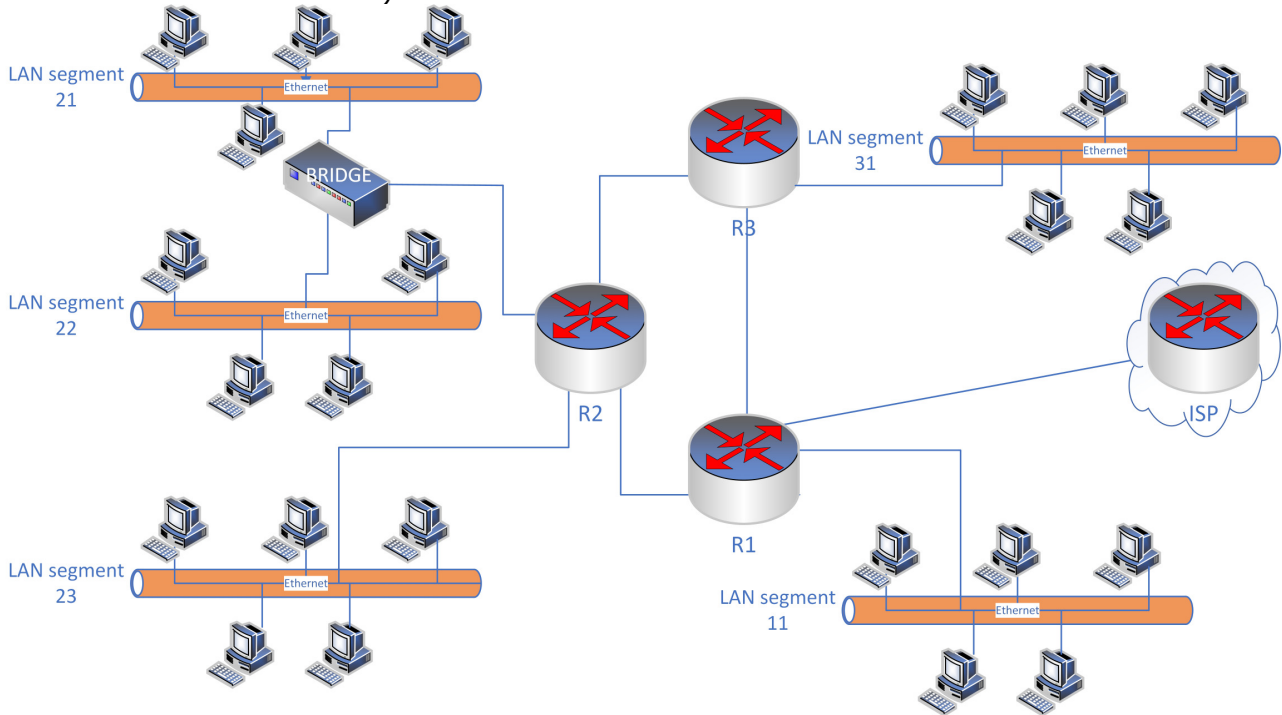


ΘΕΜΑ 2, εργασία 1, 2021-2022

Η δικτυακή υποδομή μιας εταιρείας βασίζεται σε τρεις διασυνδεδεμένους δρομολογητές (Routers R1, R2 και R3) και φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. Ο συνολικός αριθμός των Η/Υ της εταιρείας είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό που φαίνεται στο σχήμα. Από πλευράς διευθύνσεων IPv4, ο R3 πρέπει να μπορεί να υποστηρίξει την επικοινωνία 29 hosts, συνολικά. Ο R2 στο ένα interface μέσω μιας Γέφυρας (Bridge) πρέπει να μπορεί να υποστηρίξει την επικοινωνία 125 hosts, ενώ σε άλλο interface πρέπει να μπορεί να υποστηρίξει την επικοινωνία 29 hosts, συνολικά. Ο R1 σε ένα interface πρέπει να μπορεί να υποστηρίξει την επικοινωνία 13 hosts μόνο, ενώ σε άλλο interface υποστηρίζει την επικοινωνία με το υπόλοιπο Διαδίκτυο μέσω του ISP (Internet Service Provider). Η διεύθυνση της εταιρείας είναι 200.192.1.0/24 (έχει στην διάθεσή της όλο το «block» των διευθύνσεων αυτών).



Να ευρεθούν:

- A) Ο συνολικός αριθμός των υποδικτύων (από πλευράς διευθύνσεων IP) που φαίνονται στο σχήμα.
- B) Οι διευθύνσεις IP στις διεπαφές (interfaces) των δρομολογητών (πάνω στους routers), και να συμπληρωθεί ο ακόλουθος πίνακας για κάθε υποδίκτυο που ανήκει αποκλειστικά στην εταιρεία.

Α/Α Υποδικτύου	Διεύθυνση IPv4 Υποδικτύου	Διευθύνσεις Hosts		Broadcast IPv4 (πανεκομπή)
		ΑΠΟ	ΜΕΧΡΙ	
...

- C) Οι πίνακες δρομολόγησης κάθε Δρομολογητή για την διεκπεραίωση της εσωτερικής κίνησης της εταιρείας. Η ακόλουθη δομή ενός πίνακα δρομολόγησης θεωρείται επαρκής:

Destination Network	Next Router (IPv4)	Number of Hops
...

Σημειώτεον, για τις διευθύνσεις "Destination Network" χρησιμοποιείται η μέθοδος CIDR και longest prefix matching (ταίριασμα του μέγιστου προθέματος).

Απάντηση ΘΕΜΑΤΟΣ 2**A.**

Τα υποδίκτυα είναι 7: Lan21-22, Lan31, Lan23, Lan11, LanR1-R2 (καλώδιο ανάμεσα σε R1 και R2), LanR1-R3 (καλώδιο ανάμεσα σε R1 και R3), LanR2-R3 (καλώδιο ανάμεσα σε R2 και R3).

B.

Το συνολικό δίκτυο που έχουμε εδώ είναι class C, δηλαδή 24 bits network, 8 bits host.

1. Το υποδίκτυο Lan21-22 είναι το μεγαλύτερο, με 125 υπολογιστές και 1 θύρα του R2 και 2 ip addresses για network και broadcast, σύνολο 128 ip addresses, δηλαδή 7 bits. Χωρίζουμε στο 25^ο bit. Δημιουργούνται 2 υποδίκτυα. Το υποδίκτυο με bit 0 ανατίθεται στο υποδίκτυο Lan21-22. Το υποδίκτυο με bit 1 θα το επεξεργαστούμε παραπέρα για τα άλλα υποδίκτυα.
2. Το επόμενο υποδίκτυο είναι το Lan31, με 29 υπολογιστές και 1 θύρα του R3 και 2 ip addresses για network και broadcast, σύνολο 32 ip addresses, δηλαδή 5 bits. Χωρίζουμε το υποδίκτυο που περίσσεψε από το προηγούμενο βήμα στο 27^ο bit. Δημιουργούνται 4 υποδίκτυα. Το υποδίκτυο με bit **100** ανατίθεται στο υποδίκτυο Lan31. Τα υπόλοιπα υποδίκτυα (**101, 110, 111**) θα τα επεξεργαστούμε παραπέρα για τα άλλα υποδίκτυα.
3. Το επόμενο υποδίκτυο είναι το Lan23, με 29 υπολογιστές και 1 θύρα του R2 και 2 ip addresses για network και broadcast, σύνολο 32 ip addresses, δηλαδή 5 bits. Δεν χωρίζουμε κανένα υποδίκτυο, αφού έχουμε έτοιμο υποδίκτυο τέτοιου μεγέθους από το προηγούμενο βήμα. Το υποδίκτυο με bit **101** ανατίθεται στο υποδίκτυο Lan23. Τα υπόλοιπα υποδίκτυα (**110, 111**) θα τα επεξεργαστούμε παραπέρα για τα άλλα υποδίκτυα.
4. Το επόμενο υποδίκτυο είναι το Lan11, με 13 υπολογιστές και 1 θύρα του R1 και 2 ip addresses για network και broadcast, σύνολο 16 ip addresses, δηλαδή 4 bits. Χωρίζουμε το υποδίκτυο 110 που περίσσεψε από το προηγούμενο βήμα στο 28^ο bit. Δημιουργούνται 2 υποδίκτυα. Το υποδίκτυο με bit **1100** ανατίθεται στο υποδίκτυο Lan11. Το άλλο υποδίκτυο (**1101**) θα το επεξεργαστούμε παραπέρα για τα άλλα υποδίκτυα.
5. Το επόμενο υποδίκτυο είναι το LanR1-R2, με 0 υπολογιστές, αλλά 2 routers. Θα χρειαστούμε 4 ip addresses, δηλαδή 2 bits. Χωρίζουμε το υποδίκτυο 1101 που περίσσεψε από το προηγούμενο βήμα στο 30^ο bit. Δημιουργούνται 4 υποδίκτυα. Το υποδίκτυο με bit **110100** ανατίθεται στο υποδίκτυο LanR1-R2. Τα άλλα υποδίκτυα (**110101, 110110, 110111**) θα τα επεξεργαστούμε παραπέρα για τα άλλα υποδίκτυα.
6. Το επόμενο υποδίκτυο είναι το LanR1-R3, με 0 υπολογιστές, αλλά 2 routers. Θα χρειαστούμε 4 ip addresses, δηλαδή 2 bits. Δεν χωρίζουμε κανένα υποδίκτυο, αφού έχουμε έτοιμο υποδίκτυο τέτοιου μεγέθους από το προηγούμενο βήμα. Το υποδίκτυο με bit **110101** ανατίθεται στο υποδίκτυο LanR1-R3.
7. Το επόμενο υποδίκτυο είναι το LanR2-R3, με 0 υπολογιστές, αλλά 2 routers. Θα χρειαστούμε 4 ip addresses, δηλαδή 2 bits. Δεν χωρίζουμε κανένα υποδίκτυο, αφού έχουμε έτοιμο υποδίκτυο τέτοιου μεγέθους από το προηγούμενο βήμα. Το υποδίκτυο με bit **110110** ανατίθεται στο υποδίκτυο LanR2-R3.
8. Η ανάθεση τελείωσε. Τα υποδίκτυα 110111 και 111 δεν χρησιμοποιήθηκαν, παραμένουν διαθέσιμα για μελλοντική χρήση.

Τα παραπάνω συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Τμήμα network κλάσης C			Τμήμα host κλάσης C								Υποδίκτια
1η οκτάδα 8 bits	2η οκτάδα 8 bits	3η οκτάδα 8 bits	4η οκτάδα 8 bits								
			128	64	32	16	8	4	2	1	
200.	192.	1.	X	X	X	X	X	X	X	X	
			0	0	0	0	0	0	0	0	=200.192.1.0/25 (network ip) Lan21-22
			0	1	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.127/25 (broadcast ip)
			0	0	0	0	0	0	0	0	=200.192.1.128/27 (network ip) Lan31
			0	0	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.159/27 (broadcast ip)
			0	1	0	0	0	0	0	0	=200.192.1.160/27 (network ip) Lan23
			0	1	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.191/27 (broadcast ip)
			1	0	0	0	0	0	0	0	=200.192.1.192/28 (network ip) Lan11
			1	0	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.207/28 (broadcast ip)
			1	0	0	0	0	0	0	0	=200.192.1.208/30 (network ip) LanR1-R2
			1	0	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.211/30 (broadcast ip)
			1	0	0	0	1	0	0	0	=200.192.1.212/30 (network ip) LanR1-R3
			1	0	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.215/30 (broadcast ip)
			1	0	1	0	0	0	0	0	=200.192.1.216/30 (network ip) LanR2-R3
			1	0	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.219/30 (broadcast ip)
			1	0	1	0	0	0	0	0	=200.192.1.220/30 (network ip) Δεν χρησιμοποιείται
			1	0	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.223/30 (broadcast ip)
			1	1	0	0	0	0	0	0	=200.192.1.224/27 (network ip) Δεν χρησιμοποιείται
			1	1	1	1	1	1	1	1	=200.192.1.255/27 (broadcast ip)

Α/Α Υποδικτύου	Διεύθυνση IPv4 Υποδικτύου	Διευθύνσεις Hosts		Broadcast IPv4 (πανεκομπή)
		ΑΠΟ	ΜΕΧΡΙ	
Lan21-22	200.192.1.0/25	200.192.1.1/25	200.192.1.126/25	200.192.1.127/25
Lan31	200.192.1.128/27	200.192.1.129/27	200.192.1.158/27	200.192.1.159/27
Lan23	200.192.1.160/27	200.192.1.161/27	200.192.1.190/27	200.192.1.191/27
Lan11	200.192.1.192/28	200.192.1.193/28	200.192.1.206/28	200.192.1.207/28
LanR1-R2	200.192.1.208/30	200.192.1.209/30	200.192.1.210/30	200.192.1.211/30
LanR1-R3	200.192.1.212/30	200.192.1.213/30	200.192.1.214/30	200.192.1.215/30
LanR2-R3	200.192.1.216/30	200.192.1.217/30	200.192.1.218/30	200.192.1.219/30

Κάνουμε την εξής ανάθεση ip address στις θύρες των routers:

Θύρα	Ip address	Θύρα	Ip address	Θύρα	Ip address
R1.lan11	200.192.1.193/28	R2.lan21-22	200.192.1.1/25	R3.lan31	200.192.1.129/27
R1.προςR2	200.192.1.209/30	R2.lan23	200.192.1.161/27	R3.προςR1	200.192.1.214/30
R1.προςR3	200.192.1.213/30	R2.προςR1	200.192.1.210/30	R3.προςR2	200.192.1.218/30
R1.προςISP	Δεν έχουμε πληροφόρηση για την ip που δίνει ο πάροχος	R2.προςR3	200.192.1.217/30		

Γ.

Σημείωση: Στους πίνακες δρομολόγησης προσέθεσα (χωρίς να ζητείται) και την στήλη θύρα, δηλαδή την θύρα του router από την οποία εξέρχεται η δρομολογούμενη κίνηση σε κάθε περίπτωση. Βοηθά για την κατανόηση και για την σωστή εφαρμογή του CIDR μετά.

Οι πίνακες δρομολόγησης **χωρίς** CIDR είναι:

Router R1

A/A	Destination Network	Θύρα	Next Router (IPv4)	Number of Hops
1	Lan21-22: 200.192.1.0/25	R1.προςR2	R2.προςR1=200.192.1.210/30	1
2	Lan31: 200.192.1.128/27	R1.προςR3	R3.προςR1=200.192.1.214/30	1
3	Lan23: 200.192.1.160/27	R1.προςR2	R2.προςR1=200.192.1.210/30	1
4	Lan11: 200.192.1.192/28	R1.lan11	direct	0
5	LanR1-R2: 200.192.1.208/30	R1.προςR2	direct	0
6	LanR1-R3: 200.192.1.212/30	R1.προςR3	direct	0
7	LanR2-R3: 200.192.1.216/30	R1.προςR2	R2.προςR1=200.192.1.210/30	1
8	0.0.0.0/0	R1.προςISP	direct	0

Router R2

A/A	Destination Network	Θύρα	Next Router (IPv4)	Number of Hops
1	Lan21-22: 200.192.1.0/25	R2.lan11	direct	0
2	Lan31: 200.192.1.128/27	R2.προςR3	R3.προςR2=200.192.1.218/30	1
3	Lan23: 200.192.1.160/27	R2.lan23	direct	0
4	Lan11: 200.192.1.192/28	R2.προςR1	R1.προςR2=200.192.1.209/30	1
5	LanR1-R2: 200.192.1.208/30	R2.προςR1	direct	0
6	LanR1-R3: 200.192.1.212/30	R2.προςR1	R1.προςR2=200.192.1.209/30	1
7	LanR2-R3: 200.192.1.216/30	R2.προςR3	direct	0
8	0.0.0.0/0	R2.προςR1	R1.προςR2=200.192.1.209/30	1

Router R3

A/A	Destination Network	Θύρα	Next Router (IPv4)	Number of Hops
1	Lan21-22: 200.192.1.0/25	R3.προςR2	R2.προςR3=200.192.1.217/30	1
2	Lan31: 200.192.1.128/27	R3.lan31	direct	0
3	Lan23: 200.192.1.160/27	R3.προςR2	R2.προςR3=200.192.1.217/30	1
4	Lan11: 200.192.1.192/28	R3.προςR1	R1.προςR3=200.192.1.213/30	1
5	LanR1-R2: 200.192.1.208/30	R3.προςR1	R1.προςR3=200.192.1.213/30	1
6	LanR1-R3: 200.192.1.212/30	R3.προςR1	direct	0
7	LanR2-R3: 200.192.1.216/30	R3.προςR2	direct	0
8	0.0.0.0/0	R3.προςR1	R1.προςR3=200.192.1.213/30	1

Οι πίνακες δρομολόγησης με CIDR είναι:

Σημείωση: συγχωνεύονται εγγραφές που έχουν την ίδια θύρα και το ίδιο next router και έχουν κοινό πρόθεμα. Η δρομολόγηση είναι εφικτή ακόμα και αν υπάρχει αλληλοκάλυψη γραμμών, αρκεί να θυμόμαστε ότι προηγείται το μακρύτερο ταίριασμα προθέματος.

Router R1

Μπορούν να συγχωνευτούν οι γραμμές 1 και 3 και 7 του αρχικού πίνακα, γιατί έχουν ίδια θύρα και ίδιο next router. Το κοινό πρόθεμα είναι 200.192.1.0/24 (προσοχή στην αλλαγή μάσκας /24 λόγω κοινού προθέματος)

A/A	Destination Network	Θύρα	Next Router (IPv4)	Number of Hops
1 και 3 και 7	Lan21-22: 200.192.1.0/24	R1.προςR2	R2.προςR1=200.192.1.210/30	1
2	Lan31: 200.192.1.128/27	R1.προςR3	R3.προςR1=200.192.1.214/30	1
4	Lan11: 200.192.1.192/28	R1.lan11	direct	0
5	LanR1-R2: 200.192.1.208/30	R1.προςR2	direct	0
6	LanR1-R3: 200.192.1.212/30	R1.προςR3	direct	0
8	0.0.0.0/0	R1.προςISP	direct	0

Router R2

Μπορούν να συγχωνευτούν οι γραμμές 4 και 6 και 8 του αρχικού πίνακα, γιατί έχουν ίδια θύρα και ίδιο next router. Το κοινό πρόθεμα είναι 0.0.0.0.

A/A	Destination Network	Θύρα	Next Router (IPv4)	Number of Hops
1	Lan21-22: 200.192.1.0/25	R2.lan11	direct	0
2	Lan31: 200.192.1.128/27	R2.προςR3	R3.προςR2=200.192.1.218/30	1
3	Lan23: 200.192.1.160/27	R2.lan23	direct	0
5	LanR1-R2: 200.192.1.208/30	R2.προςR1	direct	0
7	LanR2-R3: 200.192.1.216/30	R2.προςR3	direct	0
4 και 6 και 8	0.0.0.0/0	R2.προςR1	R1.προςR2=200.192.1.209/30	1

Router R3

Μπορούν να συγχωνευτούν οι γραμμές 1 και 3 του αρχικού πίνακα, γιατί έχουν ίδια θύρα και ίδιο next router. Το κοινό πρόθεμα είναι 200.192.1.0/24 (προσοχή στην αλλαγή μάσκας /24 λόγω κοινού προθέματος)

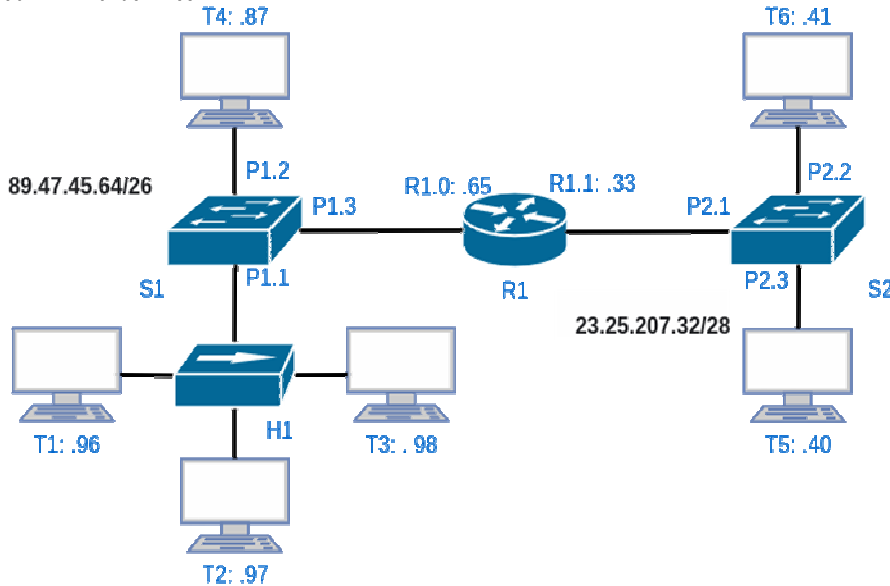
Μπορούν να συγχωνευτούν οι γραμμές 4 και 5 και 8 του αρχικού πίνακα, γιατί έχουν ίδια θύρα και ίδιο next router. Το κοινό πρόθεμα είναι 0.0.0.0.

A/A	Destination Network	Θύρα	Next Router (IPv4)	Number of Hops
1 και 3	Lan21-22: 200.192.1.0/24	R3.προςR2	R2.προςR3=200.192.1.217/30	1
2	Lan31: 200.192.1.128/27	R3.lan31	direct	0
6	LanR1-R3: 200.192.1.212/30	R3.προςR1	direct	0
7	LanR2-R3: 200.192.1.216/30	R3.προςR2	direct	0
4 και 5 και 8	0.0.0.0/0	R3.προςR1	R1.προςR3=200.192.1.213/30	1

ΘΕΜΑ 3, εργασία 1, 2021-2022

Δίνεται η παρακάτω τοπολογία όπου η συσκευή H1 είναι hub, οι συσκευές S1 και S2 είναι switches και η συσκευή R1 router. Ο R1 διασυνδέει τα δύο δίκτυα Ethernet που βρίσκονται εκατέρωθεν και των οποίων οι IP διευθύνσεις δίνονται στο σχήμα. Στο δίκτυο είναι επίσης συνδεδεμένοι 6 υπολογιστές T1, T2, κ.ο.κ.

Το τελευταίο octet της IP διεύθυνσης κάθε υπολογιστή δίνεται δίπλα από το αναγνωριστικό του στο σχήμα. Για τις φυσικές Ethernet διευθύνσεις θα χρησιμοποιήσουμε το συμβολισμό MAC-*id*, όπου *id* το αναγνωριστικό του υπολογιστή, π.χ. MAC-T1 είναι η φυσική διεύθυνση του T1. Ανάλογα ισχύουν και για τη διευθυνσιοδότηση στις διεπαφές του R1. Σε αυτές το αναγνωριστικό για τη φυσική διεύθυνση θα είναι το αναγνωριστικό της διεπαφής, π.χ. MAC-R1.0.



Αρχικά οι πίνακες ανεύρεσης όλων των switches είναι άδειοι και οι ARP caches των κόμβων επίσης άδειες. Στη συνέχεια στέλνονται τα εξής IP πακέτα ακολουθιακά και με την εξής σειρά:

1. T1 → T2 (δηλ. από τον T1 προς τον T2)
2. T2 → T1
3. T4 → T1
4. T1 → T6
5. T6 → T2

Θεωρείστε ότι ισχύουν τα εξής:

- Οι εγγραφές στις ARP caches και στους πίνακες ανεύρεσης δε διαγράφονται λόγω λήξης χρονικής προθεσμίας.
- Κάθε υπολογιστής είναι ενήμερος για τη διεύθυνση υποδικτύου όπου ανήκει. Επίσης είναι ενήμερος για την default gateway που είναι η κατάλληλη διεπαφή του R1 ανάλογα με την "πλευρά" του R1 που βρίσκεται ο υπολογιστής.
- Ο R1 έχει τις κατάλληλες εγγραφές στον πίνακα δρομολόγησής του ούτως ώστε να δρομολογεί πακέτα εκατέρωθεν.
- Δεν υπάρχει κάποια διαδικασία επιβεβαίωσης λήψης πακέτου από τον παραλήπτη και επομένως δεν υπάρχουν άλλα IP πακέτα εκτός αυτών που αναφέρονται.

Για κάθε μία από τις παραπάνω αποστολές IP πακέτων αναφέρετε τα εξής (A, B και Γ):

A. Εξηγήστε αν θα προηγηθούν ARP requests. Για κάθε ARP request να συμπληρωθεί ο εξής πίνακας:

Αποστολέας	Το αναγνωριστικό της διεπαφής (υπολογιστής ή διεπαφή router) που κάνει την αποστολή του ARP request.
IP αναζήτησης	Η IP για την οποία αναζητείται η φυσική διεύθυνση.
Διεπαφές-παραλήπτες	Τα αναγνωριστικά των υπολογιστών ή των διεπαφών του router που παραλαμβάνουν την ARP request ακόμα και αν την αγνοούν.
Διεπαφή που απαντά	Το αναγνωριστικό του υπολογιστή ή της διεπαφής του router που απαντά. Προφανώς απαντά με τη δική της φυσική διεύθυνση αφού από την εκφώνηση δεν υπάρχει κάποια άλλη υπόδειξη, λ.χ. λειτουργία proxy-arp.
Διεπαφές-παραλήπτες της απάντησης	Τα αναγνωριστικά των υπολογιστών ή των διεπαφών του router που παραλαμβάνουν το Ethernet frame με την ARP reply ακόμα και αν το απορρίπτουν. <i>Υποδ.: Προσοχή στη λειτουργία του hub.</i>

Β. Για κάθε αποστολή IP (προσοχή, όχι ARP) πακέτου και για κάθε ένα από τα δίκτυα από τα οποία διέρχεται το πακέτο αναφέρετε την IP διεύθυνση αποστολέα και προορισμού καθώς και τη φυσική διεύθυνση αποστολέα και προορισμού στο αντίστοιχο Ethernet frame. Για κάθε δίκτυο Ethernet από το οποίο διέρχεται το πακέτο να συμπληρωθεί ο εξής πίνακας.

Δίκτυο μετάδοσης	Αναφέρετε την IP του δικτύου όπου μεταδίδεται το Ethernet frame.
MAC αποστολέα	Η φυσική διεύθυνση του αποστολέα στο frame.
MAC παραλήπτη	Η φυσική διεύθυνση του παραλήπτη στο frame.
IP αποστολέα	Η διεύθυνση αποστολέα στο IP πακέτο.
IP παραλήπτη	Η διεύθυνση παραλήπτη στο IP πακέτο.

Γ. Καταγράψτε τους πίνακες ανεύρεσης που έχουν προκύψει για κάθε switch μετά την ολοκλήρωση της μετάδοσης του IP πακέτου. Δε χρειάζεται ξεχωριστή καταγραφή για την ενδιαμέση κατάσταση των πινάκων μετά την αποστολή των ARP request/reply, αλλά μία τελική καταγραφή μετά και την μετάδοση του IP πακέτου.

Απάντηση ΘΕΜΑΤΟΣ 3

1. T1 → T2

- Ο T1 ξέρει την IP-T2, αλλά όχι την MAC-T2. Άρα στέλνει ARP-request με MAC-αποστολέα MAC-T1, MAC-παραλήπτη FF:FF:FF:FF:FF:FF, IP-αποστολέα IP-T1(.96), IP-παραλήπτη IP-T2(.97).
- Το ARP-request φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-request φτάνει στον προορισμό T2 (θα το απαντήσει γιατί προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στον S1. Ο S1 δεν έχει εγγραφή για τον T1, άρα τον καταγράφει: MAC-T1, P1.1. Επειδή η MAC-παραλήπτη είναι η FF:FF:FF:FF:FF:FF, ο S1 προωθεί το ARP-request προς όλες τις άλλες θύρες του: P1.2, P1.3.
- Το ARP-request φτάνει στον T4 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στον R1 (θύρα R1.0) (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Ο T2 καταγράφει στην ARP-cache του την MAC-T1 και απαντά με ARP-reply, με MAC-αποστολέα MAC-T2, MAC-παραλήπτη MAC-T1, IP-αποστολέα IP-T2(.97), IP-παραλήπτη IP-T1(.96).
- Το ARP-reply φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-reply φτάνει στον προορισμό T1 (το επεξεργάζεται) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-reply φτάνει στον S1. Ο S1 δεν έχει εγγραφή για τον αποστολέα T2, άρα τον καταγράφει: MAC-T2, P1.1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T1 (βρίσκεται στην θύρα P1.1), άρα ο S1 δεν προωθεί το ARP-reply αλλού, αφού ο προορισμός είναι προς την ίδια θύρα P1.1 με τον αποστολέα.

Δηλαδή για το ARP (request και reply) έχουμε:

Αποστολέας	T1
IP αναζήτησης	.97
Διεπαφές-παραλήπτες	T2, T3, T4, R1.0
Διεπαφή που απαντά	T2
Διεπαφές-παραλήπτες της απάντησης	T1, T3

- Τώρα ο T1 στέλνει το πακέτο στον T2. Το πακέτο έχει MAC-αποστολέα MAC-T1, MAC-παραλήπτη MAC-T2, IP-αποστολέα IP-T1(.96), IP-παραλήπτη IP-T2(.97).
- Το πακέτο φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το πακέτο φτάνει στον προορισμό T2 (το δέχεται γιατί προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το πακέτο φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον T1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T2 (βρίσκεται στην θύρα P1.1), άρα ο S1 δεν προωθεί το πακέτο αλλού, αφού ο προορισμός είναι προς την ίδια θύρα P1.1 με τον αποστολέα.

Δηλαδή για το πακέτο έχουμε:

Δίκτυο μετάδοσης	89.47.45.64/26
MAC αποστολέα	MAC-T1
MAC παραλήπτη	MAC-T2
IP αποστολέα	IP-T1(.96)
IP παραλήπτη	IP-T2(.97)

Στο τέλος της διαδικασίας, οι πίνακες ανεύρεσης των μεταγωγέων έχουν την εξής μορφή:

S1		S2	
MAC	θύρα	MAC	θύρα
MAC-T1	P1.1		
MAC-T2	P1.1		

2. T2 → T1

- Ο T2 ξέρει την IP-T1 και την MAC-T1. Άρα ΔΕΝ στέλνει ARP-request
- Τώρα ο T2 στέλνει το πακέτο στον T1. Το πακέτο έχει MAC-αποστολέα MAC-T2, MAC-παραλήπτη MAC-T1, IP-αποστολέα IP-T2(.97), IP-παραλήπτη IP-T1(.96).
- Το πακέτο φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το πακέτο φτάνει στον προορισμό T1 (το δέχεται γιατί προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το πακέτο φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον T2. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T1 (βρίσκεται στην θύρα P1.1), άρα ο S1 δεν προωθεί το πακέτο αλλού, αφού ο προορισμός είναι προς την ίδια θύρα P1.1 με τον αποστολέα.

Δηλαδή για το πακέτο έχουμε:

Δίκτυο μετάδοσης	89.47.45.64/26
MAC αποστολέα	MAC-T2
MAC παραλήπτη	MAC-T1
IP αποστολέα	IP-T2(.97)
IP παραλήπτη	IP-T1(.96)

Στο τέλος της διαδικασίας, οι πίνακες ανεύρεσης των μεταγωγών έχουν την εξής μορφή:

S1		S2	
MAC	θύρα	MAC	θύρα
MAC-T1	P1.1		
MAC-T2	P1.1		

3. T4 → T1

- Ο T4 ξέρει την IP-T1, αλλά όχι την MAC-T1. Άρα στέλνει ARP-request με MAC-αποστολέα MAC-T4, MAC-παραλήπτη FF:FF:FF:FF:FF:FF, IP-αποστολέα IP-T4(.87), IP-παραλήπτη IP-T1(.96).
- Το ARP-request φτάνει στον S1. Ο S1 δεν έχει εγγραφή για τον T4, άρα τον καταγράφει: MAC-T4, P1.2. Επειδή η MAC-παραλήπτη είναι η FF:FF:FF:FF:FF:FF, ο S1 προωθεί το ARP-request προς όλες τις άλλες θύρες του: P1.1, P1.3.
- Το ARP-request φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-request φτάνει στον προορισμό T1 (θα το απαντήσει γιατί προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T2 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στον R1 (θύρα R1.0) (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Ο T1 καταγράφει στην ARP-cache του την MAC-T4 και απαντά με ARP-reply, με MAC-αποστολέα MAC-T1, MAC-παραλήπτη MAC-T4, IP-αποστολέα IP-T1(.96), IP-παραλήπτη IP-T4(.87).
- Το ARP-reply φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-reply φτάνει στον T2 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-reply φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον αποστολέα T1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T4 (βρίσκεται στην θύρα P1.2), άρα ο S1 προωθεί το ARP-reply προς τη θύρα P1.2.
- Το ARP-reply φτάνει στο T4.

Δηλαδή για το ARP (request και reply) έχουμε:

Αποστολέας	T4
IP αναζήτησης	.96
Διεπαφές-παραλήπτες	T1, T2, T3, R1.0
Διεπαφή που απαντά	T1
Διεπαφές-παραλήπτες της απάντησης	T2, T3, T4

- Τώρα ο T4 στέλνει το πακέτο στον T1. Το πακέτο έχει MAC-αποστολέα MAC-T4, MAC-παραλήπτη MAC-T1, IP-αποστολέα IP-T4(.87), IP-παραλήπτη IP-T2(.96).
- Το πακέτο φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον T4. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T1 (βρίσκεται στην θύρα P1.1), άρα ο S1 προωθεί το πακέτο μόνο προς την θύρα P1.1.
- Το πακέτο φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το πακέτο φτάνει στον προορισμό T1 (το δέχεται γιατί προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T2 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).

Δηλαδή για το πακέτο έχουμε:

Δίκτυο μετάδοσης	89.47.45.64/26
MAC αποστολέα	MAC-T4
MAC παραλήπτη	MAC-T1
IP αποστολέα	IP-T4(.87)
IP παραλήπτη	IP-T1(.96)

Στο τέλος της διαδικασίας, οι πίνακες ανεύρεσης των μεταγωγέων έχουν την εξής μορφή:

S1		S2	
MAC	θύρα	MAC	θύρα
MAC-T1	P1.1		
MAC-T2	P1.1		
MAC-T4	P1.2		

4. T1 → T6

- Ο T1 ξέρει την IP-T6 και βλέπει ότι είναι σε άλλο δίκτυο. Άρα θα χρειαστεί να περάσει από τον default gateway του, που είναι ο R1.0. Ο T1 ξέρει την IP-R1.0 αλλά δεν ξέρει την MAC-R1.0. Άρα στέλνει ARP-request με MAC-αποστολέα MAC-T1, MAC-παραλήπτη FF:FF:FF:FF:FF:FF, IP-αποστολέα IP-T1(.96), IP-παραλήπτη IP-R1.0(.65).
- Το ARP-request φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-request φτάνει στον T2 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον T1. Επειδή η MAC-παραλήπτη είναι η FF:FF:FF:FF:FF:FF, ο S1 προωθεί το ARP-request προς όλες τις άλλες θύρες του: P1.2, P1.3.
- Το ARP-request φτάνει στον T4 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στον R1 (θύρα R1.0) (το αποδέχεται γιατί προορίζεται γι αυτόν).
- Ο R1 καταγράφει στην ARP-cache του την MAC-T1 και απαντά με ARP-reply, με MAC-αποστολέα MAC-R1.0, MAC-παραλήπτη MAC-T1, IP-αποστολέα IP-R1.0(.65), IP-παραλήπτη IP-T1(.96).
- Το ARP-reply φτάνει στον S1. Ο S1 δεν έχει εγγραφή για τον αποστολέα R1.0, άρα τον καταγράφει: MAC-R1.0, P1.3. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T1 (βρίσκεται στην θύρα P1.1), άρα ο S1 προωθεί το ARP-reply στην θύρα P1.1.
- Το ARP-reply φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-reply φτάνει στον προορισμό T1 (το επεξεργάζεται) και φτάνει και στον T2 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).

Δηλαδή για το ARP (request και reply) έχουμε:

Αποστολέας	T1
IP αναζήτησης	.65
Διεπαφές-παραλήπτες	T2, T3, T4, R1.0
Διεπαφή που απαντά	R1.0
Διεπαφές-παραλήπτες της απάντησης	T1, T2, T3

- Τώρα ο T1 στέλνει το πακέτο στον T6. Το πακέτο έχει MAC-αποστολέα MAC-T1, MAC-παραλήπτη MAC-R1.0, IP-αποστολέα IP-T1(.96), IP-παραλήπτη IP-T6(.41).
- Το πακέτο φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το πακέτο φτάνει στον προορισμό T2 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το πακέτο φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον T1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-R1.0 (βρίσκεται στην θύρα P1.3), άρα ο S1 προωθεί το πακέτο στην θύρα P1.3.
- Το πακέτο φτάνει στον R1.

Δηλαδή για το πακέτο έχουμε:

Δίκτυο μετάδοσης	89.47.45.64/26
MAC αποστολέα	MAC-T1
MAC παραλήπτη	MAC-R1.0
IP αποστολέα	IP-T1(.96)
IP παραλήπτη	IP-T6(.41)

- Ο R1 βλέπει την IP-T6 ως προορισμό του πακέτου, βλέπει ότι είναι σε άλλο δίκτυο, άρα το δρομολογεί προς το δεξί δίκτυο. Ο R1 ξέρει την IP-T6 αλλά δεν ξέρει την MAC-T6. Άρα στέλνει ARP-request με MAC-αποστολέα MAC-R1.1, MAC-παραλήπτη FF:FF:FF:FF:FF:FF, IP-αποστολέα IP-R1.1(.33), IP-παραλήπτη IP-T6(.41).
- Το ARP-request φτάνει στον S2. Ο S2 δεν έχει εγγραφή για τον R1.1, άρα τον καταγράφει: MAC-R1.1, P2.1. Επειδή η MAC-παραλήπτη είναι η FF:FF:FF:FF:FF:FF, ο S2 προωθεί το ARP-request προς όλες τις άλλες θύρες του: P2.2, P2.3.
- Το ARP-request φτάνει στον T5 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στον T6 (το αποδέχεται γιατί προορίζεται γι αυτόν).
- Ο T6 καταγράφει στην ARP-cache του την MAC-R1.1 και απαντά με ARP-reply, με MAC-αποστολέα MAC-T6, MAC-παραλήπτη MAC-R1.1, IP-αποστολέα IP-T6(.41), IP-παραλήπτη IP-R1.1(.33).
- Το ARP-reply φτάνει στον S2. Ο S1 δεν έχει εγγραφή για τον αποστολέα T6, άρα τον καταγράφει: MAC-T6, P2.2. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-R1.1 (βρίσκεται στην θύρα P2.1), άρα ο S1 προωθεί το ARP-reply στην θύρα P2.1.
- Το ARP-reply φτάνει στον R1.1 (το επεξεργάζεται).

Δηλαδή για το ARP (request και reply) έχουμε:

Αποστολέας	R1.1
IP αναζήτησης	.41
Διεπαφές-παραλήπτες	T5, T6
Διεπαφή που απαντά	T6
Διεπαφές-παραλήπτες της απάντησης	R1.1

- Τώρα ο R1.1 στέλνει το πακέτο στον T6. Το πακέτο έχει MAC-αποστολέα MAC-R1.1, MAC-παραλήπτη MAC-T6, IP-αποστολέα IP-T1(.96), IP-παραλήπτη IP-T6(.41) (προσοχή: οι ip addresses του αρχικού πακέτου δεν αλλάζουν, μόνο οι mac addresses αλλάζουν)
- Το πακέτο φτάνει στον S2. Ο S2 έχει ήδη εγγραφή για τον R1.1. Ο S2 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T6 (βρίσκεται στην θύρα P2.2), άρα ο S2 προωθεί το πακέτο στην θύρα P2.2.
- Το πακέτο φτάνει στον T6.

Δηλαδή για το πακέτο έχουμε:

Δίκτυο μετάδοσης	23.25.207.32/28
MAC αποστολέα	MAC-R1.1
MAC παραλήπτη	MAC-T6
IP αποστολέα	IP-T1(.96)
IP παραλήπτη	IP-T6(.41)

Στο τέλος της διαδικασίας, οι πίνακες ανεύρεσης των μεταγωγών έχουν την εξής μορφή:

S1		S2	
MAC	θύρα	MAC	θύρα
MAC-T1	P1.1	MAC-R1.1	P2.1
MAC-T2	P1.1	MAC-T6	P2.2
MAC-T4	P1.2		
MAC-R1.0	P1.3		

5. T6 → T2

- Ο T6 ξέρει την IP-T2 και βλέπει ότι είναι σε άλλο δίκτυο. Άρα θα χρειαστεί να περάσει από τον default gateway του, που είναι ο R1.1. Ο T6 ξέρει την IP-R1.1 και ξέρει και την MAC-R1.1 (από το προηγούμενο βήμα). Άρα δεν στέλνει ARP-request.
- Τώρα ο T6 στέλνει το πακέτο στον T2. Το πακέτο έχει MAC-αποστολέα MAC-T6, MAC-παραλήπτη MAC-R1.1, IP-αποστολέα IP-T6(.41), IP-παραλήπτη IP-T2(.97).
- Το πακέτο φτάνει στον S2. Ο S2 έχει ήδη εγγραφή για τον T6. Ο S2 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-R1.1 (βρίσκεται στην θύρα P2.1), άρα ο S2 προωθεί το πακέτο στην θύρα P2.1.
- Το πακέτο φτάνει στον R1.

Δηλαδή για το πακέτο έχουμε:

Δίκτυο μετάδοσης	23.25.207.32/28
MAC αποστολέα	MAC-T6
MAC παραλήπτη	MAC-R1.1
IP αποστολέα	IP-T6(.41)
IP παραλήπτη	IP-T2(.97)

- Ο R1 βλέπει την IP-T2 ως προορισμό του πακέτου, βλέπει ότι είναι σε άλλο δίκτυο, άρα το δρομολογεί προς το αριστερό δίκτυο. Ο R1 ξέρει την IP-T2 αλλά δεν ξέρει την MAC-T2. Άρα στέλνει ARP-request με MAC-αποστολέα MAC-R1.0, MAC-παραλήπτη FF:FF:FF:FF:FF:FF, IP-αποστολέα IP-R1.0(.65), IP-παραλήπτη IP-T2(.97).
- Το ARP-request φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον R1.1. Επειδή η MAC-παραλήπτη είναι η FF:FF:FF:FF:FF:FF, ο S1 προωθεί το ARP-request προς όλες τις άλλες θύρες του: P1.1, P1.2.
- Το ARP-request φτάνει στον T4 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-request φτάνει στον T2 (το αποδέχεται γιατί προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T1 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-request φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον T1. Επειδή η MAC-παραλήπτη είναι η FF:FF:FF:FF:FF:FF, ο S1 προωθεί το ARP-request προς όλες τις άλλες θύρες του: P1.2, P1.3.
- Ο T2 καταγράφει στην ARP-cache του την MAC-R1.0 και απαντά με ARP-reply, με MAC-αποστολέα MAC-T2, MAC-παραλήπτη MAC-R1.0, IP-αποστολέα IP-T2(.97), IP-παραλήπτη IP-R1.0(.65).
- Το ARP-reply φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το ARP-reply φτάνει στον T1 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το ARP-reply φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον T2. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-R1.0 (βρίσκεται στην θύρα P1.3), άρα ο S1 προωθεί το πακέτο στην θύρα P1.3.
- Το ARP-reply φτάνει στον R1.0 (το επεξεργάζεται).

Δηλαδή για το ARP (request και reply) έχουμε:

Αποστολέας	R1.0
IP αναζήτησης	.97
Διεπαφές-παραλήπτες	T1, T2, T3, T4
Διεπαφή που απαντά	T2
Διεπαφές-παραλήπτες της απάντησης	T1, T3, R1.0

- Τώρα ο R1.0 στέλνει το πακέτο στον T2. Το πακέτο έχει MAC-αποστολέα MAC-R1.0, MAC-παραλήπτη MAC-T2, IP-αποστολέα IP-T6(.41), IP-παραλήπτη IP-T2(.97) (προσοχή: οι ip addresses του αρχικού πακέτου δεν αλλάζουν, μόνο οι mac addresses αλλάζουν)
- Το πακέτο φτάνει στον S1. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον R1.0. Ο S1 έχει ήδη εγγραφή για τον παραλήπτη MAC-T2 (βρίσκεται στην θύρα P1.1), άρα ο S1 προωθεί το πακέτο στην θύρα P1.1.
- Το ARP-reply φτάνει στο H1. Το H1 (είναι hub) το στέλνει προς όλες τις άλλες θύρες του.
- Το πακέτο φτάνει στον T1 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν) και φτάνει και στον T3 (το αγνοεί γιατί δεν προορίζεται γι αυτόν).
- Το πακέτο φτάνει στον T2.

Δηλαδή για το πακέτο έχουμε:

Δίκτυο μετάδοσης	89.47.45.64/26
MAC αποστολέα	MAC-R1.0
MAC παραλήπτη	MAC-T2
IP αποστολέα	IP-T6(.41)
IP παραλήπτη	IP-T2(.97)

Στο τέλος της διαδικασίας, οι πίνακες ανεύρεσης των μεταγωγέων έχουν την εξής μορφή:

S1		S2	
MAC	Θύρα	MAC	Θύρα
MAC-T1	P1.1	MAC-R1.1	P2.1
MAC-T2	P1.1	MAC-T6	P2.2
MAC-T4	P1.2		
MAC-R1.0	P1.3		