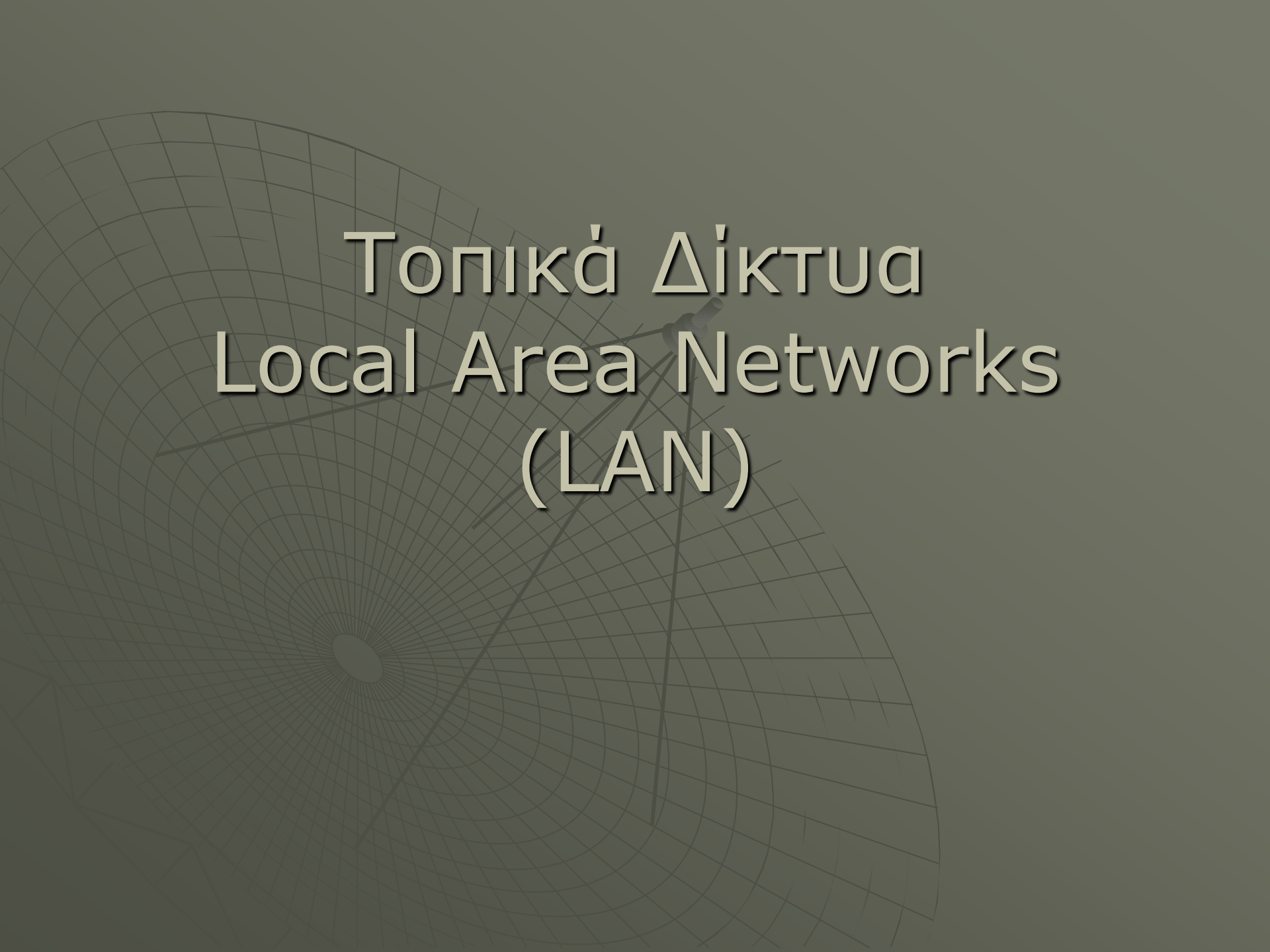




Τοπικά Δίκτυα Local Area Networks (LAN)

Ορισμός Τοπικών Δικτύων

- ◆ Τοπικό δίκτυο επικοινωνιών δεδομένων ονομάζεται ένα δίκτυο όπου τα υπολογιστικά συστήματα που συνδέονται μεταξύ τους βρίσκονται σε περιορισμένη γεωγραφικά περιοχή.
- ◆ Η έκταση μπορεί να είναι από μερικά μέτρα έως και λίγα χιλιόμετρα.

Ορισμός Τοπικών Δικτύων

- ◆ Οι τεχνικές και τα μέσα που χρησιμοποιούνται τα διαφοροποιούν από τα δίκτυα ευρείας περιοχής (WANs) και τα αστικά μητροπολιτικά δίκτυα (MANs)

Ορισμός Τοπικών Δικτύων

Τα βασικά στοιχεία που απαρτίζουν ένα τοπικό δίκτυο είναι:

1. Τα μέσα μετάδοσης και οι συσκευές επικοινωνίας
2. Οι σταθμοί εργασίας (υπολογιστικά συστήματα)
3. Το interface του σταθμού (αρμόδιο για τη σύνδεση με το μέσο μετάδοσης)

Ορισμός Τοπικών Δικτύων

- 4. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας (αναφέρονται και ως μηχανισμοί ελέγχου μετάδοσης)
- 5. Τα ειδικά λειτουργικά συστήματα για τοπικά δίκτυα

Τα κυριότερα θέματα που θα αναλυθούν

- ◆ Τα μέσα μετάδοσης
- ◆ Οι τοπολογίες των τοπικών δικτύων
- ◆ Οι τεχνικές προσπέλασης στο κοινό μέσο μετάδοσης

Μέσα Μετάδοσης

- ◆ Τα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιούν τα συνηθισμένα μέσα μετάδοσης τηλεπικοινωνιακών σημάτων (αναλυτικά στα κεφ. 4-8)
- ◆ Χαρακτηριστικό που τα διακρίνει από τα δίκτυα ευρείας ζώνης είναι το ΚΟΙΝΟ μέσο μετάδοσης
- ◆ Χωρίζονται σε Ενσύρματα και Ασύρματα μέσα μετάδοσης

Μέσα Μετάδοσης

- ◆ Ενσύρματα (συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων, ομοαξονικά καλώδια και οπτικές ίνες)
- ◆ Ασύρματα (με χρήση πομποδεκτών και τον αέρα ως κοινό μέσο μετάδοσης)

Μέσα Μετάδοσης

Τα χαρακτηριστικά του μέσου που εξετάζονται:

- ◆ Εύρος ζώνης συχνотήτων
- ◆ Τεχνικές διαμόρφωσης που χρησιμοποιούνται
- ◆ Απόσταση
- ◆ Αντίσταση στο θόρυβο
- ◆ Κόστος

Συνεστραμένα ζεύγη

- ◆ Το πρώτο χρονικά και ευρύτερα χρησιμοποιούμενο
- ◆ Μικρό εύρος ζώνης συχνοτήτων
- ◆ Δυνατότητα διέλευσης αναλογικών και ψηφιακών σημάτων
- ◆ Για μικρές αποστάσεις
- ◆ Μέτρια αντίσταση στο θόρυβο
- ◆ Φθηνό και ευέλικτο υλικό

Συνεστραμμένα ζεύγη

- ◆ Το αθωράκιστο καλώδιο συνεστραμμένων ζευγών UTP (Unshielded Twisted Pair) αποτελεί τη βάση της δομημένης καλωδίωσης των σύγχρονων κτιρίων (κεφ. 6)
- ◆ Τα τελευταία χρόνια έχει αντικαταστήσει τα δίκτυα που αναπτύχθηκαν με ομοαξονικά καλώδια

Ομοαξονικά καλώδια

- ◆ Ιστορικά τα τοπικά δίκτυα ξεκίνησαν με ομοαξονικά καλώδια
- ◆ Μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων (μεγάλοι ρυθμοί μετάδοσης)
- ◆ Για βασική και ευρεία μετάδοση
- ◆ Μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με τα συνεστραμμένα ζεύγη
- ◆ Αρκετά μεγάλη αντοχή στο θόρυβο
- ◆ Μικρό σχετικά κόστος

Ομοαξονικά καλώδια

Δύο κυρίως οι τύποι που χρησιμοποιήθηκαν στα τοπικά δίκτυα:

- A) Το καλώδιο των 50 Ω για βασικής ζώνης (baseband) μετάδοση
- B) το καλώδιο των 75 Ω για ευρείας ζώνης (broadband) μετάδοση

Ομοαξονικά καλώδια

- ◆ Στη baseband μετάδοση η πληροφορία μεταφέρεται bit προς bit αυτούσια με τη μορφή ψηφιακού σήματος στο μέσο
- ◆ Στη broadband μετάδοση χρησιμοποιείται διαμόρφωση φέροντος σήματος και πολύπλεξη συχνότητας ώστε το κοινό μέσο να εξυπηρετεί πολλά κανάλια ταυτόχρονα

ΟΠΤΙΚΕΣ ΪΝΕΣ

- ◆ Το νεότερο μέσο που εξαπλώνεται και κερδίζει έδαφος και στα LANs
- ◆ Πολύ μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων
- ◆ Διαμόρφωση πλάτους και φάσης
- ◆ Κατάλληλες για αποστάσεις έως αρκετών χιλιομέτρων
- ◆ Μεγάλη αντίσταση στο θόρυβο
- ◆ Κόστος υψηλό προς το παρόν

ΟΠΤΙΚΕΣ ΪΝΕΣ

- ◆ Έχουν εντυπωσιακές ικανότητες σε σχέση με τα προηγούμενα μέσα όσον αφορά την εμβέλεια και τους ρυθμούς μετάδοσης
- ◆ Υψηλή ασφάλεια από παρεμβάσεις
- ◆ Μετέτρεψε τα τοπικά σε μητροπολιτικά δίκτυα
- ◆ Με ρυθμούς έως 40 Gbps

ΟΠΤΙΚΕΣ ΪΝΕΣ

- ◆ Αντικαθιστούν τα συνεστραμμένα ζεύγη όπου είναι εφικτό (σε data centers)
- ◆ Οι δυσκολίες σύνδεσης και τερματισμού θεωρούνται ακόμη ως μειονέκτημα
- ◆ Το υψηλό κόστος του τερματισμού και των θυρών συνεχώς μειώνεται

Ασύρματες ζεύξεις

- ◆ Με την αύξηση της χρήσης φορητών συσκευών και της κινητικότητας που προσφέρουν, εξαπλώνονται ταχύτερα
- ◆ Μεγάλο εύρος ζώνης συχνοτήτων
- ◆ Διάφορες διαμορφώσεις
- ◆ Για αποστάσεις μερικών χιλιομέτρων
- ◆ Μικρή αντίσταση σε θόρυβο
- ◆ Μικρό σχετικά κόστος

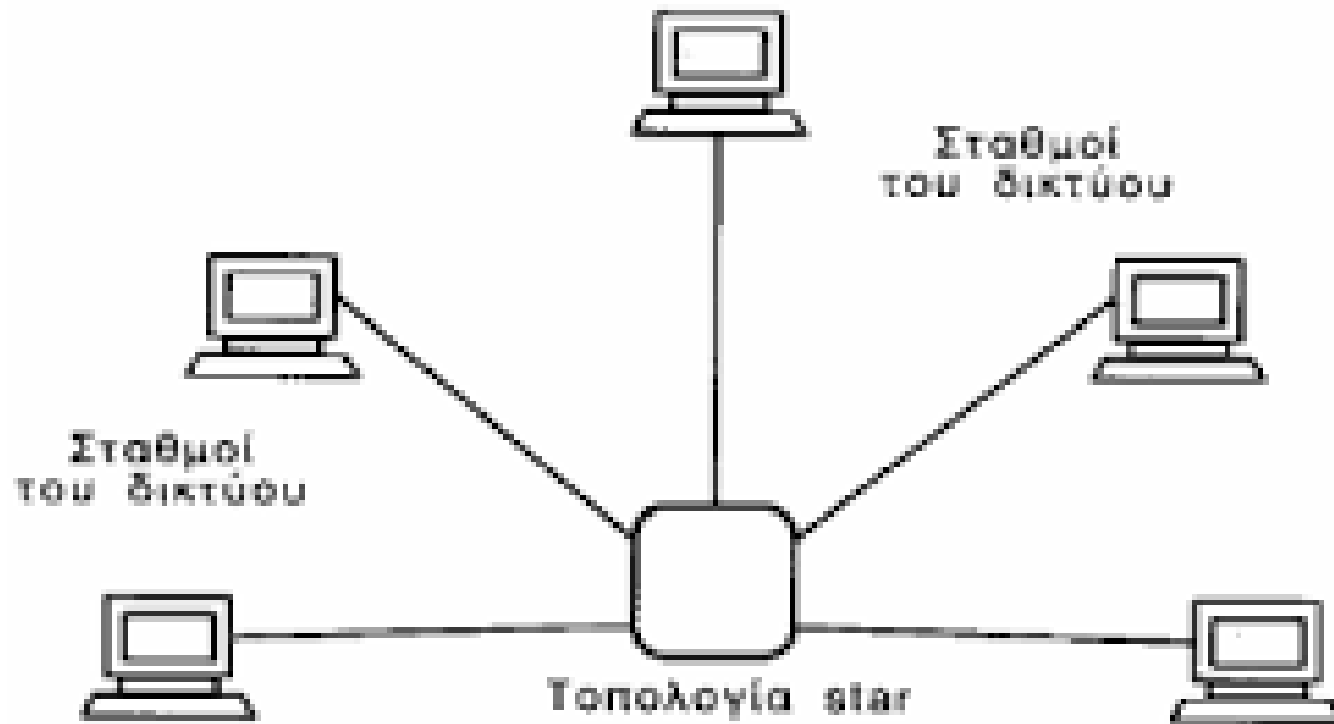
Τοπολογίες

- ◆ Ο τρόπος με τον οποίο συνδέονται οι διάφοροι τερματικοί σταθμοί.
- ◆ Ιστορικά 4 τοπολογίες έχουν λειτουργήσει στα τοπικά δίκτυα:
 1. Ακτινωτή (Star)
 2. Κοινού δρόμου ή αρτηρίας (Bus)
 3. Δέντρου (Tree)
 4. Δακτυλίου (Ring)

Τοπολογίες

- ◆ Επειδή οι bus και tree έχουν κοινά χαρακτηριστικά τις συναντάμε μαζί σε ένα συνδυασμό bus/tree
- ◆ Στην συνέχεια θα αναφερθούμε αναλυτικά στις τοπολογίες και στους τρόπους μετάδοσης βασικής και ευρείας ζώνης

Ακτινωτή τοπολογία (Star)



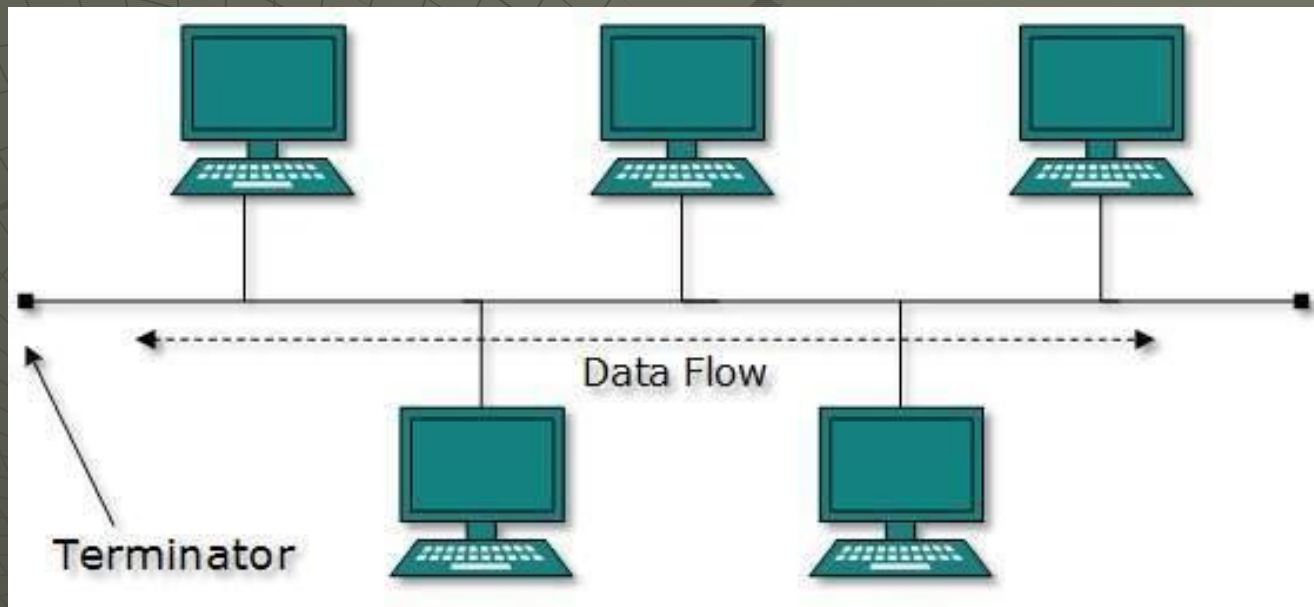
Ακτινωτή τοπολογία (Star)

- ◆ Κάθε σταθμός συνδέεται point to point με ένα κεντρικό σταθμό μέσω του οποίου γίνονται όλες οι επικοινωνίες
- ◆ Ο κεντρικός σταθμός έχει τον έλεγχο των επικοινωνιών του δικτύου
- ◆ Δεν πρέπει να συγχέεται η ακτινωτή τοπολογία με την ακτινωτή καλωδίωση

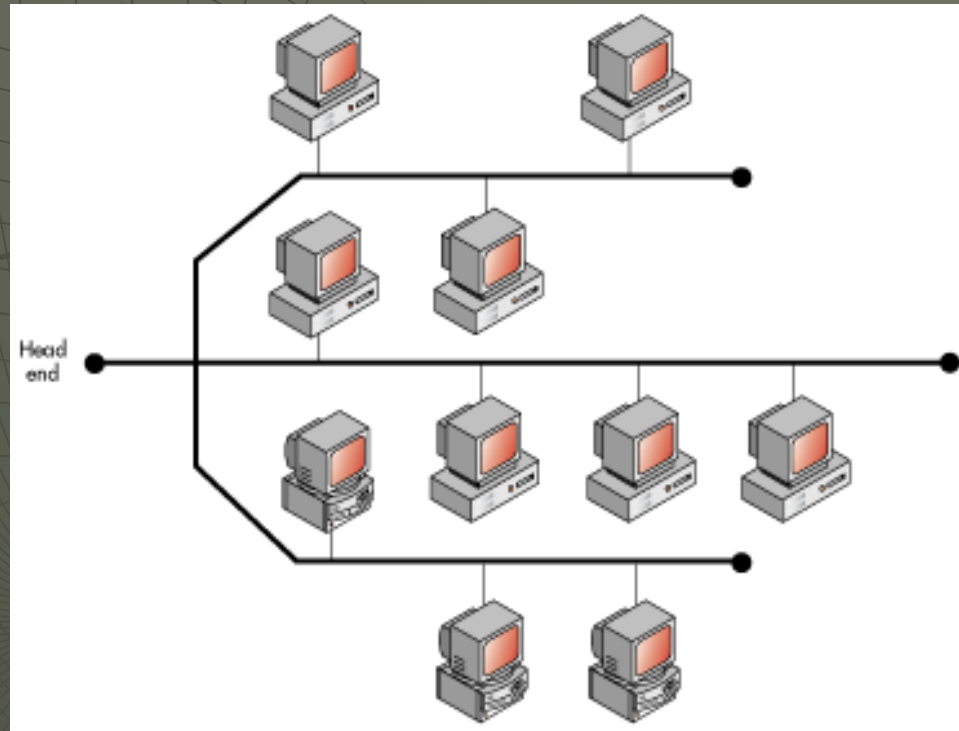
Ακτινωτή τοπολογία (Star)

- ◆ Με ακτινωτή καλωδίωση μπορούμε να έχουμε είτε ακτινωτή τοπολογία είτε τοπολογία δακτυλίου είτε και κοινού δρόμου
- ◆ Η ακτινωτή καλωδίωση έχει επιβληθεί στην πράξη για τα δίκτυα δομημένης καλωδίωσης

Τοπολογία bus & bus/tree



Τοπολογία bus & bus/tree



Τοπολογία bus & bus/tree

- ◆ Οι σταθμοί συνδέονται πάνω σε ένα κοινό καλώδιο υψηλής ταχύτητας
- ◆ Μια επέκταση της τοπολογίας κοινού δρόμου είναι η τοπολογία bus/tree όπου από τον κοινό δρόμο (κορμό) διακλαδίζονται γραμμές δημιουργώντας μικρότερα bus
- ◆ Ικανοποιεί και multipoint συνδέσεις

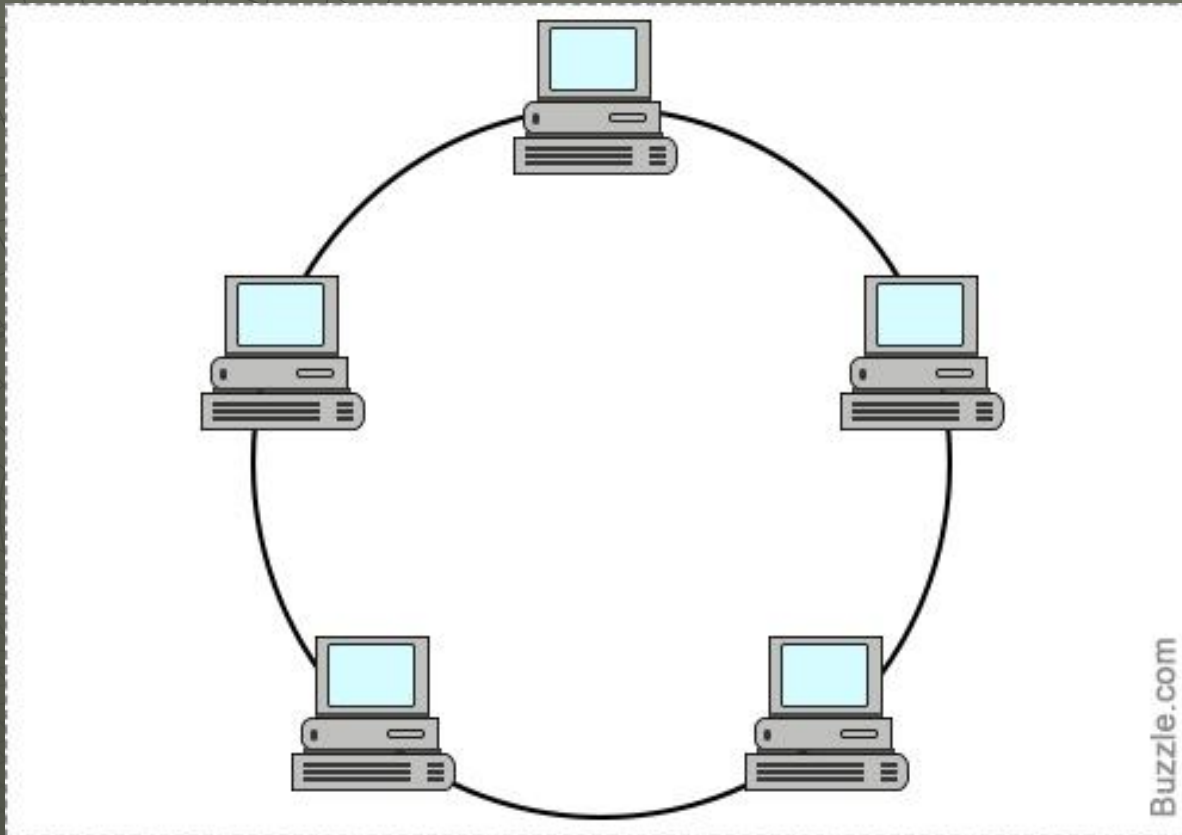
Τοπολογία bus & bus/tree

- ◆ Αντιπροσωπευτικό δίκτυο που χρησιμοποιεί bus είναι το Ethernet
- ◆ Στην σύγχρονη υλοποίηση με hub το κοινό bus εξομοιώνεται από το hub
- ◆ Το πρόβλημα της bus είναι το ποιος εκπέμπει, πότε και με ποια σειρά
- ◆ Για την πρόσβαση στο κοινό μέσο έχουν αναπτυχθεί ειδικές τεχνικές

Τοπολογία bus & bus/tree

- ◆ Οι τεχνικές και τα πρωτόκολλα για την προσπέλαση στο κοινό μέσο μπορεί να με τυχαίο ή προκαθορισμένο τρόπο
- ◆ Δεν υπάρχει polling όπως η συσκευή master των WAN

Τοπολογία δακτυλίου



Τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Στην τοπολογία δακτυλίου τα δεδομένα ταξιδεύουν σειριακά από τον ένα σταθμό στον άλλο
- ◆ Κάθε σταθμός λειτουργεί ως επαναλήπτης
- ◆ Τα δεδομένα διέρχονται ως πακέτα τον δακτύλιο περιλαμβάνοντας τη διεύθυνση του παραλήπτη και αποστολέα

Τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Ένας σταθμός αναγνωρίζει από το πακέτο αν αναφέρεται σε αυτόν και το παραλαμβάνει
- ◆ Τα πακέτα ταξιδεύουν κάνοντας κύκλους μέχρι κάποιος να τα απομακρύνει
- ◆ Δύο τρόποι απομάκρυνσης 1) από το σταθμός παραλαβής 2) από τον αποστολέα

Τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Ο αποστολέας ελέγχει καλύτερα το κατά πόσο έφτασε στον παραλήπτη και ταυτόχρονα να μπορεί να γίνει αποστολή σε πολλούς σταθμούς
- ◆ Επειδή κάθε σταθμός λειτουργεί ως επαναλήπτης το σήμα αναγεννάται και μπορούμε να καλύψουμε πολύ μεγάλες αποστάσεις (συγκριτικά με bus)

Τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Δεν μπορούμε να επεκτεινόμαστε συνεχώς γιατί όσο περισσότερους σταθμούς συνδέουμε τόσο μεγαλώνει η καθυστέρηση και δυσκολεύει η διαχείρισή του. Επιπλέον αυξάνεται η αστάθεια φάσης του σήματος δυσκολεύοντας τη σωστή λήψη του
- ◆ Ουσιαστικά έχουμε point to point συνδέσεις

Τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Συνδυάζεται με ακτινωτές καλωδιακές συνδέσεις δημιουργώντας μια μορφή star-ring που εκμεταλλεύεται τα πλεονεκτήματα και των δύο
- ◆ Εύκολος εντοπισμός οποιοδήποτε προβλήματος και απομόνωση τυχόν προβληματικής σύνδεσης

Τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Το πρόβλημα της διακοπής του δακτυλίου διορθώνεται εύκολα αφού μπορείς να προσθέτεις και να αφαιρείς σταθμούς από το κεντρικό σημείο του δικτύου
- ◆ Τέτοια τοπολογία χρησιμοποιείται από δίκτυα Token ring και FDDI τα οποία πλέον δεν έχουν ευρεία χρήση

Τρόποι μετάδοσης

- ◆ Baseband (για δίκτυα βασικής ζώνης)
- ◆ Broadband (για δίκτυα ευρείας ζώνης)

Baseband

- ◆ Γνωστά δίκτυα βασικής ζώνης είναι το Ethernet και το Token ring
- ◆ Χρησιμοποιείται ψηφιακή μετάδοση μέσω ομοαξονικού καλωδίου 50 Ω ή καλώδια UTP
- ◆ Δεν ξεπερνούν τα μερικά χιλιόμετρα γιατί το ψηφιακό σήμα εξασθενεί σύντομα με την απόσταση

Baseband

- ◆ Τα δεδομένα κινούνται πάνω στο καλώδιο και προς τις δύο κατευθύνσεις. Μόνο για τοπολογία bus και όχι tree λόγω ανακλάσεων και προσαρμογής στα σημεία συνδέσεων
- ◆ Τα ομοαξονικά καλώδια των 50Ω είναι καλύτερα λόγω μικρότερων ανακλάσεων στα σημεία σύνδεσης

Baseband

- ◆ Έχουν καλύτερη συμπεριφορά σε ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο χαμηλών συχνοτήτων (σε σχέση με τα 75 Ω)
- ◆ Τα σημεία σύνδεσης επιλέγονται να είναι πολλαπλάσια των 2,5 μέτρων για να αποφευχθεί η συμφασική συμβολή ανακλάσεων που μπορεί να προξενήσει έντονα στατικά κύματα και προβλήματα επικοινωνίας

Broadband

- ◆ Χαρακτηρίζονται από τη χρήση αναλογικών σημάτων μέσα από ομοαξονικά καλώδια
- ◆ Χρησιμοποιούν modem υψηλής συχνότητας για να στείλουν το αναλογικό σήμα φορέα
- ◆ Διαμορφώνεται από τα δεδομένα και έχει συνήθως συχνότητα 5 έως 400 MHz σε ομοαξονικό καλώδιο 75 Ω

Broadband

- ◆ Η τεχνική που χρησιμοποιήθηκε στα LAN είχε ευρεία χρήση στην καλωδιακή τηλεόραση (CATV)
- ◆ Τα broadband LAN είναι μονοκατευθυντικά. Υπάρχουν δύο κανάλια επικοινωνίας ένα για κάθε κατεύθυνση
- ◆ Σε διαφορετικά καλώδια ονομάζονται broadband διπλού καλωδίου

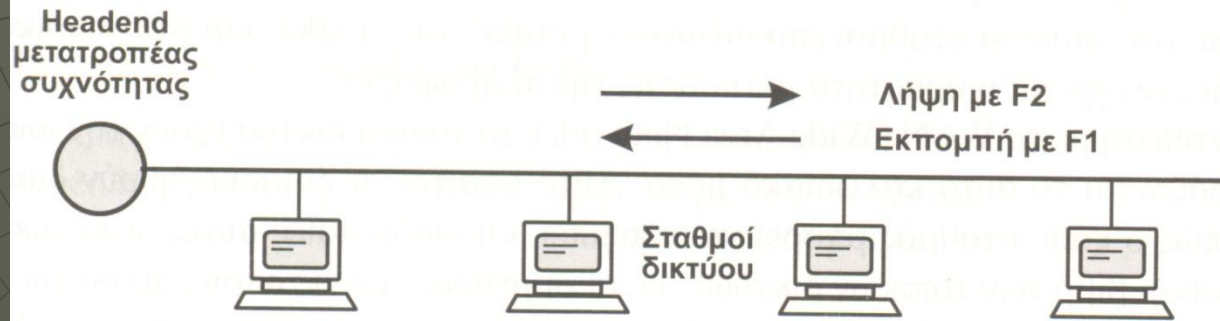
Broadband

- ◆ Όταν τα κανάλια είναι στο ίδιο καλώδιο καταλαμβάνουν διαφορετικές συχνότητες (τεχνική FDM) και ονομάζεται σύστημα split
- ◆ Το ένα κανάλι για εκπομπή μόνο ενώ το άλλο για λήψη
- ◆ Και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει συσκευή ανάκλασης σημάτων

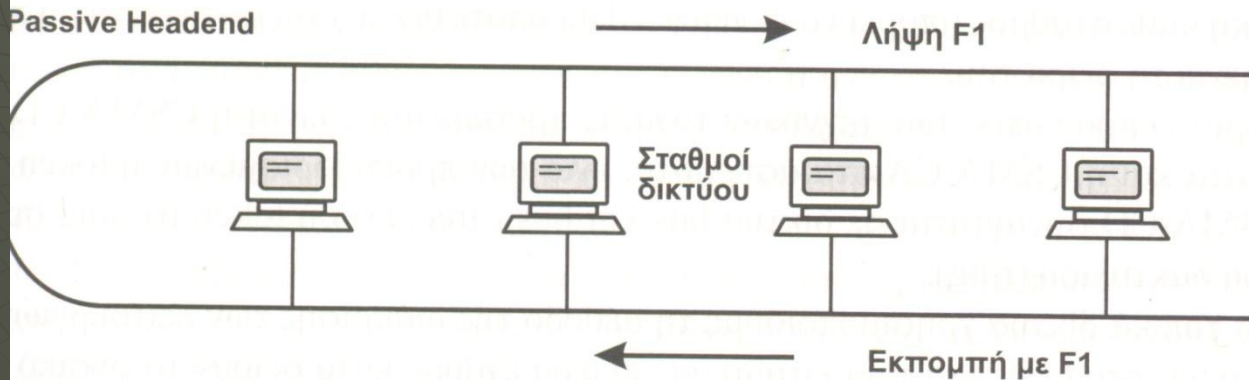
Broadband

- ◆ Η συσκευή ονομάζεται headend και λαμβάνει τα σήματα του καναλιού εκπομπής δρομολογώντας τα πίσω προς το κανάλι λήψης
- ◆ Στα συστήματα split ο headend πρέπει να κάνει μετατροπή συχνότητας του καναλιού εκπομπής πριν τη δρομολόγηση στο κανάλι λήψης

Broadband



Τεχνική Mid-split Broadband



Τεχνική Broadband διπλού καλωδίου

Broadband

- ◆ Τρεις διαφορετικές κατανομές συχνοτήτων χρησιμοποιούνται στα συστήματα split

Κανάλι	Εκπομπή(MHz)	Λήψη(MHz)
Subsplit	5-30	54-116
Midsplit	5-116	168-400
Highsplit	5-174	232-400

Broadband

- ◆ Λόγω της μετάδοσης αναλογικών σημάτων χρειάζεται ρύθμιση της στάθμης εκπομπής των σταθμών και η κατάλληλη τοποθέτηση ενισχυτών για την αντιμετώπιση της εξασθένησης των σημάτων
- ◆ Αυτό απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και εξοπλισμό γι αυτό εγκαταλείφθηκε νωρίς η χρήση τους

Τεχνικές Προσπέλασης

- ◆ Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας στα τοπικά δίκτυα αναφέρονται στον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν οι σταθμοί μεταξύ τους καθώς και στον έλεγχο της ορθότητας μετάδοσης της πληροφορίας
- ◆ Επειδή μοιράζονται το καλωδιακό μέσο, απαιτούνται διαδικασίες για το πώς κάθε σταθμός μπορεί να εκπέμπει

Τεχνικές Προσπέλασης

- ◆ Αντίθετα με τα WAN που οι τεχνικές είναι ελεγχόμενες από κεντρικά σημεία, στα LAN ο έλεγχος είναι κατανεμημένος στους σταθμούς του δικτύου
- ◆ Οι τεχνικές είναι :
 - Τυχαίας προσπέλασης ή contention
 - Προκαθορισμένη προσπέλαση

Τεχνικές Προσπέλασης

- ◆ Στην τυχαία ο κάθε σταθμός μπορεί να εκπέμψει όποτε θέλει
- ◆ Στην προκαθορισμένη ο κάθε σταθμός περιμένει τη σειρά του
- ◆ Εκπρόσωπος της τυχαίας προσπέλασης είναι η CSMA/CD στα ενσύρματα ενώ η CSMA/CA στα ασύρματα τοπικά δίκτυα

Τεχνικές Προσπέλασης

- ◆ Εκπρόσωπος της προκαθορισμένης προσπέλασης είναι η Token passing
- ◆ Η CSMA/CD συναντάται σε δίκτυα bus και bus/tree
- ◆ Η token passing συναντάται σε δίκτυα bus και ring

Τεχνικές Προσπέλασης

- ◆ Στα τοπικά δίκτυα χρησιμοποιείται η μέθοδος της διάκρισης των λειτουργιών σε επίπεδα όπως το OSI
- ◆ Οι τεχνικές προσπέλασης χρησιμοποιούνται στο 2^ο επίπεδο (Data Link). Χωρίζεται σε υποεπίπεδα (Medium Access Control και Logical Link Control)

Τεχνικές Προσπέλασης

- ◆ Το επίπεδο προσπέλασης στο μέσο είναι αυτό που βοηθάει έτσι ώστε κάθε χρονική στιγμή ένας και μόνο σταθμός να εκπέμπει στο κοινό μέσο
- ◆ Το επίπεδο λογικής σύνδεσης ασχολείται με την αποκατάσταση και διακοπή της λογικής σύνδεσης μεταξύ 2 σταθμών καθώς και την ανίχνευση και διόρθωση σφαλμάτων

Τεχνικές για τοπολογία bus

- ◆ Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) πολλαπλή προσπάθεια με ανίχνευση φορέα και ανίχνευση σύγκρουσης σημάτων
- ◆ Αναπτύχθηκε από τη XEROX για τοπικό δίκτυο Ethernet στη baseband μορφή του

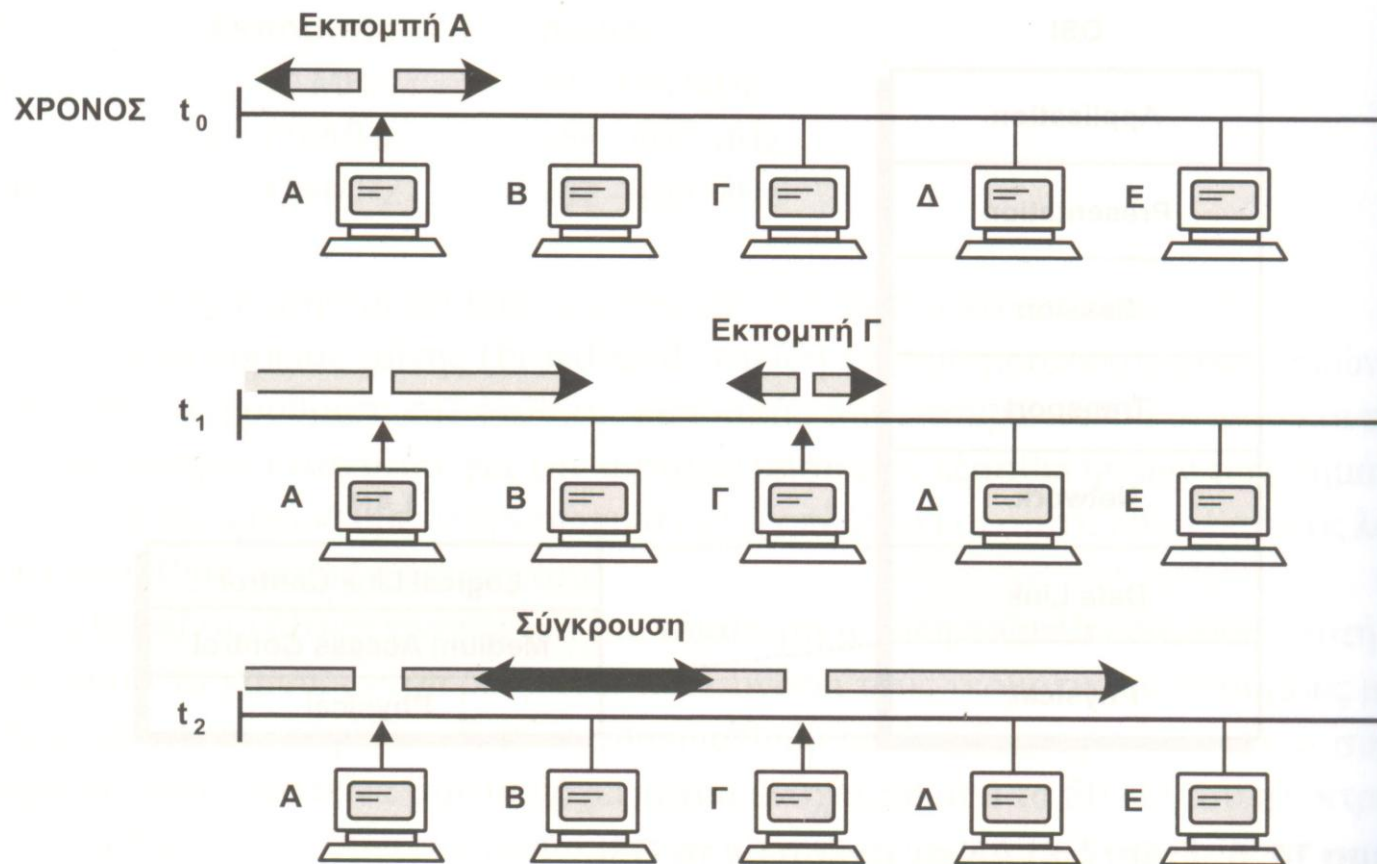
CSMA/CD

- ◆ Το πρόβλημα είναι «ποιος σταθμός έχει σειρά να μεταδώσει»
- ◆ Η πρώτη τεχνική χρησιμοποιήθηκε σε απλό ALOHA όπου όποιος σταθμός θέλει αποστέλλει δεδομένα χωρίς έλεγχο αν το μέσο είναι κατειλημμένο
- ◆ Περιμένει επιβεβαίωση λήψης που αν δεν τη λάβει σε συγκεκριμένο χρόνο θεωρεί ότι τα δεδομένα χάθηκαν

CSMA/CD

- ◆ Αν κατά τη διάρκεια εκπομπής ενός σταθμού προσπαθήσει και άλλος να εκπέμψει έχουμε σύγκρουση και τα δεδομένα καταστρέφονται. Στο απλό ALOHA θεωρείται ότι δεν στάλθηκε τίποτα από κανένα
- ◆ Το ποσοστό χρήσης του καναλιού (utilization) δεν υπερβαίνει το 20%

CSMA/CD



χήμα 14-7 Σύγκρουση πακέτων (collision) σε δίκτυα με CSMA-CD

CSMA/CD

- ◆ Βελτίωση του απλού ALOHA, το slotted ALOHA
- ◆ Ένα κέντρο συγχρονίζει τους σταθμούς να εκπέμπουν στην αρχή ενός χρονικού διαστήματος, τα δεδομένα δεν πρέπει να ξεπερνούν στη μετάδοσή τους αυτό το χρονικό διάστημα
- ◆ Χρήση καναλιού 35-40%

CSMA/CD

- ◆ Η τεχνική CSMA/CD εμφανίστηκε αργότερα στα τοπικά δίκτυα
- ◆ Επειδή ο χρόνος διάδοσης κάθε μηνύματος είναι πολύ μικρός μπορεί ο κάθε σταθμός να αντιλαμβάνεται την εκπομπή του άλλου
- ◆ Οι σταθμοί διαθέτουν μηχανισμό για ανίχνευση σήματος

CSMA/CD

- ◆ Όποιος θέλει να εκπέμψει περιμένει να ελευθερωθεί η γραμμή για να αρχίσει τη μετάδοση
- ◆ Σύγκρουση συμβαίνει όταν κάποιοι σταθμοί προσπαθούν σχεδόν ταυτόχρονα αρχίζουν την εκπομπή των δεδομένων τους
- ◆ Οι σταθμοί διαθέτουν μηχανισμό ανίχνευσης συγκρούσεων

CSMA/CD

- ◆ Η επανεκπομπή γίνεται μετά την παρέλευση ψευδοτυχαίου χρονικού διαστήματος από την απελευθέρωση του καναλιού
- ◆ Μετά την αποστολή ο σταθμός περιμένει ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα για να λάβει την επιβεβαίωση λήψης

CSMA/CD

- ◆ Αν δε τη λάβει θεωρεί ότι υπήρξε κάποιο πρόβλημα και εκπέμπει ξανά το μήνυμα
- ◆ Με αυτή την τεχνική επιτυγχάνεται καλύτερο ποσοστό χρήσης των καναλιών σε σχέση με τα ALOHA
- ◆ Το ποσοστό χρήσης δεν εξαρτάται μόνο από τις επανεκπομπές αλλά και από το μήκος του πακέτου

CSMA/CD

- ◆ Εξαρτάται επίσης και από το χρόνο διάδοσης. Όσο πιο μεγάλο είναι το μέγεθος του πακέτου και μικρός ο χρόνος διάδοσης, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό χρήσης
- ◆ Η CSMA/CD έχει τυποποιηθεί από την IEEE στη σύσταση 802.3 και χρησιμοποιείται στο δίκτυο Ethernet

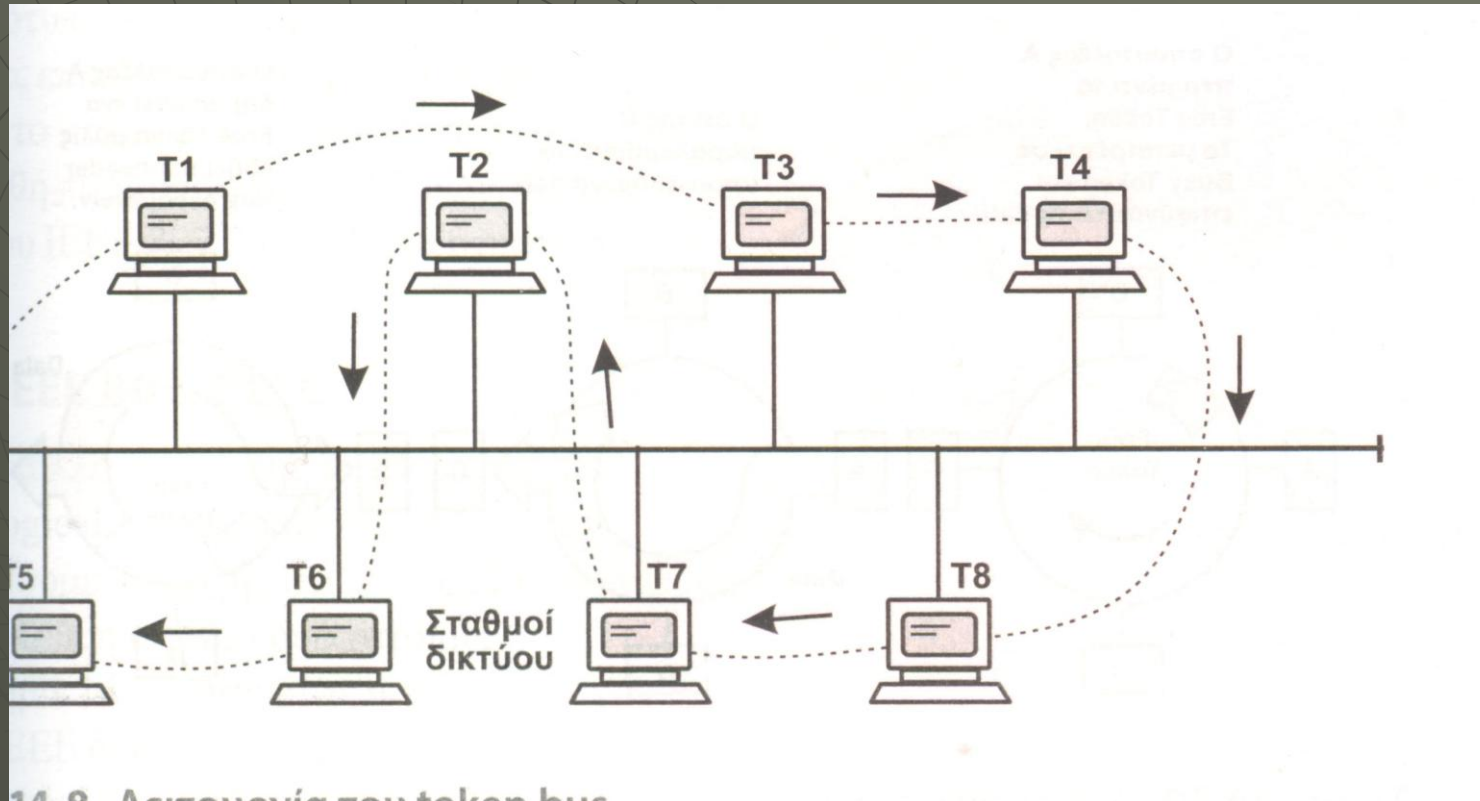
Token bus

- ◆ Η τεχνική αυτή είναι τυποποιημένη ως 802.4 από την ΙΕΕΕ
- ◆ Είναι πολύ πιο σύνθετη από τη CSMA/CD και απαιτεί τη λογική διάταξη των σταθμών σε δακτύλιο
- ◆ Τονίζεται το λογική της διάταξης όχι φυσική
- ◆ Κάθε σταθμός έχει ένα αριθμό συνέχειας

Token bus

- ◆ Διπλανοί σταθμοί δεν έχουν υποχρεωτικά διπλανούς αριθμούς συνέχειας
- ◆ Ένα ειδικό frame που ονομάζεται token δίνει τον έλεγχο στους σταθμούς
- ◆ Κάθε σταθμός που έχει το token στέλνει πακέτα και καλεί άλλους σταθμούς

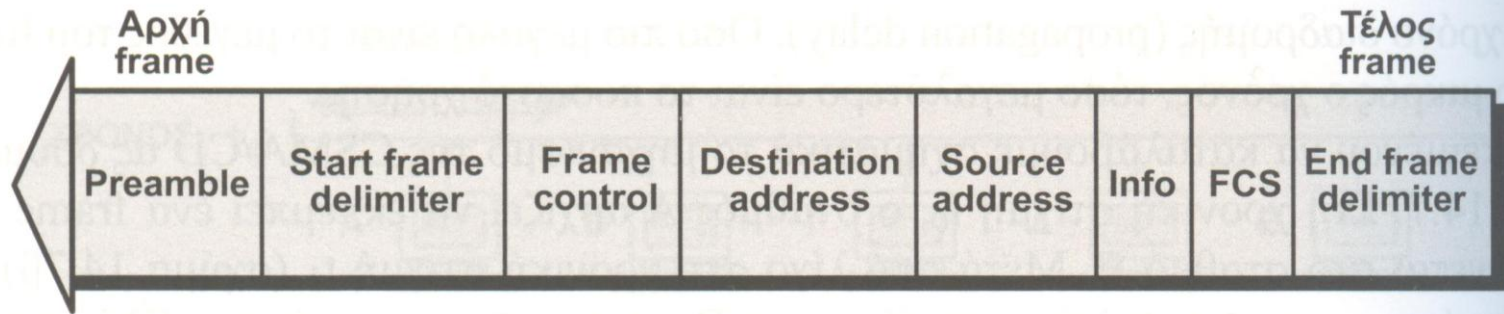
Token bus



Token bus

- ◆ Όταν γίνει αποστολή ή παρέλθει η χρονική προθεσμία που του έχει δοθεί είναι υποχρεωμένος να δώσει το token στον επόμενο σταθμό
- ◆ Μέρος του χρόνου χρήσης του καναλιού απαιτείται από τους σταθμούς για να δώσουν το token στον επόμενο σταθμό

Token bus



Σχήμα 14-9 Πλαίσιο του token bus

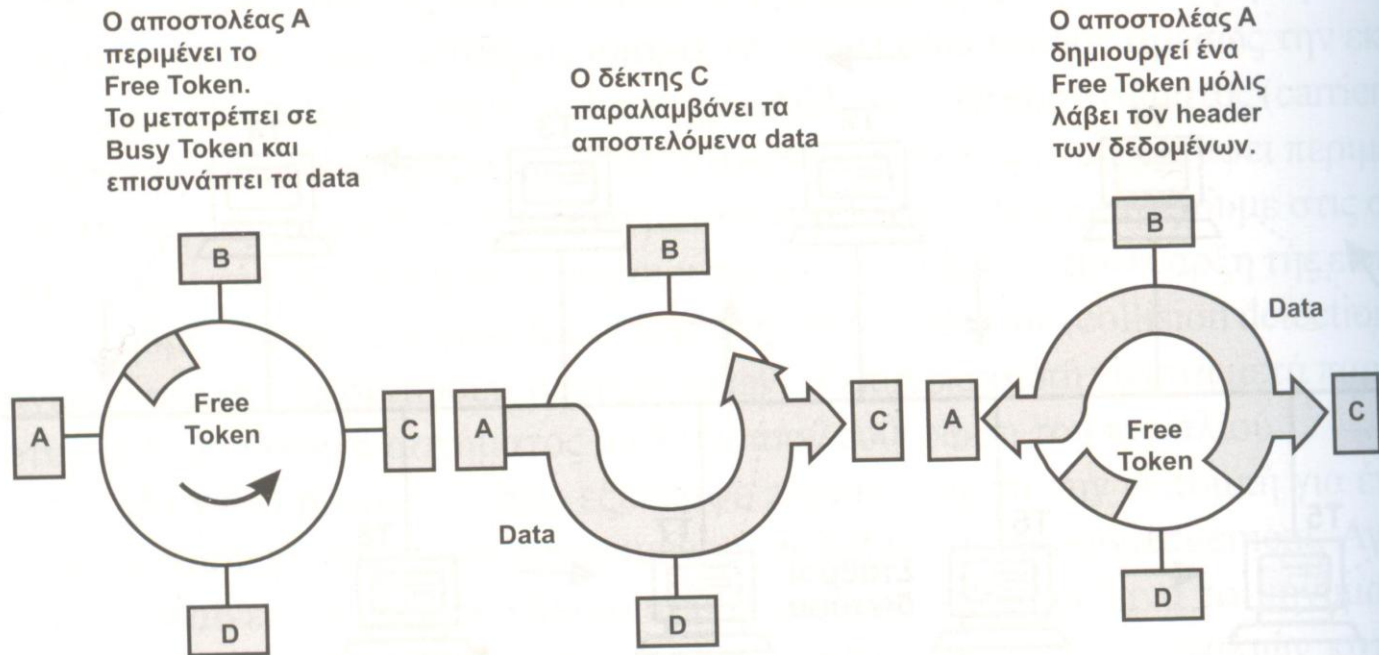
Τεχνικές για τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Αρκετές τεχνικές δημιουργήθηκαν για την τοπολογία δακτυλίου, όπως οι
Slotted Ring
Cambridge Ring
Register Insertion
Token Ring

Τεχνικές για τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Επικράτησε η Token Ring της εταιρείας IBM. Έχει τυποποιηθεί από την IEEE ως 802.5
- ◆ Το πλαίσιο token κυκλοφορεί στο δακτύλιο
- ◆ Περιέχει ένα συνδυασμό από bit που δηλώνει ότι είναι κατειλημμένο ή ελεύθερο

Τεχνικές για τοπολογία δακτυλίου



Σχήμα 14.10. Λειτουργία του token ring

Τεχνικές για τοπολογία δακτυλίου

- ◆ Όποιος θέλει να στείλει περιμένει ένα ελεύθερο token
- ◆ Αλλάζει την ένδειξη από ελεύθερο σε κατειλημμένο και εκπέμπει τα δεδομένα που είχε για αποστολή
- ◆ Οι άλλοι σταθμοί βλέπουν ότι είναι κατειλημμένο και περιμένουν
- ◆ Όταν επιστέψει στον αποστολέα αυτός θα αλλάξει την ένδειξη

Τυποποιήσεις

- ◆ Η ΙΕΕΕ τυποποίησε τα τοπικά δίκτυα ως εξής

802.1 αναφέρεται σε θέματα διευθυνσιοδότησης, διαχείρισης και γεφυρών

802.2 για το επίπεδο ζεύξης LLC

802.3 που αναφέρεται στα Ethernet LAN

Τυποποιήσεις

802.4 για το token bus

802.5 για το token ring των 4 και 16 Mbps

802.6 για τα Metropolitan Area Networks

802.7 για broadband τοπικά δίκτυα

802.8 για χρήση οπτικών ινών

802.9 για ενοποίηση ISDN και LAN

Τυποποιήσεις

802.11 για ασύρματα LAN

802.12 για 100 Mbps

802.15 για Wireless Personal Area Networks

802.16 για ασύρματα μητροπολιτικά δίκτυα (Wi-max)

802.17 Resilient Packet Ring για ρυθμό Gbps σε LAN, MAN, WAN

Τυποποιήσεις

- ◆ Υπάρχουν τυποποιήσεις που ασχολούνται με το επίπεδο της πρόσβασης στο μέσο MAC όπως οι 802.3, 802.4, 802.5, 802.11 που αντιστοιχούν σε διαφορετικές τεχνικές προσπέλασης (CSMA/CD, CSMA/CA, token bus, token ring)

ETHERNET

- ◆ Αποτέλεσμα ερευνών της XEROX από 1972, αποτέλεσε τη βάση για τα πρώτα τοπικά δίκτυα
- ◆ Εξελίχθηκε με την συνεργασία DEC, Intel και XEROX το 1980
- ◆ Η IEEE δημιούργησε το 1982 το πρότυπο 802.3 που είναι παρόμοιο όμως με κάποιες μικρές διαφοροποιήσεις

ETHERNET

- ◆ Λόγω της ομοιότητας και της μετεξέλιξής του ο όρος Ethernet επικράτησε και για το σημερινό 802.3
- ◆ Είναι ένα τοπικό δίκτυο ακρόασης βασισμένο σε τεχνολογία baseband
- ◆ Ξεκίνησε με 10 Mbps σε ομοαξονικά καλώδια ενώ σήμερα προσφέρει έως 10 Gbps μέσω UTP ή οπτικών ινών

ETHERNET

- ◆ Η βασική τεχνική προσπέλασης στο κοινό μέσο είναι η CSMA/CD
- ◆ Σε οπτικά δίκτυα υψηλών ταχυτήτων χρησιμοποιείται και ως full duplex point-to-point επικοινωνία
- ◆ Είναι η πλέον διαδεδομένη τεχνολογία τοπικού δικτύου περιγράφοντας τα υποεπίπεδα MAC & LLC

ETHERNET

- ◆ Τα δεδομένα είναι οργανωμένα σε πλαίσια (frames) που η δομή τους είναι **αξιοσημείωτο** ότι παραμένει η ίδια σε ΟΛΕΣ τις μορφές και τις ταχύτητες υλοποίησης

Τύποι Ethernet

- ◆ Από 1972 βασίσθηκαν σε ομοαξονικά καλώδια και ονομάσθηκαν thick cable Ethernet και thin cable Ethernet
- ◆ Στη συνέχεια επικράτησε η υλοποίηση με hubs και καλώδιο UTP
- ◆ Σήμερα υπάρχει υλοποίηση μόνο με UTP ή οπτικής ίνας

Τύποι Ethernet

- ◆ Σήμερα συναντάμε τους τύπους:
 - Fast Ethernet (100 Mbps)
 - Gigabit Ethernet (1000 Mbps)
 - 10 Gigabit Ethernet (10.000 Mbps)
- Ενώ σε ανάπτυξη είναι το 100 Gigabit Ethernet

Τύποι Ethernet

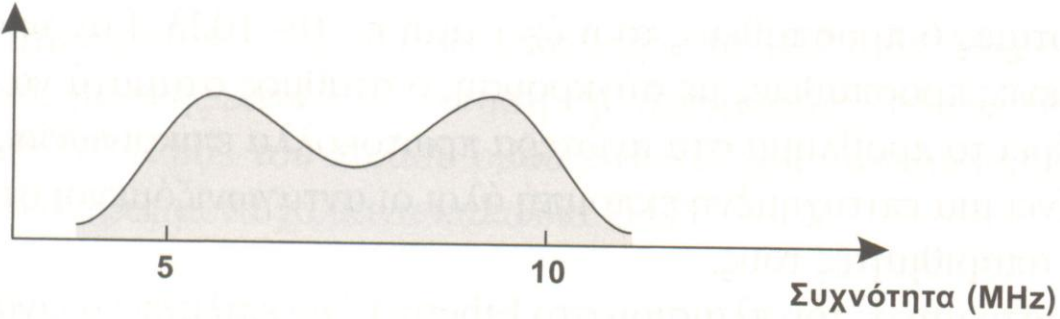
- ◆ Οι διάφοροι τύποι έχουν συμβολισμούς όπως **100Base-TX**
- ◆ Ο αριθμός παριστά την ταχύτητα με Mbps
- ◆ Οι επόμενοι χαρακτήρες περιγράφουν την μετάδοση (baseband ή broadband)

Τύποι Ethernet

- ◆ Τα τελευταία ψηφία μπορεί να είναι αριθμός ή γράμμα
- ◆ Αν είναι αριθμός συμβολίζει το μέγιστο μήκος καλωδίου σε εκατοντάδες μέτρα
- ◆ Αν είναι γράμμα τότε δείχνει το είδος του μέσου μετάδοσης (T=twisted pair, F=fiber κ.λ.π.)

Το σήμα στο Ethernet

Φασματική
πυκνότητα
σήματος
Ethernet



DATA

0 1 1 0 1 1 1 0 0

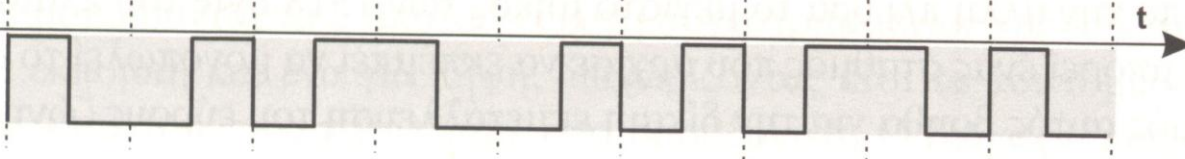
Σήμα
NRZ



Κώδικας
Manchester

0 Volt

-2 Volt



0 = Κατερχόμενη παρυφή στο κέντρο του bit

1 = Ανερχόμενη παρυφή στο κέντρο του bit

100 nsec

Το σήμα στο Ethernet

- ◆ Η μετάδοση στο φυσικό επίπεδο είναι βασικής ζώνης με κωδικοποίηση Manchester
- ◆ Στη baseband μετάδοση δεν υπάρχει σήμα φορέας (carrier) αλλά το σήμα μεταδίδεται απευθείας πάνω στη γραμμή

Το σήμα στο Ethernet

- ♦ Ο όρος carrier sense δεν πρέπει κάποιος να μπερδεύει ότι υπάρχει σήμα φορέα αλλά αναφέρεται στις συνεχείς αλλαγές στάθμης που δημιουργεί ο κώδικας Manchester. Οι αλλαγές βοηθούν στη εξαγωγή του σήματος συγχρονισμού στον δέκτη αλλά και στην ανίχνευση του σήματος εκπομπής.

Το σήμα στο Ethernet

- ◆ Στα 10 Mbps το κάθε bit έχει διάρκεια 100nsec. Υπάρχει φιλτράρισμα για περιορισμό των αρμονικών συνιστωσών. Γίνεται σε μεγαλύτερο βαθμό σε καλωδίωση με UTP. Στα ομοαξονικά ο κεντρικός αγωγός παίρνει αρνητική τάση (από 0 σε -2 Volt) στο κέντρο κάθε bit 0. Στο 1 η τάση επανέρχεται στα 0 Volt

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Πριν την εκπομπή κάθε σταθμός πρώτα «ακούει» την γραμμή. Αυτό επιτυγχάνεται με την ικανότητα που έχουν οι σταθμοί να ανιχνεύουν το σήμα πάνω στη γραμμή.
- ◆ Αν δεν ανιχνευτεί σήμα, μπορεί να αρχίσει την εκπομπή
- ◆ Αν ανιχνευτεί, τότε περιμένει μέχρι την παύση του και επιπλέον 9,6μsec

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Αυτό το πρόσθετο κενό διασφαλίζει ότι πάντα υπάρχει μια ελάχιστη απόσταση 9,6 μsec μεταξύ των πακέτων που απαιτείται από τα ηλεκτρονικά κυκλώματα των δεκτών για την ανίχνευση σιγής πάνω στη γραμμή
- ◆ Ο σταθμός συνεχίζει να «ακούει» την γραμμή καθώς εκπέμπει

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Επειδή κάποιος άλλο μακρινός σταθμός που εντόπισε την ησυχία να έχει αρχίσει να εκπέμπει ταυτόχρονα, γεγονός που οδηγεί σε σύγκρουση
- ◆ Η αδυναμία άμεσης ανίχνευσης οφείλεται στην πεπερασμένη ταχύτητα που έχει η μετάδοση πάνω στη γραμμή

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Για το μέγιστο μήκος δικτύου Ethernet 2500 μέτρων, ο χρόνος μετάδοσης υπολογίζεται σε 25,6 μsec
- ◆ Όταν συμβεί μια σύγκρουση έχουμε ξαφνική αλλαγή στη στάθμη της τάσης του καλωδίου ή και μια σύντομη απώλεια σήματος. Όλοι οι σταθμοί που θα ανιχνεύσουν μια σύγκρουση σταματούν αμέσως την εκπομπή

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Για να ενημερωθούν όλοι οι σταθμοί για τη σύγκρουση, ο κάθε σταθμός που θα ανιχνεύσει σύγκρουση εκπέμπει μια σύντομη ακολουθία από 128 συνεχόμενα bit με τιμή 1 και μετά σιωπά
- ◆ Οι συγκρούσεις που οφείλονται στην καθυστέρηση μετάδοσης συμβαίνουν πάντα στην αρχή των πακέτων

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Τα πρώτα 51,2 μsec του πακέτου ονομάζεται και παράθυρο συγκρούσεων
- ◆ Η τιμή είναι η διπλάσια του 25,6 μsec , εξηγείται από το γεγονός ότι αν ένας σταθμός στη μια άκρη του δικτύου εκπέμπει και ένας άλλος σταθμός εκπέμπει μετά από 25,6 μsec τότε θα δημιουργηθεί σύγκρουση--→

Ethernet και CSMA/CD

- Ο πρώτος σταθμός θα αντιληφθεί τη σύγκρουση μετά από 25,6μsec, έως ότου δηλαδή το σήμα του δευτέρου σταθμού φτάσει στον πρώτο
- ◆ Μια αποστολή πλαισίου θεωρείται επιτυχής εφόσον ο αποστολέας δεν ανιχνεύσει σύγκρουση κατά τη διάρκεια της εκπομπής

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Αν ανιχνευτεί σύγκρουση, ο σταθμός το επανεκπέμπει μετά την παρέλευση σκόπιμα τυχαίας περιόδου. Η περίοδος αυτή είναι πολλαπλάσιο του 51,2μsec ($n \cdot 51,2$)
- ◆ Μετά τη σύγκρουση ο κάθε σταθμός επιλέγει μεταξύ του $n=0$ και $n=1$. Εκπέμπει είτε άμεσα (μετά το κενό των 9,6μsec) είτε μετά 9,6+51,2 μsec

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Αν συμβεί και πάλι σύγκρουση το n αυξάνεται (0,1,2,3) έτσι ώστε η πιθανότητα να ξανασυμβεί να μειωθεί στο 25%
- ◆ Αν έχουμε και πάλι σύγκρουση η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι 16 διαδοχικές προσπάθειες (αυξάνοντας πάντα την τιμή του n μέχρι το 1023)
- ◆ Στις τελευταίες 6 προσπάθειες $n=0..1023$

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Αν υπάρξουν οι 16 διαδοχικές αποτυχημένες προσπάθειες με σύγκρουση, ο σταθμός σταματά να προσπαθεί και αναφέρει το πρόβλημα στα ανώτερα πρωτόκολλα
- ◆ Όταν γίνει επιτυχημένη εκπομπή όλοι οι ανταγωνιζόμενοι σταθμοί μηδενίζουν το ***n***

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Το ελάχιστο μήκος πλαισίου έχει επιλεγεί να είναι 64 bytes έτσι ώστε να αναγνωρίζονται οι συγκρούσεις. Αυτό γιατί το πλαίσιο πρέπει να είναι σε διάρκεια εκπομπής μεγαλύτερο ή ίσο του παραθύρου συγκρούσεων
- ◆ Τα 51,2 μsec αντιστοιχούν σε εκπομπή 64 byte=512 bit στα 10Mbps

Ethernet και CSMA/CD

- ◆ Το μέγιστο μήκος των 1518 bytes υπάρχει ώστε να μην μπορεί κάποιος σταθμός να μονοπωλεί εκπέμποντας στο δίκτυο
- ◆ Αυτός ο περιορισμός βοηθά στη δίκαιη εκμετάλλευση του εύρους ζώνης από τους σταθμούς του δικτύου