



Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών

Ενότητα 3^η : LAN Συστήματα I

Γούδος Σωτήριος
Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη 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.



Εφαρμογές LAN (1)

- ❖ LANs προσωπικών υπολογιστών
 - Χαμηλό κόστος
 - Περιορισμένος ρυθμός δεδομένων
- ❖ Back end δίκτυα και δίκτυα περιοχής αποθήκευσης
 - Διασύνδεση μεγάλων συστημάτων (κύρια πλαίσια και συσκευές μεγάλης αποθήκευσης)
 - Υψηλοί ρυθμοί δεδομένων
 - Διασύνδεση υψηλής ταχύτητας
 - Κατανεμημένη πρόσβαση
 - Περιορισμένη απόσταση
 - Περιορισμένος αριθμός συσκευών



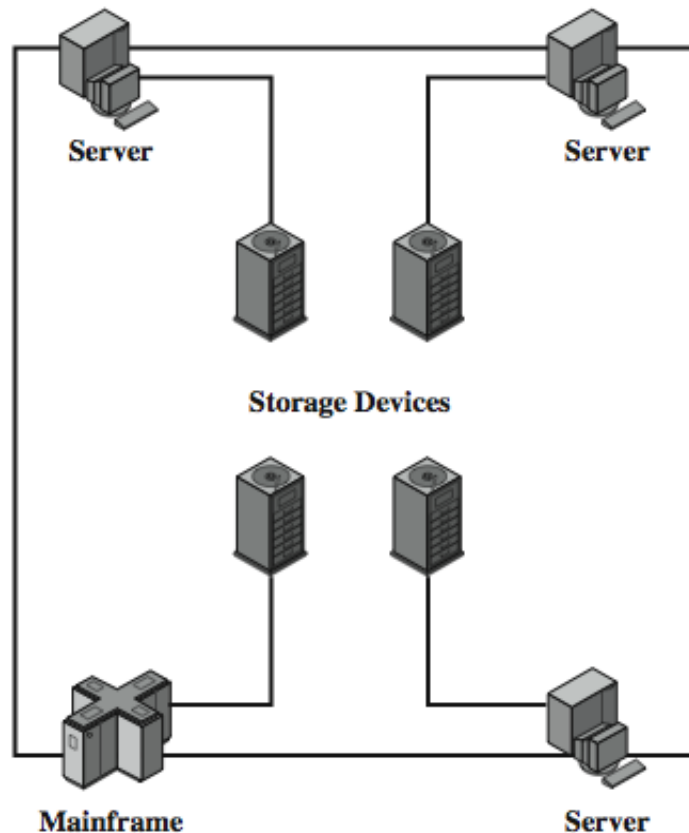
Εφαρμογές LAN (2)

❖ Δίκτυα αποθήκευσης δεδομένων (SAN)

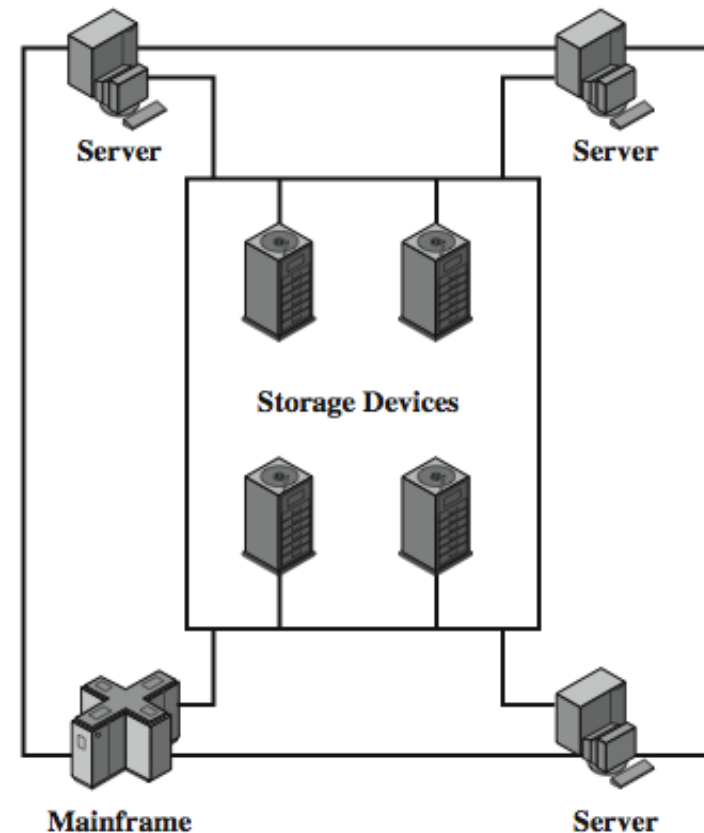
- Ξεχωριστός αποθηκευτικός χώρος διακίνησης δικτύου
- αποσυνδέει εργασίες αποθήκευσης από συγκεκριμένους servers
- κοινή μονάδα αποθήκευσης
- π.χ.. σκληρούς δίσκους, βιβλιοθήκες ταινιών, πίνακες CD
- προσβάσιμες δικτύο υψηλής ταχύτητας (πχ οπτικές ίνες)
- βελτιωμένη πρόσβαση αποθήκευσης πελάτη-εξυπηρετητή
- Άμεση επικοινωνία αποθήκευσης για δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας



Δίκτυα αποθήκευσης δεδομένων (SAN)



(a) Server-based storage



(b) Storage area network



Εφαρμογές LAN (3)

❖ Δίκτυα γραφείων υψηλών ταχυτήτων

- Επιτραπέζια επεξεργασία εικόνας
- Τοπική αποθήκευση μεγάλης χωρητικότητας

❖ Κύρια δομή των LANs

- Διασύνδεση χαμηλών ταχυτήτων LANs
- Αξιοπιστία
- Χωρητικότητα
- Κόστος



Αρχιτεκτονική LAN

- ❖ Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλου
- ❖ Τοπολογίες
- ❖ Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο (Medium Access Control)
- ❖ Έλεγχος Λογικής Ζεύξης (Logical Link Control)

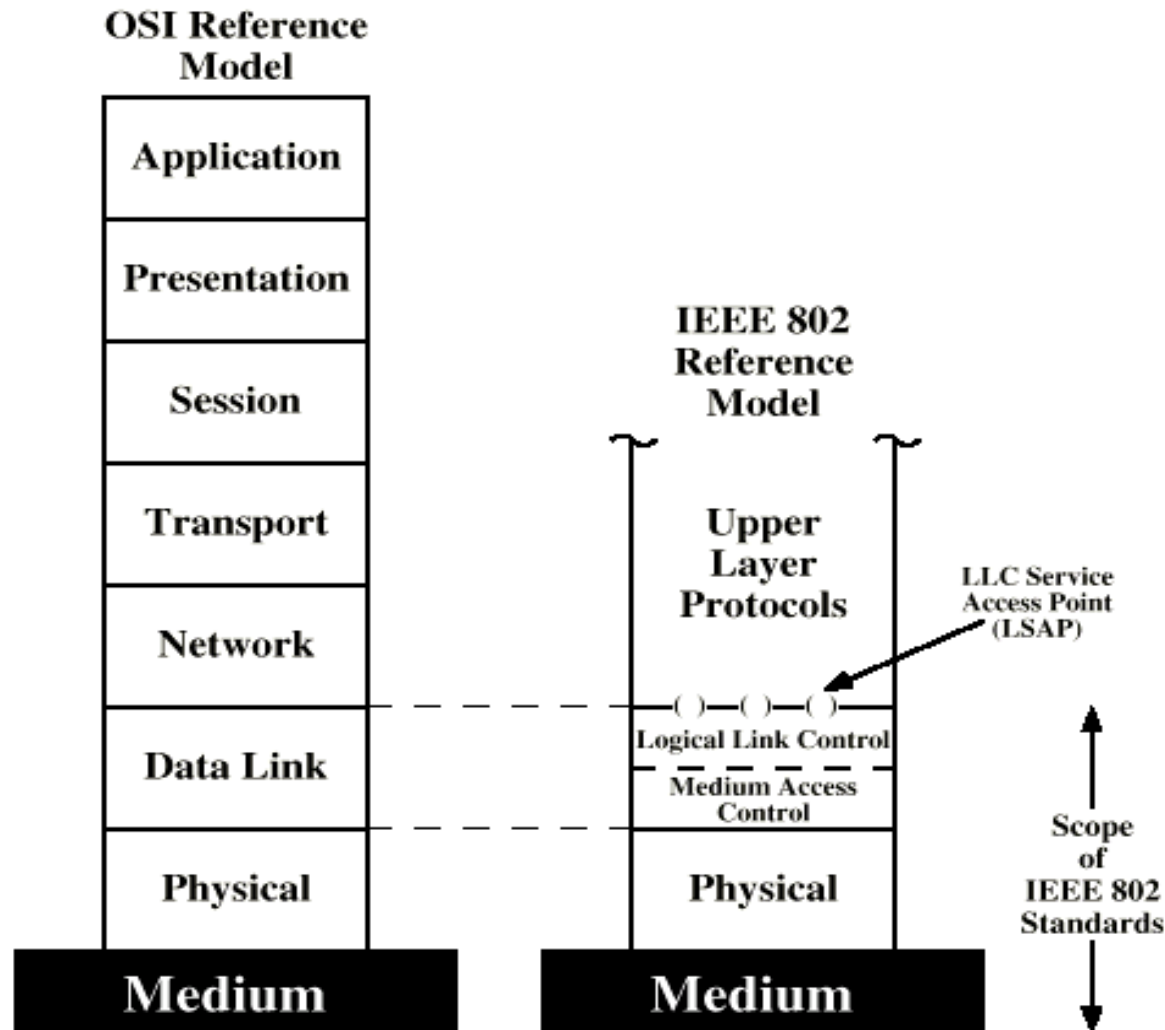


Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλου

- ❖ Κατώτερα επίπεδα του μοντέλου OSI
- ❖ IEEE 802
- ❖ Φυσικό
- ❖ Έλεγχος Λογικής Ζεύξης(LLC)
- ❖ Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο(MAC)



IEEE 802 και OSI



802 Επίπεδα - Φυσικό

- ❖ Κωδικοποίηση/αποκωδικοποίηση
- ❖ Preamble δημιουργία/απομάκρυνση
- ❖ Μετάδοση/λήψη bit
- ❖ Μέσο μετάδοσης και τοπολογία



802 Επίπεδα – Έλεγχος Λογικής Ζεύξης

- ❖ Διασύνδεση σε υψηλότερα επίπεδα
- ❖ Ανίχνευση λαθών και έλεγχος ροής



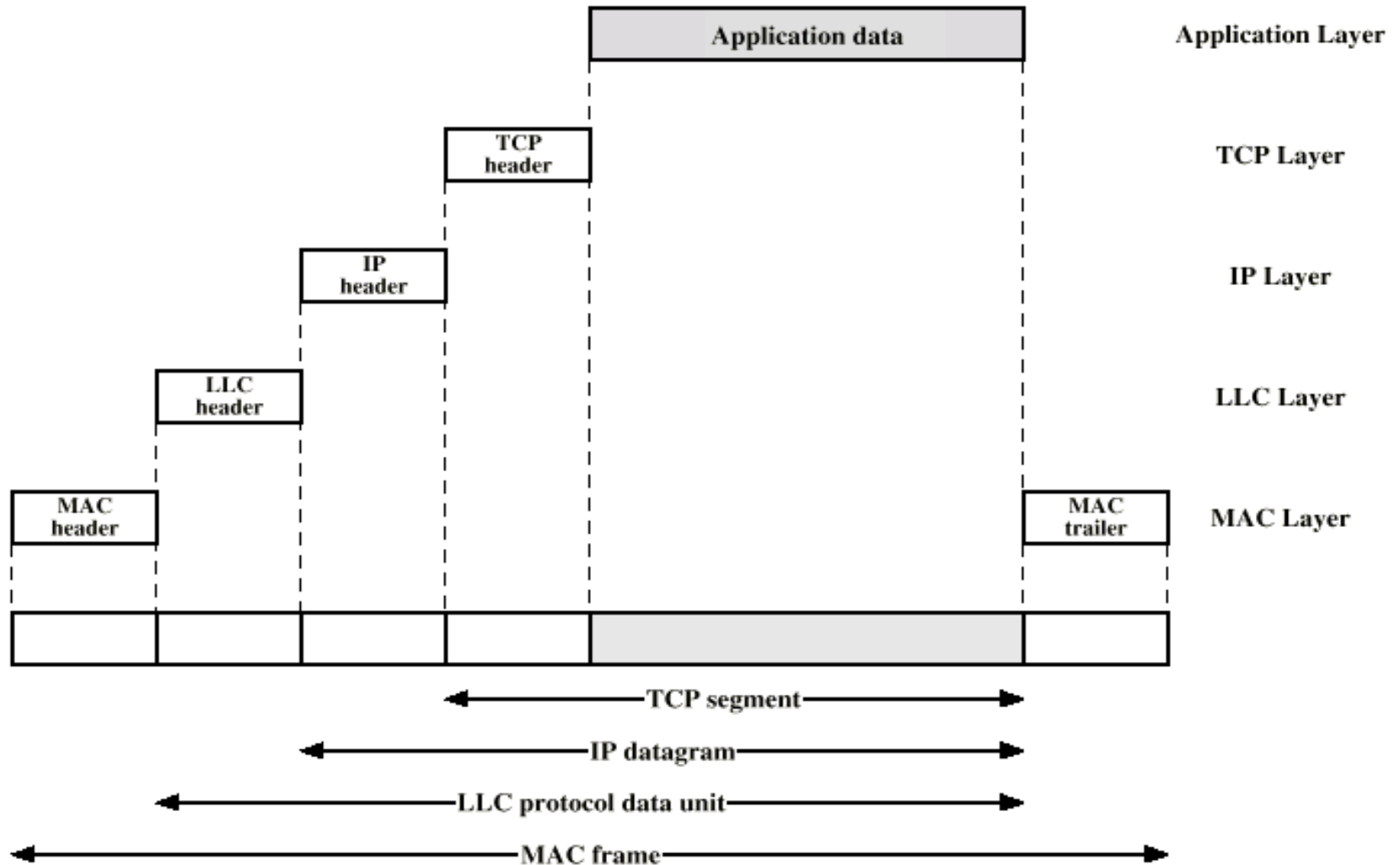
802 Επίπεδα -

Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο

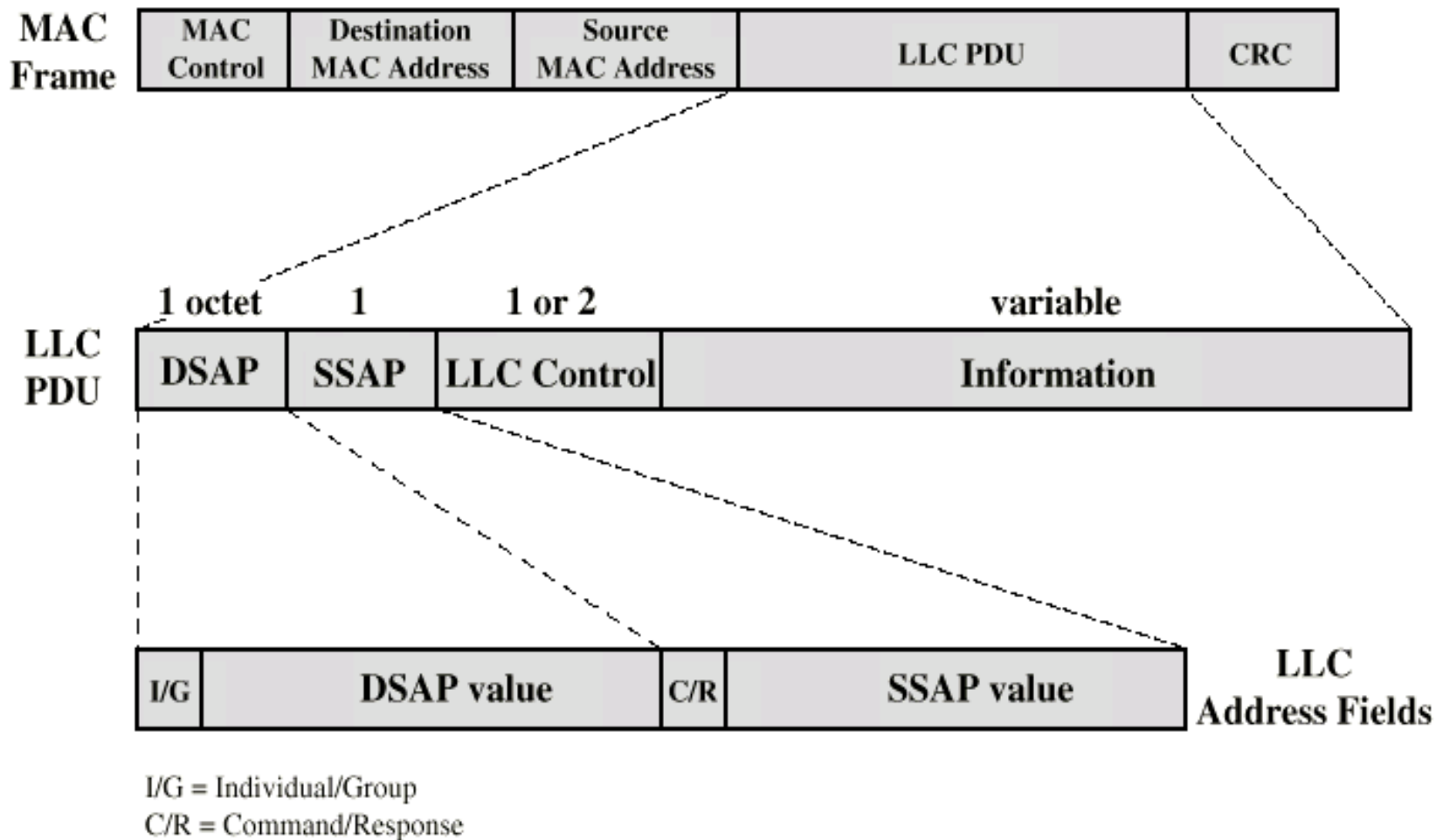
- ❖ Συναρμολόγηση δεδομένων σε πλαίσια με πεδία διεύθυνσης και πρόληψης λαθών
- ❖ Απόσυναρμολόγηση πλαισίου
 - Αναγνώριση διεύθυνσης
 - Ανίχνευση λαθών
- ❖ Έλεγχος πρόσβασης στο μέσο μετάδοσης
 - Δε υπάρχει στο παραδοσιακό επίπεδο 2 ελέγχου ζεύξης δεδομένων
- ❖ Για το ίδιο LLC, μπορεί να υπάρχουν διάφορες επιλογές από MAC



LAN Πρωτόκολλα



Τυπικός τύπος πλαισίου



Έλεγχος πρόσβασης σε μέσο

❖ Που

- Κεντρικό
 - Καλύτερος έλεγχος
 - Λογική απλής πρόσβασης στο σταθμό
 - Αποφεύγονται προβλήματα συντονισμού
 - Μοναδικό σημείο αποτυχίας
 - Δυναμική κυκλοφοριακή συμφόρηση
- Κατανεμημένος

❖ Πως

- Σύγχρονος
 - Συγκεκριμένη χωρητικότητα αφιερωμένη στη σύνδεση
- Ασύγχρονος
 - Σαν απόκριση στη ζήτηση



Ασύγχρονα Συστήματα

❖ Round robin

- Καλό αν πολλοί σταθμοί έχουν να μεταδώσουν δεδομένα σε μια εκτεταμένη περίοδο

❖ Κράτηση

- Καλό για κίνηση ροής (stream traffic)

❖ Ανταγωνισμός

- Καλό για κίνηση σε ριπές (bursty traffic)
- Όλοι οι σταθμοί ανταγωνίζονται για το χρόνο
- Κατανεμημένα
- Εύκολο στην εφαρμογή
- Αποδοτικό κάτω από λογικό φορτίο
- Τείνει να καταρρεύσει κάτω από βαρύ φορτίο



Τύπος πλαισίου MAC

- ❖ Το MAC επίπεδο δέχεται δεδομένα από το επίπεδο LLC
- ❖ MAC έλεγχος
- ❖ Διεύθυνση προορισμού MAC
- ❖ Διεύθυνση προορισμού MAC
- ❖ LLC Υπηρεσίες
- ❖ CRC
- ❖ Το επίπεδο MAC προλαμβάνει τα λάθη και απορρίπτει πλαίσια
- ❖ Το LLC μπορεί να ξαναμεταδώσει μη επιτυχημένα πλαίσια

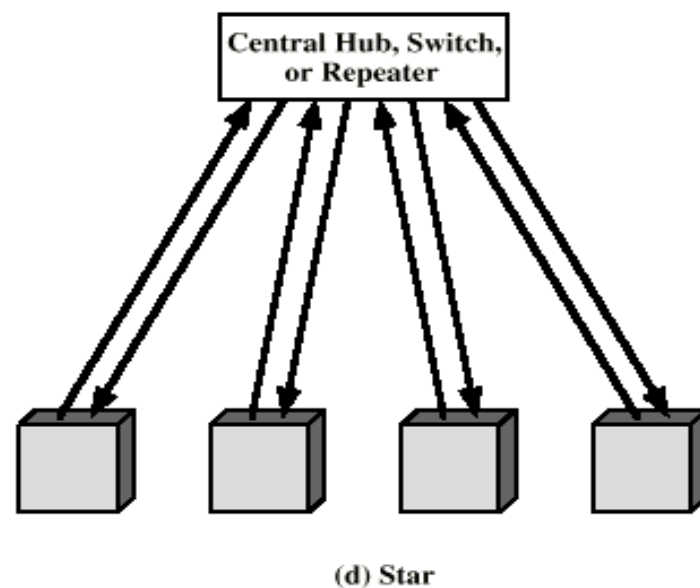
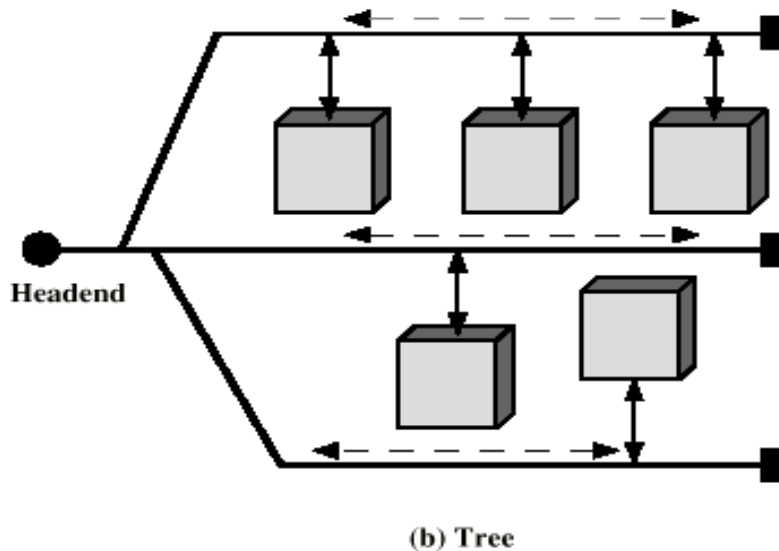
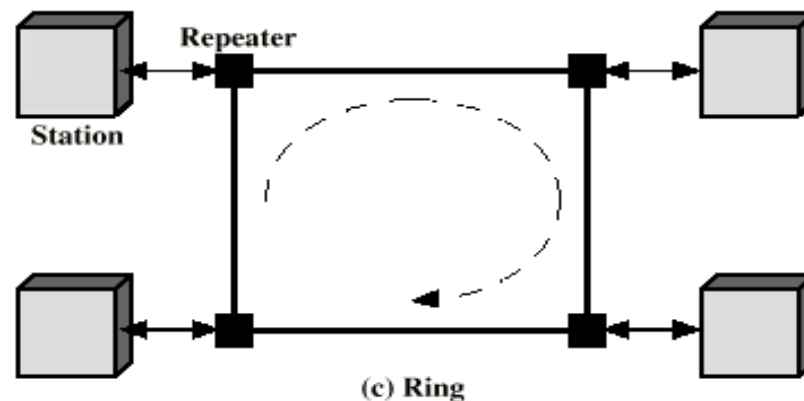
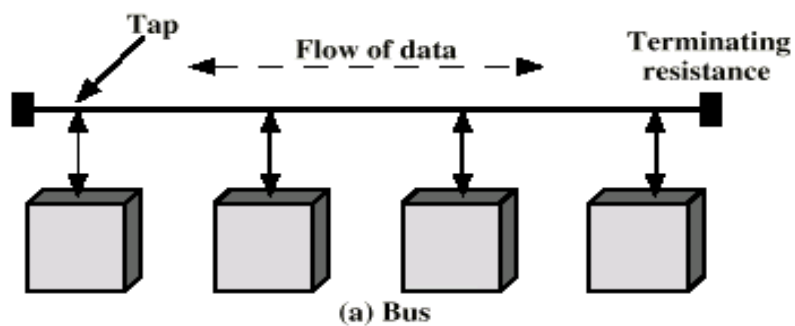


Έλεγχος Λογικής Ζεύξης

- ❖ Μετάδοση PDUs επιπέδου ζεύξης μεταξύ δυο σταθμών
- ❖ Πρέπει να υποστηρίζει πολλαπλές προσβάσεις, μοιρασμένο μέσο
- ❖ Απαλλαγμένο από λεπτομέρειες πρόσβασης ζεύξης από το επίπεδο MAC
- ❖ Η διευθυνσιοδότηση εμπλέκει τον προσδιορισμό των χρηστών LLC της πηγής και του προορισμού
 - Αναφέρονται σαν σημεία πρόσβασης υπηρεσίας (SAP)
 - Τυπικά πρωτόκολλα υψηλότερων επιπέδων



Τοπολογίες LAN



Τοπολογίες

❖ Δενδροειδής

❖ Διαύλου

- Ειδική περίπτωση δένδροειδούς

- Μια σύνδεση, καθόλου διακλαδώσεις

❖ Δακτυλίου

❖ Αστέρα



Η επιλογή της Τοπολογίας

- ❖ αξιοπιστία
- ❖ επεκτασιμότητα
- ❖ επίδοση
- ❖ χρειάζεται εξέταση στο πλαίσιο του:
 - μέσου
 - διάταξης καλωδίωσης
 - ελέγχου πρόσβασης

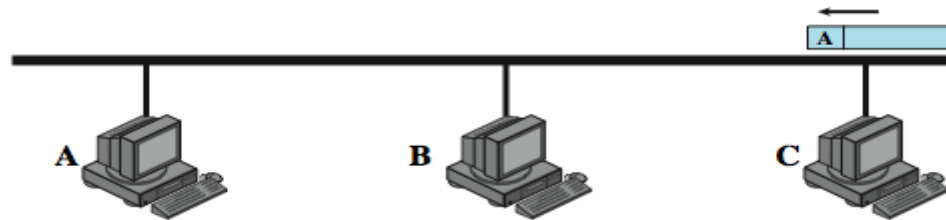


Τοπολογίες Διάυλου και Δένδρου

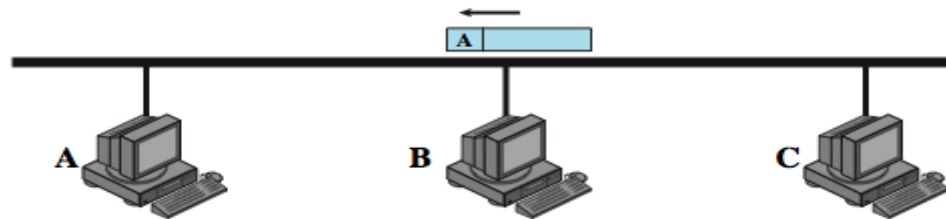
- ❖ Μέσο πολλών σημείων
- ❖ Η μετάδοση διαδίδεται μέσο του πλαισίου
- ❖ Παρακολουθείται από όλους τους σταθμούς
 - Πρέπει να αναγνωριστεί ο σταθμός προορισμού
 - Κάθε σταθμός έχει μοναδική διεύθυνση
- ❖ Αμφίδρομη σύνδεση μεταξύ του σταθμού και tap
 - Επιτρέπει την μετάδοση και την λήψη
- ❖ Πρέπει να ρυθμιστεί η μετάδοση
 - Για την αποφυγή συγκρούσεων
 - Δεδομένα σε μικρά πακέτα-πλαίσια
- ❖ Το τερματικό αφομοιώνει τα πλαίσια στο τελικό μέσο



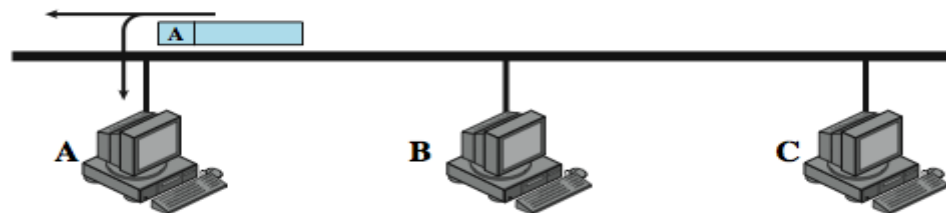
Πλαίσιο Μεταφοράς κατά LAN Διάυλου



C transmits frame addressed to A



Frame is not addressed to B; B ignores it



A copies frame as it goes by



LAN Διάυλου

❖ Ισορροπία σήματος

- Το σήμα πρέπει να είναι αρκετά δυνατό ώστε να συναντήσει τις απαιτήσεις ελάχιστης ισχύος του σήματος του δέκτη
- Δίνει ικανοποιητικό SNR
- Δεν είναι τόσο δυνατό ώστε να υπερφορτώνει τον αναμεταδότη
- Πρέπει να ικανοποιεί αυτά για όλους τους συνδυασμούς της αποστολής και της λήψης σταθμού σε δίαυλο
- Συνήθισμένη η διαίρεση δικτύου σε μικρά τμήματα (segments)
- Ζεύξη μεταξύ των διάφορων τμημάτων γίνεται με ενισχυτές ή επαναλήπτες

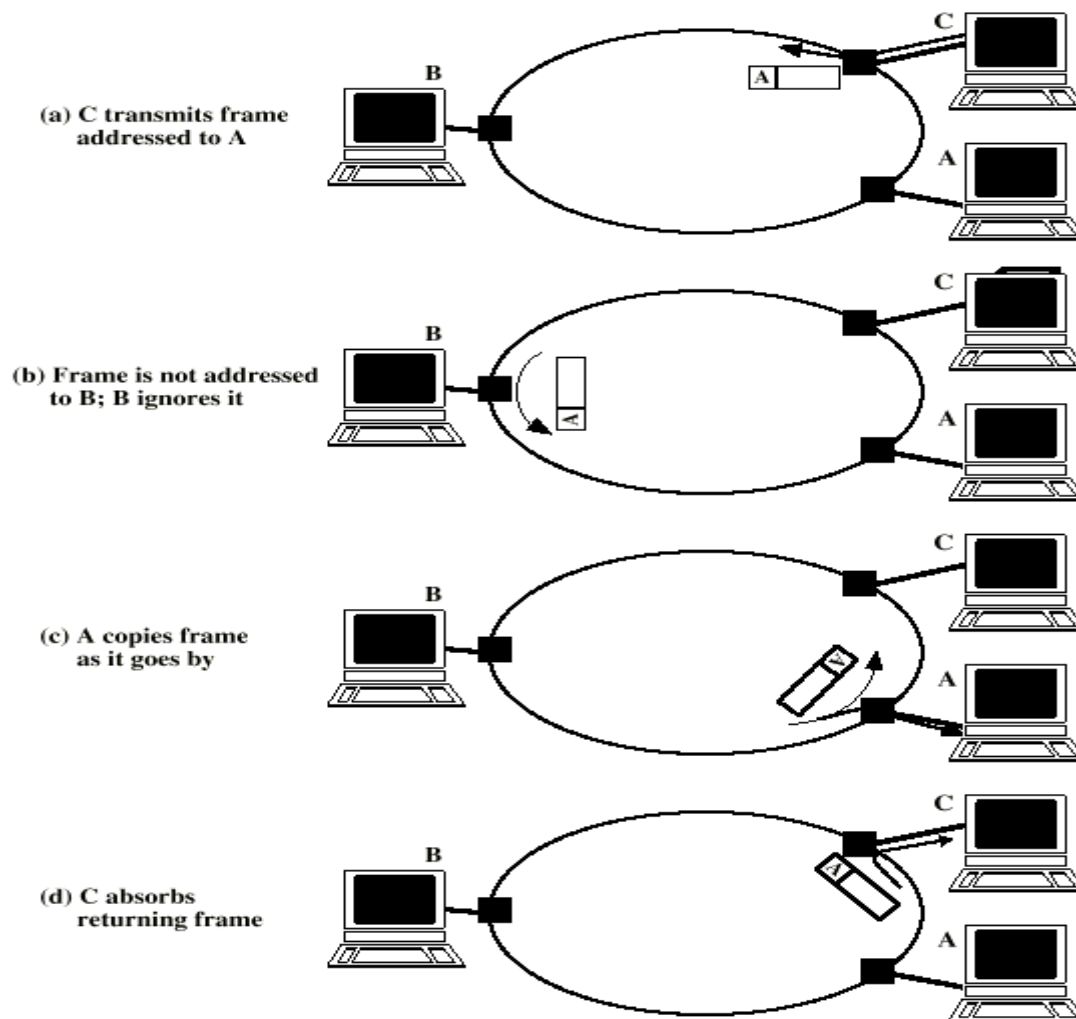


Τοπολογία δακτυλίου

- ❖ Οι επαναλήπτες συνοδεύονται από ζεύξεις από σημείο σε σημείο σε κλειστούς βρόχους
 - Λήψη δεδομένων σε μία ζεύξη και αναμετάδοση σε μία άλλη
 - Μονοκατευθυντικές ζεύξεις
 - Οι σταθμοί συνδέονται σε επαναλήπτες
- ❖ Δεδομένα σε πλαίσια
 - Κυκλοφορία από όλους τους σταθμούς
 - Ο προορισμός αναγνωρίζει τη διεύθυνση και αντιγράφει τα πλαίσια
 - Το πλαίσιο κυκλοφορεί πίσω στην πηγή όπου απομακρύνεται
- ❖ Media access control καθορίζει πότε ο σταθμός μπορεί να εισάγει πλαίσιο



Μετάδοση Πλαισίου LAN Δακτυλίου



LANs Δακτυλίου

- ❖ Κάθε επαναλήπτης συνδέεται σε δύο άλλους μέσω μονοκατευθυντικών ζεύξεων μετάδοσης
- ❖ Μοναδικό κλειστό μονοπάτι
- ❖ Τα δεδομένα μεταδίδονται bit με bit από τον έναν επαναλήπτη στον επόμενο
- ❖ Ο επαναλήπτης ξαναπαράγει και ξαναμεταδίδει κάθε bit
- ❖ Ο επαναλήπτης εισάγει, δέχεται και απομακρύνει δεδομένα
- ❖ Ο επαναλήπτης λειτουργεί σαν σημείο προσάρτησης
- ❖ Το πακέτο απομακρύνεται από τον πομπό μετά από ένα πλήρη κύκλο του δακτυλίου



Μέσα δακτυλίου

- ❖ Συνεστραμμένο ζεύγος
- ❖ Ομοαξονικό καλώδιο βασικής ζώνης
- ❖ Οπτική ίνα
- ❖ Όχι ομοαξονικό καλώδιο ευρείας ζώνης
 - Πρέπει να λάβει και να μεταδώσει σε πολλαπλά κανάλια, με ασύγχρονο τρόπο



Ενδεχόμενα προβλήματα δακτυλίου

- ❖ Η διακοπή σύνδεσης σε οποιαδήποτε ζεύξη διακόπτει το δίκτυο
- ❖ Η αποτυχία ενός επαναλήπτη διακόπτει το δίκτυο
- ❖ Η εγκατάσταση νέου επαναλήπτη για την πρόσδεση νέου σταθμού απαιτεί την αναγνώριση από δύο γειτονικούς επαναληπτες
- ❖ Απαιτείται μέθοδος απομάκρυνσης πακέτων συνεχούς κυκλοφορίας (Με εφεδρικά σε περίπτωση λάθους)
- ❖ Κυρίως λύνεται με αρχιτεκτονική αστέρα-δακτυλίου



LAN Αστέρα

- ❖ Χρήση συνεστραμμένου ζεύγους καλωδίου χωρίς θωράκιση (τηλέφωνο)
 - Ελάχιστο κόστος εγκατάστασης
 - Μπορεί ήδη να υπάρχει μια εγκατεστημένη βάση
 - Όλες οι θέσεις σε ένα κτίριο καλύπτονται από την υπάρχουσα εγκατάσταση
- ❖ Σύνδεση σε έναν κεντρικό ενεργό κομβικό σημείο (συγκεντρωτής-hub)
- ❖ Δύο ζεύξεις
 - Εκπομπή και λήψη
- ❖ Το κομβικό σημείο επαναλαμβάνει το εισερχόμενο σήμα σε όλες τις εξερχόμενες γραμμές
- ❖ Τα μήκη των γραμμών ορίζονται περίπου στα 100m
 - Οπτική ίνα - στα 500m

Λογικό bus - με συγκρούσεις



Τοπολογία αστέρα

- ❖ Κάθε σταθμός συνδέεται απ'ευθείας στον κεντρικό κόμβο
 - Συνήθως μέσω δύο ζεύξεων από σημείο σε σημείο
- ❖ Ο κεντρικός κόμβος μπορεί να μεταδώσει
 - Φυσικός αστέρας, λογικός διάυλος
 - Μόνο ένας σταθμός μπορεί να μεταδίδει τη φορά
- ❖ Ο κεντρικός κόμβος μπορεί να λειτουργεί ως μεταγωγός πλαισίων



Χρήση Δακτυλίου και Αστέρα

❖ δακτύλιος

- συνδέσεις πολύ υψηλών ταχυτήτων σε μεγάλες αποστάσεις
- απλή αστοχία σύνδεση ή επαναλήπτη απενεργοποιεί το δίκτυο

❖ αστέρας

- χρησιμοποιεί φυσική διάταξη της καλωδίωσης στο κτίριο
- καλύτερο για μικρές αποστάσεις
- υψηλούς ρυθμούς δεδομένων για μικρό αριθμό συσκευών



Μέσα Μετάδοσης

❖ Συνεστραμμένο ζεύγος

- Δεν είναι πρακτικό σε μοιρασμένο bus σε υψηλότερους ρυθμούς δεδομένων

❖ Ομοαξονικό καλώδιο βασικής ζώνης

- Χρησιμοποιείται στο Ethernet

❖ Ευρυζωνικό ομοαξονικό καλώδιο

- Περιέχεται στις προδιαγραφές 802.3 αλλά πλέον δε χρησιμοποιείται

❖ Οπτική ίνα

- Ακριβή
- Δυσκολία με τη διαθεσιμότητα

❖ Νέες εγκαταστάσεις

- Αντικαθίσταται από συνεστραμμένο ζεύγος βασισμένο σε αστέρα και οπτική ίνα



Ομοαξονικό καλώδιο βασικής ζώνης

- ❖ Χρησιμοποιεί ψηφιακή σηματοδοσία
- ❖ Κωδικοποίηση Manchester ή Διαφορική Manchester
- ❖ Χρησιμοποιείται ολόκληρο το φάσμα συχνοτήτων του καλωδίου
- ❖ Μοναδικό κανάλι στο καλώδιο
- ❖ Διπλής κατεύθυνσης
- ❖ Ακτίνα μερικών χιλιομέτρων
- ❖ Ethernet (βάση του 802.3) στα 10Mbps
- ❖ Καλώδιο των 50 ohm



Διφασική κωδικοποίηση

❖ Manchester

- Η μετάβαση στη μέση κάθε περιόδου bit
- Η μετάβαση χρησιμεύει ως χρονισμός για τα δεδομένα
- Η μετάβαση από χαμηλό σε υψηλό αντιπροσωπεύει το ένα
- Η μετάβαση από υψηλό σε χαμηλό αντιπροσωπεύει το μηδέν
- Χρησιμοποιείται στο IEEE 802.3 (Ethernet)

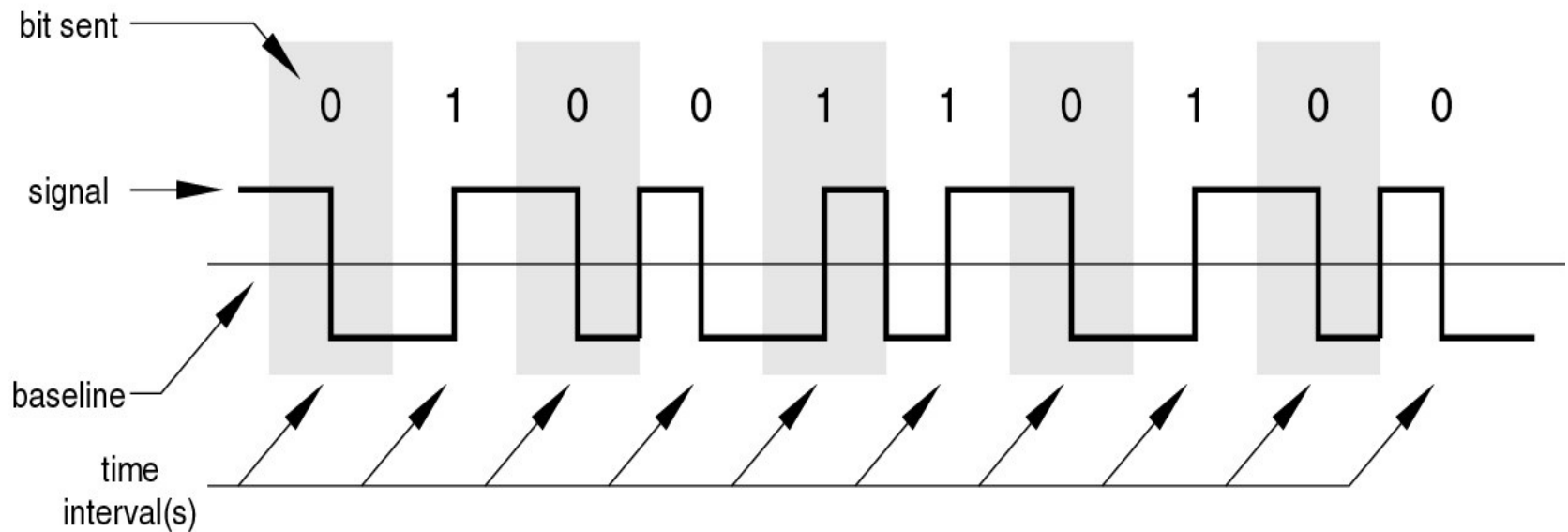
❖ Διαφορικό Manchester

- Μετάβαση Midbit μόνο χρονισμό
- Μετάβαση στην αρχή της περιόδου bit αντιπροσωπεύει το μηδέν
- Χωρίς μετάβαση στην αρχή της περιόδου bit αντιπροσωπεύει το ένα
- Σημείωση: αυτό είναι ένα σύστημα διαφορικής κωδικοποίησης
- Χρησιμοποιείται από IEEE 802.5 (Token Ring)



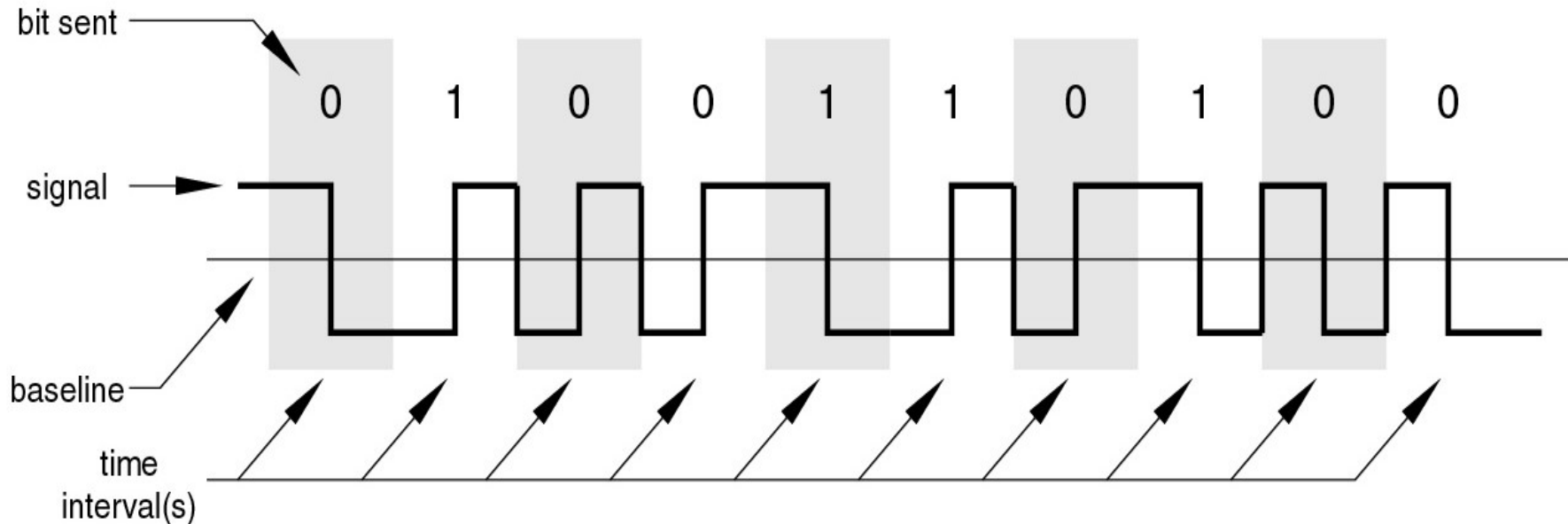
Κωδικοποίηση Manchester

Manchester Encoding



Κωδικοποίηση Διαφορικού Manchester

Differential Manchester Encoding



10Base5

- ❖ Το Ethernet και το 802.3 αρχικά χρησιμοποιούσαν καλώδιο διαμέτρου 0.4 inch στα 10Mbps
- ❖ Μέγιστο μήκος καλωδίου 500m
- ❖ Η απόσταση μεταξύ των taps ένα πολλαπλάσιο των 2.5m
 - Βεβαιώνει ότι τα είδωλα από taps δεν προσθέτουν σε φάση
- ❖ Μέγιστο 100 taps
- ❖ 10Base5



10Base2

❖ Φθηνότερο δίκτυο (cheapnet)

❖ 0.25 inch καλώδιο

- Πιο εύκαμπτο
- Πιο εύκολο για να πάει στον τόπο εργασίας
- Φθηνότερα ηλεκτρικά
- Μεγαλύτερη εξασθένιση
- Μεγαλύτερη αντοχή σε θόρυβο
- Λιγότερα taps (30)
- Μικρότερη απόσταση (185m)

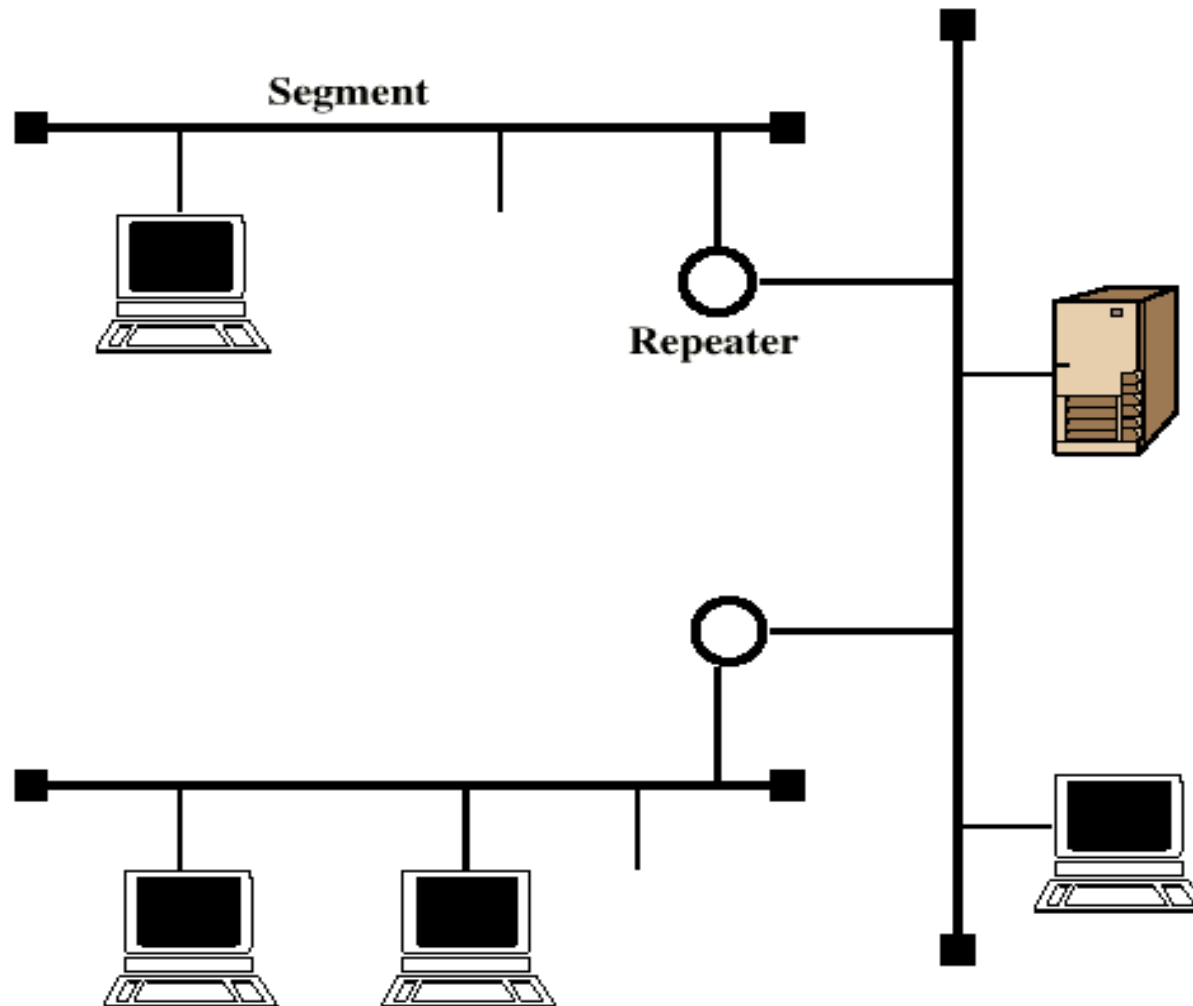


Επαναλήπτες

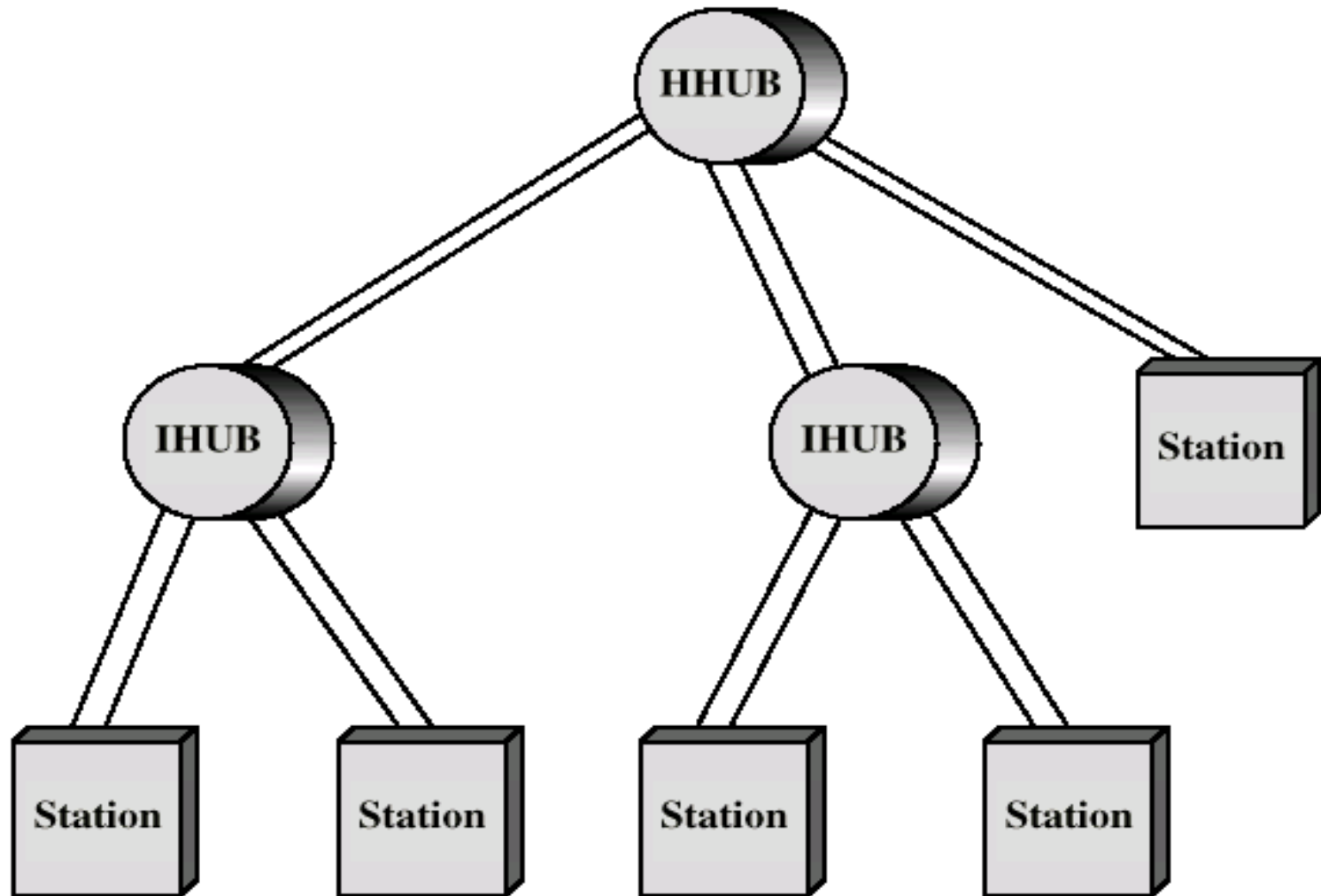
- ❖ Μεταδίδει και στις δύο διευθύνσεις
- ❖ Ενώνει δυο τμήματα καλωδίου
- ❖ Καθόλου προσωρινή αποθήκευση
- ❖ Δεν υπάρχει λογική απομόνωση τεμαχίων
- ❖ Αν δύο σταθμοί σε διαφορετικά τμήματα στέλνουν την ίδια στιγμή, τα πακέτα θα συγκρουστούν
- ❖ Μόνο μια διαδρομή από τμήματα και επαναλήπτες μεταξύ δύο σταθμών



Διαμόρφωση καλωδίου Βασικής Ζώνης



Τοπολογία Αστέρα Δύο Επιπέδων



Κομβικά σημεία και μεταγωγείς

❖ Συγκεντρωτής με μοιραζόμενο μέσο

- Κεντρικό κομβικό σημείο
- Το κομβικό σημείο αναμεταδίδει το εισερχόμενο σήμα σε όλες τις εξερχόμενες γραμμές
- Μόνο ένας σταθμός μπορεί να μεταδώσει τη φορά
- Με ένα LAN των 10Mbps, η συνολική χωρητικότητα είναι 10Mbps

❖ Συγκεντρωτής με μεταγωγή

- Το κομβικό σημείο λειτουργεί σαν μεταγωγέας
- Το εισερχόμενο πλαίσιο κάνει μεταγωγή στην κατάλληλη εξερχόμενη γραμμή
- Οι αχρησιμοποίητες γραμμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την μεταγωγή άλλης κίνησης
- Με δύο ζευγάρια γραμμών σε χρήση, η συνολική χωρητικότητα είναι τώρα 20Mbps

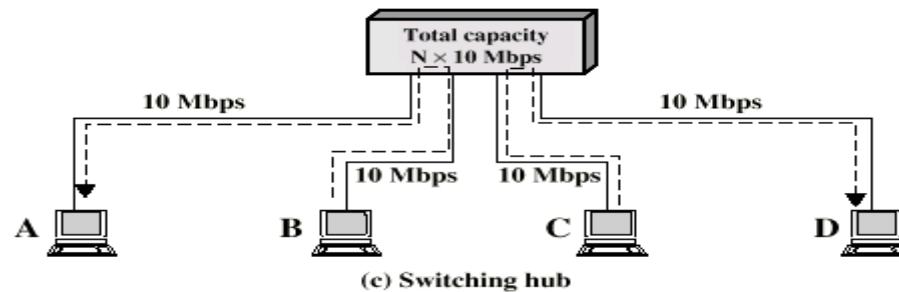
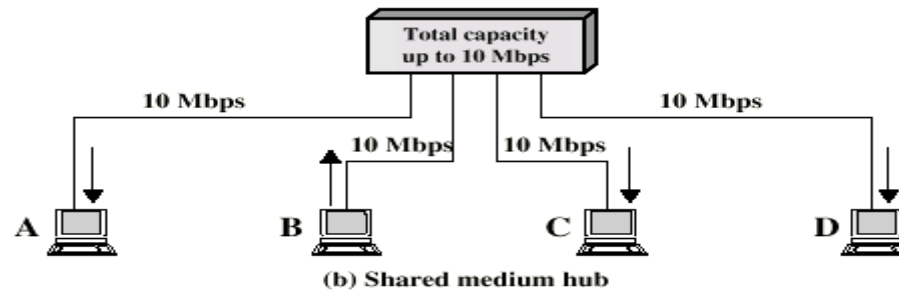
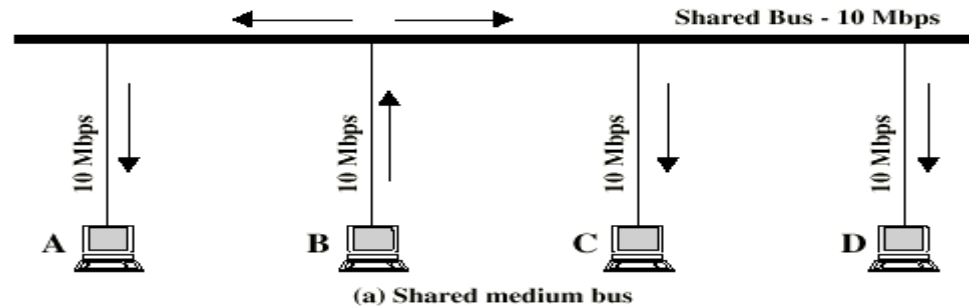


Συγκεντρωτής μεταγωγής (Switched hub)

- ❖ Καμία αλλαγή σε software ή hardware των συσκευών
- ❖ Κάθε συσκευή έχει δοσμένη χωρητικότητα
- ❖ Καλή επεκτασιμότητα
- ❖ Μεταγωγέας αποθήκευσης και προώθησης (Store and forward)
 - Δέχεται είσοδο, την αποθηκεύει σύντομα και μετά την εξάγει
- ❖ Μεταγωγέας άμεσης προώθησης (Cut through switch)
 - Εκμεταλλεύεται την διεύθυνση προορισμού που είναι στην αρχή του πλαισίου
 - Ξεκινά την επανάληψη του εισερχόμενου πλαισίου στην εξερχόμενη γραμμή μόλις αναγνωριστεί η διεύθυνση
 - Μπορεί να εκπέμπονται και κάποια λανθασμένα πλαίσια



Κομβικά σημεία και μεταγωγείς (διάγραμμα)



Ασύρματα LANs

- ❖ Ευκινησία
- ❖ Ευκαμψία
- ❖ Δύσκολη η καλωδίωση περιοχών
- ❖ Μειωμένο κόστος ασύρματων συστημάτων
- ❖ Βελτιωμένη επίδοση ασύρματων συστημάτων



Εφαρμογές ασύρματων LAN

- ❖ LAN επέκταση
- ❖ Ενδοεπικοινωνία απέναντι κτιρίων
- ❖ Νομαδική πρόσβαση
- ❖ Δίκτυα για συγκεκριμένο σκοπό (Ad hoc networks)

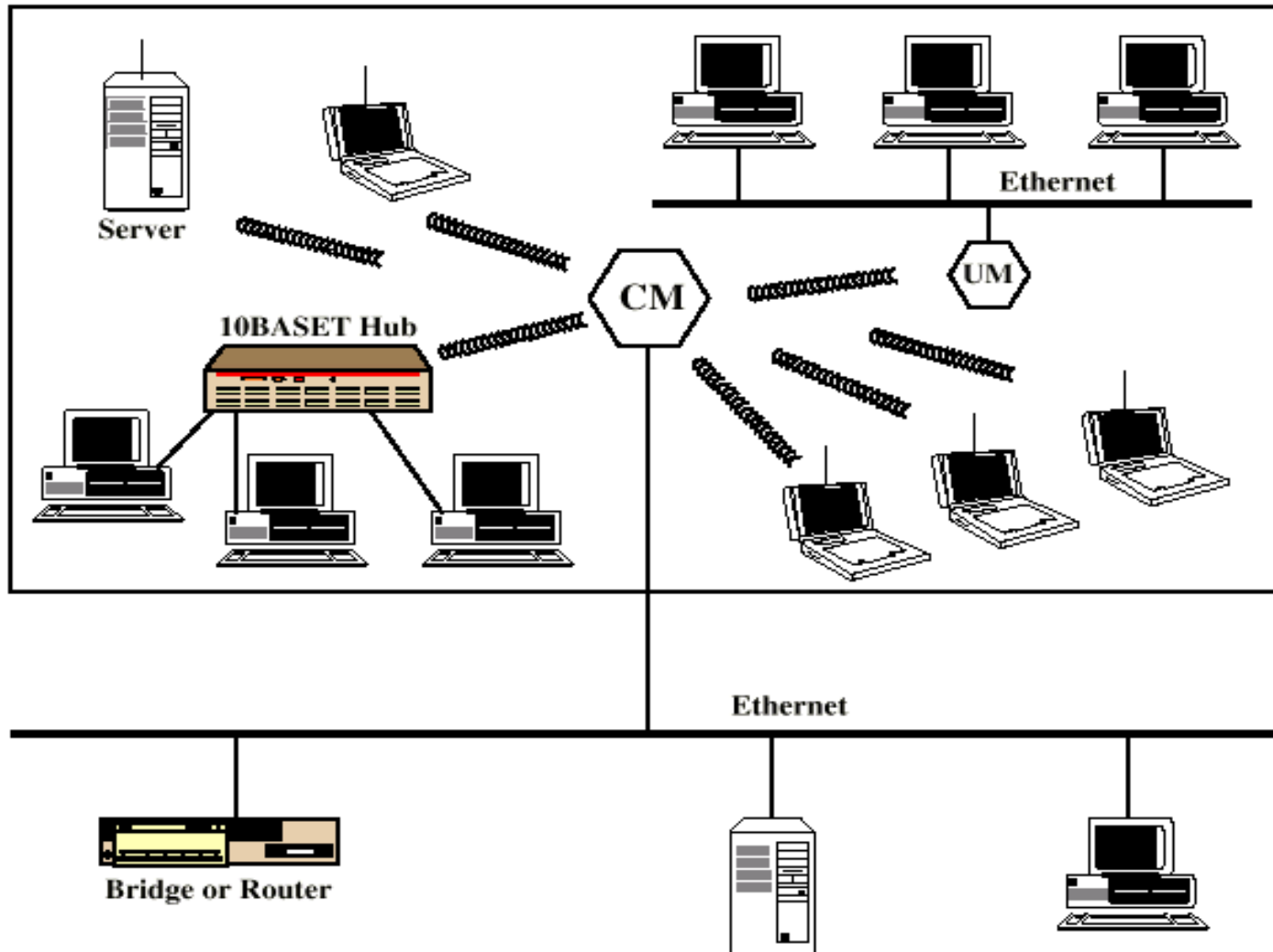


LAN επέκταση

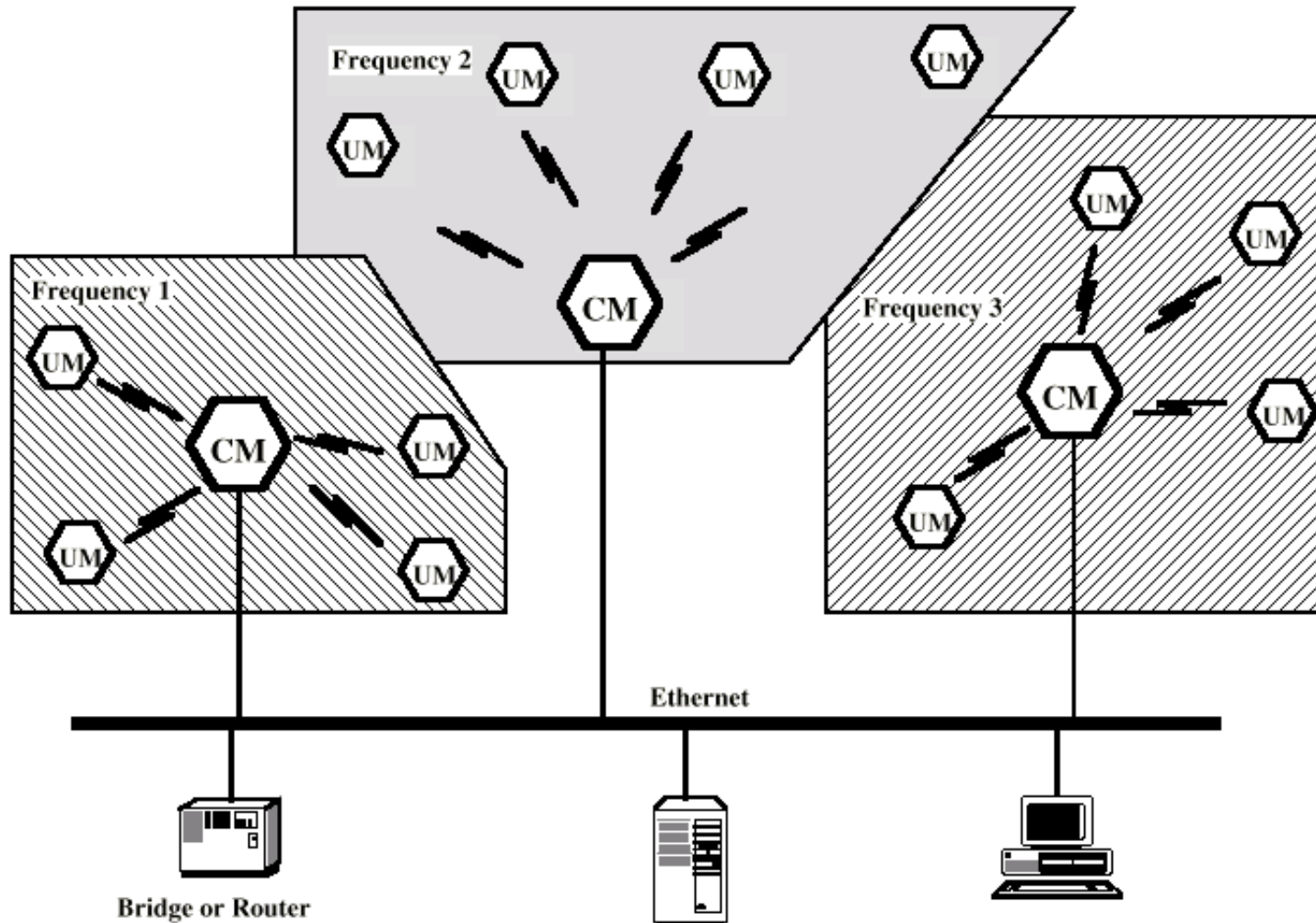
- ❖ Κτίρια σε μεγάλες ανοιχτές περιοχές
 - Κατασκευασμένες εγκαταστάσεις
 - Αποθήκες
- ❖ Ιστορικά κτίρια
- ❖ Μικρά γραφεία
- ❖ Μπορεί να ανακατευτούν με ορισμένο σύστημα καλωδίωσης



Μονών Κυψελίδων Ασύρματα LAN



Πολλών Κυψελίδων Ασύρματα LAN



Διεπικοινωνία κτιρίων

- ❖ Από σημείο σε σημείο ασύρματη ζεύξη μεταξύ κτιρίων
- ❖ Συνήθως συνδέει γέφυρες ή δρομολογητές
- ❖ Χρησιμοποιείται όπου δεν είναι δυνατή η ύπαρξη σύνδεσης καλωδίων
 - π.χ. Απέναντι σε έναν δρόμο



Νομαδική πρόσβαση

- ❖ Κινητό τερματικό δεδομένων
 - π.χ. Φορητός υπολογιστής
- ❖ Μεταφορά δεδομένων από τον φορητό υπολογιστή στον εξυπηρετητή
- ❖ Πανεπιστημιούπολη ή ομάδα κτιρίων



Δίκτυα για συγκεκριμένο σκοπό (Ad hoc networks) ασύρματων LAN

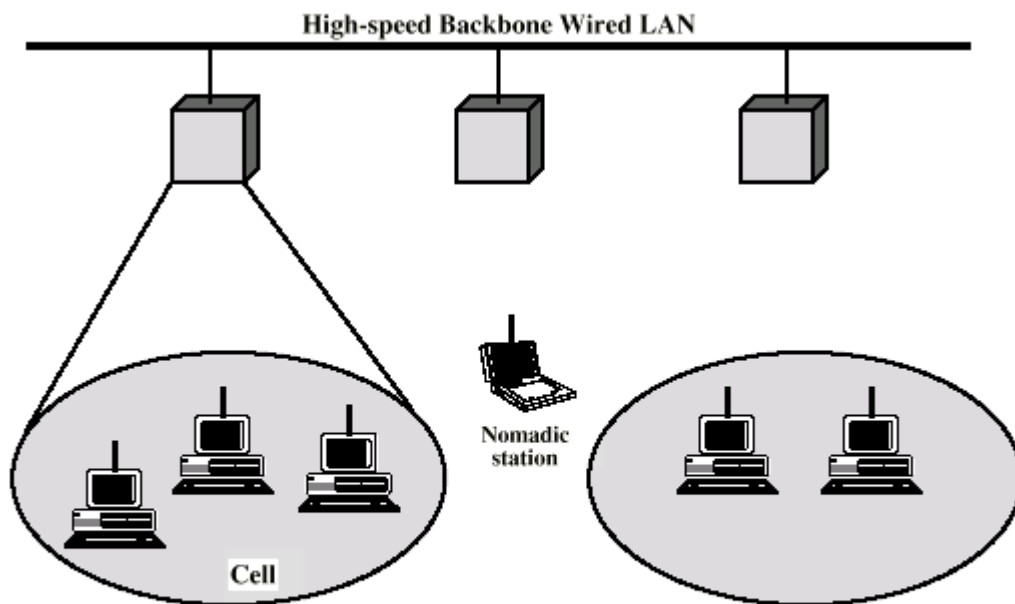
❖ Peer to Peer

❖ Προσωρινά

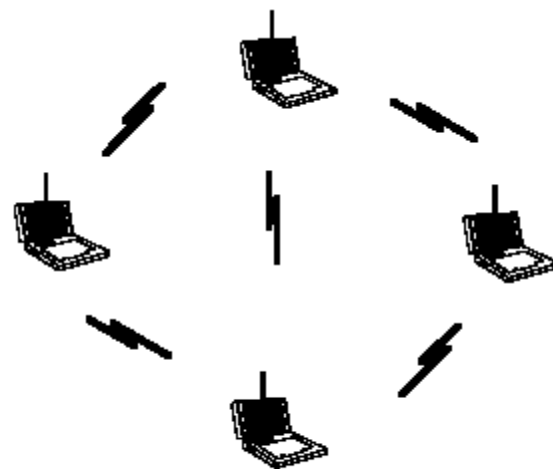
- π.χ. σύσκεψη



Διαμόρφωση Ασύρματων LANs



(a) Infrastructure Wireless LAN



(b) Ad hoc LAN



Απαιτήσεις Ασύρματου LAN

- ❖ Ρυθμαπόδοση (throughput)
- ❖ Αριθμός κόμβων
- ❖ Σύνδεση στο δίκτυο κορμού
- ❖ Περιοχή εξυπηρέτησης
- ❖ Κατανάλωση ισχύος μπαταρίας
- ❖ Ευρωστία και ασφάλεια μετάδοσης
- ❖ Λειτουργίες παρεμβαλλόμενου δικτύου
- ❖ Λειτουργία ελεύθερη από αδείες
- ❖ Μεταπομπή/περιαγωγή
- ❖ Δυναμική διαμόρφωση



Τεχνολογία Ασύρματων LANs

- ❖ Υπέρυθρα (IR) LANs
- ❖ LANs διευρυμένου φάσματος
- ❖ Μικροκύματικά στενής ζώνης





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Μόντεμ Οπτικών Ινών, Αναμεταδότες, Γέφυρες και διακόπτες

Επέκταση τοπικών δικτύων

Περιορισμοί στην σχεδίαση και την απόσταση των τοπικών δικτύων

- ❖ Κατά το σχεδιασμό μιας τεχνολογίας NW, επιλέγεται χαμηλό κόστος συνδυάζοντας, χωρητικότητα, μέγιστη καθυστέρηση, και απόσταση
- ❖ Οι δύο πιο δημοφιλείς μηχανισμοί πρόσβασης, CSMA / CD και token passing, έχουν καθυστέρηση ανάλογη με το μέγεθος της δικτυακής υποδομής
- ❖ Για να εξασφαλιστεί ότι οι καθυστερήσεις δεν θα γίνουν σημαντικές
 - Ένα δίκτυο LAN λειτουργεί με σταθερό μέγιστο μήκος καλωδίου
- ❖ Ένας άλλος περιορισμός προκύπτει επειδή το HW έχει σχεδιαστεί να εκπέμπει σταθερό ποσό ηλεκτρικής ισχύος
 - το σήμα γίνεται εξασθενεί καθώς ταξιδεύει κατά μήκος ενός καλωδίου χαλκού
 - το σήμα δεν μπορεί να φτάσει μακριά
- ❖ Για να εξασφαλιστεί ότι όλοι οι σταθμοί που συνδέονται σε ένα LAN λαμβάνουν επαρκώς ισχυρό σήμα,
 - Θα πρέπει να υπολογιστεί το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος καλωδίου



Επεκτάσεις Οπτικών Ινών

- ❖ Ποικιλία τρόπων για επέκταση της συνδεσιμότητας των LAN
 - Οι περισσότεροι μηχανισμοί χρησιμοποιούν πρόσθετα εξαρτήματα HW που αναμεταδίδουν τα σήματα σε μεγαλύτερες αποστάσεις
- ❖ Ο απλούστερος μηχανισμός εισάγει οπτικές ίνες και ένα ζεύγος μόντεμ ινών μεταξύ ενός υπολογιστή και ενός δικτύου
 - Η ίνα έχει χαμηλή καθυστέρηση και υψηλό εύρος ζώνης
 - ο μηχανισμός θα λειτουργεί καλά σε αποστάσεις αρκετών χιλιομέτρων
 - Η πιο κοινή χρήση είναι η διασύνδεση κτιρίων
- ❖ Κάθε μόντεμ εκτελεί δύο δουλειές:
 - κύκλωμα που μετατρέπει σήματα μεταξύ ηλεκτρικών σημάτων και ψηφιακής αναπαράστασης
 - και έναν οπτικό οδηγό που μεταφράζει ψηφιακής αναπαράσταση σε παλμούς φωτός
- ❖ Πολλές εφαρμογές χρησιμοποιούν ένα ζεύγος ινών να επιτραπεί ταυτόχρονη μετάδοση και στις δύο κατευθύνσεις



Χρήση Οπτικών Μόντεμ

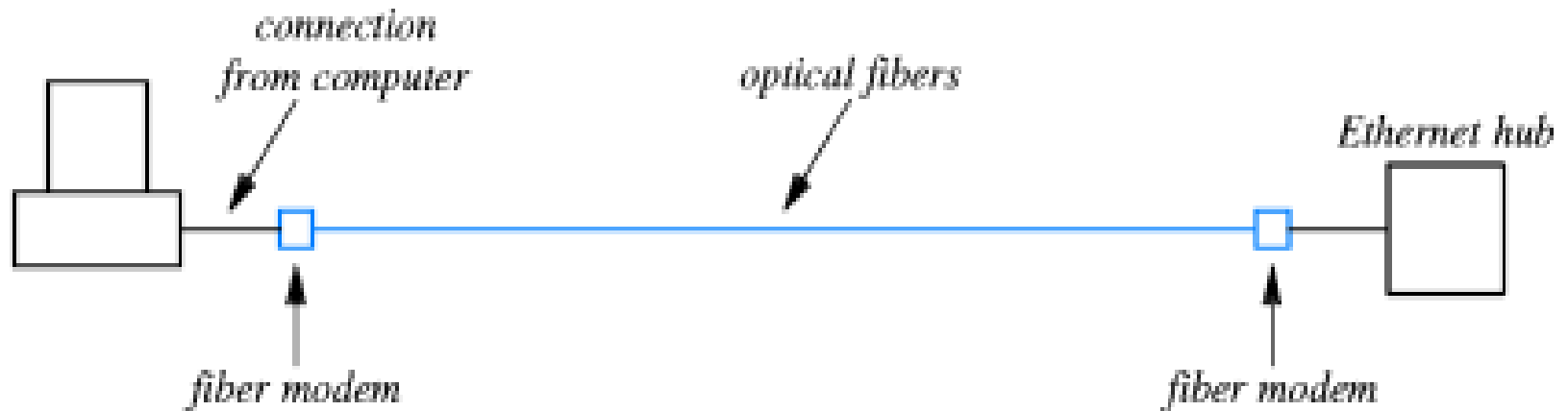


Figure 11.1 Optical fibers and fiber modems used to provide a connection between a computer and a distant Ethernet. The computer and Ethernet hub both use conventional signals.



Επαναλήπτες (1)

- ❖ Ένα ηλεκτρικό σήμα εξασθενεί καθώς ταξιδεύει
- ❖ Για να ξεπεραστούν αυτοί οι περιορισμοί, ορισμένες τεχνολογίες LAN επιτρέπουν σε δύο LANs να συνδέονται μεταξύ τους με μια συσκευή
 - γνωστή ως «επαναλήπτης»
- ❖ Ένας επαναλήπτης είναι συνήθως μια αναλογική ηλεκτρονική συσκευή που καταγράφει συνεχώς ηλεκτρικά σήματα σε κάθε LAN
- ❖ Όταν ανιχνεύσει ένα σήμα σε ένα LAN, ο επαναλήπτης μεταδίδει ένα ενισχυμένο αντίγραφο στην άλλη άκρη
- ❖ Οι επαναλήπτες δεν καταλαβαίνουν:
 - τη μορφή του πλαισίου, ούτε έχουν φυσικές διευθύνσεις
- ❖ Μπορεί ένα αυθαίρετα μεγάλο δίκτυο να κατασκευαστεί με τη χρήση επαναληπτών;
 - Η απάντηση είναι ΟΧΙ
 - Μια τέτοια ρύθμιση δεν εγγυάται ισχυρό σήμα, κάθε επαναλήπτης και το τμήμα κατά μήκος της διαδρομής αυξάνει την καθυστέρηση



Επαναλήπτης σε Ethernet

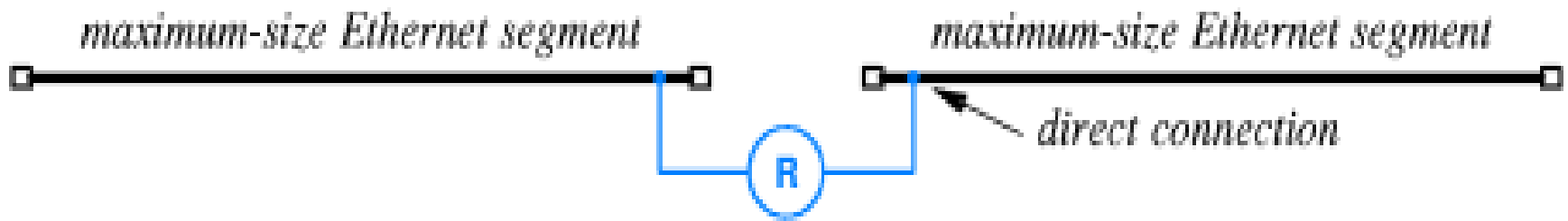


Figure 11.2 A repeater *R* connecting two Ethernets. The repeater connects directly to the cable.

Επαναλήπτες (2)

Έχουν αρκετά μειονεκτήματα

❖ Δεν καταλαβαίνουν ολόκληρα πλαίσια

- Ένας επαναλήπτης δεν κάνει διάκριση μεταξύ ενός έγκυρου πλαισίου και άλλων ηλεκτρικών σημάτων

❖ Όταν μια σύγκρουση / παρεμβολή εμφανίζεται σε ένα τμήμα

- Ένας επαναλήπτης αναδημιουργεί τα σήματα στο άλλο τμήμα
- Συμπεριλαμβανομένου και επικαλυπτόμενα σήματα που αντιστοιχούν σε μια σύγκρουση



Επαναληπτες (3)

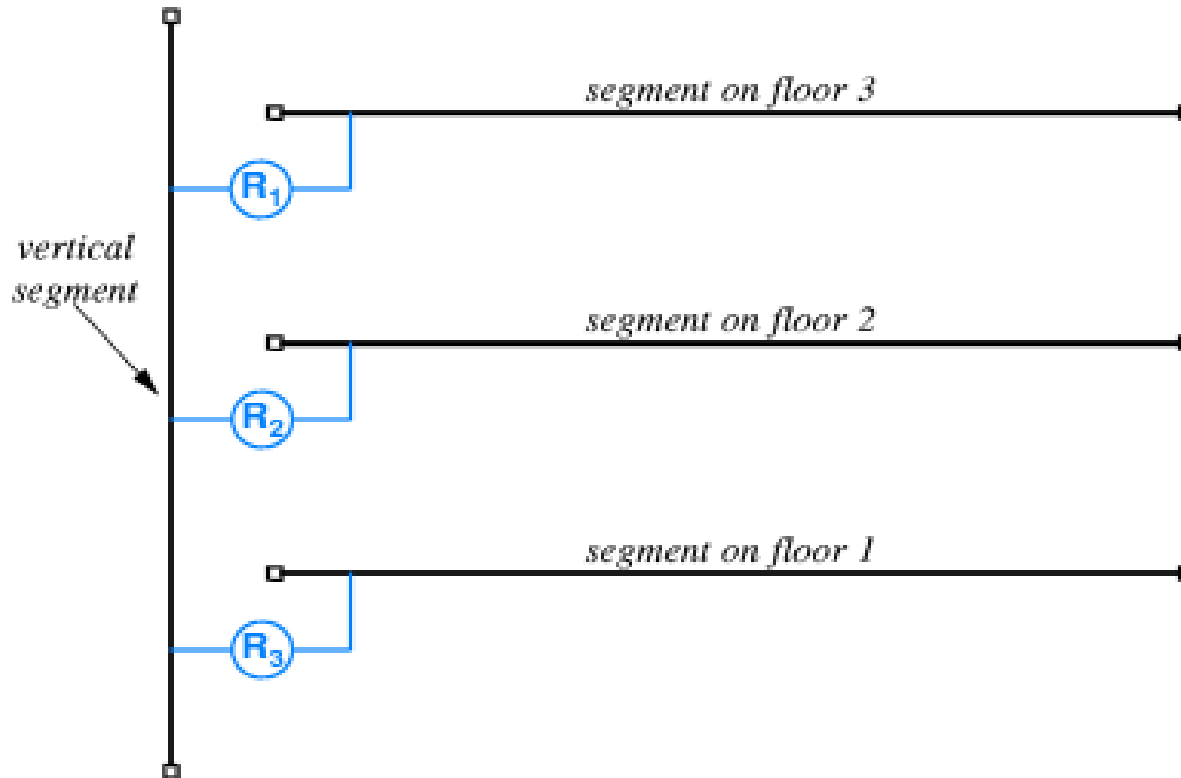


Figure 11.3 Repeaters used to connect Ethernet segments on three floors of an office building. Each floor has one segment, and one segment is placed vertically in the building.

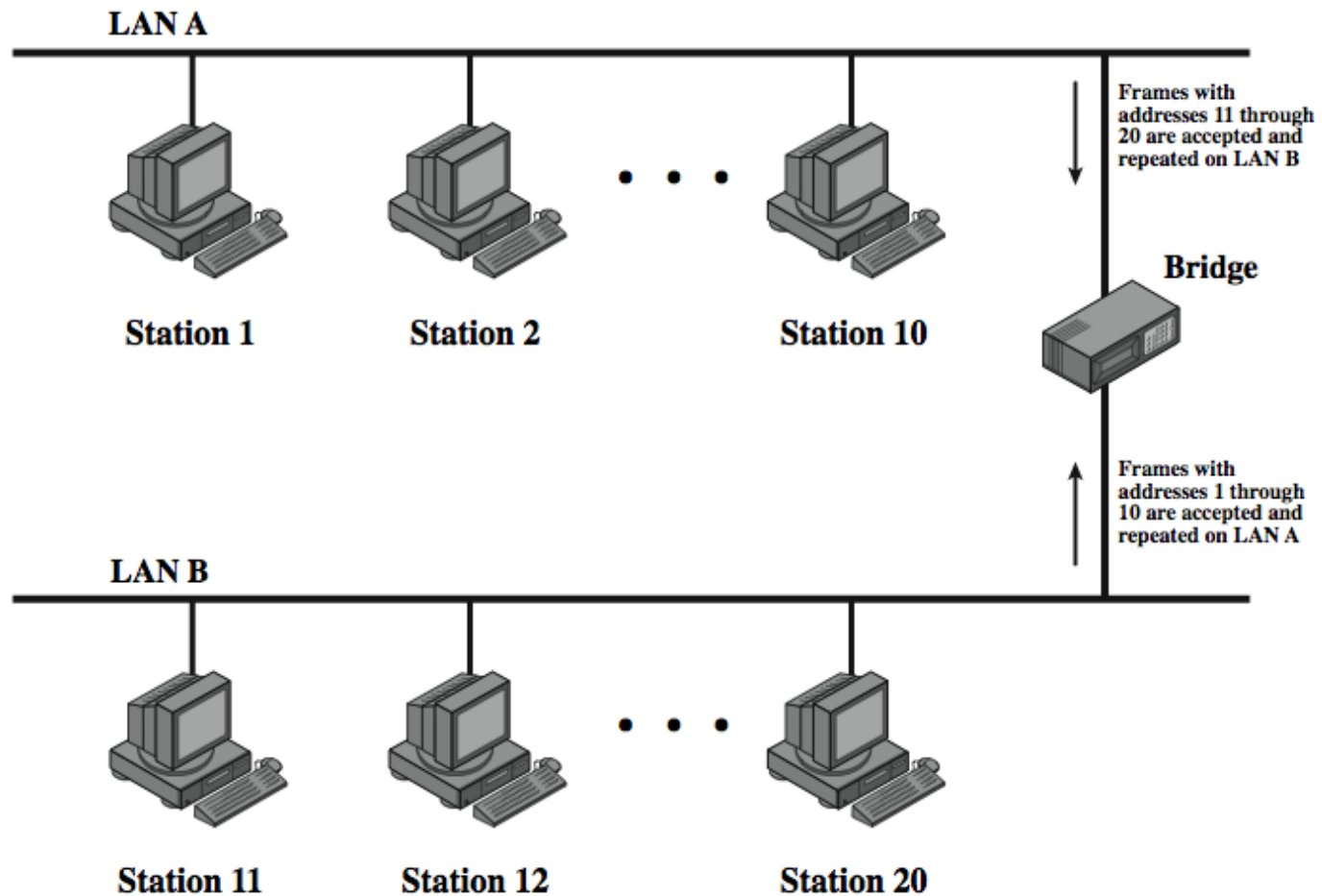


Γέφυρες

- ❖ Ικανότητα επέκτασης πέρα από ένα μοναδικό LAN
- ❖ Όμοια πρωτόκολλα για φυσικά και επίπεδα ζεύξης
- ❖ Ελάχιστη επεξεργασία
- ❖ Μπορεί να αντιστοιχίσει διαφορετικές μορφές πλασίων MAC
- ❖ Λόγοι για τη χρήση
 - Αξιοπιστία
 - Επίδοση
 - Ασφάλεια
 - Γεωγραφία



Λειτουργία Γέφυρας



Φάσεις σχεδιασμού γέφυρας

- ❖ Καμία τροποποίηση στο περιεχόμενο ή το πρότυπο του πλαισίου
- ❖ Καμία ενθυλάκωση
- ❖ Ακριβής λογική αντιγραφή του πλαισίου
- ❖ Ελάχιστη αποθήκευση λόγω της απαίτησης για το μέγιστο φορτίο
- ❖ Περιέχει την πληροφορία της δρομολόγησης και διευθυνδιοδότησης
- ❖ Μπορεί να συνδέσει παραπάνω από δυο LANs
- ❖ Η γεφύρωση είναι διάφανη στους σταθμούς

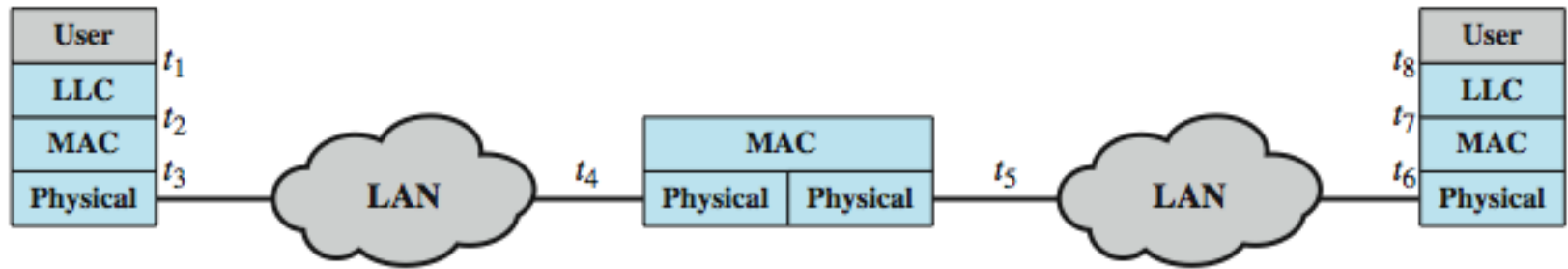


Αρχιτεκτονική πρωτοκόλλου γέφυρας

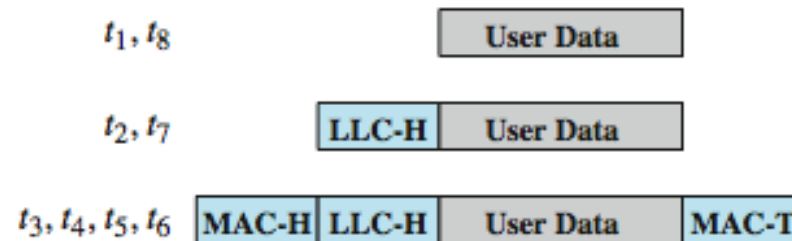
- ❖ IEEE 802.1D
- ❖ MAC επίπεδο
- ❖ Η γέφυρα δε χρειάζεται το επίπεδο LLC
- ❖ Μπορεί να περάσει πλαίσια πάνω σε εξωτερικό σύστημα
 - π.χ. WAN ζεύξη
 - Σύλληψη πλαισίου
 - Συμπύκνωση του
 - Προώθηση του στη ζεύξη
 - Απομάκρυνση συμπύκνωσης και προώθηση στη ζεύξη του LAN



Σύνδεση δύο LANs



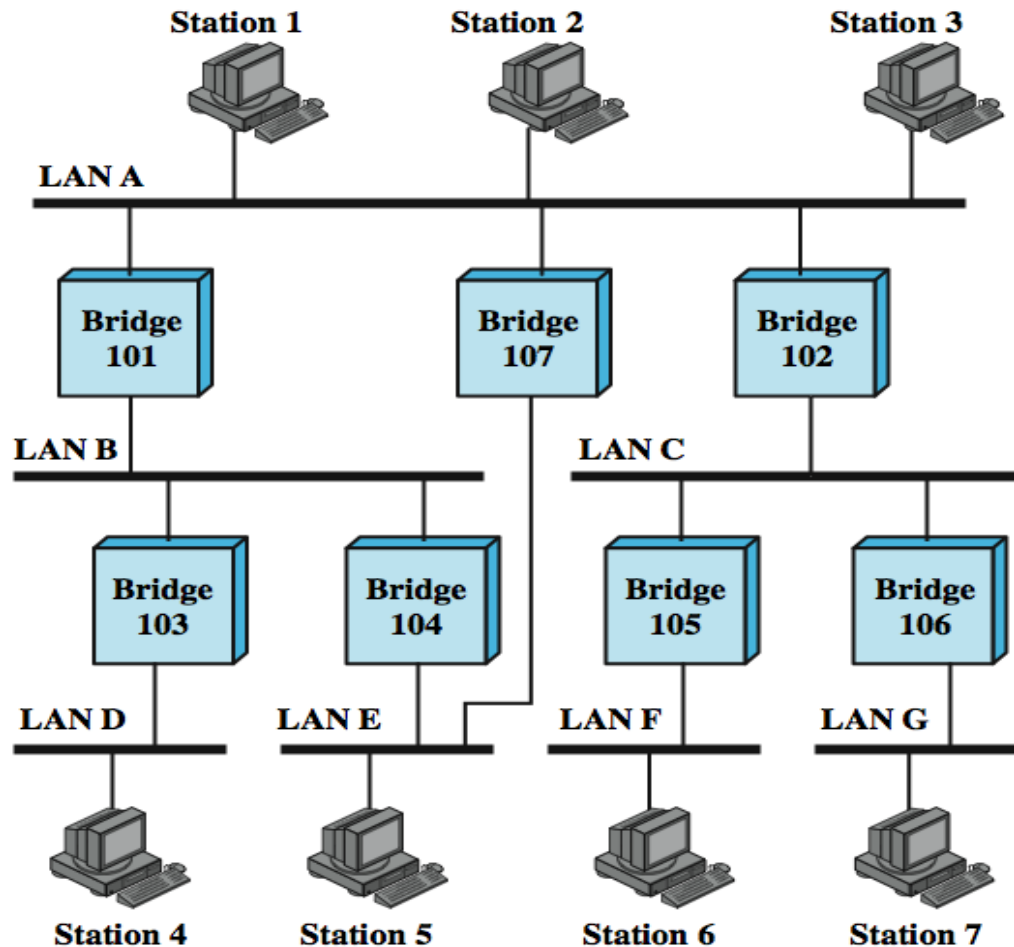
(a) Architecture



(b) Operation



Γέφυρες και τοπικά δίκτυα με Εναλλακτικές διαδρομές



Ορισμένη δρομολόγηση

- ❖ Τα μεγάλα και περίπλοκα LANs χρειάζονται εναλλακτικές διαδρομές
 - Φορτίο ισοστάθμισης
 - Λανθασμένη αντοχή
- ❖ Η γέφυρα πρέπει να αποφασίσει αν θα προωθήσει το πλαίσιο
- ❖ Η γέφυρα πρέπει να αποφασίσει σε ποιο LAN να προωθήσει το πλαίσιο
- ❖ Η δρομολόγηση επιλέγεται για κάθε ζευγάρι πομπού-προορισμού των LANs
 - Γίνεται στην διαμόρφωση
 - Συνήθως δρόμος ελάχιστων αναπηδήσεων
 - Αλλάζει μόνο αν αλλάξει η τοπολογία



Γεφύρωση μεταξύ κτιρίων (1)

- ❖ Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις
 - Για παράδειγμα, μια εταιρεία μπορεί να χρειαστεί μια NW που επιτρέπει στους υπολογιστές σε ένα κτίριο να επικοινωνούν με τους υπολογιστές σε ένα άλλο
 - Εάν τα δύο κτίρια χωρίζονται από μια σημαντική απόσταση ή αν τα κτίρια είναι μεγάλα
 - ένα ενιαίο LAN δεν επαρκή για τα δύο κτίρια
 - χρησιμοποιώντας ζεύγη ινών μόντεμ για συδεση όλων των υπολογιστών σε ένα LAN οδηγεί σε υψηλό κόστος ή μερικώς άριστη απόδοση
- ❖ Οι πιο διαδεδομένες γέφυρες μεγάλων αποστάσεων είναι εκείνες που υλοποιούνται από
 - ένα μόντεμ DSL ή καλωδίου, όπως περιγράφεται σε επόμενο κεφάλαιο



Γεφύρωση μεταξύ κτιρίων (2)

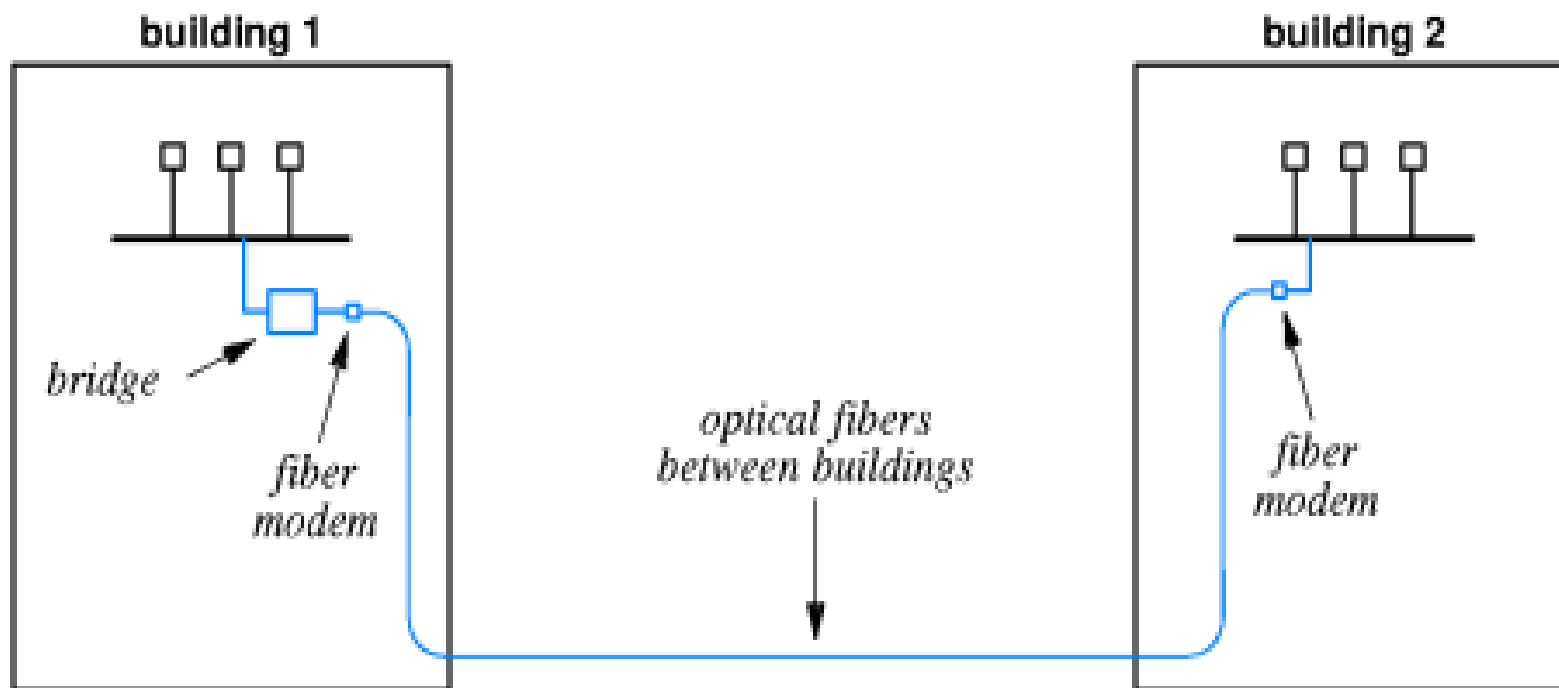


Figure 11.6 A bridge connecting LAN segments in two buildings. An optical fiber is used to connect the bridge to a remote LAN segment.



Γεφύρωση μεταξύ κτιρίων (3)

- ❖ Η χρήση μιας γέφυρας έχει τρία κύρια πλεονεκτήματα
- ❖ Πρώτον, διότι απαιτεί μια ενιαία σύνδεσης οπτικής ίνας,
 - Είναι λιγότερο δαπανηρή από την ξεχωριστή σύνδεση ινών σε κάθε μεμονωμένο υπολογιστή
- ❖ Δεύτερον, επειδή η σύνδεση μεταξύ των κτιρίων συνδέεται στη γέφυρα,
 - κάθε μεμονωμένος υπολογιστής μπορεί να προστεθεί ή να αφαιρεθεί από τα τμήματα χωρίς την εγκατάσταση ή την αλλαγή της καλωδίωσης μεταξύ των κτιρίων
- ❖ Τρίτον, γιατί μια γέφυρα επιτρέπει την ταυτόχρονη επικοινωνία σε δύο τμήματα,
 - χρησιμοποιώντας μια γέφυρα αντί ενός επαναλήπτη σημαίνει ότι η επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών σε ένα κτίριο δεν επηρεάζει την επικοινωνία μεταξύ των υπολογιστών σε άλλο κτίριο



Γεφύρωση σε μεγαλύτερες αποστάσεις (1)

Πώς μπορεί μια γεφυρωμένη NW να καλύψει μεγάλες αποστάσεις;

- ❖ Δύο μέθοδοι είναι δημοφιλείς
- ❖ Κάθε μία περιλαμβάνει μια μεγάλης απόστασης σημείου-προς-σημείο σύνδεσης και ειδική γέφυρα HW
 - Η πρώτη χρησιμοποιεί μισθωμένη σειριακή γραμμή για τη σύνδεση των χώρων
 - Η Χρήση μιας μισθωμένης σειριακής γραμμής είναι πιο κοινή επειδή είναι λιγότερο ακριβή
 - Η δεύτερη χρησιμοποιεί μισθωμένο δορυφορικό κανάλι
 - Ωστόσο, μια δορυφορική σύνδεση είναι ενδιαφέρουσα, επειδή επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ μας αυθαίρετης απόστασης



Γέφυρα σε δορυφορικό κανάλι

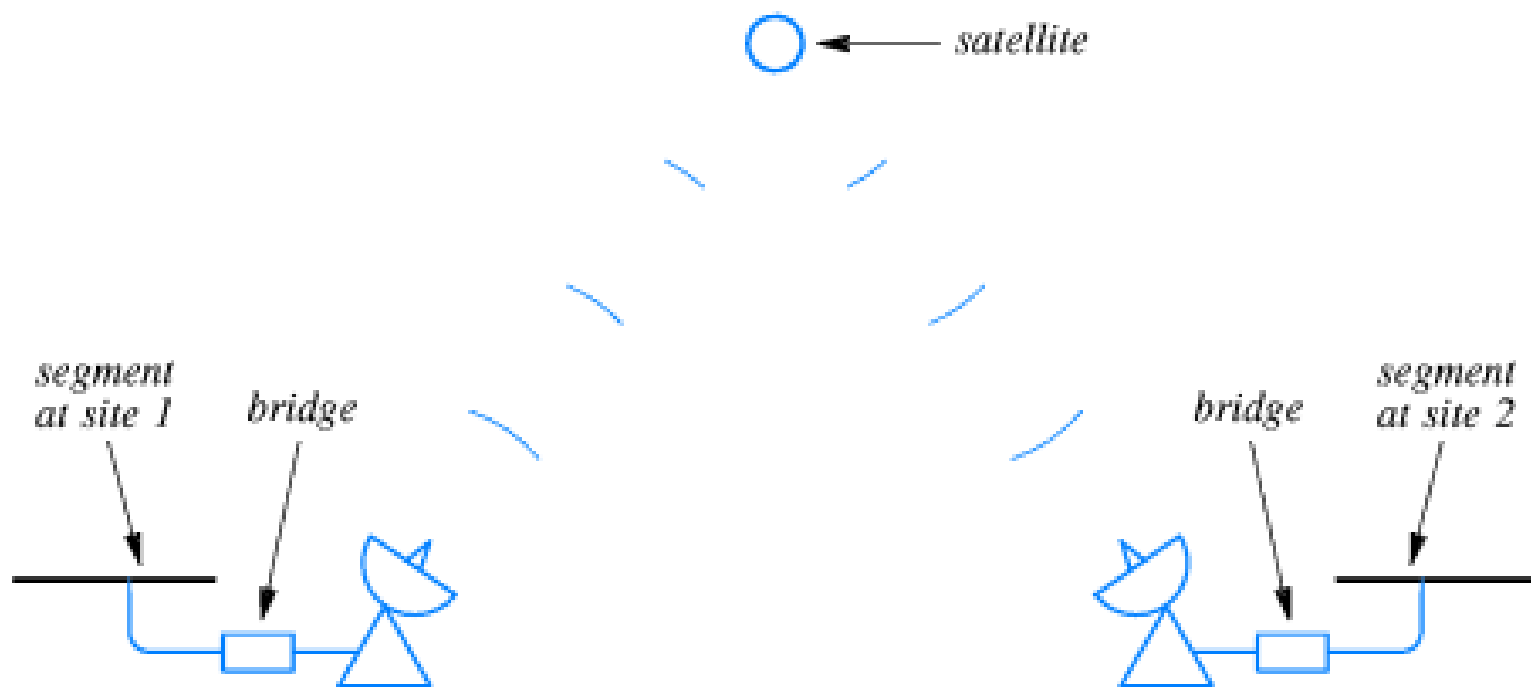


Figure 11.7 A bridge using a leased satellite channel to connect LAN segments at two sites. A satellite bridge can span arbitrary distance.



Γεφύρωση σε μεγαλύτερες αποστάσεις (2)

- ❖ Το Φιλτράρισμα και στις δύο τοποθεσίες γίνεται λόγω των BW περιορισμών
- ❖ Σε αντίθεση με τη σύνδεση οπτικών ινών που χρησιμοποιούνται μεταξύ των κτιρίων
 - γεφυρωμένα τοπικά δίκτυα που συνδέονται με μισθωμένα κυκλώματα χρησιμοποιούν συχνά χαμηλής BW συνδέσεις για να μειώσουν το κόστος
 - Ένα τυπικό δορυφορικό κανάλι που χρησιμοποιείται για τη γεφύρωση λειτουργεί με πολύ μικρότερη χωρητικότητα από ένα τμήμα LAN
- ❖ Γέφυρες HW που χρησιμοποιούνται σε συνδέσεις μεγάλων αποστάσεων πρέπει να εκτελέσουν buffering
 - ❖ επειδή τα πλαίσια μπορούν να φθάσουν από την τοπική NW πιο γρήγορα από ό, τι μπορούν να αποστέλλονται μέσω του δορυφόρου



Spanning Tree

- ❖ Η γέφυρα αυτόματα δημιουργεί τον πίνακα δρομολόγησης
- ❖ Αυτόματα ενημέρωνει τον πίνακα δρομολόγησης σε κάθε αλλαγή
- ❖ 3 μηχανισμοί:
 - Προώθηση πλαισίων
 - Εκμάθηση διευθύνσεων
 - Ανάλυση βρόχου



Πρώθηση πλαισίων (1)

- ❖ Διατήρηση βάσης πρώθησης για κάθε port
 - Πρόσβαση στην λίστα των διεθύνσεων των σταθμών μέσω κάθε port
- ❖ Για ένα πλαίσιο που φτάνει στο port X:
 - Ψάχνει την βάση πρώθησης για να δει αν η διεύθυνση MAC είναι σε λίστα για οποιαδήποτε port εκτός του X
 - Αν δε βρεθεί η διεύθυνση, πρώθηση σε όλα τα ports εκτός του X
 - Αν η διεύθυνση βρεθεί για το port Y, τσέκαρε το port Y για κατάσταση πρώθησης ή διακοπής
 - Αν δεν έχει διακοπεί, μεταδίδει το πλαίσιο μέσω του port Y



Πρώθηση πλαισίων (2)

- ❖ Κάθε μία γέφυρα διατηρεί έναν πίνακα πρώθησης MAC
- ❖ Ο Πίνακας Πρώθησης παίζει τον ίδιο ρόλο με τον πίνακα δρομολόγησης του δρομολογητή IP
- ❖ Οι καταχωρήσεις έχουν τη μορφή (διεύθυνση MAC, θύρα, την ηλικία), όπου
 - Διεύθυνση MAC: όνομα κεντρικού υπολογιστή ή μια ομάδα διευθύνσεων
 - Θύρα: αριθμός θύρας της γέφυρας
 - ηλικία: γήρανση στιγμή της εισόδου (σε δευτερόλεπτα)
- ❖ Ερμηνεία:
 - μια μηχανή με τη διεύθυνση MAC βρίσκεται στην κατεύθυνση του αριθμού θύρας από τη γέφυρα. Η ηλικία είναι σε μονάδες χρόνου.



Πρώθηση πλαισίων (3)

MAC forwarding table

MAC address		age
a0:e1:34:82:ca:34	1	10
45:6d:20:23:fe:2e	2	20



Πρώθηση πλαισίων (4)

❖ Ας υποθέσουμε ότι ένα πλαίσιο MAC φθάνει στη θύρα x.

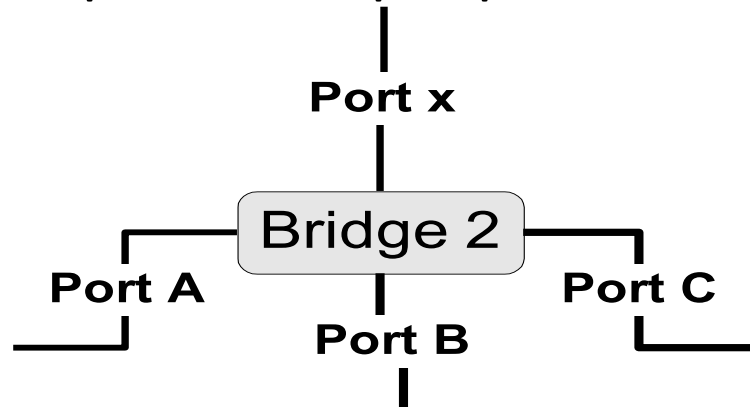
Η MAC διεύθυνση
προορισμού είναι
για τις θύρες A, B, or C ?

Βρέθηκε:

Πρώθηση πλαισίου
στην κατάλληλη θύρα

Δεν Βρέθηκε;

Πλημμύρισε το πλαίσιο,
δηλαδή,
στήλε το πλαίσιο σε όλες τις
θύρες εκτός από την θύρα x



Εκμάθηση Διεύθυνσης

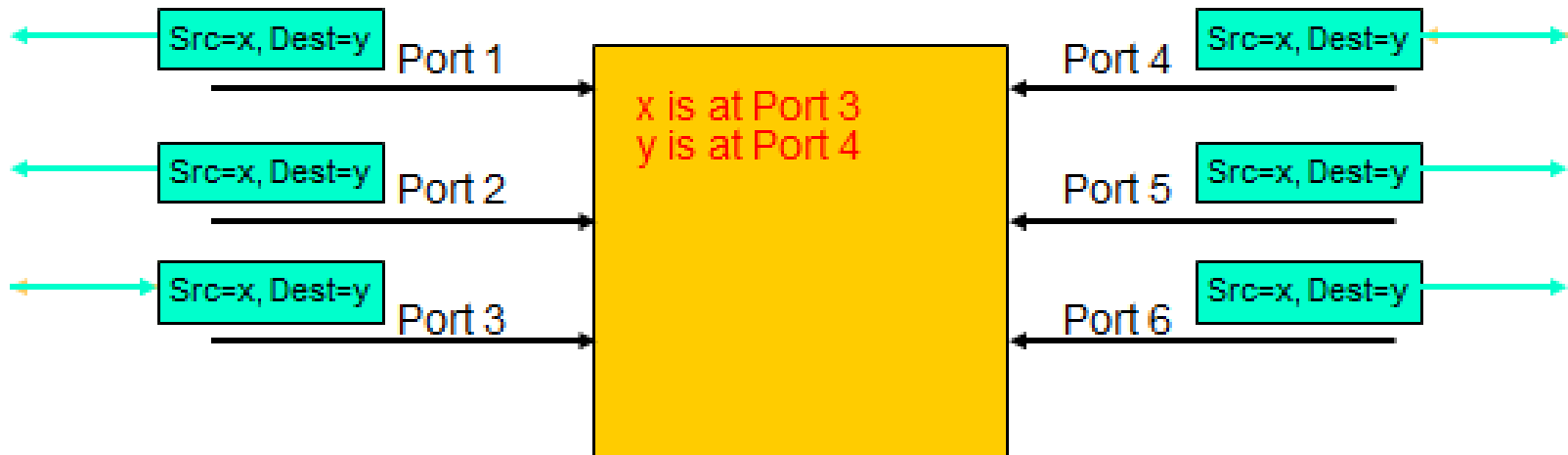
- ❖ Μπορεί να προ-φορτωθεί η βάση προώθησης
- ❖ Όταν το πλαίσιο φτάνει στο port X, έχει έρθει από το LAN που είναι συνδεδεμένο στο port X
- ❖ Χρησιμοποιείται η διεύθυνση πηγής για να ενημερωθεί η βάση προώθησης του port X να περιλάβει αυτή την διεύθυνση
- ❖ Χρονόμετρο σε κάθε είσοδο στη βάση
- ❖ Εάν ο χρόνος λήξει, η καταχώρηση διαγράφεται
- ❖ Κάθε φορά που φτάνει ένα πλαίσιο, η διεύθυνση πομπού τσεκάρεται έναντι της βάσης προώθησης
 - αν υπάρχει χρονόμετρο μηδενίζεται και η κατεύθυνση καταγράφεται
 - αν δεν υπάρχει δημιουργείται μια καταχώρηση και ρυθμίζεται ο χρονοδιακόπτης



Εκμάθηση Διεύθυνσης(Μάθηση γεφυρών) (1)

- ❖ Οι εγγραφές στους πίνακες δρομολόγησης ορίζονται αυτόματα με έναν απλό ευρετικό μηχανισμό:

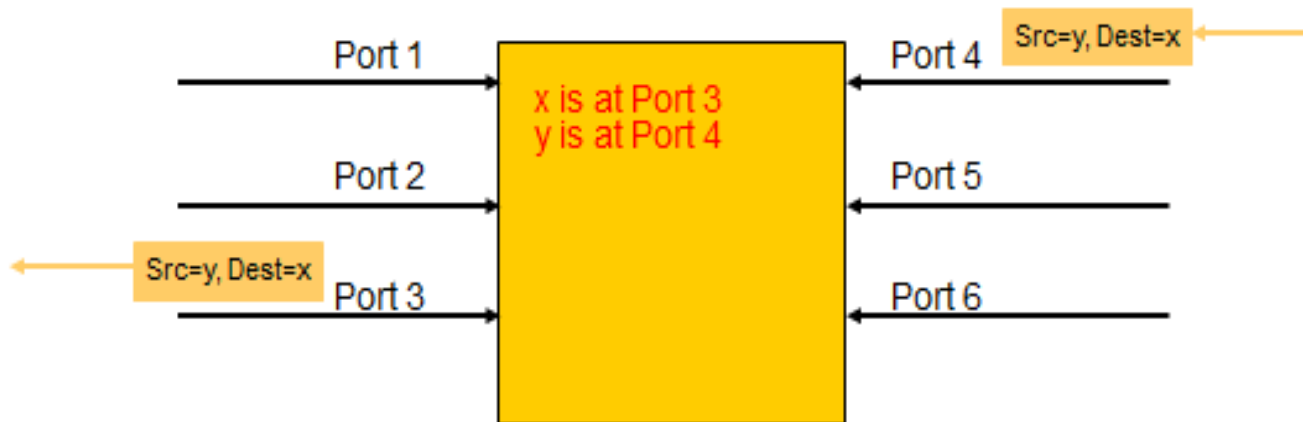
Το πεδίο διεύθυνσης πηγής ενός πλαισίου που φτάνει σε μια θύρα ενημερώνει ποιοι υπολογιστές είναι προσβάσιμοι από αυτή τη θύρα.



Διεύθυνση Μάθησης (Μάθηση γεφυρών) (2)

Αλγόριθμος Εκμάθησης

- ❖ Για κάθε πλαίσιο που λαμβάνεται, η γέφυρα αποθηκεύει το πηγαίο πεδίο στη βάση δεδομένων μαζί με τη θύρα, όπου ελήφθη το πλαίσιο.
- ❖ Όλες οι καταχωρήσεις διαγράφονται μετά από κάποιο χρονικό διάστημα



Τί είναι ένας γράφος;

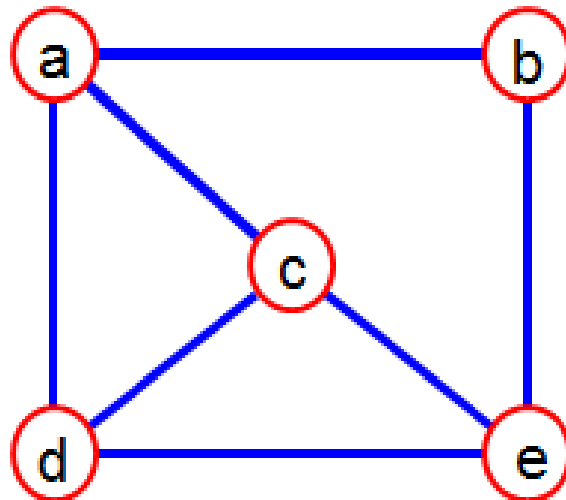
❖ Ένας γράφος $G = (V, E)$ αποτελείται από:

V : το σύνολο των κορυφών

E : το σύνολο των ακμών που συνδέουν τις κορυφές στο V

❖ Μία ακμή $e = (u, v)$ είναι ένα ζεύγος κορυφών

❖ Παράδειγμα



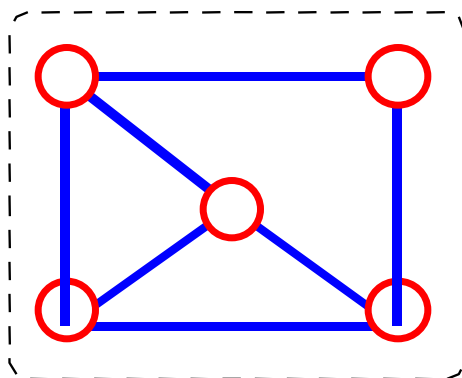
$V = \{a, b, c, d, e\}$

$E = \{(a, b), (a, c), (a, d), (b, e), (c, d), (c, e), (d, e)\}$

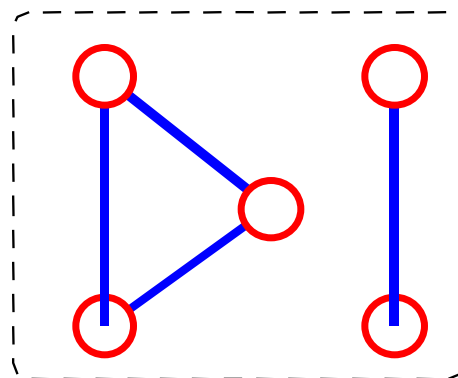


Συνδεδεμένος γράφος

Συνδεδεμένος γράφος: Οι οποιεσδήποτε δύο κορυφές συνδέονται με κάποιο μονοπάτι



Συνδεδεμένος



Μη Συνδεδεμενος



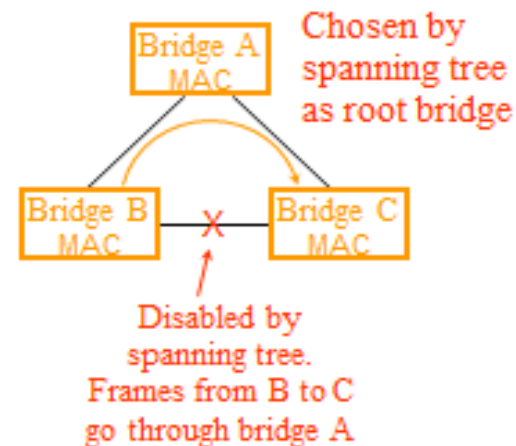
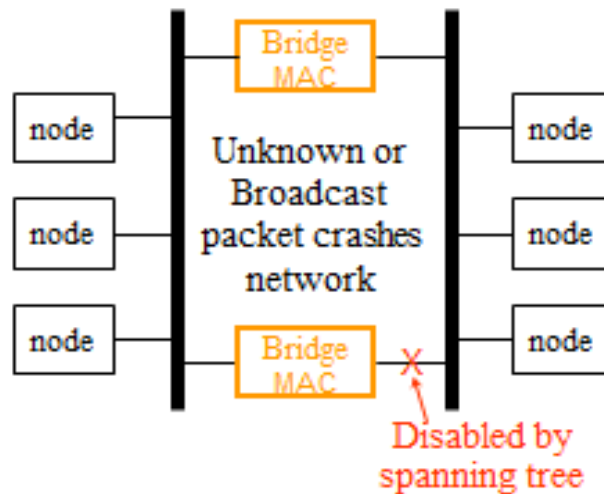
Αλγόριθμος του Spanning Tree

- ❖ Η εκμάθηση της διεύθυνσης δούλεύει για δενδροειδή διάταξη
- ❖ Γενικά, οι γραφοι έχουν βρόγχους
- ❖ Για κάθε συνδεδεμένο γράφο υπάρχει ένα spanning tree που παραμένει συνδεδεμένο αλλά δεν περιέχει κλειστούς βρόγχους
- ❖ IEEE 802.1 Spanning Tree
 - Σε κάθε γέφυρα αποδίδεται ένας μοναδικός αναγνωριστής
 - Ενημερώνεται αυτόματα κάθε φορά που αλλάζει η τοπολογία
 - Ανταλλαγή μεταξύ γεφυρων για την εγκατάσταση spanning tree

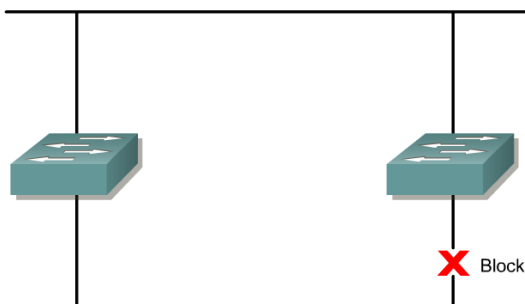


Πρωτόκολλο Spanning Tree (STP) (1)

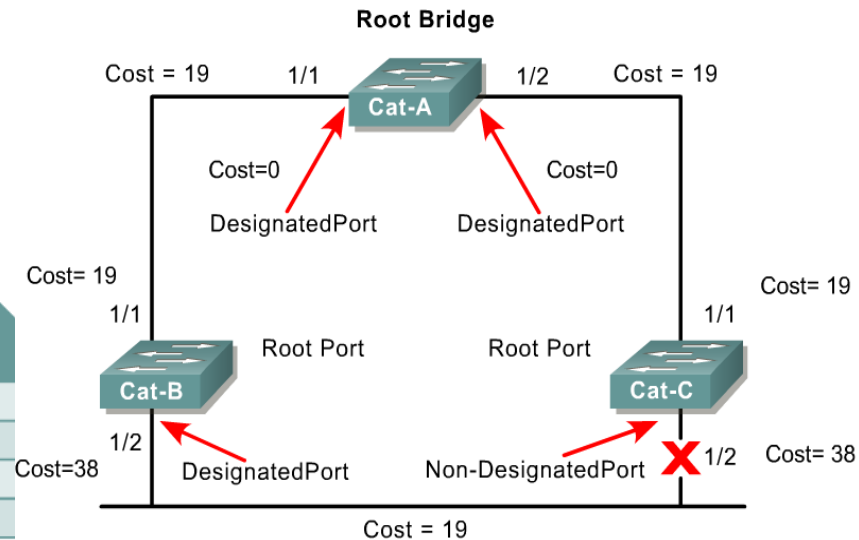
- ❖ Οι κλειστοί βρόχοι με γέφυρες είναι καταστροφικές
- ❖ Το πρωτόκολλο απενεργοποιεί περιττές συνδέσεις, τους επαναφέρει δυναμικά ανάλογα με τις ανάγκες
- ❖ Υποβέλτιστες δρομολόγησης: ελάχιστη διαδρομή κατά μήκος του spanning tree
- ❖ Η γέφυρα στο σύνολό της έχει μια διεύθυνση MAC (όχι τις διεπαφές του)



Πρωτόκολλο Spanning Tree (STP) (2)



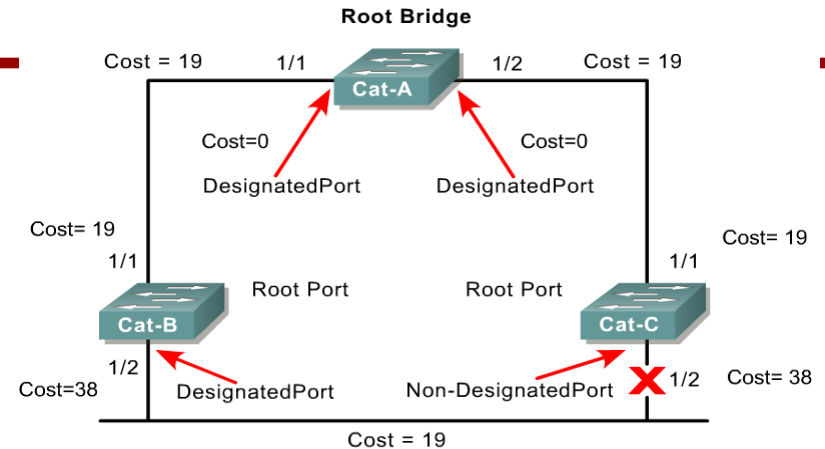
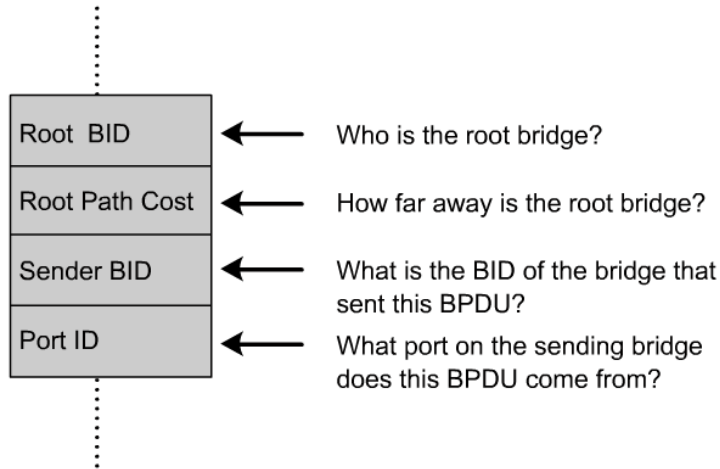
Link Speed	Cost(Revised IEEE Spec)	Cost (Previous IEEE Spec)
10 Gbps	2	1
1 Gbps	4	1
100 Mbps	19	10
10 Mbps	100	100



- ❖ Η συντομότερη διαδρομή βασίζεται στο συνολικό κόστος της διαδρομής
- ❖ Το κόστος της κάθε ζεύξης υπολογίζεται με βάση την ταχύτητα σύνδεσης.
- ❖ Το STP ορίζει ένα κόμβο, που ονομάζεται γέφυρα ρίζα.
- ❖ Το πρωτόκολλο Spanning-Tree κατασκευάζει μια τοπολογία που έχει ένα μονοπάτι για την προσέγγιση κάθε κόμβου του δικτύου.
- ❖ Το δέντρο που προκύπτει προέρχεται από τη γέφυρα ρίζα.
- ❖ Οι περιττές συνδέσεις που δεν αποτελούν μέρος της συντομότερης διαδρομής, αποκλείεται.



Πρωτόκολλο Spanning Tree (STP) (3)



Λόγω του ότι αποκλείεται κλειστές διαδρομές είναι δυνατή η τοπολογία χωρίς βρόχους.

Απορρίπτονται τα πλαίσια δεδομένων που ελήφθησαν σε μπλοκαρισμένες συνδέσεις.

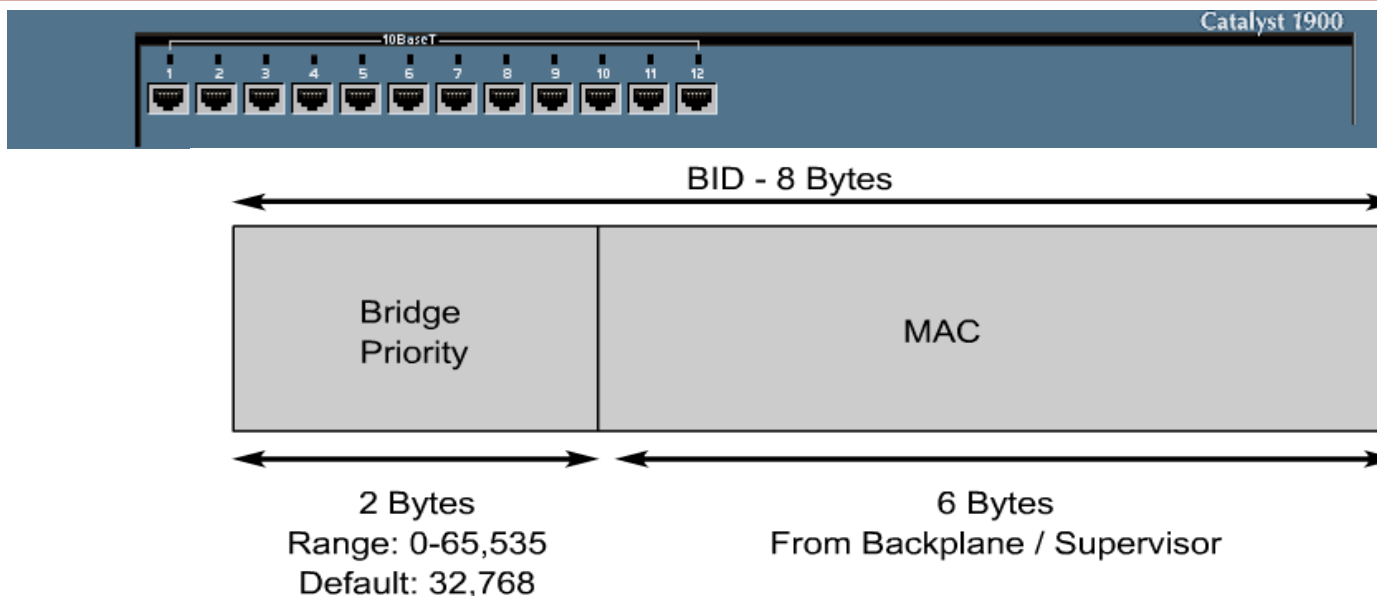
Το STP απαιτεί οι συσκευές δικτύου να ανταλλάσσουν μηνύματα, για την πρόληψη κλειστών διαδρομών (μονάδα δεδομένων πρωτοκόλλου γέφυρας (BPDU)).

Συνδέσεις που θα προκαλέσουν έναν κλειστό βρόχο μπλοκάρονται.

BPDU's συνεχίζουν να λαμβάνονται σε αποκλεισμένες θύρες.

Εξασφαλίζει ότι εάν μια συσκευή αποτύχει, τότε ένα νέο spanning tree μπορεί να υπολογισθεί

Αναγνωριστικό γέφυρας(BID)



- ❖ **Bridge ID (BID)** χρησιμοποιείται για την αναγνώριση κάθε γέφυρας.
- ❖ Το BID χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του κέντρου του δικτύου, σε σχέση με STP, γνωστή ως γέφυρα ρίζα.
- ❖ Αποτελείται από δύο μέρη:
 - 2-byte Προτεραιότητα Γέφυρας : Cisco προεπιλεγμένη τιμή 32.768 ή 0x8000.
 - 6-byte MAC διεύθυνση της γέφυρας



Κόστος Διαδρομής

Link Speed	Cost(Revised IEEE Spec)	Cost (Previous IEEE Spec)
10 Gbps	2	1
1 Gbps	4	1
100 Mbps	19	10
10 Mbps	100	100

❖ IEEE μή γραμμική κλίμακα:

- 4 Mbps 250 (κόστος)
- 10 Mbps 100 (κόστος)
- 16 Mbps 62 (κόστος)
- 45 Mbps 39 (κόστος)
- 100 Mbps 19 (κόστος)
- 155 Mbps 14 (κόστος)
- 622 Mbps 6 (κόστος)
- 1 Gbps 4 (κόστος)
- 10 Gbps 2 (κόστος)



Ορολογία

- ❖ Αγνοώντας ένα πλαίσιο - φιλτράρισμα
- ❖ Αντιγραφή ενός πλαισίου - προώθηση
- ❖ Μικρο τμηματοποίηση - διαίρεση ενός δικτύου σε μικρότερα τμήματα (με τη χρήση ενός μεταγωγέα)



Μεταγωγείς Επίπεδου 2

- ❖ Το κεντρικό κομβικό σημείο ενεργεί ως μεταγωγέας
- ❖ Το κάθε εισερχόμενο πλαίσιο στο μεταγωγέα δρομολογείται στην κατάλληλη γραμμή εξόδου
- ❖ Μη χρησιμοποιούμενες γραμμές μπορούν να δρομολογήσουν άλλη κίνηση
- ❖ Περισσότεροι από έναν σταθμούς μεταδίδουν ταυτόχρονα
- ❖ Πολλαπλασιάζεται η χωρητικότητα του LAN



Μεταγωγείς Επίπεδου 2- Πλεονεκτήματα

- ❖ Καμία αλλαγή για τις συνδεδεμένες συσκευές για να μετατρέψει το LAN διάυλου σε LAN μεταγωγής
- ❖ Για Ethernet LAN, κάθε συσκευή χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Ethernet MAC
- ❖ Κάθε συσκευή έχει χωρητικότητα ίση με του αρχικού LAN
 - Υποθέτοντας ότι ο μεταγωγός έχει επαρκή χωρητικότητα για όλες τις συσκευές
 - Για παράδειγμα, εάν ο μεταγωγός μπορεί να στηρίξει ρυθμαπόδοση των 20 Mbps, κάθε συσκευή φαίνεται να έχει χωρητικότητα είτε για είσοδο ή την έξοδο των 10 Mbps
- ❖ Οι μεταγωγείς Επίπεδου 2 κλιμακώνονται εύκολα
 - Πρόσθετες συσκευές συνδέονται με την αύξηση της χωρητικότητας του επιπέδου 2



Τύποι Μεταγωγών Επιπέδου 2

- ❖ Μεταγωγός αποθήκευσης και προώθησης Store-and-forward
 - Δέχεται πλαίσιο στη γραμμή εισόδου
 - Το αποθηκεύει σύντομα,
 - Στη συνέχεια, το δρομολογεί στη κατάλληλη γραμμή εξόδου
 - Καθυστέρηση μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη
 - Ενισχύει την ακεραιότητα του δικτύου
- ❖ Μεταγωγός άμεσης προώθησης- Cut-through
 - Εκμεταλλεύεται την διεύθυνση του προορισμού εμφανίζεται κατά στην έναρξη του πλαισίου
 - Ο μεταγωγός αρχίζει να επαναλαμβάνει το πλαίσιο πάνω στην έξοδο αμέσως μόλις διαβάσει τη διεύθυνση προορισμού
 - Η υψηλότερη δυνατή απόδοση
 - Κίνδυνος προώθησης πλαισίων με σφάλματα
 - Διακόπτης σε θέση να ελέγξει CRC πριν από την αναμετάδοση



Μέθοδοι Μεταγωγής

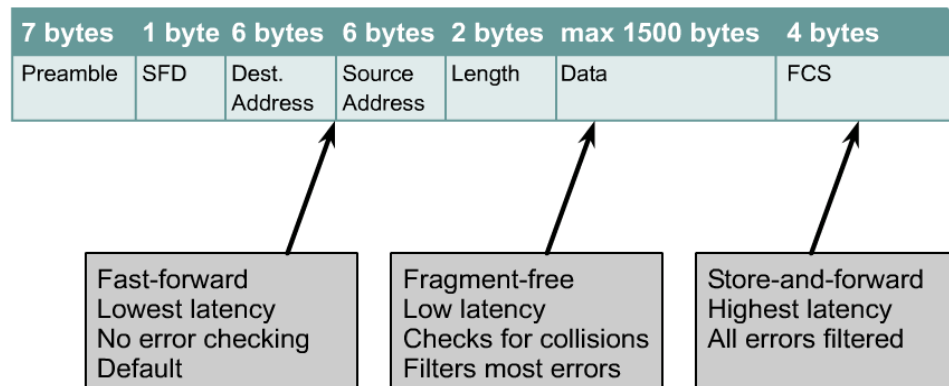
Cut-through μεταγωγή

- ❖ Γρήγορη κίνηση προς τα εμπρός – όταν διαβαστεί η διεύθυνση προορισμού ξεκινά η μεταγωγή
- ❖ Χωρίς κατακερματισμός - μετά την λήψη 64 bytes (ελάχιστο έγκυρο μέγεθος καρέ) το πλαίσιο προωθείται

Αποθήκευση & Προώθηση Μεταγωγή

- ❖ Ολόκληρο το πλαίσιο λαμβάνεται πριν από τη μετάβαση

Αύξηση
Λανθάνουσας
Κατάστασης



Μεταγωγέας Επίπεδου 2 σε σύγκριση με Γέφυρα

- ❖ Ο μεταγωγέας Επιπέδου 2 θεωρείται ως πλήρως αμφίδρομος κόμβος (hub)
- ❖ Μπορεί να λειτουργήσει ως γέφυρα πολλαπλών θυρών
- ❖ Η Διακίνηση του πλαισίου της γέφυρας γίνεται από λογισμικό
- ❖ Ο μεταγωγέας Επιπέδου 2 εκτελεί αναγνώριση της διεύθυνσης και προώθησης πλαισίου σε HW.
- ❖ Η γέφυρα αναλύει και προωθεί μόνο ένα πλαίσιο τη φορά
- ❖ Ο μεταγωγέας Επιπέδου 2 έχει πολλαπλές παράλληλες διαδρομές δεδομένων
 - Μπορεί να χειριστεί πολλαπλά πλαίσια ταυτόχρονα
- ❖ Η Γέφυρα χρησιμοποιεί store-and-forward λειτουργία
- ❖ Ο μεταγωγέας Επιπέδου 2 έχει cut-through λειτουργία
- ❖ Οι Νέες εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν συνήθως μεταγωγείς Επιπέδου 2 με λειτουργικότητα γέφυρας αντί για γέφυρες



Προβλήματα μεταγωγών επιπέδου 2 (1)

- ❖ Καθώς το πλήθος των συσκευών στο κτίριο μεγαλώνει οι μεταγωγείς επιπέδου προκαλούν ορισμένες ανεπάρκειες
- ❖ Υπερφόρτωση εκπομπής (Broadcast overload)
- ❖ Έλλειψη πολλαπλών συνδέσεων
- ❖ Το σύνολο συσκευών που συνδέονται σε μεταγωγείς επιπέδου 2 έχουν επίπεδο χώρο διευθύνσεων
 - Όλοι οι χρήστες μοιράζονται κοινή MAC διεύθυνση εκπομπής
 - Εάν μια συσκευή στείλει ένα πλαίσιο με διεύθυνση προορισμού τη MAC διεύθυνση εκπομπής το πλαίσιο παραδίδεται σε όλες τις συσκευές που συνδέονται στο δίκτυο
 - Σε μεγάλα δίκτυα, η μετάδοση πλαισίων εκπομπής μπορεί να δημιουργήσει μεγάλα overhead
 - Συσκευές που παρουσιάζουν δυσλειτουργίες μπορεί να δημιουργήσει καταιγίδα εκπομπής
- Πολυάριθμα πλαίσια εκπομπής φράζουν το δίκτυο



Προβλήματα μεταγωγών επιπέδου 2

(2)

- ❖ Τα ισχύοντα πρότυπα για τα πρωτόκολλα γέφυρας δεν υπαγορεύουν κλειστούς βρόχους
 - Μόνο μία διαδρομή μεταξύ οποιωνδήποτε δύο συσκευών
 - Αδύνατο στα πρότυπα που βασίζονται σε εφαρμογή για να παρέχει πολλαπλές διαδρομές μέσα από πολλούς διακόπτες μεταξύ των συσκευών
 - Περιορίζει τόσο την απόδοση όσο και την αξιοπιστία.
- ❖ Λύση: σπάσιμο δίκτυου σε υποδίκτυα που συνδέονται με routers
- ❖ Τα MAC πλαίσια εκπομπής περιορίζονται σε συσκευές και διακόπτες που περιέχονται στο ενιαίο υποδίκτυο
- ❖ Δρομολογητές IP-based χρησιμοποιούν εξελιγμένους αλγόριθμοι δρομολόγησης
 - Να επιτρέπεται η χρήση των πολλαπλών διαδρομών μεταξύ των υποδικτύων που διέρχεται από διάφορα routers



Μετάδοση

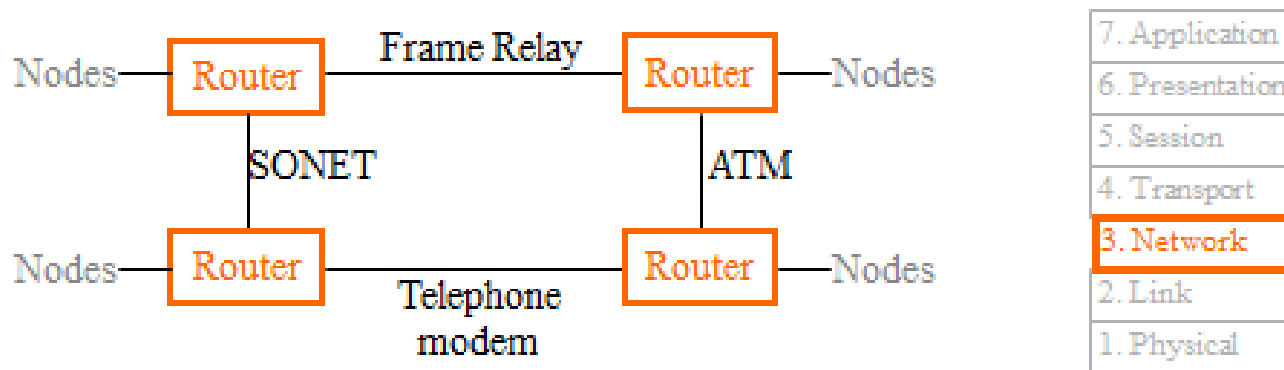
- ❖ Οι γέφυρες και οι μεταγωγείς δεν μπορούν να εμποδίσουν επίπεδου 2 ή επίπεδου 3 εκπομπές
- ❖ Προσθέτοντας γέφυρες ή μεταγωγείς σε ένα δίκτυο επεκτείνεται το πεδίο εκπομπής, αλλά δημιουργεί πρόσθετα domains σύγκρουσης - ένας διακόπτης 24 θύρών δημιουργεί 24 περιοχές σύγκρουσης
- ❖ Οι δρομολογητές μπορούν να επιθεωρούν επίπεδου 3 πακέτα και να δημιουργούν εκπομπές τομών - ένα router με 3 θύρες δημιουργεί 3 τομείς εκπομπής που μεταδόθηκαν



Δρομολόγηση

Μια περικοπή επάνω

- ❖ Η δρομολόγηση λειτουργεί πλήρως στο επίπεδο 3 (π.χ., IP)
 - Η επανάληψη, η γεφύρωση, η αλλαγή είναι επιπέδου 1/2 (π.χ., Ethernet)
 - Η ρομολόγηση δεν έχει τίποτα να κάνει με το Ethernet, FDDI, Token Ring, κλπ.
- ❖ Κάθε πακέτο παίρνει μια διαδρομή: όχι πλημμύρες
 - Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης ενημερώνουν την τοπολογία
- ❖ Αυθαίρετη τοπολογία: βρόχοι επιτρέπονται



Προβλήματα δρομολογητή

- ❖ Συνήθως χρησιμοποιούν υποδίκτυα που συνδέονται στους δρομολογητές
 - Περιορίζει τις εκπομπές σε ένα υποδίκτυο
 - Υποστηρίζει πολλαπλές διαδρομές μεταξύ υποδικτύου
- ❖ Οι δρομολογητές κάνουν όλη την επεξεργασία σε επίπεδο IP στο λογισμικό
 - Τα LAN υψηλής ταχύτητας και υψηλών επιδόσεων επιπέδου 2 διακόπτες αντλούν εκατομμύρια πακέτα ανά δευτερόλεπτο
 - Οι δρομολογητές που βασίζονται σε λογισμικό είναι σε θέση να χειριστούν ένα εκατομμύριο πακέτα ανά δευτερόλεπτο μόνο



Πακέτο-Πακέτο ή βασιζόμενης ροής

- ❖ Λύση: επιπέδου 3 μεταγωγείς
 - ❖ Εφαρμογή του πακέτου προώθησης λογική του router σε hardware
- ❖ Δύο κατηγορίες
 - ❖ Πακέτο-πακέτο
 - ❖ Βασιζόμενα στην ροή



Πακέτο-Πακέτο ή βασιζόμενης ροής

❖ πακέτο - πακέτο

- λειτουργεί σαν ένα παραδοσιακό router
- αύξηση της τάξης μεγέθους στις επιδόσεις σε σχέση με το λογισμικό με βάση το router

❖ Διακόπτης με βάση τη ροή

- βελτιώνει την απόδοση με τον προσδιορισμό των ροών πακέτων IP με το ίδιο προέλευσης και προορισμού
- παρατηρώντας συνεχή κίνηση ή χρησιμοποιώντας μια ειδική ετικέτα στην κεφαλίδα της ροής πακέτων (IPv6)
- ένα προκαθορισμένο δρομολόγιο χρησιμοποιείται για τις προσδιοριζόμενες ροές



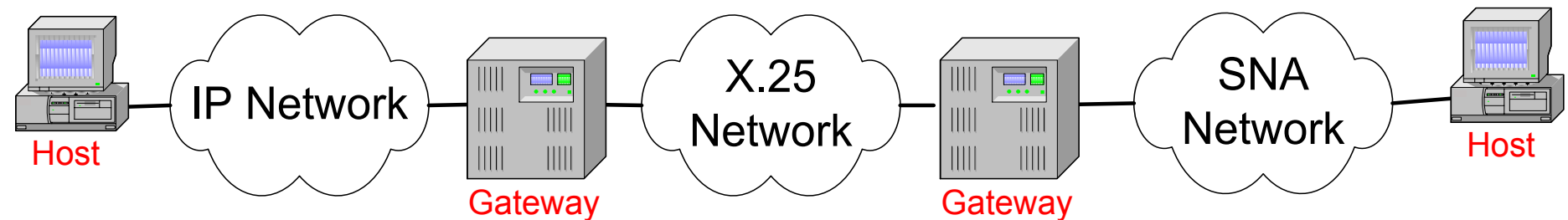
Σύγκριση ενεργών συσκευών

	Επανάληψη	Γεφύρωση	Μεταγωγή	Δρομολόγηση
Εργασία ανά επίπεδο	1	2	2	3
Διαφάνεια	Ναι	Ναι	Ναι	Όχι
Επίδοση	Χειρότερη	Οκ	Υψηλή	Υψηλή Καθυστέρηση
Πολυπλοκότητα	Χαμηλή	Μεσαία	Υψηλή	Πολύ Υψηλή
Τοπολογία	Περιορισμένοι, όχι βρόχοι	όχι βρόχοι	όχι βρόχοι	Αυθαίρετο
Πακέτων	Πάντα	Μετάδοση	Μετάδοση	Ποτέ
Βρόχοι πακέτων	Καταστροφικοί	Καταστροφικοί	Καταστροφικοί	TTL
Άγνωστη διεύθυνση	Πλημμύρα	Πλημμύρα	Προεπιεγμένη	Προεπιεγμένη ή απορρίπτεται
Πρώθηση	Άμεση	Αποθήκευση κ πρώθηση	Cut through	Αποθήκευση κ πρώθηση
Γνώση Τοπολογίας	Καμία	STP	Opt STP	L3 πρωτόκολλο



Πύλες

- ❖ Ο όρος "Gateway" χρησιμοποιείται με διαφορετικές σημασίες σε διαφορετικά περιβάλλοντα
- ❖ "Gateway" είναι ένας γενικός όρος για δρομολογητές (Επίπεδο 3)
- ❖ "Gateway" χρησιμοποιείται επίσης για μια συσκευή που διασυνδέει τα διάφορα δίκτυα Layer 3 και η οποία εκτελεί τη μετάφραση των πρωτοκόλλων ("multi-protocol router")

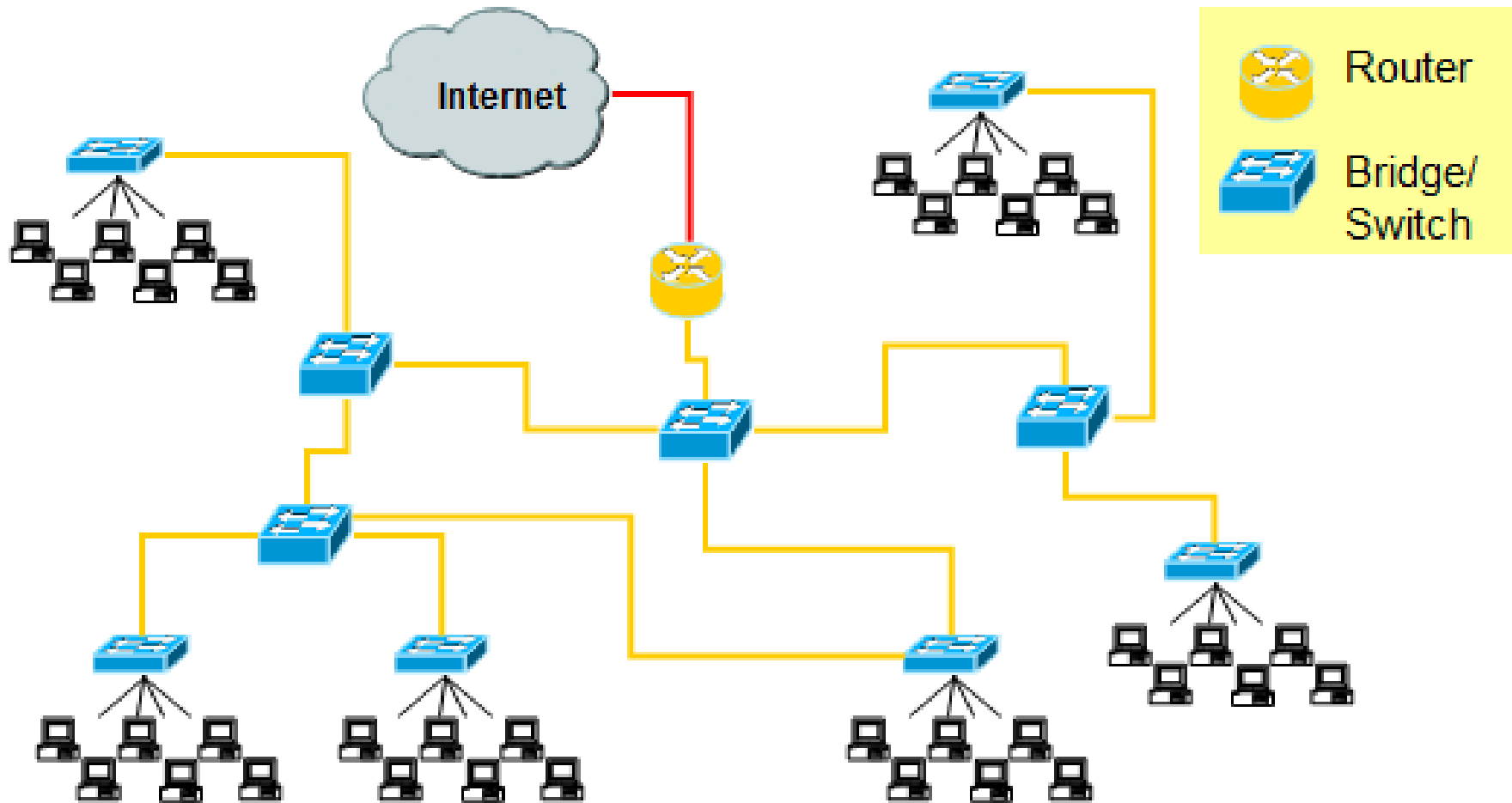


Τυπικός μεγάλος οργανισμός LAN

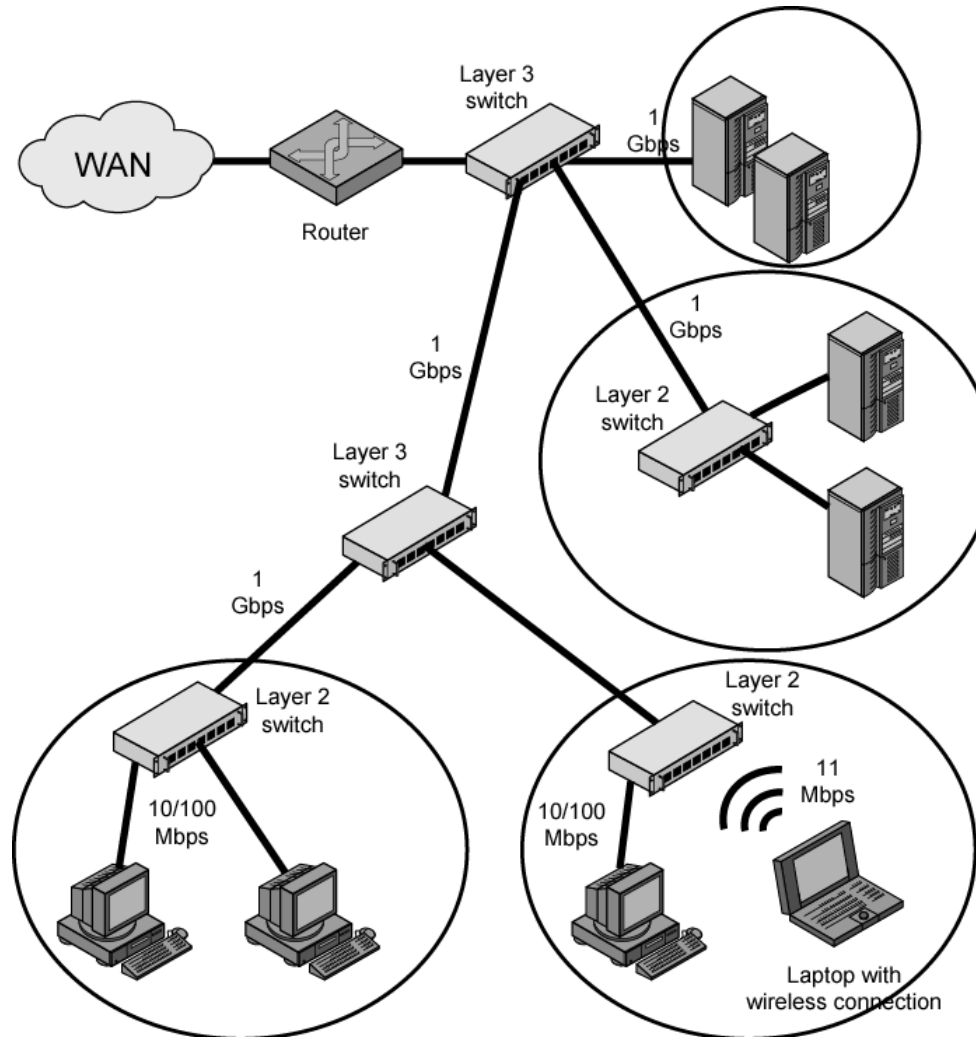
- ❖ Χιλιάδες με δεκάδες χιλιάδες συσκευές
- ❖ Επιτραπέζια συστήματα με συνδέσεις 10 Mbps-100 Mbps
 - Μέσα στο επίπεδο 2 διακόπτη
- ❖ Ασύρματη συνδεσιμότητα LAN διαθέσιμο για τους χρήστες κινητών
- ❖ Layer 3 διακόπτες στον πυρήνα του τοπικού δικτύου
 - ❖ Τοπική μορφολογική ραχοκοκαλιά
 - ❖ Διασυνδέονται σε 1 Gbps
 - ❖ Συνδεθείτε στο στρώμα 2 διακόπτες στα 100 Mbps έως 1 Gbps
- ❖ Servers συνδεθεί άμεσα με στρώμα 2 ή Layer 3 διακόπτες στο 1 Gbps
- ❖ Χαμηλότερου κόστους που βασίζονται σε λογισμικό router παρέχει σύνδεση WAN
- ❖ Κύκλοι στο διάγραμμα προσδιορίζουν ξεχωριστά υποδίκτυα LAN
- ❖ Το MAC πλαίσιο εκπομπής περιορίζεται στο δικό του υποδίκτυο



Διακοπτόμενο Δίκτυο Επιχειρήσεων



Τυπικός μεγάλος οργανισμός LAN-Διάγραμμα



Βιβλιογραφία

- Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014
- William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011, Κεφ. 3



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
- Εικόνες 1-15,19-21,23-27: William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011
- Εικόνες 16,17,18,22,23: Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014



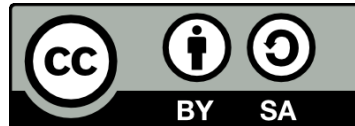
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γούδος Σωτήριος.
«Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών. Lan Συστήματα Ι». Έκδοση: 1.0.
Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
<http://eclass.auth.gr/courses/OCRS188/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [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».



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

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





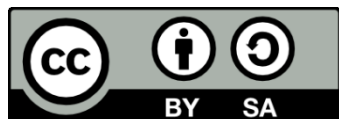
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Φίλιογλου Μαρία
Θεσσαλονίκη, 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

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.

