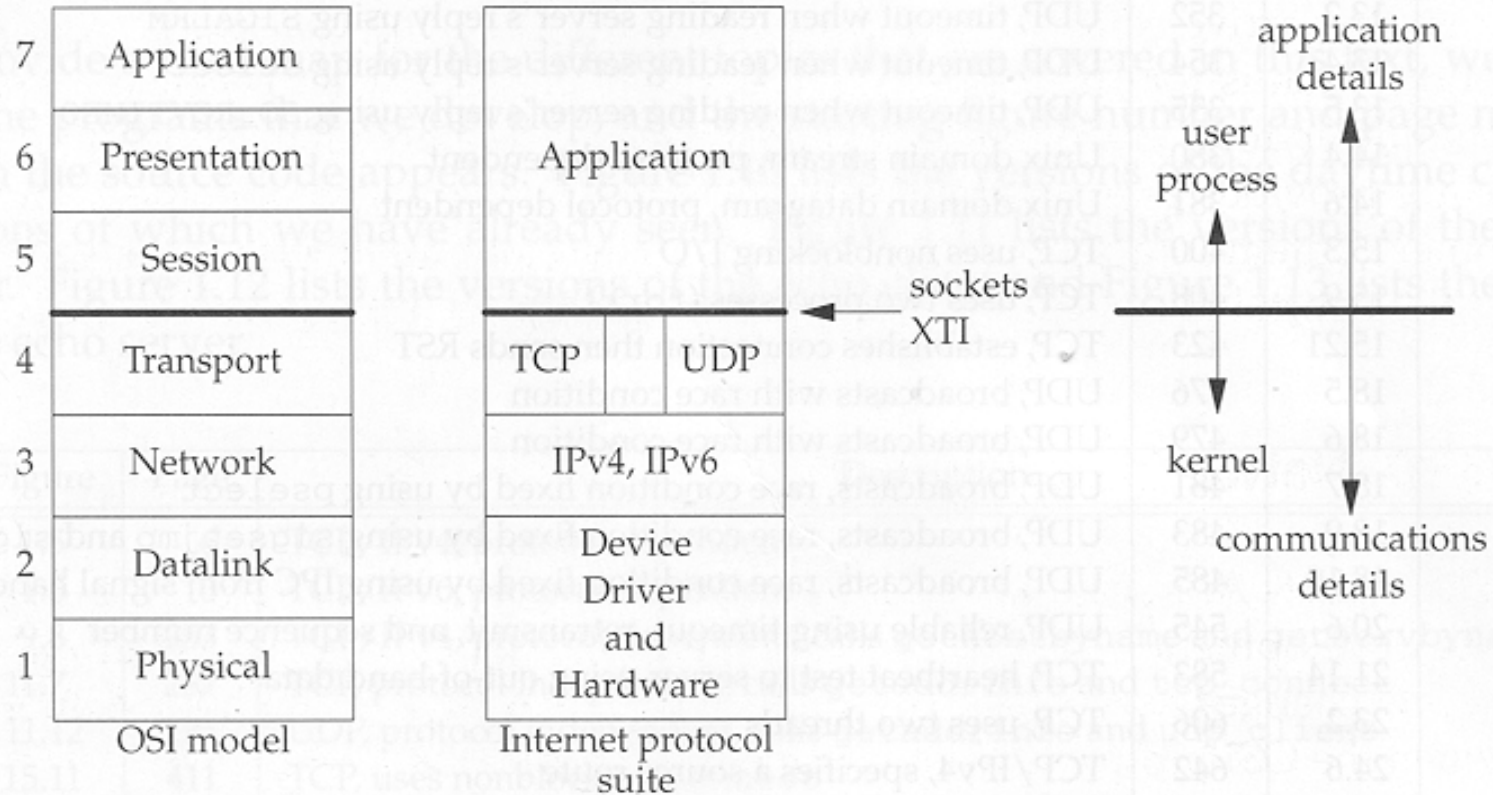


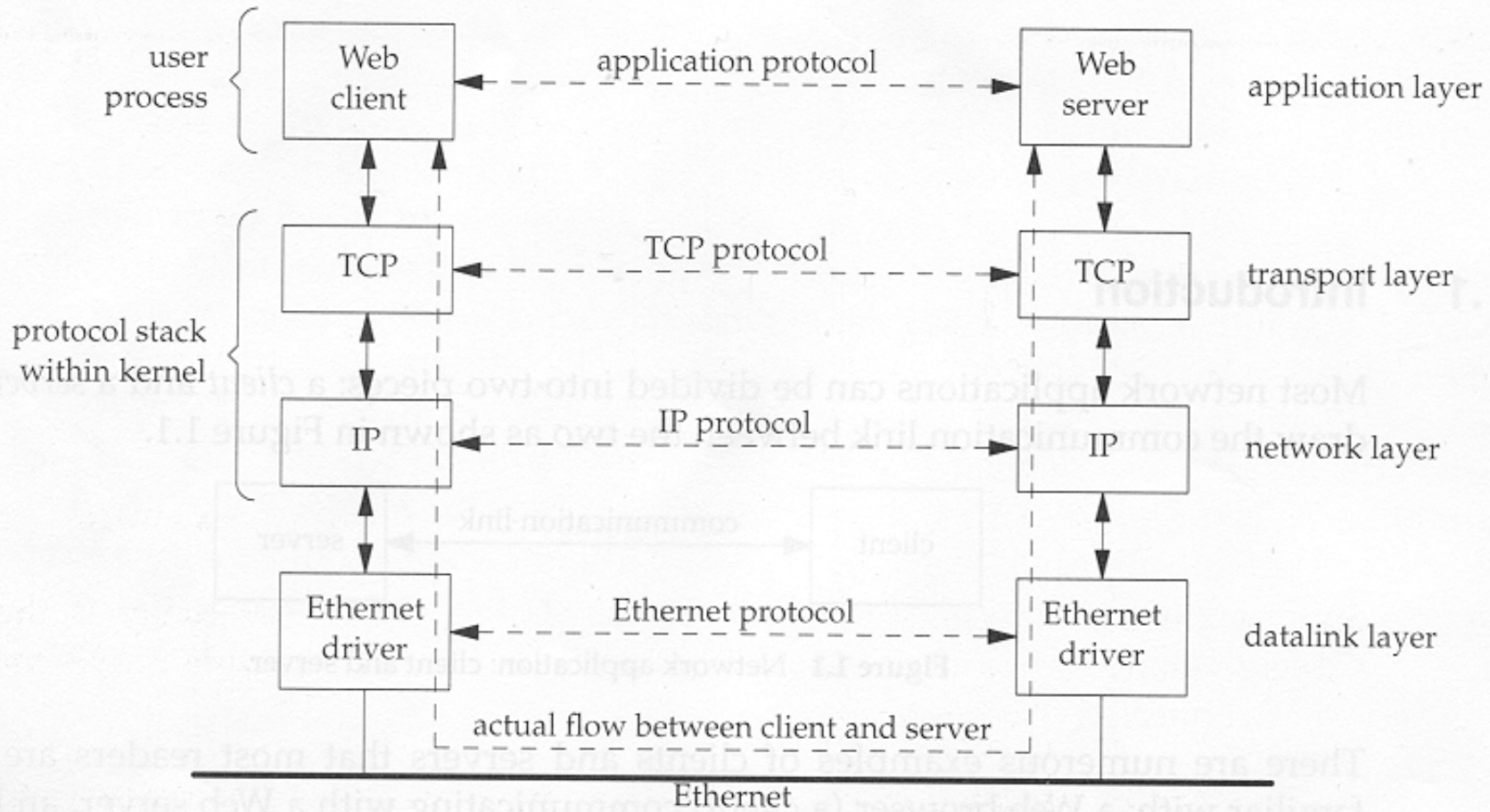
Δίκτυα Υπολογιστών I

Δρ. Ε. Μαρκάκης

Η επικοινωνία σε layers

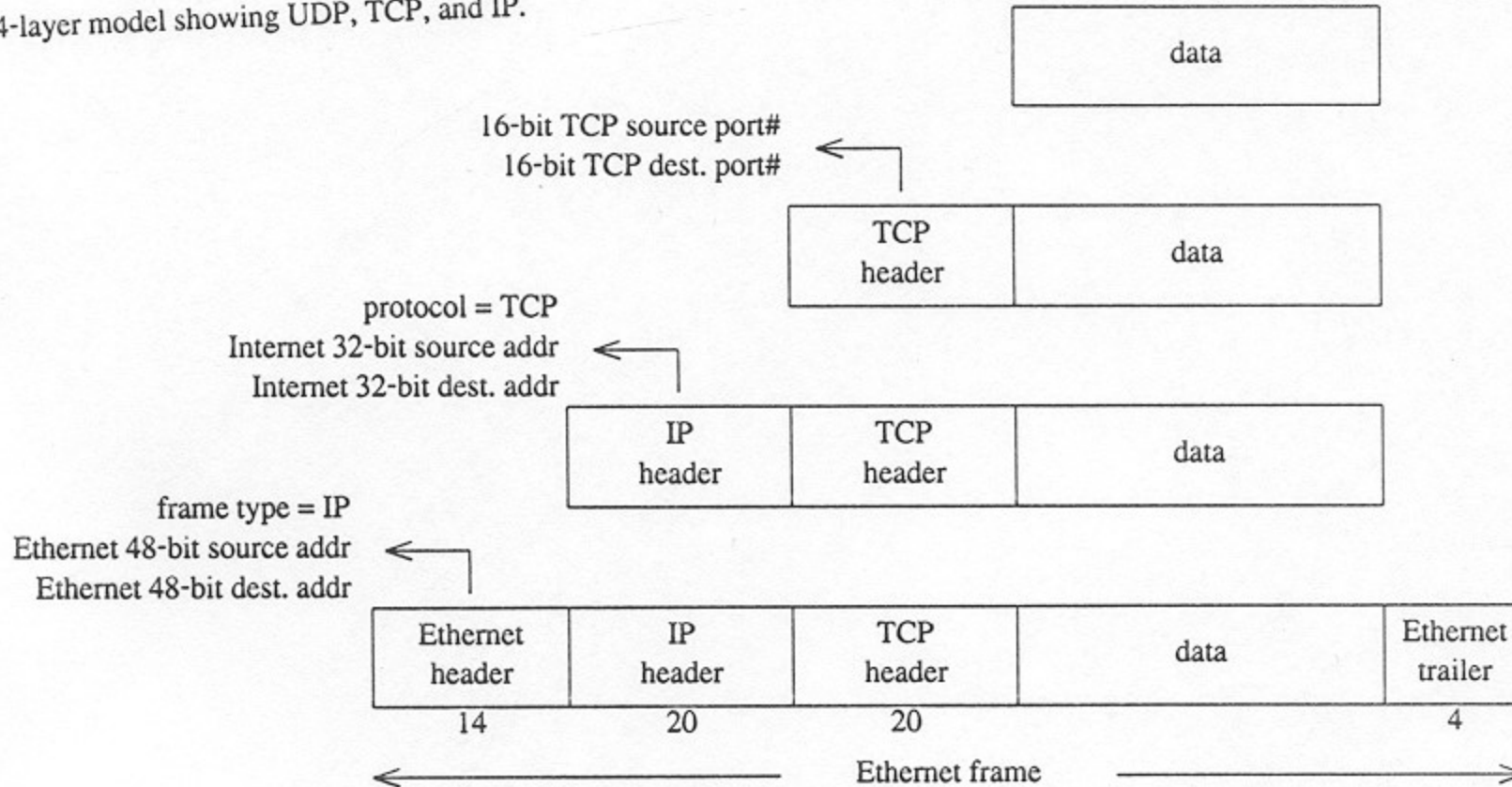


Η επικοινωνία σε layers

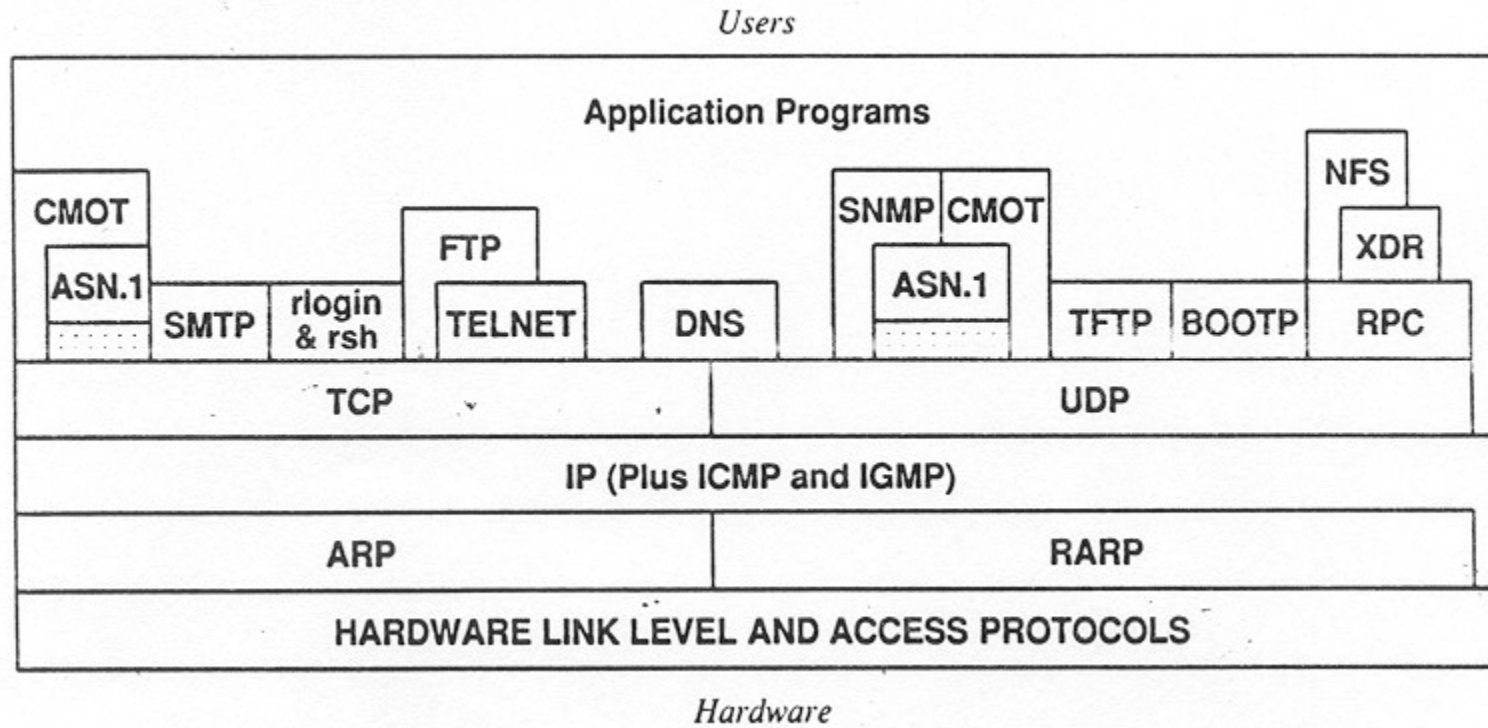


TCP encapsulation

4-layer model showing UDP, TCP, and IP.



Σχέσεις γνωστών πρωτοκόλλων



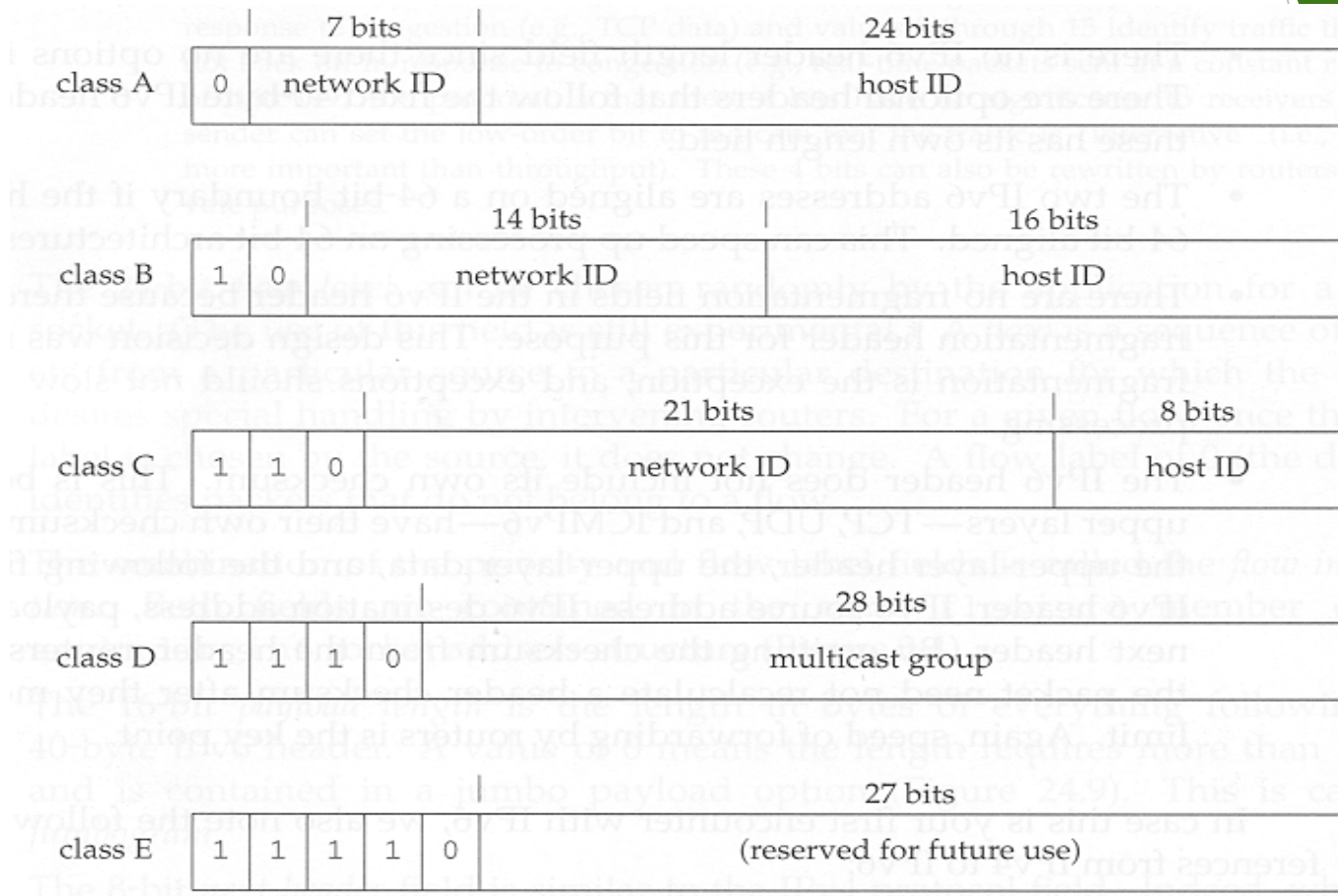
Πρωτόκολλο ARP

IP	MAC (Ethernet Διεύθυνση)
192.168.1.10	10:10:10:10:10:10
192.168.1.11	20:20:20:20:20:20
192.168.1.12	DD:DD:DD:DD:DD:DD

Ανατομία μιας IP Διεύθυνσης

- ▶ Μία IP διεύθυνση χωρίζεται σε δύο τμήματα:
 - ▶ Τα πρώτα N bits αποτελούν τα network bits
 - ▶ Τα υπόλοιπα $32-N$ bits αποτελούν τα host bits
- ▶ Το πόσα bits ανήκουν στα network bits και πόσα στα host bits καθορίζεται από τη μάσκα υποδικτύου (subnet mask).
- ▶ Η subnet mask έχει ίδιο μήκος (32 bits) και ίδια μορφή με την IP διεύθυνση. Τα πρώτα N bits έχουν όλα τιμή 1, ενώ τα υπόλοιπα τιμή 0. Με αυτό τον τρόπο καθορίζεται ο αριθμός N και συνεπώς το σημείο στο οποίο σταματούν τα network bits της IP διεύθυνσης και αρχίζουν τα host bits.
- ▶ Ως παράδειγμα, η διεύθυνση 192.168.1.15 με μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 αναπαριστά τον host 15 στο δίκτυο 192.168.1.0. Δηλαδή, τα τρία πρώτα πεδία της διεύθυνσης προσδιορίζουν το δίκτυο, ενώ το τελευταίο πεδίο τον host.

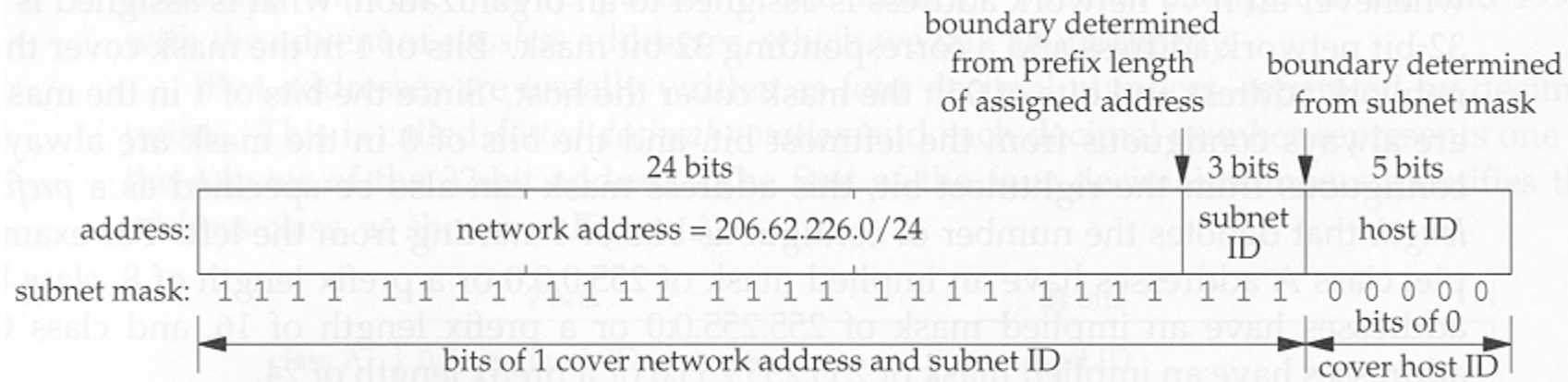
IPv4 addresses



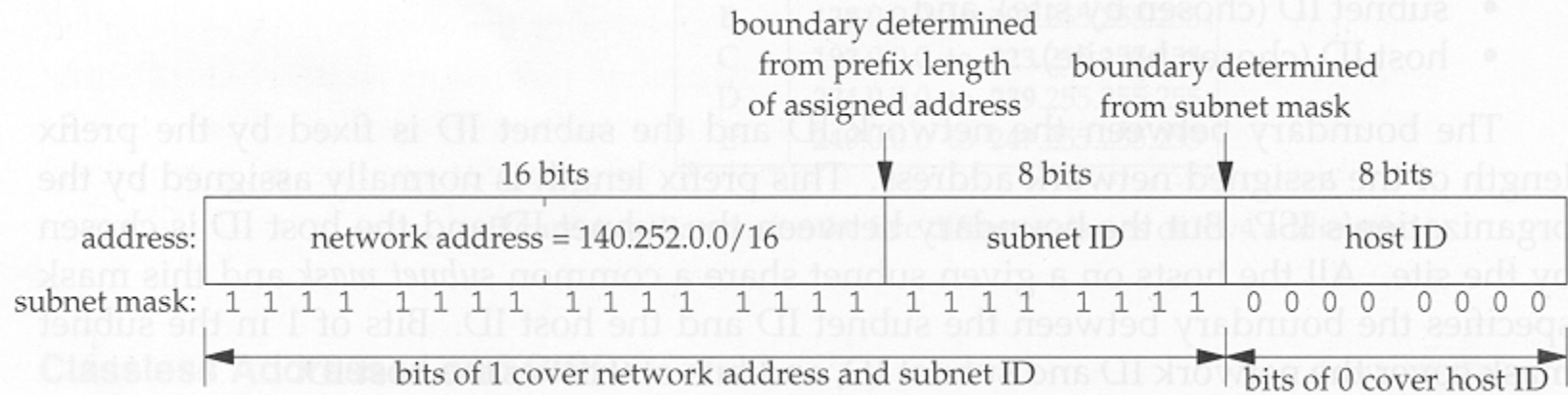
Class	Range
A	0.0.0.0 to 127.255.255.255
B	128.0.0.0 to 191.255.255.255
C	192.0.0.0 to 223.255.255.255
D	224.0.0.0 to 239.255.255.255
E	240.0.0.0 to 247.255.255.255

Dotted-decimal notation

IPv4 subnet addresses

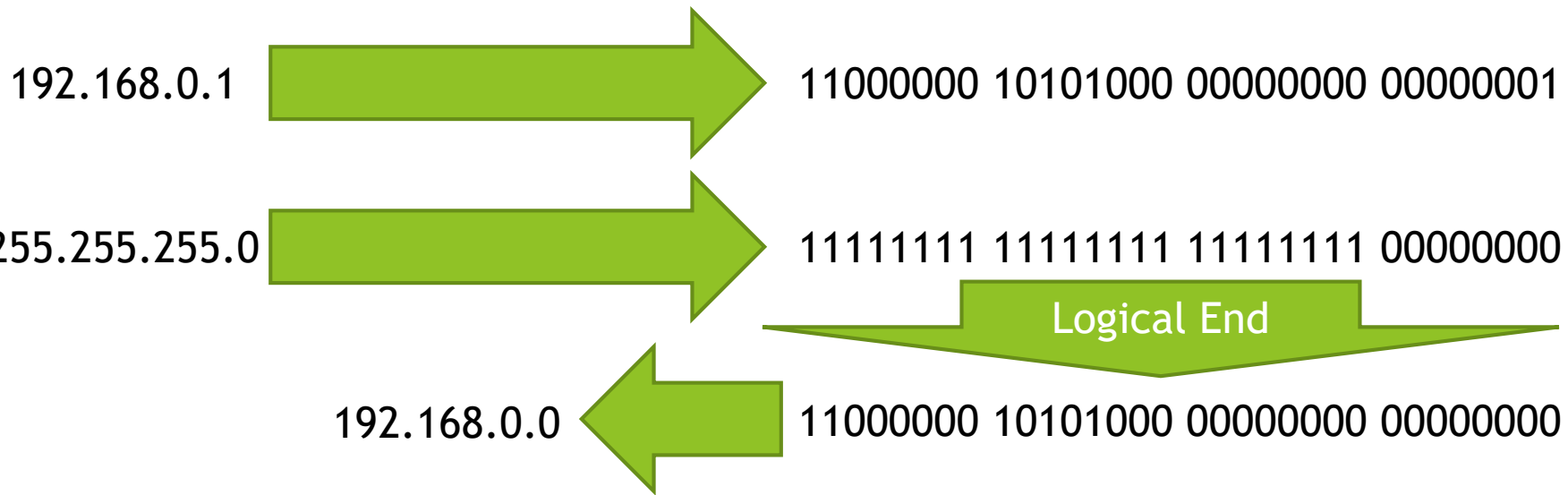


Subnet mask: 255.255.255.224

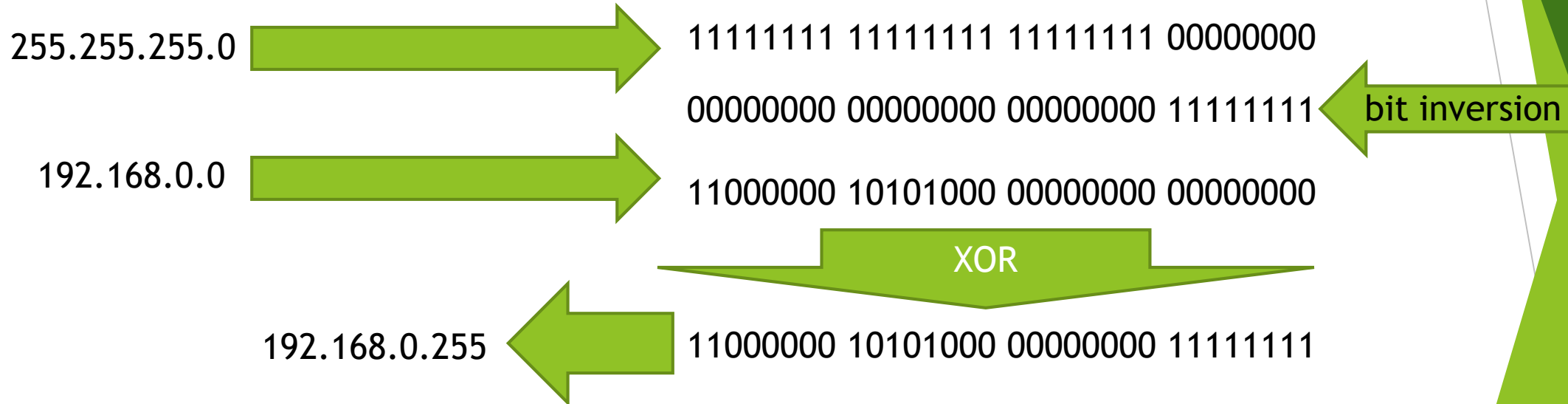


Subnet mask: 255.255.255.0

IPv4 Operations Network address



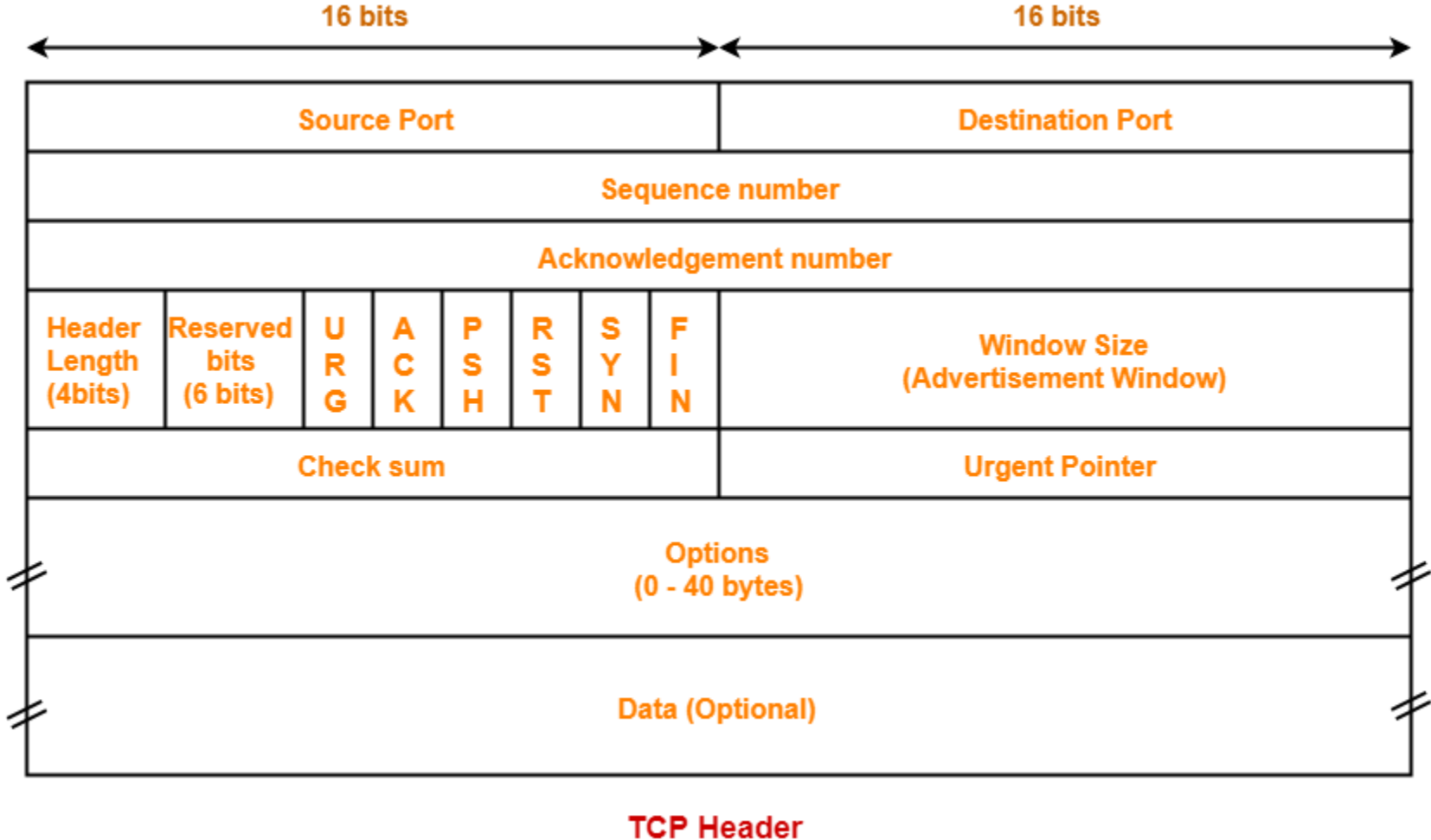
IPv4 Operations Broadcast address



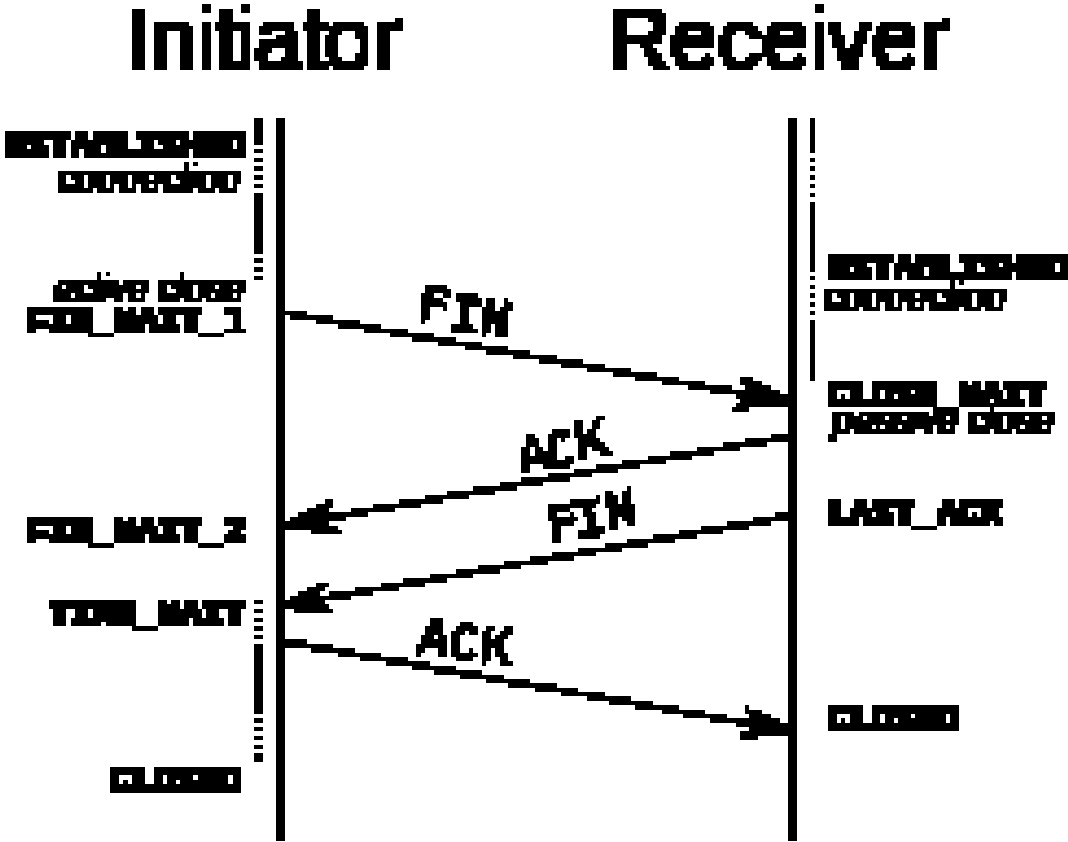
Transmission Control Protocol - TCP

- Πρωτόκολλο μεταφοράς (RFC 793 [Postel 1981]).
- Χρησιμοποιεί μόνιμες συνδέσεις (connections).
- Εξασφαλίζει αξιοπιστία με retransmissions μη-παραληφθέντων πακέτων.
- Δημιουργεί ακολουθίες (sequences): πακέτα διαιρούνται σε segments, συναρμολογούνται στο προορισμό, απορρίπτονται διπλά αντίγραφα (duplicates).
- Παρέχει έλεγχο ροής (flow control): ο παραλήπτης γνωστοποιεί το μέγεθος του input buffer (window).
- Η επικοινωνία είναι full-duplex: ταυτόχρονη αποστολή / λήψη πακέτων.

Transmission Control Protocol - TCP



Transmission Control Protocol - TCP



Transmission Control Protocol - TCP

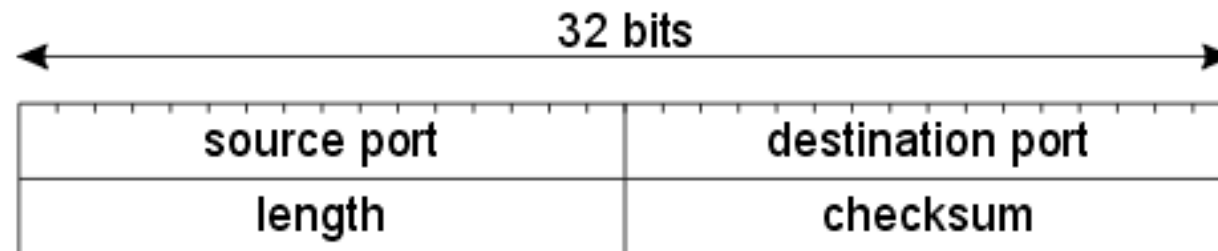
TCP Flags Bit	Control Sections	Corresponding Decimal	Description
8	CWR	128	Indicate that the congestion window has been reduced
7	ECE	64	Indicate that a CE notification was received
6	URG	32	Indicates that urgent pointer is valid that often caused by an interrupt
5	ACK	16	Indicates the value in acknowledgement is valid
4	PSH	8	Tells the receiver to pass on the data as soon as possible
3	RST	4	Immediately end a TCP connection
2	SYN	2	Initiate a TCP connection
1	FIN	1	Gracefully end a TCP connection

User Datagram Protocol - UDP

- Απλό πρωτόκολλο μεταφοράς (RFC 768 [Postel 1980]).
- Δεν χρησιμοποιεί μόνιμες συνδέσεις (connectionless).
- Δεν είναι αξιόπιστο: δεν εγγυάται ότι τα datagrams θα φθάσουν στον προορισμό τους.
- Κάθε datagram έχει ένα μήκος. Συνθήκη ορθής λήψης είναι το σωστό checksum.

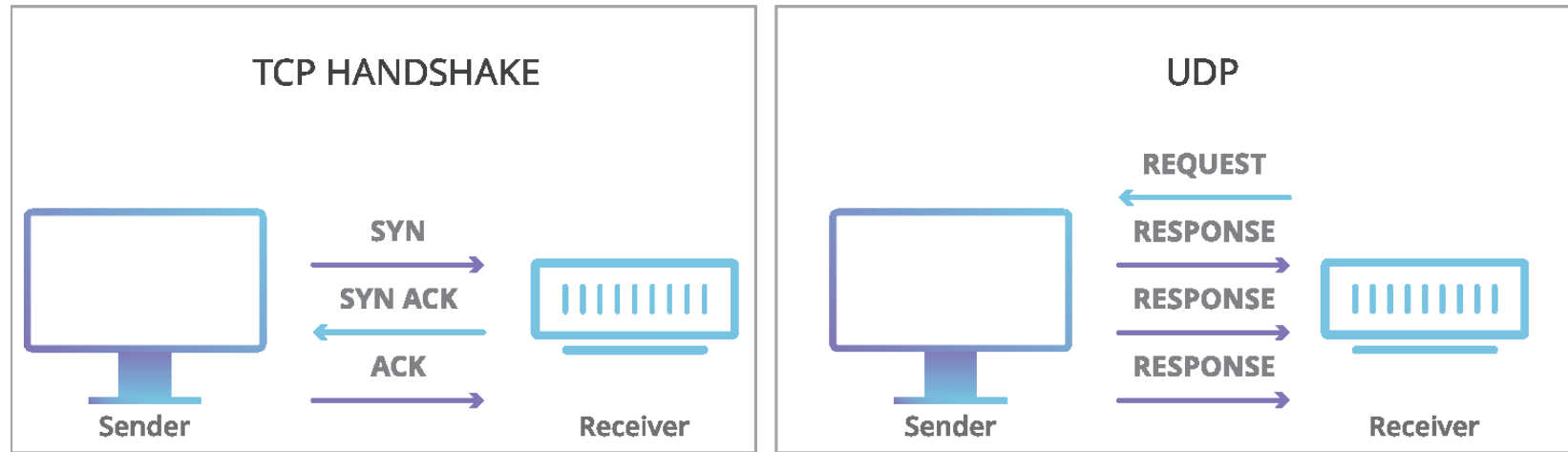
User Datagram Protocol - UDP

UDP header format



UDP vs TCP

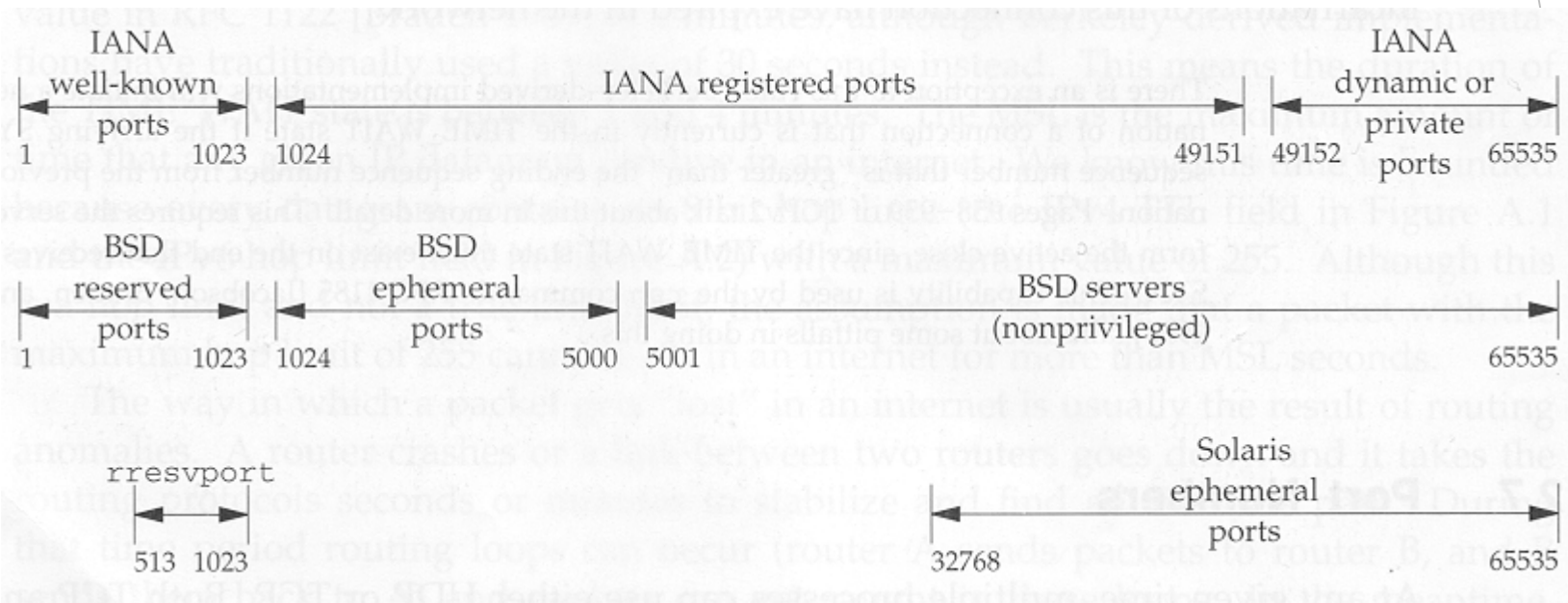
TCP vs UDP Communication



Port numbers

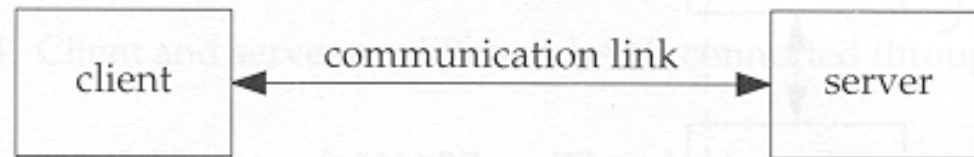
- Διακρίνουν τις TCP ή UDP processes/υπηρεσίες σε ένα σύστημα.
- Well-Known Ports: χρησιμοποιούνται από τον server και διακρίνουν τις υπηρεσίες.
 - /etc/services στο UNIX.
 - <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/iana/assignments/port-numbers>
- Οι clients χρησιμοποιούν τα ‘εφήμερα’ (ephemeral) ports.
 - Η μοναδικότητά τους εξασφαλίζεται από το TCP/UDP.

Port numbers



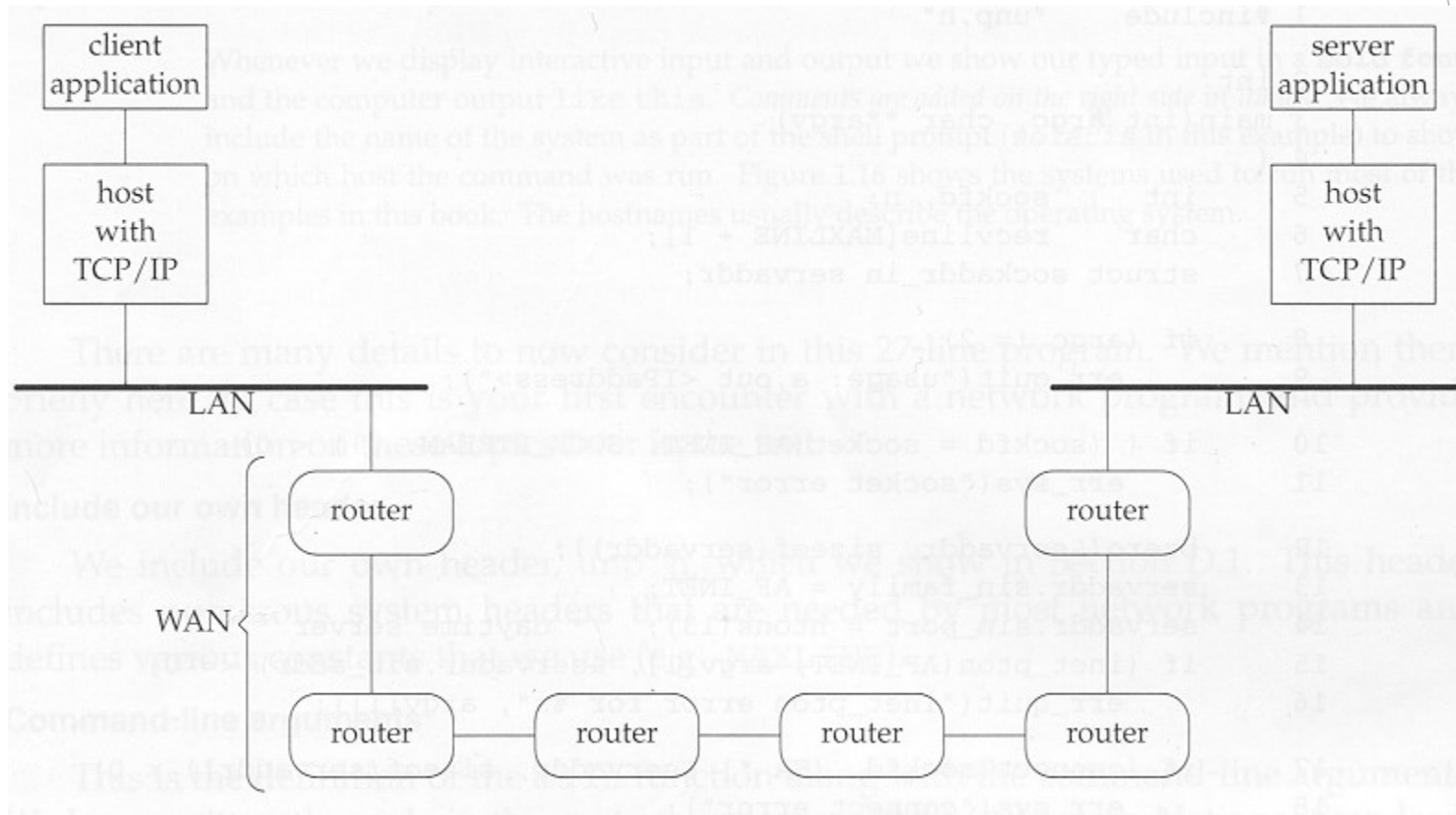
Μοντέλο client-server

- Ο βασικός τύπος δικτυακών εφαρμογών είναι *client - server*.



- Η σχέση server και client μπορεί να είναι many-to-many.
 - Ένας server μπορεί να εξυπηρετεί ταυτόχρονα πολλούς clients.
 - Ένας client μπορεί να επιλέξει σε ποιους servers θέλει να συνδεθεί ταυτόχρονα.

Μοντέλο client-server



Socket pair

- Είναι η τετράδα:
[(local IP addr, local TCP port),
(foreign IP addr, foreign TCP port)]
- Κάθε ένα από τα δύο εσωτερικά ζεύγη αποκαλείται *socket*.
- Η έννοια του socket pair επεκτείνεται και στο UDP, παρόλο που είναι connectionless (χρήση των ίδιων calls: bind, connect, getpeername)
- Συμβολίζεται:
`{local IP . local TCP, foreign IP . foreign TCP}`

UNIX εντολές για το δίκτυο

- Πληροφορίες για τα interfaces:

```
georgeik@zenon.ceid.upatras.gr% netstat -ni
Name  Mtu  Net/Dest      Address          Ipkts  Ierrs Opkts   Oerrs Collis Queue
lo0   8232  127.0.0.0     127.0.0.1       132714  0     132714  0     0     0
hme0  1500  150.140.141.160 150.140.141.182 2146548  0     2161571 0     0     0
```

- Routing tables:

```
georgeik@zenon.ceid.upatras.gr% netstat -rn

Routing Table:
  Destination          Gateway             Flags  Ref  Use  Interface
-----
127.0.0.1              127.0.0.1          UH     0    4122 lo0
150.140.141.160       150.140.141.182   U      2    118 hme0
default                150.140.141.161   UG     0   18566
```


UNIX εντολές για το δίκτυο

- Πληροφορίες για τα interfaces (λεπτομέρεια):

```
georgeik@zenon.ceid.upatras.gr% ifconfig -a
lo0: flags=849<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 8232
    inet 127.0.0.1 netmask ff000000
hme0: flags=863<UP,BROADCAST,NOTRAILERS,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 150.140.141.182 netmask fffffffe0 broadcast 150.140.141.191
```

- Ping:

```
georgeik@zenon.ceid.upatras.gr% ping -s www.ntua.gr
PING achilles.noc.ntua.gr: 56 data bytes
64 bytes from achilles.noc.ntua.gr (147.102.222.210): icmp_seq=0. time=10. ms
64 bytes from achilles.noc.ntua.gr (147.102.222.210): icmp_seq=1. time=8. ms
64 bytes from achilles.noc.ntua.gr (147.102.222.210): icmp_seq=2. time=6. ms
^C
----achilles.noc.ntua.gr PING Statistics----
6 packets transmitted, 6 packets received, 0% packet loss
round-trip (ms)  min/avg/max = 6/8/10
```

UNIX εντολές για το δίκτυο

- Αποτυχημένο ping:

```
georgeik@zenon.ceid.upatras.gr% ping -s home.netscape.com
PING wwld-de.netscape.com: 56 data bytes
ICMP 13 Unreachable from gateway TBtx-gw1.ULM.net.DTAG.DE (194.25.4.203)
  for icmp from zenon (150.140.141.182) to 194.25.242.201
ICMP 13 Unreachable from gateway TBtx-gw1.ULM.net.DTAG.DE (194.25.4.203)
  for icmp from zenon (150.140.141.182) to 194.25.242.201
^C
----wwld-de.netscape.com PING Statistics----
6 packets transmitted, 0 packets received, 100% packet loss
```

UNIX εντολές για το δίκτυο

- Traceroute:

```
root@zenon> traceroute www.ntua.gr  
traceroute to achilles.noc.ntua.gr (147.102.222.210), 30 hops max, 40 byte packets  
 1  r2b-fddi0vl279.upatras.gr (150.140.141.161)  2 ms  1 ms  1 ms  
 2  r0a-fd800vl100.upatras.gr (150.140.128.11)  1 ms  1 ms  1 ms  
 3  patra-upatras-ATM.grnet.gr (194.177.209.157)  2 ms  2 ms  2 ms  
 4  athens-patra-ATM.grnet.gr (194.177.209.69)  38 ms  6 ms  6 ms  
 5  ntua-athens-ATM.grnet.gr (194.177.209.130)  7 ms  6 ms  8 ms  
 6  achilles.noc.ntua.gr (147.102.222.210)  8 ms * 10 ms
```

Πρωτόκολλο ARP

- ▶ ARP (Address Resolution Protocol) ή Πρωτόκολλο Μετατροπής Διευθύνσεων: Μετατρέπει τις λογικές διευθύνσεις (IP) σε φυσικές διευθύνσεις.
- ▶ Σε κάθε Η/Υ υπάρχει ένας δυναμικός πίνακας αντιστοίχισης IP διευθύνσεων σε φυσικών-MAC διευθύνσεων (ethernet διευθύνσεις). Μόλις το πρωτόκολλο ARP λάβει μια διεύθυνση IP διερευνά τον πίνακα:
 - ▶ Αν βρεθεί η εγγραφή, το πρωτόκολλο επιστρέφει την αντίστοιχη φυσική διεύθυνση που υπάρχει στο πίνακα.
 - ▶ Αν δεν βρεθεί η εγγραφή, το πρωτόκολλο θα δημιουργήσει μια αίτηση ARP => δηλ. ένα μήνυμα σε όλους τους Η/Υ του τοπικού δικτύου με την διεύθυνση IP προορισμού. Αν μια συσκευή αναγνωρίσει την IP ως δική της, θα στείλει την φυσική της διεύθυνση ως απάντηση στην συσκευή που δημιούργησε την αίτηση. Γίνεται ενημέρωση του πίνακα

Ανατομία μιας IP Διεύθυνσης



Κλάσεις Δικτύων

Κλάση	Εύρος	Network(N), Host(H) parts	Μασκα Υποδικτιου (CIDR)	
A	1.0.0.0 - 127.255.255.255	N.H.H.H	255.0.0.0 (8)	128 nets (2^7) 16,777,214 hosts (2^{24-2})
B	128.0.0.0 - 191.255.255.255	N.N.H.H	255.255.0.0 (16)	16384 nets (2^{14}) 65,534 hosts (2^{16-2})
C	192.0.0.0 - 223.255.255.255	N.N.N.H	255.255.255.0 (24)	2,097,152 nets (2^{21}) 254 hosts (2^{8-2})
D	224.0.0.0 - 239.255.255.255	NA (Multicast)	-	-
E	240.0.0.0 - 254.255.255.255	NA (Experimental)	-	-

Ιδιωτικές IP διευθύνσεις

Υπάρχουν 3 σύνολα IP διευθύνσεων δεσμευμένα για ιδιωτική χρήση. Οι διευθύνσεις αυτές χαρακτηρίζονται ως ιδιωτικές, επειδή δεν έχουν ανατεθεί σε παγκόσμιο επίπεδο, που σημαίνει ότι δεν έχουν κατανεμηθεί σε κάποια συγκεκριμένη οργάνωση.

Κλάση	Εύρος	Mask(CIDR)	IPs
A	10.0.0.0 - 10.255.255.255	255.0.0.0 (8)	16,777,216
B	172.16.0.0 - 172.31.255.255	255.240.0.0 (12)	1,048,576
C	192.168.0.0 - 192.168.255.255	255.255.0.0 (16)	65,536

Υποδικτύωση - Subnetting

- ▶ Με αυτό τον τρόπο διευθυνσιοδότησης (κλάσεις) έχουμε κάποια μειονεκτήματα. Για παράδειγμα, αν κάποιος θέλει να καλύψει 254 κόμβους τότε θα του δοθεί διεύθυνση κατηγορίας C. Αν κάποιος θέλει να καλύψει 270 κόμβους θα του δοθεί διεύθυνση κατηγορίας B (η οποία καλύπτει μέχρι 65534 κόμβους). Άρα $65534 - 270 = 65264$ διευθύνσεις θα μείνουν ανεκμετάλλετες. Έχουμε ανώφελη σπατάλη διευθύνσεων.
- ▶ Για να μπορέσει να ξεπεραστεί το πρόβλημα αυτό δημιουργήθηκαν τα υποδίκτυα. Τα υποδίκτυα λύνουν το πρόβλημα της επάρκειας διευθύνσεων και επιτρέπουν αποτελεσματικότερη διαχείριση. Κάθε δίκτυο κατηγορίας A, B ή C διαμοιράζεται σε μικρότερα δίκτυα που καλούνται υποδίκτυα.
- ▶ Η υποδικτύωση (subnetting) ουσιαστικά είναι ο διαχωρισμός ή το "σπάσιμο" ενός δικτύου σε μικρότερα. Αν δηλαδή έχουμε στην διάθεσή μας μονάχα ένα δίκτυο κλάσης C, το οποίο επιτρέπει 254 διαφορετικές διευθύνσεις και θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε 2 ή περισσότερα δίκτυα, τότε θα πρέπει να διάσπασουμε το αρχικό δίκτυο σε μικρότερα υποδίκτυα.

CIDR (*Classless Interdomain Routing*)

- ▶ Ο CIDR, είναι ένας αριθμός που δηλώνει πόσα από τα bit της IP (από αριστερά προς τα δεξιά) αποτελούν τα **network bits**. Έχει περίπου την ίδια χρήση με τη μάσκα υποδικτύου.
- ▶ Ο CIDR, ακολουθεί τη διεύθυνση IP είναι της μορφής :
 - ▶ 192.168.1.0 /24
 - ▶ 128.0.0.0 /16
 - ▶ 10.0.0.0 /8

Υποδικτύωση - note

- ▶ Κάθε δίκτυο (ή υποδίκτυο), δεσμεύει **ΠΑΝΤΑ** την πρώτη και την τελευταία διεύθυνση για σκοπούς διαχείρισης.
 - ▶ Η πρώτη διεύθυνση είναι το **Network ID**, το **subnet** δηλαδή.
 - ▶ Η τελευταία διεύθυνση είναι η **Broadcast** διεύθυνση, δηλαδή διεύθυνση μαζικής αποστολής.

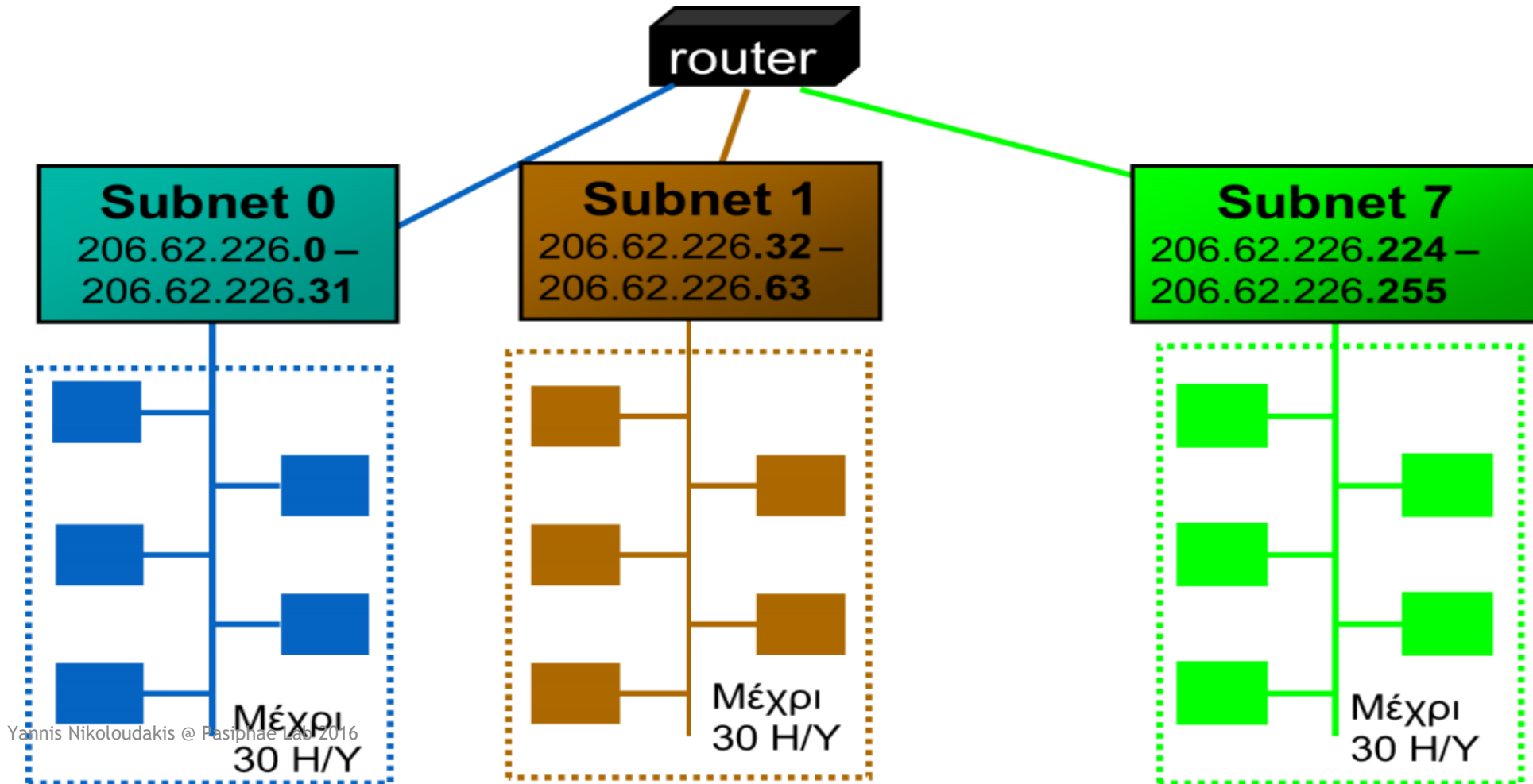
Υποδικτύωση: Παράδειγμα

Εστω το class C δίκτυο 192.168.1.0/24 το οποίο θέλω να χωρίσω σε 8 ίσα υποδίκτυα

Η νέα μάσκα υποδικτύου θα είναι 192.168.1.0/27 ή 255.255.255.224

- Υποδίκτυο #0: 192.168.1.00000000 -> 192.168.1.0
- Υποδίκτυο #1: 192.168.1.00100000 -> 192.168.1.32
- Υποδίκτυο #2: 192.168.1.01000000 -> 192.168.1.64
- Υποδίκτυο #3: 192.168.1.01100000 -> 192.168.1.96
- Υποδίκτυο #4: 192.168.1.10000000 -> 192.168.1.128
- Υποδίκτυο #5: 192.168.1.10100000 -> 192.168.1.160
- Υποδίκτυο #6: 192.168.1.11000000 -> 192.168.1.192
- Υποδίκτυο #7: 192.168.1.11100000 -> 192.168.1.224

Υποδικτύωση: Παράδειγμα



Άσκηση για το σπίτι (word)

- ▶ Έχω ένα δίκτυο κλάσης C **192.168.1.0/24**
- ▶ Χωρίστε το σε 4 ίσα υποδίκτυα
- ▶ Γράψτε για κάθε δίκτυο:
 - ▶ Network ID
 - ▶ Subnet Mask
 - ▶ CIDR
 - ▶ Εύρος (Range)
 - ▶ Broadcast IP

- ▶ **ΠΑΡΑΔΟΣΗ ΜΕΧΡΙ 15/3 24:00 (e-class)**

Απορίες

