

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

Το επίπεδο σύνδεσης αποτελείται από δύο υποεπίπεδα:

- Το υποεπίπεδο ελέγχου προσπέλασης μέσων (Medium Access Control)
- Το υποεπίπεδο λογικού ελέγχου σύνδεσης (Logical Link Control)

Το υποεπίπεδο MAC καθορίζει λεπτομέρειες σχετικά με το ποιος θα έχει σειρά για μετάδοση δεδομένων σε κανάλια πολλαπλής πρόσβασης. Είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος στα ενσύρματα δίκτυα αλλά κυρίως στα ασύρματα δίκτυα.

Πρωτόκολλα αυτού του επιπέδου αποτελούν το Ethernet, το WiFi.

Το υποεπίπεδο λογικού ελέγχου σύνδεσης ασχολείται με τους αλγορίθμους αξιόπιστης και αποδοτικής επικοινωνίας για μονάδες πληροφοριών που αποκαλούνται για το συγκεκριμένο επίπεδο "πλαίσια". Πρωτόκολλα αυτού του επιπέδου αποτελούν το HDLC (High level Data Link Control), το PPP (Point to Point Protocol).

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ – MAC

Πρωτόκολλο πολλαπλής πρόσβασης με ανίχνευση φέροντος (CSMA – Carrier Sense Multiple Access)

- Επίμονο CSMA (Ανίχνευση φέροντος συνέχεια)
- Μη επίμονο CSMA (Ανίχνευση φέροντος σε τυχαία χρονικά διαστήματα)
- Επίμονο-p CSMA (Ανίχνευση φέροντος σε κάθε υποδοχή χρόνου)

Όταν δύο σταθμοί εκπέμπουν ταυτόχρονα τότε τα δεδομένα συγκρούονται (collision) μεταξύ τους και το εκπεμπόμενο σήμα παραμορφώνεται.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access Collision Detect)

Υπάρχουν και πρωτόκολλα σχεδιασμένα για αποφυγή συγκρούσεων (πρωτόκολλα σε τοπολογίες δικτύων token ring όπου εκπέμπει ένας σταθμός μόνο όταν έχει τη σκυτάλη=token).

MAC – Ethernet

Δομή πλαισίου Ethernet:

- Προοίμιο (preamble) 8 byte b'10101010' με τα δύο τελευταία bit στο 11. Χρησιμοποιείται για στο συγχρονισμό του ρολογιού του δέκτη.
- Πεδία διευθύνσεων παραλήπτη/αποστολέα (MAC address)
- Τύπος ή μήκος (αν είναι κάτω από 1500 τότε αποτελεί "μήκος" πλαισίου ενώ πάνω από 1500 αποτελεί "τύπος" πλαισίου).
- Δεδομένα ανώτερου επιπέδου.
- Συμπλήρωση ώστε να έχουμε τουλάχιστον 64 bytes πλαίσιο σε περίπτωση που ο αριθμός bytes των δεδομένων είναι μικρός.
- Άθροισμα ελέγχου (CRC 32-bit)

MAC address: 48-bit διεύθυνση μοναδική ανά τον κόσμο. Τα τρία πρώτα byte καθορίζονται από έναν οργανισμό (OUI – Organization Unique Identifier) και τα υπόλοιπα τρία από τον κατασκευαστή της κάρτας δικτύου.

Bytes	8	6	6	2	0-1500	0-46	4
(a)	Preamble	Destination address	Source address	Type	Data	Pad	Check-sum
(b)	Preamble	SO F Destination address	Source address	Length	Data	Pad	Check-sum

Ethernet

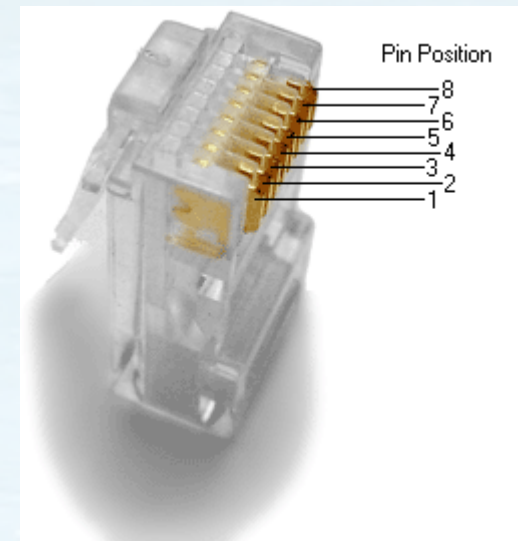
Εκδόσεις Ethernet:

- Ethernet (10 Mbps), κλασικό Ethernet εκπομπής.
- Fast Ethernet (100 Mbps), Ethernet μεταγωγής.
- Gigabit Ethernet (1 Gbps), Ethernet μεταγωγής.
- Ethernet 10 Gigabit (10 Gbps), Ethernet μεταγωγής.

RJ-45 Connector pinout (Ethernet 1 Gbps)

PIN	SIGNAL
-----	--------

1	Bidirectional Pair A+ (BI_DA+)
2	Bidirectional Pair A- (BI_DA-)
3	Bidirectional Pair B+ (BI_DB+)
4	Bidirectional Pair C+ (BI_DC+)
5	Bidirectional Pair C- (BI_DC-)
6	Bidirectional Pair B- (BI_DB-)
7	Bidirectional Pair D+ (BI_DD+)
8	Bidirectional Pair D- (BI_DD-)



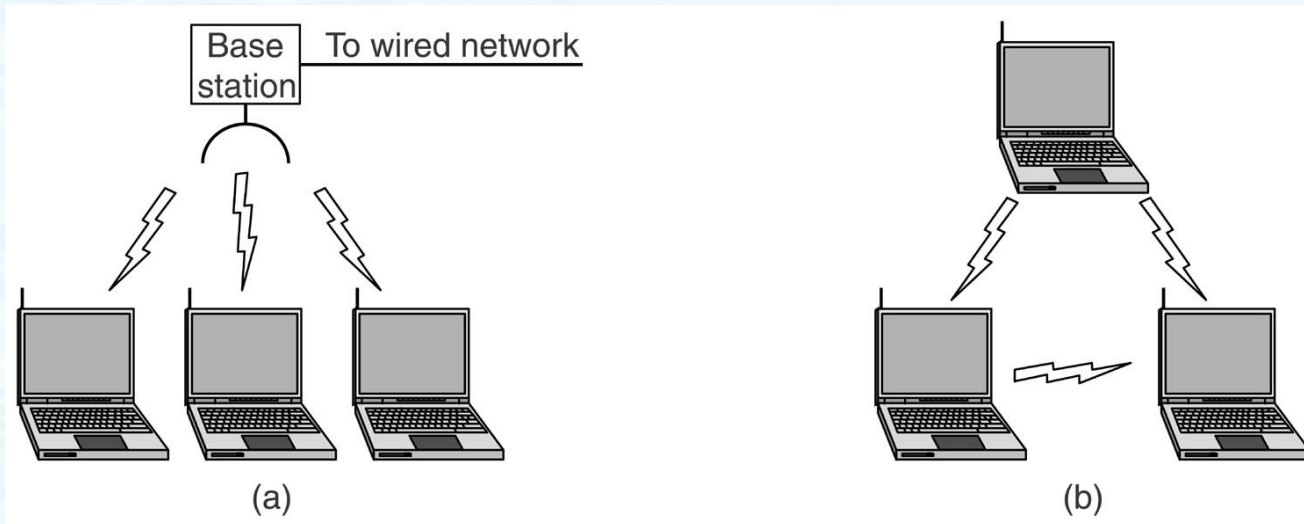
RJ-45 Connector pinout (Ethernet 10-100 Mbps)

PIN	SIGNAL
-----	--------

1	TX+
2	TX-
3	RX+
6	RX-

WiFi (IEEE 802.11)

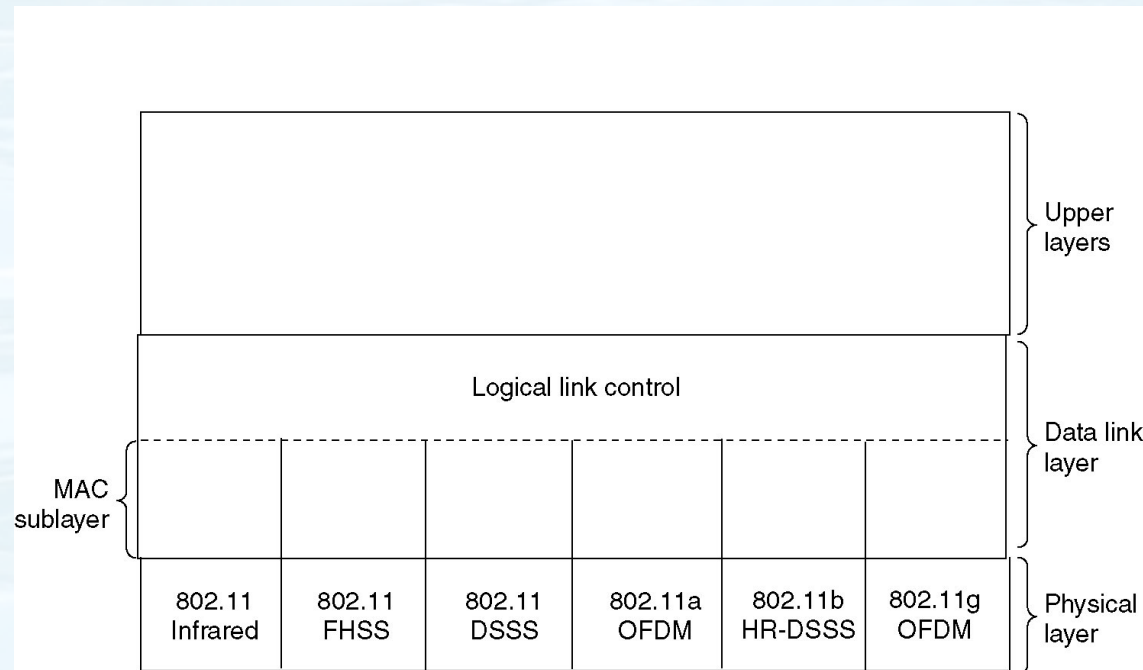
Το πρότυπο 802.11 είναι το βασικό πρότυπο για τα ασύρματα LAN. Κάθε υπολογιστής συνδέεται στο LAN μέσω ενός σημείου πρόσβασης το οποίο λέγεται Access Point. Υπάρχει και η περίπτωση δικτύων ad hoc στα οποία οι υπολογιστές συνδέονται μεταξύ τους χωρίς τη διαμεσολάβηση AP.



Στοιβά πρωτοκόλλων 802.11

Εφόσον μιλάμε για ασύρματα δίκτυα το φυσικό μέσο για το οποίο μιλάμε είναι ο αέρας όπου η μετάδοση γίνεται με βάση την Ορθογωνική Πολύπλεξη με Διαίρεση Συχνότητας (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM).

Στο υποεπίπεδο MAC χρησιμοποιείται το πρωτόκολλο CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access Collision Avoidance). Εδώ χρησιμοποιούνται επιβεβαιώσεις (ack) γιατί δεν είναι εύκολο να ανιχνευτούν συγκρούσεις λόγω της φύσης που έχει η ασύρματη επικοινωνία.



Δομή πλαισίου 802.11

Υπάρχουν τρεις τύποι πλαισίων:

- Πλαίσιο δεδομένων
- Πλαίσιο ελέγχου
- Πλαίσιο διαχείρισης

Version: Έκδοση πρωτοκόλλου.

Type-Subtype: Τύπος πλαισίου (δεδομένα, έλεγχο, διαχείριση)-RTS/ CTS.

To DS-From DS: bit που δείχνει αν το πλαίσιο πηγαίνει στο AP ή σε σταθμό.

MF: Ακολουθούν θραύσματα ή όχι.

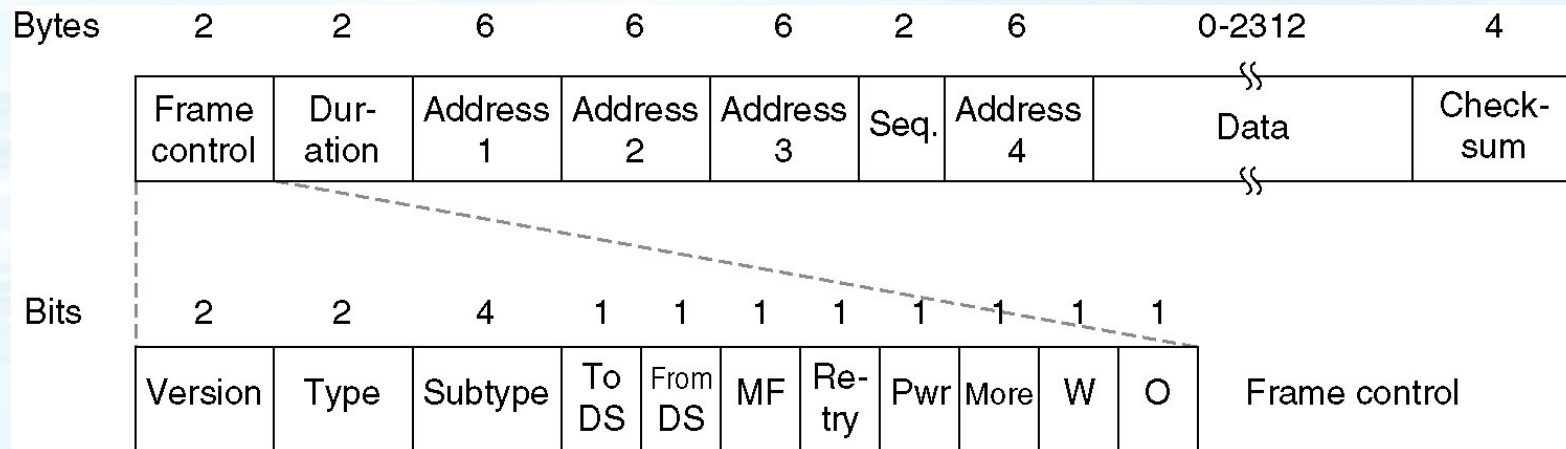
Retry: Αν το πλαίσιο είναι σε αναμετάδοση ή όχι.

Power: Αποστολέας σε low power mode.

More: Απομένουν άλλα πλαίσια για αποστολή ή όχι.

W: Κρυπτογραφημένο πλαίσιο ή όχι.

O: Τα πλαίσια θα φτάσουν αυστηρά σε σειρά.



Πλαίσιο δεδομένων

Δομή πλαισίου 802.11

Duration: Χρόνος σε us όπου θα πρέπει να έχει αποστάσει το πλαίσιο και να έχει ληφθεί η επιβεβαίωσή του.

Διευθύση 1: MAC Address παραλήπτη

Διευθύση 2: MAC Address αποστολέα

Διευθύση 3: Διεύθυνση Πύλης.

Sequence: Καθορίζει τον αριθμό του θραύσματος

Data: Δεδομένα ανώτερου επιπέδου.

Checksum: 32-bit CRC.



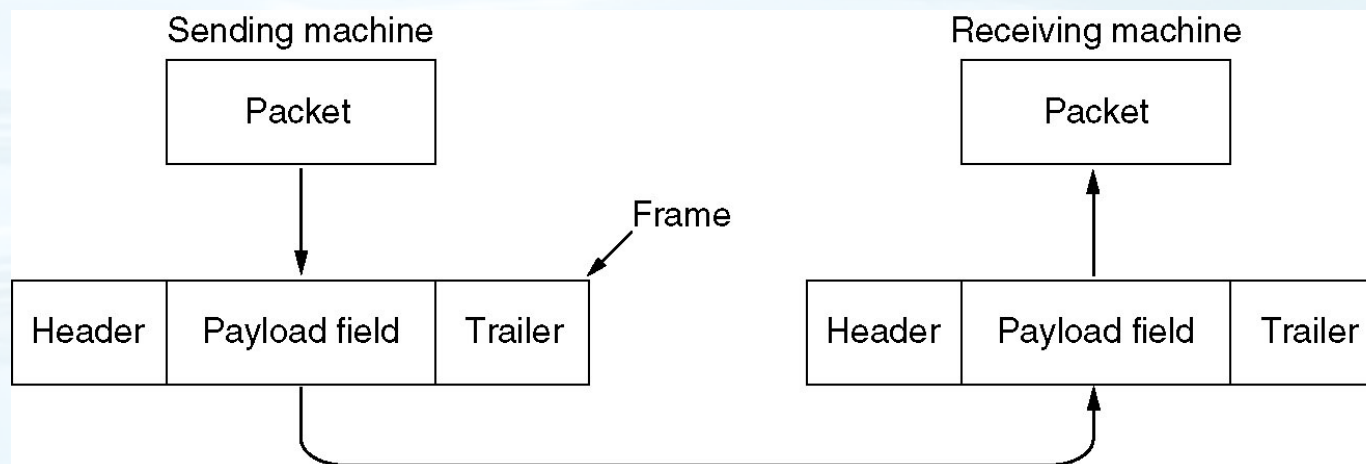
Πλαίσιο δεδομένων

Υποεπίπεδο λογικού ελέγχου σύνδεσης

Το υποεπίπεδο λογικού ελέγχου σύνδεσης είναι υπεύθυνο για ένα πλήθος λειτουργιών όπως:

- Παροχή μιας καλά ορισμένης διασύνδεσης υπηρεσιών στο επίπεδο δικτύου.
- Αντιμετώπιση σφαλμάτων μετάδοσης.
- Ρύθμιση ροής δεδομένων ώστε οι αργοί παραλήπτες να μην κατακλύζονται από πακέτα δεδομένων από τους πολύ πιο γρήγορους αποστολείς.

Λειτουργία υποεπιπέδου:

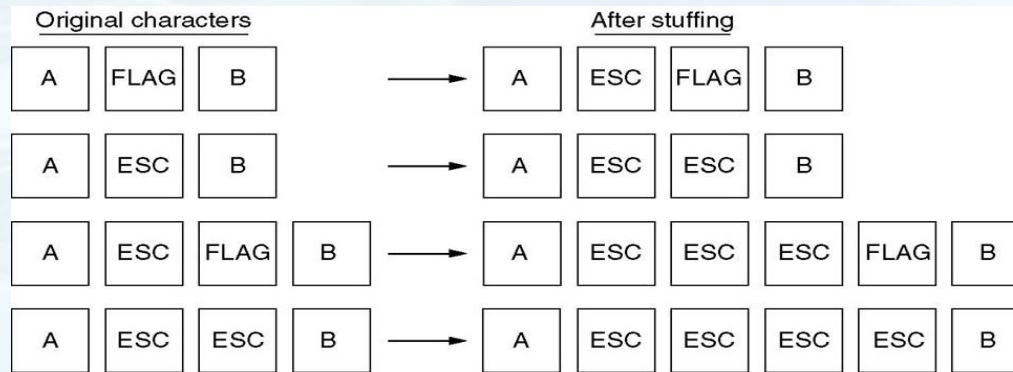


ΠΛΑΙΣΙΩΣΗ (framing)

Στο LLC έρχεται ένα τμήμα δεδομένων από ανώτερα επίπεδα και σ' αυτό προστίθεται μια κεφαλίδα και μια κατάληξη. Η κεφαλίδα μπορεί να περιέχει πληροφορίες για το πλαίσιο κλπ ενώ η κατάληξη μπορεί να περιέχει πλεονάζοντα bit για την ανίχνευση σφαλμάτων.

Στις περιπτώσεις σφαλμάτων μπορεί να διαπιστωθεί το σφάλμα όμως αν χαθεί ο συγχρονισμός τότε ο δέκτης δε θα ξέρει από πού να ξεκινήσει να διαβάζει το επόμενο byte.

Μια λύση για την περίπτωση αυτή είναι να χρησιμοποιηθούν ειδικοί χαρακτήρες σημαίας για τον επανασυγχρονισμό ενώ όταν αυτοί οι χαρακτήρες βρίσκονται στα δεδομένα τότε προστίθεται προηγουμένως ειδικός χαρακτήρας διαφυγής. Όταν ο δέκτης συναντήσει χαρακτήρα διαφυγής τότε αγνοεί το επόμενο byte καθώς το θεωρεί ότι είναι στα δεδομένα.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΚΥΛΙΟΜΕΝΟΥ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ

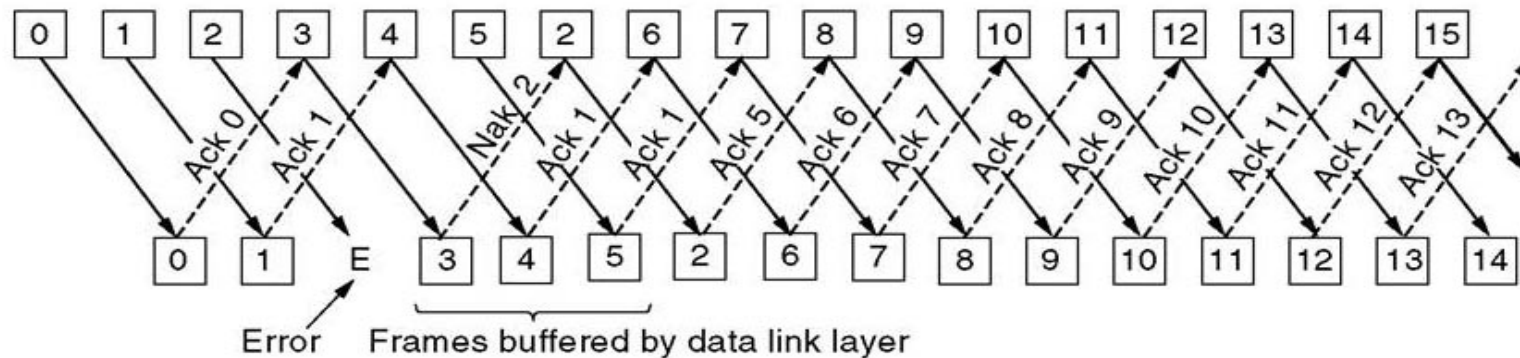
Πρωτόκολλο με επιλεκτική επικάλυψη (selective repeat):

- Με αυτή τη μέθοδο απορρίπτεται κάθε κατεστραμμένο πλαίσιο που λαμβάνεται, αλλά τα σωστά πλαίσια που λαμβάνονται μετά από αυτό αποθηκεύονται προσωρινά

- Όταν λήξει ο χρόνος αναμονής του αποστολέα, αναμεταδίδεται μόνο το παλαιότερο μη επιβεβαιωμένο πλαίσιο

- Αν το πλαίσιο φτάσει σωστά, ο παραλήπτης μπορεί να παραδώσει στο επίπεδο δικτύου, με τη σωστή σειρά, όλα τα πλαίσια που έχει υποθηκεύσει προσωρινά

Σε άλλα πρωτόκολλα θα μπορούσε να απορρίπτει τα επόμενα πλαίσια που λαμβάνει με κέρδος την οικονομία μνήμης αλλά την επιβράδυνση της επικοινωνίας σε περιπτώσεις σφαλμάτων.



ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ

HDLC – High-Level Data Link Control: Έλεγχος συνδέσμου μετάδοσης δεδομένων υψηλού επιπέδου.

PPP – Point to Point Protocol. Το PPP χρησιμοποιούνταν παλιότερα στις συνδέσεις στο Διαδίκτυο μέσω dial-up σύνδεσης.

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΩΝ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΕΝΑ ΣΕ BIT.

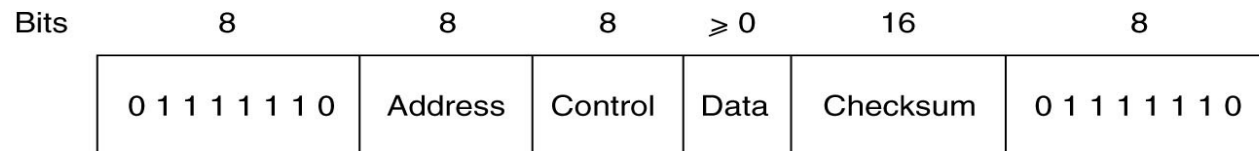
Διεύθυνση: για να προσδιορίσει ένα από τα τερματικά (για γραμμές πολλαπλών τερματικών) ή στις γραμμές σημείου-σημείο για να ξεχωρίσει εντολές από απαντήσεις

Έλεγχος: για αριθμούς ακολουθίας, επιβεβαιώσεις

Δεδομένα: περιέχει πληροφορίες, μπορεί να είναι αυθαίρετα μεγάλο αν και η αποτελεσματικότητα του αθροίσματος ελέγχου μειώνεται όσο μεγαλώνει το μήκος (εμφάνιση πολλαπλών ριπών λαθών)

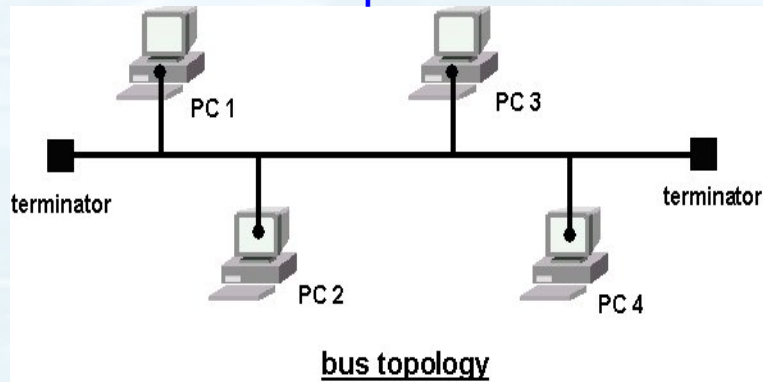
Άθροισμα ελέγχου: είναι ένας κώδικας κυκλικού ελέγχου πλεονασμού

0111110: οριοθέτηση

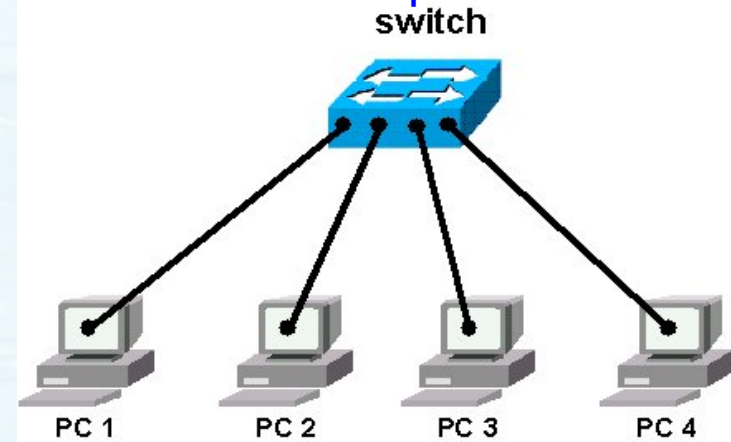


ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ ΔΙΚΤΥΩΝ

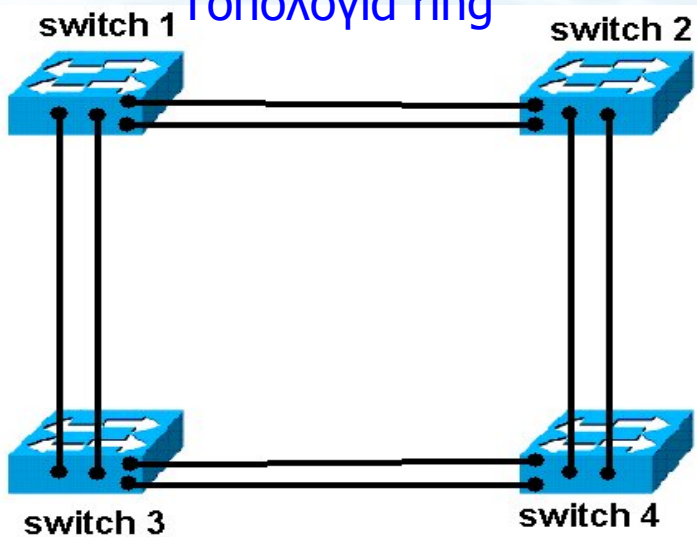
Τοπολογία bus



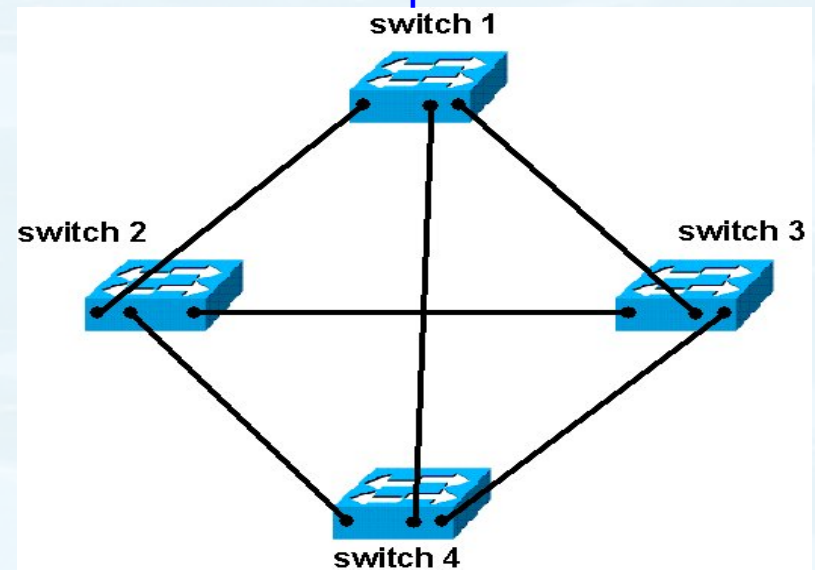
Τοπολογία star



Τοπολογία ring



Τοπολογία mesh



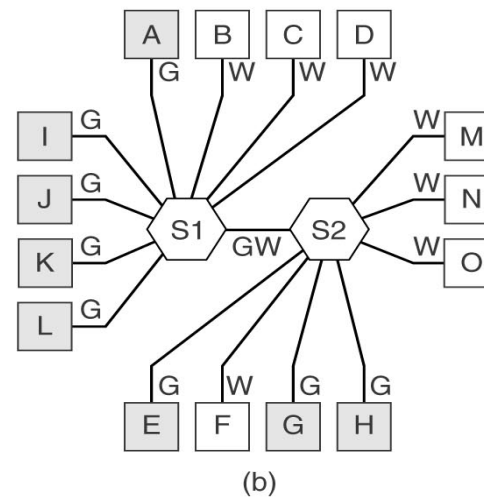
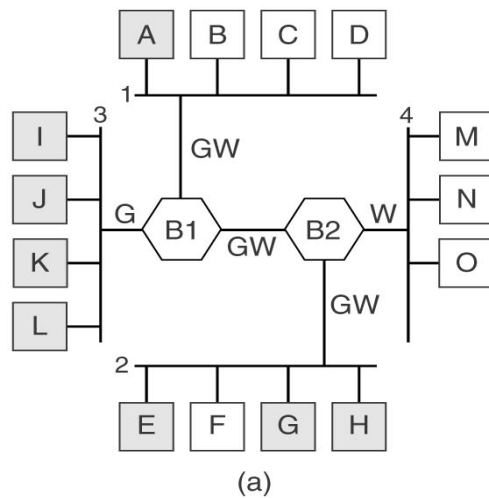
Virtual LAN

Η ανάγκη της αποσύνδεσης της φυσικής τοπολογίας με τη λογική τοπολογία στους υπολογιστές ενός δικτύου οδήγησε στη δημιουργία των Virtual LAN ή αλλιώς VLAN.

Υπολογιστές του ίδιου χώρου μπορούν να βρίσκονται σε διαφορετικό VLAN ενώ υπολογιστές σε διαφορετικά κτήρια μπορούν να βρίσκονται μέσα στο ίδιο VLAN. Η ομαδοποίηση των υπολογιστών σε VLAN γίνεται με τη βοήθεια μεταγωγέων (Switches) τα οποία υποστηρίζουν VLAN.

Δεν υποστηρίζουν όλα τα switch VLAN.

Τα hub φυσικά δεν υποστηρίζουν VLAN.



Virtual LAN

Το πλαίσιο του Ethernet τροποποιήθηκε για την υποστήριξη VLAN. Μόνο οι μεταγωγείς που υποστηρίζουν VLAN χρειάζεται να ξέρουν αυτή την τροποποίηση ώστε να επαναφέρουν το πλαίσιο στο format του Ethernet που γνωρίζουν οι κάρτες δικτύου και να το δρομολογούν στη σωστή θύρα.

