

ΕΑΠ/ΠΛΗ22/ΑΘΗ.4

ΟΣΣ 5

02/05/2015

συμπληρωματική παρουσίαση

Ν.Δημητρίου

Σημείωση

- Στην παρουσίαση αυτή παρατίθενται παραπομπές σε συγκεκριμένες διαφάνειες της παρουσίασης *PLH22_OSS5_2015.pptx* που βρίσκεται στο **study.eap.gr** στο φάκελο *Ομαδικές Συμβουλευτικές Συναντήσεις (ΟΣΣ)/ΟΣΣ5*

- Θέματα: OSI - TCP/IP layers, MAC protocols, TDMA, FDMA, Aloha/Slotted Aloha, Aloha Throughput, CSMA, CSMA/CD
- Δείτε τις παρακάτω διαφάνειες του *PLH22_OSS5_2015.pptx*:
7,8,20,25,26,33,34,35,41,42,43,44,46,47

Επίπεδα / Στρώματα OSI

	5	Εφαρμογής	
segments	4	Μεταφοράς	end-end (host-to-host)
datagrams	3	Δικτύου	routing devices (routers)
frames	2	Σεξής	switching devices. (switches, bridges)
	1	Φυσικό	repeaters, hubs

repeaters, hubs : Λήψη μεταδιδόμενων bits (ηλεκτρικό σήμα),

Επίσχυση / αναγέννηση σήματος, αποστολή στην έξοδο
χρήση: επέκταση ενός διαύλου, ^{πρωίηση}

hubs : multi port repeaters, Κάθε εισερχόμενο frame

αναμεταδίδεται σε όλες τις υπόλοιπες θύρες του hub
χρήση: διασύνδεση πολλαπλών σταθμών σε
τοπολογία αστέρια

bridges : Συσκευές store and forward.
Λήψη ολόκληρου πλαισίου, έλεγχος στο
έπιπέδο ζεύξης και προώθηση/απόρριψη
(οδηγός: MAC Address)

Switches : Multiport bridges. Έλεγχος πλαισίου
στο επίπεδο ζεύξης και προώθηση στην
αντίστοιχη θύρα (βάση πίνακα διευθύνσεων
MAC- θυρών)

Routers : Έλεγχος datagrams (επίπεδο δικτύου
και επιλεκτική
προώθηση στην αντίστοιχη θύρα, βάση
forwarding table (αντιστοιχισμός IP
address - destination subnet)

Aloha motivation

- Designed in Univ.Hawaii in the early 1970s (by N.Abramson,).
- Conditions: no working telephone system infrastructure
- Problem: how to connect users on remote islands to the main computer in Honolulu.
 - Laying underwater cables under the Pacific Ocean not an option...
- Solution: employ used short-range radios, with each user terminal sharing the same upstream frequency to send frames to the central computer.
- Basic idea: let users transmit whenever they have data to be sent **OVER THE SAME UPLINK FREQUENCY CHANNEL**.
- In case of multiple uplink transmissions - > collisions, colliding frames will be damaged.
- Senders need some way to find out if this is the case.
- In the ALOHA system, after each station has sent its frame to the central computer, this computer **rebroadcasts** the frame to all of the stations using the **separate downlink frequency channel** .
- A sending station can thus listen for the broadcast from the hub to see if its frame has gotten through.
- If frame destroyed, sender just waits a random amount of time and sends it again.
- Systems in which multiple users share a common channel in a way that can lead to conflicts are known as **contention based systems**.

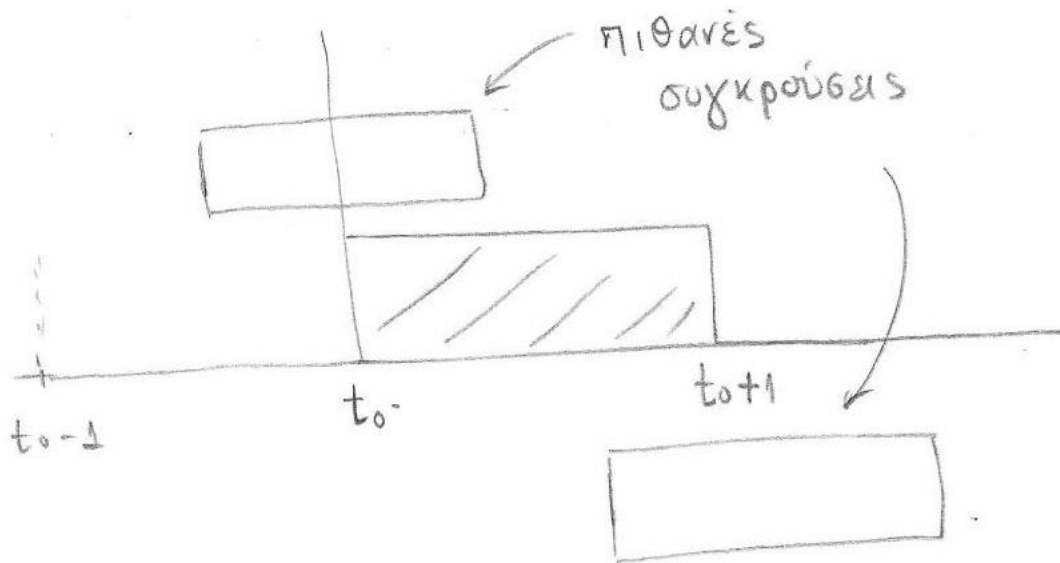
Θεωρία Aloha/Slotted Aloha

Συστήματα πολλαπλής τυχαίας προσπέλασης M σταθμοί κοινός διαγωγός



Aloha

Απλούστερο: Όταν ένας κόμβος έχει ένα πακέτο προς αποστολή, το αποστέλλει χωρίς προσυνεννόηση.



p : πιθανότητα αποστολής πακέτου από ένα σταθμό

Για τη βωστή αποστολή ενός πακέτου:
 'βίχη' από τους υπόλοιπους $M-1$ σταθμούς
 στα 2 διαστήματα $[t_0-1, t_0]$, $[t_0, t_0+1]$

πιθανότητα $(1-p)^{M-1}$

πιθανότητα $(1-p)^{M-1}$

πιθανότητα επιτυχούς μετάδοσης $(1-p)^{M-1} \cdot (1-p)^{M-1} = (1-p)^{2(M-1)}$

πιθανότητα επιτυχούς πρόσβασης $p \cdot (1-p)^{2(M-1)}$ (εξ' ενός σταθμού)
 (δηλ. ο σταθμός να έχει να στείλει πακέτο και να πετύχει)

πιθανότητα επιτυχούς πρόσβασης

για M σταθμούς
 (throughput) $S = M \cdot p \cdot (1-p)^{2(M-1)}$

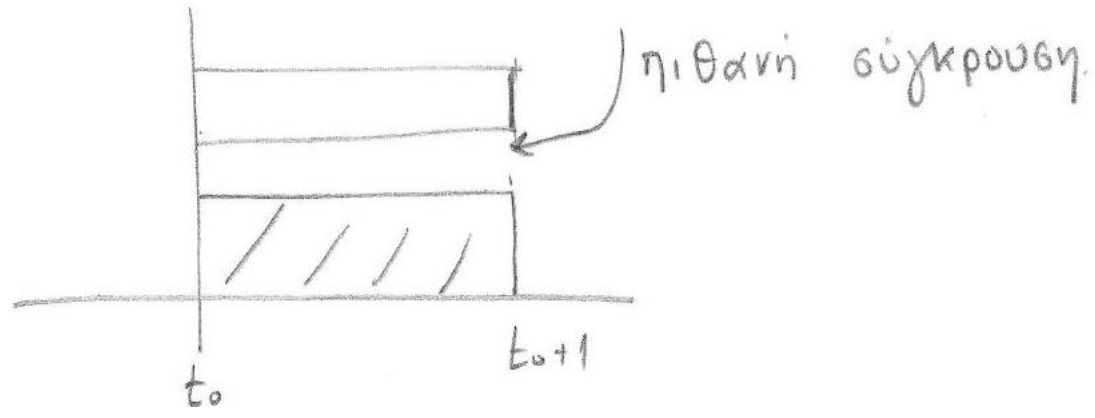
θέτοντας $G = Mp \leftarrow$ συνολική ροή πακέτων σε
 1 προνοσχισμή

$$S = G \left(1 - \frac{G}{M}\right)^{2(M-1)}$$

$$\text{Αν } M \rightarrow \infty, S \sim G e^{-2G}$$

Slotted Aloha

Μετάδοση σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές
(όλοι οι χρήστες συγχρονισμένοι)



Για σωστή αποβολή πακέτου απαιτείται
'σιγή' από τους υπολοίπους $M-1$ σταθμούς

στο \perp διάστημα $[t_0, t_0+1]$

πιθανότητα $(1-p)^{M-1}$

πιθανότητα επιτυχούς μεταφοράς = $(1-p)^{M-1}$

πιθανότητα επιτυχούς πρόσβασης = $p(1-p)^{M-1}$ εώς
σταθμού

για M σταθμούς : $M \cdot p \cdot (1-p)^{M-1}$

θέτοντας $G = Mp$

$$S = G \left(1 - \frac{G}{M}\right)^{M-1}$$

$$\text{As } M \rightarrow \infty \quad S \sim G e^{-G}$$

Παράδειγμα Slotted Aloha

Θέμα 6

Ένα σύστημα ALOHA με σχισμές (Slotted ALOHA) έχει μόνο δύο χρήστες, A και B. Ο B δεν ακολουθεί το πρωτόκολλο ακριβώς, αλλά προσπαθεί να εκπέμπει συνεχώς, αλλά με πιθανότητα $p = 0.4$ σε κάθε σχισμή (για να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα συγκρούσεων).

A Ποία είναι η πιθανότητα η αποστολή πακέτου από τον A να είναι επιτυχής την πρώτη φορά;

B Ποια είναι η πιθανότητα η εκπομπή του A να είναι επιτυχής μετά από ακριβώς k συγκρούσεις (πακέτων των A και B); Υπολογίστε την πιθανότητα για $k=3$. [Παρατήρηση: δεν μας ενδιαφέρει πότε ακριβώς εκπέμπει ο A, δηλ. σε πόσες σχισμές μετά την προηγούμενη μετάδοση μεταδίδει και πάλι. Απλά μετράμε k (διαδοχικές) απόπειρες που καταλήγουν σε σύγκρουση πριν από την επιτυχή μετάδοση.]

C Ποιός είναι ο αναμενόμενος αριθμός προσπαθειών του A που απαιτείται για τη επιτυχή μετάδοση ενός πακέτου του (σαν συνάρτηση του p και αριθμητικά);

A. Η πιθανότητα να εκπέμπει ο Β κάποια χρονική στιγμή είναι $p = 0.4$, άρα η πιθανότητα η αποστολή από τον Α να είναι επιτυχής είναι να μην εκπέμπει ο Β, δηλαδή

$$\bar{p} = 1 - p = 0.6.$$

B. Η πιθανότητα να μεταφερθεί ένα πακέτο σωστά με την πρώτη προσπάθεια είναι $\bar{p} = 0.6$, με την δεύτερη είναι $(1 - \bar{p}) \bar{p}$, με την τρίτη $(1 - \bar{p}) (1 - \bar{p}) \bar{p}$... οπότε με την k προσπάθεια είναι

$$(1 - \bar{p})^k \bar{p}$$

Αν $k=3$ τότε $(1 - \bar{p})^3 \bar{p} = (1 - 0,6)^3 \cdot (0,6) = 0,4^3 \cdot 0,6 = 0,0384$

Ο αναμενόμενος αριθμός προσπαθειών του A που απαιτείται για τη επιτυχή μετάδοση ενός πακέτου του είναι:

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{\infty} (k+1) p^k \bar{p} &= \\ \bar{p} \left(\sum_{k=0}^{\infty} k \cdot p^k + \sum_{k=0}^{\infty} p^k \right) &= \\ \bar{p} \left(\frac{p}{\bar{p}^2} + \frac{1}{\bar{p}} \right) &= \\ \bar{p} \left(\frac{p + \bar{p}}{\bar{p}^2} \right) &= \\ \bar{p} \frac{1}{\bar{p}^2} &= \\ \frac{1}{\bar{p}} &= \\ \frac{1}{0.6} &= \end{aligned}$$

1.666

$$\sum_{k=0}^{\infty} k \cdot \rho^k = ?$$

$$\rho \frac{d[\rho^k]}{d\rho} = \rho \frac{k\rho^k}{\rho} = k\rho^k$$

$$\sum_{k=0}^{\infty} k \cdot \rho^k = \sum_{k=0}^{\infty} \rho \frac{d[\rho^k]}{d\rho} = \rho \sum_{k=0}^{\infty} \frac{d[\rho^k]}{d\rho} =$$

$$= \rho \frac{d\left[\sum_{k=0}^{\infty} \rho^k\right]}{d\rho} = \rho \frac{d\left[\frac{1}{1-\rho}\right]}{d\rho} = \rho \left(-\frac{1}{(1-\rho)^2} \frac{d[1-\rho]}{d\rho} \right) =$$

$$= \rho \left(-\frac{1}{(1-\rho)^2} (-1) \right) = \frac{\rho}{(1-\rho)^2}$$

Παράδειγμα CSMA/CD

ΘΕΜΑ 4

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με το πρωτόκολλα CSMA/CD

Δίκτυο CSMA/CD με ταχύτητα μετάδοσης 200 Mbps αποτελείται από 4 τμήματα ομοαξονικού καλωδίου μήκους 1 Km το καθένα τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με επαναλήπτες. Η ταχύτητα διάδοσης στο καλώδιο είναι 200000 Km/sec και η καθυστέρηση που εισάγει ο κάθε επαναλήπτης είναι 5 msec.

A. Ποιό το ελάχιστο μήκος πλαισίου;

B. Στο δίκτυο συνδέονται 80 σταθμοί ανά τμήμα και μεταδίδονται πλαίσια μήκους διπλασίου του ελαχίστου. Πόσα πλαίσια μπορεί να στείλει κατά μέσο όρο κάθε σταθμός το δευτερόλεπτο;

A.

Το ελάχιστο μήκος πλαισίου στο CSMA/CD πρέπει να είναι $2 \cdot \text{PROP}$. Συνεπώς, εφόσον το μήκος του καλωδίου $L=4\text{Km}$, $\text{PROP}=4\text{Km}/200000\text{Km/sec} + 3 \cdot 5 \text{ msec} \Rightarrow \text{PROP}=35 \text{ msec} \Rightarrow 2 \cdot \text{PROP}=70 \text{ msec}$.

Ταχύτητα μετάδοσης $R=200\text{Mbps}$

Συνεπώς, $F_{\min}=2 \cdot \text{PROP} \cdot R=14.000 \text{ bits}$

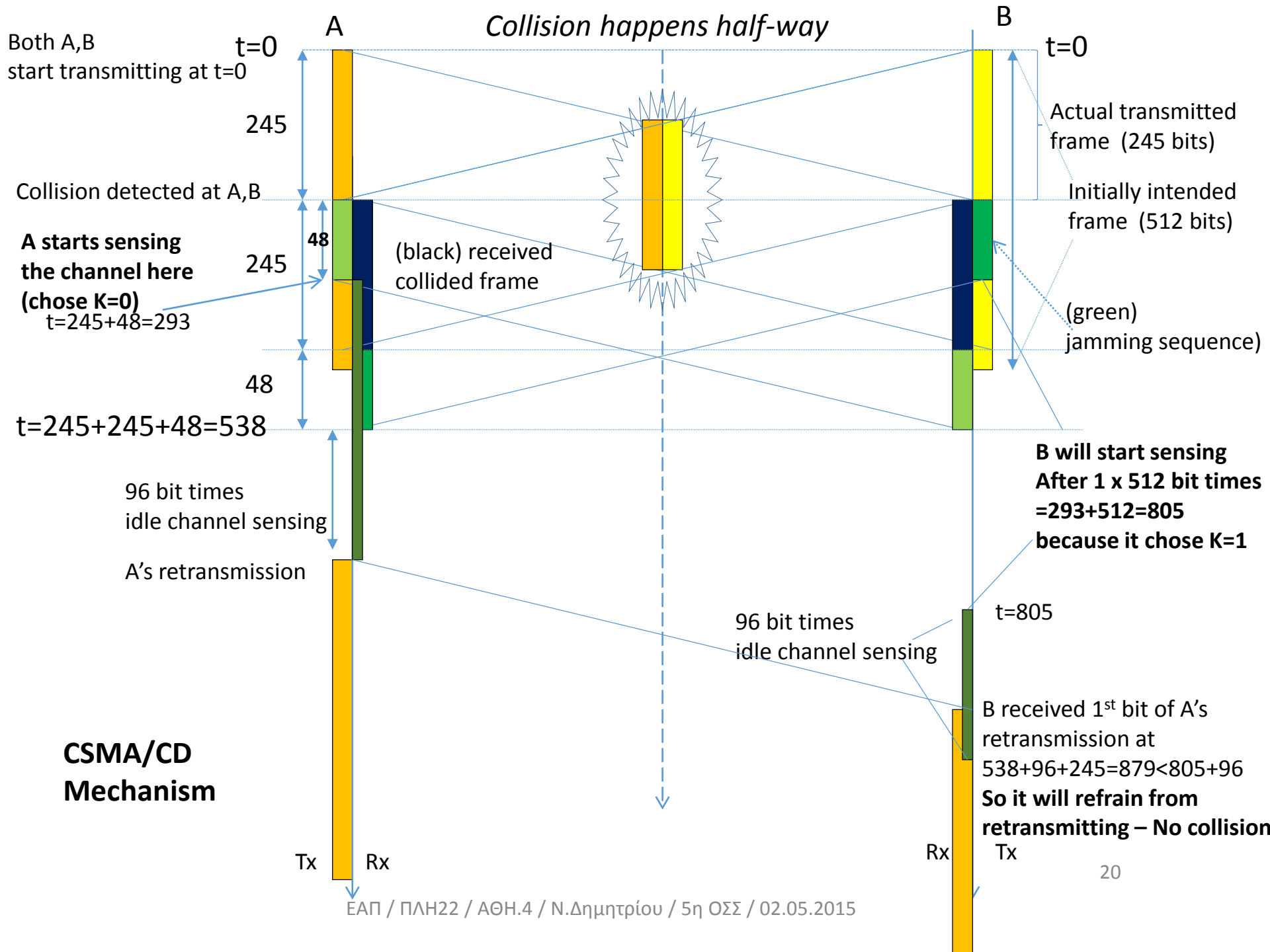
B.

$$F=2 \cdot F_{\min}=28000 \text{ bits}$$

$$n=1/(1+5 \cdot a)=1/(1+5 \cdot \text{PROP}/\text{TRANSP})=1/(1+5 \cdot 35/140)=1/2.25=0.444$$

$$\text{Απόδοση}=n \cdot R=0.444 \cdot 200 \text{ Mbps}=88.88 \text{ Mbps}$$

$$\text{Απόδοση/σταθμό}=\text{απόδοση}/(4 \cdot 80)=277.77 \text{ Kbps} \Rightarrow \text{Απόδοση/σταθμό (σε πακέτα/sec)}=277.77/28=9.92 \text{ packets/sec}$$



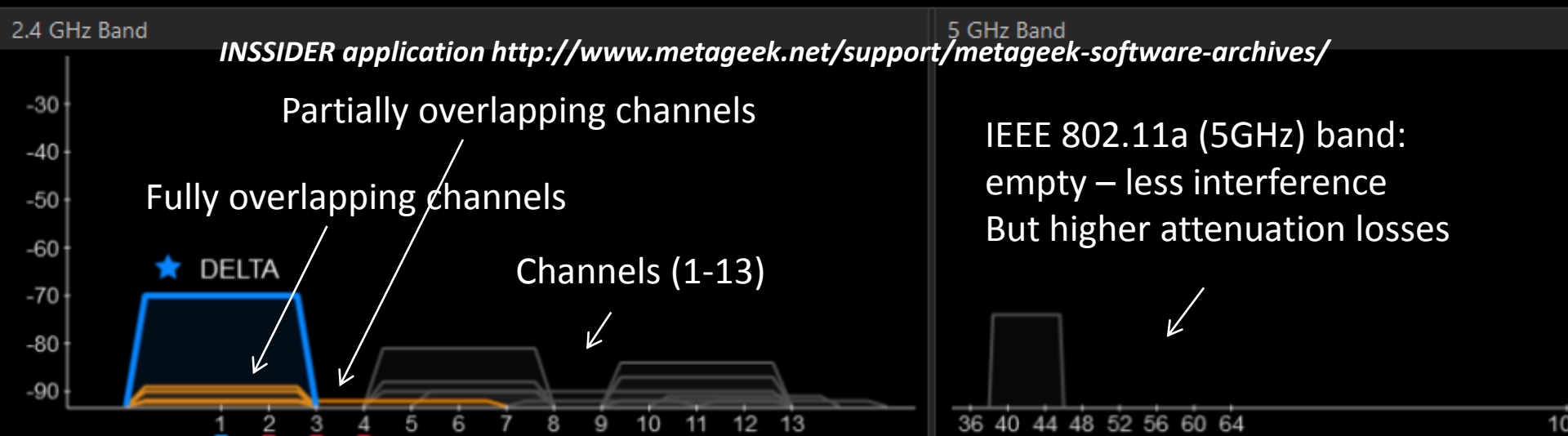
WiFi / IEEE 802.11 / CSMA/CA

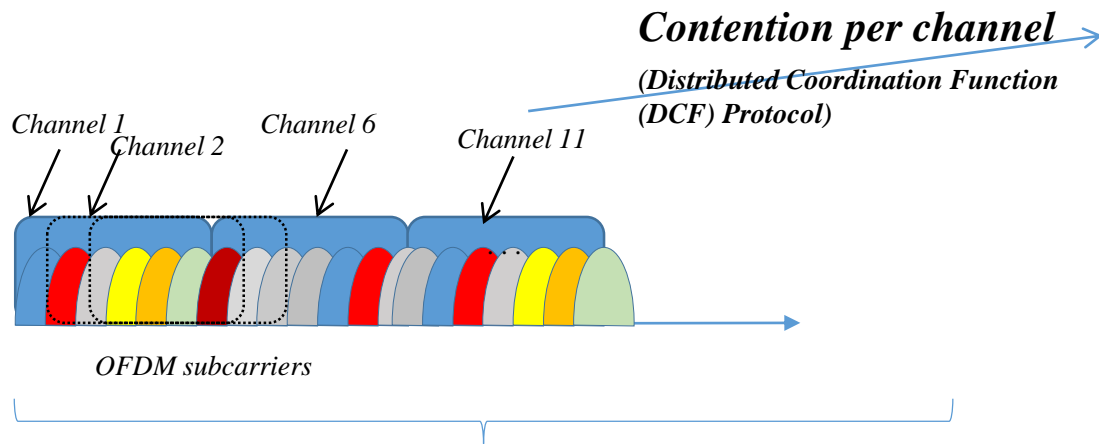
SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	802.11
★ DELTA	-70	1	WPA2-Personal	10:FE:ED:84:26:15	n
DELTA_a	-74	40+44	WPA2-Personal	10:FE:ED:84:26:17	n
WiFi-Repeater1	-81	6	WEP	8C:88:2B:2E:0E:C5	g
OTE770eee8	-84	11	WPA-Personal	FC:C8:97:77:0E:E8	g
USR9108	-87	11	WPA2-Personal	00:14:C1:10:11:E4	g
Wind WiFi 298764	-88	6	WPA-Personal	2C:26:C5:29:87:64	n
OTECB4F68	-89	1	WPA-Personal	4C:ED:DE:CB:4F:68	g
Forthnet-24BB8C	-90	1	WPA-Personal	18:17:25:24:BB:8C	g
	-90	11+7	WPA2-Personal	9C:D3:6D:01:4E:A6	n
OTEebf2	-90	6	WPA2-Personal	00:13:33:1E:EB:F2	g
ten.ten	-91	12	WPA2-Personal	00:05:59:3E:9A:73	g
hol - NetFaster WLAN 3	-92	1+5	WPA2-Personal	00:05:59:55:3F:3C	n
	-92	13	WPA2-Personal	90:F6:52:F0:47:FE	n
HOL ALU WLAN	-92	11	WPA2-Personal	BE:8B:97:86:60:81	g
ospf	-92	9	WPA-Personal	00:1D:1C:2F:36:11	g
ThomsonBC569E	-92	1	WEP	00:1F:9F:8E:3C:DF	g
Barbie_EXT	-92	1	WPA-Personal	0E:BD:43:C1:10:36	n

Info from AP scanning

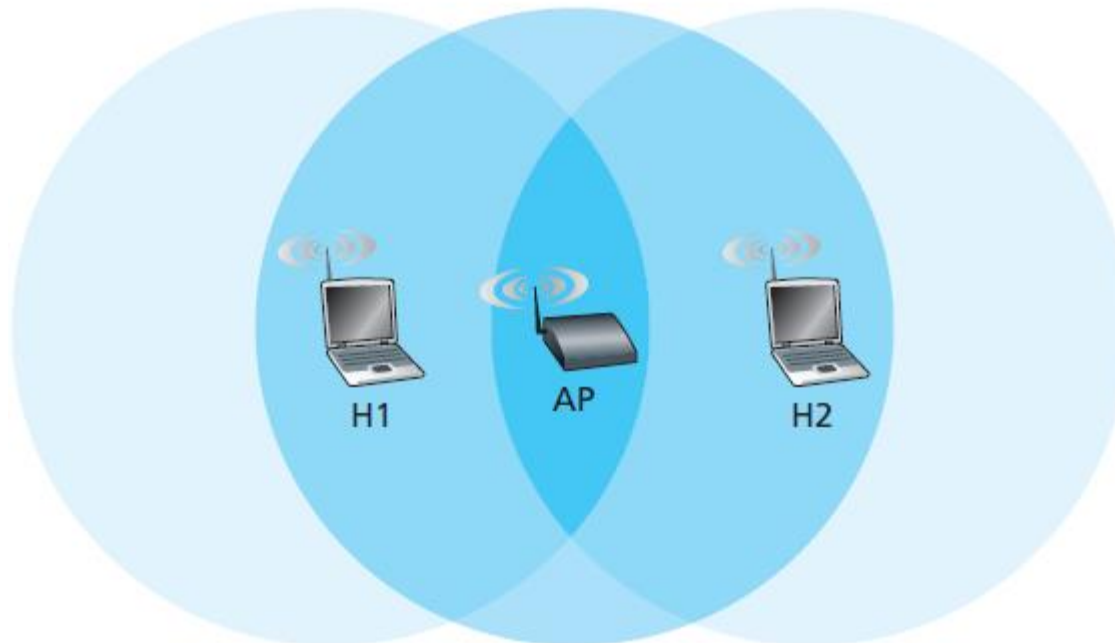


WiFi 'Jungle'





Hidden terminal problem



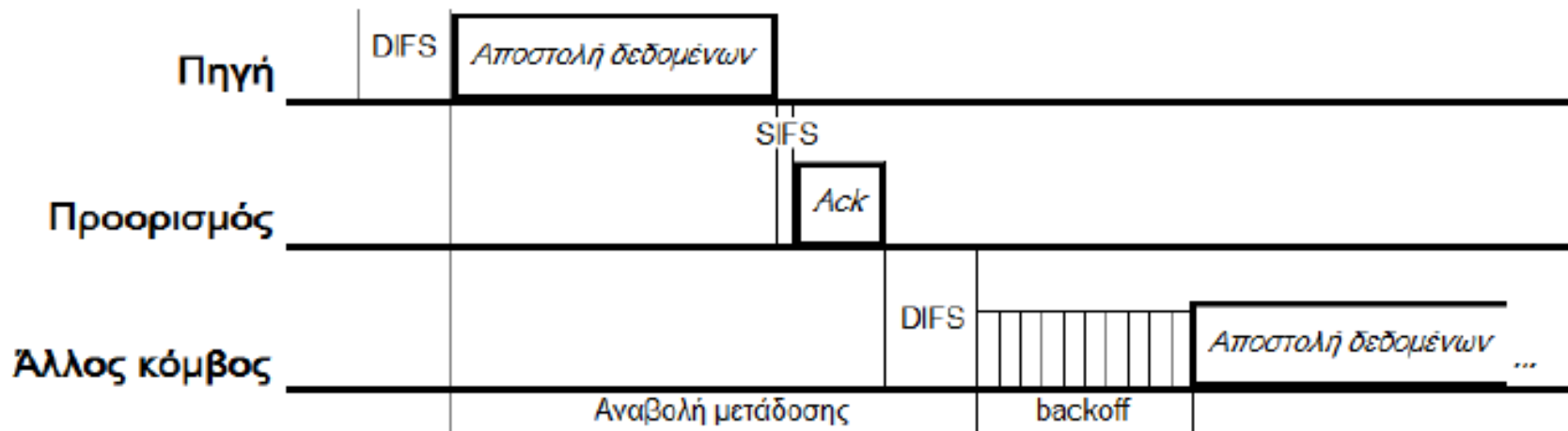
Τρόπος Λειτουργίας DCF:

Όταν κάποιος σταθμός επιθυμεί να μεταδώσει ένα πλαίσιο, πρέπει αρχικά να ανιχνεύσει το μέσο. Αν το μέσο βρεθεί ανενεργό ο σταθμός περιμένει ένα χρονικό διάστημα που εξαρτάται από το είδος του πλαισίου που θέλει να μεταδώσει (IFS) και ανιχνεύει ξανά το μέσο. Ειδικότερα διακρίνουμε τα ακόλουθα χρονικά διαστήματα:

- Για μετάδοση πλαισίων δεδομένων το χρονικό διάστημα είναι ίσο με DIFS.
- Για μετάδοση πλαισίων θετικής επιβεβαίωσης (ACK) το χρονικό διάστημα είναι ίσο με SIFS.

Αν ο σταθμός αισθανθεί το μέσο απασχολημένο, περιμένει μέχρι αυτό να γίνει ελεύθερο για ένα χρονικό διάστημα ίσο με DIFS και στη συνέχεια παράγει ένα επιπρόσθετο διάστημα οπισθοχώρησης (backoff) πριν μεταδώσει, και ενεργοποιεί ταυτόχρονα έναν μετρητή (backoff counter). Το χρονικό διάστημα οπισθοχώρησης ορίζεται ως Backoff time=[0,CW]*Tslot, όπου CW ένας ακέραιος αριθμός με εύρος τιμών μεταξύ των CW_{min} και CW_{max} . Στην πρώτη προσπάθεια μετάδοσης, ισχύει $CW=CW_{min}=31$. Ύστερα από κάθε αποτυχημένη προσπάθεια μετάδοσης, η τιμή του CW διπλασιάζεται. Επιπλέον, για την περίπτωση που στο φυσικό επίπεδο εφαρμόζεται το πρωτόκολλο DSSS, η μέγιστη τιμή που μπορεί να λάβει το CW είναι $CW_{max}=1023$. Όταν η τιμή του CW φθάσει την τιμή CW_{max} παραμένει σε αυτή ακόμη και για επιπλέον αποτυχημένες προσπάθειες μετάδοσης. Ένα πακέτο απορρίπτεται αν δεν μπορεί να μεταδοθεί επιτυχώς μετά από έναν συγκεκριμένο αριθμό προσπαθειών.

Αν το κανάλι είναι ελεύθερο σε ένα timeslot, ο μετρητής μειώνεται κατά ένα και ο σταθμός μπορεί να μεταδώσει όταν ο μετρητής μηδενιστεί. Αν το κανάλι είναι κατειλημμένο τότε ο μετρητής παγώνει. Ο σταθμός μπορεί να συνεχίσει να μειώνει ξανά το μετρητή μόνο αν το κανάλι γίνει ελεύθερο για χρόνο DIFS.



Περιγραφή DCF μηχανισμού στην περίπτωση που δεν υπάρχουν συγκρούσεις, μεταξύ των κόμβων

DIFS: DCF Interframe Space

SIFS: Short Interframe Space

NAV: Network Allocation Vector, (indicator on how long to wait from accessing the channel)

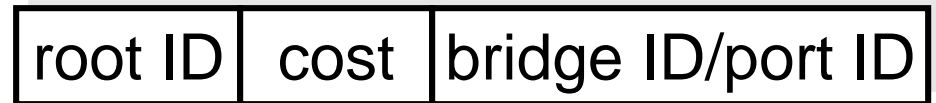
- Θέματα: LAN topologies, Bus/relay/hub/switch/bridge/spanning tree algorithm
- Δείτε τις παρακάτω διαφάνειες του *PLH22_OSS5_2015.pptx*:
57,58,73,79,85,86,87,90,91

Steps of Spanning Tree Algorithm

1. Determine the root bridge of the whole network
 2. For all other bridges determine root ports
 3. For all bridges, determine which of the bridge ports are designated ports for their corresponding LANs
- The spanning tree consists of all the root ports and the designated ports.
 - These ports are all set to the “forwarding state,” while all other ports are in a “blocked state.”

Short form notation for BPDUs

- Each bridge sends out BPDUs that contain the following information:



root bridge (what the sender thinks it is)
root path cost for sending bridge
Identifies sending bridge
Identifies port on which this BPU is sent

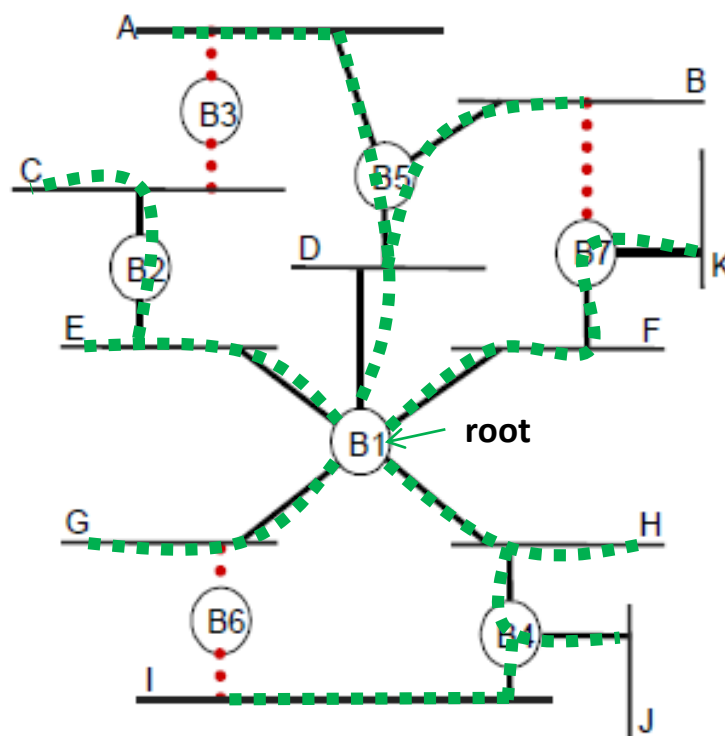


Spanning Tree Example

- Sample messages to and from B3:

1. B3 sends (B3, 0, B3) to B2 and B5
2. B3 receives (B2, 0, B2) and (B5, 0, B5) and accepts B2 as root
3. B3 sends (B2, 1, B3) to B5
4. B3 receives (B1, 1, B2) and (B1, 1, B5) and accepts B1 as root
5. B3 wants to send (B1, 2, B3) but doesn't as its nowhere "best"
6. B3 receives (B1, 1, B2) and (B1, 1, B5) again and again...

Data forwarding is turned off for LAN A



ΘΕΜΑ 1 ΓΕ4/1314

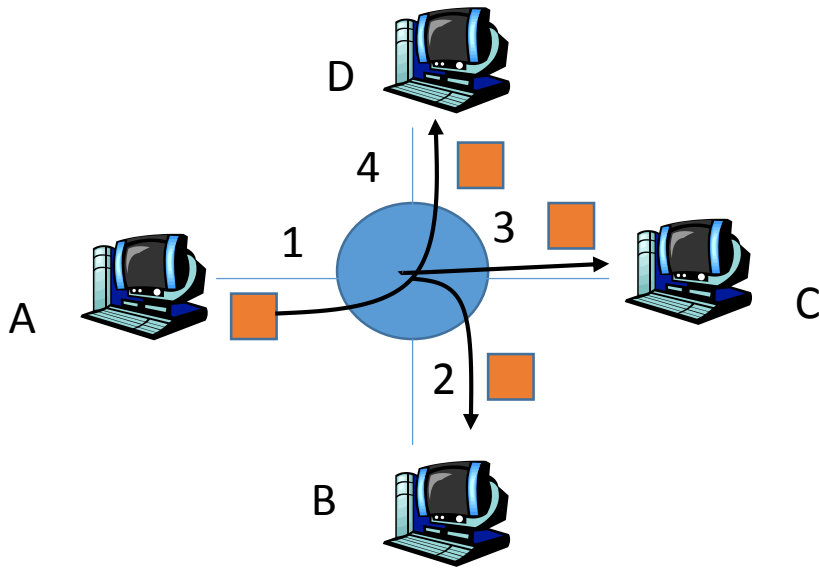
Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις τεχνολογίες Ethernet και TCP/IP

Μεθοδολογία Άσκησης: Θα πρέπει να μελετήσετε τις λυμένες ενδεικτικές ασκήσεις σχετικά με Hub, Bridge, Switching και IP Forwarding, ARP

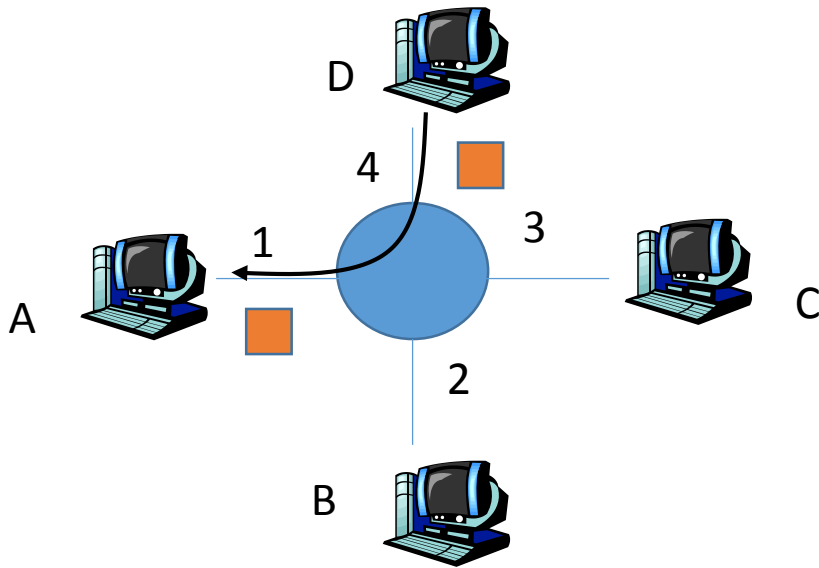
1. Να θεωρήσετε ένα Ethernet LAN switch στο οποίο είναι συνδεδεμένοι τέσσερις hosts: A, B, C, D. Οι κόμβοι χρησιμοποιούν την τοπολογία star για τη διασύνδεση των hosts A, B, C, D. Ο Host A είναι συνδεδεμένος στο interface 1 του μεταγωγέα, ο host B στο interface 2, ο host C στο interface 3 και ο host D στο interface 4. Να θεωρήσετε ότι ο πίνακας μεταγωγής του μεταγωγέα είναι άδειος. Για κάθε ένα από τα παρακάτω γεγονότα να δείξετε πως ανανεώνεται ο πίνακας αυτός και να αναφέρεται τα interfaces όπου τα πλαίσια μεταδίδονται.

- Ο A στέλνει ένα frame στο D
- Ο D στέλνει ένα frame στον A

Μεθοδολογία: Θα πρέπει να μελετήσετε τα Θέματα 2, 4 απ τις λυμένες ασκήσεις στην ενότητα Hub, Bridge, Switching



1. Μετάδοση A-D
2. Ο A αποστέλλει ένα πακέτο με τη MAC address του D
3. Ο πίνακας του switch είναι άδειος οπότε το πακέτο αποστέλλεται σε όλες τις θύρες Πλην της εισόδου (2,3,4)
4. Οι B,C απορρίπτουν το πακέτο.
5. Το switch ενημερώνει τον πίνακά του (A,1)



1. Μετάδοση D-A
2. Ο D αποστέλλει ένα πακέτο με τη MAC address του A
3. Ο πίνακας του switch table έχει την εγγραφή (A,1) οπότε το πακέτο αποστέλλεται ΜΟΝΟ στη θύρα 1 και το σταθμό A.
4. Το switch ενημερώνει τον πίνακά του (D,4)

ΘΕΜΑ 1

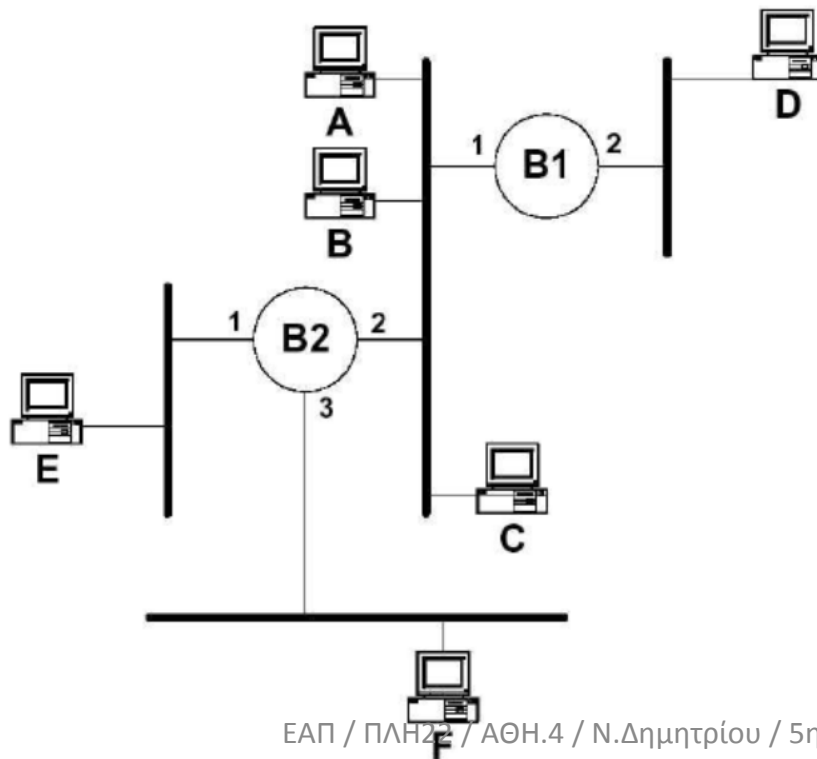
ΓΕ4/1314

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις τεχνολογίες Ethernet και TCP/IP

Μεθοδολογία Άσκησης: Θα πρέπει να μελετήσετε τις λυμένες ενδεικτικές ασκήσεις σχετικά με Hub, Bridge, Switching και IP Forwarding, ARP

3. Να θεωρήσετε το δίκτυο του παρακάτω σχήματος. Αν θεωρήσετε ότι δεν υπάρχουν εγγραφές, να αναφέρετε πως θα τροποποιηθούν οι εγγραφές στις γέφυρες B1, B2, όταν γίνουν οι παρακάτω μεταδόσεις

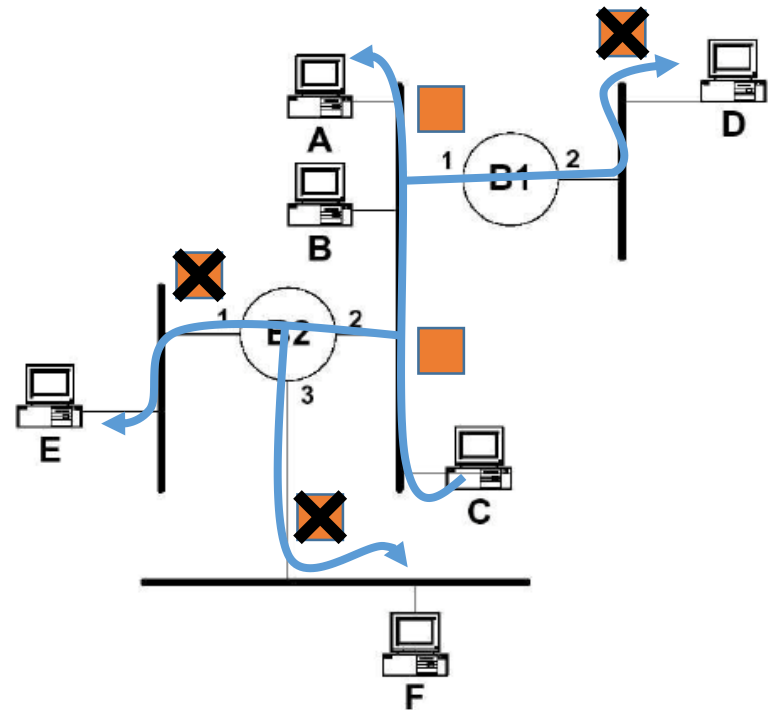
- C στέλνει στον A
- F στέλνει στον E
- E στέλνει στον F



Μετάδοση C - A

Bridge B1		Bridge B2	
C	1	C	2

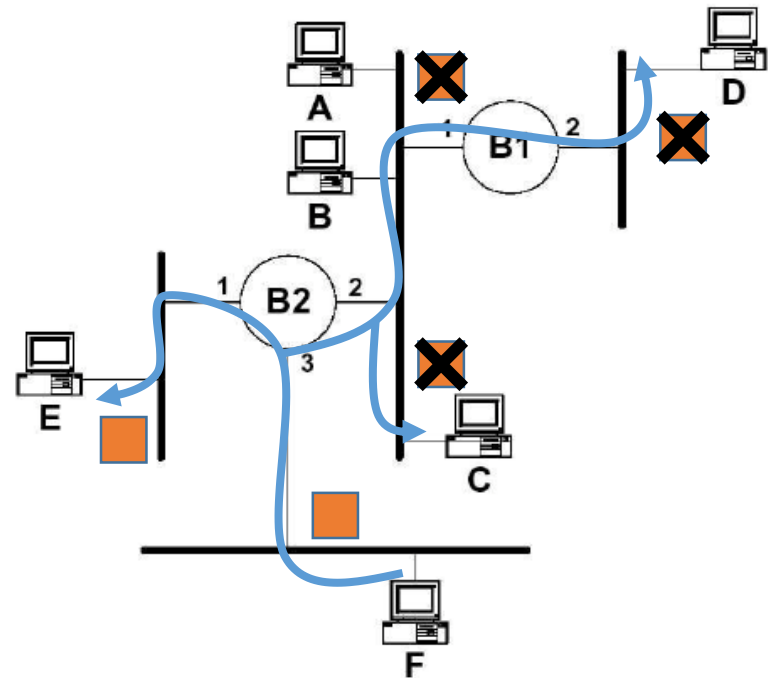
✗ → discarded



Μετάδοση F - E

Bridge B1		Bridge B2	
C	1	C	2
F	1	F	3

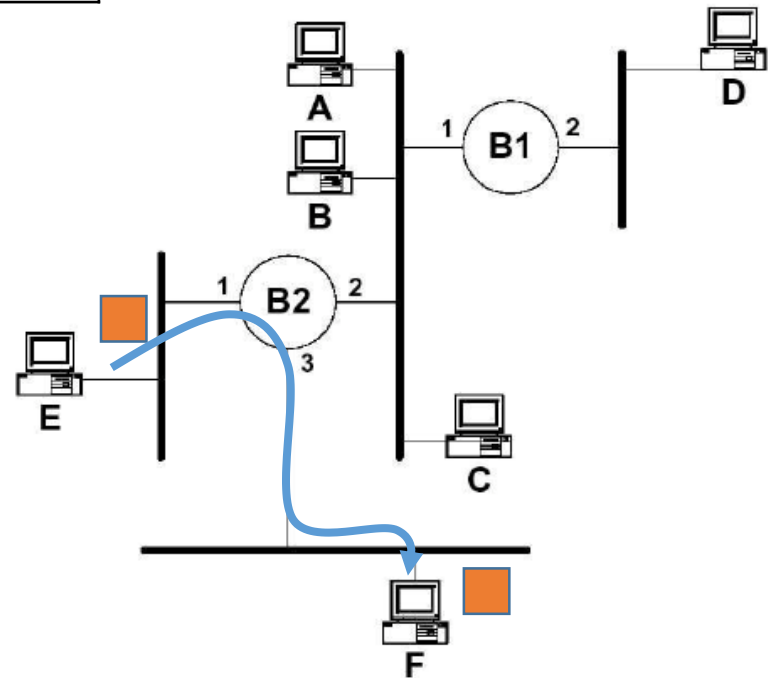
✗ → discarded



Μετάδοση E - F

Bridge B1		Bridge B2	
C	1	C	2
F	1	F	3
		E	1

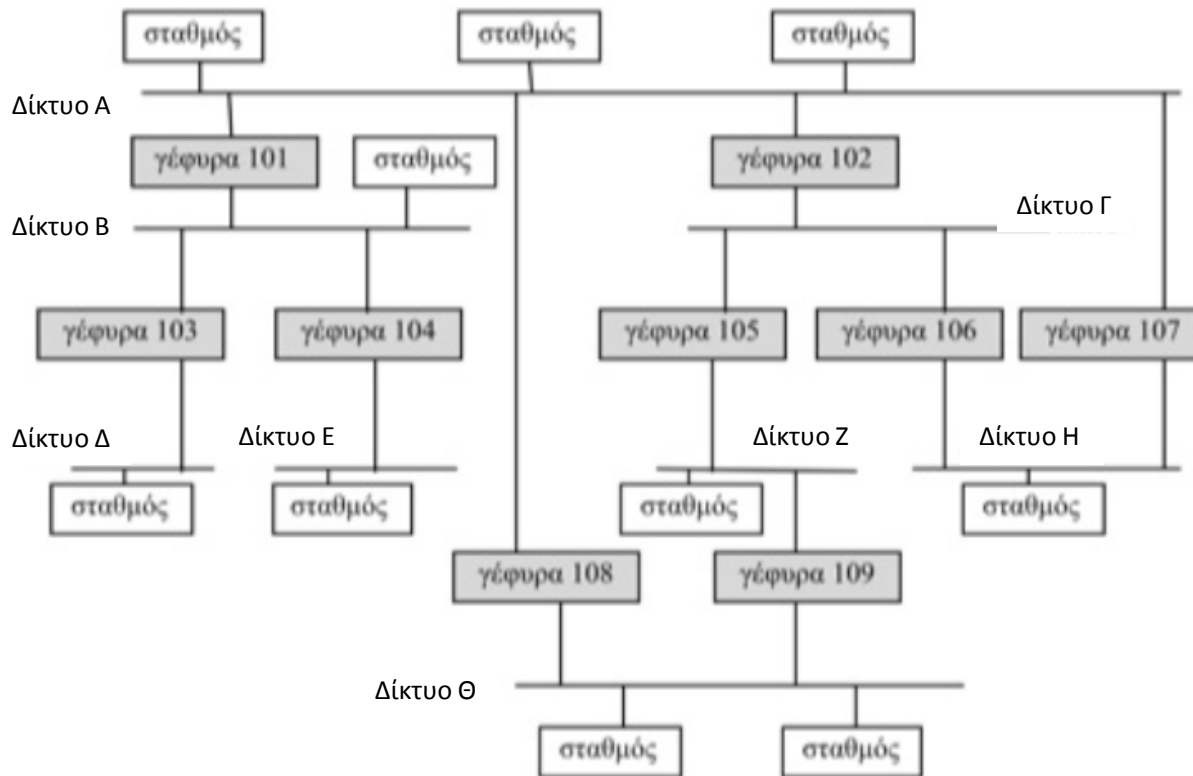
Ο πίνακας της B2 έχει μια εγγραφή για το Σταθμό F . Το πακέτο αποστέλλεται Μόνο στη θύρα 3 της B2 και καταλήγει Στον παραλήπτη σταθμό F.
Η B2 προσθέτει και την εγγραφή (E,1)



Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις μήτρες δρομολόγησης γεφυρών.

Μεθοδολογία Άσκησης: Θα πρέπει να μελετήσετε τις λυμένες ενδεικτικές ασκήσεις σχετικές με Hub, Bridge, Switching

Θεωρήστε μια εταιρεία που διαθέτει οκτώ (8) τοπικά δίκτυα υπολογιστών συνδεδεμένα με γέφυρες όπως στο παρακάτω σχήμα:



Δώστε την κεντρική μήτρα δρομολόγησης και τους πίνακες δρομολόγησης κάθε γέφυρας του παραπάνω σχήματος. Σε περίπτωση διαδρομών με το ίδιο κόστος αλμάτων, προτιμήστε την διαδρομή της νέας (ταχύτερης και με λιγότερη κίνηση) γέφυρας 108.

Στην κεντρική μήτρα δρομολόγησης προσθέτουμε τη γέφυρα που βλέπει πρώτη ένα πακέτο που φεύγει από τον πομπό και κατευθύνεται προς το δέκτη.

Π.χ. με πομπό το Α ένα πακέτο συναντάει πρώτα τη γέφυρα 101 για το Β, ενώ συναντάει πρώτα τη γέφυρα 102 για να πάει στο Γ.

(άρα στις αντίστοιχες θέσεις (πομπός Α - δέκτης Β) και (πομπός Α – δέκτης Γ) συμπληρώνουμε 101 και 102 αντίστοιχα, ενώ στη θέση (πομπός Α – δέκτης Δ) συμπληρώνουμε πάλι 101 κ.ο.κ.

		δίκτυο πομπού							
		A	B	Γ	Δ	Ε	Z	H	Θ
δίκτυο δέκτη	A	-	101	102	103	104	109	107	108
	B	101	-	102	103	104	109	107	108
	Γ	102	101	-	103	104	105	106	108
	Δ	101	103	102	-	104	109	107	108
	Ε	101	104	102	103	-	109	107	108
	Z	108	101	105	103	104	-	106	109
	H	107	101	106	103	104	105	-	108
	Θ	108	101	102	103	104	109	107	-

Για τον πίνακα δρομολόγησης της κάθε γέφυρας συμπληρώνουμε μόνο τις θέσεις που αντιστοιχούν σε μονοπάτια μεταξύ 2 δικτύων που συνδέει αυτή.

Π.χ. για τον πίνακα δρομολόγησης της γέφυρας 101 συμπληρώνουμε μόνο τις θέσεις που αντιστοιχούν σε μονοπάτια μεταξύ 2 δικτύων που συνδέει η 101. Δηλαδή, εφόσον η 101 αναφέρεται στην κεντρική μήτρα δρομολόγησης για τις συνδέσεις A-B και A-Δ, θα συμπληρωθεί αντίστοιχα στο πίνακα δρομολόγησης της στον υποπίνακα «από δίκτυο A» και στη γραμμή «δέκτης B», στη στήλη «επόμενο», το δίκτυο B, και στη γραμμή «δέκτης Δ» στη στήλη «επόμενο» πάλι το δίκτυο B. Επειδή ένα πακέτο από το A στο Γ δεν χρησιμοποιεί τη γέφυρα 101, στον υποπίνακα «από δίκτυο A» και στη γραμμή «δέκτης Γ», η στήλη «επόμενο» θα μείνει κενή.

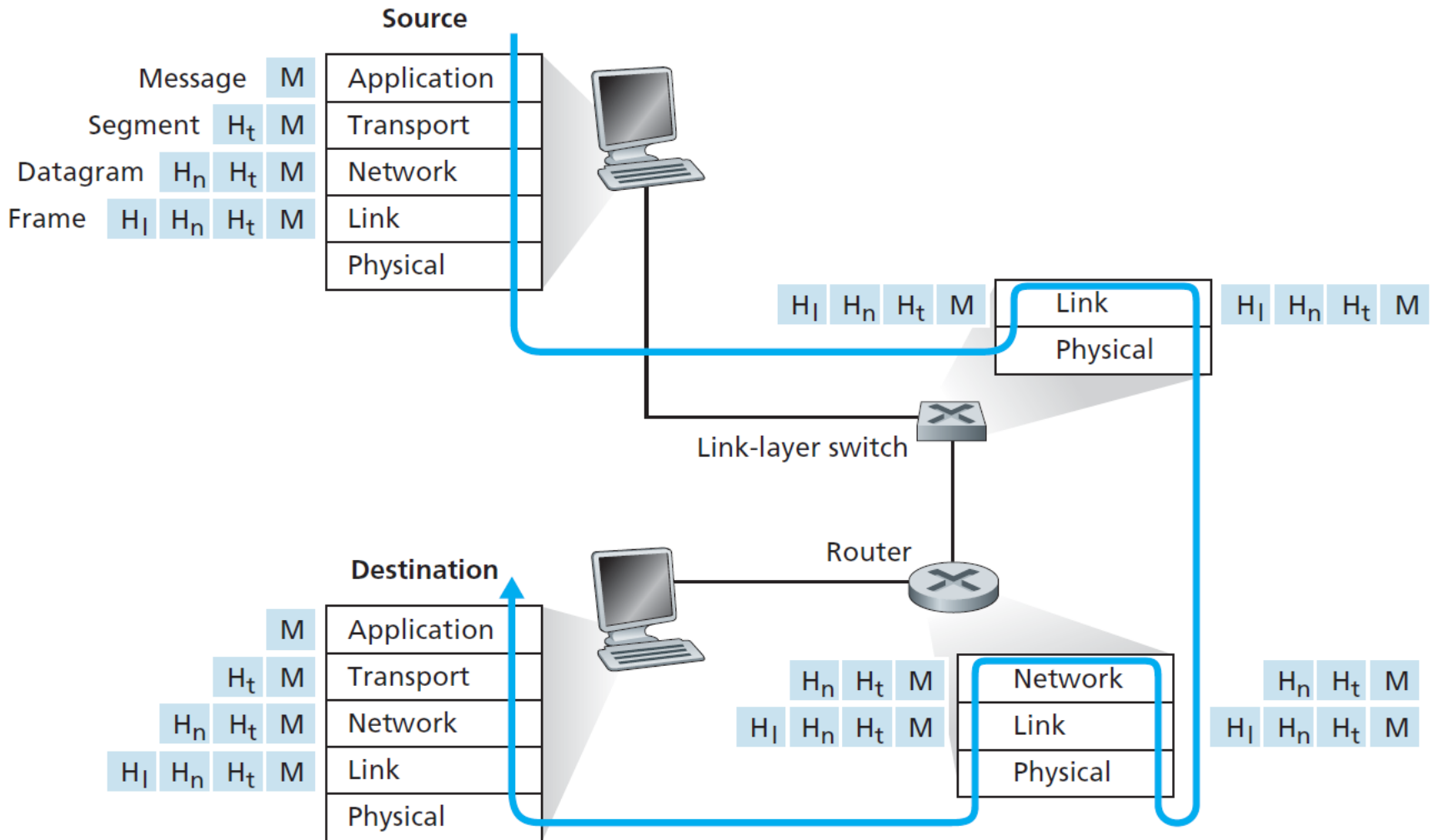
Πίνακας γέφυρας 101				Πίνακας γέφυρας 102				Πίνακας γέφυρας 103			
από δίκτυο A		από δίκτυο B		από δίκτυο A		από δίκτυο Γ		από δίκτυο B		από δίκτυο Δ	
δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο
B	B	A	A	B	-	A	A	A	-	A	B
Γ	-	Γ	A	Γ	Γ	B	A	Γ	-	B	B
Δ	B	Δ	-	Δ	-	Δ	A	Δ	Δ	Γ	B
Ε	B	Ε	-	Ε	-	Ε	A	Ε	-	Ε	B
Z	-	Z	A	Z	-	Z	-	Z	-	Z	B
Η	-	Η	A	Η	-	Η	-	Η	-	Η	B
Θ	-	Θ	A	Θ	-	Θ	A	Θ	-	Θ	B

Πίνακας γέφυρας 104				Πίνακας γέφυρας 105				Πίνακας γέφυρας 106			
από δίκτυο Β		από δίκτυο Ε		από δίκτυο Γ		από δίκτυο Ζ		από δίκτυο Γ		από δίκτυο Η	
δέκτης	επόμενο	Δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο
Α	-	Α	Β	Α	-	Α	-	Α	-	Α	-
Γ	-	Β	Β	Β	-	Β	-	Β	-	Β	-
Δ	-	Γ	Β	Δ	-	Γ	Γ	Δ	-	Γ	Γ
Ε	Ε	Δ	Β	Ε	-	Δ	-	Ε	-	Δ	-
Ζ	-	Ζ	Β	Ζ	Ζ	Ε	-	Ζ	-	Ε	-
Η	-	Η	Β	Η	-	Η	Γ	Η	Η	Ζ	Γ
Θ	-	Θ	Β	Θ	-	Θ	-	Θ	-	Θ	-

Πίνακας γέφυρας 107				Πίνακας γέφυρας 108				Πίνακας γέφυρας 109			
από δίκτυο Η		από δίκτυο Α		από δίκτυο Α		από δίκτυο Θ		από δίκτυο Ζ		από δίκτυο Θ	
δέκτης	επόμενο	Δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο	δέκτης	επόμενο
Α	Α	Β	-	Β	-	Α	Α	Α	Θ	Α	-
Β	Α	Γ	-	Γ	-	Β	Α	Β	Θ	Β	-
Γ	-	Δ	-	Δ	-	Γ	Α	Γ	-	Γ	-
Δ	Α	Ε	-	Ε	-	Δ	Α	Δ	Θ	Δ	-
Ε	Α	Ζ	-	Ζ	Θ	Ε	Α	Ε	Θ	Ε	-
Ζ	-	Η	Η	Η	-	Ζ	-	Η	-	Ζ	Ζ
Θ	Α	Θ	-	Θ	Θ	Η	Α	Θ	Θ	Η	-

- Θέματα: routers, packet routing/forwarding, encapsulation
- Δείτε τις παρακάτω διαφάνειες του *PLH22_OSS5_2015.pptx*:
115,121,124

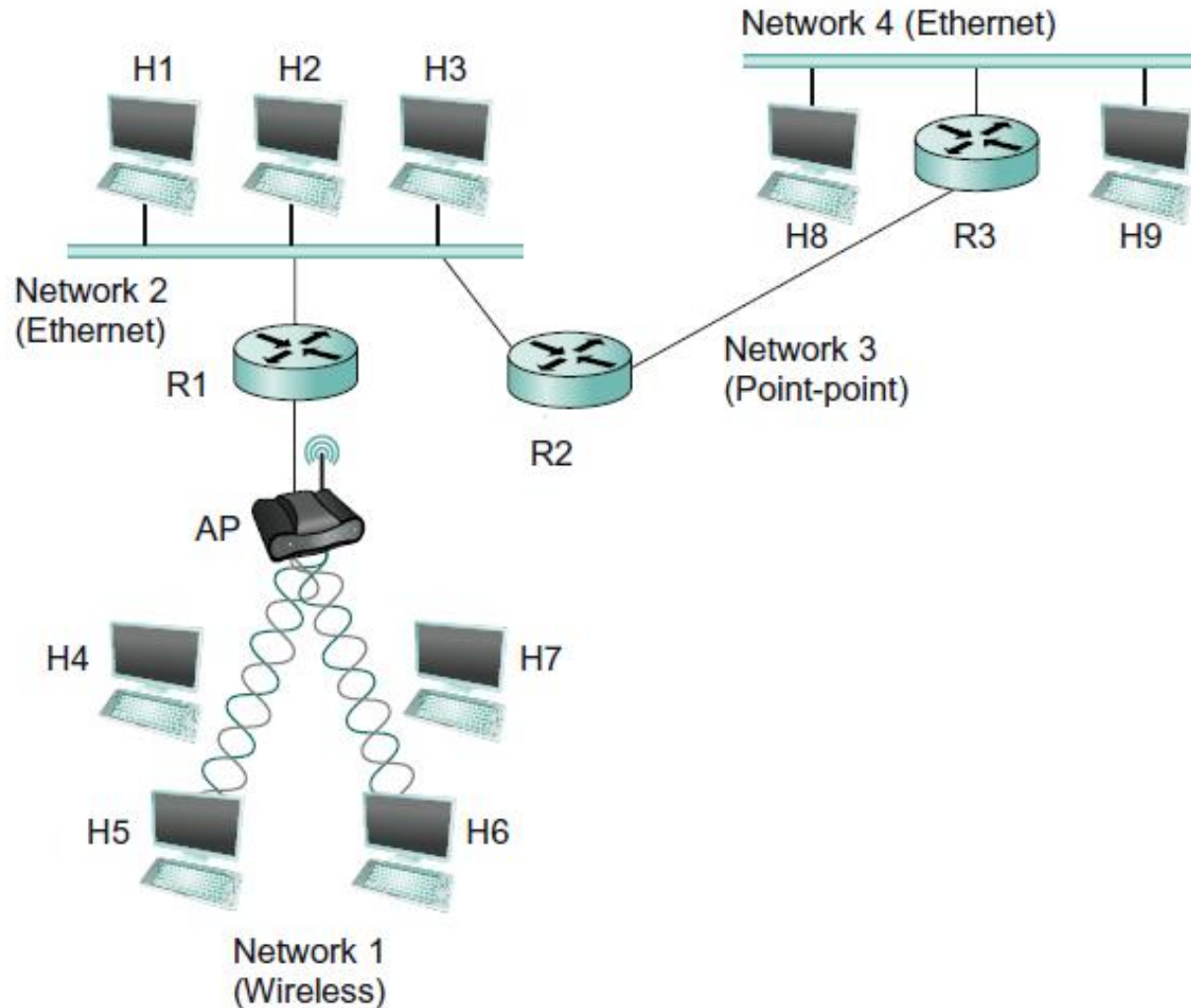
Encapsulation



Δρομολόγηση

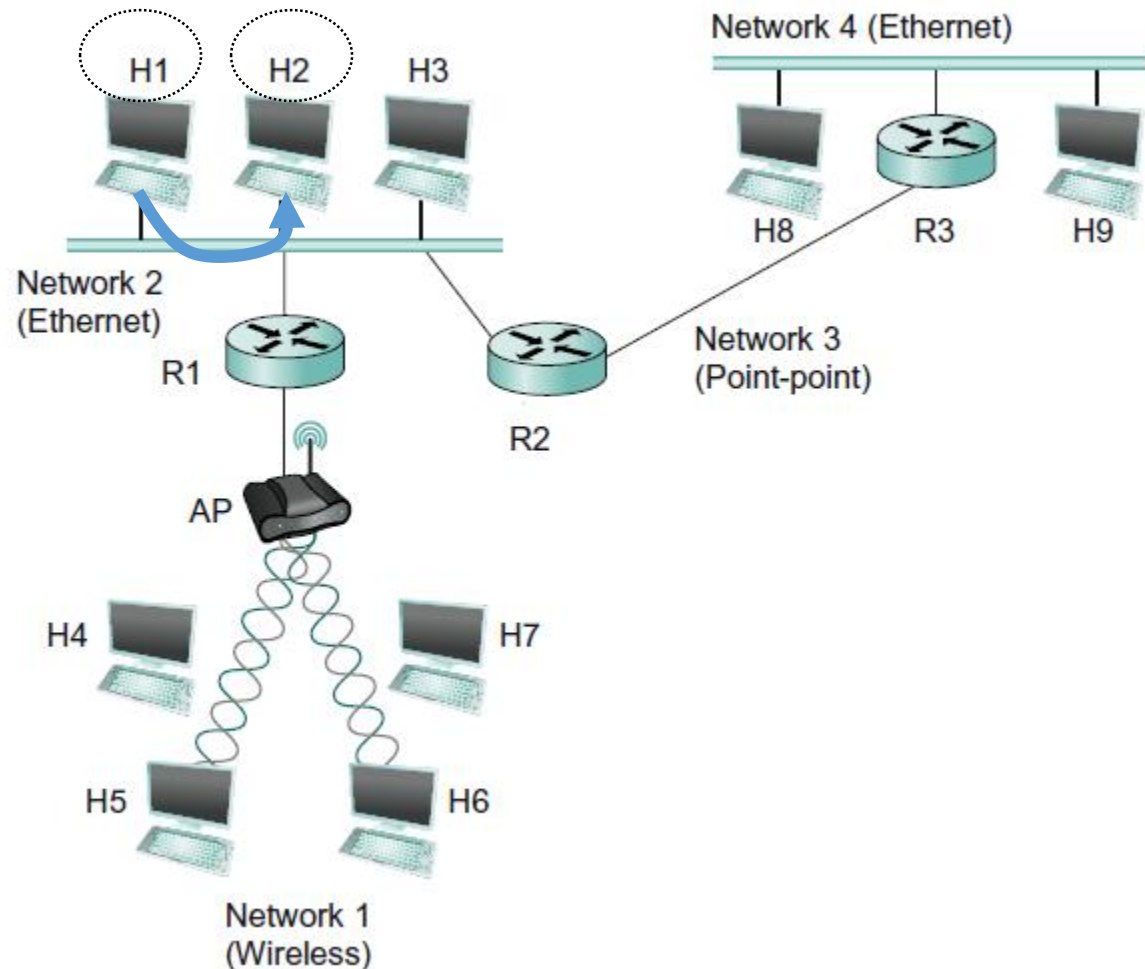
- Αν ο προορισμός είναι στο ίδιο υποδίκτυο με τον αποστολέα:
 - Απευθείας αποστολή πακέτου
- Αν όχι : Προώθηση στο δρομολογητή
 - Έλεγχος πίνακα δρομολόγησης
 - Επιλογή της πιο κατάλληλης διαδρομής

Routing example



Routing example

- H1 wants to send a datagram to H2.
- They are on the same physical network
- H1 and H2 have the same network number in their IP address.
- H1 deduces that it can deliver the datagram directly to H2 over the Ethernet.



Routing example

- H4 wants to send a datagram to H8.
- Hosts on different physical networks (different network numbers)
- H4 deduces that needs to send the datagram to a router.
- R1 only choice—the default router
- H4 sends the datagram over the wireless network to R1.
- R1 knows it cannot deliver a datagram directly to H8
- R1's default router is R2

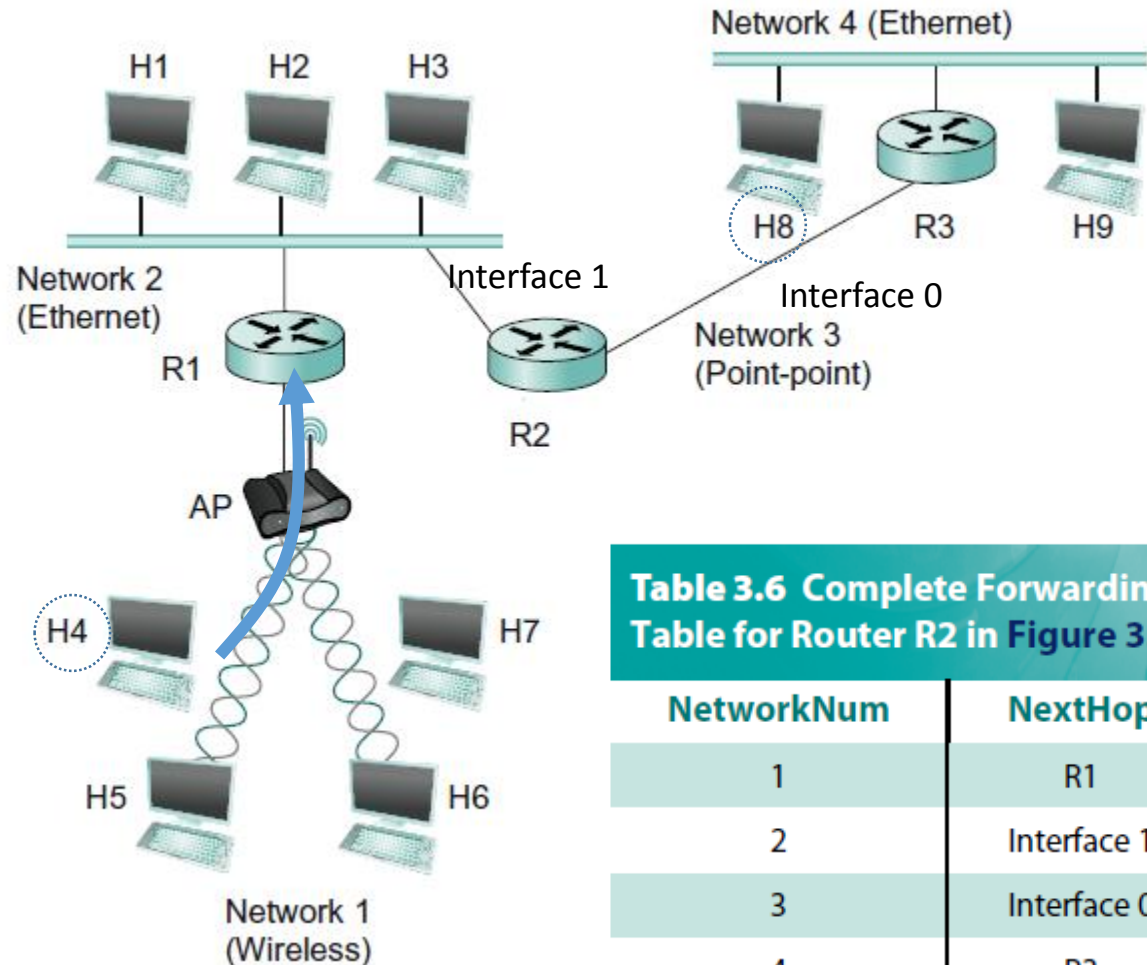


Table 3.6 Complete Forwarding Table for Router R2 in Figure 3.14

NetworkNum	NextHop
1	R1
2	Interface 1
3	Interface 0
4	R3

Routing example

- R1 sends the datagram to R2 over the Ethernet.
- R2 consults forwarding table
 - Looks up H8's network number (network 4)
 - forwards the datagram over the point-to-point network to R3.
- R3 on the same network as H8
 - forwards the datagram directly to H8.

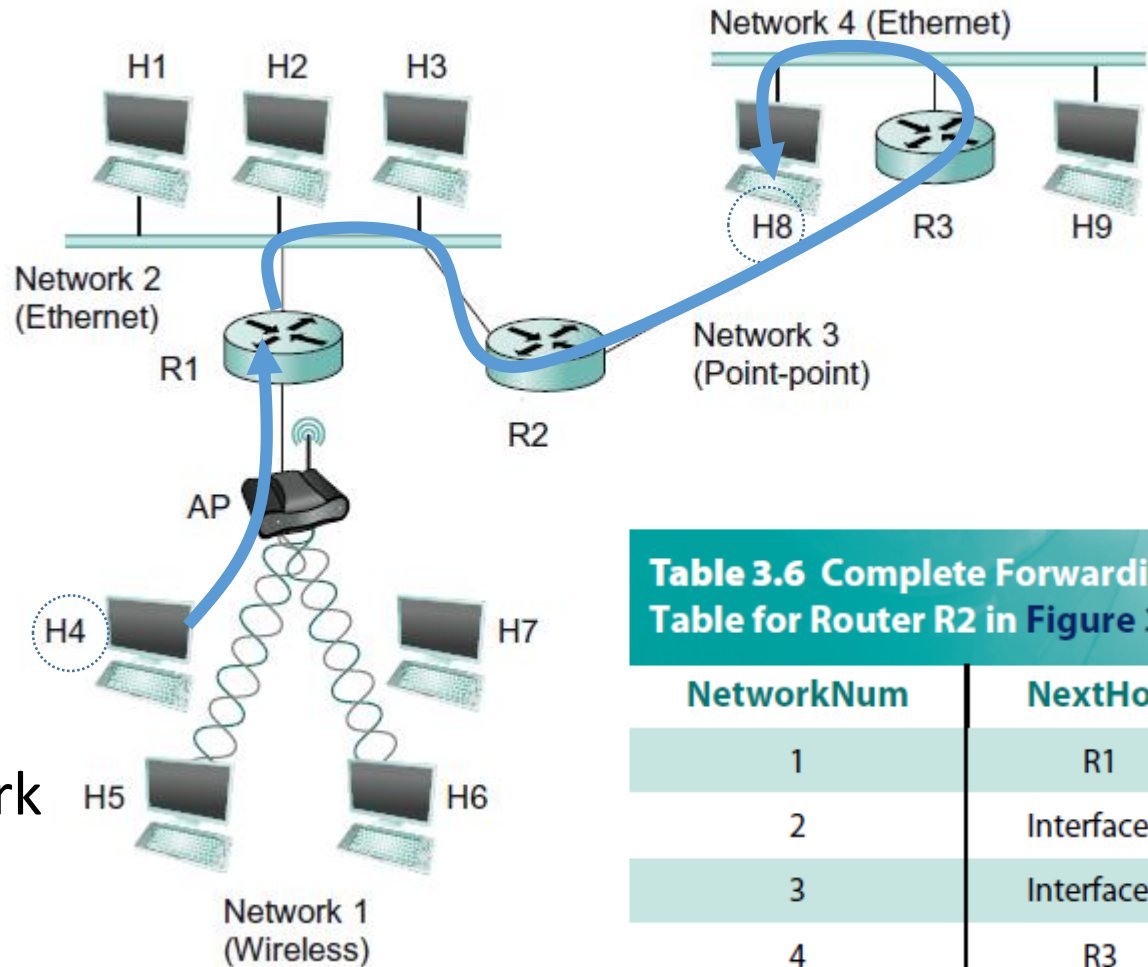


Table 3.6 Complete Forwarding Table for Router R2 in Figure 3.14

NetworkNum	NextHop
1	R1
2	Interface 1
3	Interface 0
4	R3

- Θέματα: MTU, Fragmentation
- Δείτε τις παρακάτω διαφάνειες του *PLH22_OSS5_2015.pptx*:

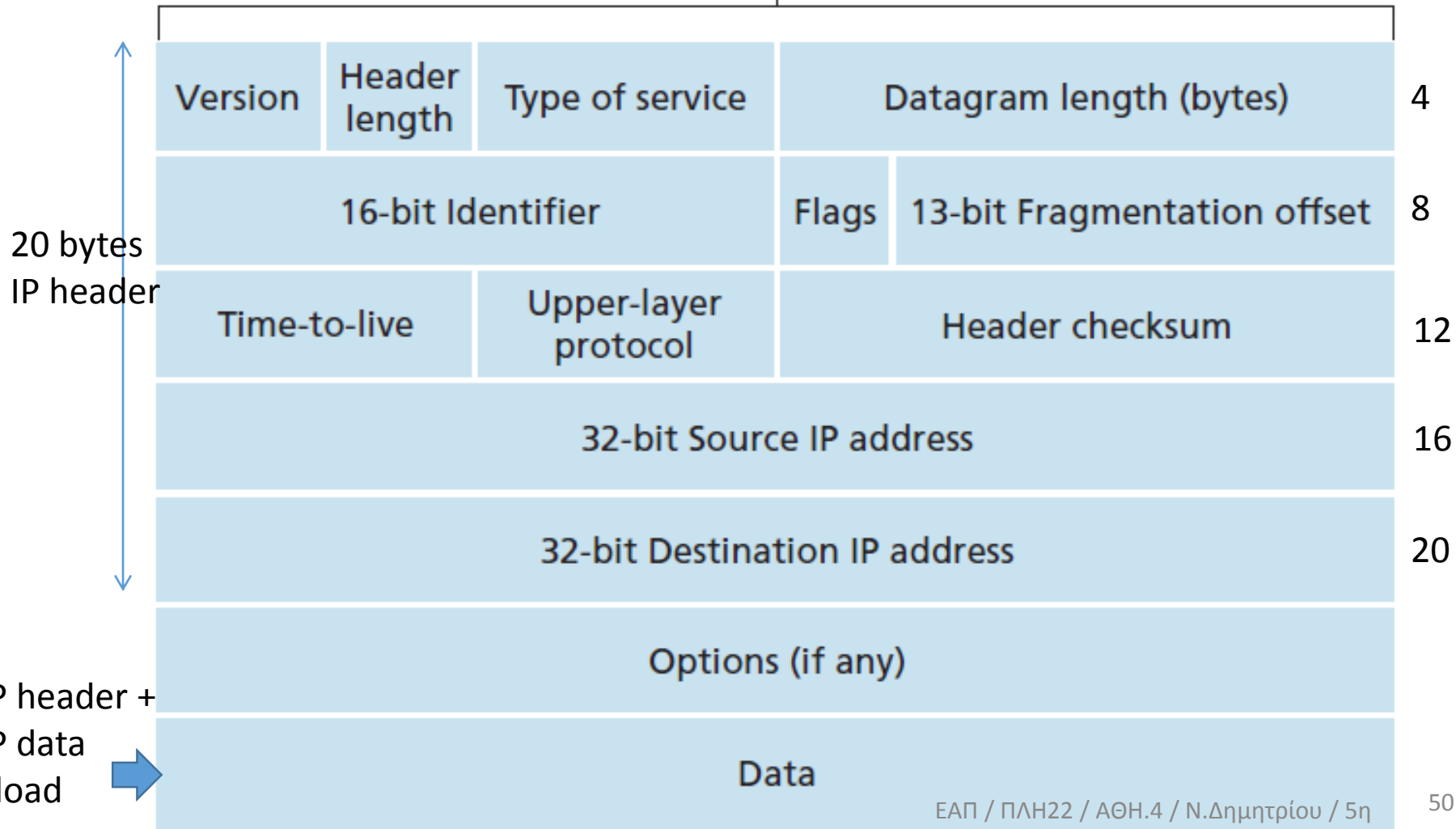
128,129

Παράδειγμα IP fragmentation

Να θεωρήσετε ένα UDP πακέτο μήκους 1472 bytes (Η επικεφαλίδα του επιπέδου UDP ισούται με 8 byte) το οποίο πρέπει να μεταδοθεί σε ένα IP δίκτυο με μέγεθος MTU 1280 bytes. Να υπολογισθεί ο αριθμός των IP πακέτων που θα μεταδοθούν όπως και τα πεδία Fragment ID, Offset και Flag More Fragment για κάθε IP πακέτο που μεταδίδεται.

IPv4 Datagram format

32 bits

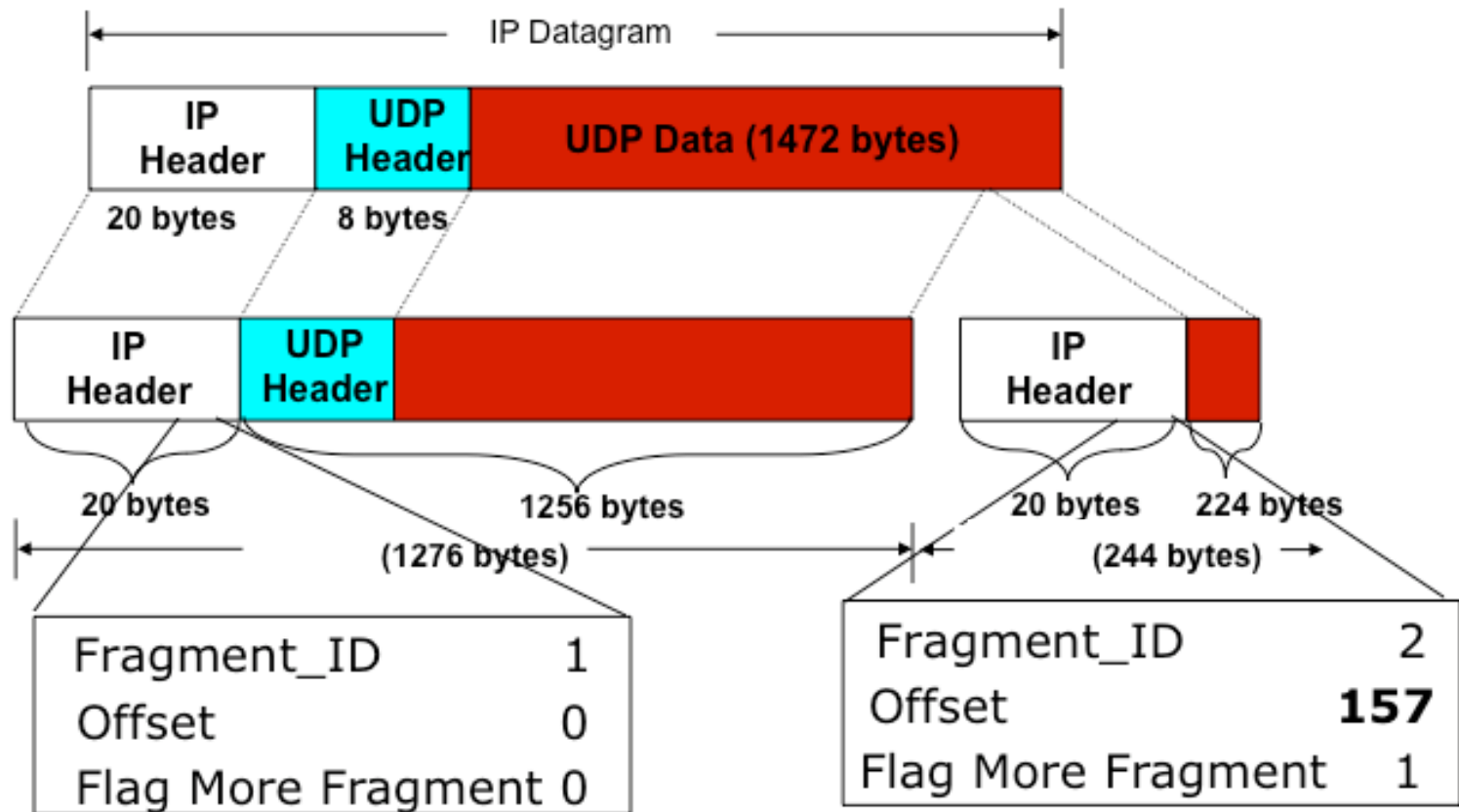


- Υπολογισμός IP packet size
- **UDP Payload : $1472+8=1480$ bytes**
- Αν IP packet size > MTU=>Fragmentation
- IP Packet size: $20+1472+8=1500$ bytes >1280 bytes (MTU)
- Fragmentation:
- Το IP layer θα δημιουργήσει 2 IP packets
- Κάθε fragmented packet εκτός του τελευταίου θα έχει πολλαπλάσιο των 8 bytes payload και μέγεθος μικρότερο του MTU.

MTU
↓

- **IP Packet 1**
- IP header=20 bytes=> Payload= $1280-20=1260$ => $1260/8=157,5$ (θεωρούμε το μεγαλύτερο ακέραιο $\text{floor}(157,5)$).
- Payload size: $157*8=1256$ bytes. Total IP packet size= $20+1256=1276$ bytes.
-
- **IP Packet 2**
- IP header=20 bytes=> Payload=Initial payload-1st IP packet payload= $1480-1256=224$ bytes. Total IP Packet Size= $20+224=244$ bytes

- MTU=1280 bytes



- Θέματα: IP Addressing, Subnets, Subnet Mask, Network/host addresses
- Δείτε τις παρακάτω διαφάνειες του *PLH22_OSS5_2015.pptx*:

135,147,148

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις έννοιες των υποδικτύων

Μεθοδολογία Άσκησης: Θα πρέπει να μελετήσετε τις λυμένες ενδεικτικές ασκήσεις σχετικές με IP Forwarding, Addressing, ARP

Ένας υπολογιστής έχει τις εξής παραμέτρους στο πρωτόκολλο IP:

Διεύθυνση IP : 202.60.215.150

Μάσκα υποδικτύου : 255.255.240.0

1. Ποιο είναι το μέγιστο πλήθος υπολογιστών που περιλαμβάνει η network address του δικτύου στο οποίο ανήκει;
2. Ποια είναι η πρώτη διεύθυνση host number του δικτύου στο οποίο ανήκει και ποια η τελευταία διεύθυνση host number του δικτύου ή διεύθυνση για αποστολή broadcasting μηνυμάτων;
3. Ποιός είναι ο αυξων αριθμός υπολογιστή (host number) στο δεκαδικό σύστημα;

(α) Η μάσκα υποδικτύου : 255.255.240.0 σε δυαδική μορφή είναι:

255.255.224.0 → 11111111.11111111.11110000.00000000

άρα τα τελευταία 12 δυαδικά ψηφία χρησιμοποιούνται για τον αριθμό του υπολογιστή (host number ή subnet number και host number) ορίζοντας $2^{12}=4.096$ συνδυασμούς. Το μέγιστο πλήθος υπολογιστών είναι $4.096-2=4.094$ αφού οι διευθύνσεις με αριθμό υπολογιστή 0 αναφέρεται στο δίκτυο «this network» και 4.095 χρησιμοποιείται για broadcasting μνημάτων και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για IP υπολογιστή.

(β) Η πρώτη διεύθυνση host number του δικτύου προκύπτει αν θέσουμε τα bits του αριθμού υπολογιστή όλα 0 (λογικό AND ανάμεσα στην IP και στην μάσκα).

IP : 202.60.215.150 → 11001010.00111100.11010111.10010110

AND

Μάσκα υποδικτύου 11111111.11111111.11110000.00000000

πρώτη διεύθυνση host number 11001010.00111100.11010000.00000000

Άρα η ζητούμενη διεύθυνση υποδικτύου είναι: 202.60.208.0

Η τελευταία διεύθυνση host number του δικτύου προκύπτει αν θέσουμε τα bits του αριθμού υπολογιστή όλα 1, (λογικό OR ανάμεσα στην IP και στην ανάστροφη μάσκα) δηλαδή

IP : 202.60.215.150 → 11001010.00111100.11010111.10010110

OR

Ανάστροφη μάσκα υποδ. 00000000.00000000.00001111.11111111

διεύθυνση broadcast 11001010.00111100.11011111.11111111

Άρα η ζητούμενη τελευταία διεύθυνση host number του δικτύου είναι: 202.60.223.255

Σημείωση: Η 1^η διεύθυνση που μπορεί να δοθεί σε υπολογιστή είναι η 202.60.208.1 και η τελευταία είναι η 202.60.223.254

(γ) Ο ο άξων αριθμός υπολογιστή (host number) προκύπτει αν στην IP διεύθυνση θέσουμε τα bits του δικτύου και του υποδικτύου ίσα με 0 (λογικό AND ανάμεσα στην IP και στην ανάστροφη μάσκα), δηλαδή

IP :	202.60.215.150	→	11001010.00111100.11010111.10010110
	AND		
Ανάστροφη μάσκα υποδ.			00000000.00000000.00001111.11111111
Αριθμός υπολογιστή			00000000.00000000.00000111.10010110

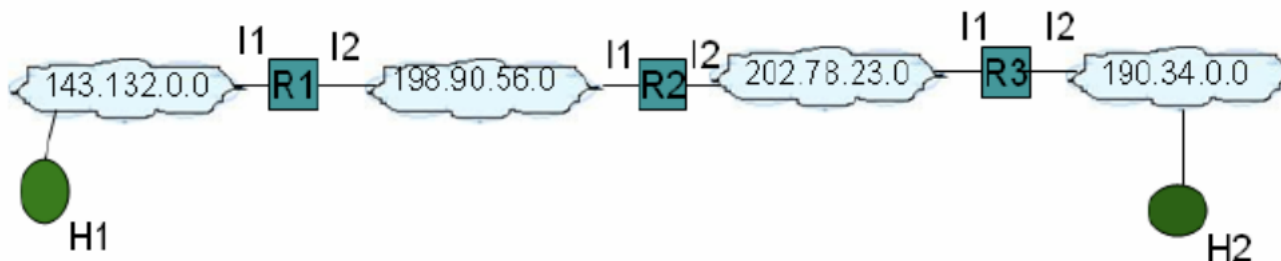
Άρα ο αριθμός υπολογιστή είναι ο 11110010110 =1942

- Θέματα: ARP, MAC Addresses, ARP description, ARP examples
- Δείτε τις παρακάτω διαφάνειες του *PLH22_OSS5_2015.pptx*:
155,156,157,159,160

Στόχος της άσκησης είναι η εξοικείωση με τις τεχνολογίες Ethernet και TCP/IP

Μεθοδολογία Άσκησης: Θα πρέπει να μελετήσετε τις λυμένες ενδεικτικές ασκήσεις σχετικά με Hub, Bridge, Switching και IP Forwarding, ARP

2. Δίνεται το δίκτυο του παρακάτω σχήματος



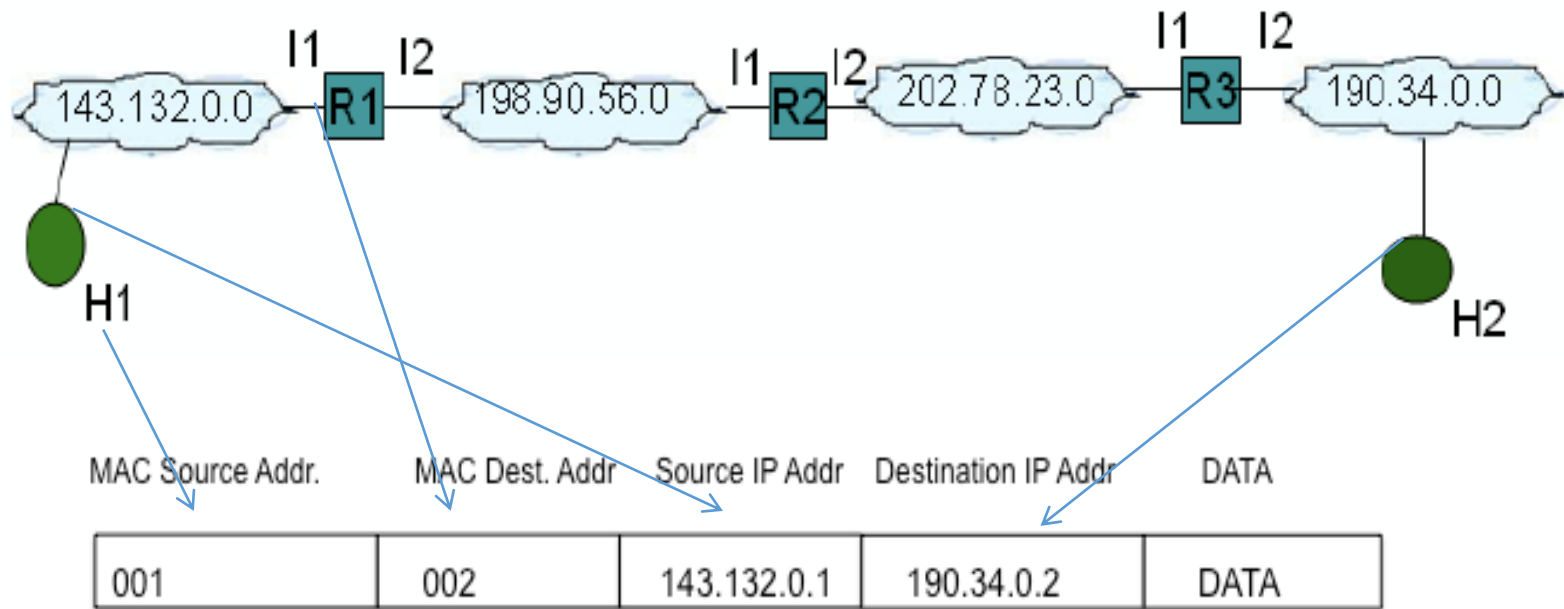
Να θεωρήσετε τις παρακάτω εγγραφές στο κάθε ένα δρομολογητή.

Host/Router	IP Διεύθυνση	MAC Διεύθυνση
H1	143.132.0.1	001
Interface 1 of R1	143.132.90.2	002
Interface 2 of R1	198.90.56.1	00002
Interface 1 of R2	198.90.56.2	00004
Interface 2 of R2	202.78.23.1	03
Interface 1 of R3	202.78.23.2	05

Interface 2 of R3	190.34.0.1	0004
H2	190.34.0.2	0005

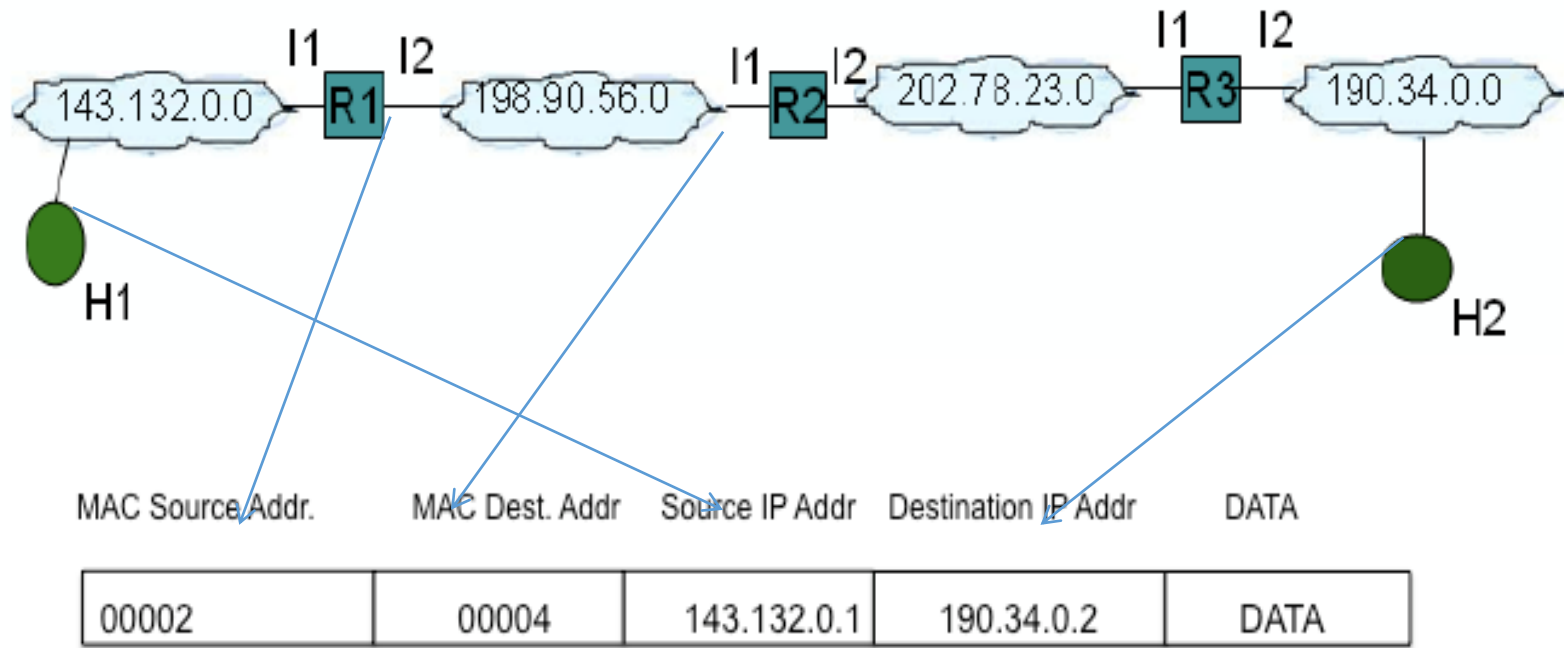
Να δείξετε τα πεδία που μεταβάλλονται καθώς ένα πακέτο μεταδίδεται από το H1 προς το H2 μέσω των R1, R2, R3.

- Μετάδοση H1 - R1 (αλλάζουν μόνο οι MAC διευθύνσεις)



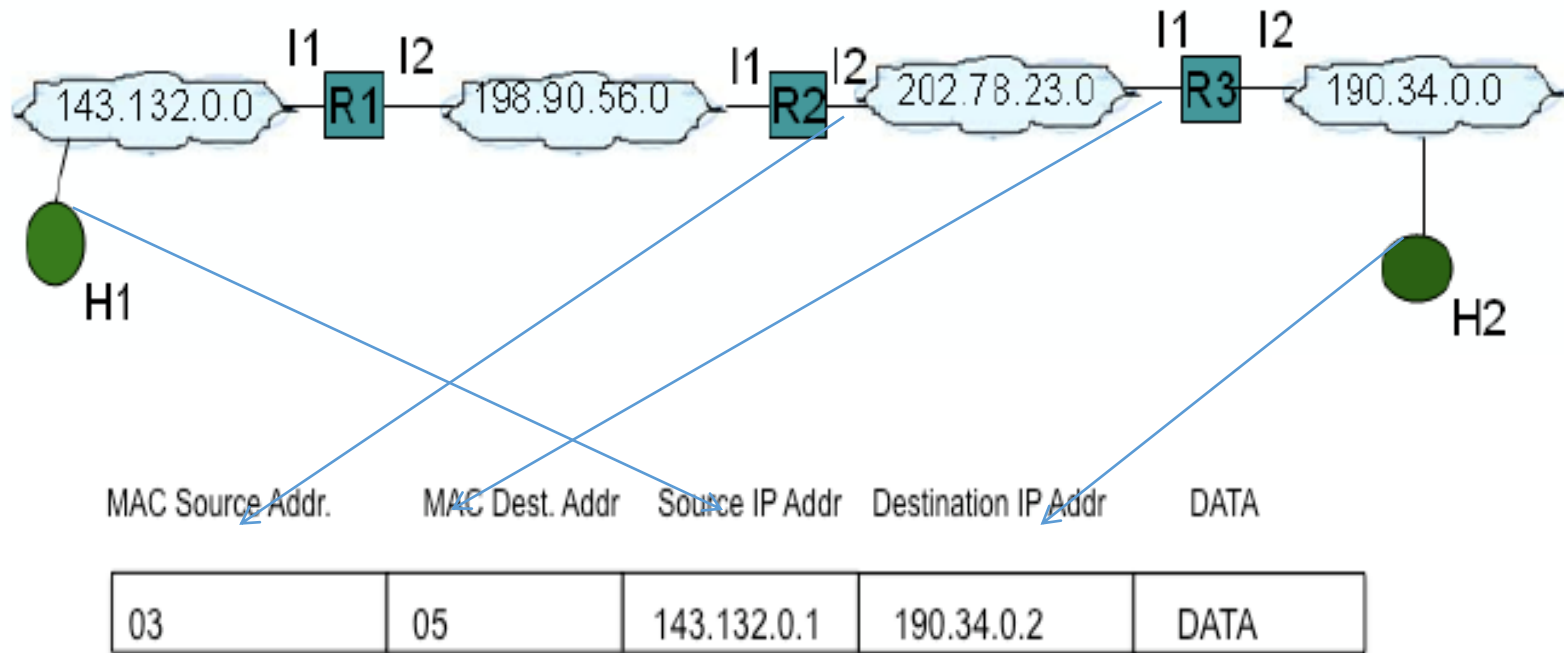
Host/Router	IP address	MAC address
H1	143.132.0.1	001
Interface 1 of R1	143.132.90.2	002
Interface 2 of R1	198.90.56.1	00002
Interface 1 of R2	198.90.56.2	00004
Interface 2 of R2	202.78.23.1	03
Interface 1 of R3	202.78.23.2	05
Interface 2 of R3	190.34.0.1	0004
H2	190.34.0.2	0005

- Μετάδοση R1 - R2



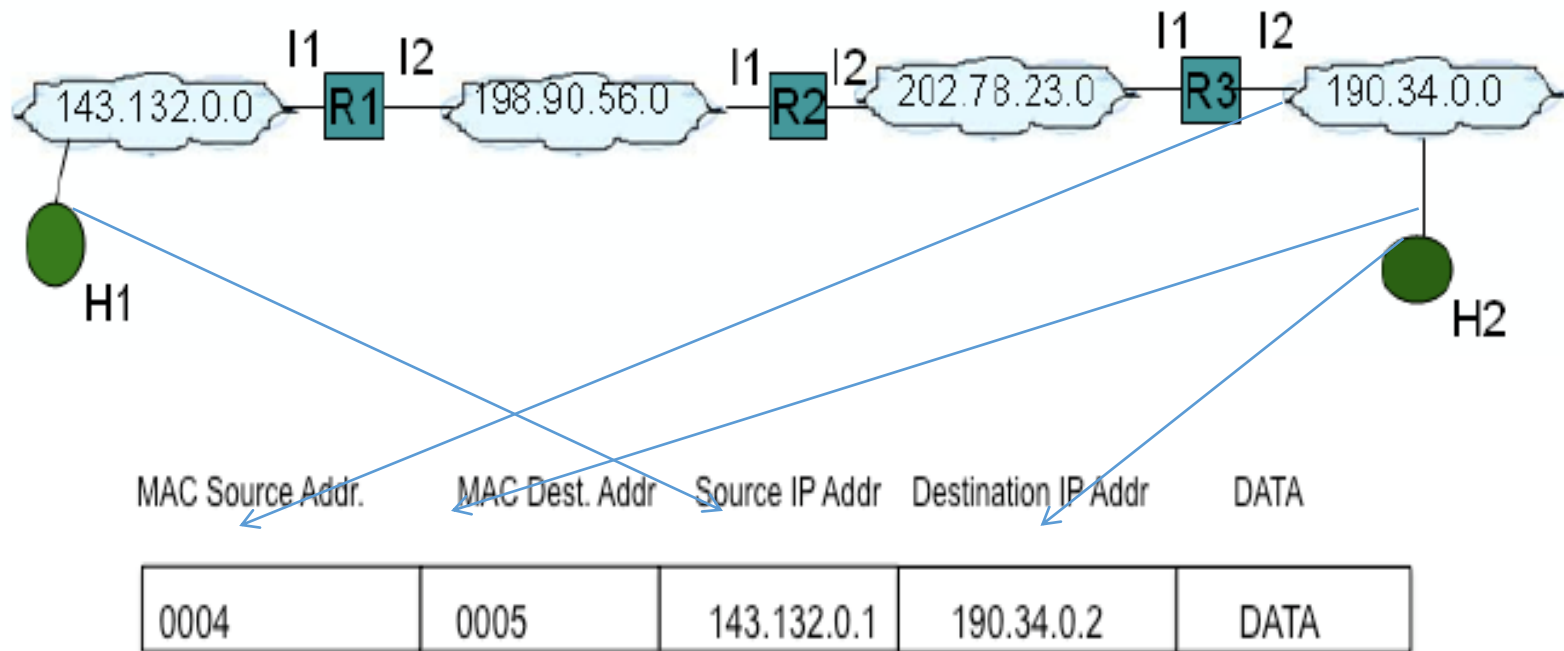
Host/Router	IP address	MAC address
H1	143.132.0.1	001
Interface 1 of R1	143.132.90.2	002
Interface 2 of R1	198.90.56.1	00002
Interface 1 of R2	198.90.56.2	00004
Interface 2 of R2	202.78.23.1	03
Interface 1 of R3	202.78.23.2	05
Interface 2 of R3	190.34.0.1	0004
H2	190.34.0.2	0005

- Μετάδοση R2 - R3



Host/Router	IP address	MAC address
H1	143.132.0.1	001
Interface 1 of R1	143.132.90.2	002
Interface 2 of R1	198.90.56.1	00002
Interface 1 of R2	198.90.56.2	00004
Interface 2 of R2	202.78.23.1	03
Interface 1 of R3	202.78.23.2	05
Interface 2 of R3	190.34.0.1	0004
H2	190.34.0.2	0005

- Μετάδοση R3 - H2



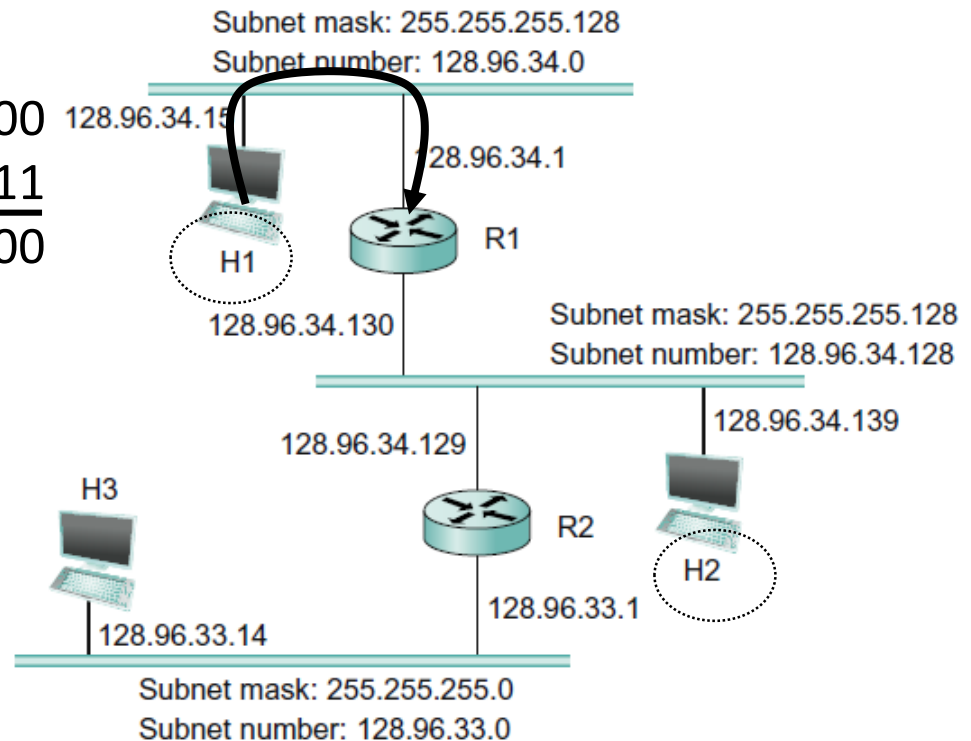
Host/Router	IP address	MAC address
H1	143.132.0.1	001
Interface 1 of R1	143.132.90.2	002
Interface 2 of R1	198.90.56.1	00002
Interface 1 of R2	198.90.56.2	00004
Interface 2 of R2	202.78.23.1	03
Interface 1 of R3	202.78.23.2	05
Interface 2 of R3	190.34.0.1	0004
H2	190.34.0.2	0005

Επιπλέον παραδείγματα

Προώθηση πακέτων μέσω routers

Datagram Forwarding example

- Αποστολή από H1 με προορισμό H2
 - Ο H1 κάνει AND τη subnet mask του (255.255.255.128) με τη διεύθυνση του H2(128.96.34.139)
 - 11111111.11111111.11111111.10000000
 - 10000000.01100000.00100010.10001011
 - 10000000.01100000.00100010.10000000
- ↑
- Αποτέλεσμα 128.96.34.128.
 - Δεν ταυτίζεται με το υποδίκτυο του H1 (128.96.34.0)
 - Ο H1 γνωρίζει ότι ο H2 είναι σε διαφορετικό υποδίκτυο.
 - Αποτέλλει το πακέτο στο default router R1.



Datagram Forwarding example

- Ο R1 κάνει ANDs τη διεύθυνση του H2 address (128.96.34.139) με τη subnet mask της πρώτης γραμμής του πίνακα δρομολόγησης (255.255.255.128)
- Αποτέλεσμα 128.96.34.128 , δεν ταυτίζεται με τον αριθμό υποδικτύου της γραμμής αυτής (128.96.34.0).
- Επανάληψη διαδικασίας με την επόμενη γραμμή.
- Υπάρχει ταύτιση
- Ο R1 αποστέλλει το πακέτο στον H2 μέσω interface 1

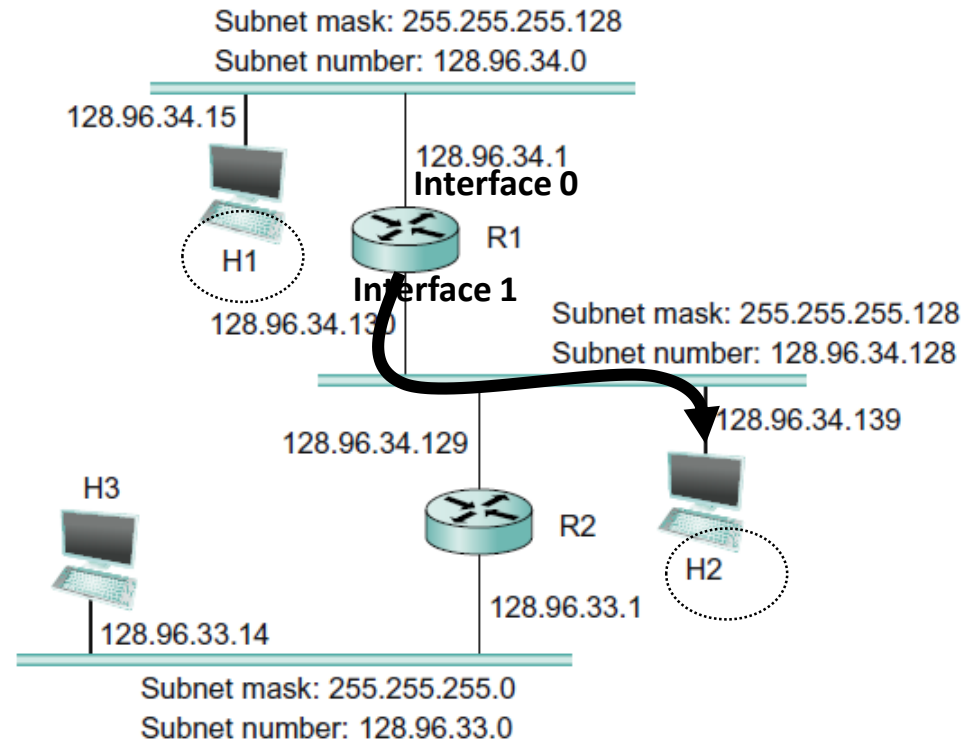


Table 3.7 Example Forwarding Table with Subnetting for Figure 3.21

SubnetNumber	SubnetMask	NextHop
128.96.34.0	255.255.255.128	Interface 0
128.96.34.128	255.255.255.128	Interface 1
128.96.33.0	255.255.255.0	R2

Πίνακες δρομολόγησης

1. Να θεωρήσετε ένα δρομολογητή ο οποίος έχει τον καταχωρημένες τις παρακάτω εγγραφές

Subnet Number	Next Hop
128.96.39.0/25	Interface 0
128.96.39.128/25	Interface 1
128.97.0.9/16	R2
193.96.39.0/25	R3

Να βρείτε το next hop, αν θεωρήσετε ότι ο router λαμβάνει IP πακέτο για κάθε μια από τις περιπτώσεις (Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας)

- a) 128.96.39.132
- β) 193.96.39.34
- γ) 128.97.40.32

Subnet Number	Next Hop
128.96.39.0/25	Interface 0
128.96.39.128/25	Interface 1
128.97.0.9/16	R2
193.96.39.0/25	R3

Υπολογισμός subnet masks

128.96.39.0/25 -> subnet mask 11111111.11111111.11111111.10000000=255.255.255.128

128.96.39.128/25-> subnet mask 11111111.11111111.11111111.10000000=255.255.255.128

128.97.0.9/16 -> subnet mask 11111111.11111111.00000000.00000000=255.255.0.0

193.96.39.0/25 -> subnet mask 11111111.11111111.11111111.10000000=255.255.255.128

Κάθε διεύθυνση προορισμού γίνεται AND με την αντίστοιχη subnet mask

128.96.39.132 = 10000000.01100000.00100111.10000100

255.255.255.128 = 11111111 .11111111 .11111111 .10000000

result = 10000000.01100000.00100111.10000000=128.96.39.128 ->Interface 1

193.96.39.34 AND 255.255.255.128 =

=193.96.39.00100010 AND 255.255.255.10000000 = 193.96.39.00000000=

=193.96.39.0 ->Interface 0

Subnet Number	Next Hop
128.96.39.0/25	Interface 0
128.96.39.128/25	Interface 1
128.97.0.9/16	R2
193.96.39.0/25	R3

128.97.40.32 AND 255.255.255.128 =
 =128.97.40.00100000 AND 255.255.255.10000000=128.97.40.00000000=**128.97.40.0**

128.97.40.32 AND 255.255.0.0 =
 =128.97.40.00100000 AND 255.255.00000000.00000000=
 =**128.97.0.0**

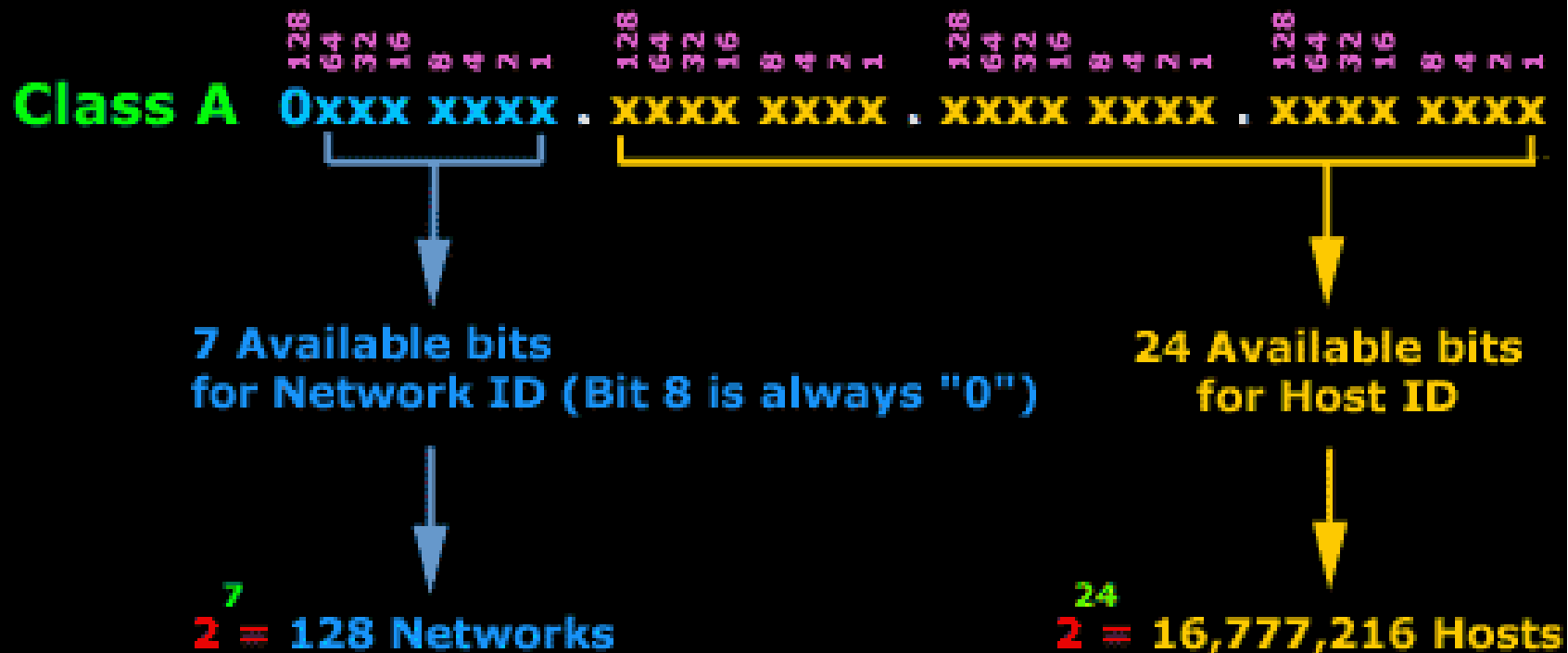
Longest Prefix matching: ->R2

IP Addressing and subnetting

- Δείτε και το σύνδεσμο

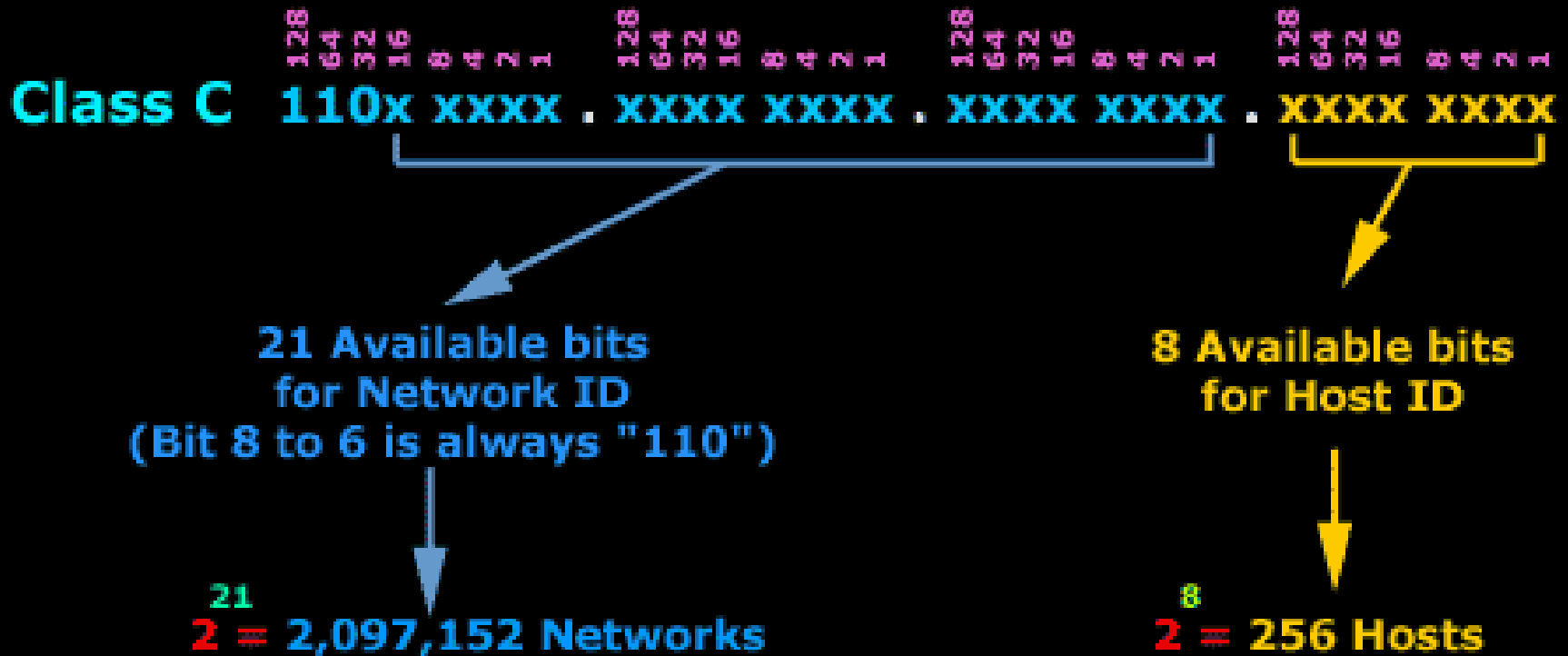
<http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/ip/routing-information-protocol-rip/13788-3.html>

Analysis of a Class A Network



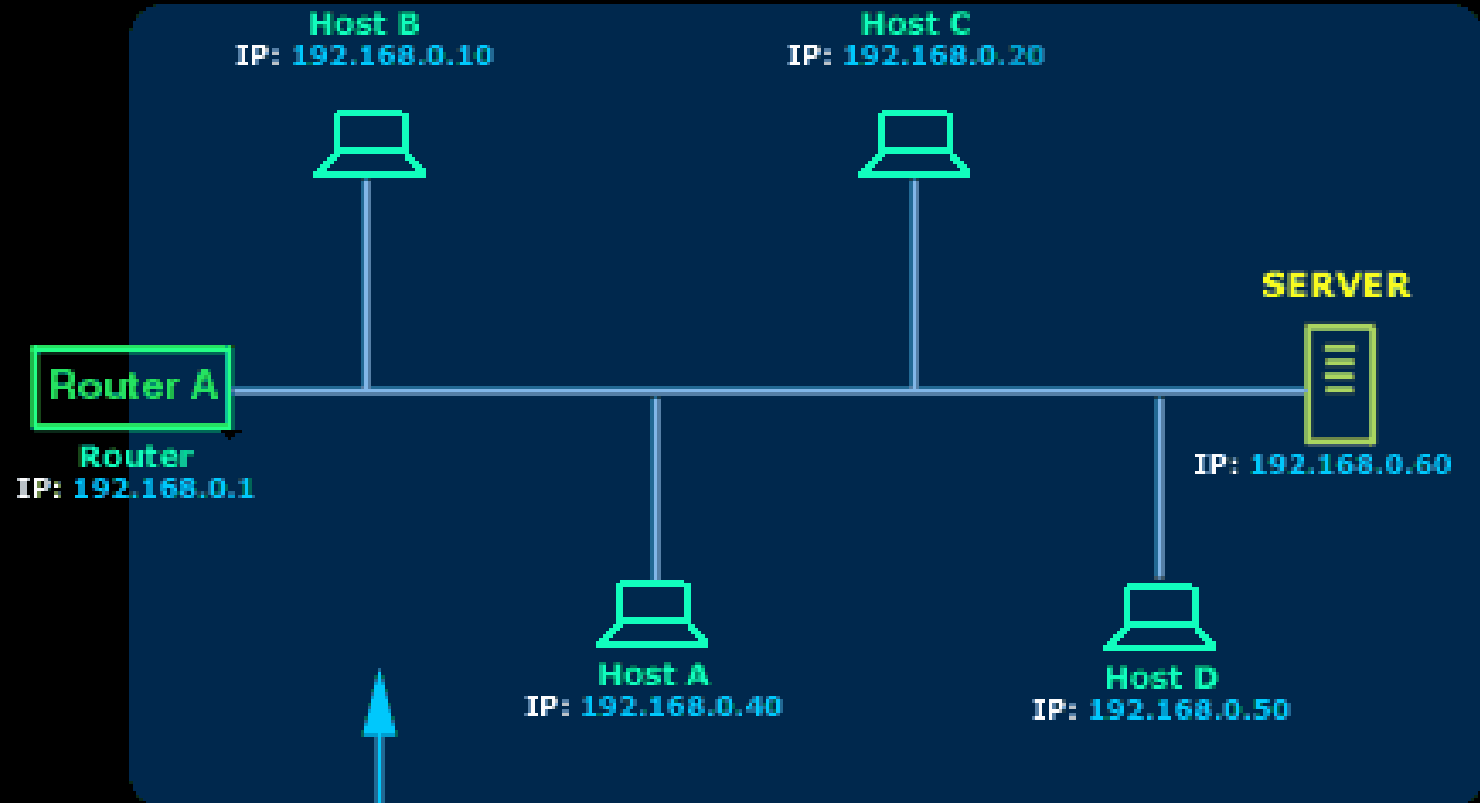
Class A networks use 7 Bits for the Network ID, whereas the Host ID uses 24 Bits. The more Bits used, the greater the number. This is why Class A networks can have so many Hosts, and therefor are large networks.

Analysis of a Class C Network



Class C networks use 21 Bits for the Network ID and 8 Bits for the Host ID. This is why Class C networks have a large number of networks but with only 256 hosts per network

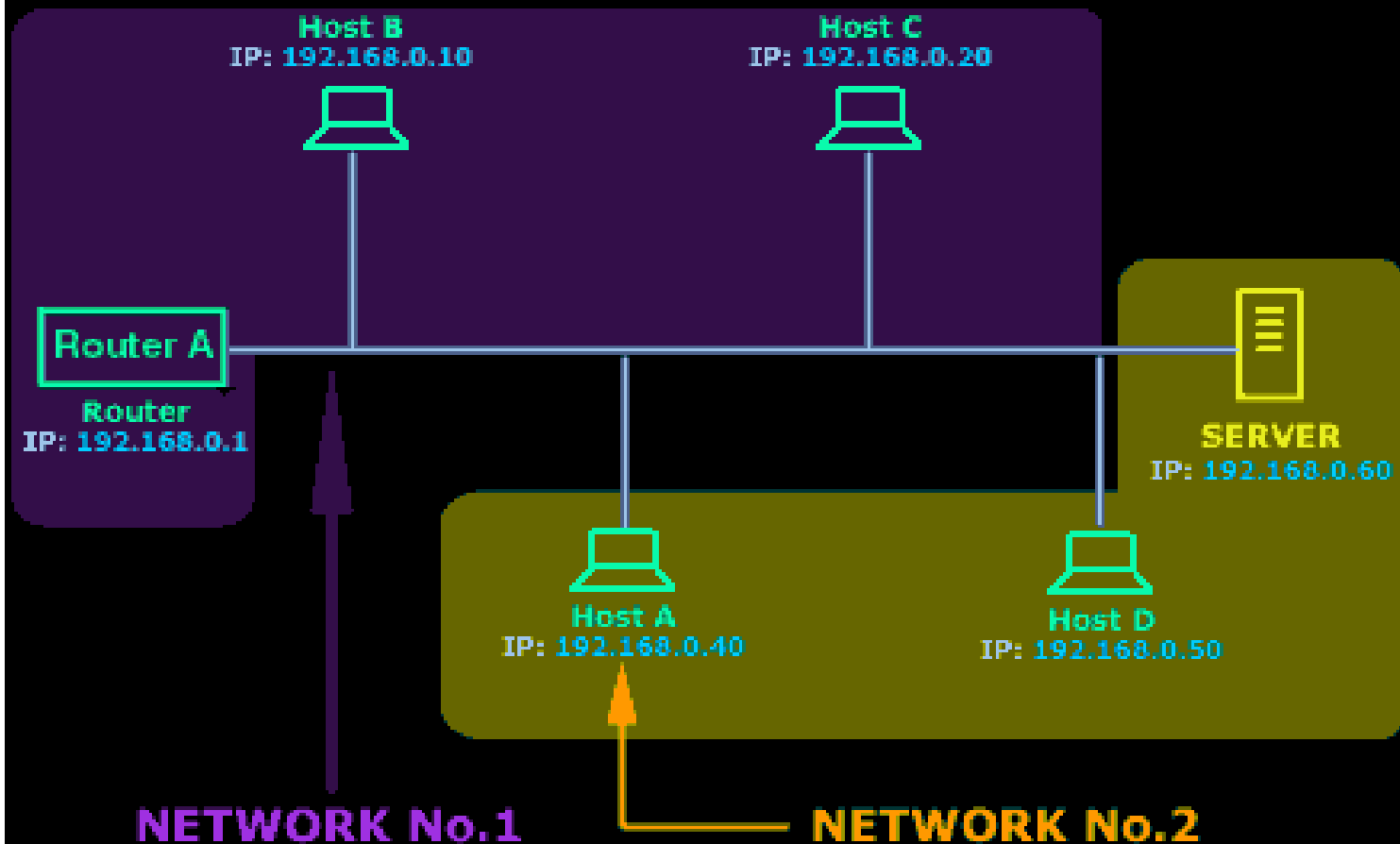
A Class C network with its default subnet mask



NETWORK
192.168.0.0 (Class C)
Subnet mask 255.255.255.0

In the above network, we have configured all hosts with the default Class C subnet mask of 255.255.255.0. This means that all computers are part of the same logical network: 192.168.0.0

Changing the default Subnet mask



By changing the default subnet mask to 255.255.255.224 our Class C network has been partitioned into smaller logical networks. For simplicity reasons, I am only showing 2 of these smaller networks.

Class C Classful IP Address

IP Address : 192 . 168 . 0 . 5
Subnet mask : 255 . 255 . 255 . 0

Conversion to Binary

	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1	128	64	32	16	8	4	2	1		
IP Address	:	1	1	0	0	0	0	0	:	1	0	1	0	1	0	0	0	:	0	0	0	0	0	0	0	:	0	0	0	0	0	1	0	1
Subnet mask	:	1	1	1	1	1	1	1	:	1	1	1	1	1	1	1	1	:	1	1	1	1	1	1	:	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Network ID																	Host ID															

This Class C network uses 21 Bits for the Network ID (remember, the first 3 bits in the first octet are set) and 8 Bits for the Host ID. The Subnet mask is what splits the Network ID and Host ID. This particular subnet mask is 24 Bits long (consists of 24 one's (1) counting from left side)

The Analysis Of Our Example - Part 2

IP Address : 1100 0000 . 1010 1000 . 0000 0000 . 000 0 1010
 Subnet mask : 1111 1111 . 1111 1111 . 1111 1111 . 111 0 0000

This part of the IP Address and Subnet mask we take as is. In Decimal this part gives us:
 192 . 168 . 0 .
 255 . 255 . 255 .

This is the section we focus. From here we will get all the info we are after ! Since I've colour coded the 3 subnet Bits, we won't need the subnet mask anymore to help us determine which bits are borrowed.

Determining the Subnets

First: 000 (0 Decimal)
 Second: 001 (32 Decimal)
 Third: 010 (64 Decimal)
 Fourth: 011 (96 Decimal)
 Fifth: 100 (128 Decimal)
 Sixth: 101 (160 Decimal)
 Seventh: 110 (192 decimal)
 Eighth: 111 (224 Decimal)

Determining the Hosts per Subnet

0 0001 (1 Decimal) to 1 1110 (30 Decimal)
 0 0001 (1 Decimal) to 1 1110 (30 Decimal)
 0 0001 (1 Decimal) to 1 1110 (30 Decimal)
 0 0001 (1 Decimal) to 1 1110 (30 Decimal)
 0 0001 (1 Decimal) to 1 1110 (30 Decimal)
 0 0001 (1 Decimal) to 1 1110 (30 Decimal)
 0 0001 (1 Decimal) to 1 1110 (30 Decimal)

NOTE: 0 0000 (First IP in each subnet) is reserved as the **Network Address** for the Subnet .
 1 1111 (Last IP in each subnet) is reserved as the **Broadcast Address** for that Subnet

The Analysis Of Our Example - Part 3

128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128

FIRST NETWORK

First IP: 0000 0000 (0 Decimal) Last IP: 0001 1111 (31 Decimal)

Full Range of the First Network: 192.168.0.0 - 192.168.0.31

128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128

SECOND NETWORK

First IP: 0010 0000 (32 Decimal) Last IP: 0011 1111 (63 Decimal)

Full Range of the Second Network: 192.168.0.32 - 192.168.0.63

128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128

THIRD NETWORK

First IP: 0100 0000 (64 Decimal) Last IP: 0101 1111 (95 Decimal)

Full Range of the Third Network: 192.168.0.64 - 192.168.0.95

128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128
128 128 128 128

FOURTH NETWORK

First IP: 0110 0000 (96 Decimal) Last IP: 0111 1111 (127 Decimal)

Full Range of the Fourth Network: 192.168.0.96 - 192.168.0.127

128
64
32
16
8
4
2
1

FIFTH NETWORK

128
64
32
16
8
4
2
1

First IP: 1000 0000 (128 Decimal) Last IP: 1001 1111 (159 Decimal)

Full Range of the Fifth Network: 192.168.0.128 - 192.168.0.159

128
64
32
16
8
4
2
1

SIXTH NETWORK

128
64
32
16
8
4
2
1

First IP: 1010 0000 (160 Decimal) Last IP: 1011 1111 (191 Decimal)

Full Range of the Sixth Network: 192.168.0.160 - 192.168.0.191

128
64
32
16
8
4
2
1

SEVENTH NETWORK

128
64
32
16
8
4
2
1

First IP: 1100 0000 (192 Decimal) Last IP: 1101 1111 (223 Decimal)

Full Range of the Seventh Network: 192.168.0.192 - 192.168.0.223

128
64
32
16
8
4
2
1

EIGHTH NETWORK

128
64
32
16
8
4
2
1

First IP: 1110 0000 (224 Decimal) Last IP: 1111 1111 (255 Decimal)

Full Range of the Eighth Network: 192.168.0.224 - 192.168.0.255

You should remember that the First IP Address of each Subnet is the Network Address for that Subnet, and the Last IP Address is the Broadcast Address for that Subnet.