



Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών

Ενότητα 6β : Διαδικτύωση, Έννοιες, Αρχιτεκτονική και
Πρωτόκολλα

Γούδος Σωτήριος
Τμήμα Φυσικής Α.Π.Θ



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Κίνητρο Για Διαδικτύωση

- ❖ Κάθε τεχνολογία NW έχει σχεδιαστεί για να προσαρμόζεται σε ένα συγκεκριμένο σύνολο περιορισμών
 - ❖ Τα τοπικά δίκτυα για την παροχή υψηλής ταχύτητας σε μικρές αποστάσεις,
 - ❖ Τα WANs παρέχουν επικοινωνία σε μεγάλες περιοχές.
 - ❖ **Δεν υπάρχει τεχνολογία NW για όλες τις ανάγκες.**
- ❖ Ένας οργανισμός με διαφορετικές NW απαιτήσεις
 - ❖ Αν ο οργανισμός επιλέγει διαφορετικές NW για κάθε εργασία, ο οργανισμός θα έχει διάφορους τύπους NW
 - ❖ Το Ethernet μπορεί να είναι η καλύτερη λύση για μια συγκεκριμένη περιοχή
 - ❖ Η Υπηρεσία Frame Relay μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διασύνδεση απομακρυσμένων σημείων

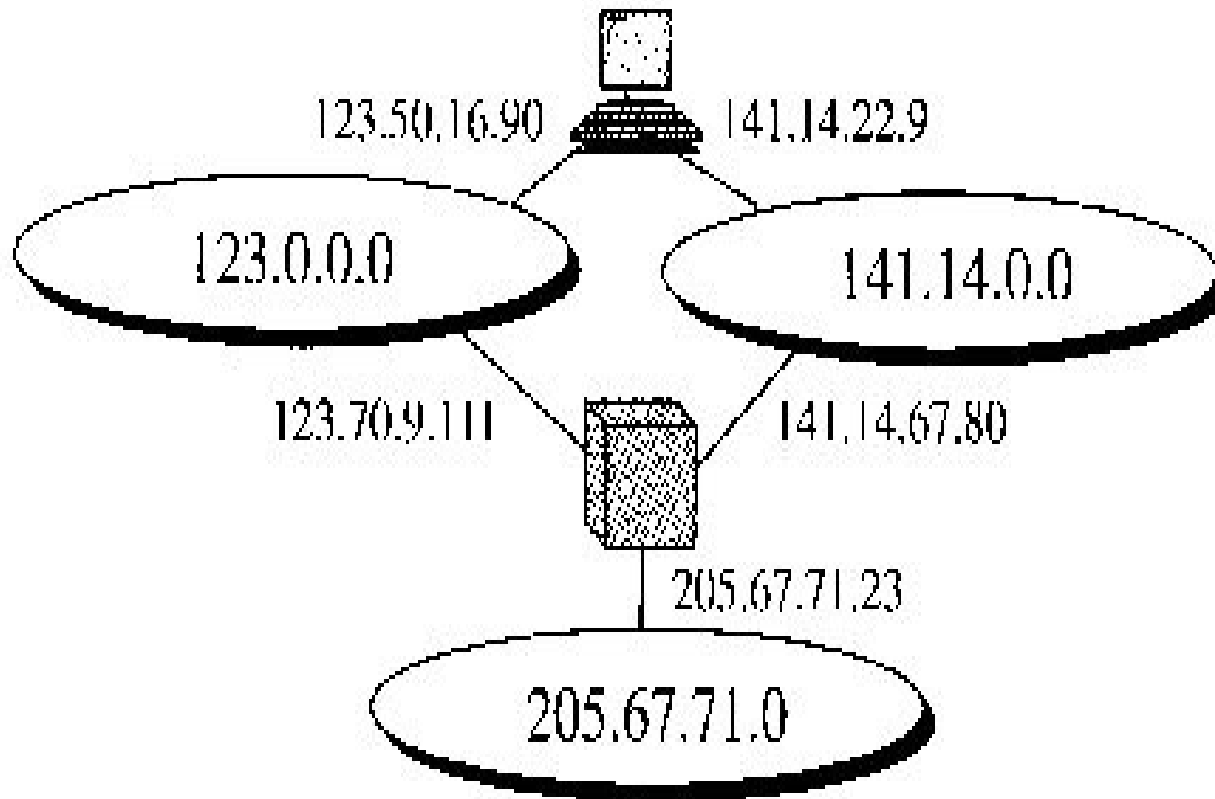


Multi-Homed Συσκευές (1)

- ❖ Ένας υπολογιστής που συνδέεται με πολλαπλά δίκτυα
- ❖ Αυξάνει την αξιοπιστία
- ❖ Αυξάνει την απόδοση
- ❖ Έχει πολλαπλές διευθύνσεις πρωτοκόλλου, μια για κάθε σύνδεση με το δίκτυο
- ❖ Multi-Homed συσκευές - δρομολογητές

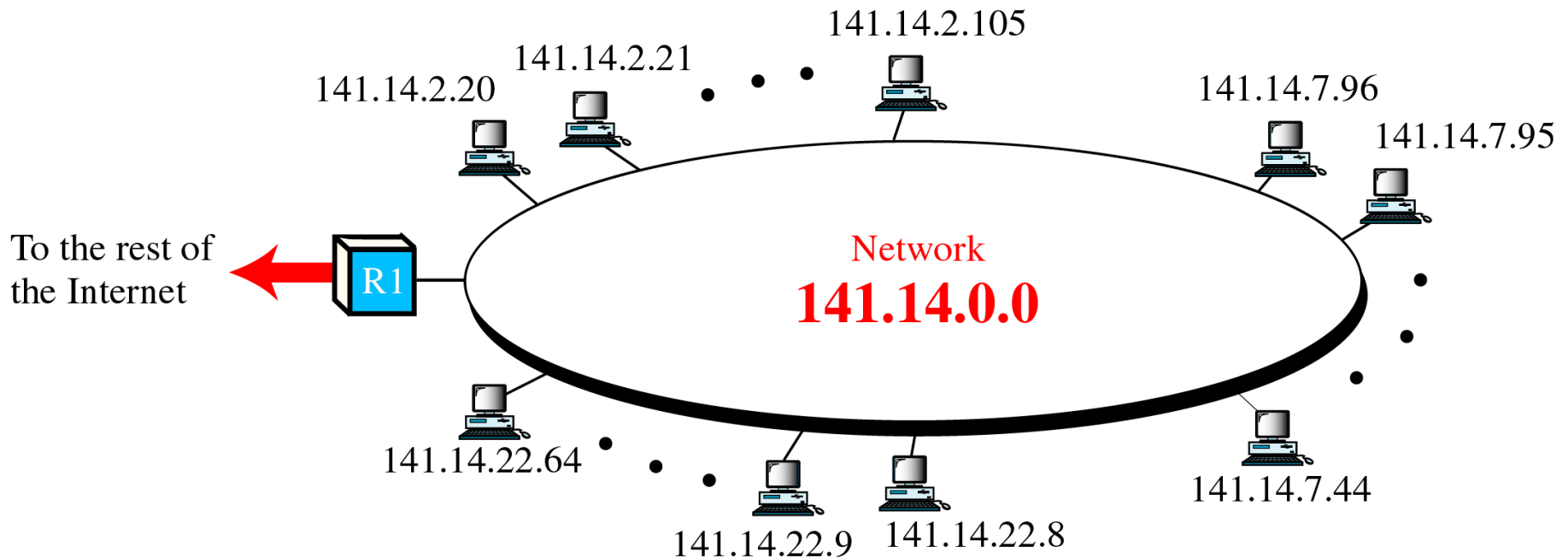


Multi-Homed Συσκευές(2)



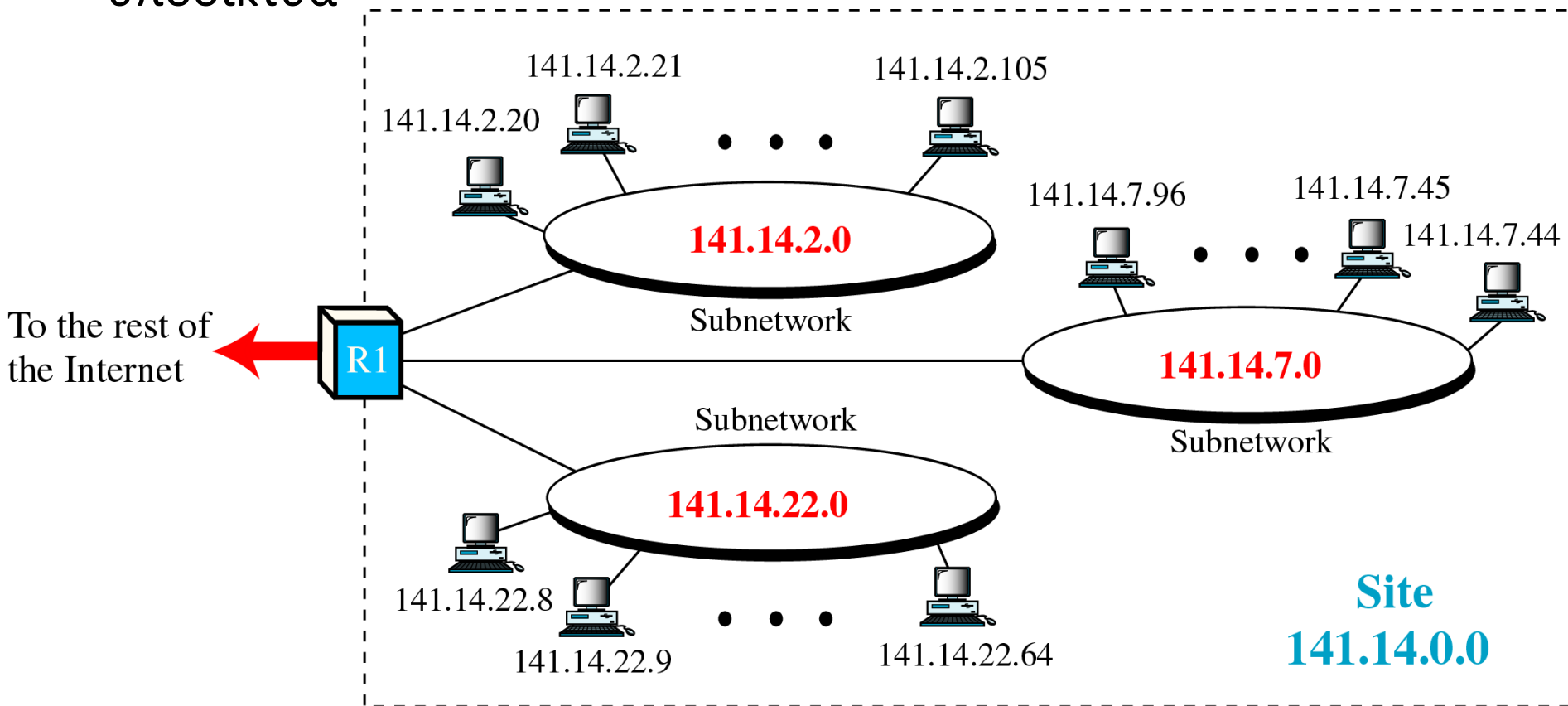
Υποδίκτυα

- Οι διευθυνσεις IP είναι σχεδιασμένες σε δύο επίπεδα ιεραρχίας (δίκτυο, host)
- Οι συσκευές ενός οργανισμού δεν μπορούν να οργανωθούν σε ομάδες

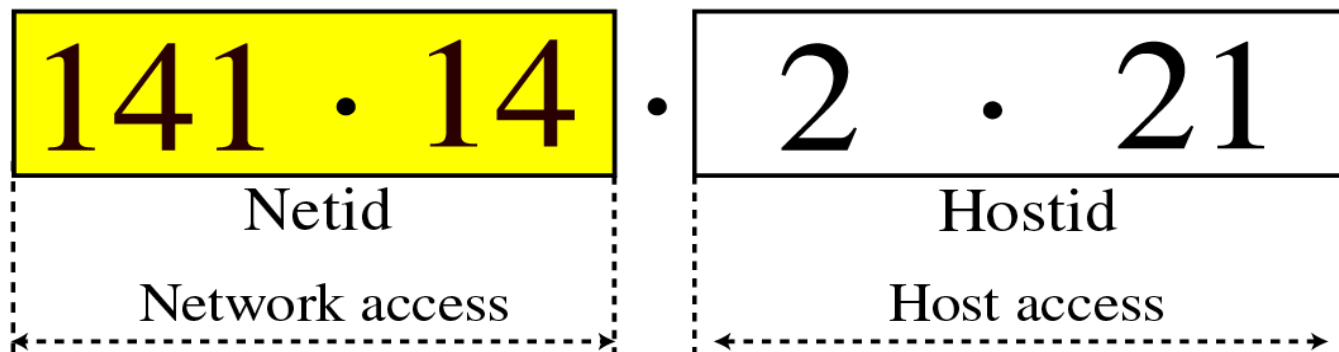


Τρία επίπεδα της Ιεραρχίας (1)

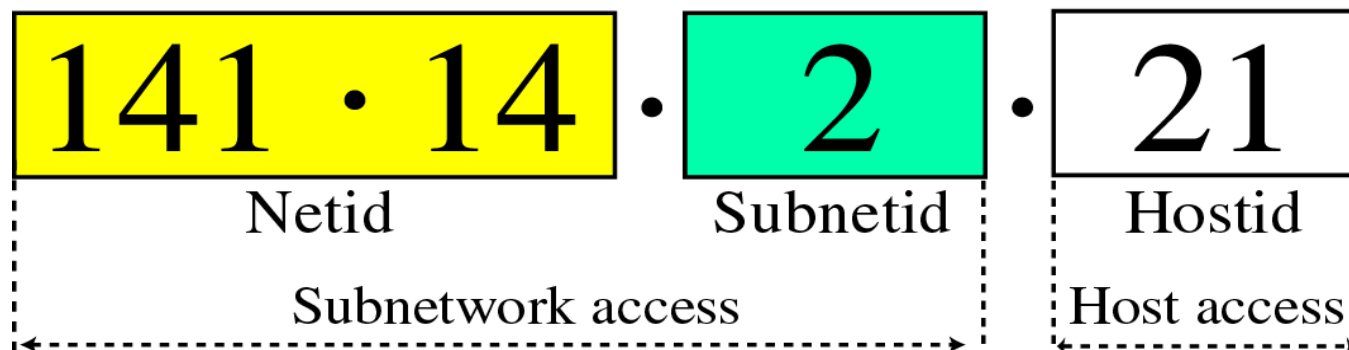
- ❖ Διαιρέση δικτύου σε μικρότερα δίκτυα που ονομάζονται υποδίκτυα



Τρία επίπεδα της Ιεραρχίας (2)



a. Without subnetting

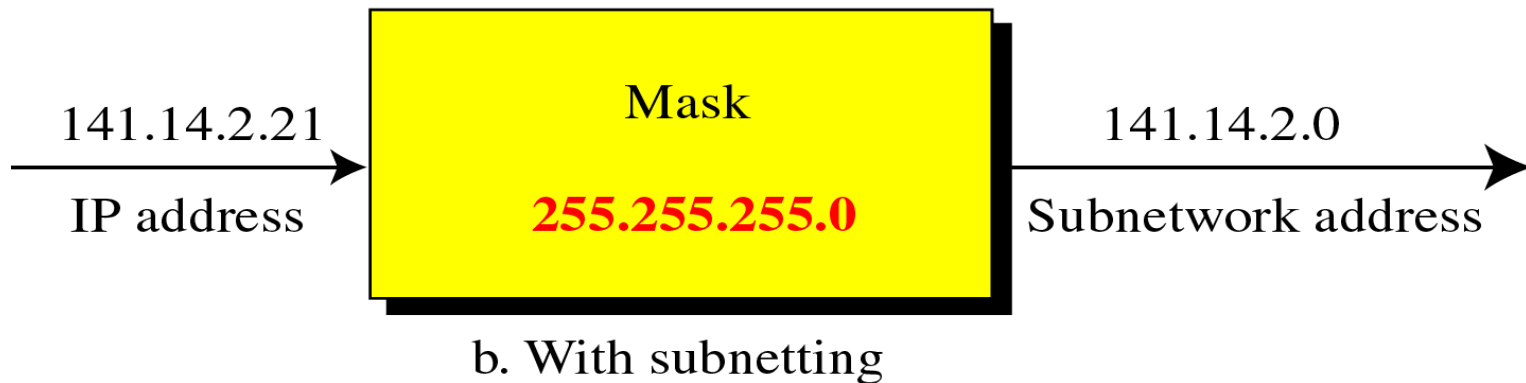
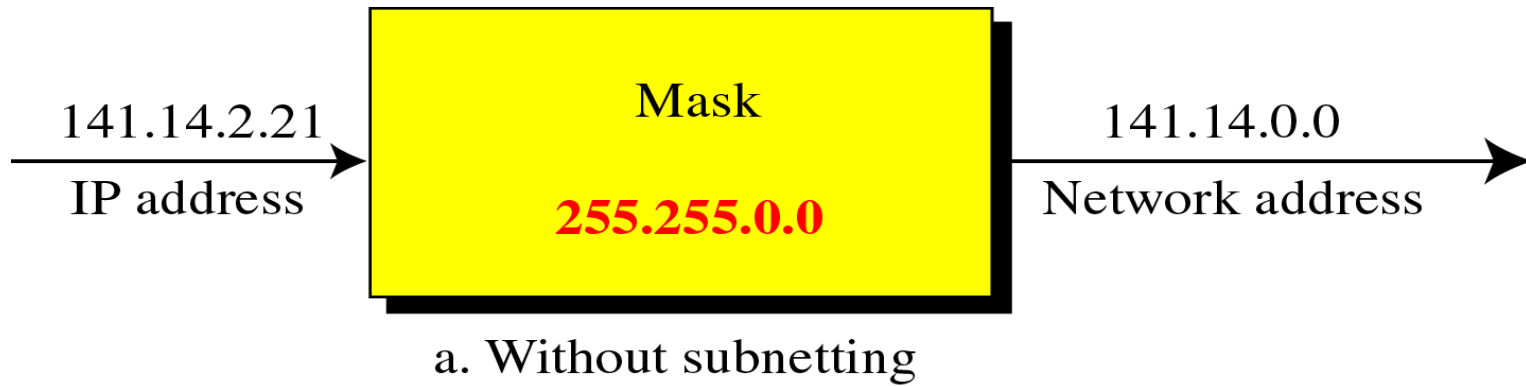


b. With subnetting



Masking

- ❖ Μια διαδικασία που εξάγει τη διεύθυνση του φυσικού δικτύου από μια διεύθυνση IP



Υπολογισμός Μάσκας υποδικτύου

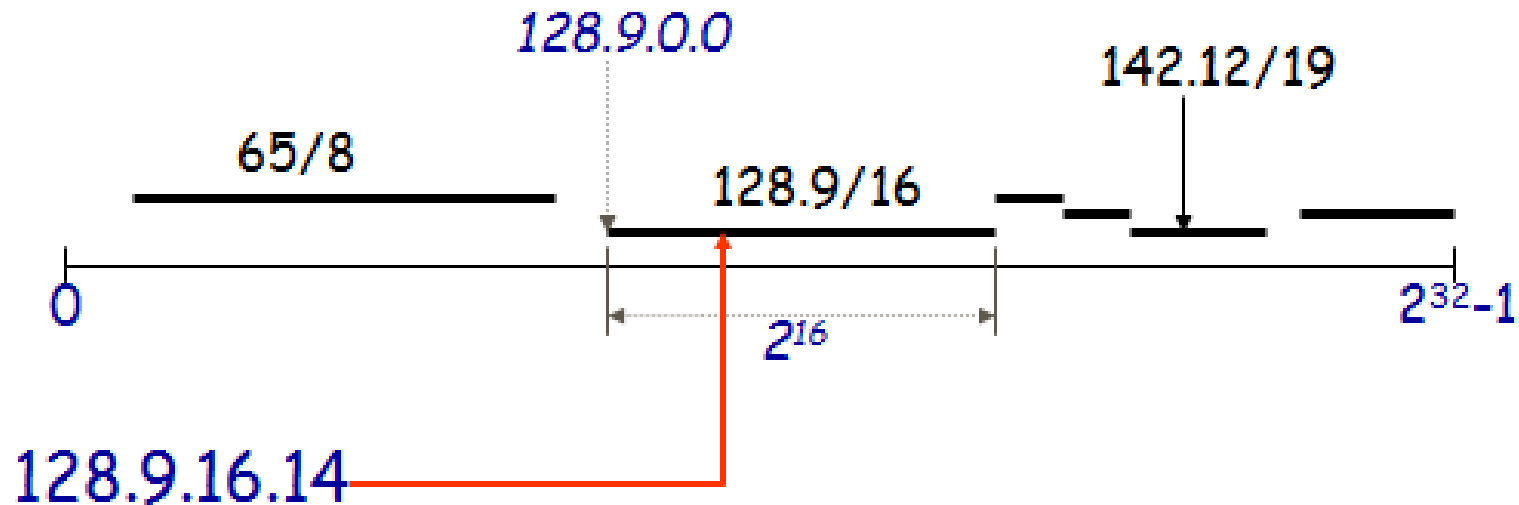
	Binary Representation	Dotted Decimal
IP address	11000000.11100100.00010001.00111001	192.228.17.57
Subnet mask	11111111.11111111.11111111.11100000	255.255.255.224
Bitwise AND of address and mask (resultant network/subnet number)	11000000.11100100.00010001.00100000	192.228.17.32
Subnet number	11000000.11100100.00010001.001	1
Host number	00000000.00000000.00000000.00011001	25



Classless Interdomain Routing (CIDR) (1)

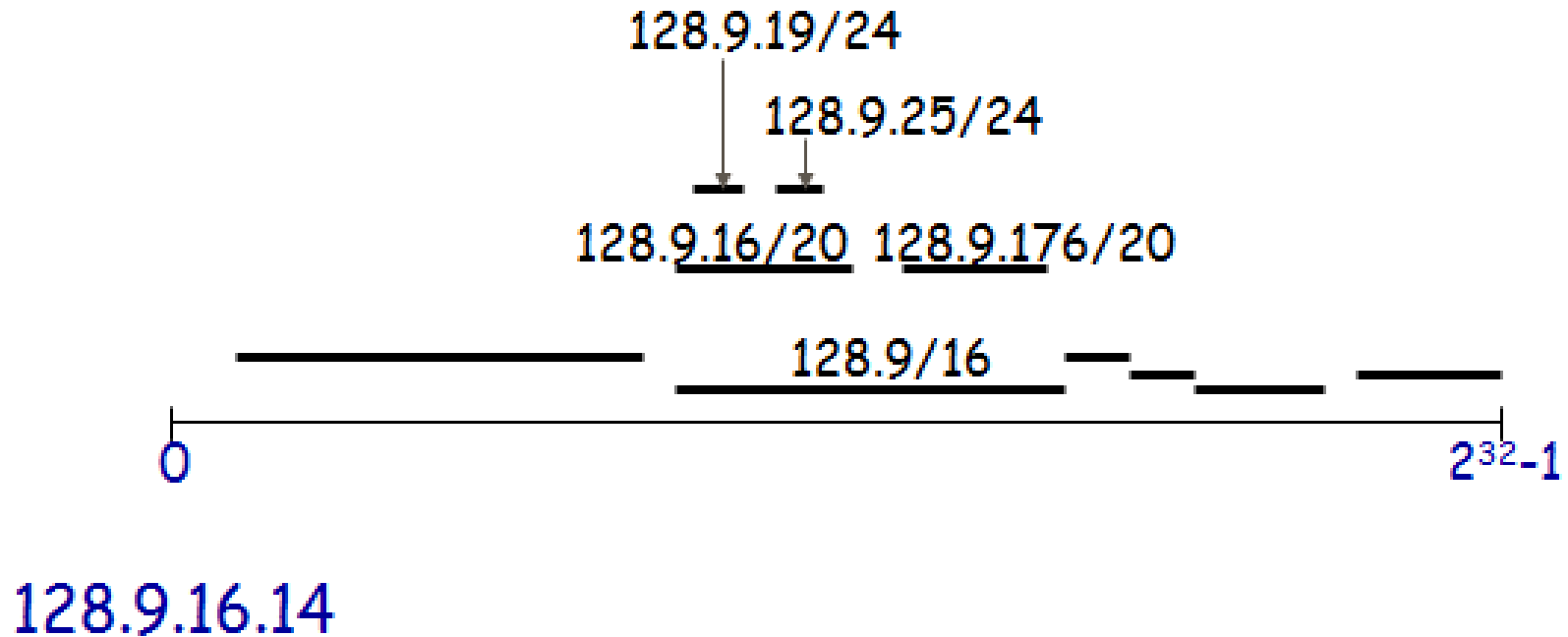
Διευθυνσιοδότηση

- ❖ Ο χώρος διευθύνσεων IP χωρίζεται σε τμήματα γραμμής, ή μπλοκ
 - ❖ π.χ. Μπλόκ 2 διευθύνσεων, μπλοκ 128 διευθύνσεων κλπ.
- ❖ Κάθε μπλοκ περιγράφεται από ένα **πρόθεμα**.
- ❖ Ένα πρόθεμα είναι της μορφής **x / y** όπου το **x δηλώνει το πρόθεμα όλων των διευθύνσεων στο μπλοκ**, και το **y δηλώνει το μήκος σε bit του προθέματος**.
- ❖ π.χ. Το πρόθεμα 128.9/16 αναπαριστά το τμήμα που περιέχει διευθύνσεις στην περιοχή: 128.9.0.0 ... 128.9.255.255.



Classless InterDomain Routing (CIDR) (2)

Διευθυνσιοδότηση



CIDR Παράδειγμα

❖ 128.211.168.0/21

- Τα πρώτα 21 bits αποτελούν το δίκτυο
- Τα υπόλοιπα 11 bits αντιπροσωπεύουν τον host

❖ Η μάσκα δικτύου που αποτελείται από 21bits με 1 και 11 bits με 0, δηλαδή, (**11111111. 11111111. 11111000 .00000000**)₂=

=255.255.248.0



Παραδείγματα δικτύων

137.158.128.0/**17** (netmask 255.255.128.0)

1111 1111	1111 1111	1	000 0000	0000 0000
1000 1001	1001 1110	1	000 0000	0000 0000

198.134.0.0/**16** (netmask 255.255.0.0)

1111 1111	1111 1111		0000 0000	0000 0000
1100 0110	1000 0110		0000 0000	0000 0000

205.37.193.128/**26** (netmask 255.255.255.192)

1111 1111	1111 1111	1111 1111	11	00 0000
1100 1101	0010 0101	1100 0001	10	00 0000



Κατανομή διευθύνσεων IP

- ❖ Η μάσκα υποδικτύου χρησιμοποιείται για να καθορίσει το μέγεθος του δικτύου
- ❖ Π.χ. μια μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 ή / 24 συνεπάγεται $32 - 24 = 8$ bits συσκευής (host bits)
 - $2^8 - 2 = 254$ πιθανές συσκευές
- ❖ Παρομοίως, μια μάσκα υποδικτύου 255.255.255.224 ή / 27 συνεπάγεται $32 - 27 = 5$ bits συσκευής (host bits)
 - $2^5 - 2 = 30$ πιθανές συσκευές



Βρίσκοντας την πρώτη διεύθυνση (1)

- ❖ Ποια είναι η πρώτη διεύθυνση στο μπλοκ, αν μία από τις διευθύνσεις είναι 167.199.170.82/27;
- ❖ Λύση: Το μήκος του προθέματος είναι 27, πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να έχουμε τα πρώτα 27 bits, όπως είναι και να αλλαχτούν τα υπόλοιπα bits (5) σε 0. Δηλαδή:

Διεύθυνση στο δυαδικό: **10100111 11000111 10101010 01010010**

Κρατήστε τα αριστερα 27 bits: **10100111 11000111 10101010 01000000**

Αποτέλεσμα σε συμβολισμό CIDR: 167.199.170.64/27)



Βρίσκοντας την πρώτη διεύθυνση (2)

- ❖ Ποια είναι η πρώτη διεύθυνση στο μπλοκ, αν μία από τις διευθύνσεις είναι 140.120.84.24/20;

IP Address



/n



First Address



84	0	1	0	1	0	1	0	0
Keep left 4 bits	0	1	0	1	0	0	0	0

Result in decimal: 80



Βρίσκοντας την τελευταία διεύθυνση στο μπλοκ

- ❖ Στην πρώτη διεύθυνση, προσθέστε τον αριθμό των διευθύνσεων, μείον ένα
- ❖ Ή
- ❖ Θέστε όλα τα bits που δεν αποτελούν μέρος του προθέματος CIDR με 1



Παράδειγμα 1

- ❖ Βρείτε τον αριθμό των διευθύνσεων στο μπλοκ, αν μία από τις διευθύνσεις είναι η 140.120.84.24/20.
- ❖ Λύση: Το μήκος του προθέματος είναι 20. Ο αριθμός των διευθύνσεων στο μπλοκ είναι 2^{32-20} ή 2^{12} ή 4096
- ❖ Σημείωση: αυτό είναι ένα μεγάλο μπλοκ με 4096 διευθύνσεις



Παράδειγμα 2

- ❖ Βρείτε την τελευταία διεύθυνση στο μπλοκ, αν μία από τις διευθύνσεις είναι 140.120.84.24/20.

❖ Λύση

- Βρήκαμε στα προηγούμενα παραδείγματα ότι η πρώτη διεύθυνση είναι 140.120.80.0/20 και ο αριθμός των διευθύνσεων είναι 4096. Για να βρούμε την τελευταία διεύθυνση, θα πρέπει να προσθέσουμε 4095 (4096 - 1) στην πρώτη διεύθυνση.
- Ή, να θέσουμε όλα τα bit που δεν αποτελούν μέρος του προθέματος CIDR ίσο με 1
 - $140.120. (0101\ 1111)_2 \cdot (1111\ 1111)_2 = 140.120.95.255$



CIDR	host bits	Netmask	Available Addresses (-2 = number of hosts)	Classful name	Typical usage
/8	24	255.0.0.0	$16777216 = 2^{24}$	Class A (see this list)	Largest block allocation made by IANA
/9	23	255.128.0.0	$8388608 = 2^{23}$		
/10	22	255.192.0.0	$4194304 = 2^{22}$		
/11	21	255.224.0.0	$2097152 = 2^{21}$		
/12	20	255.240.0.0	$1048576 = 2^{20}$		
/13	19	255.248.0.0	$524288 = 2^{19}$		
/14	18	255.252.0.0	$262144 = 2^{18}$		
/15	17	255.254.0.0	$131072 = 2^{17}$		
/16	16	255.255.0.0	$65536 = 2^{16}$	Class B	
/17	15	255.255.128.0	$32768 = 2^{15}$		ISP / large business
/18	14	255.255.192.0	$16384 = 2^{14}$		ISP / large business
/19	13	255.255.224.0	$8192 = 2^{13}$		ISP / large business
/20	12	255.255.240.0	$4096 = 2^{12}$		Small ISP / large business
/21	11	255.255.248.0	$2048 = 2^{11}$		Small ISP / large business
/22	10	255.255.252.0	$1024 = 2^{10}$		
/23	9	255.255.254.0	$512 = 2^9$		
/24	8	255.255.255.0	$256 = 2^8$	Class C	Large LAN
/25	7	255.255.255.128	$128 = 2^7$		Large LAN
/26	6	255.255.255.192	$64 = 2^6$		Small LAN
/27	5	255.255.255.224	$32 = 2^5$		Small LAN
/28	4	255.255.255.240	$16 = 2^4$		Small LAN
/29	3	255.255.255.248	$8 = 2^3$		Smallest multi-host network
/30	2	255.255.255.252	$4 = 2^2$		"Glue network" (point to point links)
/31	1	255.255.255.254	$2 = 2^1$		Rarely used, point to point links (RFC 3021)
/32	0	255.255.255.255	$1 = 2^0$		Host route



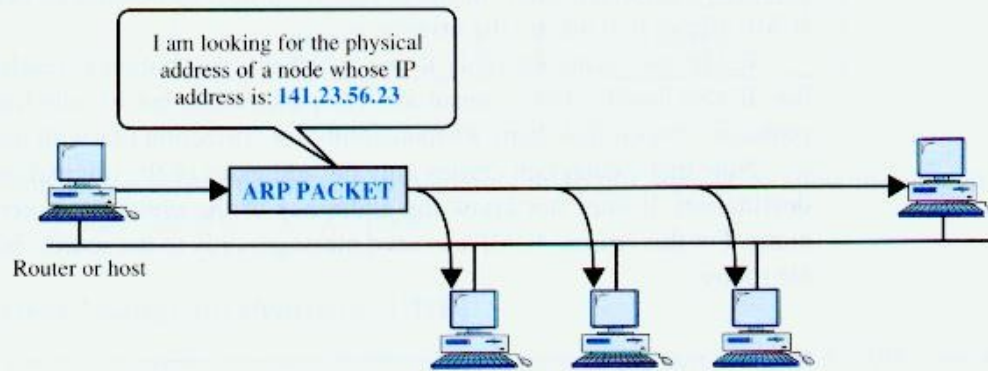
Address Resolution Protocol (ARP)

- ❖ Βρείτε τη φυσική διεύθυνση ενός κόμβου, όταν η διεύθυνση IP του είναι γνωστή
- ❖ Φυσική (σταθμός) διεύθυνση (MAC διεύθυνση)
 - Αποτυπώνεται στο NIC
 - Προσδιορίστε μια συσκευή σε ένα σύνδεσμο (δικτύου)
 - Η τοπική αρμοδιότητα, μπορεί να αλλάξει
- ❖ διεύθυνση IP
 - Η παγκόσμια δικαιοδοσία, δεν μπορεί να αλλάξει

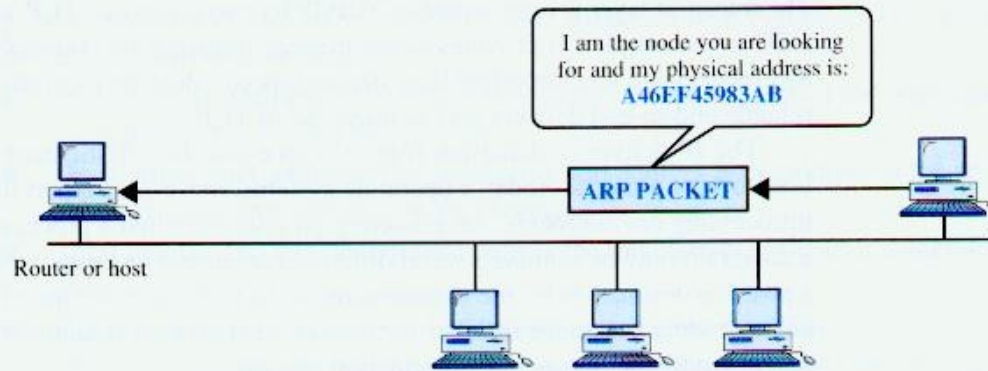


ARP

Figure 23.9 ARP



a. ARP request



b. ARP response



Reverse Address Resolution Protocol (RARP)

- ❖ Επιτρέπει σε μία συσκευή να ανακαλύψει τη IP διεύθυνση του όταν γνωρίζει μόνο τη φυσική διεύθυνση του
 - ❖ Χωρίς μονάδα δίσκου υπολογιστής
 - ❖ Πρόσφατα συνδεδεμένος υπολογιστή
- ❖ Ο Η/Υ μεταδίδει ένα πακέτο RARP ερώτηματος που περιέχει τη φυσική διεύθυνση του
- ❖ Ένας server στο δίκτυο επιστρέφει τη διεύθυνση IP του Η/Υ



Ιδιωτική Διευθυνσιοδότηση

Class	RFC 1918 Internal Address Range	CIDR Prefix
A	10.0.0.0 - 10.255.255.255	10.0.0.0/8
B	172.16.0.0 - 172.31.255.255	172.16.0.0/12
C	192.168.0.0 - 192.168.255.255	192.168.0.0/16

❖ 172.16.0.0 - 172.31.255.255: 172.16.0.0/12

❖ Από πού προέρχεται η / 12;

12 bits κοινά

10101100. 00010000. 00000000. 00000000 - 172.16.0.0

10101100. 00011111. 11111111. 11111111 - 172.31.255.255

10101100. 00010000. 00000000. 00000000 - 172.16.0.0/12

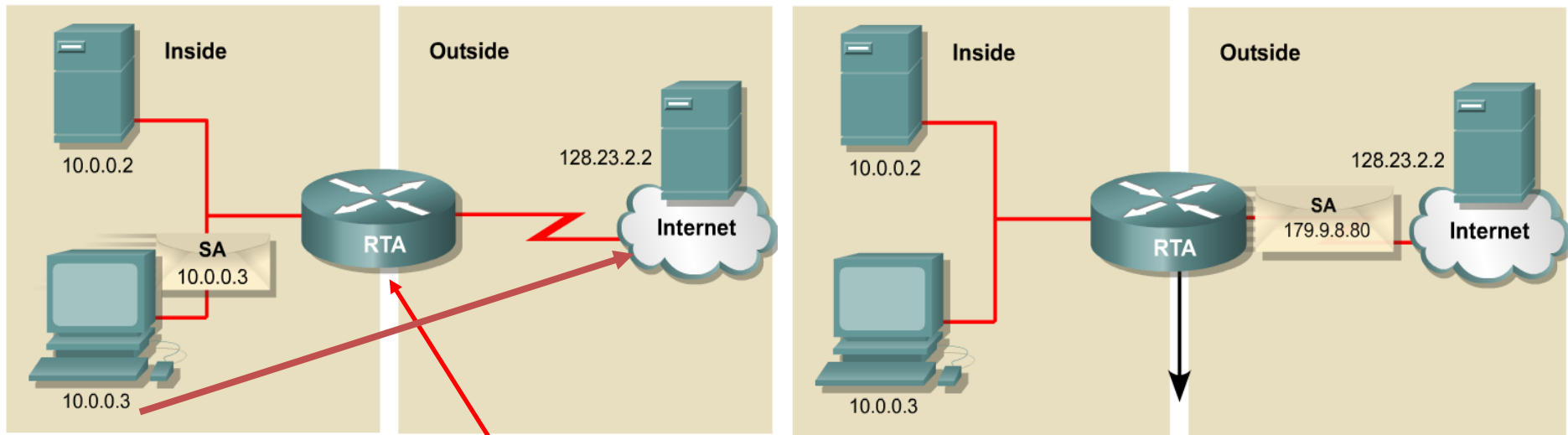


Παρουσιάζοντας τα NAT και PAT (1)

- ❖ Το NAT σχεδιάστηκε για να διατηρεί τις διευθύνσεις IP και να επιτρέπει στα δίκτυα να χρησιμοποιούν ιδιωτικές IP διευθύνσεις για τα εσωτερικά δίκτυα.
- ❖ Αυτές οι ιδιωτικές, εσωτερικές διευθύνσεις μεταφράζονται σε δρομολογούμενες, δημόσιες διευθύνσεις.
- ❖ το **NAT**, όπως ορίζεται από το RFC 1631, είναι η διαδικασία της αλλαγής (swapping) μίας διεύθυνσης με μια άλλη στην επικεφαλίδα του πακέτου IP.
- ❖ Στην πράξη, το NAT χρησιμοποιείται για να επιτρέπει στις συσκευές που έχουν μια ιδιωτική διεύθυνση, πρόσβαση στο Internet.
- ❖ Μεταφράσεις NAT μπορεί να γίνουν είτε δυναμικά είτε στατικά.
- ❖ Το πιο ισχυρό χαρακτηριστικό των δρομολογητών NAT είναι η ικανότητά τους να χρησιμοποιούν τη μετάφραση **διευθύνσεων των θυρών (PAT)**, η οποία επιτρέπει πολλαπλές διευθύνσεις μέσα στο χάρτη στην ίδια γενική διεύθυνση. Αυτό ονομάζεται many-to-one NAT.



Παρουσιάζοντας τα NAT και PAT (2)



NAT Table		
Inside Local IP Address	Inside Global IP Address	Outside Global IP Address
10.0.0.3	179.9.8.80	128.23.2.2

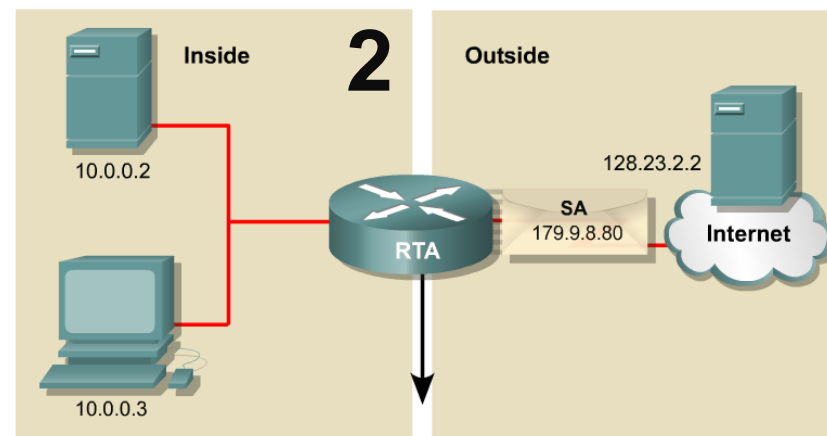
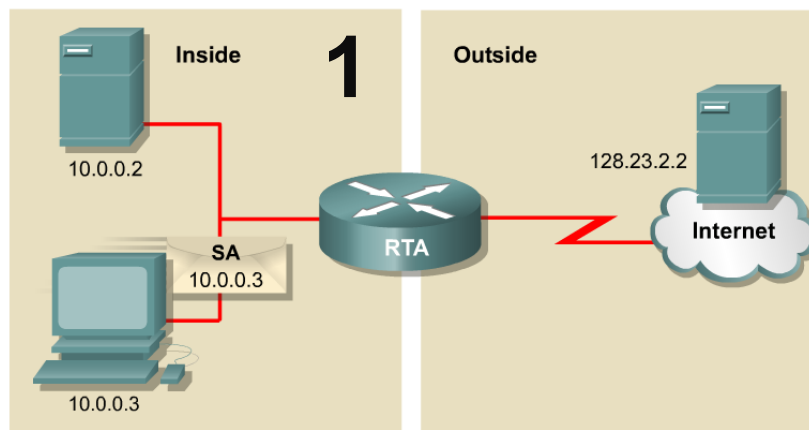


Παρουσιάζοντας τα NAT και PAT (3)

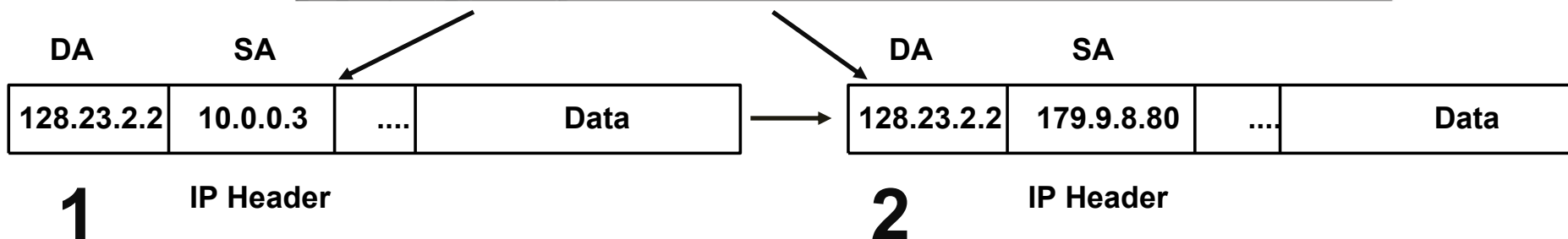
- ❖ **Εσωτερική τοπική διεύθυνση** - Η διεύθυνση IP που έχει εκχωρηθεί σε έναν κεντρικό υπολογιστή στο εσωτερικό δίκτυο. Αυτή η διεύθυνση είναι πιθανό να είναι μια RFC 1918 ιδιωτική διεύθυνση.
- ❖ **Εσωτερική παγκόσμια διεύθυνση** - Μια νόμιμη διεύθυνση IP (Internet δυνατότητα δρομολόγησης ή δημόσια) αποδίδεται από τον φορέα παροχής υπηρεσιών που αντιπροσωπεύει μια ή περισσότερες εσωτερικές τοπικές διευθύνσεις IP με τον έξω κόσμο.
- ❖ **Εξωτερική τοπική διεύθυνση** - Η διεύθυνση IP ενός εξωτερικού ξενιστή, όπως είναι γνωστό στους οικοδεσπότες στο εσωτερικό δίκτυο.
- ❖ **Εξωτερική Παγκόσμια Διεύθυνση**



Παράδειγμα NAT (1)

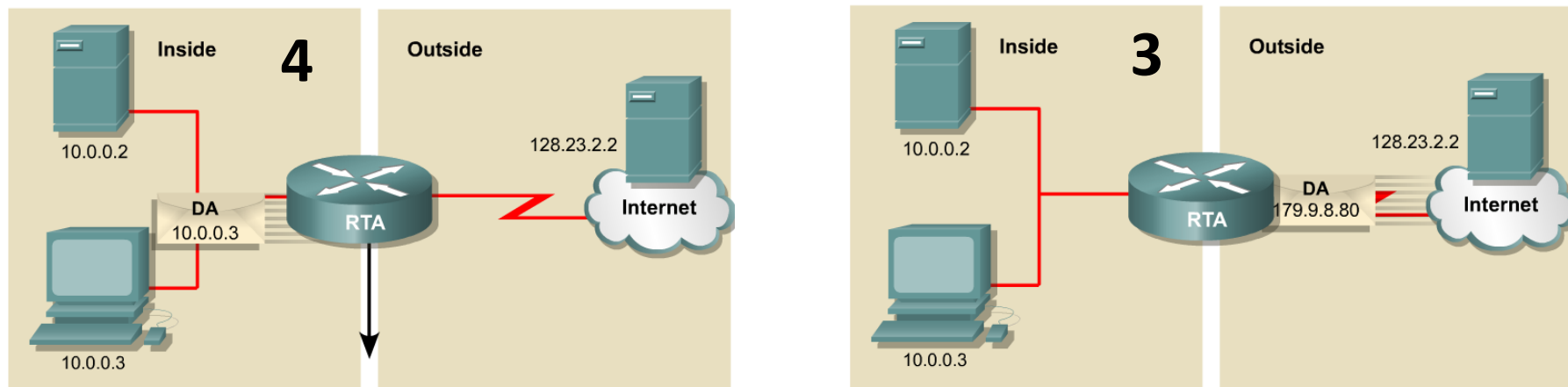


NAT Table		
Inside Local IP Address	Inside Global IP Address	Outside Global IP Address
10.0.0.3	179.9.8.80	128.23.2.2



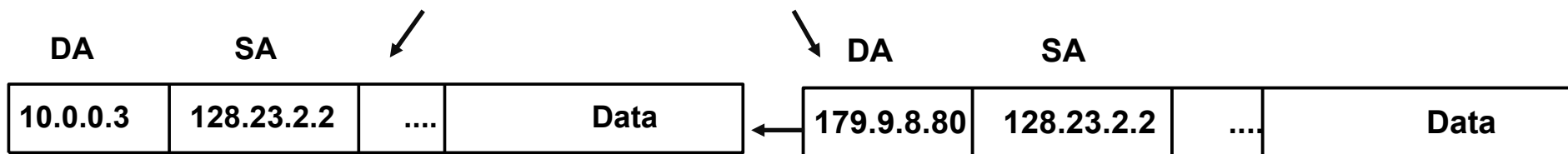
❖ Μετάφραση από Ιδιωτική διεύθυνση IP σε Δημόσια διεύθυνση IP .

Παράδειγμα NAT (2)



NAT Table

Inside Local IP Address	Inside Global IP Address	Outside Global IP Address
10.0.0.2	179.9.8.80	128.23.2.2
10.0.0.3	179.9.8.80	128.23.2.2



4

IP Header

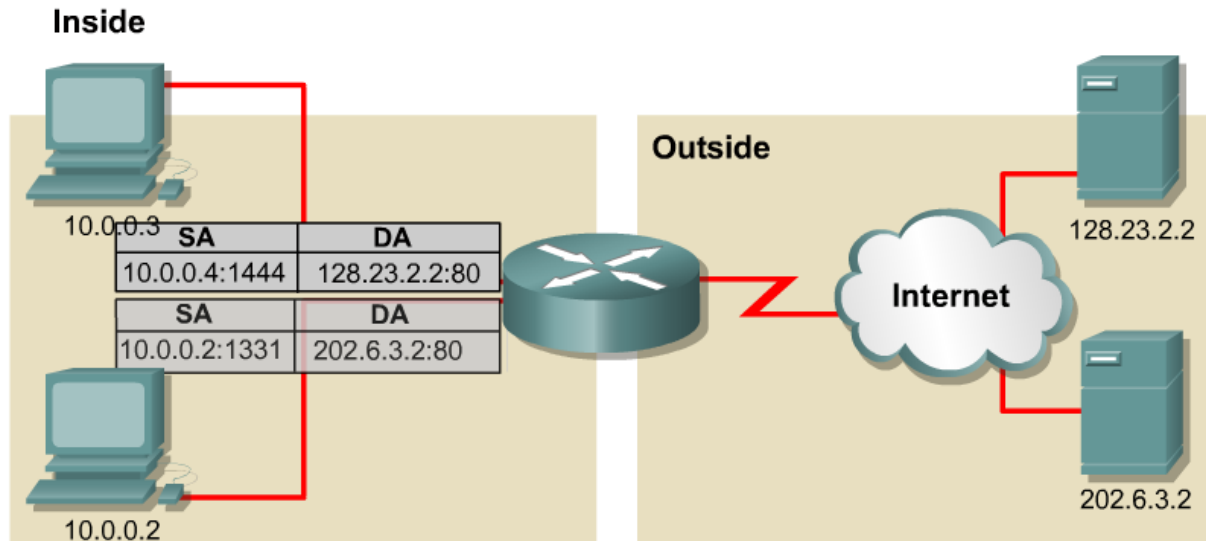
3

IP Header

❖ Προς τα πίσω από Δημόσια διεύθυνση IP σε Ιδιωτική διεύθυνση IP .



PAT – Port Address Translation



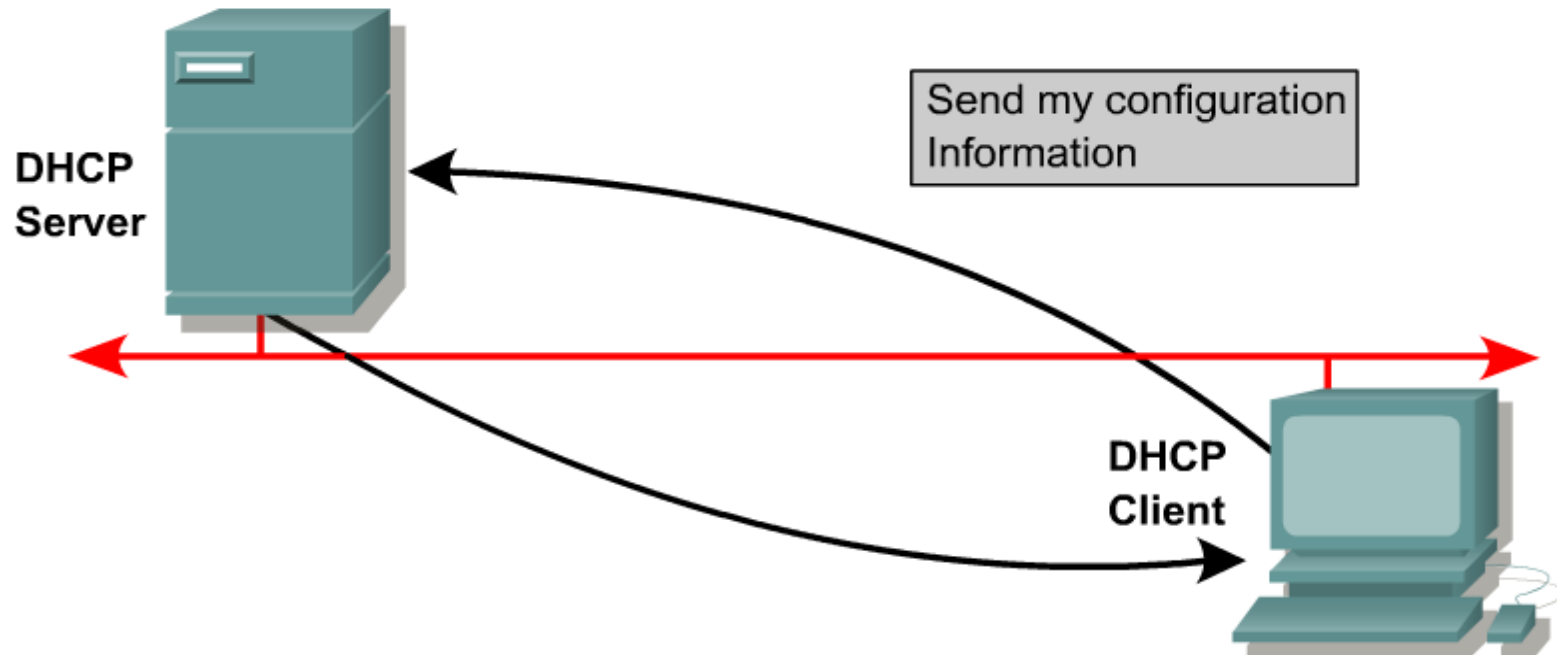
NAT Table			
Inside Local IP Address	Inside Global IP Address	Outside Local IP Address	Outside Global Address
10.0.0.2:1331	179.9.8.20:1331	202.6.3.2:80	202.6.3.2:80
10.0.0.3:1555	179.9.8.20:1555	128.23.2.2:80	128.23.2.2:80

- ❖ Επιτρέπει την χρήση μιας μοναδικής Δημόσιας διεύθυνσης IP και τον ορισμό μέχρι 65.536 hosts (4000 είναι πιο ρεαλιστικό).
- ❖ Μεταφράζει και καταγράφει τη διεύθυνση της θύρας προέλευσης TCP / UDP για να παρακολουθείτε τις διευθύνσεις των Hosts



Dynamic Host Configuration Protocol

DHCP



Here is Your Configuration:

- IP Address: 192.204.18.7
- Subnet Mask: 255.255.255.0
- Default Routers: 192.204.18.1, 192.204.18.3
- DNS Servers: 192.204.18.8, 192.204.18.9
- Lease Time: 5 days

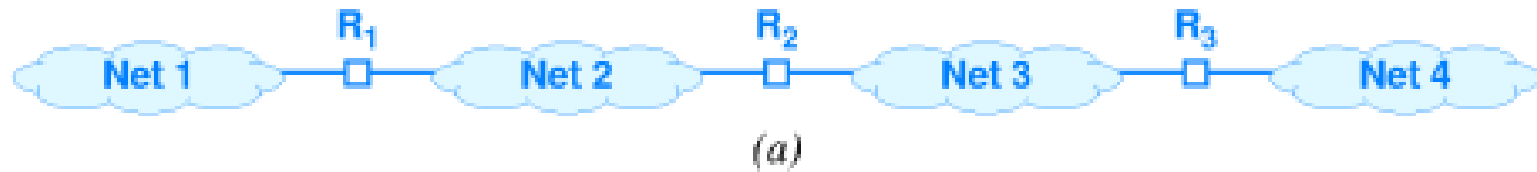


Πρώθηση ενός IP Datagram (1)

- ❖ Κάθε δρομολογητής εξάγει τη διεύθυνση προορισμού (DA) από την επικεφαλίδα
 - χρησιμοποιεί το DA για να καθορίσει ένα επόμενο hop
- ❖ Ο πίνακας δρομολογητή (RT) πρέπει να αρχικοποιείται κατά την εκκίνηση του δρομολογητή
- ❖ RT πρέπει να ενημερωθεί αν αλλάξει η τοπολογία
- ❖ RT περιέχει ένα σύνολο καταχωρήσεων
 - Το καθένα καθορίζει μια DA και το επόμενο hop που χρησιμοποιείται για την επίτευξη του DA
- ❖ Το σχήμα 20.2 δείχνει έναν RT σε έναν από τους τρεις δρομολογητές



Πρώθηση ενός IP Datagram (2)



Destination	Next Hop
net 1	R_1
net 2	deliver direct
net 3	deliver direct
net 4	R_3

(b)

Figure 20.2 (a) An example internet with three routers connecting four physical networks, and (b) the conceptual routing table found in router R_2 . Each entry in the table lists a destination network and the next hop along a route to that network.

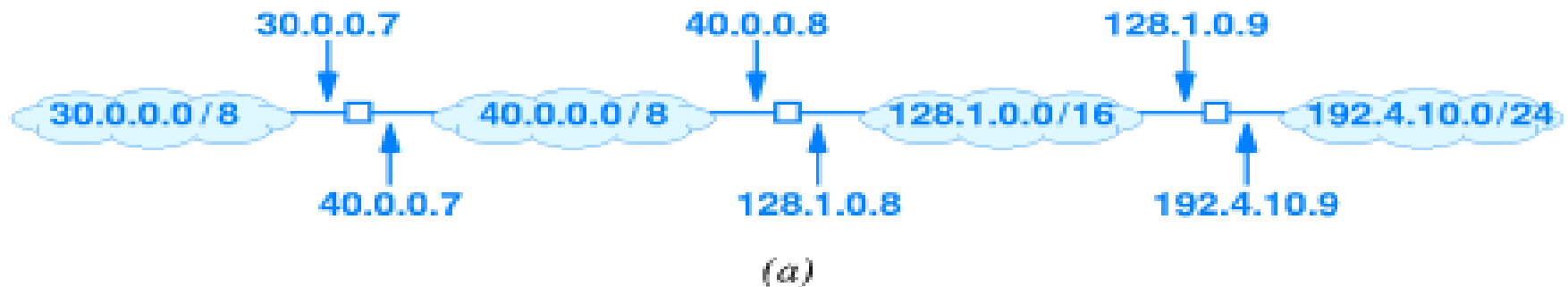


Διευθύνσεις IP και Πίνακας δρομολόγησης εγγραφών (1)

- ❖ Μια πραγματική IP RT είναι πιο περίπλοκη από ό, τι στο σχήμα 20.2
 - Το πεδίο προορισμού για κάθε εγγραφή περιέχει το πρόθεμα NW
 - Ένα πρόσθετο πεδίο για κάθε εγγραφή περιέχει μια μάσκα διεύθυνσης
 - Η μάσκα διεύθυνσης διευκρινίζει ποιά bits αντιστοιχούν στο πρόθεμα NW
 - Μια διεύθυνση IP χρησιμοποιείται όταν το πεδίο Next-Hop υποδηλώνει έναν δρομολογητή
- ❖ Το σχήμα 20.3 δείχνει πώς μπορεί να φαίνεται ο RT του σχήματος 20.2



Διευθύνσεις IP και Πίνακας δρομολόγησης εγγραφών (2)



Destination	Mask	Next Hop
30.0.0.0	255.0.0.0	40.0.0.7
40.0.0.0	255.0.0.0	deliver direct
128.1.0.0	255.255.0.0	deliver direct
192.4.10.0	255.255.255.0	128.1.0.9

(b)

Figure 20.3 (a) An internet of four networks and three routers with an IP address assigned to each router interface, and (b) the routing table found in the center router. Each entry in the table lists a destination, a mask, and the next hop used to reach the destination.



Μάσκα πεδίου και Προώθηση Datagram (1)

- ❖ Χρησιμοποιώντας ένα RT για να επιλέξετε ένα επόμενο hop για ένα συγκεκριμένο datagram
 - ονομάζεται "δρομολόγηση" ή "προώθηση"
- ❖ Η μάσκα πεδίου σε μια καταχώρηση RT χρησιμοποιείται για να εξαγάγετε το NW τμήμα μιας διεύθυνσης κατά τη διάρκεια της αναζήτησης
- ❖ Μια αναπαράσταση μάσκας bit επιτρέπει την εξαγωγή αποτελεσματικά
- ❖ Υπολογίστε Boolean και (&) της μάσκας και το DA datagram, D, για να εξετάσει την i^{th} καταχώρηση

if ((Mask [i] & D) == Destination [i]) forward to NextHop [i];



Μάσκα πεδίου και Προώθηση Datagram (2)

- ❖ Ως παράδειγμα,
- ❖ Θεωρείστε ότι ένα datagram DA είναι 192.4.10.3
- ❖ υποθέστε ότι η datagram φθάνει σε ένα router που περιέχει το RT όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 20.3
- ❖ Ακόμα υποθέστε ότι οι καταχωρήσεις στον πίνακα αναζητούνται κατά σειρά
 - Η πρώτη καταχώρηση αποτύγχάνει:
επειδή η 255.0.0.0 & 192.4.10.3 δεν είναι ίση με την 30.0.0.0
 - Μετά την απόρριψη της δεύτερης και τρίτης καταχωρήσης στο RT, επιλέγεται το επόμενο hop 128.1.0.9
επειδή η 255.255.255.0 & η 192.4.10.3 == 192.4.10.0



Προορισμός και Next-Hop Διευθύνσεις

- ❖ Όταν ένας δρομολογητής λάβει ένα datagram,
 - ο δρομολογητής εξάγει τη διεύθυνση προορισμού, D ,
 - και το χρησιμοποιεί για να υπολογίσει την διεύθυνση του επόμενου δρομολογητή
 - στην οποία ο κόμβος πρέπει να αποσταλεί, N
- ❖ Αν και το datagram στέλνεται άμεσα στην διεύθυνση N
 - η επικεφαλίδα στο datagram διατηρεί τη διεύθυνση προορισμού D



Βέλτιστη Προσπάθεια (Best-Effort Delivery)

- ❖ Το IP χρησιμοποιεί τον όρο «βέλτιστη προσπάθεια» για να περιγράψει τις υπηρεσίες της
 - Το IP κάνει μια προσπάθεια βέλτιστης προσπάθειας να παραδώσει κάθε datagram
- ❖ Το IP δεν εγγυάται ότι θα χειριστεί τα προβλήματα:
 - Επικαλύψεων των datagram
 - Καθυστέρησης ή εκτός παράδοσης
 - Φθοράς των δεδομένων
 - Απώλεια των datagram
- ❖ Το IP έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί σε όλους τους τύπους της NW HW,
 - Ως εκ τούτου, το HW μπορεί να δυσλειτουργήσει
 - Άλλα πρωτόκολλα υψηλού επιπέδου απαιτούνται για τον χειρισμό αυτών των λαθών



Σημασιολογία Βέλτιστης Προσπάθειας και ανίχνευση σφαλμάτων

❖ Ανίχνευση σφαλμάτων στην IP;

- ένα άθροισμα ελέγχου κεφαλίδας χρησιμοποιείται για την ανίχνευση σφαλμάτων μετάδοσης
- Το άθροισμα ελέγχου καλύπτει ολόκληρη την κεφαλίδα
- Το αθροίσμα ελέγχου επαληθεύεται ώστε να διασφαλίζεται ότι η κεφαλίδα έφτασε άθικτη

❖ Σφάλμα αθροίσματος ελέγχου;

- το datagram πρέπει να απορρίφθει αμέσως
- Θα μπορούσε να έχει αλλοιωθεί οποιαδήποτε πεδίο στην επικεφαλίδα του datagram



Internet Control Message Protocol (1)

- ❖ Προβλήματα λιγότερο σοβαρά από ό, τι τα σφάλματα μετάδοσης οδηγούν σε συνθήκες σφάλματος που μπορούν να αναφερθούν
- ❖ TCP / IP $\Rightarrow$ Internet Control Message Protocol (ICMP)
- ❖ RFC 792 (μελετήστε το!)
- ❖ Μεταφορά μηνυμάτων (έλεγχος) από τους δρομολογητές και τους υπολογιστές
- ❖ Σχόλια σχετικά με τα προβλήματα
 - π.χ. χρόνο λήξης
- ❖ Ένθυλάκωση σε IP datagram
 - δεν είναι αξιόπιστα



Internet Control Message Protocol(2)

- ❖ Λίστα μηνυμάτων ICMP.
- ❖ Κάθε μήνυμα προσδιορίζεται από ένα πεδίο τύπου 8-bit

Type	Name
0	Echo Reply
1	Unassigned
2	Unassigned
3	Destination Unreachable
4	Source Quench
5	Redirect
6	Alternate Host Address
7	Unassigned
8	Echo
9	Router Advertisement
10	Router Solicitation
11	Time Exceeded
12	Parameter Problem
13	Timestamp
14	Timestamp Reply
15	Information Request
16	Information Reply
17	Address Mask Request
18	Address Mask Reply
19	Reserved (for Security)
20-29	Reserved (for Robustness Experiment)
30	Traceroute
31	Datagram Conversion Error
32	Mobile Host Redirect
33	IPv6 Where-Are-You
34	IPv6 I-Am-Here
35	Mobile Registration Request
36	Mobile Registration Reply
37	Domain Name Request
38	Domain Name Reply
39	SKIP
40	Photuris
41-255	Reserved



Παράδειγμα ICMP- Μηνύματα

Λάθους 1

❖ Πηγή απόσβεσης (Source Quench)

- Ένα router που δεν έχει χώρο μνήμης απορρίπτει τα datagrams
 - στέλνει ένα μήνυμα πηγής απόσβεσης στην πηγή (εντολέα)

❖ Υπέρβαση χρονικού ορίου (Time Exceeded)

- Περίπτωση 1:
 - Αν το Time To Live (TTL) φτάσει στο μηδέν, ο δρομολογητής απορρίπτει το datagram και στέλνει ένα μήνυμα υπέρβασης του χρόνου.
- Περίπτωση 2:
 - αν ο χρόνος επανασυναρμολόγησης λήξει πριν από την άφιξη όλων των τμημάτων



Παράδειγμα ICMP- Μηνύματα

Λάθους 2

❖ Απρόσιτος Προορισμός (Destination Unreachable)

- Αν το datagram δεν μπορεί να παραδοθεί στον τελικό προορισμό του
 - ο δρομολογητής στέλνει ένα μήνυμα απρόσιτου προορισμού στην πηγή
 - καθορίζει εάν ο υπολογιστής ή το δίκτυο προορισμού είναι απρόσιτος

❖ Ανακατεύθυνση (Redirect)

- Εάν ένας υπολογιστής στείλει εσφαλμένα μια datagram που έπρεπε να σταλεί σε διαφορετικό δρομολογητή,
 - ο δρομολογητής χρησιμοποιεί ένα μήνυμα ανακατεύθυνσης για να προκαλέσει τον υπολογιστή να αλλάξει τη διαδρομή του (host ή δίκτυο)

❖ Πρόβλημα στις παράμετρους (Parameter Problem)

- Μία από τις παραμέτρους που ορίζονται σε ένα datagram είναι εσφαλμένη



Παράδειγμα ICMP- Πληροφοριακά Μηνύματα 1

❖ Αίτηση / Απάντηση Ηχούς (Echo Request / Reply)

- Ένα μήνυμα αίτησης ήχους μπορεί να σταλεί σε οποιονδήποτε υπολογιστή
 - Ο υπολογιστής πρέπει να στείλει ένα απαντητικό μήνυμα ICMP echo reply
 - Η απάντηση φέρει τα ίδια στοιχεία με την αίτηση

❖ Αίτηση Διεύθυνσης Μάσκας / Απάντηση (Address Mask Request / Reply)

- Ένας υπολογιστής μεταδίδει μια αίτηση διεύθυνσης μάσκας κατά την εκκίνησή του
 - Οι δρομολογητές λαμβάνουν την αίτηση και στέλνουν μια μάσκα υποδικτύου 32-bit



ICMP Μεταφορά Μηνυμάτων (1)

- ❖ Το μήνυμα ICMP τοποθετείται στην περιοχή δεδομένων της IP datagram
- ❖ Ένα datagram ενθυλακώνεται σε ένα πλαίσιο για τη μετάδοση
 - Το Σχήμα 23.2 απεικονίζει τα δύο επίπεδα ενθυλάκωσης
- ❖ Πού θα πρέπει να σταλεί ένα μήνυμα ICMP;
- ❖ Μηνύματα ICMP δημιουργούνται πάντα σε απάντηση σε ένα datagram
 - Είτε το datagram έχει αντιμετωπίσει ένα πρόβλημα
 - Ή ένα αίτημα μήνυμα ICMP στο οποίο ο προορισμός απαντά
- ❖ Ένα μήνυμα λάθους ICMP ή μια απάντηση ICMP στέλνεται στην πηγή
- ❖ Τα μηνύματα ICMP δεν έχουν ιδιαίτερη προτεραιότητα
 - Προωθούνται όπως και κάθε άλλο datagram



ICMP Μεταφορά Μηνυμάτων (2)

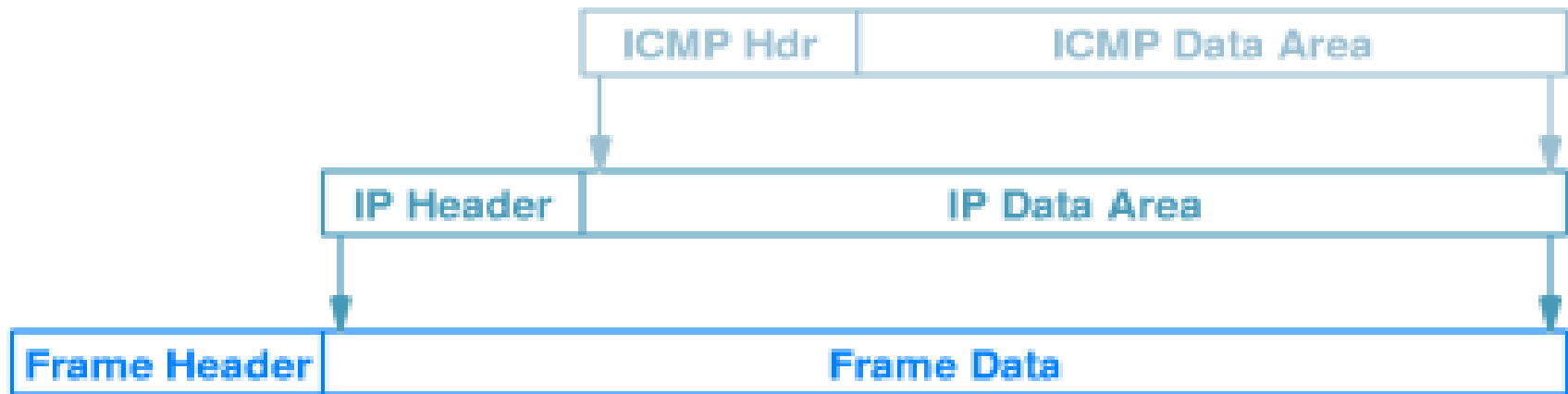


Figure 23.2 Two levels of encapsulation that occur when an ICMP message is sent. The ICMP message is encapsulated in a datagram, which is encapsulated in a frame for transmission across a physical network.

Χρήση ICMP μηνυμάτων για Έλεγχο της Προσβασιμότητας

- ❖ Το Ping χρησιμοποιεί την ηχώ αίτηση ICMP / απαντητικών μηνυμάτων
 - Στέλνει ένα datagram IP που περιέχει ένα μήνυμα ICMP echo αίτηση στον συγκεκριμένο προορισμό
 - Μετά την αποστολή της αίτησης, περιμένει ένα μικρό χρονικό διάστημα για την απάντηση
 - Αν δεν φτάσει καμία απάντηση, το ping αναμεταδίδει το αίτημα
 - Εάν δεν δοθεί απάντηση ούτε στην αναμεταδόση, το ping δηλώνει ότι το απομακρυσμένο μηχάνημα δεν είναι προσβάσιμο
- ❖ Κάθε φορά που ένα αίτημα ήχους φτάνει, το λογισμικό ICMP πρέπει να στείλει μια ηχώ απάντηση



Χρήση ICMP για ανίχνευση διαδρομής (1)

- ❖ Τα μηνύματα ICMP χρησιμοποιούνται από το traceroute
- ❖ Το traceroute κατασκευάζει μια λίστα με όλους τους δρομολογητές κατά μήκος μιας διαδρομής σε έναν συγκεκριμένο προορισμό:
 - στέλνει μία σειρά από datagrams και περιμένει απάντηση για το καθένα
 - ορίζει την τιμή TTL στο πρώτο datagram σε 1
 - Το πρώτο router που λαμβάνει το datagram
 - ελαττώνει το time to live,
 - απορρίπτει το datagram,
 - και στέλνει πίσω ένα μήνυμα υπέρβασης χρόνου ICMP
 - εξάγει τη διεύθυνση προέλευσης IP και ανακοινώνει τη διεύθυνση του πρώτου δρομολογητή κατά μήκος της διαδρομής προς τον προορισμό



Χρήση ICMP για ανίχνευση διαδρομής (2)

- ❖ Αφού ανακαλύψει τη διεύθυνση του πρώτου router, στέλνει ένα datagram με το TTL στο 2
 - Το 1ο router ελαττώνει τη μέτρηση προς τα εμπρός και
 - Το 2ο router απορίπτει και στέλνει ένα μήνυμα σφάλματος
- ❖ Ομοίως, όταν λάβει ένα μήνυμα λάθους από έναν δρομολογητή που είναι σε απόσταση 2,
 - στέλνει ένα datagram με TTL στο 3, 4, κοκ.



Χρήση ICMP για ανίχνευση διαδρομής (3)

- ❖ Ωστόσο παραμένουν πολλές λεπτομέρειες για τον traceroute
 - Τα Datagrams μπορεί να χαθούν, να διπλασιαστούν ή να παραδοθούν εκτός σειράς.
- ❖ Το traceroute πρέπει να είναι προετοιμασμένο να αντιμετωπίσει τις διπλές απαντήσεις και να αναμεταδώσει τα χαμένα datagrams
- ❖ Επιλέγοντας το χρονικό όριο αναμετάδοσης είναι δύσκολο
 - Επειδή το traceroute δεν μπορεί να ξέρει πόσο πρέπει να περιμένει
 - Το traceroute επιτρέπει στο χρήστη να αποφασίσει το διάστημα
- ❖ Το traceroute αντιμετωπίζει και άλλο πρόβλημα
 - Οι διαδρομές μπορούν να αλλάξουν δυναμικά
 - Αν διαδρομές αλλάζουν μεταξύ δύο ανιχνευτών, ο δεύτερος ανιχνευτής μπορεί να λαμβάνει μεγαλύτερο / μικρότερο μονοπάτι από το πρώτο
- ❖ Η αλληλουχία των δρομολογητών μπορεί να μην αντιστοιχεί σε μια έγκυρη διαδρομή
 - Το traceroute είναι πιο χρήσιμο σε ένα διαδίκτυο με σταθερές διαδρομές



Η Τελευταία Διεύθυνση που Τυπώθηκε από το Traceroute

- ❖ Ο TTL αυξάνεται μέχρι το datagram να φτάσει στον προορισμό του
- ❖ Το traceroute στέλνει ένα datagram, και ο οικοδεσπότης προορισμού υποχρεούται να απαντήσει, υπάρχουν δύο δυνατότητες
 - Στείλνε ένα μήνυμα αίτησης ICMP echo request
 - Ο υπολογιστής προορισμού θα δημιουργήσει μια απάντηση ICMP echo reply.
 - Αποστολή datagram σε μια ανύπαρκτη εφαρμογή
 - Ο υπολογιστής προορισμού θα δημιουργήσει ένα μήνυμα απρόσιτου προορισμού destination unreachable ICMP



Εκδόσεις IP

- ❖ IP v 1-3 ορίστηκε και αντικαταστάθηκε
- ❖ IP v4 - τρέχουσα έκδοση
- ❖ IP v5 - πρωτόκολλο ροής
- ❖ IP v6 - αντικατάσταση IP v4
- ❖ κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του ονομαζόταν IPng (IP Επόμενης Γενιάς).



Γιατί Αλλαγές στην IP;

❖ Εξάντληση χώρου Διεύθυνσεων

- δύο επιπέδων διευθυνσιοδότησης (δικτύου και υπολογιστών) άχρηστος χώρος
- Οι διευθύνσεις δικτύου κατειλημένες, ακόμη και αν δεν χρησιμοποιούνταν
- ανάπτυξη των δικτύων και Διαδικτύου
- εκτεταμένη χρήση του πρωτοκόλλου TCP / IP
- Μια διεύθυνση ανά ξενιστή

❖ Απαιτήσεις για νέα είδη υπηρεσιών



IPv6 RFCs

- ❖ RFC 1752 - Συστάσεις για το πρωτόκολλο IP Επόμενης Γενιάς
 - ❖ απαιτήσεις
 - ❖ μορφές PDU
 - ❖ διευθυνσιοδότηση, θέματα ασφάλειας δρομολόγησης
- ❖ RFC 2460 - συνολική προδιαγραφή
- ❖ RFC 2373 - αντιμετώπιση δομής
- ❖ πολλά άλλα



Βελτιώσεις IPv6

- ❖ Επεκτάθηκε ο χώρος διευθύνσεων σε 128 bit
- ❖ βελτιωμένος μηχανισμός επιλογών
 - οι περισσότερες δεν εξετάζοταν από τους ενδιαμέσους δρομολογητές
- ❖ δυναμική εκχώρηση διευθύνσεων
- ❖ αυξημένη ευελιξία διευθύνσεων
 - anycast & πολλαπλής διανομής
- ❖ υποστήριξη στην κατανομή των πόρων
 - επισημαίνονται οι ροές πακέτων



Βιβλιογραφία

- Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014
- William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011



Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων

- Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:
- Εικόνες : William Stallings, Οργάνωση και αρχιτεκτονική των υπολογιστών, Εκδ. Τζιόλα, 2011 και Douglas E Comer, Δίκτυα και διαδίκτυα υπολογιστών, Κλειδάριθμος, 2014



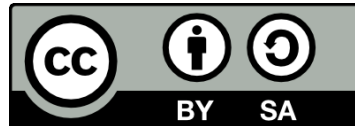
Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Γούδος Σωτήριος.
«Δίκτυα Επικοινωνίας και Υπολογιστών. Διαδικτύωση, Έννοιες, Αρχιτεκτονική
και Πρωτόκολλα». Έκδοση: 1.0. Θεσσαλονίκη 2014. Διαθέσιμο από τη
δικτυακή διεύθυνση: <http://eclass.auth.gr/courses/OCRS188/>.



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





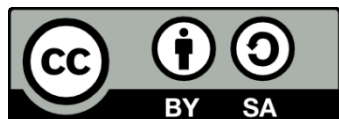
ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΑΝΟΙΚΤΑ
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ
ΜΑΘΗΜΑΤΑ



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Φίλιογλου Μαρία
Θεσσαλονίκη, 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

Σημειώματα

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

