

## Εργαστήριο Δικτύων Υπολογιστών

Πρώτη Άσκηση - Ακαδημαϊκό έτος 2015-2016

Ημερομηνία παράδοσης: 19/11/2015

Χαραλαμπίδης Παναγιώτης AM:5681

### Άσκηση 1

**A) MAC Address:** είναι ένα μοναδικό αναγνωριστικό που αποδίδεται σε μία δικτυακή διεπαφή για την επικοινωνία στο φυσικό τμήμα του δικτύου. Κάθε κάρτα δικτύου (network adapter) χαρακτηρίζεται από μια MAC διεύθυνση (48 bits – βασισμένη στα standard IEEE 802). Η MAC διεύθυνση χαρακτηρίζει «μοναδικά» ένα υπολογιστή σε ένα τοπικό δίκτυο (LAN) και σε κάθε επικοινωνία οποιασδήποτε δικτυακής συσκευής με μια άλλη, ο αριθμός αυτός αποκαλύπτεται από τον αποστολέα (source) στον παραλήπτη (destination) και ανατίθεται από τον κατασκευαστή όταν φτιάχνεται μια κάρτα δικτύου. Χρησιμοποιείται για την δρομολόγηση στο Data Link layer του OSI (2nd layer) . Η MAC διεύθυνση χαρακτηρίζει την κάρτα δικτύου και δεν μπορεί να αλλάξει από τον χρήστη. Για το μηχάνημα της άσκησης η τιμή της είναι: 00:06:25:D8:14:60

**IP Address :** Η IP διεύθυνση χαρακτηρίζει «μοναδικά» ένα υπολογιστή στο διαδίκτυο που χρησιμοποιεί το Internet Protocol για την επικοινωνία. Χρησιμοποιείται για την δρομολόγηση στο Network layer του OSI (3rd layer). Κάθε συσκευή που ανήκει στο δίκτυο πρέπει να έχει τη δική της μοναδική διεύθυνση. Μια IP διεύθυνση έχει τη γενική μορφή X.Y.Z.W όπου τα X, Y, Z, W είναι αριθμοί που παίρνουν τιμές από 0 έως 255 (Dotted-decimal notation). Στην πραγματικότητα μία IP διεύθυνση είναι ένας δυαδικός αριθμός 32-bit, που για να γίνει περισσότερο κατανοητός στους ανθρώπους χωρίζεται σε 4 ομάδες των 8 bit (1 byte - octet) και κατόπιν κάθε ομάδα μεταφράζεται στον αντίστοιχο δεκαδικό αριθμό. Τέλος η IP διεύθυνση μπορεί να αλλάξει καθώς ο υπολογιστής μετακινείται από ένα δίκτυο σε ένα άλλο. Για το μηχάνημα της άσκησης η τιμή της είναι: 68.174.242.175

**Subnet Mask:** Η μάσκα υποδικτύου είναι μια μάσκα δικτύου (network mask) που καθορίζει ένα υποδίκτυο μέσα σε ένα ευρύτερο δίκτυο. Μια μάσκα δικτύου είναι ένας τρόπος αναπαράστασης του network prefix. Το subnet mask είναι ένας αριθμός (32 bit) με τον οποίο μπορούμε να καθορίσουμε με ακρίβεια ενός bit ποια ψηφία μιας διεύθυνσης IP ανήκουν στο πεδίο Δικτύου (network prefix) και ποια στο πεδίο των hosts (δηλ. των δικτυακών συσκευών εντός του δικτύου). Για το μηχάνημα της άσκησης η τιμή της είναι: 255.255.248.0, δηλαδή γράφοντάς τη στο δυαδικό σύστημα ξέρουμε ότι όπου τα ψηφία της μάσκας είναι '1', τα αντίστοιχα ψηφία στη διεύθυνση IP ανήκουν στο πεδίο Δικτύου και όπου τα ψηφία της μάσκας είναι '0', τα αντίστοιχα ψηφία στη διεύθυνση IP ανήκουν στο πεδίο των hosts.

**Default Gateway:** Πρόκειται για την προεπιλεγμένη διεύθυνση IP του δρομολογητή του δικτύου. Σε ένα δίκτυο υπολογιστών, μια πύλη (gateway) είναι ένας κόμβος (δρομολογητής) που χρησιμεύει ως ένα σημείο πρόσβασης σε άλλο δίκτυο δηλαδή ως διεύθυνση εξόδου του τοπικού δικτύου (LAN) προς τα άλλα δίκτυα. Η προεπιλεγμένη πύλη (default gateway) είναι ο κόμβος στο δίκτυο υπολογιστών που το δικτυακό λογισμικό (network stack στο λειτουργικό) χρησιμοποιεί όταν η IP διεύθυνση δεν ταιριάζει με καμία άλλη στον πίνακα δρομολόγησης. Για το μηχάνημα της άσκησης η τιμή της είναι: 68.174.240.1.

**DNS:** Πρόκειται για τις διευθύνσεις των DNS Servers που είναι υπεύθυνοι για την αντιστοίχιση ονομάτων υπολογιστών σε IP διευθύνσεις δικτύου. Το Domain Name System ή DNS (Σύστημα Ονομάτων Τομέων ή Χώρων ή Περιοχών) είναι ένα ιεραρχικό σύστημα ονοματοδοσίας για υπολογιστές, υπηρεσίες και οποιοδήποτε άλλο δικτυακό πόρο συνδέεται σε δίκτυο με πρωτόκολλο IP. Ο χώρος ονομάτων τομέων (Domain Name Space) του DNS είναι δομημένος ιεραρχικά σε δενδρική δομή, με τα ονόματα να φέρουν πληροφορία που αντανακλά τη θέση τους στη δομή αυτή. Ο χώρος ονομάτων DNS ενός ιδιωτικού δικτύου μπορεί να διαφέρει με τον χώρο ονομάτων DNS του Διαδικτύου ή κάποιου άλλου διαδικτύου. Για το μηχάνημα της άσκησης η τιμές τους είναι:

24.29.99.21

24.29.103.10

24.29.103.11

**DHCP Remaining Time:** Το Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου που χρησιμοποιείται για να ρυθμίζονται συσκευές του δικτύου, έτσι ώστε να μπορούν να επικοινωνούν σε ένα δίκτυο IP. Είναι ένα client/server πρωτόκολλο. Ένας πελάτης DHCP χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο DHCP για να αποκτήσει πληροφορίες ρύθμισης παραμέτρων, όπως μια διεύθυνση IP, μια προεπιλεγμένη διαδρομή και μία ή περισσότερες διευθύνσεις διακομιστή DNS από ένα διακομιστή DHCP. Ο πελάτης DHCP χρησιμοποιεί αυτές τις πληροφορίες για να ρυθμίσει τις παραμέτρους του υπολογιστή στον οποίο τρέχει. Μόλις η διαδικασία διαμόρφωσης ολοκληρωθεί, ο υπολογιστής είναι σε θέση να επικοινωνήσει στο διαδίκτυο. Για **Automatic Configuration – DHCP** η ρύθμιση των συσκευών γίνεται αυτόματα.

Το **DHCP remaining time** είναι το χρονικό διάστημα για το οποίο το μηχάνημα θα μπορεί να έχει την IP 68.174.242.175 (14:35:10). Μόλις ο χρόνος αυτός περάσει, δε θα μπορεί πλέον να τη χρησιμοποιεί. Πριν παρέλθει αυτός ο χρόνος ο υπολογιστής θα πρέπει να κάνει νέα αίτηση στον DHCP Server για δυναμική ανάθεση άλλης IP διεύθυνσης. Το DHCP remaining time δείχνει για πόσο χρόνο θα είμαι ακόμα ενεργή η σύνδεση μας αν δεν την ανανεώσουμε μέσω του ISP μας.

**B)** Για να υπολογίσουμε τη διεύθυνση δικτύου μετατρέπουμε την IP διεύθυνση 68.174.242.175 και τη Subnet mask 255.255.248.0 στο δυαδικό σύστημα και εκτελούμε τη λογική πράξη AND ανά ψηφίο εξαγοντας έτσι το network prefix από τη διεύθυνση IP. Ο αριθμός που προκύπτει εφαρμόζοντας λογικό AND, αν τον μετατρέψουμε ξανά σε dotted decimal είναι η Διεύθυνση Δικτύου:

IP Διεύθυνση : 01000100.10101110.11110010.10101111

Μάσκα Υποδικτύου: 11111111.11111111.11111000.00000000

AND

Διεύθυνση Δικτύου: 01000100.10101110.11110000.00000000 → 68.174.240.0

Η διεύθυνση εκπομπής του υποδικτύου προκύπτει αν θέσουμε όλα τα host bits στην τιμή '1', δηλαδή τα τελευταία 11 bits (όπως μας υποδεικνύει η μάσκα υποδικτύου) της IP διεύθυνσης δικτύου. Επομένως:

01000100.10101110.11110111.11111111 → 68.174.247.255

Η διεύθυνση δικτύου είναι η πρώτη διεύθυνση του ζητούμενου subnet.

Συνεχίζουμε υπολογίζοντας τη χωρητικότητά του, η οποία με βάση το πλήθος των άσων στο subnet mask (21) είναι  $2^{(32-21)} - 2 = 2046$ . Το δικτυο μας, λοιπόν, χωράει 2046 μηχανήματα και οι διευθύνσεις τους βρίσκονται προσθέτοντας στο δυαδικό τα 1, 2, ..., 2046 με τη διεύθυνση δικτύου 68.174.240.0.

Αρα το εύρος IP διευθύνσεων είναι:

Από: 68.174.240.1

68.174.240.2

68.174.240.3

...

Έως: 68.174.247.254

**Γ)** Μετατρέπουμε τη διεύθυνση της προεπιλεγμένης πύλης 68.174.240.1 στο δυαδικό σύστημα:

Προεπιλεγμένη Πύλη: 01000100.10101110.11110000.00000001

Όπως μας υποδεικνύει η μάσκα υποδικτύου, τα πρώτα 21 bits καθορίζουν το πεδίο δικτύου. Παρατηρούμε πως τα 21 πρώτα bits της IP διεύθυνσης του μηχανήματος ταυτίζονται με τα αντίστοιχα bits της διεύθυνσης της προεπιλεγμένης πύλης, άρα είναι στο ίδιο δίκτυο.

## **Άσκηση 2**

Η IP διεύθυνση δικτύου 210.106.14.0 (11010010.01101010.00001110.00000000) ανήκει στην κλάση C, καθώς το εύρος τιμών των πρώτων 8 bits είναι μεταξύ 192-223. Κάθε κλάση έχει μια default subnet mask. Για την κλάση C η default subnet mask είναι η 255.255.255.0, που σημαίνει πως τα πρώτα 24 bits αντιπροσωπεύουν το δίκτυο και τα υπόλοιπα 8 bits χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση των διευθύνσεων των hosts. Η υποδικτύωση στο εν λόγω δίκτυο γίνεται με subnet mask

/26, παίρνοντας ουσιαστικά 2 ακόμα bits από το τμήμα των hosts που καθορίζει η default subnet mask του δικτύου:

/24: 11111111.11111111.11111111.00000000

/26: 11111111.11111111.11111111.11000000

Υπολογίζουμε το συνολικό αριθμό νέων υποδικτύων που δημιουργούνται, βάσει των bits που «κλάπηκαν» δηλαδή  $26-24 = 2$  Άρα:  $2^n = 2^2 = 4$  νέα υποδίκτυα. Συγκεκριμένα, τα 4 νέα υποδίκτυα είναι:

Υποδίκτυο 0: 210.106.14.00000000 = 210.106.14.0

Υποδίκτυο 1: 210.106.14.01000000 = 210.106.14.64

Υποδίκτυο 2: 210.106.14.10000000 = 210.106.14.128

Υποδίκτυο 3: 210.106.14.11000000 = 210.106.14.192

Άρα, από τα 8 bits για την αναπαράσταση των διευθύνσεων των hosts απομένουν 6 bits. Ο αριθμός των υπολογιστών ανά υποδίκτυο υπολογίζεται ως εξής:

$2^n - 2 = 2^6 - 2 = 62$  υπολογιστές ανά υποδίκτυο.

Σημείωση: Δεν αναθέτουμε ποτέ μια διεύθυνση που έχει όλα τα bits '0' ή όλα τα bits '1' στο τμήμα των hosts. Οι διευθύνσεις αυτές είναι δεσμευμένες για την IP διεύθυνση κάθε υποδικτύου και την διεύθυνση εκπομπής (broadcast address) κάθε υποδικτύου, γι' αυτό αφαιρούμε 2 στον παραπάνω τύπο.

### Άσκηση 3

Όταν μια IP δίνεται στη γενική μορφή A.B.C.D./E ο αριθμός E μετά το / υποδηλώνει πάντα τα networks bits και σε αυτή την περίπτωση ΔΕΝ δουλεύουμε με κλάσεις

i) **192.168.1.64/29**

Κατ' αρχάς, παρατηρούμε ότι το subnet mask του δικτύου έχει 29 άσους. Άρα το subnet mask είναι το 255.255.255.248. Για να υπολογίσουμε τη διεύθυνση δικτύου μετατρέπουμε την IP διεύθυνση 192.168.1.64 και τη Subnet mask 255.255.255.248 στο δυαδικό σύστημα και εκτελούμε τη λογική πράξη AND ανά ψηφίο εξαγοντας έτσι το network prefix από τη διεύθυνση IP. Ο αριθμός που προκύπτει εφαρμόζοντας λογικό AND, αν τον μετατρέψουμε ξανά σε dotted decimal είναι η Διεύθυνση Δικτύου:

IP Διεύθυνση : 11000000.10101000.00000001.01000000

Μάσκα Υποδικτύου: 11111111.11111111.11111111.11111000

AND

Διεύθυνση Δικτύου: 11000000.10101000.00000001.01000000 →  
192.168.1.64

Η διεύθυνση εκπομπής του υποδικτύου προκύπτει αν θέσουμε όλα τα host bits στην τιμή '1', δηλαδή τα τελευταία 3 bits (όπως μας υποδεικνύει η μάσκα υποδικτύου) της IP διεύθυνσης δικτύου. Επομένως:

11000000.10101000.00000001.01000111 → 192.168.1.71

Η διεύθυνση δικτύου είναι η πρώτη διεύθυνση του ζητούμενου subnet.

Συνεχίζουμε υπολογίζοντας τη χωρητικότητά του, η οποία με βάση το πλήθος των άσων στο subnet mask (29) είναι  $2^{(32-29)} - 2 = 6$ . Το δίκτυο μας, λοιπόν, χωράει 6 μηχανήματα και οι διευθύνσεις τους βρίσκονται προσθέτοντας στο δυαδικό τα 1, 2, ..., 6 με τη διεύθυνση δικτύου 192.168.1.64

Αρα το εύρος IP διευθύνσεων είναι:

Από: 192.168.1.65

192.168.1.66

192.168.1.67

...

Έως: 192.168.1.70

Παρατηρούμε ότι στη δοθείσα IP διεύθυνση ΟΛΑ ΤΑ HOST BIT είναι 0 συνεπώς η δοθείσα IP είναι NETWORK διεύθυνση.

ii) **192.168.37.190/25**

Κατ' αρχάς, παρατηρούμε ότι το subnet mask του δικτύου έχει 25 άσους. Αρα το subnet mask είναι το 255.255.255.128. Για να υπολογίσουμε τη διεύθυνση δικτύου μετατρέπουμε την IP διεύθυνση 192.168.37.190 και τη Subnet mask 255.255.255.128 στο δυαδικό σύστημα και εκτελούμε τη λογική πράξη AND ανά ψηφίο εξαγοντας έτσι το network prefix από τη διεύθυνση IP. Ο αριθμός που προκύπτει εφαρμόζοντας λογικό AND, αν τον μετατρέψουμε ξανά σε dotted decimal είναι η Διεύθυνση Δικτύου:

IP Διεύθυνση : 11000000.10101000.00100101.10111110

Μάσκα Υποδικτύου: 11111111.11111111.11111111.10000000

AND

Διεύθυνση Δικτύου: 11000000.10101000.00100101.10000000 →  
192.168.37.128

Η διεύθυνση εκπομπής του υποδικτύου προκύπτει αν θέσουμε όλα τα host bits στην τιμή '1', δηλαδή τα τελευταία 7 bits (όπως μας υποδεικνύει η μάσκα υποδικτύου) της IP διεύθυνσης δικτύου. Επομένως:

11000000.10101000.00100101.11111111 → 192.168.37.255

Η διεύθυνση δικτύου είναι η πρώτη διεύθυνση του ζητούμενου subnet.

Συνεχίζουμε υπολογίζοντας τη χωρητικότητά του, η οποία με βάση το πλήθος των άσων στο subnet mask (25) είναι  $2^{(32-25)} - 2 = 126$ . Το δίκτυο μας, λοιπόν, χωράει 126 μηχανήματα και οι διευθύνσεις τους βρίσκονται προσθέτοντας στο δυαδικό τα 1, 2, ..., 126 με τη διεύθυνση δικτύου 192.168.37.128

Αρα το εύρος IP διευθύνσεων είναι:

Από: 192.168.37.129

192.168.37.130

192.168.37.131

...

Έως: 192.168.37.254

Παρατηρούμε ότι στη δοθείσα IP διεύθυνση (192.168.37.190) ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΟΥΤΕ ΟΛΑ ΤΑ BIT 0 ΟΥΤΕ ΟΛΑ 1, αρα βρίσκεται μέσα στο ευρος των HOST IP διευθυνσεων (Από 192.168.37.129 μέχρι 192.168.37.254). Συνεπώς η δοθείσα IP είναι HOST διεύθυνση.

Κατ' αρχάς, παρατηρούμε ότι το subnet mask του δικτύου έχει 23 άσους. Αρα το subnet mask είναι το 255.255.254.0. Για να υπολογίσουμε τη διεύθυνση δικτύου μετατρέπουμε την IP διεύθυνση 172.17.16.255 και τη Subnet mask 255.255.254.0 στο δυαδικό σύστημα και εκτελούμε τη λογική πράξη AND ανά ψηφίο εξαγοντας έτσι το network prefix από τη διεύθυνση IP. Ο αριθμός που προκύπτει εφαρμοζοντας λογικο AND, αν τον μετατρέψουμε ξανά σε dotted decimal είναι η Διεύθυνση Δικτύου:

IP Διεύθυνση : 10101100.00010001.00010000.11111111

Μάσκα Υποδικτύου: 11111111.11111111.11111110.00000000

AND

Διεύθυνση Δικτύου: 10101100.00010001.00010000.00000000 → 172.17.16.0

Η διεύθυνση εκπομπής του υποδικτύου προκύπτει αν θέσουμε όλα τα host bits στην τιμή '1', δηλαδή τα τελευταία 9 bits (όπως μας υποδεικνύει η μάσκα υποδικτύου) της IP διεύθυνσης δικτύου. Επομένως:

10101100.00010001.00010001.11111111 → 172.17.17.255

Η διεύθυνση δικτύου είναι η πρώτη διεύθυνση του ζητούμενου subnet.

Συνεχίζουμε υπολογίζοντας τη χωρητικότητά του, η οποία με βάση το πλήθος των άσων στο subnet mask (23) είναι  $2^{(32-23)} - 2 = 510$ . Το δίκτυο μας, λοιπόν, χωράει 510 μηχανήματα και οι διευθύνσεις τους βρίσκονται προσθέτοντας στο δυαδικό τα 1, 2, ..., 510 με τη διεύθυνση δικτύου 172.17.16.0.

Αρα το εύρος IP διευθύνσεων είναι:

Από: 172.17.16.1

172.17.16.2

172.17.16.3

...

Έως: 172.17.17.254

Παρατηρούμε ότι στη δοθείσα IP διεύθυνση (172.17.16.255) ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΟΥΤΕ ΟΛΑ ΤΑ BIT 0 ΟΥΤΕ ΟΛΑ 1, αρα βρίσκεται μέσα στο εύρος των HOST

IP διευθύνσεων (Από 172.17.16.1 μέχρι 172.17.17.255). Συνεπώς η δοθείσα IP είναι HOST διεύθυνση.

iv) **10.0.8.1/22**

Κατ' αρχάς, παρατηρούμε ότι το subnet mask του δικτύου έχει 22 άσους. Άρα το subnet mask είναι το 255.255.252.0. Για να υπολογίσουμε τη διεύθυνση δικτύου μετατρέπουμε την IP διεύθυνση 10.0.8.1 και τη Subnet mask 255.255.252.0 στο δυαδικό σύστημα και εκτελούμε τη λογική πράξη AND ανά ψηφίο εξαγοντας έτσι το network prefix από τη διεύθυνση IP. Ο αριθμός που προκύπτει εφαρμόζοντας λογικό AND, αν τον μετατρέψουμε ξανά σε dotted decimal είναι η Διεύθυνση Δικτύου:

IP Διεύθυνση :                    00001010.00000000.00001000.00000001

Μάσκα Υποδικτύου:            11111111.11111111.11111100.00000000

AND

Διεύθυνση Δικτύου:            00001010.00000000.00001000.00000000 →  
10.0.8.0

Η διεύθυνση εκπομπής του υποδικτύου προκύπτει αν θέσουμε όλα τα host bits στην τιμή '1', δηλαδή τα τελευταία 10 bits (όπως μας υποδεικνύει η μάσκα υποδικτύου) της IP διεύθυνσης δικτύου. Επομένως:

00001010.00000000.00001011.11111111 → 10.0.11.255

Η διεύθυνση δικτύου είναι η πρώτη διεύθυνση του ζητούμενου subnet.

Συνεχίζουμε υπολογίζοντας τη χωρητικότητά του, η οποία με βάση το πλήθος των άσων στο subnet mask (22) είναι  $2^{(32-22)} - 2 = 1022$ . Το δίκτυο μας, λοιπόν, χωράει 1022 μηχανήματα και οι διευθύνσεις τους βρίσκονται προσθέτοντας στο δυαδικό τα 1, 2, ..., 1022 με τη διεύθυνση δικτύου 10.0.8.0.

Άρα το εύρος IP διευθύνσεων είναι:

Από: 10.0.8.1

10.0.8.2

10.0.8.3

...



Έως: 10.0.11.254

Παρατηρούμε ότι στη δοθείσα IP διεύθυνση(10.0.8.1) ΔΕΝ ΕΙΝΑΙ ΟΥΤΕ ΟΛΑ ΤΑ BIT 0 ΟΥΤΕ ΟΛΑ 1,αρα βρίσκεται μέσα στο ευρος των HOST IP διευθυνσεων(Από 10.0.8.1 μέχρι 10.0.11.254). Συνεπώς η δοθείσα IP είναι HOST διεύθυνση.

#### Άσκηση 4

α)

- Για τον δρομολογητή R1:

| Destination Network IP | Destination Network Subnet Mask | Gateway                             |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 10.0.1.0               | 255.255.255.0                   | 0.0.0.0 (on-link)<br>'Η<br>10.0.1.1 |
| 10.0.2.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.2.1                            |
| 10.0.3.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.2.2                            |
| 10.0.4.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.6.2                            |
| 10.0.5.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.3.2<br>'Η<br>10.0.4.2          |
| 10.0.6.0               | 255.255.255.0                   | 0.0.0.0<br>'Η<br>10.0.6.1           |
| 0.0.0.0                | 0.0.0.0                         | 10.0.2.2<br>'Η<br>10.0.6.2          |

- Για τον δρομολογητή R2:

| Destination Network IP | Destination Network Subnet Mask | Gateway                    |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------|
| 10.0.1.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.6.1                   |
| 10.0.2.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.6.1                   |
| 10.0.3.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.4.2                   |
| 10.0.4.0               | 255.255.255.0                   | 0.0.0.0<br>'Η<br>10.0.4.1  |
| 10.0.5.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.4.2                   |
| 10.0.6.0               | 255.255.255.0                   | 0.0.0.0<br>'Η<br>10.0.6.2  |
| 0.0.0.0                | 0.0.0.0                         | 10.0.4.2<br>'Η<br>10.0.6.1 |

- Για τον δρομολογητή R3:

| Destination Network IP | Destination Network Subnet Mask | Gateway                   |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 10.0.1.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.2.1                  |
| 10.0.2.0               | 255.255.255.0                   | 0.0.0.0<br>Ή<br>10.0.2.2  |
| 10.0.3.0               | 255.255.255.0                   | 0.0.0.0<br>Ή<br>10.0.3.1  |
| 10.0.4.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.3.2                  |
| 10.0.5.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.3.2                  |
| 10.0.6.0               | 255.255.255.0                   | 10.0.2.1                  |
| 0.0.0.0                | 0.0.0.0                         | 10.0.3.2<br>Ή<br>10.0.2.1 |

Ο υπολογιστής A θέλει να στείλει ένα πακέτο στον υπολογιστή B. Για να το κάνει αυτό πρέπει να γνωρίζει την MAC διεύθυνση που αντιστοιχεί στην IP διεύθυνση του B (10.0.5.2/24). Ο B όμως δεν είναι στο τοπικό δίκτυο του A. Ο A κοιτάει τον πίνακα δρομολόγησης του και στέλνει ένα ARP μήνυμα για να μάθει την MAC διεύθυνση του Router R1 (MAC<sub>R1</sub>). Ο A στέλνει το πακέτο με προορισμό τον υπολογιστή B, με διεύθυνση υλικού παραλήπτη την MAC του R1 (MAC<sub>R1</sub>) και διεύθυνση IP του B (10.0.5.2/24). Ο R1 διαβάζει το πακέτο (αφού του προορίζεται με βάση την διεύθυνση υλικού παραλήπτη), αλλά καταλαβαίνει ότι δεν προορίζεται για αυτόν.

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| IP Address Αποστολέα  | IP Address A (10.0.1.2/24)          |
| MAC Address Αποστολέα | MAC Address A (MAC <sub>A</sub> )   |
| IP Address Παραλήπτη  | IP Address B (10.0.5.2/24)          |
| MAC Address Παραλήπτη | MAC Address R1 (MAC <sub>R1</sub> ) |

Ο B δεν είναι στο τοπικό δίκτυο του R1. Ο R1 κοιτάει τον πίνακα δρομολόγησης του και στέλνει ένα ARP μήνυμα για να μάθει την MAC διεύθυνση του Router R3 (MAC<sub>R3</sub>). Ο R1 στέλνει το πακέτο με προορισμό τον υπολογιστή B, με διεύθυνση υλικού παραλήπτη την MAC του R3 (MAC<sub>R3</sub>) και διεύθυνση IP του B (10.0.5.2/24). Ο R3 διαβάζει το πακέτο (αφού του προορίζεται με βάση την διεύθυνση υλικού παραλήπτη), αλλά καταλαβαίνει ότι δεν προορίζεται για αυτόν.

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| IP Address Αποστολέα  | IP Address A (10.0.1.2/24)          |
| MAC Address Αποστολέα | MAC Address R1 (MAC <sub>R1</sub> ) |
| IP Address Παραλήπτη  | IP Address B (10.0.5.2/24)          |
| MAC Address Παραλήπτη | MAC Address R3 (MAC <sub>R3</sub> ) |

Ο Β δεν είναι στο τοπικό δίκτυο του R3 όμως υπάρχει διαδρομή προς το δίκτυο 10.0.5.0 μέσω του router R4 . Ο R3 κοιτάει τον πίνακα δρομολόγησης του και στέλνει ένα ARP μήνυμα για να μάθει την MAC διεύθυνση του Router R4 (MAC<sub>R4</sub>). Ο R3 στέλνει το πακέτο με προορισμό τον υπολογιστή Β, με διεύθυνση υλικού παραλήπτη την MAC του R4(MAC<sub>R4</sub>) και διεύθυνση IP του Β (10.0.5.2/24) . Ο R4 διαβάζει το πακέτο (αφού του προορίζεται με βάση την διεύθυνση υλικού παραλήπτη), αλλά καταλαβαίνει ότι δεν προορίζεται για αυτόν.

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| IP Address Αποστολέα  | IP Address A (10.0.1.2/24)          |
| MAC Address Αποστολέα | MAC Address R3 (MAC <sub>R3</sub> ) |
| IP Address Παραλήπτη  | IP Address B (10.0.5.2/24)          |
| MAC Address Παραλήπτη | MAC Address R4 (MAC <sub>R4</sub> ) |

Ο R4 δεν ξέρει την MAC του Β (MAC<sub>B</sub>) για αυτόν τον λόγο στέλνει ένα ερώτημα ARP.Ο Β απαντά μέσω ARP με την MAC του (MAC<sub>B</sub>). Ο R4 λαμβάνει την ARP απάντηση και στέλνει το πακέτο δεδομένων στο Β.  
Ο Β λαμβάνει το πακέτο.

|                       |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| IP Address Αποστολέα  | IP Address A (10.0.1.2/24)          |
| MAC Address Αποστολέα | MAC Address R4 (MAC <sub>R4</sub> ) |
| IP Address Παραλήπτη  | IP Address B (10.0.5.2/24)          |
| MAC Address Παραλήπτη | MAC Address B (MAC <sub>B</sub> )   |

Άρα, σύμφωνα με τα παραπάνω:

β) Ο Α στέλνει το πακέτο στον R1 με MAC διεύθυνση προορισμού αυτήν του R1. Αυτό συμβαίνει γιατί ο Β δεν ανήκει στο ίδιο υποδίκτυο με τον Α, οπότε ο Α πρέπει να δρομολογήσει το μήνυμα για τον Β μέσω του R1. Πιο συγκεκριμένα η διεύθυνση αυτή είναι η MAC<sub>R1</sub>

γ) Ο Α θα κάνει ARP αίτηση για την IP του R1 (δλδ. την 10.0.1.1/24) διότι αντιλαμβάνεται ότι ο Β δεν ανήκει στο ίδιο υποδίκτυο.

δ) το πακέτο που φεύγει από τον R3 προς τον R4 έχει IP διεύθυνση προορισμού την 10.0.5.2/24 και MAC διεύθυνση προορισμού την  $MAC_{R4}$

|                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| IP Address Αποστολέα  | IP Address A (10.0.1.2/24)    |
| MAC Address Αποστολέα | MAC Address R3 ( $MAC_{R3}$ ) |
| IP Address Παραλήπτη  | IP Address B (10.0.5.2/24)    |
| MAC Address Παραλήπτη | MAC Address R4 ( $MAC_{R4}$ ) |