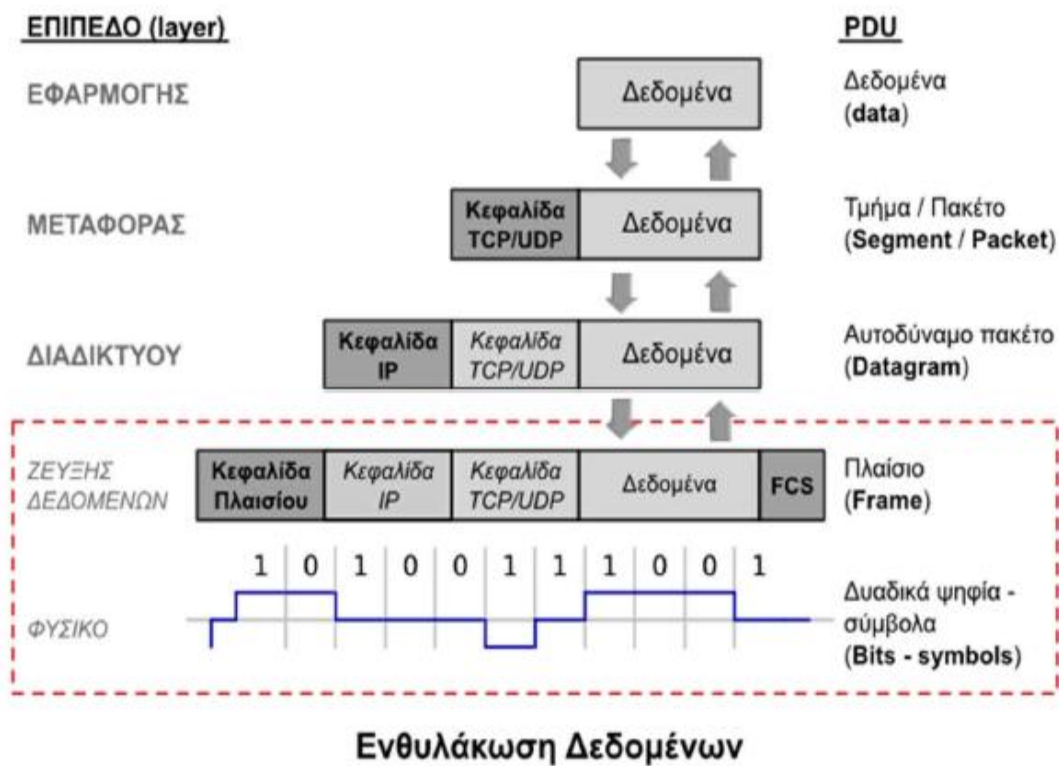


ΤΟΠΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ – ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ (TCP/IP)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΡΟΣΒΑΣΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ



2.1 ΦΥΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ - ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το Φυσικό Επίπεδο

ασχολείται με

- **τη μετάδοση των bit (1 | 0)** μέσω του φυσικού μέσου το οποίο μπορεί να είναι καλώδιο, οπτική ίνα ή ασύρματη ζεύξη. (Τα bit κωδικοποιούνται ως ηλεκτρικά, οπτικά ή ηλεκτρομαγνητικά σήματα).
- **τα ηλεκτρικά, μηχανικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά των διεπαφών** (interfaces), το είδος και τα χαρακτηριστικά του φυσικού μέσου, τον τύπο του συνδετήρα (connector),
- το ποιο σήμα αναπαριστά το 1 και ποιο το 0 καθώς, πόση είναι διάρκεια του παλμού
- Πότε ξεκινά και πότε τελειώνει η μετάδοση καθώς και με το συγχρονισμό των συσκευών.

Γενικά μιλώντας, αναφέρεται σε χειροπιαστά-φυσικά πράγματα.

Επίπεδο Ζεύξης ή Σύνδεσης Δεδομένων

Έχει σαν σκοπό να κάνει αξιόπιστη τη φυσική γραμμή σύνδεσης μεταξύ δύο σταθμών

Είναι υπεύθυνο για τις πιο κάτω ενέργειες:

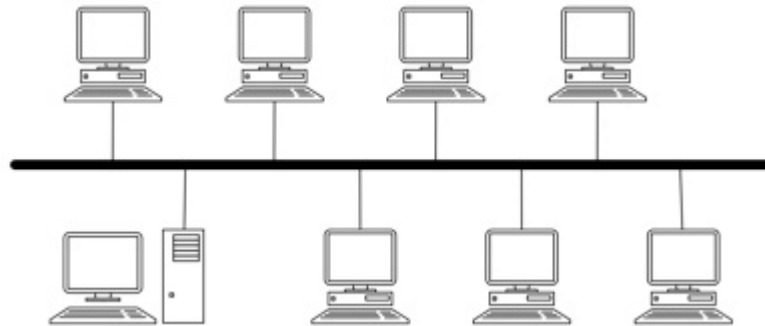
- Παραλαμβάνει το πακέτο από το επίπεδο διαδικτύου(δικτύου) και σχηματίζει το πλαίσιο.
- Ελέγχει τα σφάλματα και ενίοτε ζητά την επαναεκπομπή των κατεστραμμένων δεδομένων.
- Ελέγχει πότε είναι ελεύθερο το μέσο για να ξεκινήσει η εκπομπή ώστε να μην έχουμε σύγκρουση.
- Μεταβάλλει τη ροή των πλαισίων ανάλογα με τους ρυθμούς που μπορεί να δεχθεί ο παραλήπτης.

Το επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου

- Το μοντέλο TCP/IP δεν ξεχωρίζει τα επίπεδα Σύνδεσης (Ζεύξης) δεδομένων και Φυσικό επίπεδο αλλά τα βλέπει σαν ενιαίο επίπεδο που το ονομάζουμε επίπεδο **Πρόσβασης Δικτύου**.
- Το επίπεδο περιλαμβάνει τα στοιχεία φυσικών συνδέσεων : καλώδια, αναμεταδότες, κάρτες δικτύου, πρωτόκολλα πρόσβασης τοπικών δικτύων και προσφέρει υπηρεσίες στο ανώτερο επίπεδο.
- Το μοντέλο TCP/IP δεν προδιαγράφει το επίπεδο πρόσβασης. Συνεπώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε τεχνολογία φυσικής σύνδεσης (πχ δικτυα με Κινητά, tablet, P win, PC mac, PC linux κλπ). Το μόνο που απαιτείται είναι να παραδίδει στο επίπεδο δικτύου (διαδικτύου) πακέτο όπως αυτό προδιαγράφεται από το μοντέλο TCP/IP.

2.2 Η πρόσβαση στο μέσο

- Σε όλα τα δίκτυα υπάρχουν πολλοί υπολογιστές που μοιράζονται το ίδιο μέσο μεταφοράς δεδομένων



Βασικό πρόβλημα

- Κατά την εισαγωγή των δεδομένων να μη γίνει σύγκρουση με άλλα
- Να εξασφαλιστεί ότι τα λαμβανόμενα δεδομένα δεν κατεστράφησαν από σύγκρουση κατά τη μετάδοση

Μέθοδος προσπέλασης: Το σύνολο των κανόνων που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα εισάγονται στο καλώδιο.

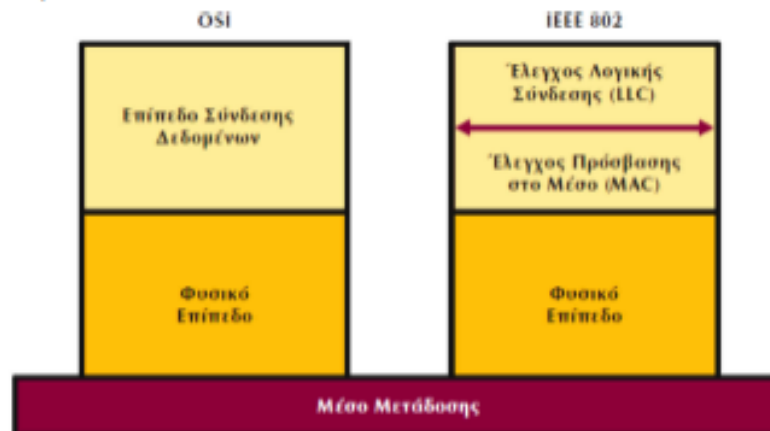
- Οι μέθοδοι προσπέλασης πρέπει να είναι ίδιες σε ένα δίκτυο.
- Γενικά οι μέθοδοι προσπέλασης εμποδίζουν την ταυτόχρονη εισαγωγή δεδομένων στο μέσο μεταφοράς.
- Εξασφαλίζοντας ότι μόνο ένας υπολογιστής τη φορά θα μπορεί να στείλει δεδομένα οι μέθοδοι προσπέλασης κρατούν οργανωμένες τις διαδικασίες αποστολής και λήψης δεδομένων.

Τρόποι αποφυγής ταυτόχρονης χρήσης του μέσου μεταφοράς:

- Μέθοδοι **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess (ακρόασης φέροντος πολλαπλής πρόσβασης)
 - Με ανίχνευση σύγκρουσης (**C**ollision **D**etection) CSMA/CD
 - Με αποφυγή σύγκρουσης (**C**ollision **A**voidance)CSMA/CA
- Μέθοδος token passing (πέρασμα κουπονιού) με δυνατότητα μεμονωμένης αποστολής δεδομένων
- Μέθοδος απαίτησης προτεραιότητας

Πρότυπα Τοπικών Δικτύων

- Η υλοποίηση των 2 κατώτερων επιπέδων (Ζεύξης δεδομένων και Φυσικό) γίνεται από συνδυασμό υλικού και λογισμικού.
- Από IEEE η τυποποίηση – πρότυπα
 - Επιτροπή 802
 - Χωρίστηκε το επίπεδο Ζεύξης σε 2 υποεπίπεδα
 - LLC -> 802.2
 - MAC -> 802.3, 802.4, 802.5 ...



Σχήμα 2.2.α: Σχέση μοντέλων αναφοράς OSI και IEEE 8.

2.2.1 Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης LLC – 802.2

- Είναι ανώτερο του υποεπιπέδου πρόσβασης (MAC) και κοινό στις διάφορες μεθόδους πρόσβασης.
- Παρέχει τις παρακάτω υπηρεσίες:
 - Υπηρεσία με σύνδεση
 - Χειραψία – έναρξη σύνδεσης
 - Εκπομπή πλαισίου
 - Επιβεβαίωση λήψης
 - Τερματισμός σύνδεσης
 - Υπηρεσία με επιβεβαίωση λήψης χωρίς σύνδεση
 - Εκπομπή πλαισίου
 - Επιβεβαίωση λήψης
 - Υπηρεσία χωρίς σύνδεση και χωρίς επιβεβαίωση.
 - Εκπομπή πλαισίου

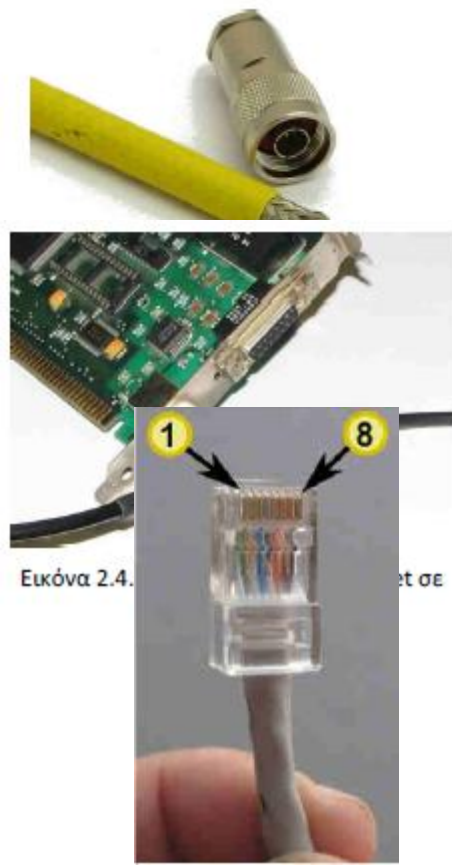
2.4 Δίκτυα Ethernet (10/100/1000Mbps)

Βασικά πρότυπα IEEE802.3

- Κωδικοποίηση των βασικών προτύπων
- X Base/Broadband/ Y
 - X: η ταχύτητα μετάδοσης
 - Base/Broadband : ο τύπος σηματοδοσίας, βασικής/ευρείας ζώνης
 - Y : μέγιστο μήκος του τμήματος

Τύπος Δικτύου	Μέσο Μετάδοσης	Μέθοδος Σηματοδοσίας	Ρυθμός Δεδομένων	Μέγιστο μήκος τμήματος	Τοπολογία
10Base5	Ομοαξονικό 50 Ohm thick	Βασικής ζώνης	10 Mbps	500 m	Αρτηρίας
10Base2	Ομοαξονικό 50 Ohm thin (RG 58)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	185 m	Αρτηρίας
1Base5	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής ζώνης	1 Mbps	250 m	Αστέρα
10BaseT	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	100 m	Αστέρα
10Broad36	Ομοαξονικό 75 Ohm	Ευρυζωνική	10 Mbps	3600 m	Αρτηρίας

Πίνακας 2.4.α: Βασικά πρότυπα του IEEE 802.3 και τα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 2.4.α: Βασικά πρότυπα του IEEE 802.3 και τα χαρακτηριστικά τους.

Fiber Ethernet

- 10Base F: δημιουργήθηκε για διασύνδεση μέσω επαναληπτών με οπτική ίνα (συνήθως διπλή πολύτροπη 62/125μm με υπέρυθρα led)
- 10Base FL : < 2Km
- Χρησιμοποιείται:
 - Για αποστάσεις <2Km
 - Σε περιοχές με αυξημένο ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο

Ethernet υψηλών ταχυτήτων

Νέα πρότυπα:

- IEEE 802.3u (Fast Ethernet)
- IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet)

IEEE 802.3u (Fast Ethernet)

Τύπος δικτύου	Μέσο μετάδοσης	Πλήθος ζευγών καλωδίων	Απόσταση μετάδοσης	
100Base-TX	UTP καλώδιο cat5 ή STP	2 ζεύγη (1 προς κάθε κατεύθυνση)	100 μ	Αμφίδρομη μετάδοση δεδομένων
100Base-T4	UTP >cat3	4 ζεύγη (3 για δεδομένα 1 για αναγνώριση συγκρούσεων)	100μ	Όχι αμφίδρομη μετάδοση δεδομένων
100Base-FX	Πολύτροπη οπτική ινα (62,5/125mm)	Διπλή	412μ	Half duplex
			2Km	Full duplex
	Μονότροπη οπτική ινα		25Km	

IEEE 802.3z (Gigabit Ethernet)

ΟΝΟΜΑ	ΜΕΣΟ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ	ΜΕΓΙΣΤΟ ΜΗΚΟΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
1000Base-SX	ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ	550 m	Πολύτροπη (50 μm)
1000Base-LX	ΟΠΤΙΚΗ ΙΝΑ	5000 m	Μονότροπη (9 μm)
1000Base-CX	ΧΑΛΚΙΝΟ ΚΑΛΩΔΙΟ - 2 ΖΕΥΓΗ STP (Θωρακισμένο συνεστραμμένο)	25 m	STP
1000Base-T	ΧΑΛΚΙΝΟ ΚΑΛΩΔΙΟ - 4 ΖΕΥΓΗ UTP (Αθωράκιστο συνεστραμμένο)	100 m	Cat. 5 UTP

Πίνακας 2.4.β. Βασικά πρότυπα του IEEE 802.3z και τα χαρακτηριστικά τους.

2.4.2 Διευθύνσεις Ελέγχου πρόσβασης στο Μέσο (MAC) – Δομή πλαισίου Ethernet

Φυσική διεύθυνση και δομή πλαισίου του Ethernet

- Κάθε κόμβος σε ένα δίκτυο έχει μια φυσική διεύθυνση ή διεύθυνση υλικού (Hardware Address) ώστε να αναγνωρίζεται μοναδικά σε όλο το δίκτυο. Αναφέρεται και ως διεύθυνση MAC.
- Η διεύθυνση MAC είναι χαρακτηριστικό της κάρτας δικτύου
- Είναι ένας δυαδικός αριθμός 48bit

10 δικο	16 δικο	2 αδικο
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	a	1010
11	b	1011
12	c	1100
13	d	1101
14	e	1110
15	f	1111

Τρόπος παρουσίασης της MAC

- Γράφεται στο 16αδικό σύστημα ως 6 διψήφιοι αριθμοί χωρισμένοι με : ή -

Πχ $(74:ea:3a:cd:06:40)_{16}$

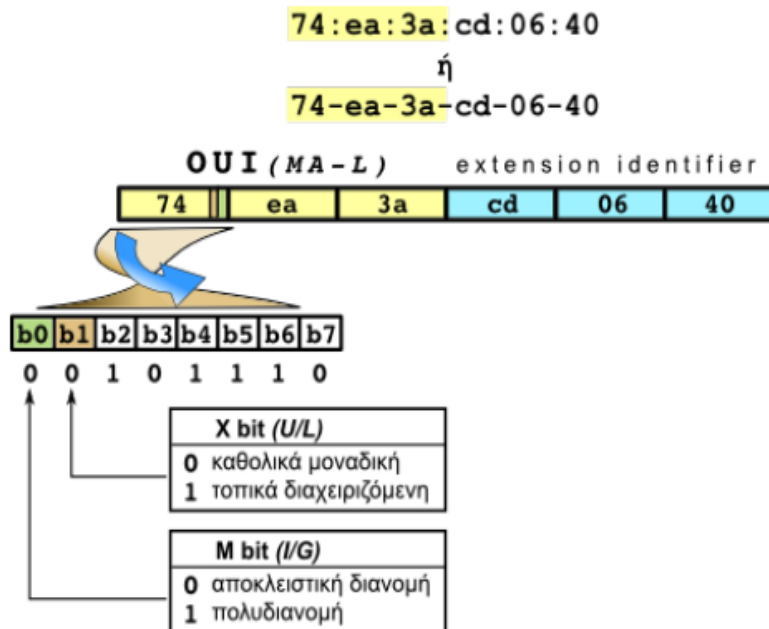
$(74-ea-3a-cd-06-40)_{16}$

ή

$(01110100:11101010:00111010:11001101:00000110:01000000)_2$

Δομή διεύθυνσης MAC

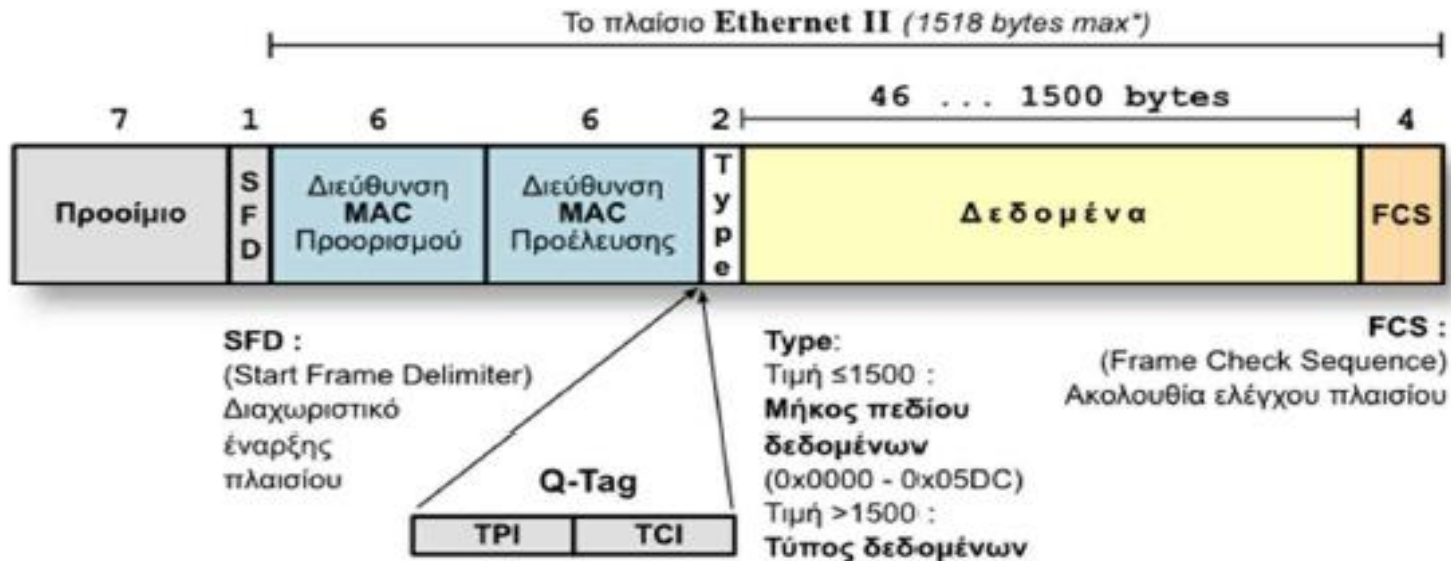
- Αποτελούνται από δυο μέρη των 24ων bit. Το πρώτο μέρος το οποίο ονομάζεται (μοναδική) **Ταυτότητα του Οργανισμού (OUI - Organizational Unique Identifier)**, χορηγείται από το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών και διατίθεται αποκλειστικά στον κατασκευαστή υλικού. Το δεύτερο μέρος το προσδιορίζει ο κατασκευαστής υλικού.
- στο Ethernet αποστέλλεται το πιο σημαντικό byte (MSB) πρώτα, αλλά για κάθε byte, πρώτα το λιγότερο σημαντικό bit (LSBit). Ο τρόπος αποστολής, αυτός, χαρακτηρίζεται Little Endian σε επίπεδο bit.



Ειδικά ψηφία της διεύθυνσης MAC

- Τα δύο πρώτα bit (b0 και b1) του MSB της διεύθυνσης έχουν ειδική σημασία.
- Το πρώτο (b0) είναι το **M bit** ή I/G (Individual/Group). Όταν είναι 1 σημαίνει ότι η διεύθυνση αφορά πολλούς αποδέκτες, είναι **πολυδιανομής** (Multicast), αλλιώς αφορά έναν αποδέκτη.
- Το δεύτερο (b1) είναι το **X bit** ή U/L (Universal/Local). Όταν είναι 1 σημαίνει ότι η διεύθυνση είναι **τοπικά διαχειριζόμενη**, αλλιώς είναι καθολικά μοναδική.
- Ειδική περίπτωση είναι η διεύθυνση με όλα τα ψηφία 1, ή ff-ff-ff-ff-ff-ff η οποία είναι διεύθυνση εκπομπής. Πλαίσιο με διεύθυνση προορισμού την ff-ff-ff-ff-ff-ff αφορά όλους τους κόμβους όσους ανήκουν δηλαδή στο ίδιο τοπικό δίκτυο.

Δομή του πλαισίου Ethernet



Εικόνα 2.4.2.β: Δομή πλαισίου Ethernet

- **Προοίμιο:** 7 byte με μορφή 0101 0101 (0x55) για συντονισμό.
- **SFD:** 1 byte με τιμή 1101 0101 (0xD5) σηματοδοτεί την αρχή του πλαισίου

- **Διεύθυνση MAC προορισμού** 6 Byte
- **Διεύθυνση MAC προέλευσης** 6 Byte
- **Type:** 2 byte που
 - αν έχουν τιμή μικρότερη ή ίση του $(1500)_{10}$ δηλώνουν το μήκος των δεδομένων
 - Αν έχουν τιμή $> (1500)_{10}$ δηλώνει το είδος των δεδομένων ή ποιο πρωτόκολλο του πιο πάνω επιπέδου αφορούν
- **Δεδομένα** 46 – 1500 Byte
- **FCS:** 4 byte ελέγχου σφαλμάτων που προκύπτουν από τον αλγόριθμο CRC-32

- **InterPacketGap (IPG):** 96bit **παύση** ώστε να προλάβει να ετοιμαστεί ο παραλήπτης για επόμενο πλαίσιο

Μέγιστο και ελάχιστο μήκος πλαισίου και δεδομένων

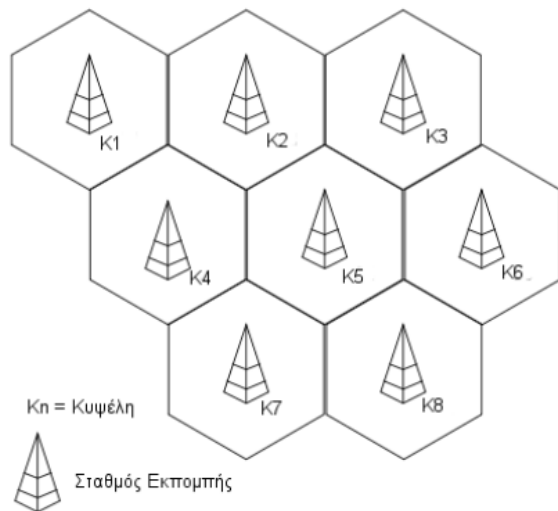
- Μήκος επικεφαλίδας 18 bytes
- Μέγιστο μήκος δεδομένων 1500 bytes = Μέγιστη μονάδα Εκπομπής (**MTU**)
- Ελάχιστο μήκος δεδομένων 46 bytes
- Μέγιστο μήκος πλαισίου 1518 bytes
- Ελάχιστο μήκος πλαισίου 64 bytes (18 επικεφαλίδα + 46 δεδομένα)

2.5 Ασύρματα Δίκτυα

- Ένα ασύρματο δίκτυο είναι ένα δίκτυο το οποίο δεν χρησιμοποιεί καλώδια για τις συνδέσεις των διαφόρων συσκευών που δικτυώνονται σε αυτό. Αντί του καλωδίου χρησιμοποιείται η μετάδοση ειδικά διαμορφωμένων οπτικών, υπέρυθρων ή ακόμα και ραδιοκυματικών σημάτων μέσω του αέρα.

Κυψελοειδή δίκτυα

- Κάθε δίκτυο καλύπτει μια περιοχή που ονομάζεται κυψέλη (cell) χρησιμοποιώντας ένα σταθμό βάσης – εκπομπής (Base Station) και πολλούς ασύρματους χρήστες-δέκτες. Αντίστοιχα, κάθε κυψέλη καλύπτει με ασύρματο σήμα μια περίπου εξαγωνική ή κυκλική περιοχή και πολλές κυψέλες μαζί καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις με ασύρματο σήμα.

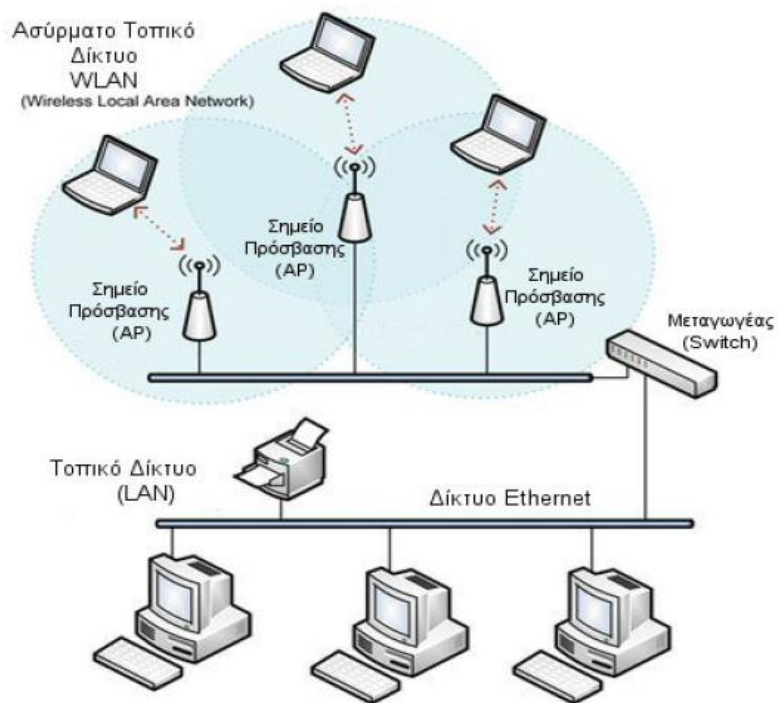


Ασύρματο τοπικό δίκτυο WLAN

- Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN, Wireless Local Area Network) είναι τα δίκτυα που επιτρέπουν σε ένα χρήστη κινητής συσκευής, όπως είναι ένας φορητός υπολογιστής, ένα έξυπνο τηλέφωνο ή ένα tablet, να συνδέονται σε ένα τοπικό δίκτυο (LAN) μέσω μιας ασύρματης σύνδεσης που χρησιμοποιεί υψηλής συχνότητας ραδιοκύματα.

Ασύρματο τοπικό δίκτυο WLAN

- Η σύνδεση των φορητών συσκευών στο δίκτυο γίνεται μέσω των ασύρματων σημείων πρόσβασης (Access Points- Aps).
- Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, ένα σύστημα από τρία (3) APs σχηματίζουν ένα WLAN και επιτρέπουν σε φορητές συσκευές, εντός εμβέλειας του σήματος, να συνδεθούν με αυτά. Τα σημεία πρόσβασης συνδέονται ενσύρματα με έναν μεταγωγέα (switch) και στη συνέχεια με το ενσύρματο τοπικό δίκτυο (LAN).



Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point, AP)

- Είναι μια συσκευή που αναλαμβάνει τη λειτουργία της ραδιοεπικοινωνίας με τους ασύρματους σταθμούς σε μια κυψέλη. Η συσκευή αυτή μπορεί να είναι:
 - εξωτερική, συνδεόμενη ενσύρματα με ένα δρομολογητή,
 - εσωτερική μονάδα σε ένα δρομολογητή ή
 - υλοποιείται με χρήση λογισμικού και μιας κάρτας PCI σε ένα Η/Υ.
- Λειτουργεί σαν σταθμός βάσης συγκεντρώνοντας την κίνηση από τους ασύρματους σταθμούς και κατευθύνοντας την προς το υπόλοιπο δίκτυο.
- Αναλαμβάνει την **αυθεντικοποίηση** ενός καινούργιου σταθμού που ζητά πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο και την **συσχέτιση** μαζί του.

Πρωτόκολλο IEEE 802.11

- Υλοποιείται ασύρματα τοπικά δίκτυα
- Διαιρείται σε μια ομάδα προτύπων ασύρματης δικτύωσης (εκδόσεις "a" έως "n")
- Περιγράφει τη συνεργασία των συσκευών και των εφαρμογών στο **φυσικό επίπεδο** και το **επίπεδο σύνδεσης δεδομένων**
- Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Ethernet και το CSMA/CA (carrier sense multiple access with collision avoidance) για διαμοιρασμό του καναλιού
- Χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση με τους αλγορίθμους WEP, WPA και WPA2 για προστασία υποκλοπής των δεδομένων

Πρωτόκολλο IEEE 802.11

- Τα πιο γνωστά πρότυπα αυτού του πρωτοκόλλου, οι ρυθμοί μετάδοσής τους και οι συχνότητες που υποστηρίζει το κάθε ένα από αυτά φαίνονται στον παρακάτω πίνακα

Πρότυπο IEEE	Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης	Συχνότητες
802.11	1 Mbps/2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	11 Mbps	5 GHz
802.11b	5.5 Mbps/11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	600 Mbps	2.4 GHz & 5 GHz