

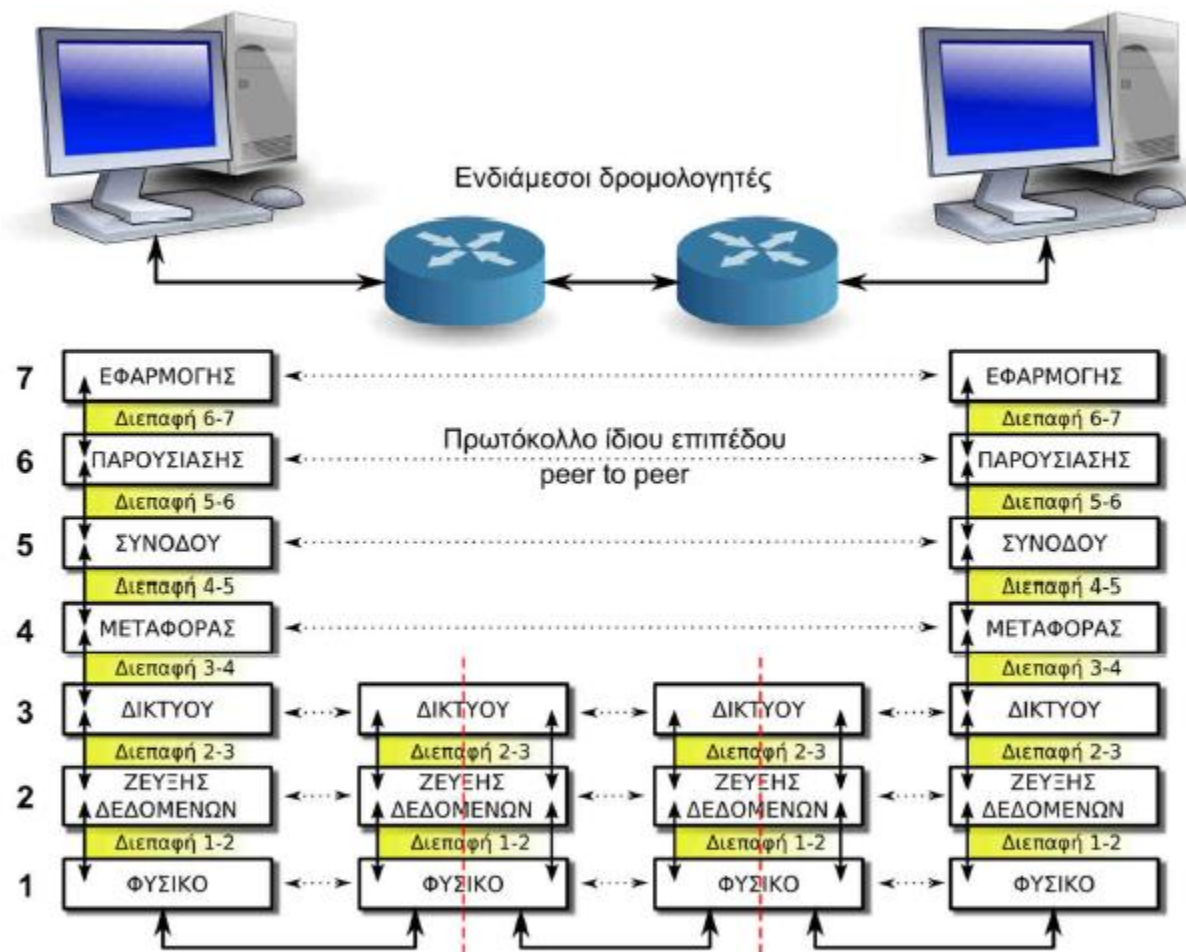
Τοπικά δίκτυα – επίπεδο πρόσβασης δικτύου (tcp/ip)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

1.2.1 Το μοντέλο αναφοράς για τη Διασύνδεση Ανοικτών Συστημάτων (OSI)

Μοντέλο αναφοράς
διασύνδεσης ανοικτών συστημάτων (OSI)
(ISO/IEC 7498-1:1994)

7°	ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	Παροχή υπηρεσιών στις εφαρμογές του χρήστη
6°	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ	Μετάφραση/μετατροπή, κρυπτογράφηση αποκρυπτογράφηση, συμπίεση δεδομένων
5°	ΣΥΝΟΔΟΥ	Διαχείριση συνόδου, είσοδος/έξοδος του χρήστη
4°	ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ	Επικοινωνία από άκρο σε άκρο μεταξύ προγραμμάτων/διεργασιών
3°	ΔΙΚΤΥΟΥ	Λογική διευθυνσιοδότηση, δρομολόγηση
2°	ΖΕΥΞΗΣ (ΣΥΝΔΕΣΗΣ) ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	Φυσική διευθυνσιοδότηση, Εκπομπή και λήψη πλαισίων, βασικός έλεγχος ασφαλείας
1°	ΦΥΣΙΚΟ	Κωδικοποίηση σημάτων, φυσικά μέσα συνδετήρες (connectors)



Εικόνα 1.2.1.β: Διαστρωματωμένη αρχιτεκτονική, διεπαφές και ομότιμα επίπεδα

Μοντέλο OSI

(ISO/IEC 7498-1:1994)

7°

ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

6°

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗΣ

5°

ΣΥΝΟΔΟΥ

4°

ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

3°

ΔΙΚΤΥΟΥ

2°

ΖΕΥΞΗΣ (ΣΥΝΔΕΣΗΣ)
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

1°

ΦΥΣΙΚΟ

Μοντέλο TCP/IP

(rfc1122)

ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

HTTP, FTP, SMTP, ...

ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

TCP / UDP

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

IP

ΔΙΕΠΑΦΗ
ΔΙΚΤΥΟΥ

ΖΕΥΞΗΣ (ΣΥΝΔΕΣΗΣ)
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΦΥΣΙΚΟ

Μοντέλο OSI

Επίπεδο Εφαρμογής
Επίπεδο Παρουσίασης
Επίπεδο Συνόδου
Επίπεδο Μεταφοράς
Επίπεδο Δικτύου
Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων
Φυσικό Επίπεδο

Μοντέλο TCP/IP (Internet)

Επίπεδο Εφαρμογής
Επίπεδο Μεταφοράς
Επίπεδο Δικτύου
Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου (Φυσικές Συνδέσεις)

Σχήμα 2.1.α: Μοντέλα OSI και TCP/IP.

ΕΠΙΠΕΔΟ (layer)

ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

PDU

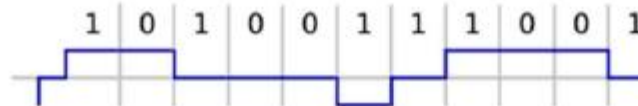
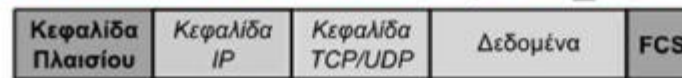
Δεδομένα
(data)

Τμήμα / Πακέτο
(Segment / Packet)

Αυτοδύναμο πακέτο
(Datagram)

ΖΕΥΞΗΣ
ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

ΦΥΣΙΚΟ



Πλαίσιο
(Frame)

Δυαδικά ψηφία -
σύμβολα
(Bits - symbols)

Ενθυλάκωση Δεδομένων

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:

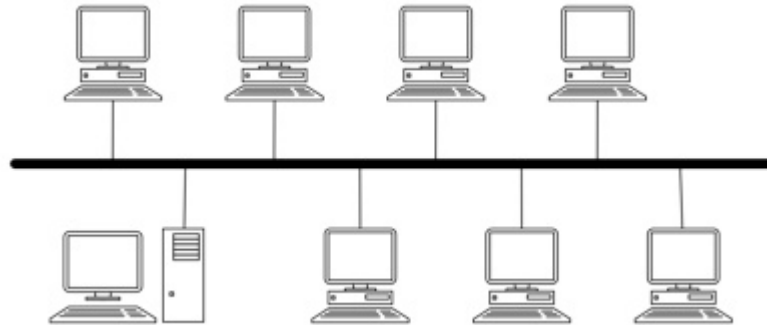
- Παραλαμβάνει το πακέτο από το επίπεδο διαδικτύου(δικτύου) και σχηματίζει το πλαίσιο.
- Ελέγχει τα σφάλματα και ενίοτε ζητά την επαναεκπομπή των κατεστραμμένων δεδομένων.
- Ελέγχει πότε είναι ελεύθερο το μέσο για να ξεκινήσει η εκπομπή ώστε να μην έχουμε σύγκρουση.
- Μεταβάλλει τη ροή των πλαισίων ανάλογα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

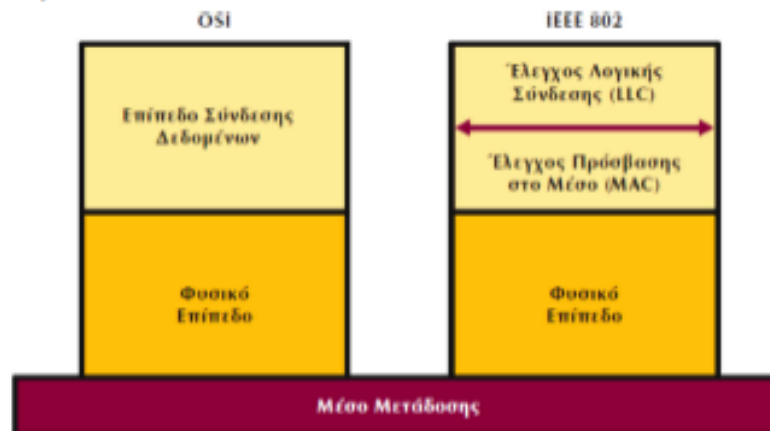
- Κατά την εισαγωγή των δεδομένων να μη γίνει σύγκρουση με άλλα
- Να εξασφαλιστεί ότι τα λαμβανόμενα δεδομένα δεν κατεστράφησαν από σύγκρουση κατά τη μετάδοση

Τρόποι αποφυγής ταυτόχρονης χρήσης του μέσου

- Μέθοδοι **C**arrier **S**ense **M**ultiple **A**ccess (ακρόασης φέροντος πολλαπλής πρόσβασης)
 - Με ανίχνευση σύγκρουσης (**C**ollision **D**etection)
 - Με αποφυγή σύγκρουσης (**C**ollision **A**voidance)
- Μέθοδος token passing
- 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.

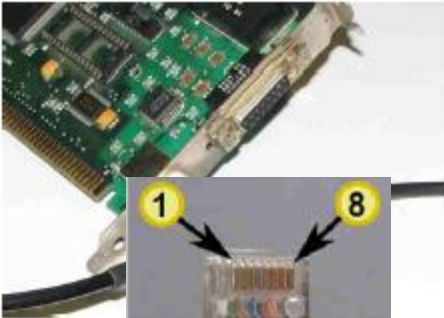
2.2.1 Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης LLC – 802.2

- 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
 - 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.

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	
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



Φυσική διεύθυνση και δομή πλαισίου του Ethernet

- Κάθε κάρτα δικτύου έχει μια φυσική διεύθυνση (MAC)
- Είναι ένας δυαδικός αριθμός 48bit

10 δικο	16 δικο	2 δικο
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

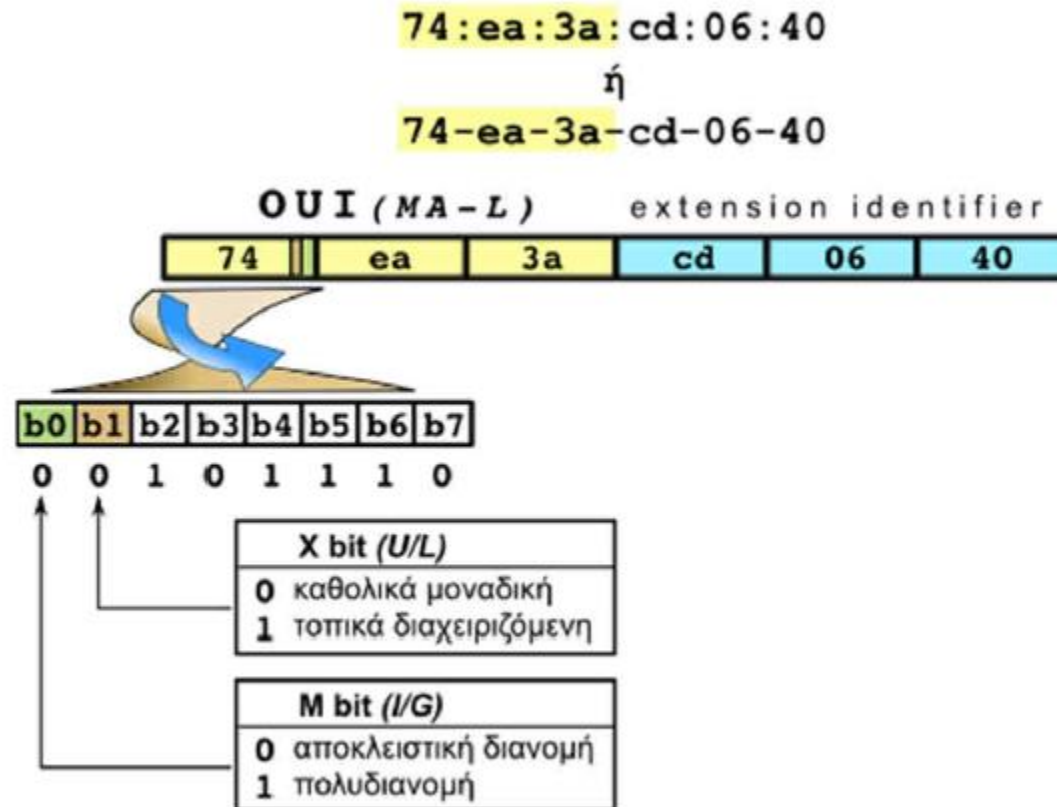
- Γράφεται στο 16δικό σύστημα ως 6 διψήφιοι αριθμοί χωρισμένοι με (:) :

Πχ (74:ea:3a:cd:06:40)₁₆

ή

(01110100:11101010:00111010:11001101:00000110:01000000)₂

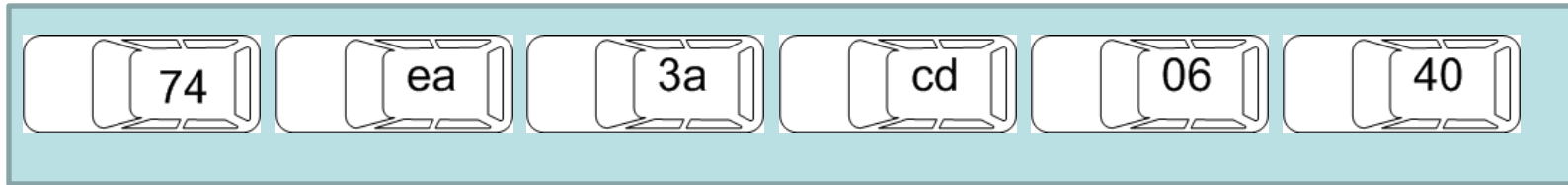
Δομή διεύθυνσης MAC



Εικόνα 2.4.2.α: Δομή διεύθυνσης MAC στο Ethernet

Προσομοίωση εξόδου των byte από τη κάρτα δικτύου (τρόπος αποστολής Little Endian)

Προσωρινός Καταχωρητής της κάρτας δικτύου (Buffer)



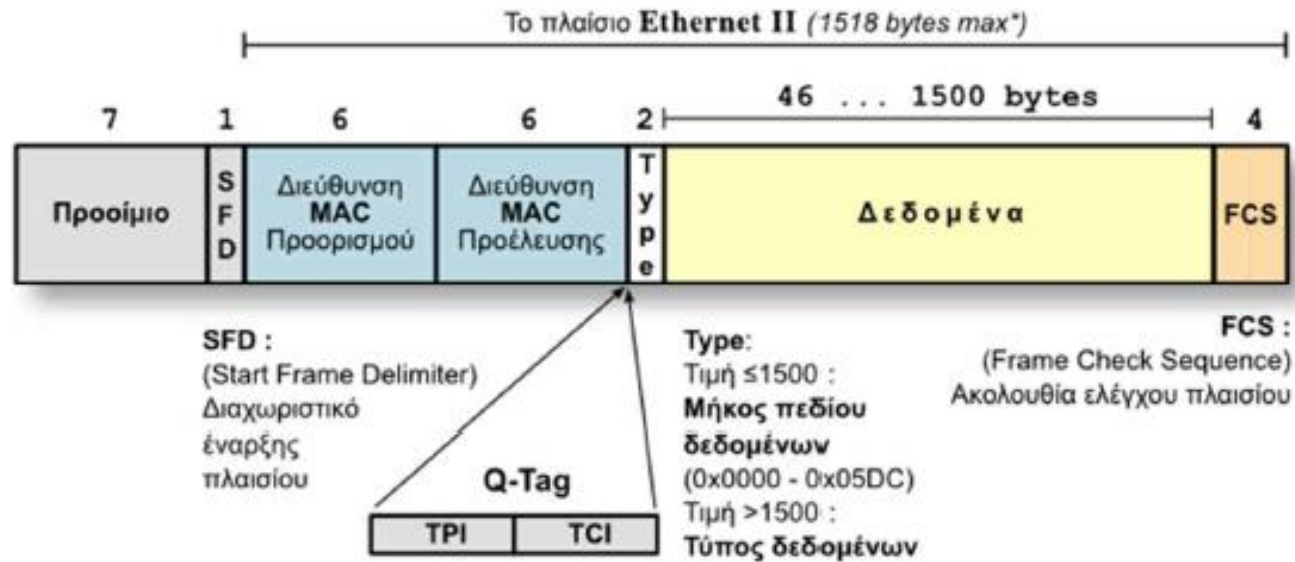
BUS εξόδου από κάρτα δικτύου

Προσέξτε : Τα αυτοκίνητα κινούνται με την όπισθεν στην έξοδο?

Ποιο bit από κάθε byte βγαίνει πρώτο?

Το σημαντικότερο (πρώτο από αριστερά) η το λιγότερο σημαντικό (τελευταίο δεξιά)?

Δομή του πλαισίου



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
 - **Type:** 2 byte που
 - αν έχουν τιμή μικρότερη του $(1500)_{10}$ δηλώνουν το μήκος των δεδομένων
 - Αν έχουν τιμή $> (1500)_{10}$ δηλώνει το είδος των δεδομένων ή ποιο πρωτόκολλο του πιο πάνω επίπεδο αφορούν
 - **FCS:** 4 byte ελέγχου που προκύπτουν από τον αλγόριθμο CRC-32
 - **InterPacketGap(IPG):** 96bit **παύση** ώστε να προλάβει να ετοιμαστεί ο παραλήπτης για άλλο πλαίσιο.

- 
- **Μήκος επικεφαλίδας** (χωρίς το προοίμιο και το SFD) 18bytes
 - Μέγιστο μήκος δεδομένων 1500 bytes
= Μέγιστη μονάδα Εκπομπής (**MTU**)
 - Μέγιστο μήκος πλαισίου (χωρίς το προοίμιο και το SFD) = 1518 bytes
 - **Ελάχιστο μήκος πλαισίου** 64bytes
(18επικεφαλίδα + 46δεδομενα)