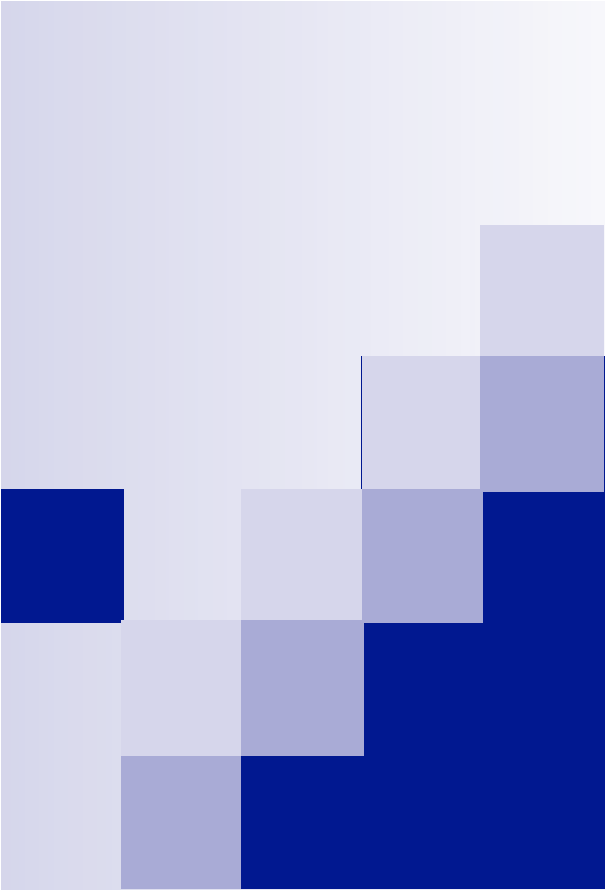
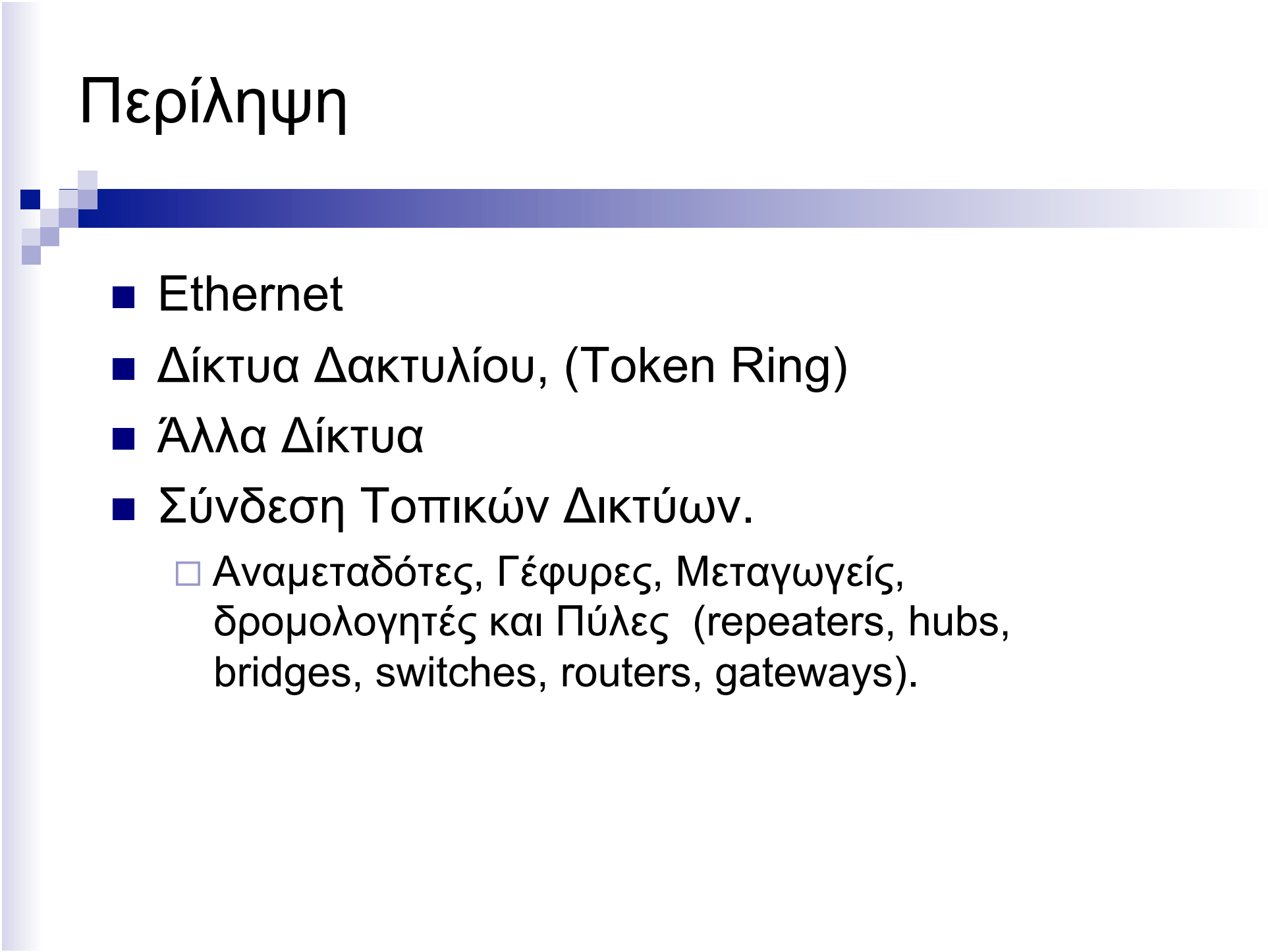




Τοπικά Δίκτυα

Περίληψη



- Ethernet
- Δίκτυα Δακτυλίου, (Token Ring)
- Άλλα Δίκτυα
- Σύνδεση Τοπικών Δικτύων.
 - Αναμεταδότες, Γέφυρες, Μεταγωγείς, δρομολογητές και Πύλες (repeaters, hubs, bridges, switches, routers, gateways).

IEEE Standards

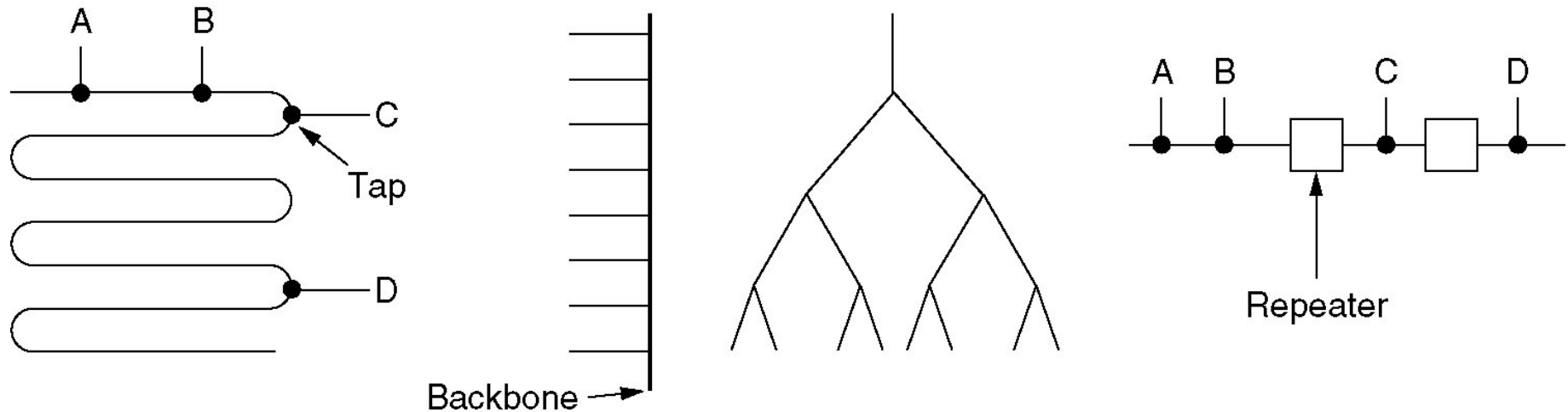


- IEEE 802: Local Area Networks

- ☐ 802.3: Ethernet
- ☐ 802.5: Token Ring
- ☐ 802.11: Wireless LANs
- ☐ 802.15: Bluetooth
- ☐ 802.16: Wireless MANs

Ethernet: Φυσικό Επίπεδο

■ Καλωδιακές τοπολογίες



- Δύο κόμβοι δεν μπορούν να απέχουν απόσταση μεγαλύτερη από 2.5km
- Κάθε μονοπάτι δεν μπορεί να περιέχει περισσότερους από 4 αναμεταδότες (repeaters)

■ Χρησιμοποιεί Κωδικοποίηση Manchester

Πλαίσιο Ethernet



Ethernet

Bytes	8	6	6	2	0-1500	0-46	4
	Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Pad	CRC

IEEE 802.3

8	6	6	2	0-1500	0-46	4	
Preamble	SO F	Destination Address	Source Address	Length	Data	Pad	CRC

■ Διευθύνσεις:

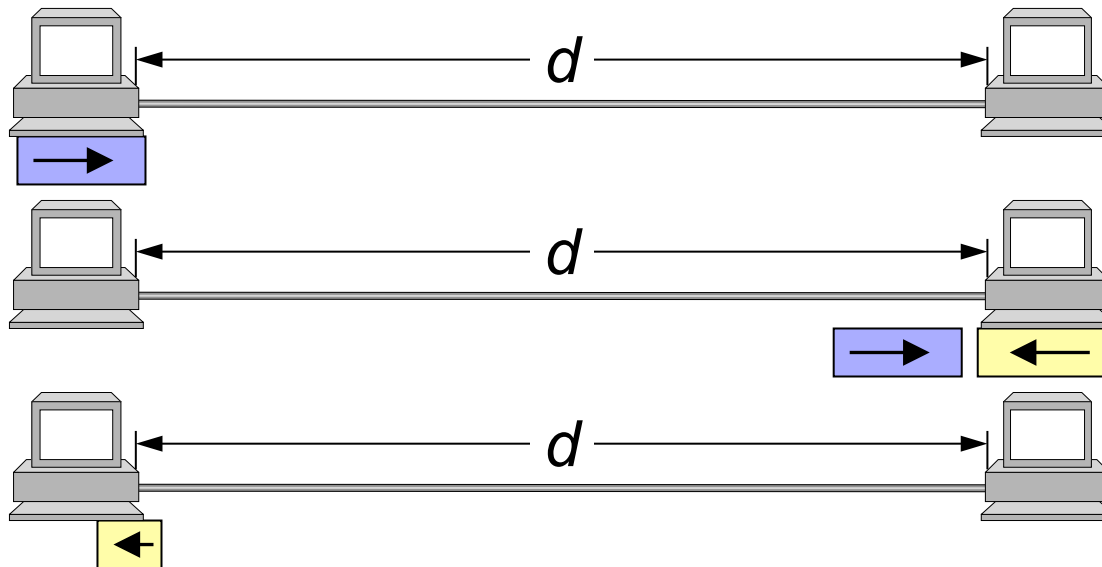
- ☐ Εκπομπής: broadcast (111...111)
- ☐ Πολύεκπομπής: multicast (1***...***)
- ☐ Σημείο προς σημείο: unicast (0***...***)

Μέγιστο και Ελάχιστο Πλαίσιο.

- Μέγιστο πλαίσιο: **1500 bytes** από δεδομένα
- Ελάχιστο Πλαίσιο: για το «κλασσικό» 10Mbps Ethernet είναι **64 Bytes!**
- Πώς αποφάσισαν για αυτά τα μεγέθη;
 - Ο λόγος για το μέγιστο είναι **ιστορικός** από την αποχή που η μνήμη ήταν ακριβή!
 - Για το ελάχιστο ο λόγος είναι **τεχνικός!**
 - Το Ethernet εάν δεν ανιχνεύσει σύγκρουση, υποθέτει πως το πλαίσιο παραλήφθηκε **χωρίς** πρόβλημα! Επομένως, **εάν μια μετάδοση τελειώσει και η σύγκρουση ανιχνευθεί αργότερα**, τότε το Ethernet δεν θα ξέρει ότι πρέπει να ξαναστείλει το πλαίσιο!

Μέγιστο και Ελάχιστο Πλαίσιο.

- Ποίος ο μέγιστος χρόνος ανίχνευσης σύγκρουσης;



$$2\tau = 2d/c$$

- Η μέγιστη απόσταση d είναι **2.5Km** και η «**με επιστροφή**» **καθυστέρηση διάδοση** είναι περίπου 50μsec. Στο κλασσικό 10Mbps Ethernet, αυτή η καθυστέρηση συνεπάγεται ελάχιστο πλαίσιο $10\text{Mbps} \cdot 50\mu\text{sec} \approx 512\text{bits} = 64 \text{ Bytes}$

Δυαδική Εκθετική Οπισθοδρόμηση (Binary Exponential Backoff)

- Μόλις ανιχνευθεί σύγκρουση τότε ο χρόνος μοιράζεται σε **διακριτά διαστήματα διάρκειας 2τ** όπου τ είναι η καθυστέρηση διάδοσης.
- Το πλαίσιο επαναμεταδίδεται **αμέσως με πιθανότητα 0.5 ή με ένα διαστήματα καθυστέρηση με πιθανότητα 0.5.**
- Εάν υπάρξει ξανά σύγκρουση τότε το πλαίσιο επαναμεταδίδεται με **καθυστέρηση 0, 1, 2, ή 3 διαστήματα**, όλα με πιθανότητα 0.25.
- Εάν ένα πλαίσιο συγκρουστεί n φορές, τότε, πριν επαναμεταδοθεί περιμένει ένα τυχαίο διάστημα μεταξύ **0 και $\min\{1023, 2^n-1\}$.**
- Μετά από 16 συγκρούσεις τότε ο αλγόριθμος σταματά και στέλνει μήνυμα στο ψηλότερο επίπεδο (επίπεδο δικτύου).

Απόδοση του Ethernet

- k -σταθμοί.
- Η πιθανότητα με την οποία κάποιος σταθμός επιτυγχάνει να «κερδίσει» το κανάλι

$$P_s = \Pr[success] = kp(1-p)^{k-1}$$

- P_s μεγιστοποιείται όταν $p=1/k$ και $P_s \rightarrow 1/e$ όσο το $k \rightarrow \infty$.
- Ο μέσος αριθμός περιόδων ανταγωνισμού

$$\sum_{k=0}^{\infty} kP_s (1-P_s)^{k-1} = \frac{1}{P_s}$$

- Ο μέσος χρόνος μετάδοσης ενός πλαισίου είναι T , τότε η απόδοση του καναλιού είναι

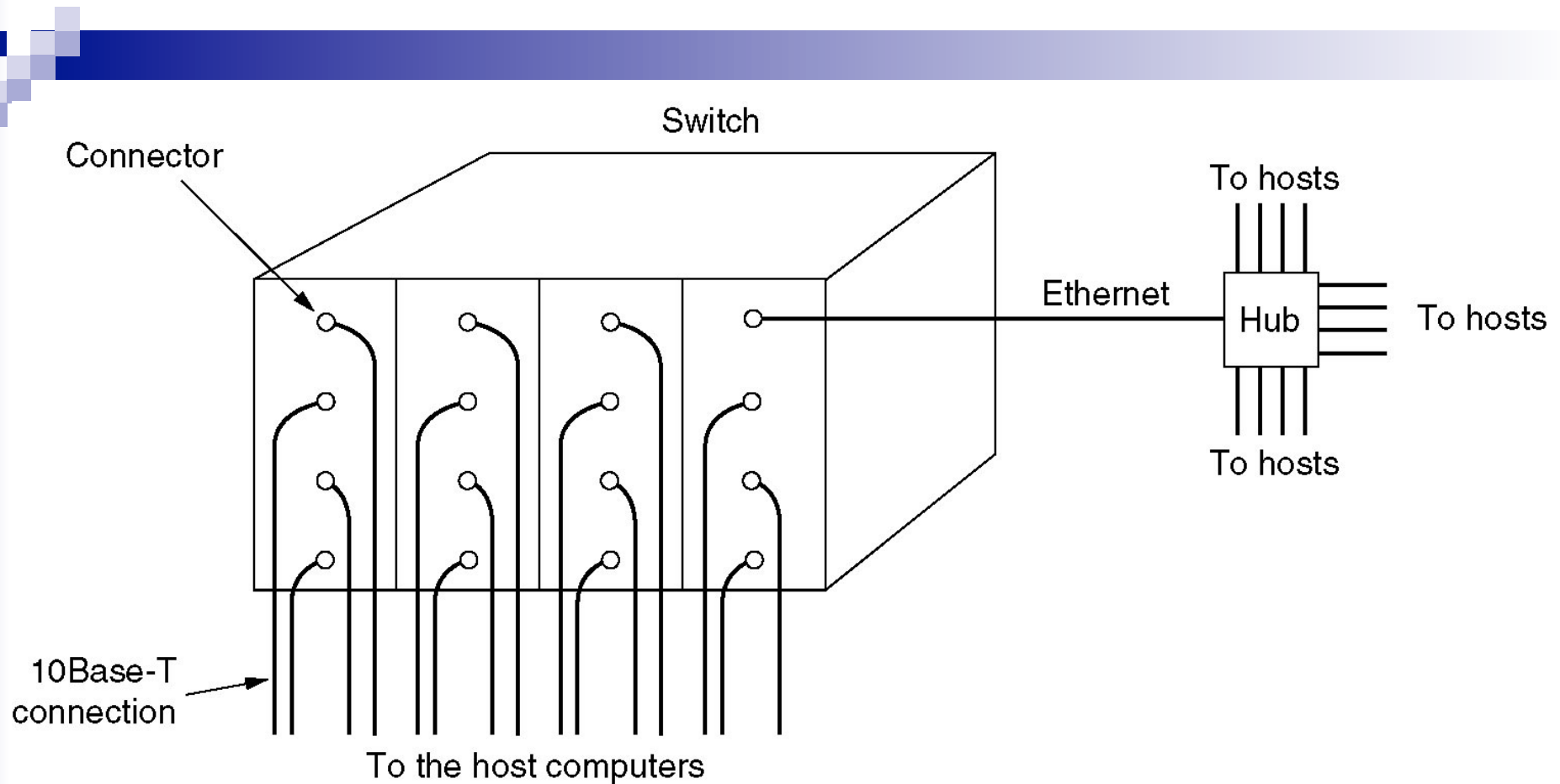
$$Channel\ Efficiency = \frac{T}{T + 2\tau / P_s}$$

Απόδοση του Ethernet

- Εάν $k \rightarrow \infty$, τότε $P_s = 1/e$ και ο μέσος αριθμός διαστημάτων ανταγωνισμού ανά πλαίσιο είναι $1/P_s = e$.
- Οπότεν το μέσο διάστημα ανταγωνισμού είναι $2\tau e = 2Le/c$ όπου L είναι το μήκος του καλωδίου.
- Η μέση διάρκεια ενός πλαισίου είναι $T = F/B$, όπου F είναι το μέσο μέγεθος ενός πλαισίου σε bits και B είναι το εύρος ζώνης (bandwidth) του καναλιού.

$$\text{Channel Efficiency} = \frac{1}{1 + 2BLE / cF}$$

Switched Ethernet



- Ο αριθμός των χρηστών που ανταγωνίζονται για πρόσβαση στο ίδιο κανάλι μοιράζεται

Fast and Gigabit Ethernet

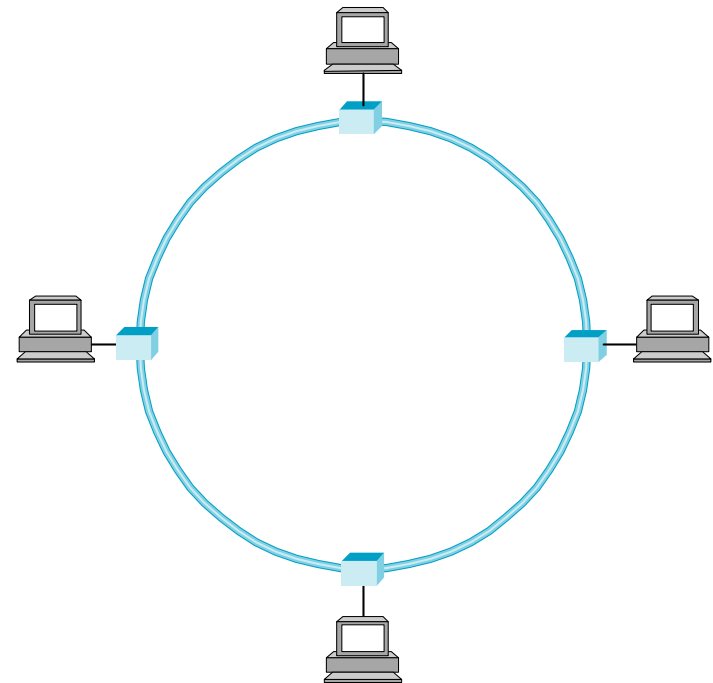
- Δίλημμα: **Επανασχεδιασμός** του Ethernet ή **αναβάθμιση** του Ethernet;
- Ελάχιστο μέγεθος πλαισίου και μέγιστη απόσταση την οποία καλύπτει το Ethernet.
 - Αυξάνοντας την ταχύτητα του Ethernet συνεπάγεται ότι ο χρόνος μετάδοσης πλαισίων μειώνεται.
 - Μειώνοντας τον χρόνο μετάδοσης ενός πλαισίου, πρέπει ή να **αυξήσουμε το ελάχιστο μέγεθος πλαισίων ή να μειώσουμε το μήκος του καλωδίου.**
 - Για το Gigabit Ethernet εάν το ελάχιστο μέγεθος πλαισίου παραμείνει 64 bytes συνεπάγεται ότι το μέγιστο μήκος καλωδίου δεν μπορεί να ξεπερνά το 25m!
 - Υποχρεωτικά το μέγεθος του ελάχιστου πλαισίου πρέπει να αυξηθεί.

Γιατί το Ethernet παρουσιάζεται «διαχρονικό»

- Εφαρμόζει την αρχή του KISS
 - **Keep It Simple, Stupid!**
- Απλό, συνεπάζεται φθηνό
- Είναι εύκολο στη διαχείριση. Δεν υπάρχει αναγκαίο λογισμικό που να χρειάζεται...
- Είναι εύρωστο (robust) και δεν παρουσιάζει ιδιαίτερα προβλήματα.
- Λειτουργεί ικανοποιητικά με το TCP/IP.

Δίκτυα Δακτυλίου (IEEE 802.5)

- Όλοι οι κόμβοι είναι τοποθετημένοι σε ένα δακτύλιο.
- Εκπέμπει **μόνο** ο κόμβος ο οποίος έχει τη σκυτάλη (token).
- Ένα πλαίσιο περνά από **όλους** τους κόμβους του δακτυλίου.
- Ο κόμβος ο οποίος μετάδωσε ένα πλαίσιο είναι υπεύθυνος να το αφαιρέσει από τον δακτύλιο αφού συμπληρώσει κύκλο.
- Επίσης ο κόμβος είναι υπεύθυνος να ελευθερώσει τη σκυτάλη είτε μόλις ολοκληρώσει την μετάδοση του πλαισίου είτε μόλις αφαιρέσει το πλαίσιο από τον δακτύλιο.
- Κάθε πλαίσιο που επιστρέφει στο αποστολέα περιέχει επίσης και bits επαλήθευσης (A και C).



Δίκτυα Δακτυλίου (IEEE 802.5)

- Τι μπορεί να πάει λάθος;

- Καθυστέρηση:

- Υπάρχει μέγιστος επιτρεπτός χρόνος κατά τον οποίο κάθε κόμβος μπορεί να κρατεί τη σκυτάλη (Token Holding Time (THT)).
 - Υπάρχει μέγιστος επιτρεπτός χρόνος για να συμπληρώσει μια περιστροφή η σκυτάλη (Target Token Rotation Time)

- Απώλεια της σκυτάλης.

- Κάθε κόμβος μετρά το χρόνο από τη προηγούμενη σκυτάλη. Αν αυτός υπερβαίνει τα 2.5ms, τότε ζητά τη σκυτάλη.
 - Αν δεν υπάρχει κόμβος με ψηλότερη προτεραιότητα, τότε ο κόμβος αυτός ξαναδημιουργεί τη σκυτάλη.

- «Επείγοντα» πλαίσια

- Η σκυτάλη υποστηρίζει επίσης Προτεραιότητες

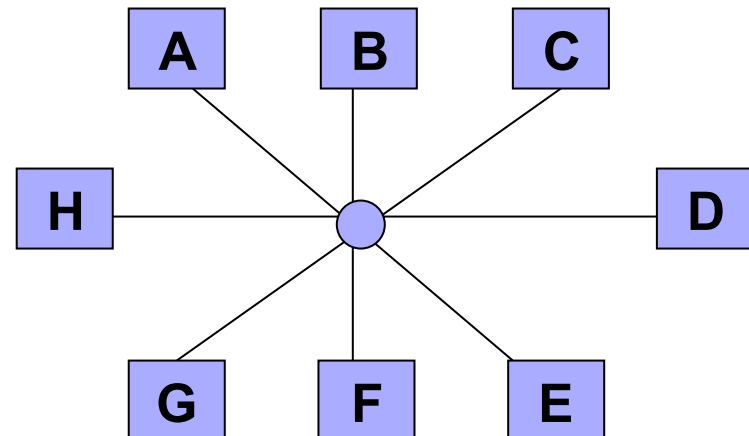
Σύνδεση μεταξύ Τοπικών Δικτύων

- Αναμεταδότες (repeaters):
Απλά αναμεταδίδουν ένα πλαίσιο μεγαλώνοντας την ισχύ του σήματος.

- ☐ Είναι καθαρά συσκευή του φυσικού επιπέδου.

- Hubs

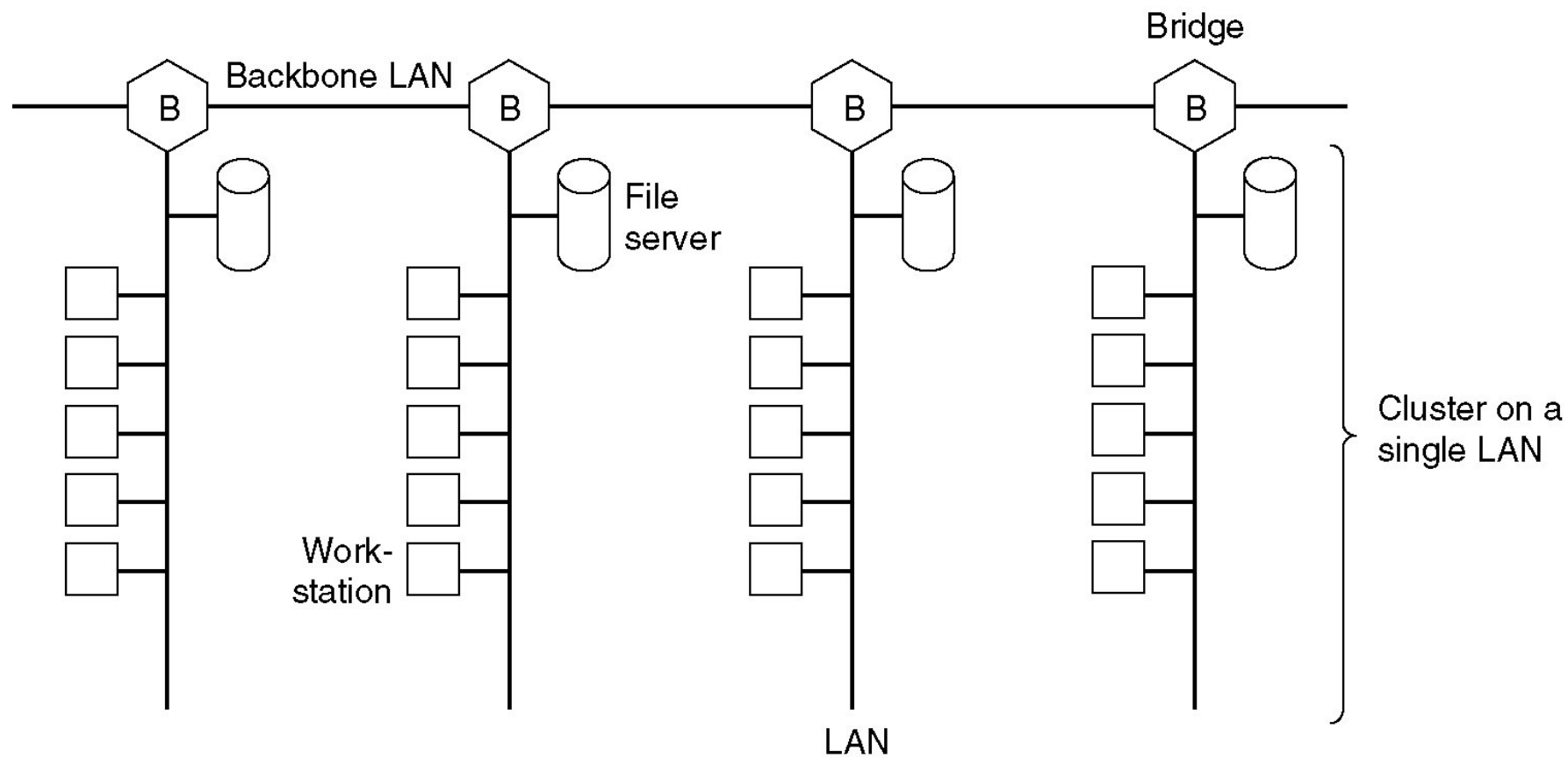
- ☐ Συσκευή φυσικού επιπέδου
- ☐ Όλοι οι κόμβοι λαμβάνουν όλα τα μηνύματα
- ☐ Υπάρχει η περίπτωση σύγκρουσης πλαισίων!



Γέφυρες (Bridges)

- Συσκευή του στρώματος «ζεύξης δεδομένων»
- Συνδέει μεταξύ τους δύο ή περισσότερα τοπικά δίκτυα
- Είναι επιθυμητό να έχουν τη δυνατότητα να συνδέουν **ανομοιογενή τοπικά δίκτυα** (π.χ. IPv4, IPv6, AppleTalk, ATM, OSI, ...)
- Οι Γέφυρες δρομολογούν πλαίσια σύμφωνα με τις **διευθύνσεις των πλαισίων**. (Σε αντίθεση με τους δρομολογητές (routers) οι οποίοι δρομολογούν πακέτα σύμφωνα με τη διεύθυνση IP).
- Είναι επίσης επιθυμητό όπως οι γέφυρες λειτουργούν χωρίς ιδιαίτερη προσπάθεια διαμόρφωσης (configuration – **plug and play**).
 - Προς μεγάλη έκπληξη **αυτό είναι εφικτό!**

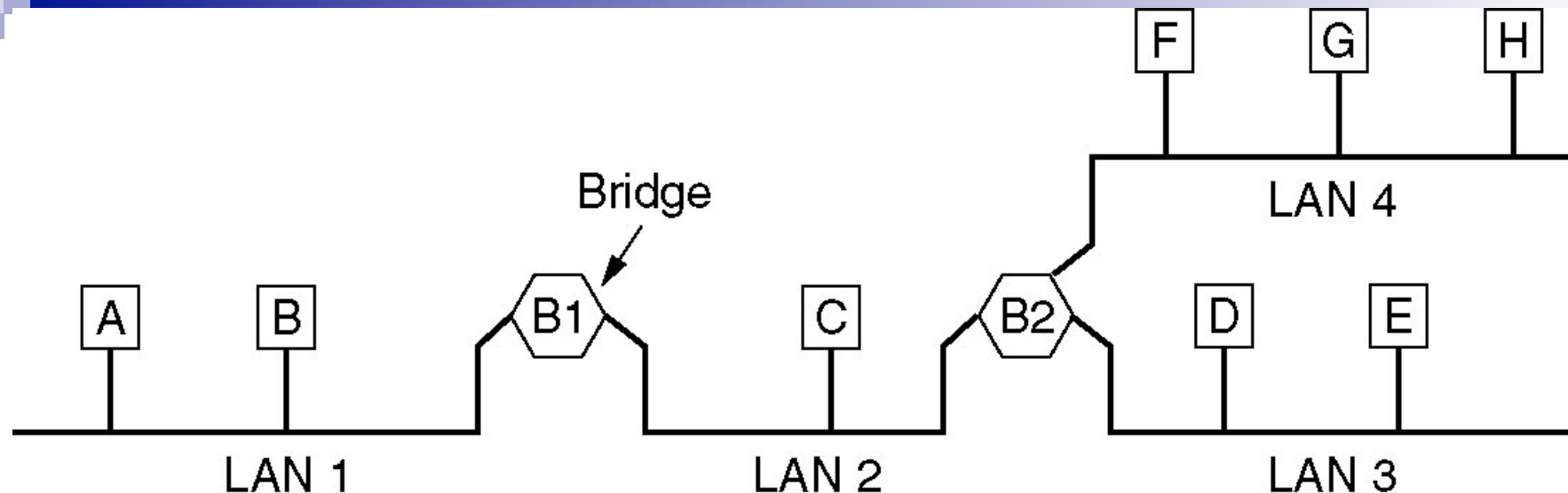
Γέφυρες (Bridges)



Γιατί Γέφυρες

- Καλύτερη **οργάνωση** σε λογικά τμήματα.
- **Απόσταση** μεταξύ κόμβων του ιδίου δικτύου. Μη αποδοτική σύνδεση μεταξύ απομακρυσμένων κόμβων.
- Η απόσταση μεταξύ κόμβων υπερβαίνει τα 2.5Km.
- **Υποδιαίρεση της κυκλοφορίας** (λιγότερες συγκρούσεις)
- **Αξιοπιστία** του συστήματος από «κακούς» κόμβους οι οποίοι εκπέμπουν συνεχώς
- **Ασφάλεια**. Ένα πλαίσιο μπορεί να διαβαστεί από οποιοδήποτε κόμβο (promiscuous mode)...

Λειτουργία Γεφυρών



- Διαβάζει την διεύθυνση παραλήπτη από τα πλαίσια από κάθε δίκτυο. Προωθεί τα πλαίσια στο δίκτυο στο οποίο βρίσκεται ο παραλήπτης
- Εάν δεν ξέρει που βρίσκεται ο παραλήπτης, τότε προωθεί το πλαίσιο σε όλα τα δίκτυα **εκτός** από το δίκτυο από όπου προήλθε.
- Κτίζει **δυναμικά** το πίνακα δρομολόγησης (routing table) διαβάζοντας επίσης το διεύθυνση του αποστολέα.