλεονεκτήματα
  - Εύκολα ελεγχόμενο δίκτυο (λόγω τάξης)
  - Αποδίδει καλύτερα από την τοπολογία αστέρα κάτω από βαρύ φορτίο
  - Μπορεί να υποστηρίξει μεγαλύτερα δίκτυα
- Μειονεκτήματα
  - Μοναδικό σημείο αποτυχίας
  - Αλλαγές στις συσκευές που συνδέονται στο δίκτυο μπορούν να επηρεάσουν όλο το δίκτυο
  - Οι επαναλήπτες είναι ακριβότεροι από συσκευές διασύνδεσης που χρησιμοποιούνται από τις υπόλοιπες τοπολογίες (κάρτες δικτύου, hubs)
  - Πολύ πιο αργό από άλλες τοπολογίες υπό κανονικό φορτίο

# Τοπολογία Αστέρα

- Κάθε σταθμός συνδέεται απευθείας σε έναν κεντρικό κόμβο
- Ο κεντρικός εκπέμπει προς όλους (broadcast)
- Μόνο ένας σταθμός μπορεί να μεταδίδει ανά πάσα στιγμή
- Ο κεντρικός κόμβος μπορεί να ελέγχει την πρόσβαση
- Παρατήρηση: με φυσική τοπολογία αστέρα μπορεί να υλοποιηθεί λογική τοπολογία διαύλου



# Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα

- Πλεονεκτήματα
  - Εύκολη εγκατάσταση και καλωδίωση
  - Δεν υπάρχουν παρεμβολές στο υπόλοιπο δίκτυο όταν συνδέεται μία νέα συσκευή
  - Αν υπάρχει πρόβλημα σε οποιονδήποτε περιφερειακό κόμβο, το δίκτυο συνεχίζει ομαλά τη λειτουργία του
  - Εύκολη ανίχνευση σφάλματος και αφαίρεση τμημάτων
- Μειονεκτήματα
  - Απαιτεί καλώδιο μεγαλύτερου μήκους από τον διάυλο
  - Μεγάλη εξάρτηση από τον κεντρικό κόμβο:
    - Αν αποτύχει ο κεντρικός κόμβος αποτυγχάνει όλο το δίκτυο
    - Καθορίζει την επεκτασιμότητα και την απόδοση του δικτύου
  - Πιο ακριβό λόγω του κόστους των συσκευών στον κεντρικό κόμβο

# Κριτήρια Επιλογής Τοπολογίας

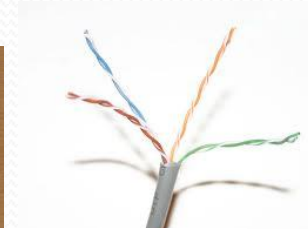
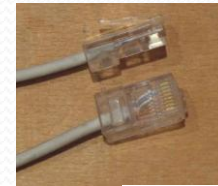
- Αξιοπιστία
- Επεκτασιμότητα
- Επιδόσεις
- Κόστος - ανάγκες σε:
  - Μέσο μετάδοσης
  - Καλωδίωση
  - Έλεγχο πρόσβασης

# Χαρακτηριστικά Τοπικών Δικτύων

- Τοπολογία
- Μέσο μετάδοσης
- Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο

# Μέσο Μετάδοσης

- Συνεστραμμένα ζεύγη (*twisted pair - UTP*)  
τηλεφωνικό σύστημα  
αρκετά km – μετά επαναλήπτες
- Ομοαξονικό καλώδιο βασικής και ευρείας ζώνης (*coaxial cable*)  
τηλεφωνικό δίκτυο  
μεγαλύτερες αποστάσεις με μεγαλύτερες ταχύτητες
- Οπτικές ίνες  
πηγή – μέσο - ανιχνευτής  
1 παλμός : 1 bit – απουσία : 0 bit



# Σύγκριση Μέσων Μετάδοσης

	Ταχύτητα Μετάδοσης	Απόσταση Μετάδοσης	Κόστος Εγκατάστασης	Δυσκολία Εγκατάστασης
UTP	3	3	2	3
Coaxial	2	2	3	2
Fibre	1	1	1	1

Υπόμνημα

1 ::= Μεγαλύτερο

# Κριτήρια Επιλογής Μέσου

- Αξιοπιστία
- Χωρητικότητα
- Υποστηριζόμενοι τύποι δεδομένων
- Περιβαλλοντικοί λόγοι

# Χαρακτηριστικά Τοπικών Δικτύων

- Τοπολογία
- Μέσο μετάδοσης
- Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο

# Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο (1)

- Η απόφαση για το δικαίωμα πρόσβασης μπορεί να λαμβάνεται
  - Κεντρικά
  - Κατανεμημένα
- Αποδίδοντας
  - Σταθερή χωρητικότητα σε κάθε χρήστη (με σύγχρονο τρόπο)
  - Αποδίδοντας τη χωρητικότητα δυναμικά ανάλογα με τη στιγμιαία ζήτηση (με ασύγχρονο τρόπο)
    - Κυκλικά - εκ περιτροπής (Round robin)
    - Με κρατήσεις (Reservation)
    - Ανταγωνισμό (Contention)

# Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο (2)

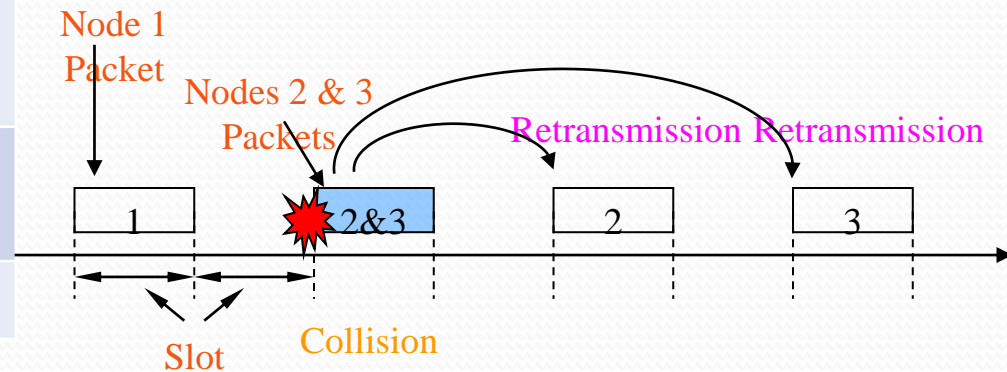
- Τυχαία Πρόσβαση
- Πολλαπλή Πρόσβαση (ALOHA)
- Πολλαπλή Πρόσβαση με Ανίχνευση Φέροντος και Ανίχνευση Συγκρούσεων (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection- CSMA/CD)
- Πολλαπλή Πρόσβαση με Ανίχνευση Φέροντος και Αποφυγή Συγκρούσεων (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance- CSMA/CA)

# Τυχαία Πρόσβαση

- Ισότιμοι σταθμοί
- Μοναδικός έλεγχος για την κατάσταση του μέσου (idle or busy)
- Οι σταθμοί ανταγωνίζονται για να εξασφαλίσουν χρόνο μετάδοσης επί του κοινόχρηστου μέσου
- Πιθανότητα σύγκρουσης (collision) κατά την κοινή πρόσβαση στο μέσο

# Πολλαπλή Πρόσβαση (Slotted ALOHA)

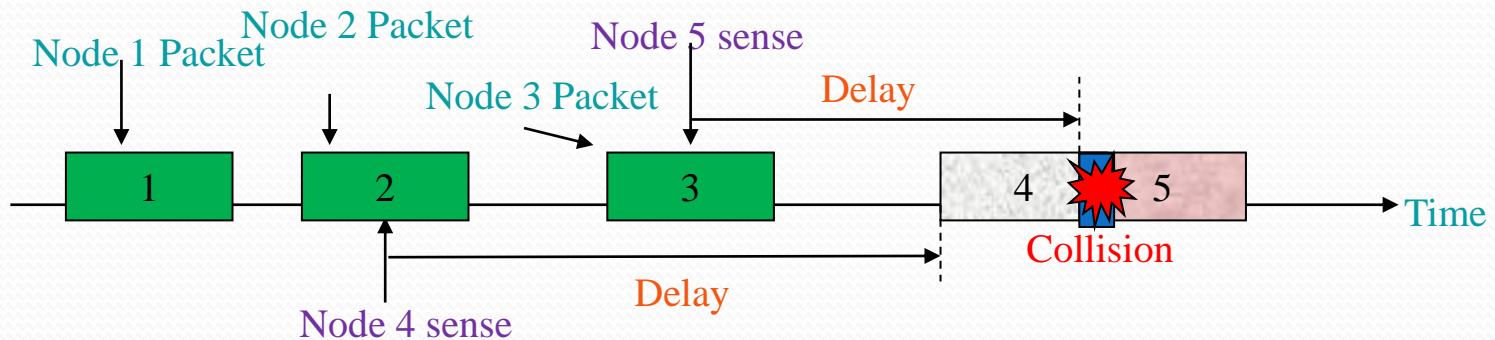
Τύπος Πρόσβασης	Πολλαπλή
Ανίχνευση φέροντος:	Όχι
Έλεγχος για συγκρούσεις:	Όχι
Βεβαίωση λήψης:	Ναι



## Slotted ALOHA

- Ο χρόνος χωρίζεται σε σχισμές διάρκειας ίσης με τον χρόνο μετάδοσης ενός πλαισίου
- Εισάγει την ανάγκη για κεντρικό χρονοισμό
- Η μετάδοση ξεκινά πάντα στην αρχή μιας σχισμής
- Τα πλαίσια είτε επικαλύπτονται πλήρως είτε μεταδίδονται επιτυχώς

# CSMA



## Non-persistent CSMA

Βήμα 1: Αν το μέσο είναι ελεύθερο, άμεση μετάδοση

Βήμα 2: Αν το μέσο είναι απασχολημένο, αναμονή για τυχαίο χρονικό διάστημα

## 1-persistent CSMA

Βήμα 1: Αν το μέσο είναι ελεύθερο, άμεση μετάδοση

Βήμα 2: Αν το μέσο είναι απασχολημένο, «ακούει» το μέσο μέχρι να ελευθερωθεί και μεταδίδει αμέσως

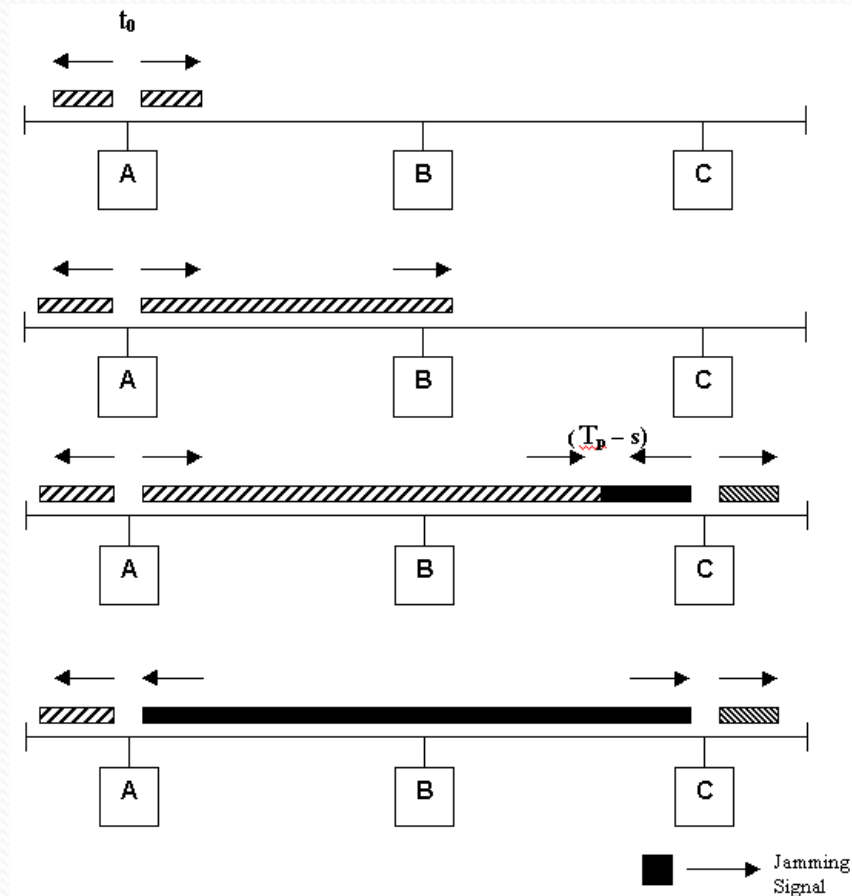
## p-persistent CSMA

Βήμα 1: Αν το μέσο είναι ελεύθερο, μεταδίδει με πιθανότητα  $p$

Βήμα 2: Αν το μέσο είναι απασχολημένο, «ακούει» το μέσο μέχρι να ελευθερωθεί και επιστρέφει στο Βήμα 1

# CSMA/CD

Τύπος Πρόσβασης	Πολλαπλή
Ανίχνευση φέροντος:	Ναι
Έλεγχος για συγκρούσεις:	Ναι
Βεβαίωση λήψης:	Ναι

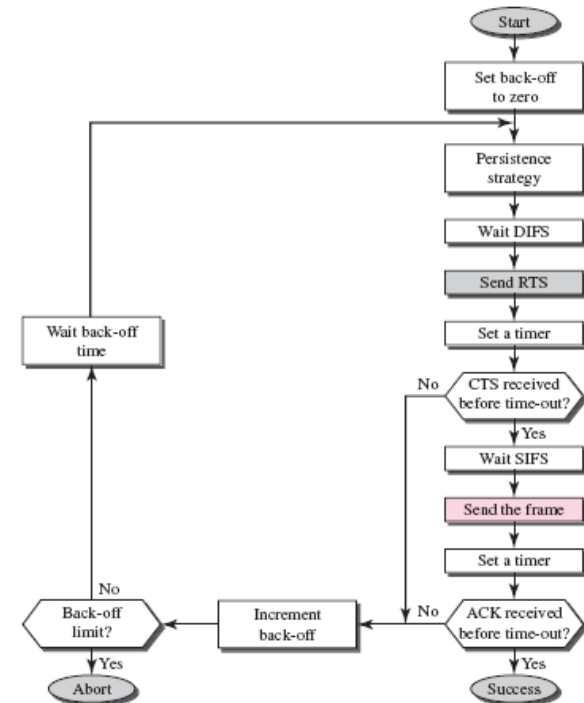


- Όταν ένας σταθμός ο οποίος μεταδίδει δεδομένα ανιχνεύσει κάποιο άλλο σήμα, σταματάει την αποστολή του πλαισίου, μεταδίδει ένα σήμα συμφόρησης (jam signal) και περιμένει ένα τυχαίο χρονικό διάστημα προτού προσπαθήσει να ξαναστείλει το πλαίσιο

# CSMA/CA

Figure 14.4 CSMA/CA flowchart

Τύπος Πρόσβασης	Πολλαπλή
Ανίχνευση φέροντος:	Ναι
Έλεγχος για συγκρούσεις:	Ναι
Βεβαίωση λήψης:	Ναι



- Όταν ένας σταθμός επιθυμεί να εκπέμψει, περιμένει να απελευθερωθεί το μέσο («ακούει» το κανάλι για να δει αν είναι ελεύθερο), περιμένει για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, αποστέλλει ένα RTS (Request to Send), περιμένει για ένα CTS (Clear to Send), περιμένει για ένα μικρό προκαθορισμένο διάστημα και στη συνέχεια εκπέμπει

# Υλοποιήσεις Τοπικών Δικτύων

- Ethernet
- Token Ring
- Token Bus
- Fiber Distributed Data Interface-FDDI
- Fibre Channel
- Wireless LAN (WLAN)

# Ethernet

- Το Ethernet προτυποποιείται από το IEEE 802.3
- Τοπολογία διαύλου/αστέρα
- Ιεραρχικά δομημένα δίκτυα με κεντρικούς κόμβους
- Στο Ethernet χρησιμοποιήθηκε αρχικά το CSMA/CD

# Ethernet

- Ροή διεργασιών (Πρώτο Ethernet-10BASET):
  - Αν 2 σταθμοί εκπέμπουν ταυτόχρονα τότε έχουμε σύγκρουση (προσοχή: συγκρούσεις υπάρχουν ακόμα και στο CSMA/CD, δηλαδή κι εδώ)
  - Οι συγκρούσεις ανιχνεύονται από τους κεντρικούς κόμβους
  - Οι κεντρικοί κόμβοι εκπέμπουν το jam signal του CSMA/CD (το σήμα λέγεται: collision presence-CP)
  - Ο σταθμός περιμένει μέχρι να ξαναστείλει (backoff: 2x την καθυστέρηση μεταξύ του πιο απομακρυσμένου σταθμού)
- Απόγονοι:
  - Fast Ethernet
  - Gigabit Ethernet

# Token Ring (Γενικά)

- Προτυποποιείται από το IEEE 802.5
- Τοπολογία Δακτυλίου
- Ροή διεργασιών:
  - Στον δακτύλιο κυκλοφορεί συνεχώς ένα μικρό πλαίσιο-σκυτάλη (token) προς μία κατεύθυνση
  - Κάθε σταθμός περιμένει για τη σκυτάλη
  - Αλλάζει ένα bit στη σκυτάλη για να τη χρησιμοποιήσει (δηλαδή για να μεταδώσει ένα πλαίσιο δεδομένων)
  - Μεταδίδει το πλαίσιο δεδομένων
  - Το πλαίσιο περνά από όλους τους σταθμούς και φτάνει πίσω στον πομπό ο οποίος το «απορροφά»
  - Ο σταθμός εισάγει εκ νέου τη σκυτάλη όταν ολοκληρώσει τη μετάδοση του πλαισίου

# Token Ring (Προτεραιότητες)

προτεραιότητα του πλαισίου/σκυτάλης

κάποιος στο δακτύλιο θέλει να μεταδώσει

Received Priority (Pr)	Received Reservation (Rr)	Busy
3	3	1

Σε κάθε σκυτάλη  
ή πλαίσιο

- Για να μεταδώσει ένας σταθμός με προτεραιότητα  $P_m$  θα πρέπει να λάβει μία ελεύθερη σκυτάλη με προτεραιότητα  $P_r \leq P_m$
- Αν το μέσο είναι ελεύθερο αλλά  $P_r > P_m$  και  $R_r < P_m$ , τότε ο σταθμός μπορεί να δεσμεύσει τη σκυτάλη θέτοντας  $R_r = P_m$
- Αν το μέσο είναι δεσμευμένο ( $busy=1$ ) και  $R_r < P_m$ , τότε ο σταθμός δεσμεύει τη σκυτάλη θέτοντας  $R_r = P_m$  σε διερχόμενο πλαίσιο
- Αν το μέσο είναι δεσμευμένο και  $R_r > P_m$ , τότε ο σταθμός περιμένει.
- Όταν ο σταθμός μεταδίδει, θέτει το  $R_r = 0$  και το  $busy = 1$ . Μετά τη μετάδοση δημιουργεί μία νέα σκυτάλη με  $P_r = \max(P_r, P_m, R_r)$ ,  $R_r = \max(R_r, P_m)$
- Όταν ένας σταθμός ανεβάζει την προτεραιότητα, τότε έχει την ευθύνη να τη μειώσει στην προηγούμενη τιμή της όταν ολοκληρώσει τη μετάδοσή του

# Token Bus

- Προτυποποιείται από το IEEE 802.4
- Όμοια λειτουργία με το Token Ring με τη διαφορά ότι εφαρμόζεται σε τοπολογίες διαύλου
- Ροή Διεργασιών:
  - Ένα πλαίσιο-σκυτάλη διατρέχει όλους τους σταθμούς προς μία κατεύθυνση
  - Κάθε σταθμός αναμεταδίδει τη σκυτάλη εκτός και αν θέλει να μεταδώσει
  - Στην περίπτωση μετάδοσης ο σταθμός “κρατάει” τη σκυτάλη την οποία στέλνει στον επόμενο σταθμό όταν ολοκληρώσει τη μετάδοση
  - Κάθε κόμβος επομένως γνωρίζει τη διεύθυνση του επόμενου του
  - Υπάρχει μηχανισμός ενημέρωσης των κόμβων για την περίπτωση αλλαγής του δικτύου
- Παρωχημένο

# FDDI

- Fiber Distributed Data Interface
- Προτυποποιείται από το ANSI X3T9.5
- Τοπολογία Δακτυλίου
- Χρήση IEEE 802.4 ως αρχή λειτουργίας της σκυτάλης
- Ροές Διεργασίας
  - Ο σταθμός περιμένει μέχρι να ανιχνεύσει τη σκυτάλη
  - Την καταλαμβάνει
  - Τερματίζει τη διαδικασία αναπαραγωγής της σκυτάλης (έτσι δε μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα άλλοι σταθμοί)
  - Αρχίζει να εκπέμπει πλαίσια (μέχρι είτε να τελειώσουν τα δεδομένα προς μετάδοση ή να λήξει ο χρόνος κατοχής της σκυτάλης)
  - Επαναφέρει τη σκυτάλη στο δακτύλιο για τον επόμενο σταθμό
- Αμφίδρομη μεταφορά δεδομένων για ταχύτερη αποστολή ή backup
- Αρχικά προοριζόταν για οπτικές ίνες ωστόσο λειτουργεί και για χάλκινα καλώδια
- Παρωχημένο

# Fibre Channel

- Προτυποποιείται από το T11 Technical Committee of the INCITS, ANSI
- Τοπολογίες
  - Σημείου προς σημείο
  - Δακτυλίου
  - Αστέρα
- Πλήρως αμφίδρομες ζεύξεις με δύο ίνες ανά ζεύξη
- Η τεχνολογία αυτή υποστηρίζει τη χρήση ποικιλίας φυσικών μέσων, ρυθμών μετάδοσης και τοπολογιών
- Χρησιμοποιείται κυρίως για Δικτυακή Αποθήκευση (Storage Networking)

# WLAN (Γενικά)

- Προτυποποιείται από το 802.11 (x)
- Δύο τύποι πλαισίων:
  - **Πλαίσια Διαχείρισης** τα οποία επιτρέπουν τη διατήρηση της επικοινωνίας
  - **Πλαίσια Ελέγχου** τα οποία χρησιμοποιούνται στην ανταλλαγή πλαισίων δεδομένων μεταξύ σταθμών
- Τεχνολογία μετάδοσης
  - Υπέρυθρες
  - Τεχνικές ευρέως φάσματος
  - Μικροκυματικά

# WLAN (Γενικά)

- Ροή πλαισίων Ελέγχου (4-way handshake)
  - Η πηγή στέλνει ένα πλαίσιο Request to Send (RTS) στον σταθμό προορισμό
  - Ο προορισμός αποκρίνεται με ένα πλαίσιο Clear to Send (CTS)
  - Αφού λάβει το πλαίσιο CTS, η πηγή στέλνει δεδομένα
  - Ο προορισμός αποκρίνεται με ACK
  - Το πλαίσιο RTS ειδοποιεί όλους τους σταθμούς που λαμβάνουν (στην περιοχή του πομπού) ότι μετάδοση δεδομένων είναι σε εξέλιξη
  - Το πλαίσιο CTS ειδοποιεί όσους σταθμούς είναι στην περιοχή του δέκτη
  - Έτσι οι υπόλοιποι σταθμοί σιωπούν προς αποφυγή σύγκρουσης

# WLAN (Προδιαγραφές)

- 1997
  - IEEE 802.11
    - Στην ζώνη 2.4-GHz και ρυθμός 1 και 2 Mbps
- 1999
  - IEEE 802.11a
    - 5-GHz ζώνη και μέχρι 54 Mbps
  - IEEE 802.11b
    - 2.4-GHz band στα 5.5 και 11 Mbps
- 2002
  - IEEE 802.11g
    - Επεκτείνει το IEEE 802.11b σε υψηλότερους ρυθμούς (2.4GHz στα 54Mbps)
- 2009
  - IEEE 802.11n
    - 2.4GHz ή 5-GHz στα 50-144 Mbps

# Σύνοψη Υλοποιήσεων Τοπικών Δικτύων

Υλοποίηση LAN	Τοπολογίες	Ονομαστική Ταχύτητα (max)	Οικογένεια Προτύπων	Μέσο	Απόσταση (max)	
Ethernet	Ethernet	Αστέρας, Δίαυλος	10Mbps	IEEE 802.3	Copper, Coaxial, Fibre	40km
	Fast Ethernet	Αστέρας, Δίαυλος	100Mbps	IEEE 802.3	Copper, Fibre	40km
	Gigabit Ethernet	Αστέρας, Δίαυλος	1Gbps	IEEE 802.3	Copper, Fibre	5km
Token Ring	Δακτύλιος	1000Mbps	IEEE 802.4	Copper, Coaxial	2,5km	
Token Bus	Δίαυλος	100Mbps	IEEE 802.5	Copper, Coaxial	500m	
Fibre Distributed Data Interface-FDDI	Δακτύλιος	200Mbs	ANSI X3T9.5 T11 Technical Committee of the INCITS,	Copper, Fibre	200km	
Fibre Channel	Πολλαπλές	1Gbps	ANSI	Copper, Fibre	50km	
Wireless LAN (WLAN)	Αστέρας	54Mbps	IEEE 802.11	Αέρας	300m	

# Συσχέτιση IEEE 802.x με OSI Reference Model

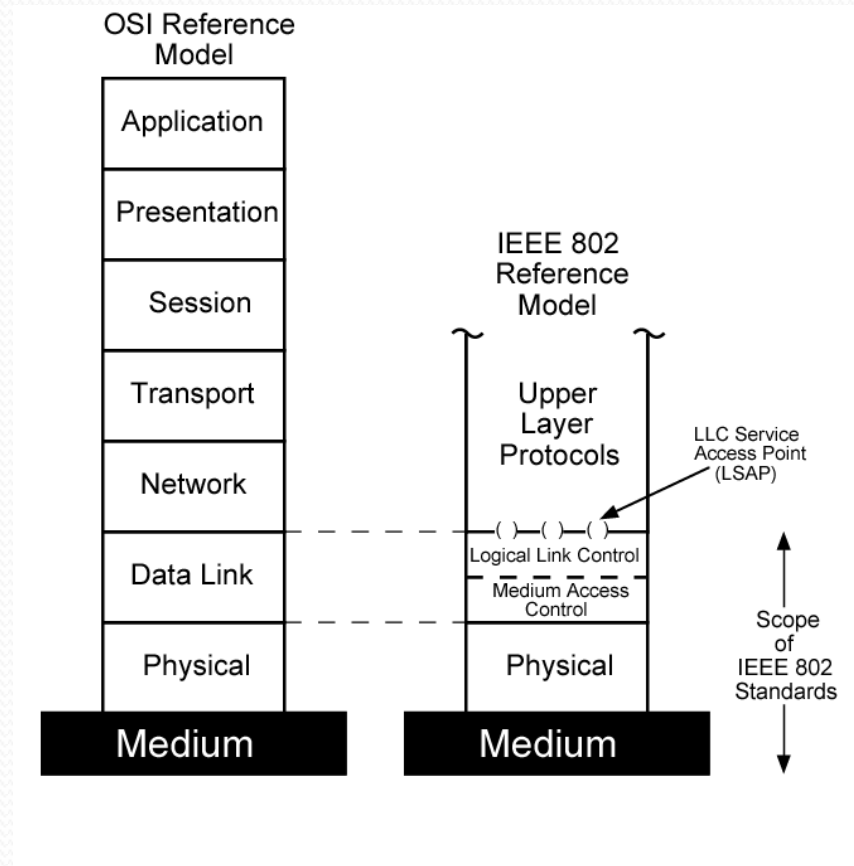


Figure 15.5 IEEE 802 Protocol Layers Compared to OSI Model

# Επίπεδα IEEE 802.x: Φυσικό

- Κωδικοποίηση (e.g. Manchester: “χρονισμένη” μετάδοση)
- Δημιουργία/αφαίρεση «εισαγωγής» (Preamble) σήματος (σήμα συγχρονισμού)
- Μετάδοση / λήψη bit

# Επίπεδα IEEE 802.x: Έλεγχος λογικής ζεύξης (Logical Link Control - LLC)

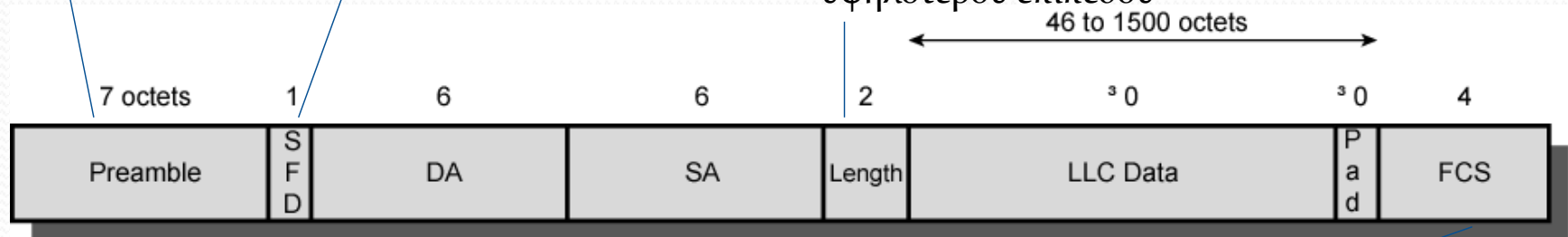
- Παρέχει μηχανισμούς πολυπλεξίας και ελέγχου ροής για τη συνύπαρξη πολλών δικτυακών πρωτοκόλλων στο ίδιο μέσο
- Παρέχει έλεγχο σφαλμάτων
- Πρέπει να υποστηρίζει πολυεκπομπή και κατανεμημένο μέσο
- Διευθυνσιοδότηση: προσδιορισμός πηγής/προορισμού LLC (σε επίπεδο πρωτοκόλλων του επιπέδου Δικτύου)

# Επίπεδα IEEE 802.x: Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο (Media Access Control – MAC)

- Διοικεί την πρόσβαση στο μέσο μετάδοσης – προσδιορίζει ποιος έχει δικαίωμα πρόσβασης σε κάθε χρονική στιγμή (δεν είναι τυπική λειτουργία πρωτοκόλλων 2ου στρώματος)
- Ενθυλάκωση δεδομένων σε πλαίσια με διεύθυνση και πεδία ελέγχου λαθών
- Για το ίδιο πρωτόκολλο LLC, ενδέχεται να υπάρχουν διαφορετικά MAC

# Δομή Πλαισίου ΙΕΕΕ 802.3 (επίπεδο ΜΑC)

Εναλλάξ 1 - 0  
Χρήση για συγχρονισμό ρολογιών  
10101011



Length field can also be “Ethertype”,  
e.g. Length=0x0800 →  
Internet Protocol, Version 4 (IPv4)  
δλδ υποδεικνύει το πρωτόκολλο  
υψηλότερου επιπέδου

SFD = Start of frame delimiter  
DA = Destination address  
SA = Source address  
FCS = Frame check sequence

32-bit cyclic redundancy check (CRC) value  
(Κυκλικός Έλεγχος Πλεονασμού)

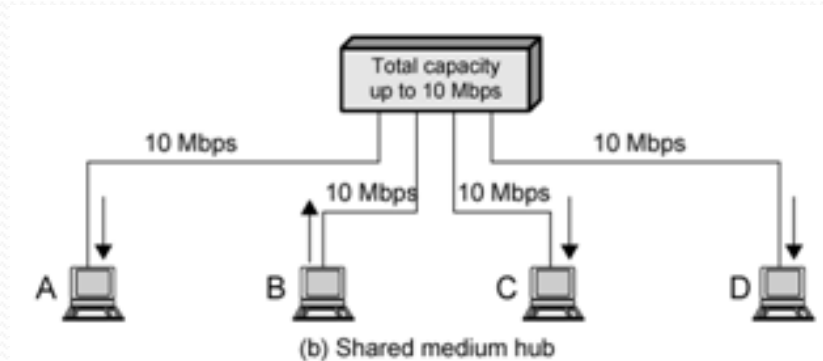
Figure 16.3 IEEE 802.3 Frame Format

# Κόμβοι τοπικών δικτύων

- Hub - επαναλήπτες
- Switch - μεταγωγείς
- Bridge - γέφυρες
- Router - δρομολογητές

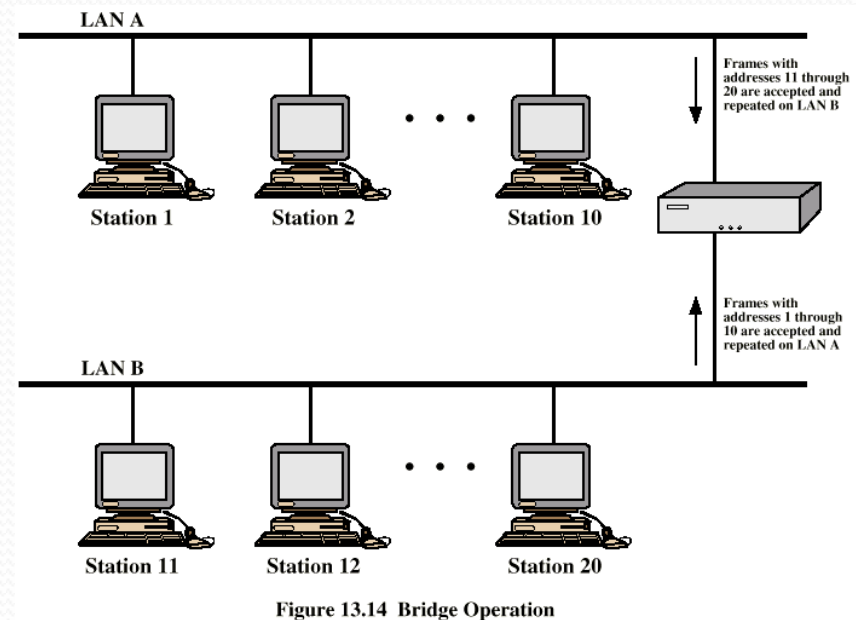
# Hub

- Λειτουργία
  - Το σήμα που λαμβάνεται από μια θύρα, επαναλαμβάνεται σε όλες τις άλλες
  - Μόνο ένας σταθμός μπορεί να εκπέμπει κάθε φορά
  - Στο φυσικό επίπεδο
- Χρήση
  - Σε μικρά δίκτυα στα οποία ο όγκος δεδομένων είναι μικρός
- Πλεονεκτήματα
  - Χαμηλό κόστος
- Μειονεκτήματα
  - Ανούσια μετάδοση δεδομένων



# Bridge (1/1)

- Λειτουργία
  - Προωθεί τα εισερχόμενα πακέτα προς τον προορισμό τους κοιτάζοντας τη διεύθυνση παράδοσης
  - Στο επίπεδο ζεύξης
- Αναλογία
  - Στην αποστολή ενός email η γέφυρα θα έλεγχε τη διεύθυνση και θα αποφάσιζε αν το μήνυμα πρέπει να προωθηθεί ή όχι
- Χρήση
  - Για τη διασύνδεση τμημάτων ενός δικτύου τα οποία δε χρειάζεται να επικοινωνούν συχνά



# Bridge (2/2)

- Πλεονεκτήματα
  - Περιορίζει τα περιστατικά συμφόρησης του δικτύου
  - Δε χρειάζεται αρχική ρύθμιση. Μαθαίνει τις διευθύνσεις αυτόματα παρακολουθώντας τα εισερχόμενα μηνύματα
- Μειονεκτήματα
  - Δε διασυνδέει πολλές δικτυακές συσκευές
  - Δεν ενδείκνυται για πολύ μεγάλα δίκτυα
  - Υπεισέρχεται overhead από την προσωρινή αποθήκευση των πακέτων και την επεξεργασία των MAC διευθύνσεων
  - Πιο ακριβά από απλούς επαναλήπτες

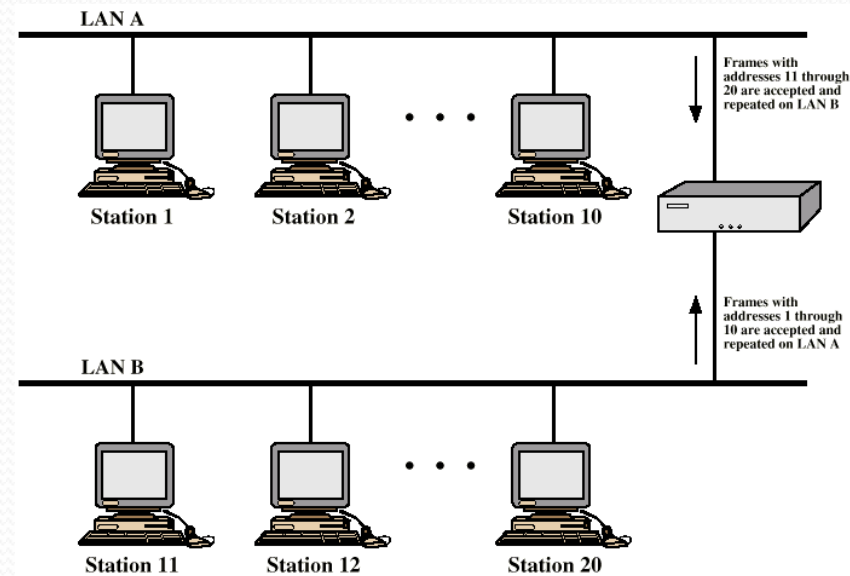
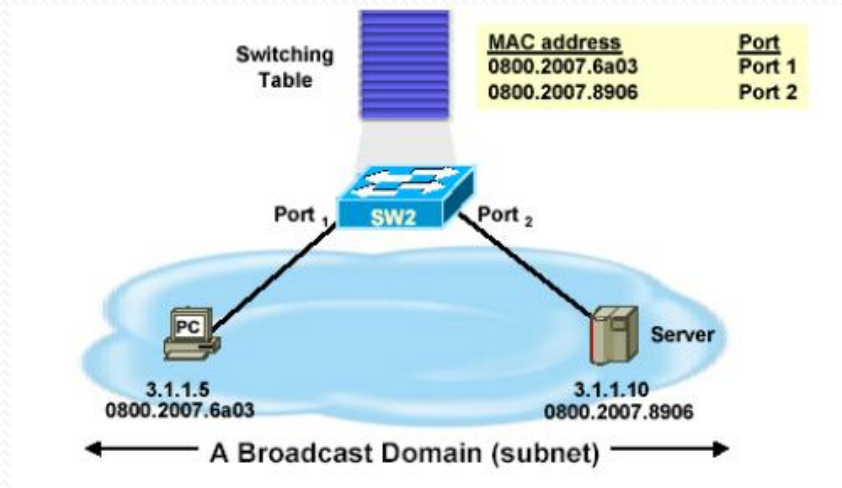


Figure 13.14 Bridge Operation

# Switch\*

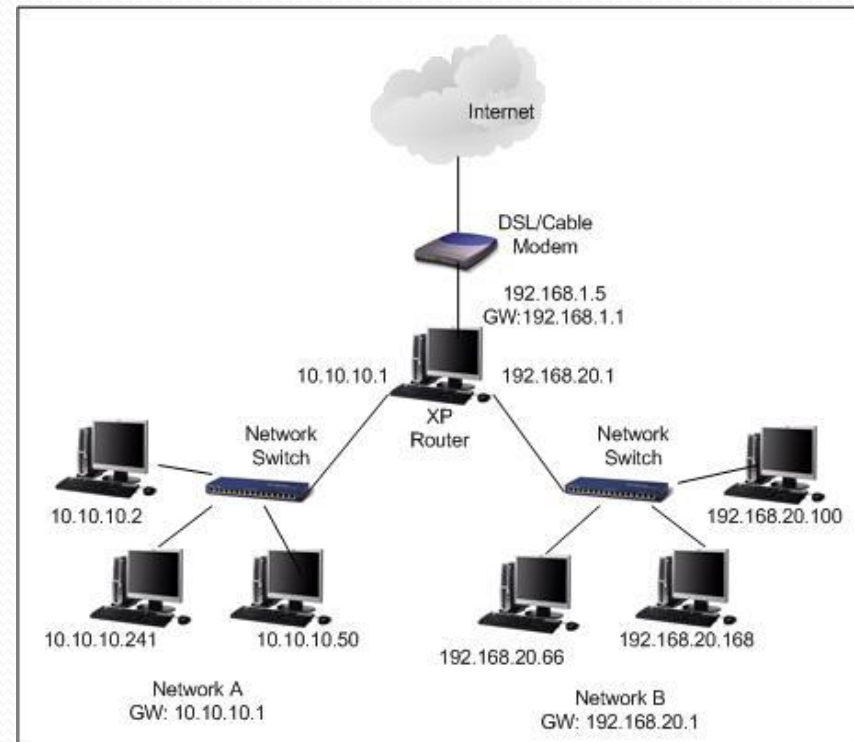
- Λειτουργία
  - Προωθεί τα εισερχόμενα πακέτα προς τον προορισμό τους κοιτάζοντας τη διεύθυνση παράδοσης
  - Διασυνδέει πολλές συσκευές
- Χρήση
  - Για τη διασύνδεση υπολογιστών κάτω από ένα υποδίκτυο σε μεγάλα δίκτυα
- Πλεονεκτήματα
  - Τα πακέτα πηγαίνουν μόνο στους χρήστες που πρέπει
- Μειονεκτήματα
  - Οι διασυνδεδεμένες συσκευές πρέπει να είναι στο **ίδιο υποδίκτυο**



\* Στις παρούσες διαφάνειες αναφερόμαστε αποκλειστικά σε Layer 2 Switches εκτός αν δηλώνεται ρητά ότι αναφερόμαστε σε Layer 3

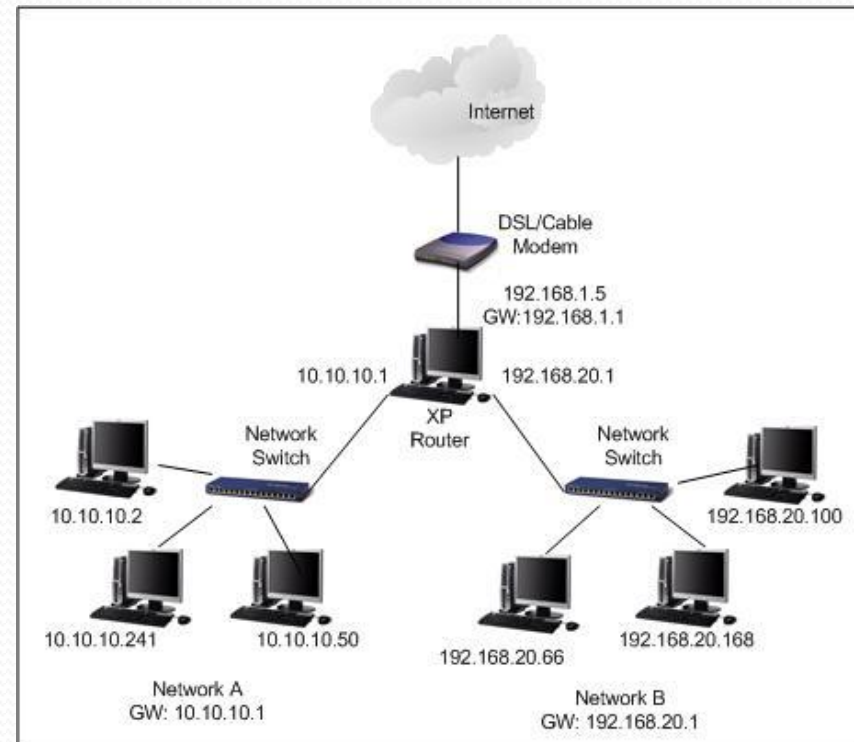
# Router (1/2)

- Λειτουργία
  - Προωθεί τα εισερχόμενα πακέτα προς τον προορισμό τους κοιτάζοντας τη διεύθυνση παράδοσης (IP)
- Χρήση
  - Για το διαμοιρασμό ευρυζωνικών συνδέσεων Internet



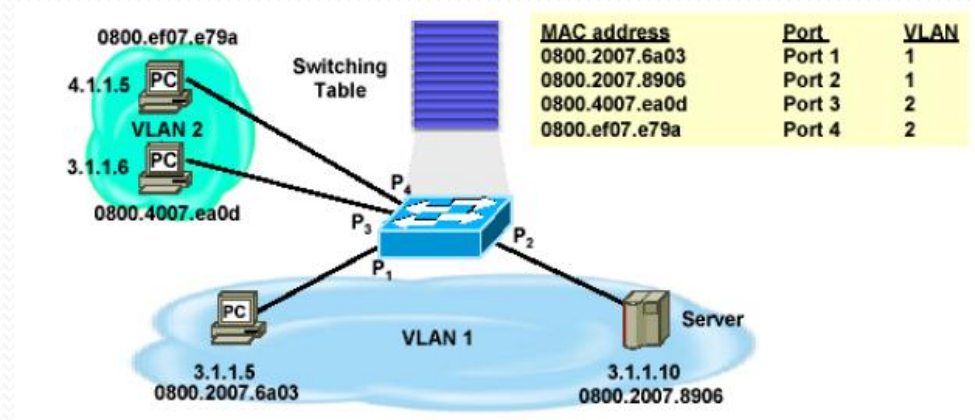
# Router (2/2)

- Πλεονεκτήματα
  - Ακόμα και αν οι διασυνδεδεμένες συσκευές δεν είναι στο ίδιο υποδίκτυο, το router βρίσκει προς ποια κατεύθυνση να τις αποστείλει ώστε να αναλάβει άλλος τη δρομολόγηση
- Μειονεκτήματα
  - Χρειάζονται ρύθμιση αρχικά ωστόσο στη συνέχεια μπορούν αυτόματα να βρίσκουν άλλους δρομολογητές που προστίθενται στο δίκτυο



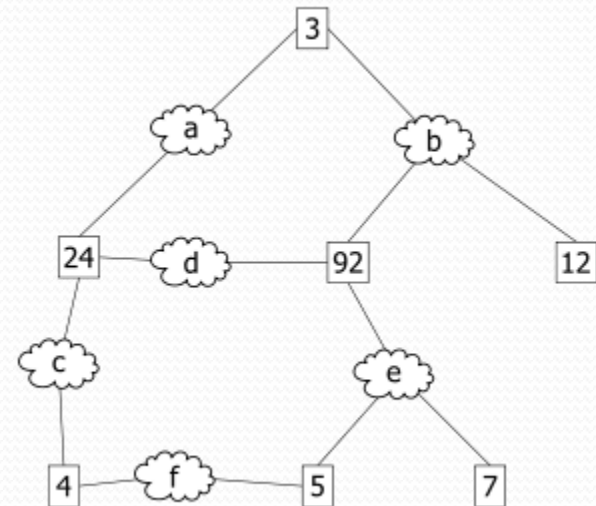
# Εικονικά Τοπικά Δίκτυα (Virtual LAN-VLAN)

- Τα VLANs μπορούν να ομαδοποιήσουν δίκτυα ώστε η δικτυακή θέση των χρηστών να μην επηρεάζεται από τη γεωγραφική τους θέση
- Χρήση κοινής δικτυακής υποδομής για τη δημιουργία ανεξάρτητων υποδικτύων
- Υλοποιείται από το IEEE 802.1Q προσθέτοντας ένα επιπλέον πεδίο στο πλαίσιο του Ethernet
- Υλοποιείται με routers (και switches με layer 3 δυνατότητες)



# Η τεχνική Spanning Tree (1)

- Οι γέφυρες αναπτύσσουν μόνες τους πίνακες δρομολόγησης
- Αυτόματη προσαρμογή σε αλλαγές
- Εκμάθηση διευθύνσεων
- Επίλυση βρόγχων

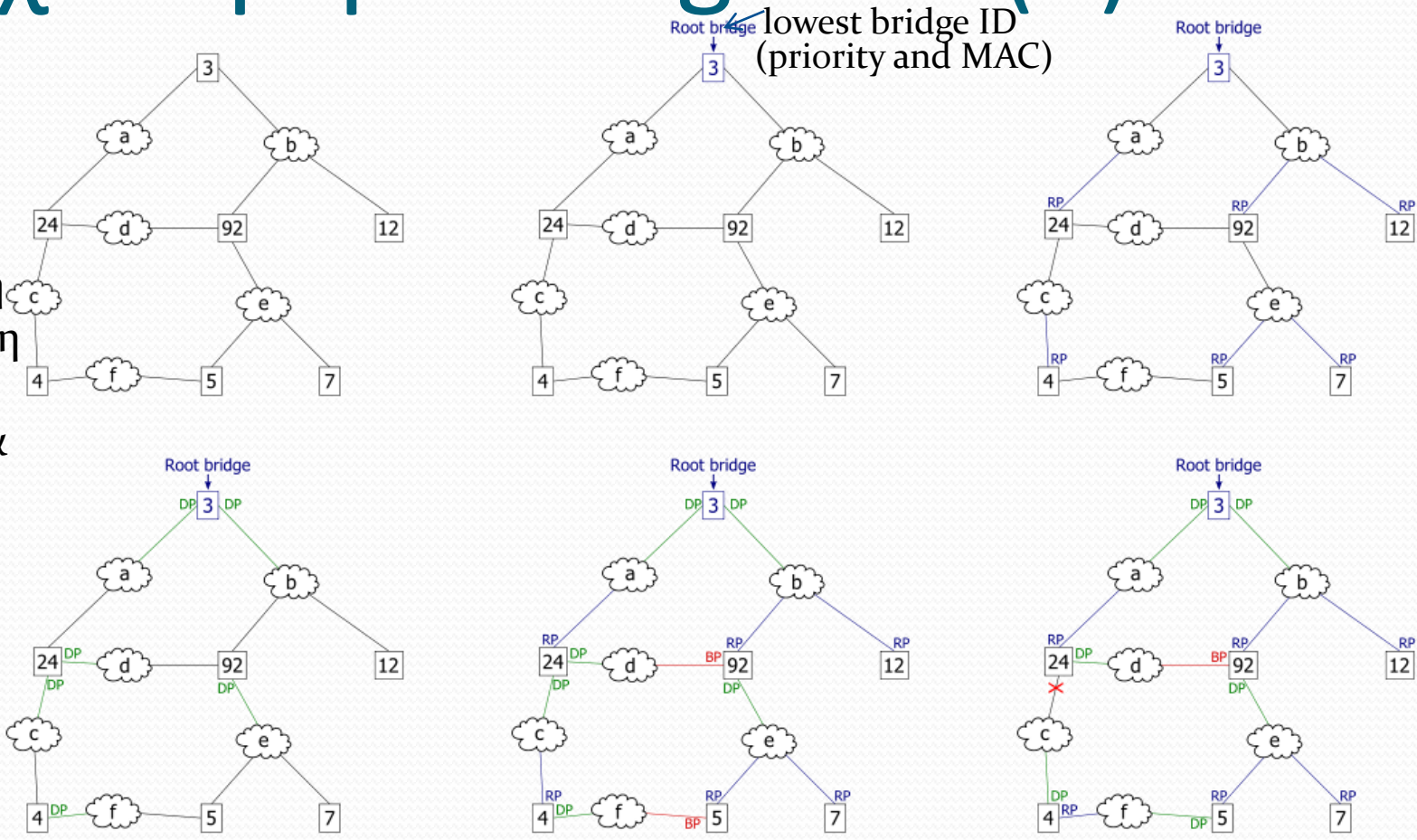


Property of Wikipedia®

Κόμβοι: γέφυρες και LANs  
Ακμές : διεπαφές για τη διασύνδεση μεταξύ τους

# Η τεχνική Spanning Tree (2)

Τα μηνύματα από οποιαδήποτε διασυνδεδεμένη συσκευή προς τη root bridge ακολουθούν ένα μονοπάτι ελάχιστου κόστους



RP: Root Port

DP: Designated Port

BP: Blocked Port

Property of Wikipedia®

# Συγκρίσεις μεθόδων (Bridging vs Routing)

- Bridging → OSI Model Layer 2 (data-link layer)  
Routing → OSI Model Layer 3 (network layer)
- Bridging (MAC Addresses)  
Routing (IP Addresses)
- Τα Bridges δε μπορούν να διαχωρίσουν δίκτυα σε αντίθεση με τα routers
- Αλλαγή σε “γεφυρωμένο” δίκτυο δεν απαιτεί επιπλέον ρυθμίσεις (η MAC διεύθυνση παραμένει ίδια)

# Συγκρίσεις μεθόδων (Bridging vs Switching)

- Bridges → Ο χειρισμός των πλαισίων γίνεται σε επίπεδο λογισμικού  
Switches → Αναγνώριση διεύθυνσης και προώθηση πλαισίων σε επίπεδο υλικού
- Bridges → Ανάλυση και προώθηση ενός πλαισίου κάθε φορά  
Switches → Χειρισμός πολλαπλών πλαισίων δεδομένων
- Switches → Καλύτερη απόδοση

# Συγκρίσεις μεθόδων (Switching vs Routing)

- Routers → Ιεραρχικά δομημένα δίκτυα – Διασύνδεση δικτύων
- Switches → Δίκτυα δομημένα με VLANs
- Switches → Ελαφρώς χαμηλότερο κόστος
- Ό,τι ισχύει για το Bridging vs Routing

# Τυπικό μεγάλο LAN

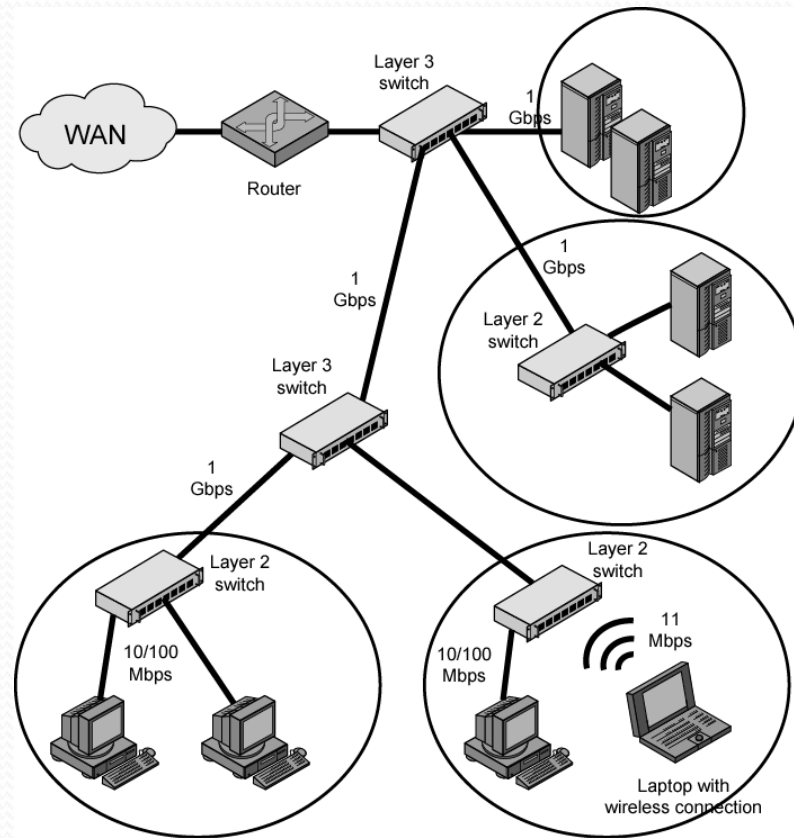


Figure 15.14 Typical Premises Network Configuration