



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΕΣ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ

Δρ. Άννα Κεφάλαια

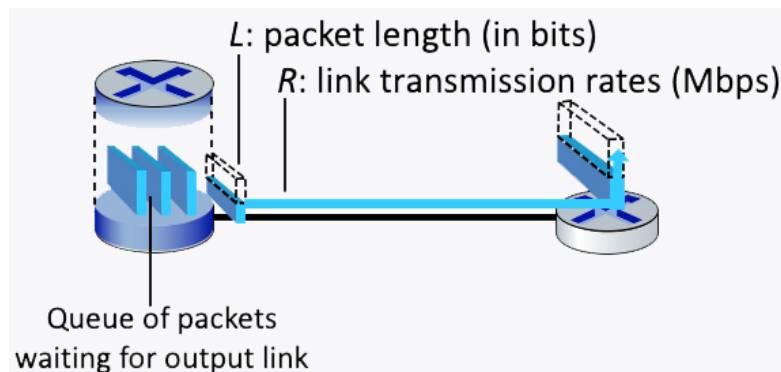
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ ΑΣΚΗΣΕΩΝ ΠΡΟΣ ΜΕΛΕΤΗ – 1^ο Μέρος

1. Θεωρήστε ότι στέλνετε ένα πακέτο από έναν υπολογιστή προέλευσης σε έναν υπολογιστή προορισμού μέσω μίας συγκεκριμένης διαδρομής. Αναφέρετε ποια **είδη καθυστέρησης** περιλαμβάνει η καθυστέρηση από-άκρο-σε-άκρο.

Απάντηση:

- **Καθυστέρηση επεξεργασίας** (τάξεως microseconds): χρόνος που χρειάζεται μεταγωγέας για:
 - Επεξεργασία επικεφαλίδας πακέτου
 - Προσδιορισμό ζεύξης προώθησης πακέτου
 - Έλεγχο σφαλμάτων πακέτου
- **Καθυστέρηση αναμονής** (τάξεως microseconds ~milliseconds): χρόνος που περιμένει το πακέτο για να χρησιμοποιήσει τη γραμμή.
- **Καθυστέρηση μετάδοσης** (τάξεως microseconds ~milliseconds): χρόνος που απαιτείται για να γίνει μετάδοση όλων των bits του πακέτου στη ζεύξη εξόδου.
 $D = L / C$, όπου L: μέγεθος πακέτου σε bits και C: χωρητικότητα/ταχύτητα ζεύξης σε bps
- **Καθυστέρηση διάδοσης** (τάξεως microseconds ~milliseconds) : χρόνος που απαιτείται για να διανύσει το σήμα την απόσταση μιας ζεύξης. Εξαρτάται από το φυσικό μέσο και το μήκος της ζεύξης.
 $d = \text{μήκος φυσικής ζεύξης} / \text{ταχύτητα διάδοσης σήματος στη ζεύξη}$
 Ταχύτητα διάδοσης σε ενσύρματη ζεύξη (χάλκινο καλώδιο): $\sim 2 \cdot 10^8$ m/sec
 Ταχύτητα διάδοσης σε ασύρματη ζεύξη (ταχύτητα φως): $\sim 3 \cdot 10^8$ m/sec

2. Έστω το παρακάτω δίκτυο, στο οποίο ένας δρομολογητής μεταδίδει πακέτα μήκους **L bits** χρησιμοποιώντας μία σύνδεση με ρυθμό μετάδοσης **R Mbps** σε έναν άλλο δρομολογητή στην άλλη άκρη της σύνδεσης.

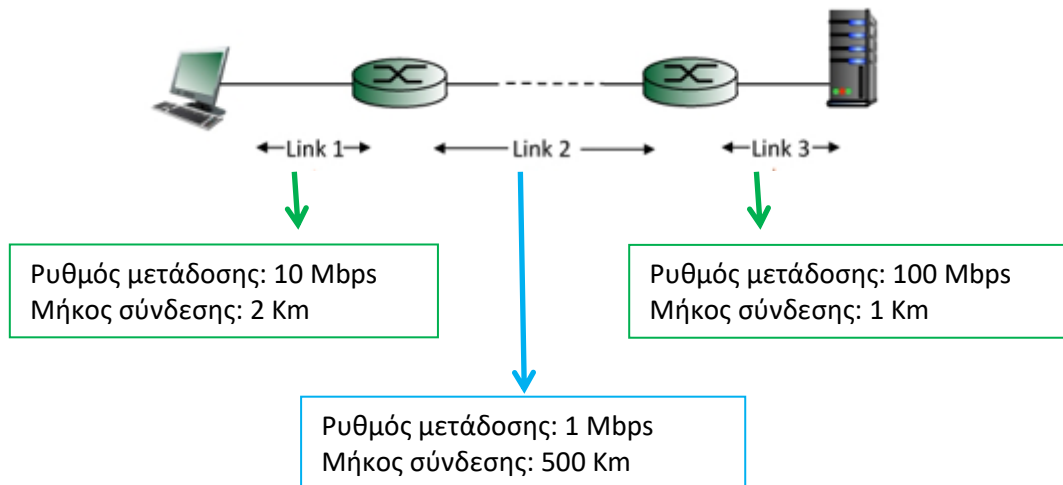


- i. Αν $L = 12000$ bits και $R = 1\text{Mbps}$, υπολογίστε την καθυστέρηση μετάδοσης.
- ii. Ποιος είναι ο μέγιστος αριθμός πακέτων που μπορούν να μεταδοθούν στη σύνδεση το δευτερόλεπτο;

Απάντηση:

- i. Καθυστέρηση Μετάδοσης (Transmission Delay, TD) = $L/R = 12000 \text{ bits} / 1 \cdot 10^6 \text{ bps} = 0.012 \text{ sec}$
- ii. Μέγιστος αριθμός πακέτων: Σε ένα sec μεταδίδονται 1000000 bits. Πόσα πακέτα των 12000 bits μπορούν να μεταδοθούν σε 1 sec;
 Αριθμός πακέτων = $1000000/12000 = 83.33 = 83$ πακέτα

3. Δίνεται το ακόλουθο δίκτυο:



Βρείτε την **από-άκρο-σε-άκρο καθυστέρηση** (συμπεριλάβετε τις καθυστερήσεις μετάδοσης και διάδοσης σε κάθε μία από τις τρεις συνδέσεις, αγνοήστε τις καθυστερήσεις αναμονής και επεξεργασίας) από τη στιγμή που ο αριστερός κόμβος ξεκινά τη μετάδοση του 1^{ου} bit ενός πακέτου, ως τη στιγμή που φθάνει στο δεξιό κόμβο το τελευταίο bit του πακέτου. Θεωρήστε ότι και οι τρεις συνδέσεις έχουν ταχύτητα διάδοσης, αυτή του φωτός ($3 \cdot 10^8$ m/sec) και ότι το μέγεθος του πακέτου είναι 4.000 bits.

Απάντηση:

Υπολογίζω τις επιμέρους καθυστερήσεις:

Έστω KM: Καθυστέρηση Μετάδοσης και ΚΔ: Καθυστέρηση Διάδοσης

Καθυστέρηση από-άκρο-σε-άκρο $D = KM1 + ΚΔ1$ (Link 1) + $KM2 + ΚΔ2$ (Link 2) + $KM3 + ΚΔ3$ ((Link 3)

$KM1 = L/R = 4000 \text{ bits} / 10 \text{ Mbps} = 0,4 \text{ msec.}$

$ΚΔ1 = d/s = 2 \text{ Km} / 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec} = 0,0066 \text{ msec.}$

$KM2 = L/R = 4000 \text{ bits} / 1 \text{ Mbps} = 4 \text{ msec.}$

$ΚΔ2 = d/s = 500 \text{ Km} / 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec} = 1,66 \text{ msec.}$

$KM3 = L/R = 4000 \text{ bits} / 100 \text{ Mbps} = 0,04 \text{ msec.}$

$ΚΔ3 = d/s = 1 \text{ Km} / 3 \cdot 10^8 \text{ m/sec} = 0,0033 \text{ msec.}$

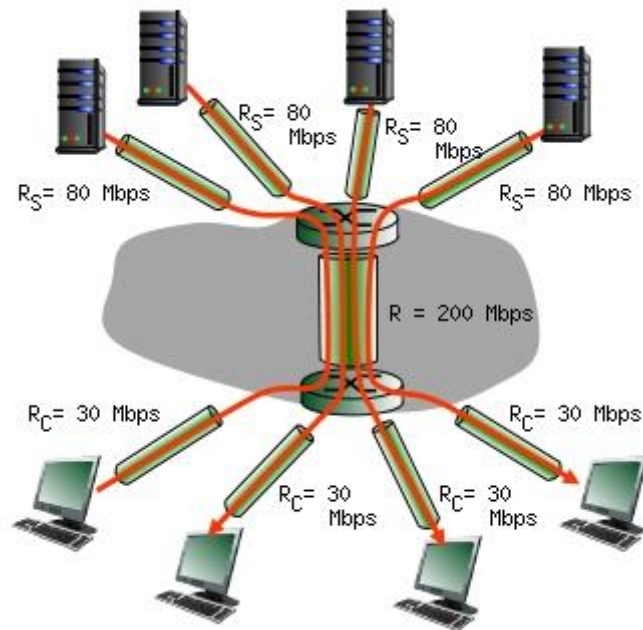
Οπότε $D = 6,1099 \text{ msec.}$

4. Θεωρήστε το σενάριο που φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα, κατά το οποίο 4 εξυπηρετητές συνδέονται με 4 πελάτες μέσω 4 διαδρομών των τριών βημάτων (hops). Τα 4 ζευγάρια επικοινωνίας μοιράζονται στο ενδιάμεσο βήμα της διαδρομής τους ένα κοινό δίαυλο με χωρητικότητα μετάδοσης $R = 200 \text{ Mbps}$. Για το 1^ο βήμα της κάθε διαδρομής, οι συνδέσεις και των τεσσάρων εξυπηρετητών έχουν χωρητικότητα μετάδοσης $R_s = 80 \text{ Mbps}$. Ενώ για το 3^ο βήμα της κάθε διαδρομής, οι συνδέσεις των τεσσάρων πελατών έχουν χωρητικότητα μετάδοσης $R_c = 30 \text{ Mbps}$.

(α) Ποια είναι η μέγιστη (end-to-end throughput) διεκπεραιωτική ικανότητα από-άκρο-σε-άκρο (σε Mbps) για κάθε ένα από τα 4 ζευγάρια πελάτη-εξυπηρετητή, θεωρώντας ότι ο κοινός δίαυλος διαμοιράζεται δίκαια μεταξύ των 4 επικοινωνιών;

(β) Ποια σύνδεση αποτελεί το σημείο συμφόρησης (bottleneck) σε κάθε επικοινωνία;

(γ) Αν υποθέσουμε ότι ο εξυπηρετητής στέλνει δεδομένα με το μέγιστο ρυθμό μετάδοσης που μπορεί να χρησιμοποιήσει, ποιος είναι ο βαθμός χρησιμοποίησης της σύνδεσης του εξυπηρετητή (R_s), της σύνδεσης του πελάτη (R_c) και του διαμοιραζόμενου διαύλου (R);



Απάντηση:

(α) η μέγιστη (end-to-end throughput) διεκπεραιωτική ικανότητα από-άκρο-σε-άκρο (σε Mbps) για κάθε ένα από τα 4 ζευγάρια πελάτη-εξυπηρετητή είναι 30 Mbps (η μεγαλύτερη ταχύτητα που μπορεί να υποστηριχθεί σε κάθε κομμάτι της διαδρομής).

(β) το σημείο συμφόρησης είναι το 3^ο βήμα της διαδρομής, οι συνδέσεις των πελατών με 30 Mbps ταχύτητα μετάδοσης, η οποία είναι μικρότερη από το R_S (80 Mbps) και από το $R/4 = 200 \text{ Mbps} / 4 = 50 \text{ Mbps}$.

(γ) Ο βαθμός χρησιμοποίησης μιας σύνδεσης εξαρτάται από την ταχύτητα μετάδοσης που υποστηρίζει η σύνδεση και τη μέγιστη διεκπεραιωτική ικανότητα της συνολικής διαδρομής της επικοινωνίας, συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό %. Συνεπώς:

- Βαθμός χρησιμοποίησης για τη σύνδεση των εξυπηρετητών: $30 \text{ Mbps} / R_S = 30 \text{ Mbps} / 80 \text{ Mbps} = 0,375$ ή 37,5%
- Βαθμός χρησιμοποίησης για τη σύνδεση των πελατών: $30 \text{ Mbps} / R_C = 30 \text{ Mbps} / 30 \text{ Mbps} = 1$ ή 100%
- Βαθμός χρησιμοποίησης για τη σύνδεση του διαμοιραζόμενου διαύλου: $30 \text{ Mbps} / R = 30 \text{ Mbps} / 50 \text{ Mbps} = 0,6$ ή 60%

5. Για τις παρακάτω IP διευθύνσεις να εκφραστεί η δυαδική τους μορφή καθώς επίσης και η δεκαδική με τελείες μορφή της μάσκας τους. Σε ποιο δίκτυο ανήκουν (IP διεύθυνση δικτύου): **145.32.59.24/16**, **145.32.59.24/20**

Απάντηση:

- **145.32.59.24/16**
 Δυαδική μορφή διεύθυνσης: 10010001.00100000.00111011.00011000
 Δεκαδική με τελείες μορφή μάσκας: 255.255.0.0
 Δίκτυο: 145.32.0.0/16
- **145.32.59.24/20**
 Δυαδική μορφή διεύθυνσης: 10010001.00100000.00111011.00011000
 Δεκαδική με τελείες μορφή μάσκας: 255.255.240.0
 Δίκτυο: 145.32.48.0/20

6. Υποθέστε ότι σας έχει ανατεθεί το εύρος διευθύνσεων που ορίζεται από την IP διεύθυνση **132.45.0.0/16**. Το δίκτυο του οργανισμού σας πρέπει να περιλαμβάνει 8 υποδίκτυα.
- Πόσα δυαδικά ψηφία απαιτούνται για τον ορισμό 8 υποδικτύων;
 - Καθορίστε την εκτεταμένη κατάληξη δικτύου (extended network prefix) που επιτρέπει τη δημιουργία 8 υποδικτύων.
 - Καθορίστε τις IP διευθύνσεις των 8 υποδικτύων.
 - Καταγράψτε το εύρος των IP διευθύνσεων για τους hosts που περιλαμβάνει το τέταρτο υποδίκτυο της ομάδας υποδικτύων. Ποια είναι η broadcast διεύθυνση για το τέταρτο υποδίκτυο;

Απάντηση:

Χρειαζόμαστε διευθύνσεις για 8 υποδίκτυα, $n\text{-bits} \rightarrow 2^n$ υποδίκτυα $\rightarrow 3$ bits. Άρα η αρχική μάσκα που ήταν 16 bits αυξάνεται κατά τρία bits και πάει στα 19 bits.

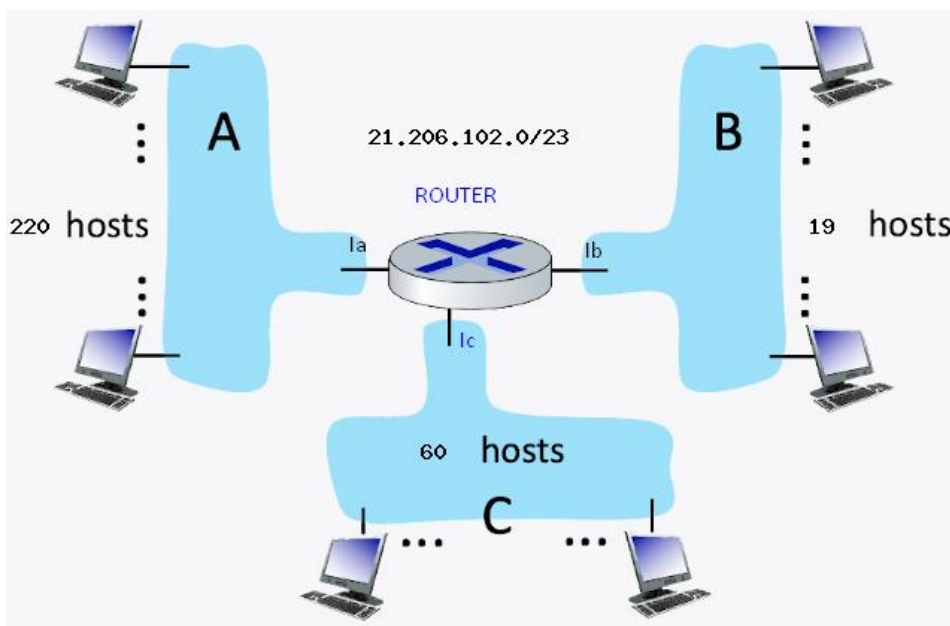
Διευθύνσεις για τα 8 υποδίκτυα:

- 132.45.0.0/19
- 132.45.32.0/19
- 132.45.64.0/19
- 132.45.96.0/19
- 132.45.128.0/19
- 132.45.160.0/19
- 132.45.192.0/19
- 132.45.224.0/19

Για το Υποδίκτυο 132.45.96.0/19:

- Διευθύνσεις υπολογιστών: 132.45.96.1 έως 132.45.127.254
- Broadcast: 132.45.127.255

7. Θεωρείστε το παρακάτω δίκτυο ενός φορέα που αποτελείται από ένα δρομολογητή (router) και τρία υποδίκτυα A, B και C. Ο αριθμός των hosts που συνδέονται σε κάθε υποδίκτυο φαίνεται στο σχήμα. Ο φορέας διαθέτει τη διεύθυνση **21.206.102.0/23** προκειμένου να δώσει διευθύνσεις στα υποδίκτυα και στους κόμβους κάθε υποδικτύου. Η ανάθεση διευθύνσεων στα υποδίκτυα (subnetting) θα πρέπει να πραγματοποιηθεί κάνοντας τη μεγαλύτερη δυνατή οικονομία, ώστε αν γίνει επέκταση του δικτύου με νέα υποδίκτυα, να υπάρχουν διαθέσιμες διευθύνσεις.



Απαντήστε στις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Ο χώρος διευθύνσεων (21.206.102.0/23) που έχει στη διάθεσή του ο φορέας είναι ιδιωτικές ή δημόσιες (δρομολογήσιμες) διευθύνσεις;

- ii. Πόσοι κόμβοι θα μπορούσαν να πάρουν IP διεύθυνση από το διαθέσιμο αυτό χώρο διευθύνσεων;
- iii. Δίνουμε διευθύνσεις στα τρία υποδίκτυα. Ποιες θα είναι οι διευθύνσεις δικτύου για τα τρία υποδίκτυα και ποιες οι αντίστοιχες μάσκες υποδικτύου; Ποιες είναι οι διευθύνσεις broadcast στο κάθε υποδίκτυο; Ποιο το εύρος διευθύνσεων για τους hosts κάθε υποδικτύου;
- iv. Προσδιορίστε IP διεύθυνση για όλα τα interfaces (Ia, Ib, Ic) του δρομολογητή (router).
- v. Αν χρειαστεί να επεκτείνουμε το δίκτυο, ποιες είναι οι διαθέσιμες IP διευθύνσεις που έχουν απομείνει μετά το subnetting;

Απάντηση:

- i. Η διεύθυνση είναι δημόσια, δρομολογήσιμη στο Internet.
- ii. Εφόσον η μάσκα είναι στα 23 bits, το κομμάτι των hosts έχει διαθέσιμα $32-23 = 9$ bits. Άρα θα μπορούσα να δώσω διευθύνσεις σε $2^9 - 2$ hosts = 510 hosts. Γιατί αφαιρώ 2 διευθύνσεις; Διεύθυνση δικτύου: όλα τα bits στο κομμάτι των hosts έχουν τιμή 0. Διεύθυνση Broadcast: όλα τα bits στο κομμάτι των hosts έχουν τιμή 1. Δεν μπορούν να δοθούν σε συγκεκριμένο host.
- iii. Η διευθυνσιοδότηση πραγματοποιείται με τη μέγιστη δυνατή οικονομία στις διευθύνσεις.
 Στο **Υποδίκτυο A** απαιτούνται 221 διευθύνσεις για hosts (220 hosts + 1 interface του router).
 221 διευθύνσεις → 8 bits.
 Στο **Υποδίκτυο B** απαιτούνται 20 διευθύνσεις για hosts (19 hosts + 1 interface του router).
 20 διευθύνσεις → 5 bits.
 Στο **Υποδίκτυο C** απαιτούνται 61 διευθύνσεις για hosts (60 hosts + 1 interface του router).
 61 διευθύνσεις → 6 bits.
 Ξεκινάω από το υποδίκτυο με τους περισσότερους hosts. Ο χώρος διευθύνσεων έχει διαθέσιμα 9 bits για τους hosts:

00010101 11001110 01100110 00000000 → 21.206.102.0/23	00010101 11001110 01100110 00000000 → Υποδίκτυο A
	00010101 11001110 01100111 00000000 → 21.206.103.0/24

00010101 11001110 01100111 00000000 → 21.206.103.0/24	00010101 11001110 01100111 00000000 → Υποδίκτυο C
	00010101 11001110 01100111 01000000 → 21.206.103.64/26
	00010101 11001110 01100111 10000000 → 21.206.103.128/26
	00010101 11001110 01100111 11000000 → 21.206.103.192/26

00010101 11001110 01100111 01000000 → 21.206.103.64/26	00010101 11001110 01100111 01000000 → Υποδίκτυο B
	00010101 11001110 01100111 01100000 → 21.206.103.96/27

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ	BROADCAST	ΕΥΡΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΩΝ HOSTS
Υποδ. A: 21.206.102.0/24	21.206.102.255/24	21.206.102.1 έως 21.206.102.254
Υποδ. B: 21.206.103.64/27	21.206.103.95/27	21.206.103.65 έως 21.206.103.94
Υποδ. C: 21.206.103.0/26	21.206.103.63/26	21.206.103.1 έως 21.206.103.62

- iv. Συνήθως στους δρομολογητές δίνουμε τις πρώτες ή τις τελευταίες διευθύνσεις ενός subnet.
 Ia (υποδίκτυο A): 21.206.102.1/24
 Ib (υποδίκτυο B): 21.206.103.65/27

Ιc (υποδίκτυο C): 21.206.103.1/26

v. Διαθέσιμες διευθύνσεις: 21.206.103.128/26, 21.206.103.192/26, 21.206.103.96/27

8. Έστω τέσσερα (4) δίκτυα 193.92.96.0/24, 193.92.97.0/24, 193.92.98.0/24 και 193.92.99.0/24. Είναι δυνατόν να αναφερθείτε σε αυτά τα δίκτυα από κοινού με μία διεύθυνση; Αν ναι, ποια διεύθυνση και πως; Αν όχι γιατί;
Έστω τέσσερα (4) δίκτυα 193.92.98.0/24, 193.92.99.0/24, 193.92.100.0/24 και 193.92.101.0/24. Είναι δυνατόν να αναφερθείτε σε αυτά τα δίκτυα από κοινού με μία διεύθυνση; Αν ναι, ποια διεύθυνση και πως; Αν όχι γιατί;

Απάντηση:

(α) Θα πρέπει να ακολουθηθεί διαδικασία **supernetting**, κατά την οποία προσπαθούμε να βρούμε μία διεύθυνση με την οποία μπορούμε να αναφερθούμε στα δίκτυά μας και μόνο σε αυτά.

IP Διεύθυνση	1° Byte	2° Byte	3° Byte	4° Byte
193.92.96.0	11000001	01011100	01100000	00000000
193.92.97.0	11000001	01011100	01100001	00000000
193.92.98.0	11000001	01011100	01100010	00000000
193.92.99.0	11000001	01011100	01100011	00000000

Τα αντίστοιχα bits σε όλες τις διευθύνσεις έχουν την ίδια τιμή!

Όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί τιμών για τα δύο αυτά bits περιλαμβάνονται στις διευθύνσεις μας!

Επομένως αντί για τις 4 διευθύνσεις μπορώ να χρησιμοποιήσω 1 διεύθυνση και στα 4 δίκτυά μου.

193.92.96.0/22

(β) Αντίστοιχα:

IP Διεύθυνση	1° Byte	2° Byte	3° Byte	4° Byte
193.92.98.0	11000001	01011100	01100010	00000000
193.92.99.0	11000001	01011100	01100011	00000000
193.92.100.0	11000001	01011100	01100100	00000000
193.92.101.0	11000001	01011100	01100101	00000000

Τα αντίστοιχα bits σε όλες τις διευθύνσεις ΔΕΝ έχουν την ίδια τιμή!

Όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί τιμών για τα δύο αυτά bits περιλαμβάνονται στις διευθύνσεις μας!

Επομένως ΔΕΝ μπορώ να χρησιμοποιήσω 1 διεύθυνση για να αναφερθώ στα 4 δίκτυά μου και μόνο σε αυτά.

9. Έστω ότι εφαρμόζεται **Αταξική Δρομολόγηση Μεταξύ Περιοχών** (CIDR) για τη δρομολόγηση των πακέτων σε ένα δίκτυο. Θεωρήστε τον παρακάτω πίνακα προώθησης ενός δρομολογητή R:

Διεύθυνση/Μάσκα Δικτύου	Διεπαφή Δρομολογητή
149.164.24.0/22	Interface 0
149.164.28.0/24	Interface 1
128.119.244.0/23	Interface 2
0.0.0.0 (default)	Interface 3

Σε ποια διεπαφή του, θα προωθήσει ο Δρομολογητής τα πακέτα που φθάνουν σε αυτόν, για κάθε έναν από τους ακόλουθους προορισμούς (IP διευθύνσεις).

- i. 149.164.31.254
- ii. 149.164.24.136
- iii. 149.164.56.136
- iv. 128.119.245.12

Απάντηση:

Επιλέγω κάθε φορά την εγγραφή που καλύπτει τον κόμβο προορισμού κι έχει τη μεγαλύτερη μάσκα.

```

> 149.164.31.254    10010101 | 10100100 | 00011111 | 11111110
○ 149.164.24.0/22  10010101 | 10100100 | 00011000 | 00000000
○ 149.164.28.0/24  10010101 | 10100100 | 00011100 | 00000000
○ 128.119.244.0/23 10000000 | 01110111 | 11110100 | 00000000
    
```

Interface 3

```

> 149.164.24.136   10010101 | 10100100 | 00011000 | 10001000
○ 149.164.24.0/22  10010101 | 10100100 | 00011000 | 00000000
○ 149.164.28.0/24  10010101 | 10100100 | 00011100 | 00000000
○ 128.119.244.0/23 10000000 | 01110111 | 11110100 | 00000000
    
```

Interface 0

```

> 149.164.56.136   10010101 | 10100100 | 00111000 | 10001000
○ 149.164.24.0/22  10010101 | 10100100 | 00011000 | 00000000
○ 149.164.28.0/24  10010101 | 10100100 | 00011100 | 00000000
○ 128.119.244.0/23 10000000 | 01110111 | 11110100 | 00000000
    
```

Interface 3

```

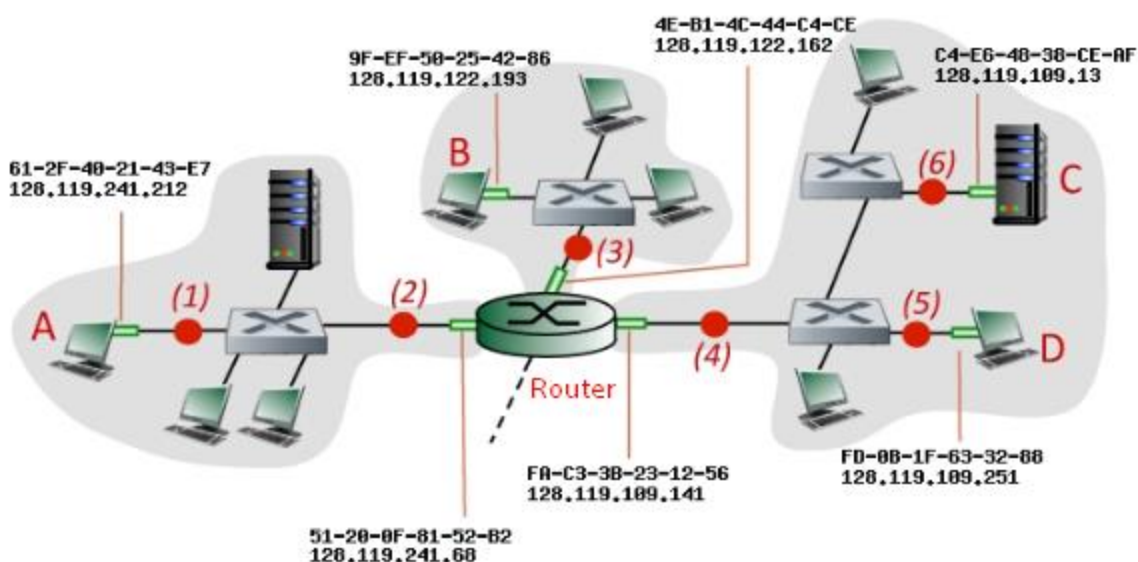
> 128.119.245.12   10000000 | 01110111 | 11110101 | 00001100
○ 149.164.24.0/22  10010101 | 10100100 | 00011000 | 00000000
○ 149.164.28.0/24  10010101 | 10100100 | 00011100 | 00000000
○ 128.119.244.0/23 10000000 | 01110111 | 11110100 | 00000000
    
```

Interface 2

Επομένως:

ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ	ΕΠΟΜΕΝΟ ΒΗΜΑ
i.	Interface 3
ii.	Interface 0
iii.	Interface 3
v.	Interface 2

10. Θεωρήστε το ακόλουθο δίκτυο, στο οποίο φαίνονται οι IP και MAC διευθύνσεις για τους κόμβους A, B, C και D, καθώς και για τις διεπαφές του δρομολογητή.



Θεωρήστε ότι στέλνεται ένα IP datagram από τον κόμβο D στον κόμβο B. Δώστε τις Ethernet (MAC) διευθύνσεις πηγής και προορισμού, καθώς και τις διευθύνσεις πηγής και προορισμού του IP datagram που έχει ενσωματωθεί στο Ethernet frame στα σημεία (5), (4) και (3).

Απάντηση:

Σημείο (5):

Ethernet source, destination address: FD-0B-1F-63-32-88, FA-C3-3B-23-12-56

IP source, destination address: 128.119.109.251, 128.119.122.193

Σημείο (4):

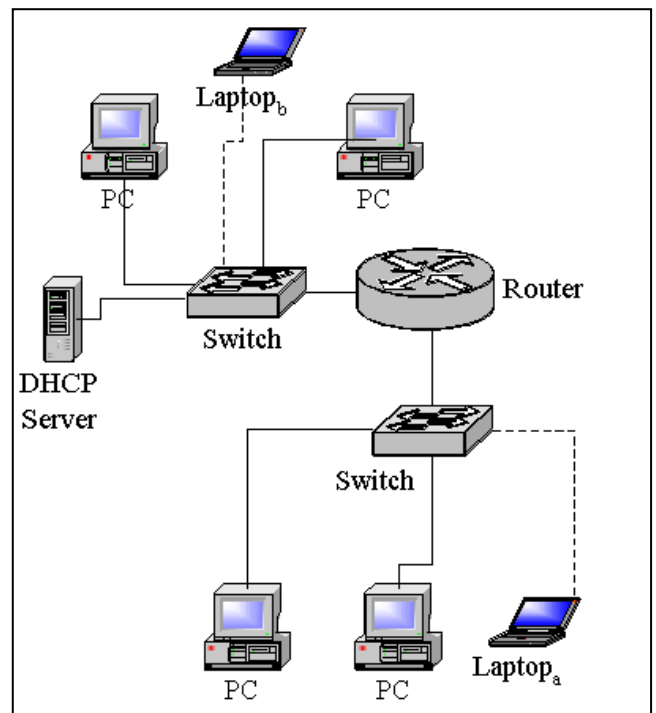
Τα ίδια με το σημείο (5)

Σημείο (3):

Ethernet source, destination address: 4E-B1-4C-44-C4-CE, 9F-EF-50-25-42-86

IP source, destination address: 128.119.109.251, 128.119.122.193

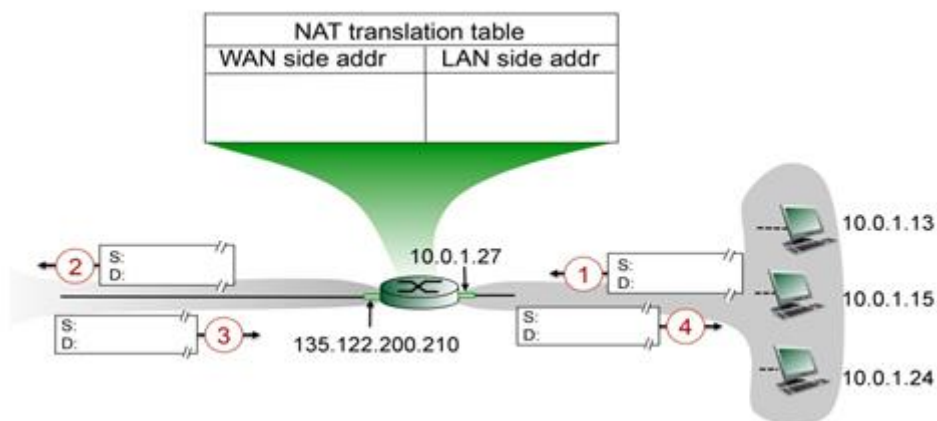
11. Η γενική τοπολογία του δικτύου ενός οργανισμού αποτελείται από 2 Fast Ethernet Segments και είναι αυτή που φαίνεται στο σχήμα. Σε κάποιες χρονικές στιγμές εισέρχονται στο δίκτυο τα Laptop_a και Laptop_b, και ζητούν IP διευθύνσεις με την χρήση του πρωτοκόλλου DHCP. Μπορεί να λειτουργήσει ο μηχανισμός και στις δύο περιπτώσεις; Ποιες προϋποθέσεις πρέπει να πληρούνται ώστε να συμβεί αυτό;



Απάντηση:

Το Laptop_b συνδέεται στο ίδιο subnet με τον DHCP server, οπότε ο server θα λάβει το broadcast αίτημά του client για απόδοση IP ρυθμίσεων και θα αποδώσει ρυθμίσεις ώστε να συνδεθεί το Laptop_b στο δίκτυο. Το Laptop_a συνδέεται σε διαφορετικό subnet από τον DHCP server, οπότε απαιτείται υλοποίηση DHCP Relay στον Router για την προώθηση του αιτήματος του client στον server.

12. Θεωρήστε το παρακάτω σενάριο στο οποίο εφαρμόζεται NAT (Network Address Translation). Τρεις κόμβοι είναι συνδεδεμένοι στο (εσωτερικό) τοπικό δίκτυο (LAN) πίσω από ένα NAT-router, ο οποίος τους συνδέει με το εξωτερικό δίκτυο (υπόλοιπο Internet) και παίρνουν ιδιωτικές IP διευθύνσεις: 10.0.1.13, 10.0.1.15 και 10.0.1.24. Τα IP πακέτα που ξεκινούν ή καταλήγουν στους κόμβους αυτούς πρέπει να περάσουν από τον NAT-router. Η διεπαφή του NAT-router προς το εσωτερικό LAN έχει IP διεύθυνση: 10.0.1.27, ενώ η διεπαφή του στο εξωτερικό δίκτυο έχει IP διεύθυνση: 135.122.200.210, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Έστω ότι ο κόμβος με IP 10.0.1.13 στέλνει ένα πακέτο με προορισμό τον κόμβο με IP 128.119.161.188. Το port πηγής είναι το 3369 και το port προορισμού το 80. Με βάση το σχήμα:

Στο **βήμα 1**: Ποια είναι η IP διεύθυνση πηγής και προορισμού του πακέτου (όταν έχει φύγει από τον 10.0.1.13 και πηγαίνει προς τον NAT-router); Ποιοι είναι οι αριθμοί ports πηγής και προορισμού του TCP segment του συγκεκριμένου πακέτου;

Στο **βήμα 2**: Το πακέτο έχει φύγει από τον NAT-router προς το Internet. Ποια είναι η IP διεύθυνση πηγής και προορισμού του πακέτου; Ποιοι είναι οι αριθμοί ports πηγής και προορισμού του TCP segment του συγκεκριμένου πακέτου; Διαφοροποιούνται σε σχέση με το βήμα 1; Αν ναι, εξηγήστε. Ποια εγγραφή προστίθεται στο NAT table του NAT-router;

Στο **βήμα 3**: Φτάνει στο NAT-router το πακέτο με την απάντηση του κόμβου 128.119.161.188 στο πακέτο που στάλθηκε στο βήμα 1. Ποια είναι η IP διεύθυνση πηγής και προορισμού του πακέτου; Ποιοι είναι οι αριθμοί ports πηγής και προορισμού του TCP segment του συγκεκριμένου πακέτου;

Στο **βήμα 4**: Το πακέτο προωθείται από το NAT-router στον κόμβο με IP 10.0.1.13. Ποια είναι η IP διεύθυνση πηγής και προορισμού του πακέτου; Ποιοι είναι οι αριθμοί ports πηγής και προορισμού του TCP segment του συγκεκριμένου πακέτου; Υπάρχει κάποια διαφοροποίηση σε σχέση με το βήμα 3;

Απάντηση:

Βήμα 1:

IP διεύθυνση πηγής του datagram: **10.0.1.13**

IP διεύθυνση προορισμού του datagram: **128.119.161.188**

Port πηγής του TCP segment: **3369**

Port προορισμού του TCP segment: **80**

Βήμα 2:

IP διεύθυνση πηγής του datagram: **135.122.200.210**

IP διεύθυνση προορισμού του datagram: **128.119.161.188**

Port πηγής του TCP segment: **5399**

Port προορισμού του TCP segment: **80**

Ο NAT-router αντιστοιχίζει ένα νέο port πηγής το οποίο δεν χρησιμοποιείται (έστω 5399) για το συγκεκριμένο datagram που έλαβε και αλλάζει το port πηγής του TCP segment.

Μία νέα εγγραφή προστίθεται στο NAT table του NAT-router:

WAN-side address	LAN-side address
135.122.200.210, 5399	10.0.1.13, 3369

Βήμα 3:

IP διεύθυνση πηγής του datagram: **128.119.161.188**

IP διεύθυνση προορισμού του datagram: **135.122.200.210**

Port πηγής του TCP segment: **80**

Port προορισμού του TCP segment: **5399**

Βήμα 4:

IP διεύθυνση πηγής του datagram: **128.119.161.188**

IP διεύθυνση προορισμού του datagram: **10.0.1.13**

Port πηγής του TCP segment: **80**

Port προορισμού του TCP segment: **3369**