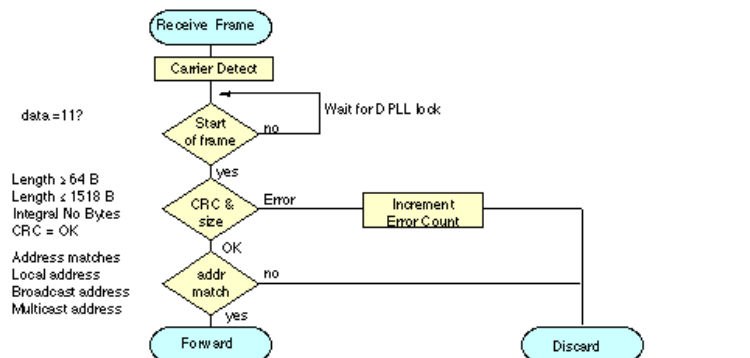


Επαναληπτικό μάθημα επί των αρχών λειτουργίας του Διαδικτύου

Δρ. Κωνσταντίνος Σ. Χειλάς

Ethernet



Ένα πλαίσιο (frame) Ethernet

```

00 d0 06 99 18 28 00 02    b3 0b 86 15 08 00 45 00
00 3c 47 1f 00 00 80 01    47 9b 9b cf 3a 04 9b cf
3a 64 08 00 2c 5c 02 00    1f 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e    6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67    68 69 97 17 06 dc
    
```

Η επικεφαλίδα του IP

0	15		16	31
Version	IHL	T.o.S.	Size - of - datagram	
Identification		Flag	Fragmentation Offset	
TTL	Protocol		Header checksum	
Source IP Address				
Destination IP Address				
Options				
·				
·				
Data				
·				

0			15	16			31
Version	IHL	T.o.S	Size - of - datagram				
Identification			Flag	Fragmentation Offset			
TTL	Protocol	Header checksum					
Source IP Address							
Destination IP Address							
Options							
Data							

00 d0 06 99 18 28 00 02 b3 0b 86 15 08 00 45 00
00 3c 47 1f 00 00 80 01 47 9b 9b cf 3a 04 9b cf
3a 64 08 00 2c 5c 02 00 1f 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67 68 69 97 17 06 dc

- **Version:** είναι συνήθως 4, που είναι η τρέχουσα έκδοση του IP
- **IHL - IP Header Length:** ο αριθμός των 32-bit λέξεων που αποτελούν την επικεφαλίδα (συνήθως είναι 5)
- **ToS - Type of Service**, πλέον γνωστό ως **Differentiated Services Code Point (DSCP)**. Συνήθως είναι 0, αλλά ενδέχεται να χρειάζεται συγκεκριμένη ποιότητα υπηρεσίας (Quality of Service) από το δίκτυο. Το DSCP ορίζει ένα σετ από κλάσεις υπηρεσίας (class of service).
- **Size of Datagram:** Μετρείται σε bytes. Είναι το συνολικό μέγεθος του πακέτου (επικεφαλίδα + δεδομένα).

0			15	16			31
Version	IHL	T.o.S	Size - of - datagram				
Identification			Flag	Fragmentation Offset			
TTL	Protocol	Header checksum					
Source IP Address							
Destination IP Address							
Options							
Data							

00 d0 06 99 18 28 00 02 b3 0b 86 15 08 00 45 00
00 3c 47 1f 00 00 80 01 47 9b 9b cf 3a 04 9b cf
3a 64 08 00 2c 5c 02 00 1f 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e 6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67 68 69 97 17 06 dc

- **Identification:** Ένας αριθμός μεγέθους 16-bit που μαζί με τη διεύθυνση του αποστολέα προσδιορίζει μοναδικά κάθε πακέτο. Χρησιμοποιείται στην περίπτωση κατακερματισμού (fragmentation) ενός datagram σε μικρότερα πακέτα, ώστε ο δέκτης να μπορεί στη συνέχεια να προσδιορίζει το κάθε τμήμα που φτάνει σε ποιο datagram ανήκει. **Όλα τα τμήματα ενός datagram έχουν τον ίδιο αριθμό identification.**
- **Flags:** Είναι μια ακολουθία από τρία bits (R, DF, MF) από τα οποία το πρώτο (R) δεν χρησιμοποιείται. Το bit DF – Don't Fragment δηλώνει την εντολή του αποστολέα προς κάθε δρομολογητή του δικτύου να μην κατακερματίσει αυτό το datagram. Πιθανόν επειδή ο παραλήπτης δεν έχει την ικανότητα επανασύνδεσης (reassembly) του. DF=0 σημαίνει ότι επιτρέπεται ο κατακερματισμός και DF=1 ότι δεν επιτρέπεται. Όταν το MF=1 (More Fragments) δηλώνει ότι ακολουθούν και άλλα τμήματα του κατακερματισμένου datagram. Το τελευταίο τμήμα έχει MF=0.
- **Fragmentation Offset:** Μετρείται σε **πολλαπλάσια των 8 byte** (64-bit). Το πεδίο διαθέτει 13bits άρα η μέγιστη τιμή του είναι $2^{13}=8.192$ ($8.192 \times 8 = 65.536$ bytes). Πρόκειται για έναν αριθμό που προσδιορίζει τη θέση του πακέτου μέσα στο αρχικό datagram (εφόσον έγινε fragmentation). Η τιμή του τίθεται από τον δρομολογητή που έκανε τον κατακερματισμό του και είναι η απόσταση του πακέτου από την αρχή του αρχικού datagram.

0	15	16	31
Version	IHL	T.o.S	Size - of - datagram
Identification		Flag	Fragmentation Offset
TTL	Protocol	Header checksum	
Source IP Address			
Destination IP Address			
Options			
Data			

```

00 d0 06 99 18 28 00 02    b3 0b 86 15 08 00 45 00
00 3c 47 1f 00 00 80 01    47 9b 9b cf 3a 04 9b cf
3a 64 08 00 2c 5c 02 00    1f 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e    6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67    68 69 97 17 06 dc

```

- Time To Live:** Προσδιορίζει το χρόνο ζωής του datagram. Μετριέται σε αριθμό αλμάτων μέσω δρομολογητών. Η αρχική του τιμή τίθεται από το πρωτόκολλο ανωτέρου επιπέδου που δημιουργεί το datagram. Η μέγιστη δυνατή αρχική τιμή είναι 255. Σε κάθε διέλευση του πακέτου από δρομολογητή ο αριθμός μειώνεται κατά ένα. Όταν γίνει 0 το datagram καταστρέφεται γιατί θεωρείται ότι έχει μπει σε μια διαδικασία ατέρμονου ταξιδιού μέσα στο δίκτυο χωρίς να βρίσκει τον προορισμό του.
- Protocol:** Δείχνει πιο είναι το πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς που χρησιμοποιείται, για παράδειγμα, 1 = ICMP, 2= IGMP, 6 = TCP, 17= UDP. Πρόκειται για το Service Access Point (SAP) μεταξύ του τετάρτου και τρίτου επιπέδου.
- Header Checksum:** Χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της ορθής μετάδοσης της επικεφαλίδας κι όχι ολόκληρου του πακέτου. Στην πραγματικότητα αναγνωρίζει τα σφάλματα που προέρχονται κατά την επεξεργασία των πακέτων μέσα στις συσκευές ενός δικτύου όπου δεν προστατεύονται από το έλεγχο σφαλμάτων, π.χ. CRC, που πραγματοποιείται στο επίπεδο σύνδεσης (link layer). Επειδή υπάρχουν πεδία που αλλάζουν κατά τη διέλευση των datagrams από τις διάφορες συσκευές του δικτύου (routers, bridges), π.χ. το TTL, το header checksum επαναπροσδιορίζεται σε κάθε κόμβο του δικτύου. Το checksum υπολογίζεται ως το συμπλήρωμα ως προς 1 (2's compliment), του αθροίσματος των ως προς 1 συμπληρωμάτων όλων των 16-bit λέξεων της επικεφαλίδας. Αν ο δέκτης διαπιστώσει κάποια ασυμφωνία της επικεφαλίδας με το checksum απορρίπτει το datagram.

0	15	16	31
Version	IHL	T.o.S	Size - of - datagram
Identification		Flag	Fragmentation Offset
TTL	Protocol	Header checksum	
Source IP Address			
Destination IP Address			
Options			
Data			

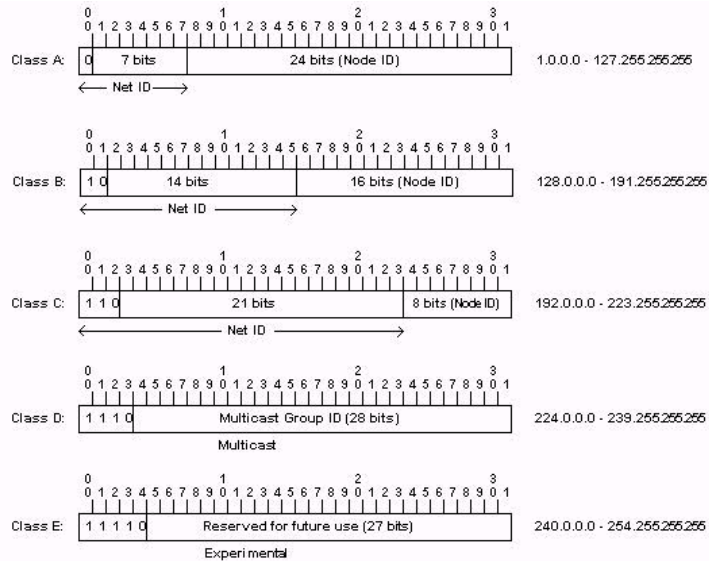
```

00 d0 06 99 18 28 00 02    b3 0b 86 15 08 00 45 00
00 3c 47 1f 00 00 80 01    47 9b 9b cf 3a 04 9b cf
3a 64 08 00 2c 5c 02 00    1f 00 61 62 63 64 65 66
67 68 69 6a 6b 6c 6d 6e    6f 70 71 72 73 74 75 76
77 61 62 63 64 65 66 67    68 69 97 17 06 dc

```

- Source Address:** Η IP διεύθυνση του αρχικού αποστολέα του πακέτου.
- Destination Address:** Η IP διεύθυνση του τελικού παραλήπτη του πακέτου. Παρατηρείστε το μέγεθος των δύο διευθύνσεων και αιτιολογείστε το.
- Options:** Συνήθως δεν χρησιμοποιείται. Η χρήση του αφορά σε διαγνωστικούς και διαχειριστικούς ελέγχους όπως η καταγραφή της διαδρομής, κατευθυνόμενη δρομολόγηση, ασφάλεια κ.α. Αν δεν χρησιμοποιείται ολόκληρο συμπληρώνεται με μηδενικά. Αν υπάρχει τότε το πεδίο IHL θα είναι >5 ώστε να δείχνει το μέγεθός του.

Κλάσεις



Μάσκα υποδικτύωσης

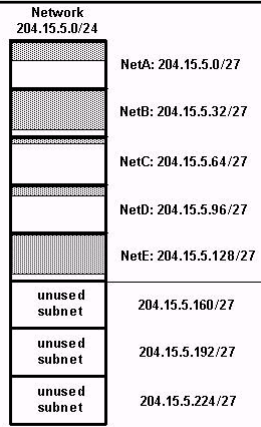
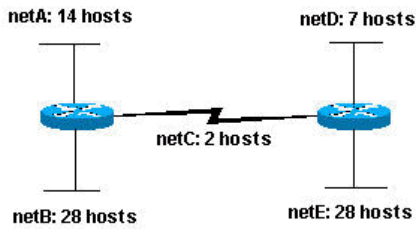
```

8.20.15.1 = 00001000.00010100.00001111.00000001
255.0.0.0 = 11111111.00000000.00000000.00000000
-----
          net id |          host id

netid = 00001000 = 8
hostid = 00010100.00001111.00000001 = 20.15.1
    
```

```

204.15.5.0   - 11001100.00001111.00000101.00000000
255.255.255.224 - 11111111.11111111.11111111.11100000
-----|sub|----
    
```

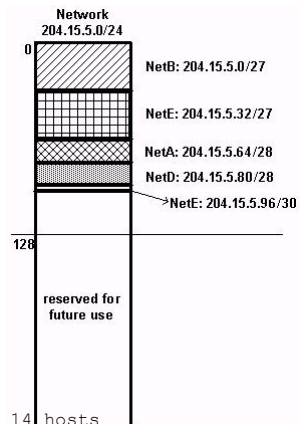
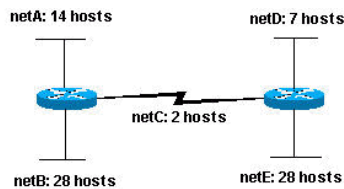


host addresses allocated
 host addresses unused

• 204.15.5.0/24

- netA: 204.15.5.0/27 host address range 1 to 30
- netB: 204.15.5.32/27 host address range 33 to 62
- netC: 204.15.5.64/27 host address range 65 to 94
- netD: 204.15.5.96/27 host address range 97 to 126
- netE: 204.15.5.128/27 host address range 129 to 158

VLSM



netA: requires a /28 (255.255.255.240) mask to support 14 hosts
 netB: requires a /27 (255.255.255.224) mask to support 28 hosts
 netC: requires a /30 (255.255.255.252) mask to support 2 hosts
 netD*: requires a /28 (255.255.255.240) mask to support 7 hosts
 netE: requires a /27 (255.255.255.224) mask to support 28 hosts

Αύρα

netB: 204.15.5.0/27 host address range 1 to 30
 netE: 204.15.5.32/27 host address range 33 to 62
 netA: 204.15.5.64/28 host address range 65 to 78
 netD: 204.15.5.80/28 host address range 81 to 94
 netC: 204.15.5.96/30 host address range 97 to 98

Παράδειγμα υποδικτυώσης

Δίκτυο: 200.133.175.0

Subnet mask: 255.255.255.0

Χρειάζομαι 12 δίκτυα. Αν δεσμεύσω 4 bits
μπορώ να κατασκευάσω $2^4-2=14$. Επομένως,

11111111.11111111.11111111.11110000

$2^4-2=14$ υποδίκτυα

$2^4-2=14$ hosts

Παράδειγμα υπερδικτύωσης supernetting

196.60.128.0	}	196.60.128.0 δίκτυο 255.255.252.0 subnet mask 196.60.131.255 broadcast
196.60.129.0		
196.60.130.0		
196.60.131.0		

Notation: 196.60.128.0/22

Οι ISPs χρησιμοποιούν supernetting της τάξης του /19