

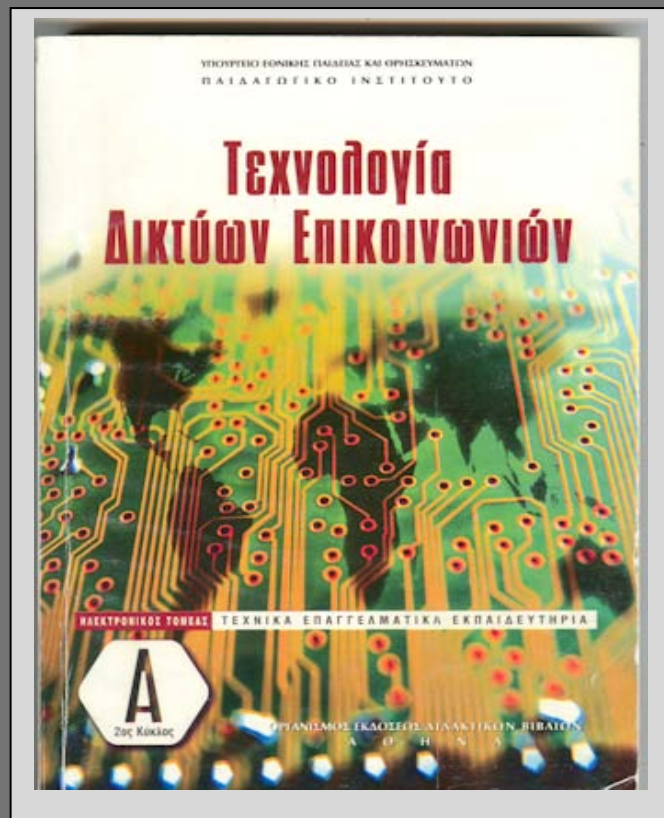
2010

# Δίκτυα Υπολογιστών II

Γ' ΕΠΑ.Λ

## Υποστηρικτικό Βιβλίο

(Ανεπίσημο)



Για την εξεταστέα ύλη (2009-10) του σχολικού βιβλίου περιέχονται:

- Ενδεικτικός προγραμματισμός ύλης
- Οι απαντήσεις των ερωτήσεων και των ασκήσεων
- Η θεωρία σε ερωτήσεις και απαντήσεις
- Συμπληρωματικές ασκήσεις με τις λύσεις τους







«Να ζεις, να αγαπάς και να μαθαίνεις»

Λεο Μπουσκάλια



Για τη δημιουργία αυτού του βιβλίου συνεργάστηκαν οι:

**Λιακέας Γεώργιος** Σχολικός Σύμβουλος Πληροφορικής Μεσσηνίας - Λακωνίας

**Κριμπάς Γεώργιος** καθ. Πληροφορικής 2<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Καλαμάτας

**Μιχαλόπουλος Ιωάννης** καθ. Πληροφορικής 2<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Καλαμάτας

**Μαυράκης Εμμανουήλ** καθ. Πληροφορικής 4<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Καλαμάτας

**Φειδάς Αντώνιος** καθ. Πληροφορικής 1<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Μεσσήνης

**Αρβανίτη Κωνσταντίνα** καθ. Πληροφορικής 1<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Κυπαρισσίας

**Νάνος Ιωάννης** καθ. Πληροφορικής 1<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Σπάρτης

**Πατσουράκος Δημ.** καθ. Πληροφορικής 1<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Γυθείου

**Βλαχάκης Νικόλαος** καθ. Πληροφορικής 1<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Μολάων

**Γαϊτάνη Μαριάννα** καθ. Πληροφορικής 1<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Γλυκόβρυσης

**Βουτσινάς Σπυρίδων** καθ. Πληροφορικής 1<sup>ου</sup> ΕΠΑ.Λ Βοιών Λακωνίας



# Περιεχόμενα

## Μέρος I

Οι απαντήσεις των ερωτήσεων και των ασκήσεων του Σχολικού Βιβλίου

## Μέρος II

Η θεωρία σε ερωτήσεις και απαντήσεις

## Μέρος III

Συμπληρωματικές ασκήσεις με τις λύσεις τους

## Παράρτημα

Ενδεικτικός προγραμματισμός ύλης για τα Δίκτυα II





# Μέρος Ι

Οι απαντήσεις των ερωτήσεων και των ασκήσεων του Σχολικού Βιβλίου, οι οποίες περιλαμβάνονται στην εξεταστέα ύλη.





# Κεφάλαιο 6

## ΔΙΚΤΥΑ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Απαντήσεις στις Ερωτήσεις και τις Ασκήσεις του σχολικού βιβλίου σελ. 216

1. Για να αναπτυχθεί ένα δίκτυο ευρείας περιοχής χρειάζονται ειδικές συσκευές διασύνδεσης  
α. Σωστό  
β. Λάθος  
Σωστή απάντηση είναι η α. (Δείτε σελ. 196 §6.1, 1<sup>η</sup> παράγραφος).
2. Οι αναλογικές τηλεφωνικές γραμμές είναι δυνατόν να μεταφέρουν και .....  
Ψηφιακά δεδομένα (Δείτε σελ. 197, §6.2, 2η παράγραφος).
3. Το modem χρησιμοποιείται μόνο σε επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές:  
α. Σωστό.  
β. Λάθος.  
Σωστή απάντηση είναι η β. (Δείτε σελ. 197, §6.2<sup>1</sup>).
4. Το Internet είναι το μεγαλύτερο WAN του κόσμου. Περιγράψτε με δυο λόγια το ρόλο, που πιστεύετε, ότι έπαιξαν/παιζουν οι επιλεγόμενες και οι μισθωμένες τηλεφωνικές γραμμές στην ανάπτυξη του αυτή.  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
5. Οι γραμμές E1 είναι ..... μισθωμένες γραμμές με ταχύτητα ....., που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη.  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
6. Ποιες οι βασικές χρήσεις των μισθωμένων γραμμών.  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
7. Σε ένα δίκτυο X.25, τα δεδομένα διακινούνται σε μορφή πακέτων μέσω των .....  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
8. Για ποιο λόγο τα δίκτυα X.25 χρησιμοποιούν εκτεταμένες μεθόδους ανίχνευσης λαθών και επαναμετάδοσης δεδομένων;  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
9. Πριν εμφανισθεί η τεχνολογία ..... οι υπηρεσίες φωνής, εικόνας και δεδομένων απαιτούσαν διαφορετικά δίκτυα.  
ISDN
10. Ποια τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία του ISDN;  
Τα βασικά χαρακτηριστικά στοιχεία του ISDN είναι:
  - Η ψηφιακή μετάδοση. Όλα τα σήματα μεταδίδονται σε ψηφιακή μορφή απ' άκρη σ' άκρη του δικτύου, δηλαδή από τη μια τερματική γραμμή έως την άλλη.
  - Η σηματοδοσία, που γίνεται μέσω **ιδιαιτέρου καναλιού** (common channel signaling). Με τον όρο **σηματοδοσία** ορίζουμε όλα εκείνα τα **βοηθητικά σήματα** με τα οποία διαχειριζόμαστε μια **επικοινωνία** (έναρξη, κλήση, κουδούνισμα κλπ).

<sup>1</sup> Αναφορά στη χρήση modem γίνεται και στη σελ. 198, §6.3, 2η παρ. του κειμένου, η οποία όμως βρίσκεται εκτός εξεταστέας ύλης.

- Η **ενιαία** και **πολλαπλού** σκοπού **διασύνδεση** των χρηστών στο δίκτυο. Ένας χρήστης μπορεί να απολαμβάνει τις **διάφορες υπηρεσίες** του δικτύου με **μια** και μόνο σύνδεση μέσω της ίδιας πρίζας.  
(Δείτε και σελ. 203)
11. Η **τεχνολογία ISDN είναι ασύμφορη από την άποψη του κόστους, όταν απαιτείται συνεχής μεταφορά μεγάλου όγκου δεδομένων.**
    - α. Σωστό
    - β. Λάθος

Σωστή απάντηση είναι η **α**. (Δείτε σελ. 205, στη 2η παράγραφο).
  12. Η **τεχνολογία Frame Relay είναι μια τεχνολογία γρήγορης ..... πακέτων.**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
  13. **Οι κόμβοι των δικτύων τεχνολογίας Frame Relay παίρνουν αποφάσεις δρομολόγησης για κάθε πακέτο που διακινούν; Εξηγήστε γιατί συμβαίνει αυτό.**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
  14. **Τι είναι ο CIR;**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
  15. **Ποιο πιστεύετε ότι είναι το βασικότερο πλεονέκτημα της τεχνολογίας ATM, που την κάνει να είναι η κύρια τεχνολογία στο χώρο των δικτύων κορμού;**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
  16. **Στην τεχνολογία ATM τα δεδομένα χωρίζονται σε:**
    - α. Πλαίσια.
    - β. Πακέτα των 43 byte.
    - γ. Κυψέλες.

(Εκτός εξεταστέας ύλης)
  17. **Στην τεχνολογία ATM σα μέσο μετάδοσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο η οπτική ίνα:**
    - α. Σωστό
    - β. Λάθος

(Εκτός εξεταστέας ύλης)
  18. **Πόσος χρόνος χρειάζεται για να μεταδοθεί το περιεχόμενο ενός γεμάτου CD μέσα από μια σύνδεση ATM των 622 Mbps;**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
  19. **Ποια βασική απαίτηση όσον αφορά τη χρησιμοποιούμενη τηλεφωνική γραμμή θέτει η τεχνολογία xDSL;**  
Η τεχνολογία xDSL απαιτεί την **απουσία** των **πηνίων φόρτισης** από τις τηλεφωνικές γραμμές.  
Τα πηνία φόρτισης (loading coils) είναι εξαρτήματα, τα οποία τοποθετούνταν στις γραμμές για να αυξάνουν την ποιότητα της τηλεφωνικής επικοινωνίας. Η δράση των πηνίων φόρτισης είναι να περιορίζουν το εύρος ζώνης της γραμμής μέχρι τα 3 έως 8 KHz (voice band).  
(Δείτε και σελ. 210, Σημείωση).
  20. **Πότε προτιμάται η τεχνολογία ADSL και πότε η τεχνολογία SDSL;**  
Η τεχνολογία ADSL προτιμάται για πρόσβαση στο Διαδίκτυο όπου τα δεδομένα μπορούν να μεταδίδονται με **διαφορετική ταχύτητα** προς τις δύο κατευθύνσεις (downstream, upstream). Η τεχνολογία SDSL μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις όπου έχουμε **ίδια ταχύτητα** και προς τις δύο κατευθύνσεις όπως π.χ. στη διασύνδεση τοπικών δικτύων, τηλεδιασκέψεις κτλ.  
(δείτε και σελ. 211, 212).

21. Κατά την επιλογή τεχνολογίας WAN λαμβάνονται υπόψη παράγοντες, που εξαρτώνται τόσο από τον ..... όσο και από το χρήστη.  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
22. Αναλύστε με λίγα λόγια 4 κριτήρια επιλογής λύσης για τη διασύνδεση τοπικού δικτύου σε δίκτυο ευρείας περιοχής.  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)
23. Επιχείρηση, που βρίσκεται στην Αθήνα, θέλει να συνδεθεί με το υποκατάστημα της στη Θεσσαλονίκη με ταχύτητα 64 Kbps. Κάντε έρευνα για το τηλεπικοινωνιακό κόστος, που απαιτείται.
24. Η εταιρεία, όπου εργάζεστε θέλει να συνδέσει στο Internet εξυπηρετητή Web, ο οποίος αναμένεται να δέχεται χιλιάδες κλήσεις κάθε μέρα. Μεταξύ της λύσης ISDN και μισθωμένης γραμμής, ποια θα επιλέγατε και γιατί;  
(Εκτός εξεταστέας ύλης)

## Κεφάλαιο 7

### ΔΙΑΔΙΚΤΥΩΣΗ – INTERNET

**Απαντήσεις στις Ερωτήσεις και τις Ασκήσεις του σχολικού βιβλίου σελ. 290**

1. Για να διεκπεραιωθεί η μεταφορά των πακέτων από την πηγή στο προορισμό μεταξύ των κόμβων του επικοινωνιακού υποδικτύου απαιτείται η συνεργασία οντοτήτων επιπέδου:
  - α. Συνόδου
  - β. Μεταφοράς
  - γ. Δικτύου
  - δ. Διασύνδεσης δεδομένων
  - ε. Φυσικού Επιπέδου

Σωστή απάντηση είναι η **γ**. (Δείτε § 7.1.1, 2η παράγραφος, σελ. 220).

2. Αντιστοιχήστε τα παρακάτω:

Νοητά κυκλώματα •                      • Τα πακέτα ακολουθούν τον ίδιο δρόμο

Αυτοδύναμα πακέτα •                      • Κάθε πακέτο ακολουθεί την δική του διαδρομή

Νοητά κυκλώματα • —————> • Τα πακέτα ακολουθούν τον ίδιο δρόμο

Αυτοδύναμα πακέτα • —————> • Κάθε πακέτο ακολουθεί την δική του διαδρομή

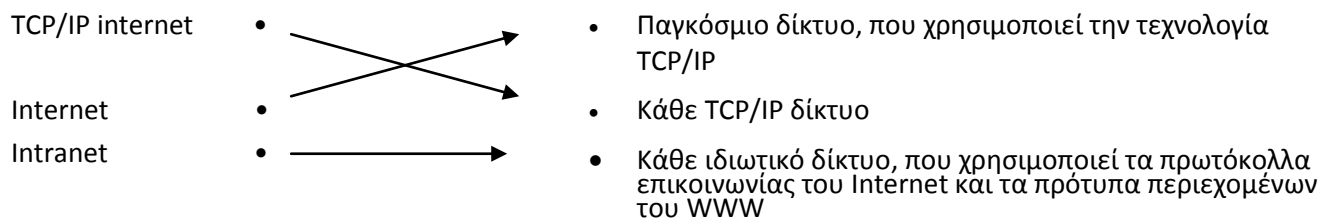
(Δείτε σελ. 222 και σελ. 224)

3. Αντιστοιχήστε τα παρακάτω:

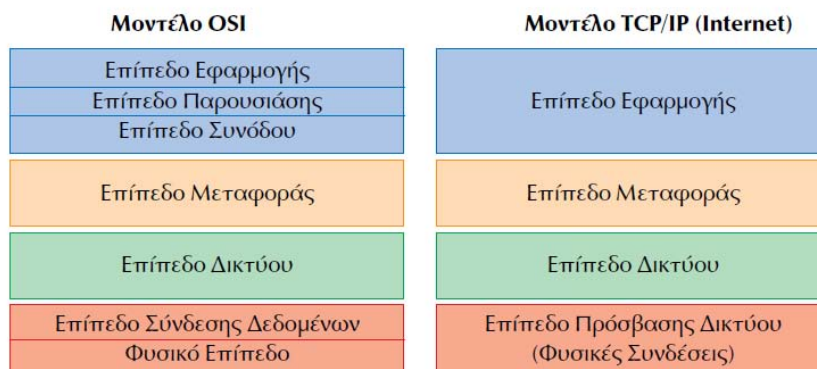
TCP/IP internet •                      • Παγκόσμιο δίκτυο, που χρησιμοποιεί την τεχνολογία TCP/IP

Internet                      •                      • Κάθε TCP/IP δίκτυο

Intranet                      •                      • Κάθε ιδιωτικό δίκτυο, που χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα επικοινωνίας του Internet και τα πρότυπα περιεχομένων του WWW



4. Σχεδιάστε τη στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική των μοντέλων OSI και TCP/IP και δείξτε την αντιστοιχία μεταξύ των επιπέδων.



Μοντέλα OSI και TCP/IP

Παρατηρούμε ότι μεταξύ των δύο μοντέλων, **πλήρης** αντιστοιχία υπάρχει μεταξύ των επιπέδων **Δικτύου** και **Μεταφοράς**.

- Το επίπεδο **Πρόσβασης Δικτύου** του TCP/IP αντιστοιχεί στα α) **Φυσικό επίπεδο** β) επίπεδο **Σύνδεσης Δεδομένων** του OSI
- Το επίπεδο **Εφαρμογής** του TCP/IP αντιστοιχεί στα α) Επίπεδο **Εφαρμογής** β) Επίπεδο **Παρουσίασης** γ) Επίπεδο **Συνόδου** του OSI.

5. Ποιες από τις παρακάτω λειτουργίες αντιστοιχούν στο επίπεδο μεταφοράς, ποιες στο επίπεδο δικτύου, ποιες και στα δύο:

- Διασπά τα προς μετάδοση πακέτα σε μικρότερα
- Παρέχει τις λογικές διευθύνσεις
- Είναι υπεύθυνο για τη δρομολόγηση των πακέτων
- Παρέχει από άκρο σε άκρο επικοινωνία

α. Επίπεδο Μεταφοράς, Δικτύου. β. Επίπεδο Δικτύου γ. Επίπεδο Δικτύου δ. Επίπεδο Μεταφοράς, Δικτύου.

6. Τι είναι τα TCP port και τι εξυπηρετούν;

Οι TCP θύρες είναι **αφηρημένα σημεία επικοινωνίας**, που το καθένα είναι ένας **θετικός αριθμός 16 bit** και αποτελεί **πεδίο της επικεφαλίδας** των TCP τμημάτων. Το πρωτόκολλο TCP χρησιμοποιεί τις TCP θύρες (TCP port) για να **συσχετίσει** τα διάφορα τμήματα δεδομένων με τις συνδέσεις στις οποίες ανήκουν. Κάθε φορά που εγκαθίσταται μία σύνδεση, προσδιορίζονται τα TCP port πηγής και προορισμού, τα οποία γίνονται γνωστά και στα δύο άκρα της σύνδεσης. Τα προγράμματα των χρηστών χρησιμοποιούν **τυχαία** TCP port που ανατίθενται δυναμικά κάθε φορά που απαιτείται η εγκατάσταση μιας νέας σύνδεσης.

Παρόλα αυτά υπάρχουν **εφαρμογές** που χρησιμοποιούν **συγκεκριμένα TCP port** τα οποία επίσημα τους έχουν ανατεθεί. Η επικοινωνία των χρηστών με τις εφαρμογές αυτές

γίνονται μέσω των προκαθορισμένων TCP port με βάση την εξής σύμβαση: **οποιαδήποτε αίτηση χρήστη χρησιμοποιεί αυτά τα TCP port απευθύνεται στις αντίστοιχες εφαρμογές**. Έτσι, για παράδειγμα, η εφαρμογή μεταφοράς αρχείων (File Transfer Protocol, **FTP**) χρησιμοποιεί πάντα το **TCP port 21**. Κάθε φορά, που θέλουμε να επικοινωνήσουμε με αυτή την εφαρμογή, θέτουμε σαν TCP port προορισμού το 21. Ο εξυπηρετητής της εφαρμογής FTP γνωρίζει, ότι όλα τα τμήματα με TCP port προορισμού 21 απευθύνονται σε αυτόν και προχωρά στην επεξεργασία τους.

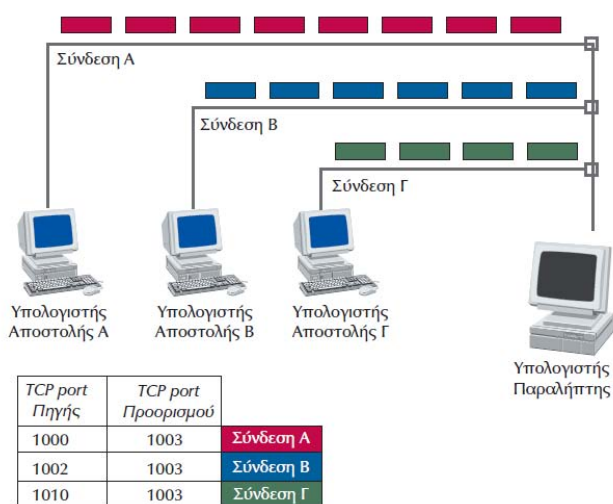
**7. Τι είναι ο έλεγχος ροής και πως εκτελείται από το πρωτόκολλο TCP;**

Έλεγχος ροής ονομάζεται η λειτουργία του πρωτοκόλλου TCP, με την οποία **ελέγχεται η ποσότητα των δεδομένων τα οποία μπορούν να μεταδίδονται κάθε φορά** κατά τη σύνδεση μεταξύ δύο υπολογιστών. Ο έλεγχος ροής πραγματοποιείται μέσω του **Παράθυρου**, το οποίο είναι ένα πεδίο που βρίσκεται στην επικεφαλίδα του τμήματος TCP. Να σημειωθεί ότι δεν είναι σωστό να περιμένουμε να επιβεβαιωθεί η λήψη ενός τμήματος προκειμένου να ξεκινήσει η αποστολή του επόμενου. Αν γινόταν αυτό, θα μειωνόταν δραματικά ο ρυθμός μετάδοσης. Από την άλλη πλευρά δεν θα μπορούσε ο αποστολέας να στέλνει συνεχώς δεδομένα χωρίς να γνωρίζει αν ο υπολογιστής προορισμού θα ήταν σε θέση να τα δεχτεί. Αν η ταχύτητα αποστολής είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα απορρόφησης, τότε είναι πιθανό να γεμίσει η περιοχή προσωρινής αποθήκευσης εισερχόμενων δεδομένων και να οδηγηθούμε σε αναγκαστική απόρριψή τους από τον υπολογιστή προορισμού. Έτσι τα δύο άκρα κάθε σύνδεσης πρέπει να υποδεικνύουν πόσα νέα δεδομένα μπορούν να δεχθούν βάζοντας το αντίστοιχο αριθμό οκτάδας στο κατάλληλο πεδίο της επικεφαλίδας του τμήματος.

Για παράδειγμα, αν ο αποδέκτης υπολογιστής έχει δηλώσει **Αριθμό Επιβεβαίωσης 12001** και Παράθυρο 1000, τότε είναι σε θέση να δεχθεί δεδομένα στην περιοχή από 12001Byte μέχρι 13000 Byte.

**8. Εξηγήστε με ποιο τρόπο μπορούν να πολυπλεχθούν τα δεδομένα τριών συσκευών, που κατευθύνονται στον ίδιο προορισμό και δώστε σχηματικό διάγραμμα με τα αντίστοιχα TCP port.**

Η πολύπλεξη των δεδομένων τριών συσκευών που κατευθύνονται στον ίδιο προορισμό, φαίνεται στο επόμενο σχηματικό διάγραμμα:



Συσχέτιση εισερχόμενων τμημάτων και συνδέσεων με βάση τα TCP ports

Μεταξύ κάθε συσκευής (υπολογιστή Α, Β, Γ) και του υπολογιστή προορισμού έχει εγκατασταθεί σύνδεση και προσδιορίζονται τα TCP port πηγής και προορισμού τα οποία γίνονται γνωστά και στα δύο άκρα της σύνδεσης. Οι αριθμοί των TCP port πηγής και προορισμού **τοποθετούνται σε κάθε τμήμα** TCP των δεδομένων, το οποίο οδεύει

ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα από κάθε πηγή προς τον προορισμό. Όταν φθάσει, με τη διαδικασία της αποπολύπλεξης και με τη βοήθεια και των αριθμών των TCP port πηγής και προορισμού, κάθε τμήμα δεδομένων κατευθύνεται στην αντίστοιχη σύνδεση στον υπολογιστή προορισμού.

9. Αντιστοιχείστε τις παρακάτω λειτουργίες του πρωτοκόλλου TCP με τα αντίστοιχα πεδία της TCP επικεφαλίδας, που χρησιμοποιούνται για την υλοποίησή τους:

- |                                 |   |   |                |
|---------------------------------|---|---|----------------|
| Έλεγχος ροής                    | • | • | Αριθμός Σειράς |
| Επιβεβαίωση λήψης δεδομένων     | • | • | Παράθυρο       |
| Θέση τμήματος στο αρχικό πακέτο | • | • | Επιβεβαίωση    |

- |                                 |   |   |   |                |
|---------------------------------|---|---|---|----------------|
| Έλεγχος ροής                    | • | → | • | Αριθμός Σειράς |
| Επιβεβαίωση λήψης δεδομένων     | • | → | • | Παράθυρο       |
| Θέση τμήματος στο αρχικό πακέτο | • | → | • | Επιβεβαίωση    |

10. Τι είναι η TCP σύνδεση και πως προσδιορίζεται;

Ο όρος “σύνδεση” στο πρωτόκολλο TCP έχει την έννοια **νοητής σύνδεσης**, που εγκαθίσταται από το πρωτόκολλο TCP και χρησιμοποιείται για να συνδέσει δύο τελικά σημεία. Μπορούμε να φανταστούμε τη σύνδεση αυτή σαν **νοητό σωλήνα**, που συνδέει τα δύο άκρα και χρησιμοποιείται για να μεταφέρει τα δεδομένα από το ένα άκρο στο άλλο.

Η σύνδεση είναι νοητή, γιατί δεν υπάρχει **συγκεκριμένος δρόμος**, τον οποίο ακολουθούν όλα τα τμήματα, προκειμένου να φτάσουν από την πηγή στο προορισμό. Αντίθετα, κάθε τμήμα (ή καλύτερα τα κομμάτια, στα οποία διασπάται κάθε τμήμα καθώς διέρχεται από το πρωτόκολλο IP και μεταδίδεται στο φυσικό μέσο) ακολουθεί **τη δική του διαδρομή**, με αποτέλεσμα τα τμήματα της σύνδεσης να φτάνουν στον προορισμό **μπερδεμένα τόσο μεταξύ τους όσο και με τμήματα άλλων συνδέσεων**. Το πρωτόκολλο TCP αναλαμβάνει με βάση ορισμένα **αναγνωριστικά στοιχεία** να προσδιορίσει, ποια τμήματα ανήκουν σε κάθε σύνδεση και τα να παραδώσει στην ανάλογη εφαρμογή.

Μια TCP σύνδεση περιγράφεται πλήρως από **τέσσερις** αριθμούς:

- Τις IP διευθύνσεις της πηγής και του προορισμού.
- Τα TCP port των δύο άκρων.

11. Τι είναι τα UDP port και τι εξυπηρετούν;

Οι θύρες UDP (UDP port) χρησιμεύουν ως σημεία επικοινωνίας του πρωτοκόλλου UDP με τα προγράμματα εφαρμογών. Κάθε UDP port προσδιορίζεται από ένα θετικό ακέραιο αριθμό των 16 bit, ο οποίος βρίσκεται στην επικεφαλίδα του UDP τμήματος.

Εάν κάποια εφαρμογή θέλει να χρησιμοποιήσει το πρωτόκολλο UDP, πρέπει να συσχετισθεί με κάποιο UDP port. Η ανάθεση των UDP port στις εφαρμογές γίνεται από το λειτουργικό σύστημα.

Τα UDP port παρέχουν τη δυνατότητα στο λογισμικό του πρωτοκόλλου UDP να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από διαφορετικές εφαρμογές και χρησιμοποιούνται, όπως ακριβώς και τα αντίστοιχα TCP port.

12. Ποια από τα παρακάτω είναι αληθή:

α. Το UDP δεν τεμαχίζει τα δεδομένα

β. Το UDP εκτελεί περισσότερες λειτουργίες από το TCP

γ. Το UDP είναι απλούστερο από το TCP

δ. Το UDP εξασφαλίζει αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων, ενώ το TCP όχι

α. Σ (Δείτε §7.4 σελ. 240, τελευταία παράγραφο του κειμένου, 2<sup>η</sup> πρόταση).

β. Λ (Δείτε §7.4 σελ. 240, τελευταία παράγραφο του κειμένου).

γ. Σ (Δείτε §7.4 σελ. 240, πρώτη παράγραφο του κειμένου, προτελευταία πρόταση και τελευταία παράγραφο του κειμένου, τελευταία πρόταση).



δ. Λ (Δείτε §7.4 σελ. 240, πρώτη παράγραφο του κειμένου).

13. Ποια είναι η καταλληλότερη λέξη, για να περιγράψει τις διαφορές μεταξύ UDP, TCP; Η λέξη **αξιοπιστία**. Επίσης, οι λέξεις **πολυπλοκότητα** (§7.4 σελ. 240, 1<sup>η</sup> παράγραφος του κειμένου), **ταχύτητα** (§7.4 σελ. 240, 2<sup>η</sup> παράγραφος του κειμένου).

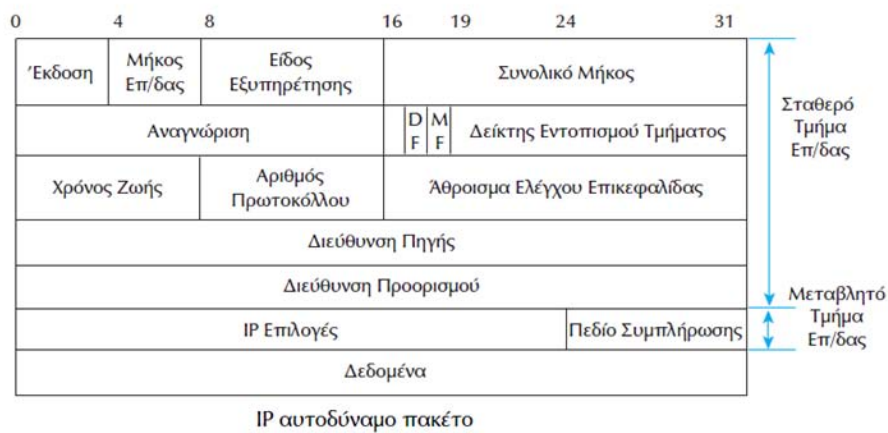
14. Ποιο είναι το μέγιστο μήκος πακέτου, που υποστηρίζει το IP:

- α. 64 byte
- β. 64 Kbyte
- γ. 64 Mbyte
- δ. 128 Kbyte

Σωστή απάντηση είναι η β. ( §7.5 σελ. 242, 2<sup>η</sup> παράγραφος του κειμένου).

15. Δώστε τη δομή του IP αυτοδύναμου πακέτου και εξηγήστε την λειτουργία των πεδίων της επικεφαλίδας του.

Η δομή ενός IP αυτοδύναμου πακέτου φαίνεται στην επόμενη εικόνα:



Για την εξήγηση της λειτουργίας των πεδίων του IP αυτοδύναμου πακέτου, δείτε στις σελ. 243, 244.

16. Δώστε τις τιμές των πεδίων Μήκος Επικεφαλίδας, Συνολικό Μήκος, DF, MF και Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος για ένα αυτοδύναμο πακέτο δεδομένων μήκους 5.000 byte και επικεφαλίδας 20 byte, το οποίο πρέπει να μεταδοθεί μέσω δικτύου που υποστηρίζει πακέτα συνολικού μήκους 820 byte. Θεωρήστε ότι η επικεφαλίδα των αυτοδύναμων πακέτων, που προκύπτουν, αποτελείται μόνο από το σταθερό τμήμα της.

Το αυτοδύναμο πακέτο δεδομένων μήκους 5000 byte δε μπορεί να μεταδοθεί ολόκληρο, γιατί το φυσικό δίκτυο υποστηρίζει πακέτα συνολικού μήκους 820 byte. Επομένως θα διασπαστεί σε κομμάτια μήκους μαζί με την επικεφαλίδα μέχρι 820 byte. Άρα Το μήκος της Επικεφαλίδας, λόγω του ότι αυτή αποτελείται μόνο από σταθερό τμήμα, είναι πάντα 20 byte. Άρα σε κάθε κομμάτι η ποσότητα των δεδομένων θα είναι το πολύ 800 byte.

Διαιρώντας το 5000 με το 800 βρίσκουμε τον αριθμό των πλήρων κομματιών στα οποία θα διασπαστεί το αρχικό αυτοδύναμο πακέτο συν ένα κομμάτι με το υπόλοιπο της διαίρεσης, δηλαδή  $5000/800=6$  κομμάτια ενώ το 7<sup>ο</sup> κομμάτι δεδομένων έχει μήκος  $5000 \text{ byte} - 6 \times 800 \text{ byte} = 200 \text{ byte}$ .

Η τιμή του πεδίου DF πρέπει να είναι 0 αφού ο υπολογιστής προορισμού έχει τη δυνατότητα να συναρμολογήσει τα κομμάτια του αυτοδύναμου πακέτου.

Το πεδίο MF στα έξι πρώτα κομμάτια έχει την τιμή 1, ένδειξη που σημαίνει ότι κάθε ένα από αυτά τα κομμάτια δεν είναι το τελευταίο, ενώ στο 7ο κομμάτι των 220 byte (200 δεδομένα + 20 επικεφαλίδα), το πεδίο MF είναι 0.

Το πεδίο ΔΕΤ θα έχει σε κάθε κομμάτι το μήκος των δεδομένων σε οκτάδες, άρα:

- Για το 1<sup>ο</sup> κομμάτι ΔΕΤ=0.
- Για το 2<sup>ο</sup> κομμάτι ΔΕΤ=800/8=100.
- Για το 3<sup>ο</sup> κομμάτι ΔΕΤ=1600/8=200.
- Για το 4<sup>ο</sup> κομμάτι ΔΕΤ=2400/8=300.
- Για το 5<sup>ο</sup> κομμάτι ΔΕΤ=3200/8=400.
- Για το 6<sup>ο</sup> κομμάτι ΔΕΤ=4000/8=500.
- Για το 7ο κομμάτι ΔΕΤ=4800/8=600.

Τα προηγούμενα συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Κομμάτι	Επικεφαλίδα λέξεις (αντίστοιχη τιμή σε byte)	Δεδομένα (byte)	Συνολικό μήκος κομματιού (byte)	DF	MF	ΔΕΤ
1 <sup>ο</sup>	5 (20)	800	820	0	1	0
2 <sup>ο</sup>	5 (20)	800	820	0	1	100
3 <sup>ο</sup>	5 (20)	800	820	0	1	200
4 <sup>ο</sup>	5 (20)	800	820	0	1	300
5 <sup>ο</sup>	5 (20)	800	820	0	1	400
6 <sup>ο</sup>	5 (20)	800	820	0	1	500
7 <sup>ο</sup>	5 (20)	200	220	0	0	600

**17. Εάν σε IP αυτοδύναμο πακέτο έχει τεθεί το πεδίο DF σε 1 και ένας δρομολογητής βρει, ότι είναι αδύνατο να το προωθήσει επειδή το δίκτυο υποστηρίζει μικρότερου μεγέθους πακέτα τι θα συμβεί;**

Αφού το φυσικό δίκτυο υποστηρίζει πακέτα μικρότερου μεγέθους από το IP αυτοδύναμο πακέτο, για να μπορέσει αυτό να μεταδοθεί μέσω του συγκεκριμένου δικτύου θα πρέπει να διασπαστεί σε μικρότερα κομμάτια.

Στο πεδίο DF του αυτοδύναμου πακέτου, όμως, έχει τεθεί η τιμή 1. Αυτό σημαίνει ότι ο υπολογιστής προορισμού δεν είναι σε θέση να συναρμολογήσει τα κομμάτια στα οποία πρέπει να διασπαστεί.

Για το λόγο αυτό, ο δρομολογητής θα ψάξει να βρει εναλλακτική διαδρομή για τη μετάδοση ολόκληρου του πακέτου στον υπολογιστή προορισμού. **Αν δεν μπορέσει να βρει, το πακέτο θα απορριφθεί.**

- 18. Ποιες είναι οι τιμές των πεδίων DF και MF για ένα μη τεμαχισμένο αυτοδύναμο πακέτο;**  
Αφού το αυτοδύναμο πακέτο δεν έχει διασπαστεί σε κομμάτια, το πεδίο **MF** θα είναι **0**. Εάν η διάσπαση δεν έχει γίνει επειδή ο υπολογιστής προορισμού δεν είναι σε θέση να ανασυνθέσει από τα κομμάτια το αρχικό αυτοδύναμο πακέτο, το πεδίο **DF** είναι **1** αλλιώς το **DF** θα είναι **0**.
- 19. Ένα IP αυτοδύναμο πακέτο λαμβάνεται με πεδία Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος 0 και MF 1. Σε ποιο συμπέρασμα οδηγείστε;**  
Αφού **MF=1** σημαίνει ότι το αρχικό IP αυτοδύναμο πακέτο έχει διασπαστεί σε απλούστερα και το κομμάτι που λαμβάνεται είναι ένα από αυτά. Αφού όμως ο ΔΕΤ του κομματιού αυτού είναι 0, σημαίνει ότι αυτό είναι το **πρώτο** από τα κομμάτια του αυτοδύναμου πακέτου. Ο παραλήπτης περιμένει να δεχθεί και άλλα κομμάτια.
- 20. Ένα IP αυτοδύναμο πακέτο λαμβάνεται με πεδία Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος 200 και MF 1. Σε ποιο συμπέρασμα οδηγείστε;**  
Αφού **MF=1** σημαίνει ότι το αρχικό IP αυτοδύναμο πακέτο έχει διασπαστεί σε απλούστερα και το κομμάτι που λαμβάνεται είναι ένα από αυτά. Αφού ο ΔΕΤ του κομματιού αυτού είναι 200, σημαίνει ότι το κομμάτι αποτελεί ένα από τα **ενδιάμεσα** κομμάτια του αυτοδύναμου πακέτου. Ο παραλήπτης περιμένει να δεχθεί και άλλα κομμάτια.
- 21. Ένα IP αυτοδύναμο πακέτο με μέγεθος 1.500 οκτάδες στέλνεται με DF 1 σε δίκτυο με μέγεθος πακέτου 1.500 οκτάδες. Το μονοπάτι προς τον προορισμό γίνεται διαμέσου δικτύων που υποστηρίζουν πακέτα με μέγιστο μέγεθος 2.000 και 4.470 οκτάδες. Θα πραγματοποιηθεί διάσπαση του πακέτου σε μικρότερα;**  
Διάσπαση δεν πρόκειται να γίνει διότι το πεδίο DF έχει την τιμή 1. Αφού το πακέτο θα περάσει από δίκτυα 2000 και 4470 οκτάδες και θα καταλήξει στο δίκτυο προορισμού με μέγεθος πακέτου 1500 οκτάδες, δεν θα υπάρξει πρόβλημα στη μετάδοσή του. [Υποθέτουμε ότι το 1500 οκτάδες είναι το συνολικό μέγεθος του πακέτου συμπεριλαμβανομένης και της επικεφαλίδας, για την οποία δεν αναφέρεται κάτι στην εκφώνηση].
- 22. Ένα IP αυτοδύναμο πακέτο με μέγεθος 1.500 οκτάδες και Πεδίο Αναγνώρισης 100 στέλνεται με DF 0 σε δίκτυο με μέγεθος πακέτου 1.500 οκτάδες. Το μονοπάτι προς τον προορισμό γίνεται διαμέσου δικτύου που υποστηρίζει πακέτα με μέγιστο μέγεθος 2.000 οκτάδες. Το δίκτυο προορισμού υποστηρίζει πακέτα των 1.500 οκτάδων. Θα πραγματοποιηθεί διάσπαση του πακέτου σε μικρότερα; Εάν ναι, κάντε λίστα των πακέτων, που θα προκύψουν αναφέροντας τις τιμές των πεδίων: Αναγνώριση, MF, DF και Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος.**  
Θεωρούμε ότι το 1500 οκτάδες είναι το συνολικό μέγεθος του IP αυτοδύναμου πακέτου, μια και στην εκφώνηση δεν αναφέρεται κάτι για την ετικέτα. Το πεδίο DF είναι 0, πράγμα που σημαίνει ότι το πακέτο έχει τη δυνατότητα να διασπαστεί αν τυχόν διέλθει από δίκτυα με μέγιστο αριθμό πακέτου μικρότερο των 1500 οκτάδων. Αυτό όμως τελικά δε θα συμβεί διότι το μεν μονοπάτι προορισμού διαθέτει δίκτυο, το οποίο υποστηρίζει πακέτα μέχρι 2000 οκτάδες ενώ το ίδιο το δίκτυο προορισμού υποστηρίζει πακέτα μέχρι 1500 οκτάδες.
- 23. Ένα IP αυτοδύναμο πακέτο με μέγεθος 1.500 οκτάδες και Πεδίο Αναγνώρισης 100 στέλνεται με DF 0 σε δίκτυο με μέγεθος πακέτου 1.500 οκτάδες. Το μονοπάτι προς τον προορισμό γίνεται διαμέσου δικτύου που υποστηρίζει πακέτα με μέγιστο μέγεθος  $628^2$  οκτάδες. Το δίκτυο προορισμού υποστηρίζει πακέτα των 1.500 οκτάδων. Θα πραγματοποιηθεί διάσπαση του πακέτου σε μικρότερα; Εάν ναι, κάντε λίστα των πακέτων, που θα προκύ-**

<sup>2</sup> Ο αριθμός που αναφέρει το βιβλίο είναι 625. Αν θεωρήσουμε μήκος επικεφαλίδας το ελάχιστο επιτρεπτό μήκος των 5 λέξεων (=20 byte) δεν θα έχουμε ακέραια πηλίκια για τις τιμές του πεδίου «Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος».

## ψουν αναφέροντας τις τιμές των πεδίων: Αναγνώριση, MF, DF και Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος.

Αφού το IP αυτοδύναμο πακέτο είναι 1500 οκτάδες και το δίκτυο του μονοπατιού προορισμού υποστηρίζει πακέτα με μέγιστο μέγεθος 628 οκτάδες, το IP αυτοδύναμο πακέτο θα διασπαστεί. Επειδή δε μας έχει δοθεί μέγεθος επικεφαλίδας, **θεωρούμε** ότι αυτή έχει το **ελάχιστο επιτρεπτό μέγεθος των 5 λέξεων** =  $5 \times 32 \text{ bit} = 160 \text{ bit} = 20 \text{ byte}$ . Άρα η ποσότητα των δεδομένων στο πακέτο θα είναι 1480 byte. Η μέγιστη ποσότητα των δεδομένων σε κάθε κομμάτι θα είναι 608 byte (+20 byte η επικεφαλίδα, σύνολο 628 byte). Τα κομμάτια στα οποία θα διασπαστεί το αρχικό IP αυτοδύναμο πακέτο θα είναι τρία: Δύο των 608 byte και ένα τρίτο ίσο με  $1480 - 608 - 608 = 264 \text{ byte}$ . Η τιμή του πεδίου **DF** θα είναι **0** δηλωτικό ότι στον υπολογιστή προορισμού θα υπάρχει ανασύσταση του αρχικού IP αυτοδύναμου πακέτου από τα κομμάτια (fragment). Η τιμή του πεδίου **MF** θα είναι για το πρώτο και το δεύτερο κομμάτι **1** ενώ για το τρίτο **0**.

Οι τιμές του **Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος** θα είναι:

Για το 1ο κομμάτι: 0.

Για το 2ο κομμάτι:  $608/8 = 76$ .

Για το 3ο κομμάτι  $1216/8=152$ .

Τα πεδία Αναγνώρισης θα είναι σε όλα τα πακέτα 100.

Ο πίνακας με τις τιμές των πεδίων είναι ο ακόλουθος:

Κομμάτι (fragment)	Επικεφαλίδα Λέξεις των 32 bit (byte)	Δεδομένα (byte)	Συνολικό μήκος κομματιού (byte)	Αναγνωριστικό	DF	MF	ΔΕΤ
1 <sup>ο</sup>	5 (20)	608	820	100	0	1	0
2 <sup>ο</sup>	5 (20)	608	820	100	0	1	76
3 <sup>ο</sup>	5 (20)	264	284	100	0	0	152

### 24. Δώστε τη δομή της MAC διεύθυνσης και εξηγήστε τη λειτουργία κάθε πεδίου.

- Το μήκος της είναι 48 bit.
- Τα πρώτα 24 bit αποτελούν την ταυτότητα οργανισμού **OUI** (Organization Unique Identifier).
- Το **αριστερότερο bit** της διεύθυνσης (**I/G**) προσδιορίζει αν η διεύθυνση είναι ατομική ή ομαδική (**0**→ατομική, **1** → ομαδική). Αν είναι 1, τότε το υπόλοιπο τμήμα της διεύθυνσης προσδιορίζει σύνολο διευθύνσεων, για το οποίο απαιτείται περαιτέρω ανάλυση. Αν όλα τα bit της **OUI έχουν τεθεί σε 1**, η διεύθυνση έχει ιδιαίτερη σημασία, σύμφωνα με την οποία **όλοι** οι υπολογιστές του συστήματος γίνονται **αποδέκτες του μηνύματος**.
- Το **επόμενο bit** (**U/L**) προσδιορίζει **ποια αρχή** έχει κάνει την **ανάθεση** της διεύθυνσης. Αν είναι **0**, τότε η διεύθυνση έχει δοθεί σε **παγκόσμιο επίπεδο** από την IEEE, ενώ αν είναι **1**, έχει **ανατεθεί τοπικά**. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται, γιατί, αν μία διεύθυνση που έχει ανατεθεί τοπικά, αποκωδικοποιηθεί σε διεύθυνση, που έχει ανατεθεί από την IEEE, θα προέκυπταν σημαντικά προβλήματα διευθυνσιοδότησης. Κάτι τέτοιο θα καταργούσε

αυτόματα τη μοναδικότητα των φυσικών διευθύνσεων, αφού μία διεύθυνση, που ανατίθεται τοπικά, δεν αποκλείεται να είναι ίδια με κάποια άλλη διεύθυνση, που ανατίθεται από την IEEE.

- Τα επόμενα 22 bits συνθέτουν τη **φυσική διεύθυνση υποδικτύου**, που ανατέθηκε από την IEEE στον συγκεκριμένο οργανισμό.
- Το επόμενο σύνολο των **24 bits** προσδιορίζει διευθύνσεις, η διαχείριση των οποίων γίνεται τοπικά από τον οργανισμό. Οργανισμοί, στους οποίους ανατίθενται διευθύνσεις υποδικτύου (OUI) από την IEEE, είναι οι εταιρίες κατασκευής καρτών δικτύου, για παράδειγμα Ethernet, οι οποίες επιλέγουν τις διευθύνσεις των καρτών, που κατασκευάζουν, από την περιοχή διευθύνσεων (24 bits τοπικά ανατιθέμενης φυσικής διεύθυνσης) που τους έχει ανατεθεί. Αν κάποιος οργανισμός εξαντλήσει την περιοχή διευθύνσεων, που του έχει αναθέσει η IEEE, μπορεί να ζητήσει και δεύτερη διεύθυνση υποδικτύου (OUI).

**25. Δώστε τη γενική μορφή των IP διευθύνσεων και εξηγήστε τη λειτουργία κάθε πεδίου.**

Μια IP διεύθυνση αποτελείται από τέσσερις αριθμούς οι οποίοι διαχωρίζονται με τελεία, για παράδειγμα 187.164.72.38. Κάθε ένας από αυτούς αντιστοιχεί σε ένα δυαδικό αριθμό των 8bit. Επομένως, αφού  $4 \times 8 = 32$ , μια διεύθυνση IP αποτελείται από 32 bit.

Μια διεύθυνση IP χωρίζεται σε δύο μέρη: Το τμήμα Δικτύου και το τμήμα Υπολογιστή, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



Δομή διεύθυνσης IP

Το τμήμα **Δίκτυο** προσδιορίζει το δίκτυο, με το οποίο είναι συνδεδεμένος ο υπολογιστής και το τμήμα **Υπολογιστής** το συγκεκριμένο υπολογιστή.

**26. Πόσες κλάσεις IP διευθύνσεων γνωρίζετε και ποιος ήταν ο λόγος, που οδήγησε στη δημιουργία τους;**

Οι σχεδιαστές δικτύου έχουν δημιουργήσει **τέσσερις** διαφορετικές δομές (κλάσεις) διευθύνσεων, τις **A, B, C, D** συν μία **πέμπτη**, η οποία έχει δεσμευθεί για μελλοντική χρήση.

Η δημιουργία αυτών των διαφορετικών κλάσεων πηγάζει από το διαφορετικό μέγεθος των δικτύων που υπάρχουν παγκοσμίως άρα και των διαφορετικών αναγκών διευθυνσιοδότησης. Από τη μία πλευρά, υπάρχουν δίκτυα (κυβερνητικά ή μεγάλων εταιρειών που παρέχουν υπηρεσίες Διαδικτύου) με πολύ μεγάλο αριθμό υπολογιστών, από την άλλη μικρά δίκτυα με ολιγάριθμα μηχανήματα (π.χ. σχολεία ή μικρές επιχειρήσεις).

**27. Εξηγήστε πως με διεύθυνση κλάσης A μπορεί να γίνει διαίρεση ενός δικτύου σε υποδίκτυα εσωτερικά από έναν οργανισμό.**

**Εισαγωγή**

**A. Τιμές που μπορεί να πάρει μια IP διεύθυνση κλάσης A.**

Όπως γνωρίζουμε (σελ.250,251 του σχολικού βιβλίου), οι διευθύνσεις της κλάσης A (σε δυαδική μορφή) πρέπει πάντα να **αρχίζουν** με **0**. Επίσης, για το τμήμα **Δικτύου** αφιερώνονται άλλα 7 bit (συνολικά η πρώτη αριστερή οκτάδα), που αντιστοιχούν σε  $2^7 = 128$  διαφορετικές τιμές.

Άρα στο τμήμα **Δικτύου**, οι τιμές κυμαίνονται από 00000000 μέχρι 01111111. Δεδομένου ότι η τιμή 00000000 δεν είναι επιτρεπτή, οι τιμές που μπορεί να πάρει το τμήμα **Δικτύου** μιας IP διεύθυνσης κλάσης A, είναι από 00000001 έως και 01111111. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν στους δεκαδικούς από 1 μέχρι 127.

Συμπερασματικά, μια **IP διεύθυνση κλάσης A** μπορεί να πάρει τιμές από **1.0.0.0** μέχρι **127.255.255.255**

## B.Ελάχιστη τιμή Μάσκας Υποδικτύου κλάσης A.

Η **Μάσκα Υποδικτύου** της κλάσης A πρέπει να ξεκινά με ελάχιστη τιμή 255.0.0.0. Αυτό, διότι (σελ.250,251 του σχολικού βιβλίου) η πρώτη οκτάδα των ψηφίων μιας IP διεύθυνσης κλάσης A αντιστοιχεί στο τμήμα **Δίκτυο** ενώ οι υπόλοιπες τρεις οκτάδες στο τμήμα **Υπολογιστής**. Επομένως, ένα δίκτυο κλάσης A μπορεί να έχει μέχρι 255.255.254 δηλαδή<sup>3</sup> 11111111111111111111111110=16.777.214 υπολογιστές host.

### Απάντηση της ερώτησης

Εάν ένας οργανισμός επιθυμεί με διεύθυνση κλάσης A να δημιουργήσει μικρότερα υποδίκτυα εσωτερικά, θα πρέπει να «δανειστεί» ψηφία από το τμήμα **Υπολογιστής** της IP διεύθυνσης και με αυτά τα ψηφία να αυξήσει το μέγεθος της **Μάσκας Υποδικτύου**. Όσο περισσότερα ψηφία «δανειζονται», τόσο πιο πολλά υποδίκτυα μπορούν να δημιουργηθούν. Κάθε ένα όμως από αυτά τα υποδίκτυα θα μπορεί να περιέχει όλο και λιγότερους υπολογιστές host.

#### Παράδειγμα 1:

Εάν γίνει δανεισμός 1bit από το τμήμα **Υπολογιστής** της IP διεύθυνσης, η **Μάσκα Υποδικτύου** γίνεται: 11111111.10000000.00000000.00000000, (δηλαδή 255.128.0.0). Τότε δημιουργούνται **δύο υποδίκτυα**, τα XXXXXXXX.0 και XXXXXXXX.1, όπου «X» ο αριθμός 0 ή 1. Για το τμήμα υπολογιστή μένουν 23 bit και επομένως μπορούν να συνδεθούν μέχρι 8.388.606 host υπολογιστές για κάθε ένα από τα δύο αυτά δίκτυα.

#### Παράδειγμα 2:

Εάν γίνει δανεισμός 21 bit από το τμήμα **Υπολογιστής** της IP διεύθυνσης (η Μάσκα Υποδικτύου θα έχει συνολικά 29 ψηφία), τότε μπορούν να δημιουργηθούν  $2^{21} = 2.097.152$  υποδίκτυα. Στο τμήμα Υπολογιστής περισσεύουν 3 ψηφία (με επιτρεπτές τιμές από 001 έως 110) άρα κάθε ένα από αυτά τα δίκτυα μπορεί να περιλαμβάνει 6 υπολογιστές host. Στον επόμενο πίνακα φαίνεται αναλυτικά, το είδος της Μάσκας, το πρόθεμα, ο αριθμός των υποδικτύων και ο αριθμός των host που μπορεί να περιλαμβάνει το κάθε υποδίκτυο.

<b>Μάσκα</b>	<b>Πρόθεμα</b>	<b>Αριθμός υποδικτύων</b>	<b>Υπολογιστές (host)</b>
255.0.0.0	/8	1	16.777.214
255.128.0.0	/9	2	8.338.606
255.192.0.0	/10	4	4.194.302
255.224.0.0	/11	8	2.097.150
255.240.0.0	/12	16	1.048.574
255.248.0.0	/13	32	524.286
255.252.0.0	/14	64	262.142
255.254.0.0	/15	128	131.070
255.255.0.0	/16	256	65.534
255.255.128.0	/17	512	32.766
255.255.192.0	/18	1.024	16.384
255.255.224.0	/19	2.048	8.190
255.255.240.0	/20	4.096	4.094

<sup>3</sup> Βάλαμε 255.255.254 γιατί η τιμή 255.255.255.255 αντιστοιχεί σε διεύθυνση broadcast στο τρέχον δίκτυο, δηλαδή μια διεύθυνση, την οποία «ακούν» όλοι υπολογιστές του συγκεκριμένου δικτύου. Να σημειωθεί επιπλέον ότι IP διεύθυνση με 0 στο τέλος δεν μπορεί να αντιστοιχιστεί σε κάποιον υπολογιστή ενός δικτύου καθώς συμβολίζει ολόκληρο το δίκτυο μιας συγκεκριμένης κλάσης. Για παράδειγμα, η διεύθυνση 182.158.1.0 συμβολίζει όλες τις διευθύνσεις τύπου 182.158.1.x, όπου το x παίρνει τιμές από 1 έως 254.

255.255.248.0	/21	8.192	2.046
255.255.252.0	/22	16.384	1.022
255.255.254.0	/23	32.768	510
255.255.255.0	/24	65.536	254
255.255.255.128	/25	131.072	126
255.255.255.192	/26	262.144	62
255.255.255.224	/27	524.288	30
255.255.255.240	/28	1.048.576	14
255.255.255.248	/29	2.097.152	6
255.255.255.252	/30	4.194.304	2

**28. Εξηγήστε, πως με μία μάσκα υποδικτύου μπορούμε να πάρουμε τη διεύθυνση υποδικτύου, γνωρίζοντας την IP διεύθυνση υπολογιστή. Δώστε παράδειγμα.**

Η **Μάσκα Υποδικτύου** είναι ένας **αριθμός** με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να **διαχωρίσουμε μια διεύθυνση IP** στο τμήμα του **Δικτύου** και στο τμήμα του **Υπολογιστή**. Η **Μάσκα Υποδικτύου** έχει μήκος 32 bit και η πράξη η οποία γίνεται μεταξύ αυτής και της διεύθυνσης IP προκειμένου να προκύψουν τα τμήματα, είναι η **δυναμική πράξη AND**. Για παράδειγμα:

Έστω μια IP δ/νση σε δυαδική μορφή 11000000.10101000.01111011.10000100  
και μια Μάσκα σε δυαδική μορφή: 11111111.11111111.11111111.00000000  
Εφαρμογή δυαδικού τελεστή **AND**

Το μέρος της διεύθυνσης που αντι/χεί στο τμήμα **Δίκτυο** είναι: 11000000.10101000.01111011.00000000  
↓  
192.168.123.0

Το μέρος της διεύθυνσης που αντιστοιχεί Στο τμήμα **Υπολογιστής** είναι: 00000000.00000000.00000000.10000100  
0.0.0.132 ←

**29. Δώστε την έννοια των διευθύνσεων 255.255.255.255 και 124.56.255.255.**

Η διεύθυνση 255.255.255.255 αποτελεί την ομαδική διεύθυνση του τρέχοντος δικτύου, δηλαδή το μήνυμα απευθύνεται σε όλα τα δίκτυα χαμηλότερης ιεραρχίας στο τρέχον δίκτυο. Με άλλα λόγια, το μήνυμα προορίζεται για **όλους τους υπολογιστές του δικτύου** ανεξάρτητα από το υποδίκτυο στο οποίο βρίσκονται.

Η διεύθυνση 124.56.255.255 δηλώνει ότι το μήνυμα απευθύνεται σε **όλους** τους υπολογιστές του **υποδικτύου** 124.56.

**30. Πως προσδιορίζονται τα τμήματα Δικτύου και Υπολογιστή διεύθυνσης IP στο σύστημα Ανεξαρτήτου Κλάσεων Δρομολόγησης Υπερ-περιοχών (CIDR);**

Το σύστημα CIDR καταργεί τις κλάσεις διευθύνσεων, με αποτέλεσμα τα τμήματα Δικτύου και Υπολογιστή κάθε διεύθυνσης να καθορίζονται κατά περίπτωση με βάση τις ανάγκες κάθε οργανισμού. Το μέγεθος των τμημάτων Δικτύου και Υπολογιστή προσδιορίζονται από έναν αριθμό, που συνοδεύει τις διευθύνσεις και δηλώνει το μέγεθος της μάσκας δικτύου (τμήμα **Δικτύου**) κάθε διεύθυνσης. Ο αριθμός αυτός ονομάζεται πρόθεμα. Για παράδειγμα, στη διεύθυνση 207.13.01.48/25 το /25 είναι το πρόθεμα δικτύου και σημαίνει, ότι τα πρώτα 25 bits της διεύθυνσης χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του δικτύου και τα υπόλοιπα 7 για τον προσδιορισμό του συγκεκριμένου υπολογιστή.

Το σύστημα CIDR επιτρέπει την ανάθεση μεγάλων συνεχόμενων περιοχών αριθμών σε αυτούς που παρέχουν υπηρεσίες Διαδικτύου (Internet Service Providers - ISPs), οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την ανάθεση μικρότερων υποσυνόλων αριθμών στους πελάτες τους,

ανάλογα με τις ανάγκες του καθενός. Με αυτό το τρόπο, επιτυγχάνεται η ομαδοποίηση των διευθύνσεων, που εξυπηρετούνται από τον ίδιο ISP. Η ομαδοποίηση αυτή επιτρέπει τη δρομολόγηση της κίνησης προς το σωστό προορισμό, διατηρώντας μόνο μία εγγραφή για όλους τους προορισμούς / διευθύνσεις, που εξυπηρετούνται από τον ίδιο ISP.

**31. Ποια είναι η βασική λειτουργία του πρωτοκόλλου ARP:**

- α. Η μετατροπή των ονομάτων σε IP διευθύνσεις**
  - β. Η μετατροπή των IP διευθύνσεων σε MAC διευθύνσεις**
  - γ. Ο καθορισμός των διαδρομών, που θα ακολουθήσουν τα πακέτα**
- Σωστή απάντηση είναι η **β**).

**32. Δώστε με μία φράση τη διαφορά μεταξύ των πρωτοκόλλων ARP και RARP.**

ARP → Πρωτόκολλο Μετατροπής Διεύθυνσης IP σε MAC.

RARP → Πρωτόκολλο **Αντίστροφης** Μετατροπής Διεύθυνσης MAC σε IP.

**33. Γιατί χρειάζεται το πρωτόκολλο ARP;**

Για να είναι δυνατή η αποστολή δεδομένων μεταξύ συστημάτων, τα οποία δε γνωρίζουν το ένα τη φυσική διεύθυνση του άλλου, θα πρέπει να παρεμβάλλεται ένα σύστημα μετατροπής των IP διευθύνσεων στις αντίστοιχες φυσικές διευθύνσεις. Το πρωτόκολλο ARP αναλαμβάνει τη διαδικασία αυτή.

**34. Η IP διεύθυνση προσδιορίζει:**

- α. Μία συγκεκριμένη σύνδεση στο δίκτυο**
- β. Μία συσκευή του δικτύου**
- γ. Μία διαδρομή**

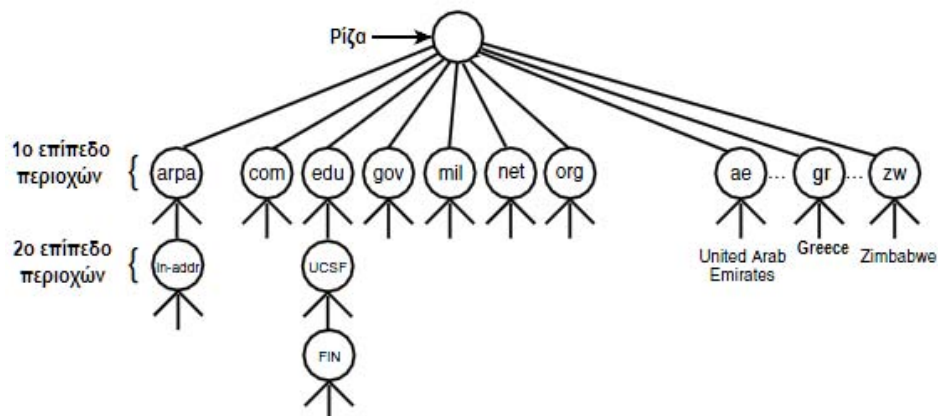
Σωστή απάντηση είναι η **α**).

**35. Εξηγήστε με μία φράση, γιατί η διατήρηση αρχείων σε κάθε υπολογιστή δεν αποτελεί καλή λύση ούτε για τη μετατροπή των IP σε MAC διευθύνσεις ούτε για τη μετατροπή των συμβολικών ονομάτων σε IP διευθύνσεις.**

Η τεράστια ανάπτυξη του Διαδικτύου θα αύξανε υπερβολικά το μέγεθος ενός τέτοιου αρχείου και επιπλέον θα ήταν δύσκολη η ενημέρωσή του για τις καθημερινές μεταβολές οι οποίες συμβαίνουν στο Διαδίκτυο. Επίσης, η ύπαρξη μεγάλου μεγέθους αρχείων θα οδηγούσε σε σημαντικές καθυστερήσεις λόγω του μεγάλου χρόνου αναζήτησης σε αυτά.

**36. Δώστε τους βασικούς κανόνες ονοματολογίας του χώρου ονομάτων DNS καθώς και ένα παράδειγμα εφαρμογής τους.**

Ο χώρος ονομάτων του συστήματος DNS χρησιμοποιεί **ιεραρχική αρχιτεκτονική**, που **διαιρεί το χώρο σε σύνολο περιοχών**, οι οποίες περαιτέρω μπορούν να **διαιρεθούν σε άλλες υποπεριοχές**. Η δομή αυτή οδηγεί σε δέντρο, όπως δείχνει και το επόμενο σχήμα:





- Το **πρώτο επίπεδο περιοχών** ονομάζονται **βασικές περιοχές** και βρίσκονται στα δεξιά του ονόματος. Στις ΗΠΑ, υπάρχουν επτά τέτοιες περιοχές, στις οποίες κατατάσσονται τα δίκτυα ανάλογα με τις δραστηριότητές τους, και είναι οι ακόλουθες:
  - .arpa: Ειδικοί οργανισμοί Διαδικτύου
  - .com: Εταιρίες
  - .edu: Εκπαιδευτικά ιδρύματα
  - .gov: Κυβερνητικοί οργανισμοί
  - .mil: Στρατιωτικοί οργανισμοί
  - .net: Κέντρα διοίκησης δικτύου
  - .org: Ο,τιδήποτε δεν μπορεί να καταταγεί σε κάποια από τις προηγούμενες κατηγορίες
- Εκτός από τις παραπάνω βασικές περιοχές, που αναφέρονται στις ΗΠΑ, υπάρχει επίσης μία βασική περιοχή για κάθε χώρα (βλέπε σχήμα). Οι περιοχές αυτές, συνήθως, προσδιορίζονται από μικρό τμήμα του ονόματος της χώρας στην οποία απευθύνονται. Για παράδειγμα ο κωδικός της Ελλάδας είναι .gr και του Καναδά .ca.
- Κάτω από κάθε βασική περιοχή υπάρχει **δεύτερο επίπεδο περιοχών**, που προσδιορίζει συνήθως τον οργανισμό, στον οποίο ανήκει το δίκτυο. Οι περιοχές δευτέρου επιπέδου ονομάζονται **domains** και καθεμία είναι μοναδική. Συνήθως, τα **ονόματα (domain names)**, που τους εκχωρούνται, είναι αντιπροσωπευτικά και αντικατοπτρίζουν την εταιρία ή τον οργανισμό, στον οποίο ανήκουν. Τα domain names βρίσκονται *αριστερά των ονομάτων των βασικών περιοχών και διαχωρίζονται από αυτά με τελεία*. Για παράδειγμα, το σύστημα ntua.gr ανήκει στη βασική περιοχή της Ελλάδας και το domain name *ntua* αναφέρεται στην περιοχή, που έχει παραχωρηθεί στο Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο Ε.Μ.Π. (National Technical University of Athens - NTUA).
- Ο οργανισμός ή η εταιρία, στην οποία έχει παραχωρηθεί ένα domain name, είναι ο αποκλειστικός υπεύθυνος για τη διαχείρισή του. Έτσι ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να διαιρέσει το δίκτυο σε μικρότερα υποδίκτυα. Κάθε νέο υποδίκτυο αντιστοιχεί σε **περιοχή ονομάτων τρίτου επιπέδου**, που ονομάζεται **subdomain**. Στην ονοματολογία του χώρου ονομάτων, βρίσκεται στα αριστερά των domain names και διαχωρίζεται από αυτά με τελεία. Για παράδειγμα, το σύστημα telecom.ntua.gr ανήκει στη βασική περιοχή της Ελλάδας (.gr), στο domain name του Ε.Μ.Π. (ntua.gr), του οποίου αποτελεί ένα subdomain. Το σύστημα **telecom.ntua.gr** αντικατοπτρίζει την περιοχή ονομάτων, που έχει παραχωρηθεί σε ένα από τα πολλά εργαστήρια του Ε.Μ.Π., στο Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών, προκειμένου να απεικονίσει το δικό του δίκτυο. Ένα **μηχάνημα** με το όνομα "ektor" προσδιορίζεται γράφοντας το όνομα πιο αριστερά από την περιοχή "telecom", που δηλώνει τις μηχανές του Εργαστηρίου Τηλεπικοινωνιών, το οποίο ανήκει στην περιοχή "ntua" του Ε.Μ.Π. και έχει καταχωρηθεί στη βασική περιοχή .gr της Ελλάδας. Δηλαδή [ektor.telecom.ntua.gr](http://ektor.telecom.ntua.gr).

### 37. Ποιος είναι ο ρόλος ενός DNS εξυπηρετητή;

Ο εξυπηρετητής ονόματος (DNS server) μετατρέπει τα **ονόματα περιοχών** (π.χ. [www.in.gr](http://www.in.gr)) καθώς και τις διευθύνσεις **ηλεκτρονικού ταχυδρομείου** σε **διευθύνσεις IP**.

Κάθε εξυπηρετητής ονόματος εξυπηρετεί συγκεκριμένο τμήμα περιοχής (δικτύου) ή όλη την περιοχή, εάν το δίκτυο είναι μικρό. Το τμήμα αυτό ονομάζεται **ζώνη**. Με αυτό το τρόπο, η βάση δεδομένων διαιρείται σε μη επικαλυπτόμενα τμήματα (ζώνες).

Οι εξυπηρετητές ονόματος κάθε ζώνης (βασικοί και εφεδρικοί) δεν βρίσκονται όλοι στην ίδια τοποθεσία. Αυτό συμβαίνει, για να αποκλειστεί το ενδεχόμενο μία κεντρική διακοπή στην παροχή ρεύματος ή μία φυσική καταστροφή να θέσει εκτός λειτουργίας όλους τους εξυπηρετητές της ίδιας ζώνης.

Το σύστημα DNS λειτουργεί με τη μορφή συνόλου **φωλιασμένων ζωνών**. Κάθε εξυπηρετητής ονόματος επικοινωνεί με τους εξυπηρετητές της αμέσως υψηλότερης και χαμηλότερης (εάν υπάρχει) ιεραρχικά ζώνης.

**38. Εξηγήστε, πως ο αλγόριθμος δρομολόγησης επηρεάζει τη ρυθμοαπόδοση και τη μέση καθυστέρηση ενός δικτύου.**

Τα πακέτα, που μεταφέρονται μέσω του δικτύου, υφίστανται **μέση καθυστέρηση**, που εξαρτάται από τις **διαδρομές**, που **ακολουθούν**. Οι διαδρομές αυτές επιλέγονται από τον αλγόριθμο δρομολόγησης άρα οι αποφάσεις του επηρεάζουν άμεσα τη μέση καθυστέρηση, την οποία υφίσταται η κίνηση σε ένα δίκτυο.

Επιπρόσθετα, όταν η καθυστέρηση σε ένα δίκτυο αυξάνει, αυτό σημαίνει ότι η εισερχόμενη κίνηση δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί. Άρα έχουμε μειωμένη ρυθμοαπόδοση, δηλαδή πακέτα που δρομολογούνται ανά μονάδα χρόνου.

**39. Δώστε τα κριτήρια, με βάση τα οποία οι αλγόριθμοι δρομολόγησης λαμβάνουν τις αποφάσεις τους.**

- **Συνοτόμερη διαδρομή**, η οποία καθορίζεται με βάση: είτε τον αριθμό τμημάτων (γραμμών), που την αποτελούν, είτε την μέση καθυστέρηση (ουράς και μετάδοσης), που εισάγει είτε τη χρησιμοποίηση του εύρους ζώνης.
- **Αριθμός πακέτων**, που περιμένουν προς μετάδοση στην ουρά εξόδου.
- **Κόστος γραμμής**. Το κόστος γραμμής είναι συνάρτηση, στην οποία συμμετέχουν με διαφορετική βαρύτητα οι ακόλουθοι παράγοντες: μέση καθυστέρηση, μέσο μήκος ουράς, χρήση εύρους ζώνης.

**40. Αντιστοιχήστε τους παρακάτω αλγόριθμους δρομολόγησης με την κατάλληλη μέθοδο λήψης αποφάσεων:**

**Συγκεντρωτικός αλγόριθμος δρομολόγησης**

• Χρησιμοποιούνται σταθερές διαδρομές

**Κατανεμημένος αλγόριθμος δρομολόγησης**

• Οι αποφάσεις λαμβάνονται από κεντρικό κόμβο

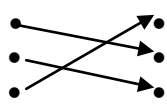
**Στατικός αλγόριθμος δρομολόγησης**

• Οι αποφάσεις λαμβάνονται κατανεμημένα (μεταξύ των κόμβων του δικτύου)

**Αλγόριθμος Προσαρμοζόμενης δρομολόγησης**

• Οι αποφάσεις βασίζονται σε εκτιμήσεις ή μετρήσεις της τρέχουσας τοπολογίας του δικτύου

Συγκεντρωτικός αλγόριθμος δρομολόγησης  
Κατανεμημένος αλγόριθμος δρομολόγησης  
Στατικός αλγόριθμος δρομολόγησης



Χρησιμοποιούνται σταθερές διαδρομές  
Οι αποφάσεις λαμβάνονται από κεντρικό κόμβο  
Οι αποφάσεις λαμβάνονται κατανεμημένα (μεταξύ των κόμβων του δικτύου)

Αλγόριθμος Προσαρμοζόμενης δρομολόγησης

• Οι αποφάσεις βασίζονται σε εκτιμήσεις ή μετρήσεις της τρέχουσας τοπολογίας του δικτύου

**41. Πως λειτουργεί η χρήση ενός προεπιλεγμένου δρομολογητή;**

Σε πολλά δίκτυα, συνήθως, υπάρχει **ένας μόνο** δρομολογητής, που οδηγεί έξω από αυτά. Ένας τέτοιος δρομολογητής μπορεί να συνδέει ένα τοπικό δίκτυο στο δίκτυο κορμού. Σε αυτή την περίπτωση, δεν χρειάζεται να έχουμε στον πίνακα δρομολόγησης ξεχωριστή εγγραφή για κάθε δίκτυο, που υπάρχει στον κόσμο. Απλά, ορίζουμε τον δρομολογητή ως **προεπιλεγμένο** και γνωρίζουμε εκ των προτέρων, ότι όλη η εξερχόμενη κίνηση του δικτύου, ανεξάρτητα από τον προορισμό της, διεκπεραιώνεται από αυτόν. Προεπιλεγμένος δρομολογητής μπορεί να χρησιμοποιείται ακόμη και στην περίπτωση, που το δίκτυο διαθέτει περισσότερους από έναν δρομολογητές.

Σε αυτή την περίπτωση, κάθε εξερχόμενο από το δίκτυο αυτοδύναμο πακέτο, στην επικεφαλίδα του οποίου δεν καθορίζεται κάποια ειδική διαδρομή (δρομολογητής), προωθείται προς τον προεπιλεγμένο δρομολογητή. Εάν ο προεπιλεγμένος δρομολογητής δεν μπορεί να προωθήσει κάποιο αυτοδύναμο πακέτο στον προορισμό του, υπάρχει η

πρόβλεψη, ώστε οι δρομολογητές να στέλνουν μήνυμα, που να αναφέρει: «Δεν είμαι η καλύτερη επιλογή δρομολογητή - χρησιμοποίησε τον δρομολογητή X». Το μήνυμα αυτό στέλνεται μέσω του πρωτοκόλλου ICMP. Τα μηνύματα αυτά χρησιμοποιούνται από τα περισσότερα λογισμικά επιπέδου δικτύου, για να εισάγουν νέες εγγραφές και να ενημερώνουν τους πίνακες δρομολόγησης.

#### 42. Δώστε τον αλγόριθμο δρομολόγησης, που χρησιμοποιεί το IP.

*Ξεχώρισε* τη διεύθυνση προορισμού (ΔΠ) από το αυτοδύναμο πακέτο

*Υπολόγισε* τη διεύθυνση δικτύου προορισμού (ΔΔΠ) από τη ΔΠ

*(Αν)* η ΔΔΠ είναι διεύθυνση δικτύου, με το οποίο είναι άμεσα συνδεδεμένος ο δρομολογητής,

*προώθησε* το αυτοδύναμο πακέτο προς τον προορισμό του από το δίκτυο με διεύθυνση ΔΔΠ.

*(Διαφορετικά)* αν η ΔΠ υπάρχει στον πίνακα δρομολόγησης με βάση τον υπολογιστή προορισμού

*δρομολόγησε* το αυτοδύναμο πακέτο, όπως ορίζεται στον πίνακα *(Διαφορετικά)* αν η ΔΔΠ υπάρχει στον πίνακα δρομολόγησης

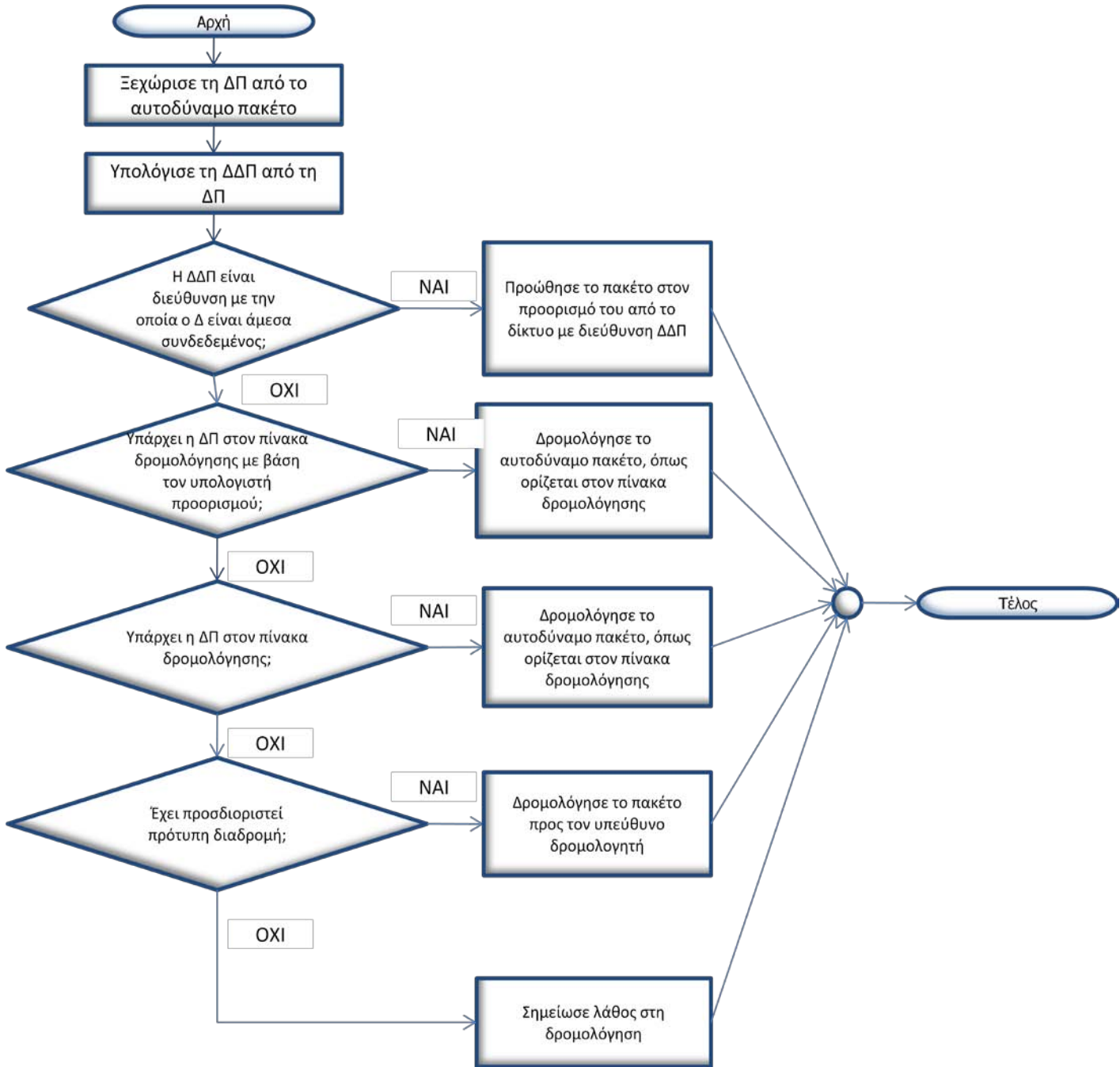
*δρομολόγησε* το αυτοδύναμο πακέτο, όπως ορίζεται στον πίνακα

*(Διαφορετικά)* αν έχει προσδιορισθεί πρότυπη διαδρομή

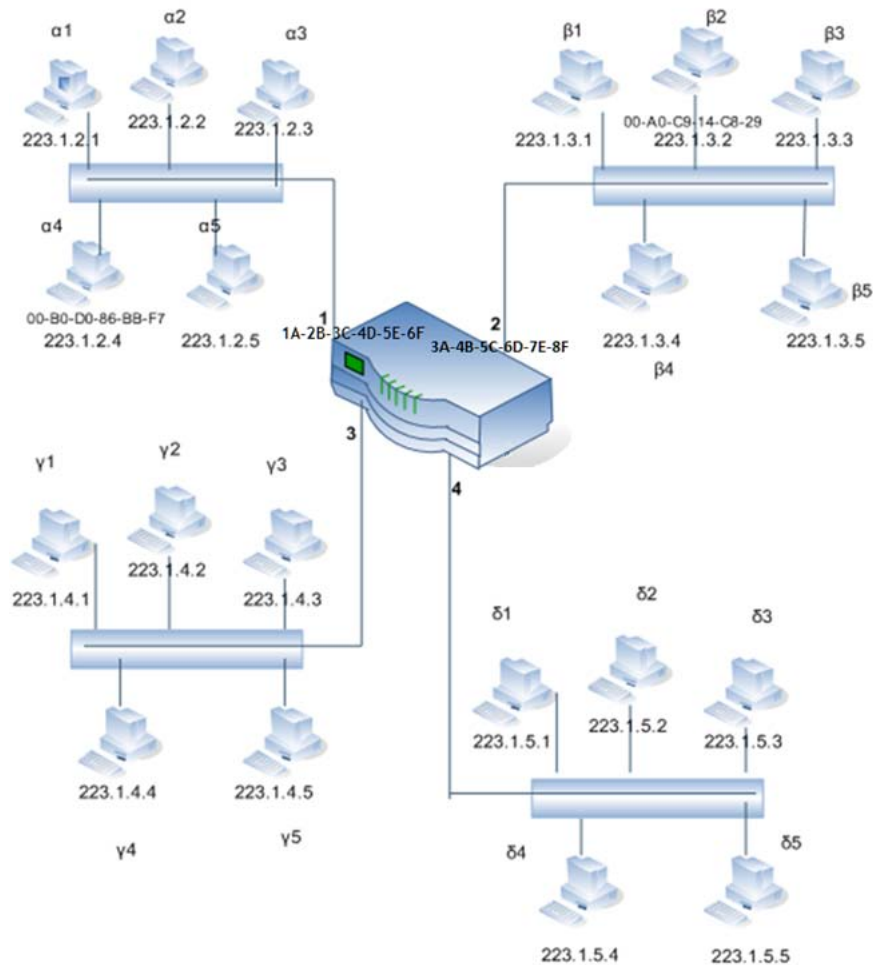
*δρομολόγησε* το αυτοδύναμο πακέτο προς τον υπεύθυνο δρομολογητή *διαφορετικά σημείωσε* λάθος στη δρομολόγηση

Η διαγραμματική απεικόνιση του προηγούμενου αλγόριθμου, φαίνεται στην επόμενη σελίδα:

Αλγόριθμος Δρομολόγησης IP



43. Θεωρήστε, ότι τέσσερα δίκτυα (α,β,γ,δ) αποτελούμενα από πέντε υπολογιστές το καθένα, συνδέονται μέσω δρομολογητή. Για πακέτο με πηγή υπολογιστή του δικτύου α και προορισμό υπολογιστή του δικτύου β, δώστε τις IP και Ethernet διευθύνσεις (εικονικές), σημειώνοντας τους ενδιάμεσους σταθμούς, από τους οποίους θα περάσει και τις τροποποιήσεις που θα υποστεί.



Έστω ότι ένα IP πακέτο στέλνεται από τον υπολογιστή α4 του δικτύου α, με IP διεύθυνση 223.1.2.4, προς τον υπολογιστή β2 του δικτύου β με IP διεύθυνση 223.1.3.2. Επειδή ο β2 βρίσκεται σε άλλο δίκτυο, η επικοινωνία είναι έμμεση. Το πακέτο που φεύγει από τον α4 έχει ως IP και ως Ethernet διεύθυνση πηγής τη διεύθυνση του α4, ως IP διεύθυνση προορισμού τη διεύθυνση του υπολογιστή β2 και ως Ethernet διεύθυνση προορισμού, την Ethernet διεύθυνση του δρομολογητή. Ο δρομολογητής είναι ένας IP δρομολογητής, που συνδέει τέσσερα IP δίκτυα και επομένως έχει τέσσερις (4) IP και τέσσερις (4) Ethernet διευθύνσεις<sup>4</sup>, μία για κάθε δίκτυο.

	Διεύθυνση Πηγής	Διεύθυνση Προορισμού
IP επικεφαλίδα	223.1.2.4	223.1.3.2
Ethernet επικεφαλίδα	00-B0-D0-86-BB-F7	1A-2B-3C-4D-5E-6F mac Ethernet 1

Το πρωτόκολλο IP του δρομολογητή λαμβάνει το αυτοδύναμο πακέτο και αφού εξετάσει την IP διεύθυνση προορισμού, αποφασίζει ότι ανήκει στο δίκτυο β και συγκεκριμένα στον

<sup>4</sup> Στην εικόνα σημειώνονται μόνο οι δύο από τις τέσσερις Ethernet διευθύνσεις του δρομολογητή, αυτές προς τα δίκτυα α και β.

υπολογιστή β2. Στέλνει λοιπόν το πακέτο προς αυτόν θέτοντας ως Ethernet διεύθυνση προορισμού, την Ethernet διεύθυνση του β2.

	Διεύθυνση Πηγής	Διεύθυνση Προορισμού
IP επικεφαλίδα	223.1.2.4	223.1.3.2
Ethernet επικεφαλίδα	3A-4B-5C-6D-7E-8F mac Ethernet 2	00-A0-C9-14-C8-29

44. **Δώστε με μία φράση το ρόλο των πρωτοκόλλων δρομολόγησης.**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης).
45. **Δώστε τις κατηγορίες, στις οποίες διακρίνονται τα πρωτόκολλα δρομολόγησης.**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης).
46. **Ποιο είναι το βασικό μειονέκτημα του πρωτοκόλλου RIP (το οποίο ισχύει για όλα τα πρωτόκολλα δρομολόγησης απόστασης δικτύου);**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης).
47. **Αναφέρατε τις διαδικασίες του πρωτοκόλλου EGP.**  
(Εκτός εξεταστέας ύλης).
48. **Τι πλεονεκτήματα προσφέρει το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο σε σχέση με το συμβατικό;**
- Είναι πολύ **γρήγορο**. Πρέπει να σημειωθεί, ότι ο χρόνος παράδοσης ενός μηνύματος εξαρτάται από τη ταχύτητα των συνδέσεων του δικτύου και είναι ανεξάρτητος από τη φυσική γεωγραφική θέση του παραλήπτη
  - Ο χρήστης **δε χρειάζεται να παρακολουθεί** τη μεταφορά του μηνύματος μέσω του ταχυδρομείου, σε αντίθεση με την αποστολή FAX ή την απλή τηλεφωνική κλήση. Το μήνυμα, από την στιγμή που σταλεί, είναι στη διάθεση του παραλήπτη, μόλις ο τελευταίος μπει στον υπολογιστή του και ενεργοποιήσει το πρόγραμμα διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
  - Είναι πιο **οικονομικό** από το συμβατικό ταχυδρομείο. Μέσα από μία απλή τηλεφωνική γραμμή μπορεί να μεταδοθεί μεγάλος αριθμός μηνυμάτων και επιστολών, στις οποίες μπορούν (αν υπάρχει το κατάλληλο λογισμικό) να ενσωματωθούν και αρχεία εικόνες και ήχου.
  - Μπορεί να προσδιορισθεί **μεγάλος αριθμός αποδεκτών**, χωρίς να χρειάζεται να γίνει καμία παρέμβαση από τον αποστολέα.
  - Το **κόστος της υπηρεσίας** είναι χαμηλό.
49. **Ποια η κυριότερη διαφορά του πρωτοκόλλου FTP από το πρωτόκολλο Telnet και SMTP;**
- Το πρωτόκολλο FTP χρησιμοποιείται για τη **μεταφορά αρχείων** μέσω δύο TCP συνδέσεων, μία μέσω της θύρας 21 του εξυπηρετητή για εντολές ftp και μία μέσω της θύρας 20 του εξυπηρετητή για τη μεταφορά των αρχείων.
  - Το πρωτόκολλο Telnet χρησιμοποιείται για την **πρόσβαση** ενός χρήστη, μέσω του υπολογιστή του, προς ένα **απομακρυσμένο υπολογιστή** και η εκτέλεση προγραμμάτων εφαρμογών στο δεύτερο από μακριά. Η επικοινωνία του πελάτη με τον Telnet εξυπηρετητή γίνεται μέσω μιας TCP σύνδεσης στη θύρα 23 του εξυπηρετητή.
  - Το πρωτόκολλο SMTP χρησιμοποιείται για τη μεταφορά των **μηνυμάτων του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου** μεταξύ των SMTP εξυπηρετητών. Η TCP σύνδεση που δημιουργείται, χρησιμοποιεί ως θύρα προορισμού τη θύρα 25.
- Η κυριότερη διαφορά του FTP από τα Telnet, SMTP είναι ότι το FTP είναι πιο περίπλοκο, αφού διατηρεί δύο συνδέσεις μεταξύ πελάτη – εξυπηρετητή (μέσω των θυρών 21,20), αντί μιας των Telnet, SMTP.
50. **Περιγράψτε με μία φράση τον Παγκόσμιο Ιστό.**  
Ο **Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web, WWW ή Web)** είναι ένα εύκολο στη χρήση του παγκόσμιο σύστημα πληροφοριών, το οποίο από την αρχή της δημιουργία του συνδύασε

την ανάκληση των πληροφοριών με την τεχνολογία των υπερκειμένων. Μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί ένα γραφικό τρόπο απεικόνισης και μετάδοσης των πληροφοριών μέσα από το Διαδίκτυο.

Στον Παγκόσμιο Ιστό η πληροφορία είναι δομημένη με τη μορφή **υπερμέσων (hypermedia)**, περιλαμβάνει, δηλαδή εκτός από κείμενα, εικόνες, αρχεία ήχου, αρχεία κινούμενης εικόνας (video) και γενικά οποιοδήποτε είδος πολυμέσων.

Το περιβάλλον του Παγκόσμιου Ιστού παρέχει τη δυνατότητα ενεργοποίησης διαφόρων **δεσμών (links)**, οι οποίοι οδηγούν σε πληροφορίες, οπουδήποτε κι αν αυτές βρίσκονται μέσα στο Διαδίκτυο.

#### 51. Τι είναι το υπερκείμενο και τι τα υπερμέσα;

Το **υπερκείμενο** είναι μορφή παρουσίασης γραπτού κειμένου, στην οποία η **διαδοχή** των τμημάτων του δεν ακολουθεί κατά ανάγκη τη **φυσική σειρά παρουσίασης**, που επιβάλλεται από τη σελιδοποίηση του κειμένου.

Σε μια σελίδα υπερκειμένου υπάρχουν τμήματα, τα οποία παραπέμπουν σε άλλα τμήματα της ίδιας ή άλλων σελίδων και ονομάζονται **κόμβοι**.

Οι αναφορές ή παραπομπές ενός τμήματος σε ένα άλλο ονομάζονται **σύνδεσμοι (links)**.

Με τη χρήση των συνδέσμων ο αναγνώστης ενός υπερκειμένου δεν διαβάζει απλά κείμενο, αλλά έχει τη δυνατότητα να **κινείται μη γραμμικά** μέσα σε αυτό.

Η έννοια του υπερμέσου είναι επέκταση της έννοιας του υπερκειμένου. **Υπερμέσα (hypermedia)** λέγονται τα έγγραφα, τα οποία περιλαμβάνουν διάφορες μορφές πληροφοριών, όπως: ήχο, εικόνα, γραφικά, κινούμενα σχέδια ή κινούμενες εικόνες.

#### 52. Τι είναι το intranet και ποια τα πλεονεκτήματα που προσφέρει;

Το ιδιωτικό δίκτυο τεχνολογίας TCP/IP (intranet) λέγεται το είδος του δικτύου το οποίο αναπτύσσουν οργανισμοί ή επιχειρήσεις που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση σε αυτό **μόνο μέλη του προσωπικού** τους. Τα intranet χρησιμοποιούν τα **πρωτόκολλα επικοινωνίας του Διαδικτύου** και τα πρότυπα περιεχομένων του Παγκόσμιου Ιστού.

Με το τρόπο αυτό, οι υπολογιστές της επιχείρησης επικοινωνούν μεταξύ τους, όπως ακριβώς επικοινωνούν οι υπολογιστές στο Διαδίκτυο. Ένα δίκτυο intranet δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, αντίθετα μπορεί να εκτείνεται σε διάφορες περιοχές, όπου βρίσκονται γραφεία ή εγκαταστάσεις του οργανισμού, επιτρέποντας, όμως, πρόσβαση μόνο εσωτερικά στον οργανισμό.

#### 53. Ποια προβλήματα παρουσιάζονται κατά τη μετάδοση φωνητικής τηλεφωνίας μέσω του Internet;

Το γεγονός, ότι **δεν υπάρχει σταθερή σύνδεση**, από την οποία να διέρχονται τα δεδομένα (όπως στο τηλεφωνικό δίκτυο), σε συνδυασμό με τις **υψηλές απαιτήσεις** της φωνής σε θέματα **συγχρονισμού** και **καθυστερήσης** δημιουργούν προβλήματα στην επικοινωνία. Έτσι, πιθανή απώλεια πακέτων, που μεταφέρουν δεδομένα φωνής, ή τυχόν μεγάλες καθυστερήσεις, που μπορούν να παρατηρηθούν, έχουν σαν αποτέλεσμα την παροχή φωνητικής τηλεφωνίας χαμηλής ποιότητας.

#### 54. Ποια ήταν τα σημαντικότερα προβλήματα, που έπρεπε να ξεπεραστούν για τη μετάδοση εικόνας και ήχου μέσω του Διαδικτύου;

Η μετάδοση αρχείων video μέσω του Διαδικτύου παρουσίαζε κάποιες δυσκολίες, λόγω των αυξημένων τους **απαιτήσεων** σε **χώρο αποθήκευσης** και σε **συνδέσεις υψηλών ταχυτήτων** ώστε να είναι δυνατή η ικανοποιητική προβολή των αρχείων.

Οι χρήστες δυσκολεύονταν να χειριστούν αρχεία γραφικών, ήχου και video μέσω του Διαδικτύου λόγω του μεγάλου τους **μεγέθους** και, επομένως, του **μεγάλου εύρους ζώνης**, που απαιτούνταν κατά την μετάδοσή τους.

#### 55. Περιγράψτε σε βήματα, πως επιτυγχάνεται η συνομιλία σε πραγματικό χρόνο με τη μορφή κειμένου στο Διαδίκτυο.

- Εγκαθιστούμε στον υπολογιστή μας το κατάλληλο **λογισμικό**.
- **Συνδεόμαστε** στο Διαδίκτυο, εκτελούμε το λογισμικό και δίνουμε την διεύθυνση του χρήστη ή του εξυπηρετητή που φιλοξενεί το χώρο συζητήσεων, στον οποίο θέλουμε να συνδεθούμε.
- Περιμένουμε μέχρι να μας **απαντήσει** είτε ο συγκεκριμένος χρήστης, με τον οποίο συνδεθήκαμε, είτε ένας οποιοσδήποτε χρήστης από αυτούς που συμμετέχουν στο χώρο, που θέλουμε να συνδεθούμε.
- Μόλις ο χρήστης ή κάποιος από την ομάδα, που καλέσαμε, απαντήσει, **είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε** την επικοινωνία μας. Στην οθόνη του υπολογιστή μας αρχίζουν και εμφανίζονται σε ένα τμήμα αυτά, που πληκτρολογεί ο χρήστης με τον οποίο συνδεθήκαμε και σε ένα άλλο τμήμα, αυτά που πληκτρολογούμε εμείς.

#### 56. Ποια είναι η συνήθης πρακτική που ακολουθείται από τις επιχειρήσεις που υποστηρίζουν το ηλεκτρονικό εμπόριο;

- Αρχικά δημιουργείται μία **ιστοθέση** (Web Site) στο Διαδίκτυο, στο οποίο υπάρχουν **κατάλογοι** και **διαφήμιση** των **προϊόντων** τους.
- Μέσα από τις ιστοσελίδες τους, παρέχουν στους καταναλωτές τη δυνατότητα **επικοινωνίας** μαζί τους είτε με την αποστολή γραπτών μηνυμάτων (e-mail), είτε με κλήση (συνήθως ατελώς) στο τηλεφωνικό τους κέντρο.
- Για την εξυπηρέτηση των πελατών υπάρχουν ειδικά εκπαιδευμένοι αντιπρόσωποι, που απαντούν στις κλήσεις, που δέχεται το τηλεφωνικό κέντρο και καλύπτουν τις ανάγκες των καταναλωτών.
- Δίνεται η δυνατότητα στους καταναλωτές να δώσουν **παραγγελίες** προϊόντων μέσω του Διαδικτύου, συνήθως με χρέωση της **πιστωτικής τους κάρτας**, αλλά ακόμη και με εξόφληση του τιμολογίου κατά την παραλαβή της παραγγελίας.
- Τα προϊόντα αποστέλλονται είτε **ηλεκτρονικά** είτε **φυσικά** και παραλαμβάνονται από τον πελάτη στη διεύθυνση, που επιθυμεί.

## Κεφάλαιο 8

### ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

#### Απαντήσεις στις Ερωτήσεις και τις Ασκήσεις του σχολικού βιβλίου σελ. 329

#### 1. Αναφέρατε τις πέντε περιοχές που καλύπτει η διαχείριση δικτύου, καθώς και λεπτομέρειες για την κάθε περιοχή.

Με βάση το μοντέλο OSI, έχουν ορισθεί **πέντε** περιοχές διαχείρισης: η διαχείριση **παραμέτρων** του δικτύου (configuration management), η διαχείριση **επίδοσης** του δικτύου (performance management), η διαχείριση **σφαλμάτων** (fault management), η διαχείριση του **κόστους** των υπηρεσιών (accounting management) και τέλος, η διαχείριση **ασφάλειας** (security management).

Για λεπτομέρειες σχετικά με τη:

- Διαχείριση παραμέτρων δικτύου δείτε στην § 8.1.1.
- Διαχείριση επίδοσης δικτύου δείτε στην § 8.1.2.
- Διαχείριση σφαλμάτων δείτε στην § 8.1.3.
- Διαχείριση κόστους δείτε στην § 8.1.4.
- Διαχείριση ασφάλειας δείτε στην § 8.1.5.

#### 2. Ποια είναι η αλληλουχία των SNMP εντολών μεταξύ του σταθμού διαχείρισης και διαχειριζόμενου agent για το διάβασμα μεταβλητής του MIB και στη συνέχεια αλλαγής της τιμής του.

(Εκτός εξεταστέας ύλης).

#### 3. Σε τι χρειάζονται τα communities στο SNMP;



(Εκτός εξεταστέας ύλης).

4. **Με ποιο τρόπο μπορούμε να αποτρέψουμε τη διαχείριση των agents από σταθμούς που προσπαθούν να διαχειριστούν τους agents με χρήση του σωστού community name, αλλά στην πραγματικότητα δεν είναι οι πραγματικοί managers;**

(Εκτός εξεταστέας ύλης).

5. **Ποιο γκρουπ του RMON δίνει πληροφορίες και για τα επτά επίπεδα του μοντέλου OSI;**

(Εκτός εξεταστέας ύλης)

6. **Περιγράψτε με δικά σας λόγια τις έννοιες: αυθεντικότητα, ακεραιότητα, εμπιστευτικότητα και εγκυρότητα.**

- **Αυθεντικότητα (authentication):** Είναι απόδειξη της ταυτότητας του χρήστη για παροχή πρόσβασης στα αγαθά συστήματος.
- **Ακεραιότητα (integrity):** Είναι η διασφάλιση ότι τα δεδομένα έχουν υποστεί αλλαγές μόνο από εξουσιοδοτημένα άτομα.
- **Εμπιστευτικότητα (confidentiality):** Είναι ο περιορισμός της πρόσβασης στα δεδομένα μόνο σε άτομα που επιτρέπεται να έχουν πρόσβαση σε αυτά.
- Ως **Εγκυρότητα (validity)** εννοούμε την απόλυτη ακρίβεια και πληρότητα μιας πληροφορίας. Η Εγκυρότητα είναι ο συνδυασμός της Ακεραιότητας και της Αυθεντικότητας.

7. **Ποιοι μπορεί να είναι οι λόγοι, για τους οποίους αρκετές φορές δεν λαμβάνουμε μέτρα ασφάλειας για όλους τους πιθανούς κινδύνους, που αντιμετωπίζει το πληροφοριακό μας σύστημα;**

- Αδυναμία εντοπισμού των αγαθών του δικτύου τα οποία χρήζουν προστασίας.
- Αδυναμία εντοπισμού των πιθανών κινδύνων.
- Υψηλό κόστος υλοποίησης της ασφάλειας (κόστος υλικών, ανθρώπινου δυναμικού, λειτουργικό κόστος για τη συντήρηση της ασφάλειας στο πληροφοριακό σύστημα). (Δείτε σελ. 316, στις δύο τελευταίες παραγράφους).

8. **Αναφέρατε τους τρόπους που μπορεί να γίνει αποκάλυψη των σταθερών passwords, που χρησιμοποιούνται για την πρόσβαση στα συστήματα.**

Για την αποκάλυψη κωδικών πρόσβασης χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, όπως:

- **προγράμματα**, που σε μικρό χρονικό διάστημα μπορούν να δοκιμάσουν πολλούς συνδυασμούς χαρακτήρων και αριθμών.
- **παρακολούθηση των πλήκτρων** (keystroke monitoring), όταν κάποιος εισάγει τον κωδικό είτε με
  - εκτέλεση **προγράμματος**, που παρακολουθεί τα πλήκτρα, που έχουν χρησιμοποιηθεί σε ένα πληκτρολόγιο και η αποθήκευση σε ένα αρχείο
  - **παρακολούθηση** της ακτινοβολίας της οθόνης (δύσκολος τρόπος).
- Μέθοδος της **social engineering**, που επικεντρώνεται στην παραπλάνηση των χρηστών για την απόκτηση πληροφοριών.
- Χρήση **εξωτερικής ή εσωτερικής βία**. Με την εξωτερική βία απειλείται η σωματική του ακεραιότητα ενός χρήστη προκειμένου να αποκαλύψει το password, που χρησιμοποιεί. Με την εσωτερική βία αναφερόμαστε στην περίπτωση, όπου κάποιος αντιγράφει νόμιμα ή παράνομα κρυπτογραφημένα password και μετά εκτελεί πρόγραμμα crack, για να τα αποκρυπτογραφήσει.

9. **Ποια μέθοδος εξασφαλίζει καλύτερα την αυθεντικότητα των μηνυμάτων: α) η συμμετρική κρυπτογράφηση β) η ασυμμετρική κρυπτογράφηση.**

Ως Αυθεντικότητα ορίζεται η απόδειξη της ταυτότητας του χρήστη για παροχή πρόσβασης στα αγαθά του συστήματος. Έλεγχος της ταυτότητας του χρήστη παρέχει μόνο η **ασυμμετρική κρυπτογράφηση** με αποτέλεσμα να εξασφαλίζει καλύτερα την αυθεντικότητα των μηνυμάτων.

## 10. Τι εννοούμε με τον όρο **εικονικά ιδιωτικά δίκτυα**<sup>5</sup>;

Τα εικονικά ιδιωτικά δίκτυα είναι μια τεχνολογία για τη χρήση του δημόσιου μέσου μεταφοράς (δηλαδή του Διαδικτύου) ως μέσου ασφαλούς σύνδεσης ιδιωτικών δικτύων. Με τη βοήθεια και της τεχνολογίας tunneling, τα δεδομένα κρυπτογραφούνται, περικλείονται σε πακέτα TCP/IP και μεταδίδονται μέσω του Διαδικτύου. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ένα ασφαλές κανάλι μεταφοράς δεδομένων μέσα από το Διαδίκτυο.

## 11. Τι ρόλο αναλαμβάνει ο **firewall** μέσα σε δίκτυο και σε ποια σημεία του δικτύου μας συνήθως τον τοποθετούμε;

Με την έννοια **firewall** αναφερόμαστε στο σύνολο των προγραμμάτων / φίλτρων, που έχουμε εγκαταστήσει σε πύλες (σημεία σύνδεσης) του εσωτερικού μας δικτύου με άλλα δίκτυα, π.χ το Internet ή άλλο ιδιωτικό / δημόσιο δίκτυο, που δεν ελέγχονται από εμάς.

Οι συσκευές όπου εγκαθίστανται τα προγράμματα / φίλτρα που συνθέτουν ένα Firewall, είναι **δρομολογητές** και **εξυπηρετητές** ειδικοί για τον σκοπό αυτόν.

Με τους κανόνες που έχουμε επιβάλει στο firewall, μπορούμε να **επιτρέψουμε** την **πρόσβαση** από τα μη έμπιστα δίκτυα προς συγκεκριμένους εξυπηρετητές του εσωτερικού μας δικτύου, καθώς επίσης και το **είδος των εφαρμογών**, που επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουν οι μη έμπιστοι χρήστες, για να συνδεθούν σε αυτούς.

## 12. Αναφέρατε ενδεικτικά μέτρα στο δικτυακό - τηλεπικοινωνιακό εξοπλισμό για την αποφυγή καταστροφών κατανεμημένου πληροφοριακού συστήματος.

Τα περισσότερα πληροφοριακά συστήματα, σήμερα, είναι **κατανεμημένα** και οι εφαρμογές τους κάνουν χρήση της αρχιτεκτονικής **client - server**. Στις περιπτώσεις αυτές, το κτίριο με τον **κεντρικό υπολογιστή** (main site) αποτελεί το πιο κρίσιμο σημείο του συστήματος. Για το λόγο αυτό υπάρχουν πολλοί οργανισμοί που έχουν υλοποιήσει δύο κεντρικά site, έτσι ώστε σε περίπτωση καταστροφής του ενός αυτόματα να αναλάβει το δεύτερο. Η ύπαρξη δύο site προϋποθέτει δύο κεντρικά σχεδόν ισοδύναμα υπολογιστικά συστήματα, καθώς και την κατάλληλη τηλεπικοινωνιακή υποδομή για την πρόσβαση των διαφόρων κατανεμημένων σημείων με τα δύο κεντρικά site.

Επίσης, τα κεντρικά site θα πρέπει να περιλαμβάνουν πρόβλεψη για επαλληλία των κεντρικών switches, routers καθώς και εναλλακτικότητα στη διασύνδεση των διαφόρων εσωτερικών LAN.

Επιπλέον, θα πρέπει να έχουν καταστρωθεί και σχέδια για αντίστοιχες εφεδρικές λύσεις τόσο για τη τα συστήματα εξοπλισμού του πληροφοριακού συστήματος όσο και για τις εφαρμογές και τα δεδομένα (π.χ. την πολιτική των back up).

<sup>5</sup> Ορισμός για τα εικονικά ιδιωτικά δίκτυα δεν αναφέρεται στις υπό εξέταση σελίδες. Αναφορά στα VPN γίνεται στη σελ. 325, προτελευταία σειρά. Επιπλέον, η §6.9 η οποία αναφέρεται στα εικονικά ιδιωτικά δίκτυα είναι εκτός εξεταστέας ύλης.

# Μέρος II

Η θεωρία<sup>6</sup> σε ερωτήσεις και απαντήσεις



---

<sup>6</sup> Οι ερωτήσεις έχουν ως στόχο την καλύτερη αφομοίωση της θεωρίας της διδακτέας ύλης. Προσοχή όμως! **Η ΒΑΣΙΚΗ ΠΗΓΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΙΝΑΙ ΤΟ ΣΧΟΛΙΚΟ ΒΙΒΛΙΟ.**



# Κεφάλαιο 6

## ΔΙΚΤΥΑ ΕΥΡΕΙΑΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

### Ερωτήσεις Θεωρίας

#### 6.1 Επεκτείνοντας το δίκτυο

1. Ποια είναι η διαφορά των WAN από τα LAN αναφορικά με την περιοχή κάλυψης; Με ποιο τρόπο δημιουργούνται τα WAN;

Τα τοπικά δίκτυα (LAN) διαθέτουν **περιορισμένη απόσταση κάλυψης**. Για να ικανοποιηθεί η διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για επικοινωνία σε **ευρύτερες γεωγραφικές** εκτάσεις, αναπτύσσονται τα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Network, WAN).

Η **επέκταση** των τοπικών δικτύων και ο σχηματισμός δικτύων WAN επιτυγχάνεται με τη χρήση κατάλληλων **γραμμών σύνδεσης** και στοιχείων, όπως **modem, γέφυρες, δρομολογητές**, κ.α.

2. Με ποιο τρόπο δημιουργούνται οι γραμμές WAN;

Για την ανάπτυξη γραμμών WAN μπορεί να χρησιμοποιούνται **δίκτυα μεταγωγής** (κυκλώματος, πακέτου), **δορυφορικές συνδέσεις, μικροκυματικές συνδέσεις, οπτικές ίνες**, ακόμα και συστήματα **καλωδιακής τηλεόρασης**.

3. Είναι Σ ή Λ ότι ένα δίκτυο WAN λειτουργεί σε γενικές γραμμές με παρόμοιο τρόπο, όπως το LAN, ως προς το χρήστη;

Είναι Σ .

4. Με ποιο τρόπο μια εταιρεία μπορεί να κάνει χρήση των γραμμών WAN;

Επειδή είναι αρκετά δύσκολο για μια εταιρεία να εγκαταστήσει και να διαχειριστεί από μόνη της τις γραμμές WAN, συνήθως τις **νοικιάζει από τηλεπικοινωνιακό φορέα**, ο οποίος μπορεί να έχει αναπτύξει την απαραίτητη σε εξοπλισμό αλλά και γεωγραφική εξάπλωση υποδομή.

5. Να αναφέρετε α)μερικές παραδοσιακές και β)μερικές νεότερες τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις υπηρεσίες δικτύων ευρείας περιοχής (υπηρεσίες WAN).

Οι τεχνολογίες, που χρησιμοποιούνται στις υπηρεσίες δικτύων ευρείας περιοχής (υπηρεσίες WAN) που παρέχονται ως υπηρεσίες από τους διάφορους τηλεπικοινωνιακούς φορείς, είναι οι **παραδοσιακές**:

- Επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές
- Μόνιμες ή μισθωμένες γραμμές
- X.25

αλλά και οι πιο **πρόσφατες**:

- Frame Relay
- ISDN
- ATM
- xDSL

#### 6.2 Επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές

1. Ποιο δίκτυο αναφέρεται ως δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (PSTN); Ποιος είναι ο ρόλος του στο σχηματισμό WAN;

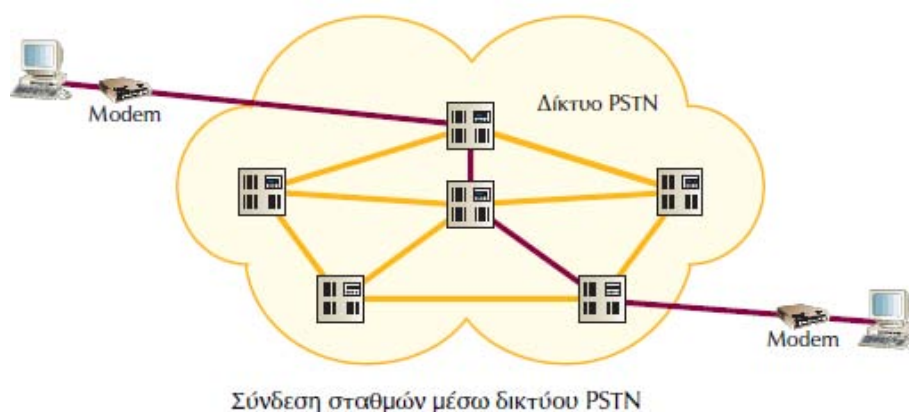
Δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (Public Switched Telephone Network, PSTN) ονομάζεται το δίκτυο που εκτείνεται σε όλο τον κόσμο και χρησιμοποιείται για την

επικοινωνία μέσω τηλεφωνικών συσκευών. Το ίδιο δίκτυο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την επικοινωνία υπολογιστών.

Για το χώρο των υπολογιστών, το PSTN, προσφέρει μέσω των επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών, τις γραμμές σύνδεσης που απαιτούνται για το σχηματισμό WAN.

## 2. Για ποιο λόγο χρησιμοποιούνται τα modem και τι ακριβώς κάνουν;

Ο αρχικός σχεδιασμός του PSTN έγινε για τη μετάδοση φωνής και όχι για τη μετάδοση ψηφιακών δεδομένων. Για να γίνει εφικτό να μεταδοθούν τα ψηφιακά δεδομένα απαιτούνται ειδικές συσκευές, τα modem. **Ένα modem μετατρέπει τα ψηφιακά σήματα σε αναλογικά και το αντίστροφο.** Πιο αναλυτικά, το modem μετατρέπει τα ψηφιακά σήματα του υπολογιστή σε αναλογικά, προκειμένου να μεταδοθούν μέσω των τηλεφωνικών γραμμών. Μόλις τα δεδομένα σε αναλογική μορφή φθάσουν στον υπολογιστή - παραλήπτη, γίνεται η αντίστροφη διαδικασία. Μετατρέπεται δηλαδή το αναλογικό σήμα σε ψηφιακό και με αυτόν τον τρόπο γίνεται αντιληπτό στον υπολογιστή – παραλήπτη.



## 3. Τι μπορούμε να παρατηρήσουμε για την ποιότητα των επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών; Ποια η μέγιστη ταχύτητα ροής των δεδομένων;

Η ποιότητα των επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών δεν είναι σταθερή αλλά εξαρτάται από την ποιότητα των γραμμών, που συμμετέχουν στη δημιουργία της σύνδεσης. Η ταχύτητα ροής δεδομένων μπορεί να φθάσει σε αυτές τις γραμμές και τα 56 Kbps<sup>7</sup>.

## 4. Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές;

Μερικές τυπικές εφαρμογές των επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών είναι:

- Η πρόσβαση στο Διαδίκτυο.
- Άλλες on-line υπηρεσίες χαμηλής ταχύτητας.
- Η σύνδεση απομακρυσμένου κόμβου με το τοπικό δίκτυο.
- Η τηλεργασία.

Επίσης, χρησιμοποιούνται ως εφεδρικές γραμμές σε περίπτωση βλάβης μόνιμων γραμμών.

## 5. Συνοψίστε σε πίνακα, τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τις βασικές χρήσεις των επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών.

<sup>7</sup> Σήμερα, χρησιμοποιούνται άλλες τεχνικές για τη μετάδοση ψηφιακού σήματος μέσα από τηλεφωνικές γραμμές με υψηλή ταχύτητα.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Υψηλή διαθεσιμότητα	Μικρή ταχύτητα	Απομακρυσμένη πρόσβαση
Μικρό κόστος	Μεταβλητή ποιότητα και αξιοπιστία	Εφαρμογές χωρίς απαιτήσεις υψηλής ταχύτητας

Χαρακτηριστικά επιλεγόμενων γραμμών

## 6.5 ISDN

### 1. Ποια μειονεκτήματα παρουσιάζει η χρήση ξεχωριστών δικτύων για παροχή υπηρεσιών φωνής, εικόνας, βίντεο και δεδομένων;

Η ανάπτυξη ξεχωριστών δικτύων για κάθε υπηρεσία έχει μειονεκτήματα, όπως :

- Μεγάλο διαχειριστικό **κόστος** για τον **τηλεπικοινωνιακό φορέα**.
- Αυξημένο **κόστος** για το **χρήστη**, λόγω του ποικίλου και **διαφορετικού εξοπλισμού**, που χρησιμοποιεί η κάθε τεχνολογία.
- Αποθάρρυνση της **εμπορικής ανάπτυξης**.

### 2. Τι είναι το ISDN;

Το ISDN είναι μια τεχνολογία η οποία επιτρέπει στους χρήστες να μεταδίδουν φωνή, εικόνα και δεδομένα, σε ψηφιακή μορφή μέσα από την υπάρχουσα υποδομή δισύρματων τηλεφωνικών καλωδίων.

### 3. Τι σημαίνουν τα αρχικά ISDN;

Integrated Services Digital Network - Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών.

### 4. Τι σημαίνουν τα αρχικά POTS και σε ποια τεχνολογία αναφέρονται;

POTS → Plain Old Telephone System. Είναι το παλαιό τηλεφωνικό σύστημα με τα δισύρματα καλώδια, τα οποία κυρίως στόχευαν στη μετάδοση φωνής με αναλογικό τρόπο.

### 5. Γιατί είναι σημαντική η τεχνολογία ISDN σε σχέση με τα δισύρματα τηλεφωνικά καλώδια (τα κοινά καλώδια του ΟΤΕ που καταλήγουν στα σπίτια των περισσότερων από εμάς);

Ο σκοπός των παλαιών τηλεφωνικών καλωδίων (δισύρματων), τα οποία είχαν τοποθετηθεί από τον ΟΤΕ, ήταν να εξυπηρετούν την αναλογική μετάδοση της φωνής (κλασική τηλεφωνία). Η τεχνολογία ISDN έδωσε τη δυνατότητα η μεγάλη αυτή προϋπάρχουσα υποδομή να χρησιμοποιηθεί για τη μετάδοση ψηφιακού σήματος με όλα τα πλεονεκτήματα που αυτό συνεπάγεται (παροχή υπηρεσιών ήχου, εικόνας, video, δεδομένων κτλ).

### 6. Ποια είναι τα βασικά στοιχεία, τα οποία χαρακτηρίζουν το ISDN;

- Η **ψηφιακή μετάδοση**. Όλα τα σήματα μεταδίδονται σε ψηφιακή μορφή απ' άκρη σ' άκρη του δικτύου, δηλαδή από τη μια τερματική γραμμή έως την άλλη.
- Η **σηματοδοσία**, που γίνεται μέσω **ιδιαίτερου καναλιού** (common channel signaling). Με τον όρο **σηματοδοσία** ορίζουμε όλα εκείνα τα **βοηθητικά σήματα** με τα οποία διαχειριζόμαστε μια **επικοινωνία** (έναρξη, κλήση, κουδούνισμα κλπ).
- Η **ενιαία** και **πολλαπλού σκοπού διασύνδεση** των χρηστών στο δίκτυο. Ένας χρήστης μπορεί να απολαμβάνει τις **διάφορες υπηρεσίες** του δικτύου με **μια** και μόνο σύνδεση μέσω της ίδιας πρίζας.

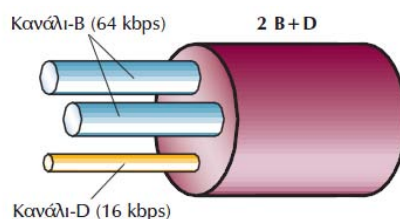
### 7. Ποιους τύπους πρόσβασης παρέχει το δίκτυο ISDN;

Το δίκτυο ISDN παρέχει δύο τύπους πρόσβασης, τη διεπαφή **βασικού ρυθμού** και τη διεπαφή **πρωτεύοντος ρυθμού**.

### 8. Περιγράψτε τη διεπαφή βασικού ρυθμού.

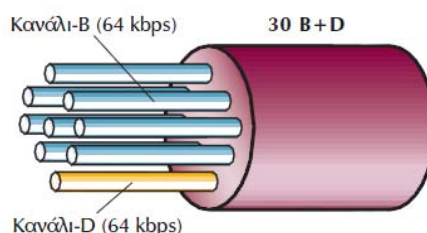
Η διεπαφή **βασικού ρυθμού** (Basic Rate Interface, BRI), παρέχει **δύο κανάλια φορείς** (2 κανάλια-B) κι **ένα κανάλι σηματοδότησης** (1 κανάλι-D). Κάθε **κανάλι-B** έχει ρυθμό μετάδοσης **64 Kbps** και χρησιμοποιείται για τη μεταφορά **ψηφιοποιημένης φωνής και δεδομένων**. Το **κανάλι-D** έχει ρυθμό μετάδοσης **16 Kbps** και χρησιμοποιείται για την **εγκαθίδρυση και διαχείριση** της σύνδεσης.

Οι τηλεπικοινωνιακοί φορείς δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες-πελάτες τους να χρησιμοποιούν το ένα ή και τα δύο κανάλια-B, πράγμα που σημαίνει, ότι η σύνδεση βασικού ρυθμού μπορεί να παρέχει ρυθμό μετάδοσης μέχρι 144 Kbps (2B + D).



### 9. Περιγράψτε τη διεπαφή πρωτεύοντος ρυθμού.

Η διεπαφή **πρωτεύοντος ρυθμού** (Primary Rate Interface, PRI) παρέχει **30 κανάλια** των **64 Kbps** (**30 B-κανάλια**) κι ένα κανάλι των **64 Kbps** (**1 D-κανάλι**). Το εύρος ζώνης ενός ακόμη καναλιού των **64 Kbps** χρησιμοποιείται για **πλαίσωση** (framing) και **συντήρηση** του δικτύου. Έχουμε, έτσι, **συνολικό ρυθμό μετάδοσης 2,048 Mbps**, που άλλωστε είναι και η ταχύτητα που υποστηρίζει μια ψηφιακή γραμμή E1. Στη Β. Αμερική και Ιαπωνία έχουμε 23B+1D κανάλια (όλα των 64 Kbps) και άλλα 8 Kbps πλεονασμό, άρα, συνολικό ρυθμό 1,544 Mbps (μια ψηφιακή γραμμή T1).



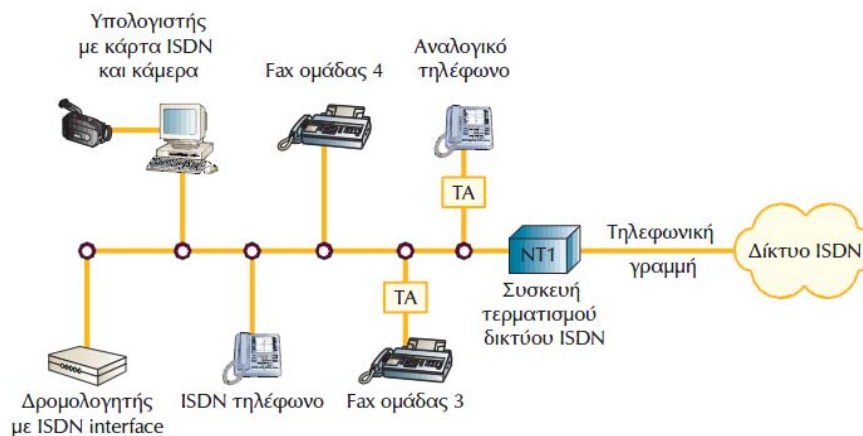
### 10. Σε ποιο σημείο συνδέεται μια συσκευή N1; Ποιες είναι οι υπηρεσίες που προσφέρει;

Το ISDN απαιτεί την εγκατάσταση μιας ειδικής συσκευής στη μεριά του χρήστη, της συσκευής τερματισμού δικτύου **NT1**. Ο τηλεπικοινωνιακός φορέας τοποθετεί τη συσκευή αυτή στο **χώρο του χρήστη-συνδρομητή** και μετά τη **συνδέει** με τον **κόμβο ISDN** στο τηλεφωνικό κέντρο, αρκετά χιλιόμετρα μακριά, χρησιμοποιώντας το συνεστραμμένο ζεύγος καλωδίων, που παλιότερα χρησιμοποιείτο στη σύνδεση με το τηλέφωνο του συνδρομητή.

Στη συνέχεια, η κίνηση **δρομολογείται** από το δίκτυο του τηλεπικοινωνιακού φορέα (με τεχνικές μεταγωγής πακέτων, κυκλώματος κ.α.). Στη συσκευή τερματισμού **NT1** είναι δυνατό να συνδεθούν μέχρι **8 συσκευές** σε απόσταση **150 μέτρα**.

Οι συσκευές μπορεί να είναι συσκευές ειδικά σχεδιασμένες για το δίκτυο ISDN, όπως ψηφιακή τηλεφωνική συσκευή, Fax ομάδας 4, εικονοτηλέφωνο, δρομολογητής, ή απλές συσκευές, όπως η αναλογική τηλεφωνική συσκευή, κοινό τερματικό κ.α. Στην τελευταία περίπτωση, χρησιμοποιείται ειδική διάταξη, ο **τερματικός προσαρμογέας** (Terminal Adaptor, TA).





Ο εξοπλισμός του ISDN

11. **Τι σημαίνει ότι τα κανάλια B και D είναι λογικά και όχι φυσικά;**  
Σημαίνει ότι η διαίρεση των καναλιών γίνεται με «**λογικό**» τρόπο ενώ η τηλεφωνική γραμμή είναι η κλασσική δισύρματη γραμμή.
12. **Τι μπορεί να επιτύχει ο συνδυασμός πρωτεύοντος και βασικού ρυθμού;**  
Ο συνδυασμός βασικού και πρωτεύοντος ρυθμού είναι ιδανικός για τη δημιουργία ενός δικτύου με μια κεντρική θέση και πολλές περιφερειακές. Χρησιμοποιώντας σύνδεση πρωτεύοντος ρυθμού στην κεντρική θέση και συνδέσεις βασικού ρυθμού στις περιφερειακές θέσεις, η κεντρική θέση - υπολογιστής μπορεί να επικοινωνεί ταυτόχρονα με 30 διαφορετικές απομακρυσμένες θέσεις - υπολογιστές (23 αντίστοιχα για την Αμερική).
13. **Με ποιο τρόπο γίνεται η χρέωση στην υπηρεσία ISDN;**  
Η υπηρεσία ISDN είναι χρήσιμη, όταν η μετάδοση δεδομένων **δεν είναι συνεχής** και οι ανάγκες σε **ταχύτητα** κυμαίνονται. Ο χρήστης πληρώνει όσο διαρκεί η κλήση, γι' αυτό είναι αρκετά συνηθισμένο να χρησιμοποιείται σαν εφεδρική σύνδεση αφιερωμένων γραμμών.
14. **Τι μέσο μετάδοσης απαιτεί η τεχνολογία ISDN ευρείας ζώνης;**  
Απαιτεί τη χρήση οπτικής ίνας.
15. **Να καταγράψετε σε πίνακα τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τη βασική χρήση της τεχνολογίας ISDN.**

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Κόστος ανάλογο με την κίνηση	Αν και αναπτύσσεται διαρκώς, δεν είναι ακόμη παγκόσμια διαθέσιμη	Σποραδική κίνηση που περιλαμβάνει φωνή, εικόνα, δεδομένα
Μεταφορά φωνής, εικόνας και δεδομένων	Ακριβή για συνεχή μεταφορά δεδομένων	Σαν εφεδρική γραμμή μαζί με τις ασύγχρονες επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές
Γρήγορη εγκαθίδρυση σύνδεσης		
Χρήση υπάρχουσας υποδομής		
Ιδανική για χρήση σαν εφεδρική γραμμή		

Χαρακτηριστικά ISDN

## 6.8 xDSL

### 1. Τι σημαίνουν τα αρχικά xDSL;

xDigital Subscriber Line – Ψηφιακή συνδρομητική γραμμή. Το γράμμα «x» αφορά το σύνολο των διαφορετικών τεχνολογιών ADSL, R-ADSL, HDSL, SDSL και VDSL.

### 2. Τι επιτυγχάνει η τεχνολογία xDSL από πλευράς ταχύτητας μετάδοσης δεδομένων;

Η τεχνολογία xDSL κάνει δυνατή την επίτευξη **πολύ υψηλών ταχυτήτων μεταφοράς** δεδομένων μέσα από την υπάρχουσα τηλεφωνική καλωδιακή υποδομή και συγκεκριμένα μέσα από τα χάλκινα συνεστραμμένα ζεύγη καλωδίων, τα οποία χρησιμοποιούνται για να συνδέουν κάθε σπίτι με τον τηλεπικοινωνιακό φορέα.

Η τεχνολογία xDSL αποτελεί **εξέλιξη** –παραλλαγή της ISDN – BRI 2 (Η BRI2 περιλαμβάνει 2 κανάλια των 64 Kbps και ένα των 16 Kbps). Έτσι, στην xDSL χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνολογίες διαμόρφωσης, οι οποίες **χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης της γραμμής σε τρία κανάλια**: ένα για τη **μετάδοση της φωνής**, ένα για τη **μετάδοση δεδομένων προς τα πάνω** (upstream - από το χρήστη) κι ένα για τη **μετάδοση των δεδομένων προς τα κάτω** (downstream – προς το χρήστη).

### 3. Για ποιο λόγο η τεχνολογία xDSL επικρατεί αυτή την εποχή αναφορικά με τις συνδέσεις στο Διαδίκτυο;

Οι τεχνολογίες μετάδοσης δεδομένων **μέσω modem (V.90)** για ταχύτητες της τάξης των 56 Kbps μπορούν να θεωρηθούν **ικανοποιητικές μόνο** για εφαρμογές, όπως το **e-mail** και είναι τελείως ανεπαρκείς για απαιτητικές σε εύρος ζώνης εφαρμογές (όπως πολυμέσα, τηλεδιάσκεψη, βίντεο κατά παραγγελία κτλ).

Το **κόστος** εγκατάστασης **οπτικής ίνας** μέχρι το σπίτι (Fiber to the Home) για τη μεταφορά δεδομένων, είναι ακόμα αρκετά υψηλό<sup>8</sup>.

Η τεχνολογία **xDSL** μπορεί να προσφέρει ταχύτητες της τάξης των **Mbps** μέσα από αφόρτιστες<sup>9</sup> γραμμές και μάλιστα χωρίς τη χρήση ενισχυτών ή επαναληπτών. Υποστηρίζει τα πρότυπα **E1 (2,048 Mbps)** και **T1 (1,544 Mbps)** για τη μετάδοση δεδομένων, ενώ παράλληλα υποστηρίζει και τη μετάδοση φωνής. Χρησιμοποιεί **συσκευή τερματισμού** σε κάθε άκρο της σύνδεσης. Αυτή η συσκευή λειτουργεί **όπως το modem**, αφού λαμβάνει ροή ψηφιακού σήματος, που στη συνέχεια το μεταδίδει στην τηλεφωνική γραμμή με τη μορφή αναλογικού σήματος υψηλού ρυθμού (λέγεται για baseband modem).

<sup>8</sup> Έχει ξεκινήσει όμως η εγκατάσταση δικτύων οπτικής ίνας από διάφορους φορείς (εταιρείες, δήμους κτλ) είτε σε κανονική είτε σε πιλοτική μορφή.

<sup>9</sup> Αφόρτιστη γραμμή = γραμμή από την οποία έχουν αφαιρεθεί τα πηνία φόρτισης. Τα πηνία φόρτισης τοποθετούνταν παλαιότερα στις τηλεφωνικές γραμμές για να παρέχουν καλύτερη ποιότητα επικοινωνίας.

4. **Τι είναι τα πηνία φόρτισης και για ποιο λόγο απαιτείται η απουσία τους από την τεχνολογία xDSL;**

Τα πηνία φόρτισης (loading coils) τοποθετήθηκαν αρχικά κατά μήκος του συνδρομητικού βρόχου, με σκοπό να αυξήσουν την ποιότητα της τηλεφωνικής επικοινωνίας. Η τεχνολογία xDSL απαιτεί την απουσία τέτοιων πηνίων, τα οποία **περιορίζουν το εύρος ζώνης της γραμμής** μέχρι τα 3 έως 8 kHz (voice band).

5. **Τι παρατηρείτε σε σχέση με τις διάφορες παραλλαγές xDSL και τη μετάδοση των δεδομένων προς τις δύο κατευθύνσεις (upstream – downstream);**

Οι διάφορες παραλλαγές xDSL υποστηρίζουν **συμμετρική** ή **ασύμμετρη** μετάδοση δεδομένων. Αυτό σημαίνει, ότι τα δεδομένα μπορεί να μεταδίδονται με την **ίδια ή διαφορετική ταχύτητα** προς τις **δύο κατευθύνσεις** (downstream και upstream).

Έτσι, κάθε παραλλαγή μπορεί να είναι κατάλληλη για χρήση σε εφαρμογές, όπου απαιτείται υψηλότερη ταχύτητα στην κατεύθυνση μετάδοσης προς το χρήστη (π.χ. πρόσβαση σε ιστοσελίδες) ή ίδια ταχύτητα και προς τις δύο κατευθύνσεις (π.χ. υποκατάστατο για γραμμές E1, τηλεδιάσκεψη).

Τεχνολογία	Σημασία	Αριθμός Ζευγών	Ταχύτητα	Μέγιστη Απόσταση
ADSL	Asymmetric DSL	1	8 Mbps downstream	3 Km
			1,5 Mbps upstream	6,6 – 7,5 Km
ADSL Lite		1	1 Mbps downstream	
			384 Kbps upstream	
HDSL	High-bit-rate DSL	2	2 Mbps full duplex (E1)	3,5 – 4,5 Km
		3	1,5 Mbps full duplex (T1)	
SDSL	Single-line DSL	1	2 Mbps full duplex (E1)	3 Km
			1,5 Mbps full duplex (T1)	
VDSL	Very-high-bit-rate DSL	1	13 - 52 Mbps downstream	
			1,5 – 2,3 Mbps upstream	0,3 – 1,4 km

Οι τεχνολογίες xDSL

6. **Από τι εξαρτώνται οι ταχύτητες οι οποίες επιτυγχάνονται ανάμεσα στα baseband modem του παροχέα και του χρήστη;**

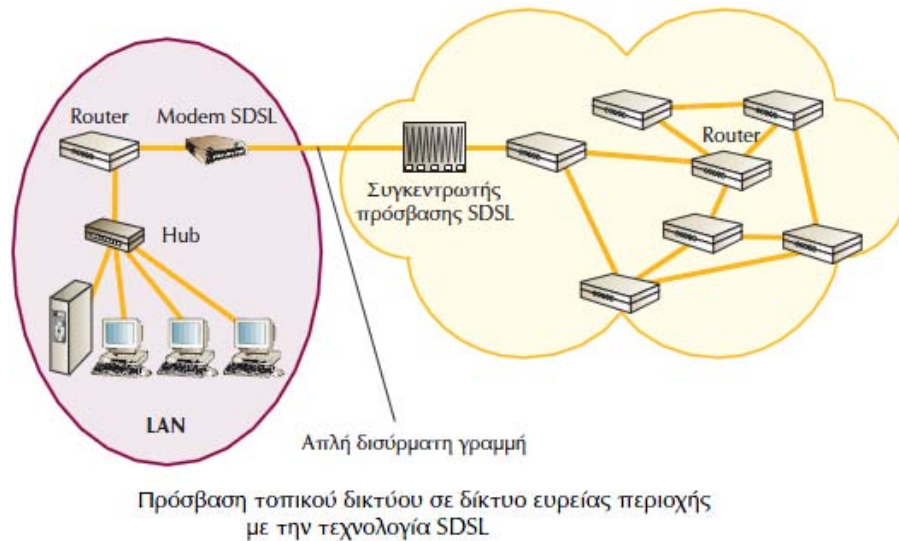
Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται ανάμεσα στα baseband modem, σε συνδέσεις xDSL, εξαρτώνται από την **απόσταση** και τη **διατομή των καλωδίων** που χρησιμοποιούνται στο τηλεφωνικό δίκτυο.

7. **Μπορείτε να αναφέρετε περιπτώσεις, όπου χρησιμοποιούμε κάποιες από τις παραλλαγές DSL;**

Από τα χαρακτηριστικά των τεχνολογιών xDSL βλέπουμε, ότι για **πρόσβαση στο Διαδίκτυο** μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνολογία **ADSL** ή ADSL Lite.

Αν οι απαιτήσεις σε ταχύτητα είναι πολύ μεγάλες, όπως στην περίπτωση **πολυμεσικών εφαρμογών Internet** ή τηλεόρασης **υψηλής ευκρίνειας**, μπορεί να χρησιμοποιηθεί τεχνολογία **VDSL**.

Στην περίπτωση **διασύνδεσης τοπικών δικτύων**, αντί για τις κλασικές ψηφιακές γραμμές E1/T1, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάποια από τις συμμετρικές τεχνολογίες **HDSL**, **SDSL**.



6. Να καταγράψετε σε πίνακα τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τη βασική χρήση της τεχνολογίας xDSL.

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Βασική χρήση
Αξιοποίηση υπάρχουσας υποδομής	Μικρή απόσταση	Πρόσβαση σε Internet, intranet, τηλεφωνία πάνω από IP,
Πολύ υψηλές ταχύτητες		Διασύνδεση τοπικών δικτύων, υποκατάστατο γραμμών E1/T1
Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας		Video κατά παραγγελία, τηλεόραση υψηλής ευκρίνειας
Υποστήριξη μετάδοσης δεδομένων και τηλεφωνίας μέσα από την ίδια τηλεφωνική γραμμή		

Χαρακτηριστικά xDSL

## Κεφάλαιο 7

### ΔΙΑΔΙΚΤΥΩΣΗ – INTERNET

#### Ερωτήσεις Θεωρίας

#### 7.1 Επίπεδο δικτύου

##### 7.1.1 Γενικές Αρχές

1. Με τι ασχολείται το επίπεδο δικτύου;

Το επίπεδο δικτύου ασχολείται με τη **μεταφορά των πακέτων** και καθορίζει τη **διαδρομή** που αυτά θα ακολουθήσουν.

2. Ποιο είναι το χαμηλότερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής OSI το οποίο ασχολείται με την από άκρου σε άκρο επικοινωνία;

Το **χαμηλότερο επίπεδο** της αρχιτεκτονικής OSI το οποίο ασχολείται με την από άκρου σε άκρο επικοινωνία είναι το επίπεδο δικτύου. Μπορούμε δηλαδή να θεωρήσουμε ότι **παρέχει μια νοητή γραμμή επικοινωνίας** μεταξύ δύο υπολογιστών οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός δικτύου.

### 3. Τι ονομάζεται επικοινωνιακό υποδίκτυο;

Επικοινωνιακό υποδίκτυο ονομάζεται το σύνολο των όλων των **ενδιάμεσων κόμβων** οι οποίοι εξασφαλίζουν την επικοινωνία μεταξύ δύο υπολογιστών. Το έργο του επικοινωνιακού υποδικτύου είναι η **μεταφορά** όλων των πακέτων από την πηγή στον προορισμό τους.

### 4. Σε κάθε κόμβο, ποιο επίπεδο αποφασίζει για τη διαδρομή που θα ακολουθήσει ένα πακέτο για να φθάσει στον επόμενο κόμβο; Σε ποιους παράγοντες βασίζεται η απόφαση;

Το **επίπεδο δικτύου** κάθε κόμβου είναι εκείνο που αποφασίζει για τη διαδρομή, που θα ακολουθήσει ένα πακέτο μέχρι να φτάσει στο επόμενο κόμβο. Η απόφαση αυτή βασίζεται στα στοιχεία, που διαθέτει ο κόμβος για την **τοπολογία του δικτύου** και την **κατάσταση των γραμμών** του. Το επιδιωκόμενο είναι να επιλέγεται κάθε φορά η **καλύτερη διαδρομή**.

### 5. Πότε μια διαδρομή πακέτων από κόμβο σε κόμβο μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η καλύτερη;

Μια διαδρομή μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η καλύτερη είτε αν είναι η **συντομότερη** είτε αν εξασφαλίζει **ομοιόμορφη φόρτιση** των γραμμών του επικοινωνιακού υποδικτύου. (Δεν πρέπει να παρατηρείται το φαινόμενο άλλες γραμμές του επικοινωνιακού υποδικτύου να είναι υπερφορτωμένες και άλλες άδειες).

### 6. Σε πόσα είδη κατατάσσονται οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο δικτύου στο επίπεδο μεταφοράς;

Οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο δικτύου στο επίπεδο μεταφοράς κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες: α) σε υπηρεσίες **χωρίς σύνδεση** β) σε υπηρεσίες **προσανατολισμένες σε σύνδεση**.

### 7. Ποιες φιλοσοφίες μπορεί να ακολουθεί η εσωτερική οργάνωση ενός επικοινωνιακού υποδικτύου;

Η εσωτερική οργάνωση ενός επικοινωνιακού υποδικτύου μπορεί να ακολουθεί είτε τη φιλοσοφία των **νοητών κυκλωμάτων (VC – virtual circuits)** ενώ η δεύτερη είναι των **αυτοδύναμων πακέτων (datagrams)**.

### 8. Περιγράψτε τη φιλοσοφία της οργάνωσης ενός επικοινωνιακού υποδικτύου με νοητά κυκλώματα.

Τα νοητά κυκλώματα χρησιμοποιούνται κυρίως για υπηρεσίες **με σύνδεση**. Οι αποφάσεις που αφορούν τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν τα πακέτα μιας σύνδεσης λαμβάνονται **πριν από την εγκατάσταση της σύνδεσης**. Όλα τα πακέτα που μεταδίδονται, ακολουθούν τον **ίδιο δρόμο**. Επομένως, όλοι οι κόμβοι του επικοινωνιακού υποδικτύου πρέπει να θυμούνται σε ποιο κόμβο πρέπει να προωθήσουν τα πακέτα της ίδιας σύνδεσης προκειμένου να ακολουθήσουν το ίδιο νοητό κύκλωμα. Για το σκοπό αυτό κάθε κόμβος του επικοινωνιακού υποδικτύου διατηρεί έναν **πίνακα** με μια καταχώρηση για κάθε νοητό κύκλωμα. Τα **στοιχεία** που περιλαμβάνει κάθε καταχώρηση είναι: **αριθμός εισερχομένου νοητού κυκλώματος, γραμμή εισόδου, αριθμός εξερχομένου νοητού κυκλώματος και γραμμή εξόδου**. Όταν γίνεται η εγκατάσταση μιας **σύνδεσης δικτύου**, ανατίθεται σε αυτή ένας **αναγνωριστικός αριθμός**, που λέγεται **αριθμός νοητού κυκλώματος**. Ο αριθμός αυτός επιλέγεται από τη συσκευή του αποστολέα και δεν πρέπει να χρησιμοποιείται από κάποια άλλη σύνδεση στην ίδια συσκευή. Αυτό, δε σημαίνει ότι και στους υπόλοιπους κόμβους από τους οποίους θα περάσει το πακέτο, ο συγκεκριμένος αριθμός νοητού κυκλώματος θα είναι ελεύθερος. Για το λόγο αυτό οι κόμβοι έχουν το δικαίωμα να

**τροποποιούν** τον αριθμό νοητού κυκλώματος των εισερχομένων πακέτων εάν αυτός χρησιμοποιείται ήδη από μια άλλη σύνδεση. Για να θυμούνται οι κόμβοι ποιος αριθμός νοητού κυκλώματος έχει τροποποιηθεί και πώς έχει γίνει η τροποποίηση, η πληροφορία καταχωρείται στους **πίνακες των κόμβων**.

**9. Ποια είναι τα στοιχεία που περιλαμβάνει ο πίνακας ενός κόμβου στην περίπτωση μιας σύνδεσης με τη μέθοδο των νοητών κυκλωμάτων;**

Τα στοιχεία που περιλαμβάνει ο πίνακας ενός κόμβου σε μια σύνδεση με τη μέθοδο των νοητών κυκλωμάτων είναι:

- Αριθμός εισερχόμενου νοητού κυκλώματος.
- Γραμμή εισόδου.
- Αριθμός εξερχόμενου νοητού κυκλώματος.
- Γραμμή εξόδου.

**10. Τι είναι ο αριθμός νοητού κυκλώματος.**

Ο αριθμός νοητού κυκλώματος είναι ένας **αναγνωριστικός αριθμός** ο οποίος ανατίθεται σε μια σύνδεση κατά την εγκατάστασή της.

**11. Ο αριθμός νοητού κυκλώματος εισόδου σε έναν κόμβο είναι απαραίτητα ο ίδιος με τον αριθμό νοητού κυκλώματος εξόδου για το ίδιο πακέτο;**

Όχι, ο αριθμός νοητού κυκλώματος εξόδου μπορεί να τροποποιηθεί, εφόσον ο αριθμός έχει δοθεί προηγουμένως σε νοητό κύκλωμα εξόδου διαφορετικού πακέτου. (Δείτε πίνακα Σχ. 7-3 σελ. 223).

**12. Είναι σωστό ή λάθος ότι οι αριθμοί νοητών κυκλωμάτων τόσο των εισερχόμενων πακέτων όσο και των εξερχόμενων πρέπει απαραίτητα να είναι διαφορετικοί;**

Είναι **Λ**. (Δείτε και σχ. 7-3). Οι αριθμοί εισερχόμενων νοητών κυκλωμάτων μπορεί να είναι ίδιοι π.χ. στον κόμβο Z η μπλε και η κόκκινη γραμμή σύνδεσης έχουν αριθμό VC και οι δύο το 3 ενώ στην έξοδο οι αριθμοί **VC** είναι και όλοι διαφορετικοί.

**13. Περιγράψτε την οργάνωση ενός επικοινωνιακού υποδικτύου με τη φιλοσοφία των αυτοδύναμων πακέτων (datagram).**

Στο υποδίκτυο, όπου χρησιμοποιείται η φιλοσοφία των αυτοδύναμων πακέτων, **δεν επιλέγεται η διαδρομή** την οποία πρέπει να ακολουθήσουν όλα τα πακέτα προκειμένου να φθάσουν στον προορισμό τους αλλά **κάθε πακέτο ακολουθεί τη δική του διαδρομή**. Αυτό συμβαίνει ακόμα και στην περίπτωση που έχουμε υπηρεσίες με σύνδεση. Στην περίπτωση αυτή οι κόμβοι διατηρούν πίνακες, που προσδιορίζουν σε ποια γραμμή(κόμβο) πρέπει να σταλεί ένα πακέτο για κάθε πιθανό προορισμό.

## 7.2 Τεχνολογία TCP/IP

### 7.2.1 Εισαγωγή στην τεχνολογία TCP/IP

**1. Τι δηλώνει ο όρος «TCP/IP»;**

Ο όρος TCP/IP αναφέρεται σε μια **ομάδα** ομοειδών πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται για την **επικοινωνία των δικτύων υπολογιστών** και τη **μεταφορά δεδομένων**. Τα δύο περισσότερο γνωστά πρωτόκολλα της ομάδας αυτής είναι το πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης (TCP - Transmission Control Protocol) και το πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP - Internet Protocol) αλλά η ομάδα περιλαμβάνει και άλλα πρωτόκολλα.

**2. Ποιοι ήταν οι σημαντικότεροι παράγοντες για την καθιέρωση του προτύπου TCP/IP;**

Οι σημαντικότεροι παράγοντες για την καθιέρωση του TCP/IP ήταν:

- Η ανάγκη ανάπτυξης μιας **προτυποποιημένης διαδικασίας επικοινωνίας** η οποία θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί από μια μεγάλη **ποικιλία** συστημάτων.

- Η ανάγκη για την επικράτηση **ενός μόνο προτύπου**.
- Το γεγονός ότι τα πρωτόκολλα του TCP/IP ήταν **εύκολα διαθέσιμα** στον καθένα.

### 3. Ποιο είναι το σημαντικότερο πλεονέκτημα του TCP/IP;

Το σημαντικότερο πλεονέκτημα του TCP/IP είναι ότι δύο υπολογιστές με **διαφορετικά χαρακτηριστικά**, προερχόμενοι από διαφορετικούς κατασκευαστές, **μπορούν να επικοινωνήσουν κατευθείαν** ο ένας με τον άλλο χωρίς να είναι απαραίτητες λειτουργίες μετατροπής δεδομένων από ένα πρωτόκολλο σε άλλο. Έτσι ένα ολόκληρο δίκτυο που αποτελείται από υλικό ποικίλων χαρακτηριστικών και διαφορετικών κατασκευαστών με διαφορετικά λειτουργικά συστήματα, μπορεί να λειτουργήσει με **τα ίδια πρωτόκολλα δικτύου**.

### 4. Να εξηγήσετε τους όρους “TCP/IP internet (TCP/IP διαδίκτυο)”, “παγκόσμιο Διαδίκτυο (Internet)”, “εσωτερικό ιδιωτικό δίκτυο τεχνολογίας TCP/IP (intranet)”.

- **TCP/IP internet** είναι ένα οποιοδήποτε δίκτυο το οποίο χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα TCP/IP.
- **(παγκόσμιο) Διαδίκτυο (Internet)** είναι το μεγαλύτερο δίκτυο στον κόσμο με εκατομμύρια υπολογιστές συνδεδεμένους, που εκτείνεται σε όλες τις ηπείρους και η λειτουργία του βασίζεται στην τεχνολογία TCP/IP.
- **Εσωτερικό ιδιωτικό δίκτυο τεχνολογίας TCP/IP (intranet)** λέγεται το TCP/IP διαδίκτυο μιας επιχείρησης, το οποίο χρησιμοποιεί υπηρεσίες Διαδικτύου και ειδικότερα την υπηρεσία Παγκόσμιου Ιστού (WWW) στο ιδιωτικό δίκτυο της επιχείρησης.

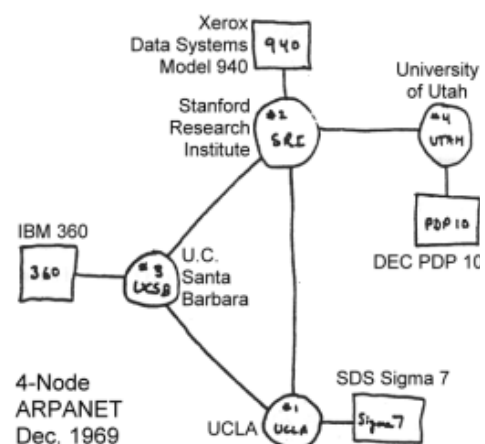
### 5. Μπορείτε να αναφέρετε μερικούς βασικούς ιστορικούς σταθμούς της πορείας και της εξέλιξης του Διαδικτύου καθώς επίσης και της καθιέρωσης του πρωτοκόλλου TCP/IP;

Το Διαδίκτυο δημιουργήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1960 από την Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων του Υπουργείου Αμύνης των Η.Π.Α (Advanced Research Projects Agency – **ARPA**<sup>10</sup>).

Η ARPA παρατήρησε ότι εκείνη την εποχή υπήρχε ραγδαία εξάπλωση των υπολογιστών στις στρατιωτικές επικοινωνίες, υπήρχε, όμως πρόβλημα στην μεταξύ τους επικοινωνία. Οι υπολογιστές αυτοί προέρχονταν από **διαφορετικούς κατασκευαστές** και ήταν σχεδιασμένοι να συνεργάζονται με υπολογιστές μόνο του ίδιου κατασκευαστή. Μέχρι τότε οι κατασκευάστριες εταιρίες χρησιμοποιούσαν πρωτόκολλα, των οποίων είχαν την αποκλειστική χρήση για την επικοινωνία των προϊόντων τους. Έτσι, ο στρατός είχε δίκτυα διαφόρων κατασκευαστών αλλά **δεν υπήρχε κάποιο κοινό πρωτόκολλο, για να υποστηρίξει την επικοινωνία των ετερογενών αυτών συστημάτων**.

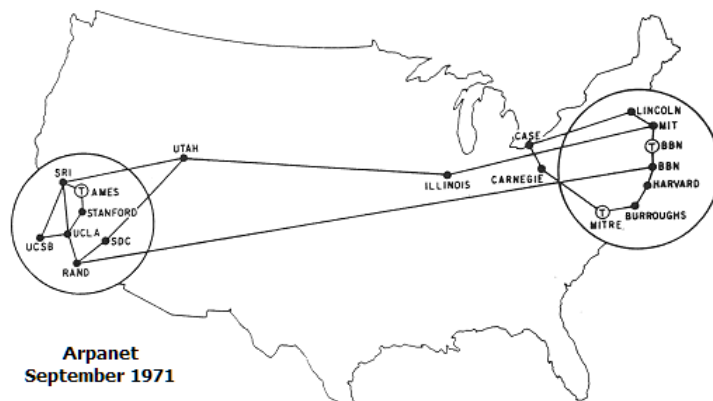
Για να **αντιμετωπισθούν** όλα αυτά τα προβλήματα, σε συνδυασμό με την ανάγκη **δημιουργίας συστήματος στρατιωτικών επικοινωνιών**, που θα συνέχιζε να λειτουργεί κάτω από συνθήκες πολέμου (όταν το μεγαλύτερο μέρος των τηλεπικοινωνιακών γραμμών θα είχε αχρηστευτεί), προτάθηκε ένα **δίκτυο μεταγωγής πακέτου**, που στηρίζονταν στην υπόθεση, ότι οι συνδέσεις του δικτύου μεταξύ των πόλεων είναι εντελώς αναξιόπιστες. Το **δίκτυο αυτό**, ονομάστηκε **ARPANET** και αποτελούνταν από μισθωμένες γραμμές, που συνδέονταν σε κόμβους μεταγωγής.

Το ARPANET τέθηκε σε επίσημη λειτουργία το 1971 και οι πρώτες υπηρεσίες, που πρόσφερε,



<sup>10</sup> Η υπηρεσία αυτή αργότερα μετονομάστηκε σε Defense Advanced Research Projects Agency - DARPA.

ήταν η **μεταφορά αρχείων** και η **απομακρυσμένη σύνδεση**. Αργότερα στις υπηρεσίες αυτές προστέθηκε και το **ηλεκτρονικό ταχυδρομείο**.



Προκειμένου να εξυπηρετηθούν οι αυξημένες ανάγκες του ARPANET, το **1974 παρουσιάστηκαν για πρώτη φορά τα πρωτόκολλα TCP/IP αλλά και η αρχιτεκτονική των δρομολογητών**. Η καινοτομία του νέου πρωτοκόλλου βρισκονταν στο ότι ήταν **ανεξάρτητο από τα χαμηλότερου επιπέδου λογισμικό και υλικό**, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι μέσω του νέου πρωτοκόλλου προτάθηκε η **παγκόσμια διασύνδεση**. Αυτές οι δύο ιδέες ήταν πολύ προοδευτικές, ιδιαίτερα για τον κόσμο των κατασκευαστών υλικού και λογισμικού, διότι **επέτρεπαν σε κάθε τύπο πλατφόρμας να συμμετέχει στο δίκτυο**, καταργώντας τους προηγούμενους περιορισμούς, που επιβάλλονταν από τους κατασκευαστές.

Το 1982 το TCP/IP καθιερώθηκε ως το **βασικό πρωτόκολλο** του αναπτυσσόμενου δικτύου, το οποίο συνέδεε πλέον συστήματα σε όλη την ήπειρο. Υπολογίστηκε ότι την πρώτη δεκαετία παρουσίας του TCP/IP ένας νέος υπολογιστής συνδέονταν στο ARPANET κάθε είκοσι μέρες.

Κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του ARPANET έγινε προφανές, ότι και ερευνητές μη στρατιωτικών εφαρμογών μπορούσαν να κάνουν χρήση και να αξιοποιήσουν τα πλεονεκτήματα του νέου δικτύου. Έτσι, δημιουργήθηκε το **MILNET** για καθαρά **στρατιωτικές εφαρμογές**, ενώ το **ARPANET** παρέμεινε για **ερευνητικές και άλλες μη στρατιωτικού χαρακτήρα δραστηριότητες**. Καθώς το ARPANET ξεπέρασε τα όρια του στρατιωτικού δικτύου και προστέθηκαν σε αυτό δίκτυα πανεπιστημίων, εταιριών, και κοινότητες χρηστών έγινε γνωστό ως **Διαδίκτυο (Internet)**.

### 7.2.2 Σχέση OSI και TCP/IP

1. **Να φτιάξετε ένα σχήμα με τα επίπεδα του μοντέλου OSI και δίπλα ένα άλλο με τα επίπεδα του TCP/IP. Τα δύο μοντέλα έχουν τα ίδια επίπεδα; Αντιστοιχίστε τα επίπεδα του μοντέλου OSI με τα επίπεδα του TCP/IP.**

Μοντέλο OSI	Μοντέλο TCP/IP (Internet)
Επίπεδο Εφαρμογής Επίπεδο Παρουσίασης Επίπεδο Συνόδου	Επίπεδο Εφαρμογής
Επίπεδο Μεταφοράς	Επίπεδο Μεταφοράς
Επίπεδο Δικτύου	Επίπεδο Δικτύου
Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων Φυσικό Επίπεδο	Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου (Φυσικές Συνδέσεις)

Μοντέλα OSI και TCP/IP



Το μοντέλο OSI αποτελείται από 7 επίπεδα ενώ το TCP/IP από 4.

**2. Ποια επίπεδα περιλαμβάνει το μοντέλο TCP/IP;**

Το μοντέλο TCP/IP περιλαμβάνει τέσσερα επίπεδα, **Πρόσβασης Δικτύου, Δικτύου, Μεταφοράς, Εφαρμογής.**

**3. Σε ποια επίπεδα των μοντέλων OSI και TCP/IP υπάρχει πλήρης αντιστοιχία;**

Πλήρης αντιστοιχία υπάρχει μόνο στα επίπεδα **Δικτύου** και **Μεταφοράς.**

**4. Σε ποια επίπεδα του OSI αντιστοιχεί το επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου του TCP/IP;**

Το επίπεδο **Πρόσβασης Δικτύου** του TCP/IP αντιστοιχεί α) στο επίπεδο **Σύνδεσης Δεδομένων** και β) στο **Φυσικό επίπεδο** του OSI.

**5. Σε ποια επίπεδα του OSI αντιστοιχεί το επίπεδο Εφαρμογής του TCP/IP;**

Το επίπεδο **Εφαρμογής** του TCP/IP αντιστοιχεί α) στο επίπεδο **Εφαρμογής** β) επίπεδο **Παρουσίασης** γ) επίπεδο **Συνόδου** του μοντέλου OSI.

**6. Να σχεδιάσετε τα επίπεδα του μοντέλου TCP/IP σε συνδυασμό με τα πρωτόκολλα, τα οποία χρησιμοποιούν.**

	Εφαρμογές	Εφαρμογές
Επίπεδο Εφαρμογής	(Telnet, FTP, SMTP)	(TFTP)
Επίπεδο Μεταφοράς	TCP	UDP
Επίπεδο Δικτύου	IP / ICMP	

Στοιβα πρωτοκόλλων του μοντέλου TCP/IP

**7. Να αναφέρετε τα πρωτόκολλα του επιπέδου Δικτύου, στο μοντέλο TCP/IP.**

Στο επίπεδο Δικτύου ανήκουν το πρωτόκολλο **Διαδικτύου (IP)** και το πρωτόκολλο **Μηνύματος Ελέγχου Διαδικτύου (Internet Control Message Protocol - ICMP).**

**8. Να αναφέρετε τα πρωτόκολλα του επιπέδου Μεταφοράς, στο μοντέλο TCP/IP.**

Στο επίπεδο Μεταφοράς βρίσκονται το πρωτόκολλο **Ελέγχου Μετάδοσης (Transfer Control Protocol - TCP)** και το πρωτόκολλο **Αυτοδύναμων Πακέτων Χρήστη (User Datagram Protocol - UDP).**

**9. Να αναφέρετε μερικά από τα πρωτόκολλα του Επιπέδου Εφαρμογής του μοντέλου TCP/IP. Ποια πρωτόκολλα του αμέσως κατώτερου επιπέδου χρησιμοποιεί το καθένα;**

Πρωτόκολλα, τα οποία αντιστοιχούν στο επίπεδο Εφαρμογής του μοντέλου TCP/IP, είναι τα Απομακρυσμένης Σύνδεσης (**Telnet**), Μεταφοράς αρχείων (File Transfer, **FTP**), Μεταφοράς Απλού Ταχυδρομείου (Simple Mail Transfer Protocol, **SMTP**), Απλή Μεταφορά Αρχείων (Trivial File Transfer Protocol **TFTP**).

Από αυτά, τα Telnet, FTP και SMTP χρησιμοποιούν το TCP, ενώ το TFTP χρησιμοποιεί το UDP.

**10. Περιγράψτε με συντομία τα βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες που επιτελεί το Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου.**

- Αντιπροσωπεύει το **χαμηλότερο** επίπεδο λειτουργικότητας που απαιτείται από ένα δίκτυο.
- Παρέχει την **πρόσβαση** στο φυσικό μέσο στο οποίο μεταδίδεται η πληροφορία με τη μορφή πακέτων.

- Περιλαμβάνει τα στοιχεία των **φυσικών συνδέσεων** (καλώδια, κάρτες δικτύου, αναμεταδότες, πρωτόκολλα πρόσβασης τοπικών δικτύων).
- Προσφέρει τις υπηρεσίες του στο επίπεδο Δικτύου.

#### 11. Περιγράψτε με συντομία τα βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες που επιτελεί το επίπεδο Δικτύου.

- Είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση στο φυσικό δίκτυο των πακέτων που δημιουργούνται από τα πρωτόκολλα TCP και UDP.
- Το πρωτόκολλο του επιπέδου Δικτύου (δηλ. το **IP**) ονομάζεται και **πρωτόκολλο Διαδικτύου** και είναι αυτό που εξασφαλίζει την παγκόσμια διασυνδεσιμότητα.  
Το πρωτόκολλο **IP** φροντίζει για:
  - την παροχή **λογικών διευθύνσεων** στα σημεία **επαφής** του με το φυσικό μέσο.
  - Την **αντιστοίχιση των λογικών διευθύνσεων με τις φυσικές διευθύνσεις**, οι οποίες παρέχονται από το επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου (ή από το υποεπίπεδο ελέγχου προσπέλασης μέσου – MAC (Media Access Control) του μοντέλο OSI).  
→ Χρησιμοποιώντας τα πρωτόκολλα:
    - **Μετατροπής Διευθύνσεων (ARP Address Resolution Protocol)**
    - **Αντίστροφης Μετατροπής Διευθύνσεων (RARP) (Reverse Address Resolution Protocol).**
- **Προβλήματα και ασυνήθιστες καταστάσεις** που σχετίζονται με το πρωτόκολλο IP, αναφέρονται από ένα ξεχωριστό πρωτόκολλο, το πρωτόκολλο **Μηνύματος Ελέγχου Διαδικτύου (ICMP- Internet Control Message Protocol)**.  
Το πρωτόκολλο Μηνύματος Ελέγχου Διαδικτύου (**ICMP**) είναι υπεύθυνο για:
  - Τον **έλεγχο** και τη **δημιουργία μηνυμάτων** που δηλώνουν την **κατάσταση των συσκευών** σε ένα δίκτυο.
  - Χρησιμοποιείται για τη μεταφορά **μηνυμάτων** (όπως μηνύματα **σφαλμάτων**), που προορίζονται **για ίδια χρήση** από τα **TCP/IP** και όχι από κάποιο συγκεκριμένο πρόγραμμα του χρήστη. Π.χ. αν κάποιος προσπαθεί να συνδεθεί σε έναν υπολογιστή ο οποίος δεν είναι διαθέσιμος, το σύστημά του μπορεί να λάβει μήνυμα πρωτοκόλλου ICMP, το οποίο θα λέει: «απρόσιτος υπολογιστής».

#### 12. Ποια είναι ο σκοπός και ποιες οι βασικές λειτουργίες του πρωτοκόλλου IP; Ποια άλλα πρωτόκολλα χρησιμοποιεί;

Δείτε τη δεύτερη παράγραφο της ερώτησης 11.

#### 13. Ποιο σκοπό εξυπηρετεί το πρωτόκολλο ICMP και για ποιες ενέργειες είναι υπεύθυνο; Δώστε ένα παράδειγμα.

Δείτε την τρίτη παράγραφο της ερώτησης 11.

#### 14. Περιγράψτε με συντομία τις λειτουργίες που επιτελεί το επίπεδο Μεταφοράς και τα βασικά πρωτόκολλα που περιλαμβάνει.

- Το επίπεδο Μεταφοράς **υλοποιεί τις συνδέσεις μεταξύ των υπολογιστών** ενός δικτύου.
- Το **βασικό** πρωτόκολλο του Επιπέδου Μεταφοράς είναι το **TCP** αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το **UDP**.
- Το **TCP είναι υπεύθυνο** για την εγκατάσταση **αξιόπιστων, ταυτόχρονων, δικατευθυντήριων συνδέσεων**:
  - **Αξιόπιστες**: Το TCP φροντίζει για την **αποκατάσταση των σφαλμάτων μετάδοσης** που τυχόν παρουσιάστηκαν. Έτσι τα Επίπεδα Εφαρμογής που κάνουν χρήση των υπηρεσιών που προσφέρει το TCP, θεωρούν ότι αυτό

παρέχει αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων και δεν ασχολούνται με τέτοια θέματα.

- **Ταυτόχρονες:** Σε κάθε υπολογιστή μπορούν να εγκατασταθούν ταυτόχρονα αρκετές συνδέσεις TCP και τα δεδομένα κάθε σύνδεσης μπορούν να διοχετεύονται παράλληλα αλλά ανεξάρτητα από τα δεδομένα των άλλων συνδέσεων.
- **Δικαιευθυντήριες:** Κάθε σύνδεση μπορεί να στέλνει αλλά και να λαμβάνει δεδομένα.
- Το **πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων (UDP-User Datagram-Protocol)** είναι
  - πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση<sup>11</sup>.
  - δεν είναι πολύ αξιόπιστο.
  - Χρησιμοποιείται για ειδικούς σκοπούς, από εφαρμογές που δεν απαιτούν μεγάλη αξιοπιστία (που την παρέχει το TCP) στο επίπεδο μεταφοράς.

**15. Ποια είναι τα πιο γνωστά πρωτόκολλα του Επιπέδου Μεταφοράς; Ποιο από αυτά είναι το πιο αξιόπιστο;**

Ερώτηση 14, δεύτερη παράγραφος. Πιο αξιόπιστο είναι το TCP.

**16. Ποιες ο σκοπός και οι ιδιότητες του TCP;**

Ερώτηση 14, τρίτη παράγραφος.

**17. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου UDP;**

Ερώτηση 14, τέταρτη παράγραφος.

**18. Περιγράψτε με συντομία τα βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες που επιτελεί το επίπεδο Εφαρμογής.**

Το επίπεδο Εφαρμογής:

- Παρέχει **εφαρμογές**, οι οποίες **χρησιμοποιούν** τα πρωτόκολλα του Επιπέδου Μεταφοράς. **Παραδείγματα** τέτοιων εφαρμογών είναι η μεταφορά αρχείων, η απομακρυσμένη σύνδεση και το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
- Αντιπροσωπεύει το **σημείο επαφής** του χρήστη με τη στοίβα πρωτοκόλλων της τεχνολογίας TCP/IP.

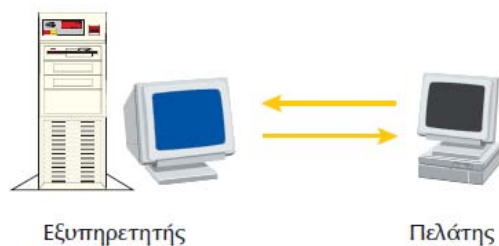
**19. Ποιο είναι το τυπικό μοντέλο που ακολουθείται από τις εφαρμογές TCP/IP; Να το περιγράψετε.**

Το τυπικό μοντέλο που ακολουθείται από τις εφαρμογές TCP είναι το μοντέλο **πελάτη – εξυπηρετητή** (client – server).

- Ο εξυπηρετητής είναι **διεργασία**, η οποία περιμένει να **λάβει αίτηση** από τη διεργασία **πελάτη**, προκειμένου να την εξυπηρετήσει.
- Η διεργασία εξυπηρετητή είναι **ενεργοποιημένη** σε κάποιον υπολογιστή και **ελέγχει** τις εισερχόμενες κλήσεις πελατών για να δει αν κάποια **απευθύνεται σε αυτή**.

---

<sup>11</sup> Με τον όρο «χωρίς σύνδεση», περιγράφεται η επικοινωνία μεταξύ δύο τελικών σημείων ενός δικτύου με βάση την οποία από το ένα σημείο μπορεί να σταλεί μήνυμα στο άλλο χωρίς ο αποστολέας να ελέγξει ότι ο παραλήπτης είναι σε θέση (έτοιμος και διαθέσιμος) να το δεχθεί. Εκτός από το UDP, πρωτόκολλα χωρίς σύνδεση είναι και τα ICMP, IPX, NetBEUI κτλ.



Πρότυπο Πελάτη – Εξυπηρετητή

- Όταν ένα πρόγραμμα χρειάζεται να πάρει **πληροφορία** από τον εξυπηρετητή, το πρόγραμμα λειτουργεί ως **πελάτης** και στέλνει **αίτηση** στη **διεργασία εξυπηρετητή**.
- Όταν η αίτηση του πελάτη **εξυπηρετηθεί**, ο εξυπηρετητής επιστρέφει στην κατάσταση **αναμονής** περιμένει να λάβει και να εξυπηρετήσει νέες αιτήσεις.

### 7.2.3 Βασικές αρχές Επικοινωνίας στην τεχνολογία TCP/IP και στο Διαδίκτυο

#### 1. Περιγράψτε – με συντομία- την επικοινωνία σύμφωνα με το μοντέλο TCP/IP.

Στο υψηλότερο επίπεδο, υπάρχουν οι εφαρμογές.

- Οι εφαρμογές χρησιμοποιούν τα επίπεδα **δικτύου** και **μεταφοράς**, για την επικοινωνία τους με εφαρμογές που τρέχουν σε άλλα συστήματα του δικτύου.
- Για τη **μετάδοση των δεδομένων** χρησιμοποιείται το **φυσικό μέσο**.

#### 2. Τι εφαρμογή είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο;

Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι μια εφαρμογή που επιτρέπει την αποστολή μηνυμάτων σε ηλεκτρονική μορφή από έναν υπολογιστή σε κάποιον άλλο.

#### 3. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες ενός πρωτοκόλλου το οποίο υποστηρίζει το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο;

Ένα πρωτόκολλο, το οποίο υποστηρίζει ένα πρόγραμμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου:

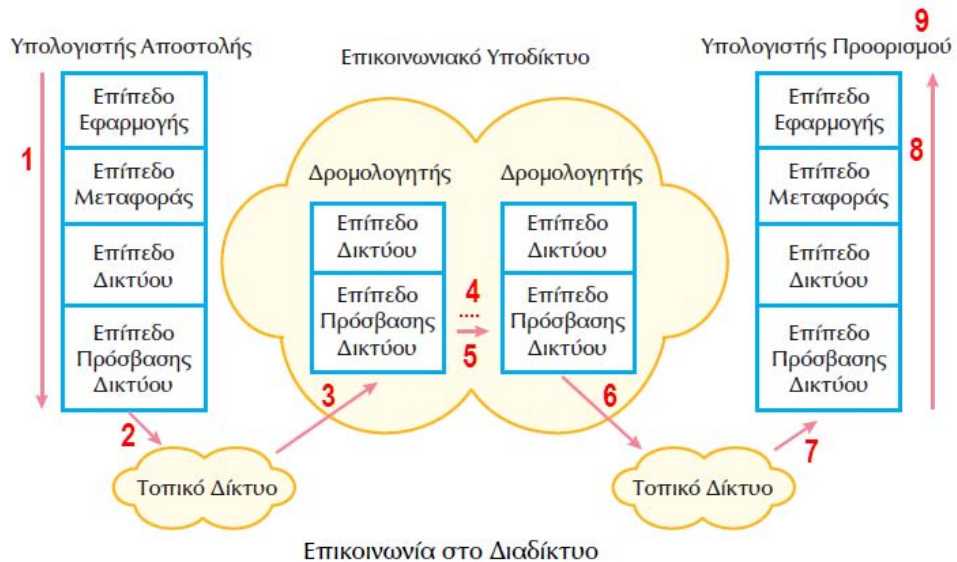
- Βρίσκεται στο **επίπεδο Εφαρμογής**.
- Ορίζει μια σειρά **μηνυμάτων / εντολών**, που ο ένας υπολογιστής στέλνει στον άλλο. Οι εντολές αυτές:
  - Προσδιορίζουν **ποιος στέλνει** το μήνυμα.
  - **Σε ποιον** απευθύνεται το μήνυμα.
  - Ποιο είναι το **περιεχόμενο** του μηνύματος.
- Θεωρεί ότι υπάρχει **αξιόπιστος τρόπος μετάδοσης** των μηνυμάτων μεταξύ των υπολογιστών.
- Είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε **συνδυασμό** με τα πρωτόκολλα TCP και IP. [Τα πρωτόκολλα TCP και IP αναλαμβάνουν να **μεταφέρουν** τα δεδομένα και έχουν την ευθύνη της **δρομολόγησης** και της **παράδοσης** των μηνυμάτων στον υπολογιστή προορισμού].

#### 4. Πόσα και ποια επίπεδα χρησιμοποιούν οι εφαρμογές οι οποίες βασίζονται στα πρωτόκολλα TCP/IP;

Οι εφαρμογές που βασίζονται στα πρωτόκολλα TCP/IP χρησιμοποιούν **τέσσερα** επίπεδα:

- Πρωτόκολλο **Εφαρμογής** (όπως το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο).
- Πρωτόκολλο **Μεταφοράς** (όπως το TCP που παρέχει υπηρεσίες στα διάφορα πρωτόκολλα εφαρμογών).
- Πρωτόκολλο **Επιπέδου Δικτύου** (όπως το IP, που παρέχει τις βασικές υπηρεσίες για τη μεταφορά των πακέτων στον προορισμό τους).
- Πρωτόκολλα, που είναι απαραίτητα για τη **διαχείριση του φυσικού μέσου** (όπως π.χ. το Ethernet).

5. Ποιο στοιχείο πρέπει να γνωρίζει ένας χρήστης προκειμένου να έχει πρόσβαση σε έναν άλλο υπολογιστή του Διαδικτύου; Τι πληροφορίες δίνει το στοιχείο αυτό;  
Το στοιχείο που πρέπει να γνωρίζει ο χρήστης προκειμένου να έχει πρόσβαση σε έναν άλλο υπολογιστή είναι η **διεύθυνσή** του στο Διαδίκτυο (Internet ή IP διεύθυνση). Η δομή της διεύθυνσης δίνει πληροφορίες για το πώς θα φθάσει το πακέτο στο σύστημα προορισμού.
6. Στην περίπτωση που η διεύθυνση δοθεί με όνομα (χαρακτήρες), με ποιο τρόπο προσδιορίζεται η IP διεύθυνση;  
Εφόσον η διεύθυνση δοθεί με όνομα, το λογισμικό του δικτύου το αναζητεί σε μια **βάση δεδομένων** και από εκεί παίρνει την αντίστοιχη IP διεύθυνση.
7. Είναι σωστό ή λάθος το ότι τα πρωτόκολλα TCP/IP έχουν χτιστεί με βάση την τεχνολογία χωρίς σύνδεση;  
Είναι Σ.
8. Με ποιο τρόπο μεταφέρεται η πληροφορία μεταξύ των συστημάτων που χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα TCP/IP;  
Η πληροφορία μεταφέρεται στο δίκτυο με τη μορφή **πακέτων**, όπου το καθένα μεταδίδεται **ανεξάρτητα** από τα υπόλοιπα και ακολουθεί το δικό του μονοπάτι μέχρι να φθάσει στον προορισμό του.
9. Μπορείτε να δώσετε ένα παράδειγμα για το πώς θα αποσταλεί ένα μεγάλο μήνυμα με τις διεργασίες του πρωτοκόλλου TCP;  
Έστω ότι πρόκειται να μεταδοθεί ένα αρχείο μεγέθους 15.000 byte. Τα πιο πολλά δίκτυα δεν είναι σε θέση να υποστηρίξουν πακέτα τέτοιου μεγέθους. Έτσι:
- Τα πρωτόκολλα **διασπών** το αρχείο σε μικρότερα πακέτα, π.χ. σε 30 πακέτα των 500 byte.
  - Κάθε πακέτο αποστέλλεται στον προορισμό του **ανεξάρτητα** από τα υπόλοιπα και ακολουθεί το δικό του μονοπάτι.
  - Κατά τη μεταφορά, το δίκτυο **δε γνωρίζει αν υπάρχει κάποια σχέση** μεταξύ των πακέτων. Άρα το πακέτο με αρ. 14 μπορεί να φθάσει στον προορισμό πριν από το πακέτο με αρ. 13.
  - Αν κάποια πακέτα λόγω προβλημάτων δεν φθάσουν στον προορισμό τους, αυτά **ξαναστέλνονται** με ευθύνη του πρωτοκόλλου TCP.
10. α) Πως ονομάζονται οι συσκευές, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να διασυνδεθούν τα πολλά διαφορετικά δίκτυα, που δημιουργούν το Διαδίκτυο; β) Ποια ομάδα πρωτοκόλλων πρέπει να χρησιμοποιεί κάθε ανεξάρτητο δίκτυο;  
α) Δρομολογητές β) τα πρωτόκολλα TCP/IP.
11. Περιγράψτε τη διαδικασία με την οποία ένα πακέτο πρέπει να μεταφερθεί μέσω του Διαδικτύου, από μια εφαρμογή που εκτελείται σε έναν υπολογιστή προς μια αντίστοιχη εφαρμογή που εκτελείται σε έναν άλλο υπολογιστή.



1. Τα δεδομένα **κατεβαίνουν** τα **πρωτόκολλα** του υπολογιστή αποστολής και καθώς φθάνουν στο επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου, σχηματίζουν το προς μετάδοση πακέτο.
2. Από το επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου, το πακέτο μεταβιβάζεται στο **τοπικό δίκτυο**.
3. Το τοπικό δίκτυο δρομολογεί το πακέτο στο **δρομολογητή** [συσκευή που διασυνδέει δύο διαφορετικά δίκτυα μεταξύ τους].
4. Το πακέτο μεταφέρεται από **δρομολογητή** σε **δρομολογητή** μέσω του επικοινωνιακού υποδικτύου στο Διαδίκτυο, μέχρι να φθάσει στον **δίκτυο προορισμού**.
5. Ο κάθε δρομολογητής **αναλύει** την **επικεφαλίδα** του πακέτου, για να καθορίσει αν το πακέτο απευθύνεται στο δικό του τοπικό δίκτυο. Εφόσον δεν απευθύνεται, το προωθεί.
6. Όταν το πακέτο φθάσει στον **δρομολογητή** του **δικτύου προορισμού**, ο δρομολογητής αναγνωρίζει ότι το πακέτο προορίζεται για το δικό του τοπικό δίκτυο και **το οδηγεί σε αυτό**.
7. Το τοπικό δίκτυο, προωθεί το πακέτο στον **υπολογιστή προορισμού**.
8. Στον υπολογιστή προορισμού, το πακέτο **περνά τα επίπεδα προς τα πάνω** μέχρι να φθάσει στο επίπεδο εφαρμογής.
9. Το κατάλληλο πρωτόκολλο του επιπέδου εφαρμογής παραδίδει το πακέτο στην εφαρμογή για την οποία προορίζεται.

## 7.3 Πρωτόκολλο TCP

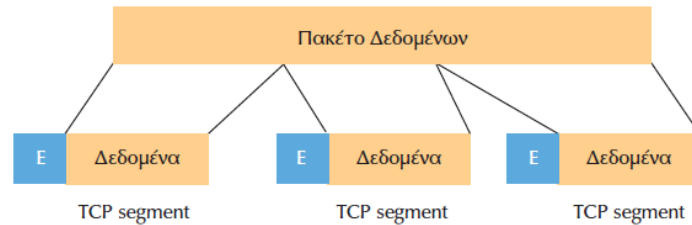
### 1. Τι είναι το πρωτόκολλο TCP;

Το πρωτόκολλο **Ελέγχου Μετάδοσης** (Transmission Control Protocol, TCP) είναι το **βασικό** πρωτόκολλο του Επιπέδου Μεταφοράς του μοντέλου TCP/IP.

- Παρέχει υπηρεσίες **προσανατολισμένες σε σύνδεση**.
- Εξασφαλίζει την **αξιόπιστη** μετάδοση δεδομένων και **την από άκρου σε άκρο επικοινωνία**.
- Το TCP λαμβάνει τα δεδομένα από τα πρωτόκολλα ανωτέρου επιπέδου.
- Τα προς μετάδοση δεδομένα, τα μεταδίδει μόνο όταν **συμπληρωθεί πακέτο με μέγεθος ίσο** με αυτό που έχει συμφωνηθεί κατά την εγκατάσταση της σύνδεσης.
- Όταν τα προς μετάδοση δεδομένα είναι **μεγαλύτερα** από το μέγεθος του πακέτου, **τα σπάει σε τμήματα** (segment).
- Όταν τα τμήματα TCP φθάσουν στον προορισμό τους, το πρωτόκολλο TCP είναι υπεύθυνο για να τα τοποθετήσει στη **σωστή σειρά** και να **επανασυνθέσει** το αρχικό μήνυμα.

- Σε περίπτωση, όπου λόγω κάποιου σφάλματος κάποια πακέτα δεν φθάσουν στον προορισμό τους, το TCP είναι υπεύθυνο για την **αναμετάδοσή** τους.
- Για να γίνει η μετάδοση των TCP τμημάτων, το πρωτόκολλο TCP τα **διαβιβάζει** στο **πρωτόκολλο IP**, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη **δρομολόγησή** τους και την **παράδοσή** τους στον τελικό προορισμό.

## 2. Τι είναι το τμήμα (segment) του πρωτοκόλλου TCP και από ποια μέρη αποτελείται;



Διάσπαση δεδομένων σε TCP τμήματα

Κάθε κομμάτι δεδομένων, του οποίου το μέγεθος **ισούται** με τη **μονάδα μεταφοράς** του πρωτοκόλλου TCP ενός συγκεκριμένου δικτύου, ονομάζεται τμήμα (segment). Ένα τμήμα αποτελείται από την **επικεφαλίδα (Ε)**, την οποία δημιουργεί το πρωτόκολλο TCP και τα προς **μετάδοση δεδομένα** που φθάνουν από το ανώτερο επίπεδο. Τα **πεδία** της επικεφαλίδας βοηθούν το πρωτόκολλο TCP να διαχειριστεί τα διάφορα τμήματα που λαμβάνει.

3. **Στον προορισμό, ποιο πρωτόκολλο είναι υπεύθυνο για την τοποθέτηση στη σωστή σειρά των τμημάτων (segment) ώστε να γίνει επανασύσταση του αρχικού μηνύματος;**  
Το TCP.
4. **Τι είναι ο Αριθμός Σειράς και σε ποιο μέρος του τμήματος TCP βρίσκεται;**  
Ο Αριθμός Σειράς είναι ένας αριθμός, ο οποίος βρίσκεται στην **Επικεφαλίδα** του τμήματος TCP και προσδιορίζει τη **θέση** του τμήματος στο αρχικό πακέτο. Για παράδειγμα αν ο αριθμός σειράς έχει την τιμή 3, αυτό σημαίνει ότι το τμήμα είναι το τρίτο σε σειρά από αυτά στα οποία διασπάστηκε το αρχικό πακέτο.
5. **Σε περίπτωση που κάποιο τμήμα – λόγω σφάλματος- δεν φθάσει στον προορισμό του, ποιο πρωτόκολλο είναι υπεύθυνο α) για την επαναμετάδοσή του β) για τη δρομολόγησή του;**  
α) Το TCP. β) Το IP.
6. **Είναι Σ ή Λ ότι το πρωτόκολλο TCP πρέπει να γνωρίζει τη σχέση ενός μεταδιδόμενου τμήματος με το προηγούμενο και το επόμενο του;**  
Είναι Λ.
7. **Με ποιο τρόπο εξασφαλίζεται ότι τα αποστέλλόμενα τμήματα φθάνουν στον προορισμό τους;**  
Για να εξασφαλισθεί ότι τα αποστέλλόμενα τμήματα φθάνουν στον προορισμό τους, ο παραλήπτης πρέπει να στέλνει προς τον αποστολέα, τμήματα **επιβεβαίωσης** λήψης. Στην επικεφαλίδα κάθε τέτοιου τμήματος, υπάρχει ένα ειδικό πεδίο το οποίο ονομάζεται Αριθμός Επιβεβαίωσης, με τη βοήθεια του οποίου ο αποστολέας μπορεί να πληροφορηθεί σχετικά με το αν έχουν φθάσει ή όχι κάποια τμήματα στον προορισμό τους.
8. **Τι είναι ο Αριθμός Επιβεβαίωσης και ποιος ο σκοπός του;**  
Ο Αριθμός Επιβεβαίωσης χρησιμοποιείται για να διαπιστώνεται **αν έχει φθάσει ή όχι ένα τμήμα στον προορισμό του**. Η διαδικασία είναι η ακόλουθη: Όταν ο παραλήπτης πρέπει

να στείλει ένα τμήμα επιβεβαίωσης λήψης προς τον αποστολέα, σε ένα ειδικό πεδίο της επικεφαλίδας του τμήματος αυτού, που ονομάζεται Αριθμός Επιβεβαίωσης, τοποθετεί ένα αριθμό. Ο αριθμός αυτός δηλώνει ότι τα **δεδομένα μέχρι ένα συγκεκριμένο αριθμό οκτάδας έχουν φθάσει σωστά στον παραλήπτη**<sup>12</sup>. Για παράδειγμα, στέλνοντας ένα τμήμα με Αριθμό Επιβεβαίωσης 1501<sup>13</sup> σημαίνει ότι ο παραλήπτης έχει λάβει όλα τα δεδομένα μέχρι και τον αριθμό οκτάδας 1500. Εάν ο αποστολέας δε λάβει επιβεβαίωση μέχρι ενός λογικού χρονικού διαστήματος, στέλνει ξανά τα δεδομένα.

#### 9. Ποια λειτουργία ονομάζεται έλεγχος ροής στο πρωτόκολλο TCP και ποιος είναι ο σκοπός της;

Έλεγχος ροής ονομάζεται η λειτουργία του πρωτοκόλλου TCP, με την οποία **ελέγχεται η ποσότητα των δεδομένων τα οποία μπορούν να μεταδίδονται κάθε φορά** κατά τη σύνδεση μεταξύ δύο υπολογιστών. Ο έλεγχος ροής πραγματοποιείται μέσω του **Παράθυρου**, το οποίο είναι ένα πεδίο που βρίσκεται στην επικεφαλίδα του τμήματος. Να σημειωθεί ότι δεν είναι σωστό να περιμένουμε να επιβεβαιωθεί η λήψη ενός τμήματος προκειμένου να ξεκινήσει η αποστολή του επόμενου. Αν γινόταν αυτό, θα μειωνόταν δραματικά ο ρυθμός μετάδοσης.

Από την άλλη πλευρά δεν θα μπορούσε ο αποστολέας να στέλνει συνεχώς δεδομένα χωρίς να γνωρίζει αν ο υπολογιστής προορισμού θα ήταν σε θέση να τα δεχτεί. Αν η ταχύτητα αποστολής είναι μεγαλύτερη από την ταχύτητα απορρόφησης, τότε είναι πιθανό να γεμίσει η περιοχή προσωρινής αποθήκευσης εισερχόμενων δεδομένων και να οδηγηθούμε σε αναγκαστική απόρριψή τους από τον υπολογιστή προορισμού. Έτσι τα δύο άκρα κάθε σύνδεσης πρέπει να υποδεικνύουν πόσα νέα δεδομένα μπορούν να δεχθούν βάζοντας το αντίστοιχο αριθμό οκτάδας στο κατάλληλο πεδίο της επικεφαλίδας του τμήματος.

#### 10. Εάν το πεδίο Παράθυρο έχει τεθεί στην τιμή 1000 και ο υπολογιστής –αποδέκτης έχει επιβεβαιώσει ότι έχουν φθάσει σε αυτόν τα δεδομένα μέχρι και τον αριθμό οκτάδας 12000. Να βρεθεί μέχρι ποια τιμή οκτάδων είναι σε θέση να δεχθεί δεδομένα.

Αφού ο αποδέκτης δηλώνει ότι έχει δεχθεί δεδομένα μέχρι και τον αριθμό οκτάδας 12000 και το Παράθυρο είναι 1000, τότε ο αποδέκτης μπορεί να δεχθεί δεδομένα από **12001** μέχρι **13000** οκτάδες.

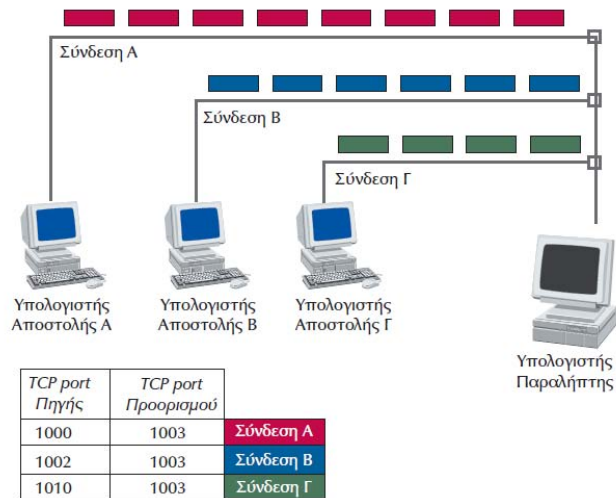
#### 11. Ποια διαδικασία στη μεταφορά δεδομένων ονομάζεται «αποπολύπλεξη»; Δώστε ένα παράδειγμα.

Μέσα στις ενέργειες του πρωτοκόλλου TCP, εκτός από τη μεταφορά κάθε τμήματος δεδομένων στο σωστό προορισμό, είναι και να το **οδηγήσει στη σωστή σύνδεση** του υπολογιστή προορισμού. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως **αποπολύπλεξη**. Η αποπολύπλεξη επιτυγχάνεται με τις πληροφορίες (αριθμούς) σχετικά με τα TCP port πηγής και προορισμού κάθε τμήματος δεδομένων. Οι πληροφορίες αυτές βρίσκονται στην Επικεφαλίδα του τμήματος. Το TCP χρησιμοποιεί τις TCP θύρες (TCP port) για να συσχετίσει τα διάφορα τμήματα δεδομένων με τις συνδέσεις στις οποίες ανήκουν.

<sup>12</sup> Με βάση έγκριτα εγχειρίδια, ο Αριθμός Επιβεβαίωσης (Acknowledgement Number) είναι ένα πεδίο 32 bit, το οποίο περιλαμβάνεται στην επικεφαλίδα ενός τμήματος TCP. Ο Αριθμός Επιβεβαίωσης είναι κατά 1 μεγαλύτερος από τον αριθμό της τελευταίας οκτάδας των δεδομένων, η οποία έχει φθάσει επιτυχώς στον παραλήπτη.

<sup>13</sup> Ο αριθμός που αναφέρεται στη σελ. 234 του βιβλίου είναι 1500. Με βάση την παραπάνω υποσημείωση πρέπει να αλλάξει σε 1501. **Για τη διόρθωση αυτή έχει σταλεί έγγραφο προς το Π.Ι. Όμως, μέχρι να (αν) βγει επίσημη ανακοίνωση διόρθωσης, ισχύει ότι γράφεται στο σχολικό βιβλίο.**





Συσχέτιση εισερχομένων τμημάτων και συνδέσεων με βάση τα TCP ports

Στο παράδειγμα της εικόνας, ένα τμήμα δεδομένων με TCP port πηγής 1002 και TCP port προορισμού 1003 ανήκει στη σύνδεση Β μεταξύ του υπολογιστή αποστολής Β και του υπολογιστή παραλήπτη. Η τοποθέτηση του τμήματος δεδομένων στη σωστή σύνδεση, έχει ως αποτέλεσμα να το οδηγήσει στην εφαρμογή για την οποία προορίζεται.

## 12. Τι είναι οι TCP θύρες ; Έχουν σταθερές τιμές;

Οι TCP θύρες είναι **αφηρημένα σημεία επικοινωνίας**, που το καθένα είναι ένας **θετικός αριθμός 16 bit** και αποτελεί **πεδίο της επικεφαλίδας** των TCP τμημάτων. Το πρωτόκολλο TCP χρησιμοποιεί τις TCP θύρες (TCP port) για να **συσχετίσει** τα διάφορα τμήματα δεδομένων με τις συνδέσεις στις οποίες ανήκουν. Κάθε φορά που εγκαθίσταται μία σύνδεση, προσδιορίζονται τα TCP port πηγής και προορισμού, τα οποία γίνονται γνωστά και στα δύο άκρα της σύνδεσης. Τα προγράμματα των χρηστών χρησιμοποιούν **τυχαία** TCP port που ανατίθενται δυναμικά κάθε φορά που απαιτείται η εγκατάσταση μιας νέας σύνδεσης.

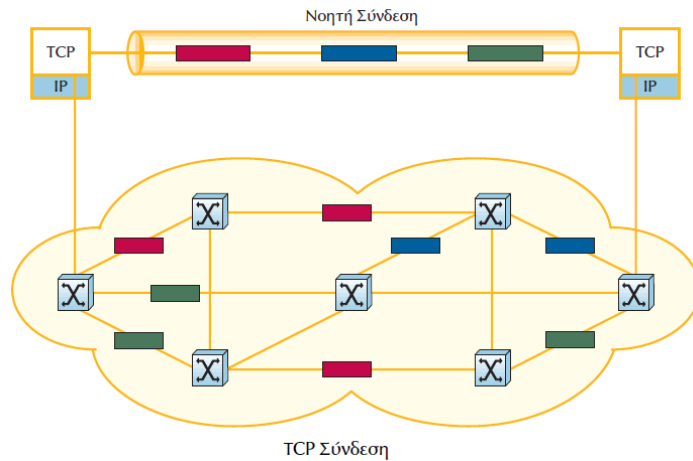
Παρόλα αυτά υπάρχουν **εφαρμογές** που χρησιμοποιούν **συγκεκριμένα TCP port**, τα οποία τους έχουν ανατεθεί επίσημα. Η επικοινωνία των χρηστών με τις εφαρμογές αυτές γίνονται μέσω των προκαθορισμένων TCP port με βάση την εξής σύμβαση: **οποιαδήποτε αίτηση χρήστη χρησιμοποιεί αυτά τα TCP port απευθύνεται στις αντίστοιχες εφαρμογές**. Έτσι, για παράδειγμα, η εφαρμογή μεταφοράς αρχείων (File Transfer Protocol, **FTP**) χρησιμοποιεί πάντα το **TCP port 21**. Κάθε φορά που θέλουμε να επικοινωνήσουμε με αυτή την εφαρμογή, θέτουμε σαν TCP port προορισμού το 21. Ο εξυπηρετητής της εφαρμογής FTP γνωρίζει, ότι όλα τα τμήματα με TCP port προορισμού 21 απευθύνονται σε αυτόν και προχωρά στην επεξεργασία τους.

### 7.3.1 TCP συνδέσεις

1. **Είναι σωστό ή λάθος ότι το πρωτόκολλο TCP είναι προσανατολισμένο σε σύνδεση;**  
Είναι **Σ**. (Δείτε § 7.3.1 1<sup>η</sup> πρόταση).

2. **Τι νόημα έχει ο όρος «σύνδεση» στο πρωτόκολλο TCP;**

Ο όρος “σύνδεση” στο πρωτόκολλο TCP έχει την έννοια **νοητής σύνδεσης**, που εγκαθίσταται από το πρωτόκολλο TCP και χρησιμοποιείται για να συνδέσει δύο τελικά σημεία. Μπορούμε να φανταστούμε τη σύνδεση αυτή σαν **νοητό σωλήνα**, που συνδέει τα δύο άκρα και χρησιμοποιείται για να μεταφέρει τα δεδομένα από το ένα άκρο στο άλλο (δείτε το επόμενο σχήμα).



Η σύνδεση είναι νοητή, γιατί δεν υπάρχει **συγκεκριμένος δρόμος**, τον οποίο ακολουθούν όλα τα τμήματα, προκειμένου να φτάσουν από την πηγή στο προορισμό. Αντίθετα, κάθε τμήμα (ή καλύτερα τα κομμάτια, στα οποία διασπάται κάθε τμήμα καθώς διέρχεται από το πρωτόκολλο IP και μεταδίδεται στο φυσικό μέσο) ακολουθεί **τη δική του διαδρομή**, με αποτέλεσμα τα τμήματα της σύνδεσης να φτάνουν στον προορισμό **μπερδεμένα τόσο μεταξύ τους όσο και με τμήματα άλλων συνδέσεων**. Το πρωτόκολλο TCP αναλαμβάνει με βάση ορισμένα **αναγνωριστικά στοιχεία** να προσδιορίσει, ποια τμήματα ανήκουν σε κάθε σύνδεση και τα να παραδώσει στην ανάλογη εφαρμογή.

**3. Να περιγράψετε με συντομία το πώς δουλεύει μια TCP σύνδεση για τη μεταφορά αρχείων (FTP) μεταξύ ενός υπολογιστή πελάτη και ενός εξυπηρετητή.**

- Στον υπολογιστή – πελάτη τρέχει η εφαρμογή FTP.
- Η εφαρμογή FTP (του υπολογιστή – πελάτη) ανοίγει μια σύνδεση με τον FTP εξυπηρετητή.
- Για το δικό της άκρο, η εφαρμογή FTP (του υπολογιστή – πελάτη), χρησιμοποιεί ένα τυχαίο TCP port (π.χ. 1234) ενώ για τον εξυπηρετητή προσδιορίζει σαν TCP port προορισμού το 21, γιατί αυτό είναι που ανατίθεται σε κάθε FTP εξυπηρετητή.
- Για την πραγματοποίηση της σύνδεσης συμμετέχουν δύο διαφορετικά προγράμματα:
  - Α) Το πρόγραμμα FTP που τρέχει στην πλευρά του πελάτη (η εκτέλεσή του ξεκινά από το χρήστη). Το πρόγραμμα αυτό έχει σχεδιαστεί να δέχεται εντολές από το τερματικό του χρήστη και έχει ως έργο να τις περνά στο άλλο άκρο.
  - Β) Το πρόγραμμα που εκτελείται στο απέναντι άκρο, στην πλευρά του εξυπηρετητή. Αυτό έχει σχεδιαστεί να δέχεται εντολές μέσω σύνδεσης δικτύου με TCP port 21.

**4. Για να περιγραφεί πλήρως μια TCP σύνδεση, πόσοι και ποιοι αριθμοί χρειάζονται; (Άλλη διατύπωση: Πόσοι και ποιοι αριθμοί προσδιορίζουν μοναδικά μια TCP σύνδεση;)**

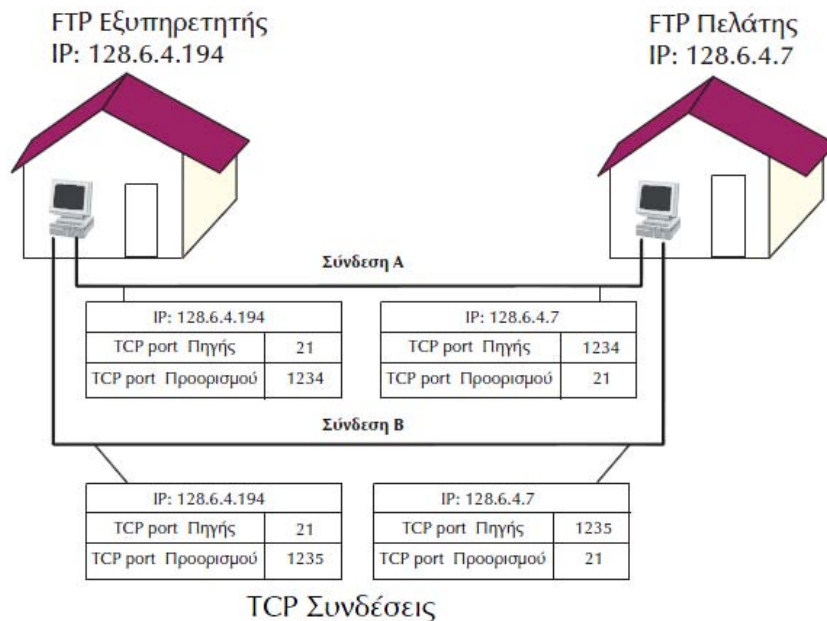
Μια TCP σύνδεση περιγράφεται πλήρως από **τέσσερις** αριθμούς:

- Τις IP διευθύνσεις της πηγής και του προορισμού.
- Τα TCP port των δύο άκρων.

**5. Δύο διαφορετικοί χρήστες, χρησιμοποιώντας τον ίδιο υπολογιστή στέλνουν αρχεία προς τον ίδιο απομακρυσμένο υπολογιστή μέσω ενός TCP δικτύου εγκαθιστώντας δύο συνδέσεις, τις Α και Β. Σε ποιον από τους τέσσερις αριθμούς που προσδιορίζουν μία σύνδεση, πρέπει να διαφέρουν οι δύο συνδέσεις ώστε να υπάρχει διάκριση μεταξύ τους;**

Αφού οι δύο χρήστες χρησιμοποιούν τον ίδιο υπολογιστή για να στείλουν αρχεία και τα αρχεία αυτά τα αποστέλλουν προς τον ίδιο απομακρυσμένο υπολογιστή, οι διευθύνσεις IP

πηγής και προορισμού είναι οι ίδιες. Επίσης, επειδή χρησιμοποιούν την υπηρεσία FTP, στο ένα άκρο της σύνδεσης (αυτό του εξυπηρετητή) ο αριθμός του TCP port θα είναι υποχρεωτικά ο αριθμός 21. Επομένως ο μόνος αριθμός κατά τον οποίο θα διαφέρουν θα είναι το **TCP port του άλλου άκρου της σύνδεσης** (αυτό του πελάτη), που αντιστοιχεί στο πρόγραμμα το οποίο εκτελεί ο κάθε χρήστης.



## 7.4 Πρωτόκολλο UDP

### 1. Τι σημαίνουν τα αρχικά UDP; Σε ποιο επίπεδο βρίσκεται αυτό το πρωτόκολλο;

UDP = User Datagram Protocol – Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων Χρήστη. Το UDP είναι πρωτόκολλο του Επιπέδου Μεταφοράς.

### 2. Ποιου είδους εφαρμογές χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο UDP; Δώστε παραδείγματα.

Το πρωτόκολλο UDP χρησιμοποιείται:

- Από εφαρμογές στις οποίες κρίσιμος παράγοντας είναι η **ταχύτητα**.
- Δεν έχει νόημα η **επαναμετάδοση των δεδομένων** για την αποκατάσταση τυχόν σφαλμάτων που συνέβησαν κατά τη μετάδοση.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα: **Η μετάδοση φωνής**. Εκεί δεν έχει νόημα η επαναμετάδοση πακέτων (λέξεων) ενώ θα πρέπει να μειωθεί στο ελάχιστο η καθυστέρηση που εισάγει το πρωτόκολλο έτσι ώστε να μην παρατηρούνται καθυστερήσεις αλλιώς ο παραλήπτης θα αντιλαμβάνεται πολύ κακή ποιότητα φωνής.

### 3. Σημειώστε μερικές διαφορές μεταξύ TCP και UDP.

TCP	UDP
<b>Αξιόπιστο</b>	<b>Μη αξιόπιστο</b>
Είναι πρωτόκολλο <b>με σύνδεση</b>	Είναι πρωτόκολλο <b>χωρίς σύνδεση</b>
<b>Τεμαχίζει</b> τα δεδομένα σε πολλαπλά τμήματα	<b>Δεν τεμαχίζει</b> τα δεδομένα σε πολλαπλά τμήματα
Αν κάποιο τμήμα δεδομένων λόγω σφάλματος δεν φθάσει στον παραλήπτη <b>επαναμεταδίδεται</b> .	Δεν κρατά αντίγραφα από τα δεδομένα, που έχουν σταλεί και συνεπώς <b>δεν τα επαναμεταδίδει</b> σε περίπτωση απώλειας.
Είναι πιο <b>πολύπλοκο</b> και «βαρύ» σε σχέση με το UDP λόγω της	Είναι πιο <b>απλό</b> και πιο «ελαφρύ» σε σχέση με το TCP λόγω του ότι δεν

πολυπλοκότητας για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας.	εμπεριέχει ελέγχους για την αξιοπιστία της μετάδοσης.
Εξασφαλίζει ότι τα τμήματα θα παραδοθούν στον προορισμό τους με τη σειρά που στάλθηκαν από τον αποστολέα <sup>14</sup>	Δεν εξασφαλίζει ότι τα τμήματα θα παραδοθούν στον προορισμό τους με τη σειρά που στάλθηκαν από τον αποστολέα.

#### 4. Τι είναι και σε τι χρησιμεύουν οι θύρες UDP;

Κάθε θύρα UDP (UDP port) **προσδιορίζεται** από ένα θετικό ακέραιο αριθμό των 16 bit, ο οποίος βρίσκεται στην **Επικεφαλίδα** του UDP τμήματος.

Οι **θύρες UDP** χρησιμεύουν ως **σημεία επικοινωνίας** του πρωτοκόλλου UDP με τα προγράμματα εφαρμογών. Εάν κάποια εφαρμογή θέλει να χρησιμοποιήσει το πρωτόκολλο UDP, πρέπει να συσχετισθεί με κάποιο UDP port. Η **ανάθεση** των UDP port στις εφαρμογές, γίνεται από το **λειτουργικό σύστημα**.

Τα UDP port παρέχουν τη δυνατότητα στο λογισμικό του πρωτοκόλλου UDP να χρησιμοποιείται ταυτόχρονα από διαφορετικές εφαρμογές και χρησιμοποιούνται, όπως ακριβώς και τα αντίστοιχα TCP port.

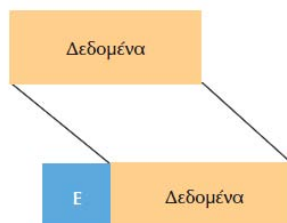
#### 5. Υπάρχουν UDP port, τα οποία έχουν ανατεθεί σε συγκεκριμένες εφαρμογές;

Όπως συμβαίνει και με τα TCP port, έτσι και στο πρωτόκολλο UDP για **ορισμένες εφαρμογές** έχουν καθορισθεί **συγκεκριμένα port**, που είναι ευρέως γνωστά και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά και μόνο για την επικοινωνία με τους εξυπηρετητές αυτών των εφαρμογών. Οποιοδήποτε τμήμα φέρει στην επικεφαλίδα του τον αριθμό του UDP port, που έχει ανατεθεί σε συγκεκριμένη εφαρμογή, αναγνωρίζεται από τον εξυπηρετητή της εφαρμογής, ο οποίος, στη συνέχεια, προχωρά στην επεξεργασία του τμήματος.

Για παράδειγμα, ο εξυπηρετητής του **Απλού Πρωτοκόλλου Διαχείρισης Δικτύου (Simple Network Management Protocol, SNMP)**, περιμένει και λαμβάνει μηνύματα, που φέρουν σαν UDP port τον αριθμό 161.

#### 6. Ποια είναι η δομή ενός UDP τμήματος;

Η **δομή** ενός τμήματος UDP είναι ανάλογη με εκείνη ενός τμήματος TCP. Αποτελείται από δύο μέρη, την **Επικεφαλίδα**<sup>15</sup> και τα προς μετάδοση **Δεδομένα**.



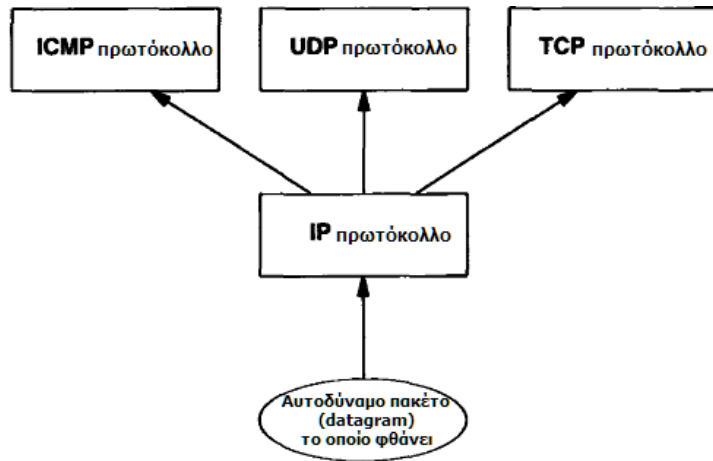
#### 7. Ποιος είναι υπεύθυνος για την απόδοση ενός IP αυτοδύναμου πακέτου, το οποίο στην Επικεφαλίδα IP έχει την ένδειξη UDP, στο πρωτόκολλο UDP; Σε ποιο επίπεδο γίνεται αυτό;

Κάθε εισερχόμενο IP αυτοδύναμο πακέτο, που στην IP επικεφαλίδα του έχει την ένδειξη UDP<sup>16</sup>, διαβιβάζεται από το **πρωτόκολλο IP** στο πρωτόκολλο UDP. Η εργασία αυτή γίνεται στο επίπεδο Δικτύου.

<sup>14</sup> Κάθε τμήμα TCP δεδομένων ακολουθεί τη δική του διαδρομή μέσα από το υποδίκτυο μέχρι να φθάσει στον προορισμό και μπορεί π.χ. το τμήμα 3 να φθάσει ενωρίτερα από το τμήμα 1. Τα τμήματα όμως των δεδομένων κρατούνται στη προσωρινή μνήμη του παραλήπτη μέχρι να φθάσει και το τελευταίο. Εκεί τοποθετούνται στη σειρά και το ολοκληρωμένο πακέτο των δεδομένων παραδίδεται στον παραλήπτη.

<sup>15</sup> Στα πεδία της Επικεφαλίδας συμπεριλαμβάνονται τα UDP port της πηγής και του προορισμού. Κάθε ένα από τα δύο port είναι θετικός ακέραιος των 16 bit.

<sup>16</sup> Είναι η τιμή του πεδίου Αριθμός Πρωτοκόλλου που θα εξεταστεί στην §7.5.



## 7.5 Πρωτόκολλο IP

### 1. Σε ποιο επίπεδο του μοντέλου TCP/IP βρίσκεται το πρωτόκολλο IP;

Το πρωτόκολλο IP βρίσκεται στο επίπεδο **Δικτύου** του μοντέλου TCP/IP.

### 2. Που στηρίζεται η λειτουργία του πρωτοκόλλου IP;

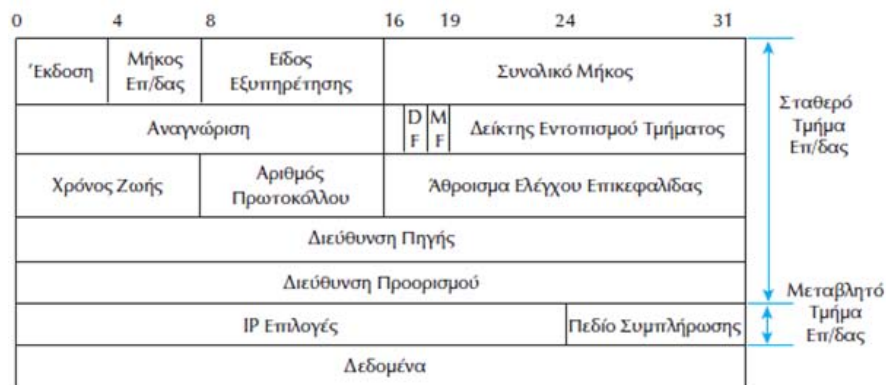
Η λειτουργία του πρωτοκόλλου IP βασίζεται στην ιδέα των **αυτοδύναμων πακέτων (datagrams)**, τα οποία μεταφέρονται **ανεξάρτητα** το ένα από το άλλο από την πηγή στον προορισμό, χωρίς να εξασφαλίζεται η αξιόπιστη μετάδοσή τους. Όλοι οι έλεγχοι αξιόπιστης μετάδοσης δεδομένων έχουν τοποθετηθεί στο επίπεδο μεταφοράς και πραγματοποιούνται από το πρωτόκολλο TCP.

### 3. Από τα τμήματα δεδομένων που διαβιβάζονται από τα ανώτερα πρωτόκολλα (TCP, UDP) ποιο είναι εκείνο το οποίο χρειάζεται στο πρωτόκολλο IP;

Το μόνο στοιχείο το οποίο χρειάζεται το πρωτόκολλο IP είναι η διεύθυνση του υπολογιστή προορισμού.

### 4. Με ποιο τρόπο δημιουργείται ένα IP αυτοδύναμο πακέτο; Ποιο είναι το μέγεθός του;

Ένα IP αυτοδύναμο πακέτο δημιουργείται από ένα **τμήμα δεδομένων** TCP ή UDP στο οποίο το πρωτόκολλο IP προσθέτει τη **δική του επικεφαλίδα**. Το μέγιστο μήκος ενός IP αυτοδύναμου πακέτου έχει καθοριστεί στα 64Kbyte.



IP αυτοδύναμο πακέτο

### 5. Τι συμβαίνει στην περίπτωση που το φυσικό δίκτυο έχει μέγιστο μήκος μεταφοράς μικρότερο από αυτό των IP αυτοδύναμων πακέτων (64 Kbyte);

Στην περίπτωση όπου το φυσικό δίκτυο έχει μέγιστο μήκος μεταφοράς μικρότερο από αυτό των IP αυτοδύναμων πακέτων, το πρωτόκολλο IP έχει τη δυνατότητα διάσπασης των

αυτοδύναμων πακέτων σε μικρότερα τμήματα. Τα τμήματα αυτά ονομάζονται **κομμάτια** (fragment).

Τα κομμάτια όταν φθάσουν στον προορισμό τους **ανασυντίθενται** και σχηματίζουν το αρχικό αυτοδύναμο πακέτο.

**6. Σε ποιο σημείο της διαδρομής γίνεται η διάσπαση του αυτοδύναμου πακέτου και ποια είναι η διαδικασία ανασύστασής του στον προορισμό; Ποιος είναι ο ρόλος του πεδίου Αναγνώριση;**

Η διάσπαση των αυτοδύναμων πακέτων πραγματοποιείται στον **πρώτο δρομολογητή**, ο οποίος, στην προσπάθειά του να μεταδώσει το αυτοδύναμο πακέτο μέσω φυσικού δικτύου, διαπιστώνει, ότι το φυσικό δίκτυο, στο οποίο πρέπει να σταλεί, χρησιμοποιεί μέγιστο μήκος πακέτου **μικρότερο** από το μήκος του αυτοδύναμου πακέτου.

Τα **κομμάτια**, που δημιουργούνται από τη διάσπαση ενός αυτοδύναμου πακέτου, αποτελούν νέα εντελώς **ανεξάρτητα** αυτοδύναμα πακέτα, που το καθένα ακολουθεί **δική του διαδρομή**. Προκειμένου το πρωτόκολλο IP του υπολογιστή προορισμού να προσδιορίσει σε ποιο αυτοδύναμο πακέτο ανήκει το κάθε κομμάτι, που λαμβάνει, χρησιμοποιεί το πεδίο **Αναγνώριση** της IP επικεφαλίδας (δείτε εικόνα ερώτησης 4). Όλα τα κομμάτια, που έχουν **την ίδια τιμή** στο πεδίο Αναγνώριση, ανήκουν στο ίδιο αυτοδύναμο πακέτο.

**7. Με ποιο τρόπο το IP, όταν λαμβάνει ένα πακέτο, θεωρεί ότι αυτό είναι ξεχωριστό αυτοδύναμο πακέτο ή κομμάτι ενός μεγαλύτερου αυτοδύναμου πακέτου; [Άλλη διατύπωση: Ποιος είναι ο ρόλος του πεδίου MF στην επικεφαλίδα ενός IP αυτοδύναμου πακέτου;]**

Για να μπορέσει το πρωτόκολλο IP να ξεχωρίσει αν το IP πακέτο το οποίο λαμβάνει είναι ένα ξεχωριστό αυτοδύναμο πακέτο ή απλώς ένα κομμάτι ενός μεγαλύτερου αυτοδύναμου πακέτου χρησιμοποιεί το **πεδίο ένδειξης ύπαρξης περισσότερων κομματιών** (More Fragments, **MF**). Εάν το πεδίο MF έχει τεθεί σε 1, σημαίνει, ότι το αυτοδύναμο πακέτο έχει διασπαστεί σε περισσότερα κομμάτια. Όλα τα κομμάτια, στα οποία έχει διασπασθεί το αυτοδύναμο πακέτο, εκτός από το τελευταίο<sup>17</sup>, θέτουν το πεδίο MF σε 1.

**8. Τι συμβαίνει στην περίπτωση κατά την οποία ο υπολογιστής προορισμού δεν είναι σε θέση να συναρμολογήσει ένα αυτοδύναμο πακέτο, αν αυτό διασπαστεί σε κομμάτια;**

Στην περίπτωση που ο υπολογιστής προορισμού δεν έχει τη δυνατότητα να συναρμολογήσει ένα αυτοδύναμο πακέτο αν αυτό διασπαστεί σε περισσότερα κομμάτια, θέτει το πεδίο **ένδειξης απαγόρευσης διάσπασης αυτοδύναμου πακέτου** (Don't Fragment, **DF**) σε 1. Η τιμή 1 στο πεδίο DF σημαίνει, ότι **απαγορεύεται η διάσπαση του αυτοδύναμου πακέτου** σε μικρότερα κομμάτια. Στην περίπτωση που, ενώ απαγορεύεται η διάσπαση του αυτοδύναμου πακέτου, αυτό πρέπει να μεταδοθεί μέσω δικτύου που υποστηρίζει πακέτα μικρότερου μήκους, εάν υπάρχει εναλλακτική διαδρομή, το δίκτυο **παρακάμπτεται**. Διαφορετικά, το αυτοδύναμο πακέτο **απορρίπτεται**.

**9. Με ποιο τρόπο το πρωτόκολλο IP προσδιορίζει τη θέση κάθε κομματιού μέσα στο αυτοδύναμο πακέτο, ώστε να τοποθετήσει τα κομμάτια, που λαμβάνει, στη σωστή σειρά, προκειμένου να συναρμολογήσει το αρχικό αυτοδύναμο πακέτο;**

Η λειτουργία αυτή πραγματοποιείται μέσω του πεδίου **Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος**. Ο Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος προσδιορίζει σε ποιο σημείο του αρχικού αυτοδύναμου πακέτου ανήκει το συγκεκριμένο κομμάτι και μετρίεται σε ομάδες οκτάδων<sup>18</sup>.

**10. Τι δηλώνει το πεδίο Διεύθυνση Πηγής στην Επικεφαλίδα του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

<sup>17</sup> Το τελευταίο έχει την τιμή 0.

<sup>18</sup> Το βιβλίο γράφει οκτάδες οκτάδων.

Η διεύθυνση πηγής προσδιορίζει την IP διεύθυνση του υπολογιστή, που στέλνει το αυτοδύναμο πακέτο (το πεδίο αυτό είναι απαραίτητο, ώστε το απέναντι άκρο να γνωρίζει ποιος έστειλε το αυτοδύναμο πακέτο).

**11. Τι δηλώνει το πεδίο Διεύθυνση Προορισμού στην Επικεφαλίδα του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Η διεύθυνση προορισμού είναι η IP διεύθυνση του υπολογιστή, στον οποίο πρέπει να παραδοθεί το αυτοδύναμο πακέτο. Η διεύθυνση αυτή ενημερώνει τους δρομολογητές ή τα άλλα ενδιάμεσα συστήματα δικτύου, από τα οποία περνά το αυτοδύναμο πακέτο κατά την περιπλάνησή του στο Διαδίκτυο, για το ποιος είναι ο προορισμός του, ώστε να το προωθήσουν σε αυτόν.

**12. Τι δηλώνει το πεδίο Αριθμός Πρωτοκόλλου στην Επικεφαλίδα του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Το πεδίο Αριθμός Πρωτοκόλλου πληροφορεί το πρωτόκολλο IP στο απέναντι άκρο, σε **ποιο πρωτόκολλο ανωτέρου επιπέδου** πρέπει να παραδώσει το αυτοδύναμο πακέτο (για παράδειγμα στο TCP ή στο UDP). Ο Αριθμός Πρωτοκόλλου λαμβάνει τη τιμή, που αντιστοιχεί στο πρωτόκολλο μεταφοράς, το οποίο έστειλε στο πρωτόκολλο IP το τμήμα, από το οποίο δημιουργήθηκε το αυτοδύναμο πακέτο.

**13. Τι δηλώνει το πεδίο Άθροισμα Ελέγχου στην Επικεφαλίδα του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Το πεδίο Άθροισμα Ελέγχου επιτρέπει στο πρωτόκολλο IP στο απέναντι άκρο να ελέγξει την ορθότητα της επικεφαλίδας του αυτοδύναμου πακέτου. Ο έλεγχος αυτός είναι επιβεβλημένος, γιατί, καθώς το αυτοδύναμο πακέτο περνά από δρομολογητή σε δρομολογητή, η επικεφαλίδα του συνεχώς τροποποιείται, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πιθανότητα να συμβεί κάποιο σφάλμα.

**14. Τι δηλώνει το πεδίο Έκδοση στην Επικεφαλίδα του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Το πεδίο **Έκδοση** χρησιμοποιείται, για να προσδιορίσει την έκδοση του πρωτοκόλλου IP, στην οποία ανήκει το αυτοδύναμο πακέτο. Είναι σημαντικό, όλοι όσοι εμπλέκονται στη διαχείριση ενός αυτοδύναμου πακέτου να ακολουθούν την ίδια έκδοση πρωτοκόλλου<sup>19</sup>.

**15. Τι δηλώνει το πεδίο Μήκος Επικεφαλίδας του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Το πεδίο **Μήκος Επικεφαλίδας** δηλώνει το μήκος της επικεφαλίδας σε λέξεις των 32-bit. Η μικρότερη τιμή, που μπορεί να πάρει, είναι 5. Το μήκος αυτό προσδιορίζει το μήκος του **σταθερού τμήματος** της επικεφαλίδας.

**16. Τι δηλώνει το πεδίο Συμπλήρωσης του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Επειδή το μεταβλητό μήκος της επικεφαλίδας δεν έχει απαραίτητα μήκος πολλαπλάσιο των 32 bit, χρησιμοποιείται το πεδίο **Συμπλήρωσης**, ώστε το συνολικό μήκος της επικεφαλίδας να είναι πάντα πολλαπλάσιο των 32 bit.

**17. Τι δηλώνει το πεδίο IP Επιλογές του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Χρησιμοποιείται για ειδικές λειτουργίες του πρωτοκόλλου.

**18. Τι δηλώνει το πεδίο Συνολικό Μήκος του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

Το πεδίο **Συνολικό Μήκος** δίνει το μήκος όλου του αυτοδύναμου πακέτου( επικεφαλίδας και δεδομένων). Το μέγιστο μήκος του είναι 65.536 byte (64 Kbyte = 64 \* 1.024 byte = 65.536 byte). Στην περίπτωση, που ένα αυτοδύναμο πακέτο έχει διασπασθεί σε κομμάτια, το πεδίο δίνει το μήκος του συγκεκριμένου κομματιού και όχι ολόκληρου του αρχικού αυτοδύναμου πακέτου.

**19. Τι δηλώνει το πεδίο Είδος Εξυπηρέτησης του αυτοδύναμου πακέτου IP;**

---

<sup>19</sup> Δηλαδή είτε IPv4 είτε IPv6.

Το πεδίο **Είδος Εξυπηρέτησης** χρησιμοποιείται, για να δηλώσει ο υπολογιστής, τι είδους εξυπηρέτηση ζητάει από το επικοινωνιακό υποδίκτυο. Τα χαρακτηριστικά, που προσδιορίζουν την υπηρεσία, που προσφέρει το υποδίκτυο και που χρησιμοποιούνται από το IP, για να περιγράψουν τις απαιτήσεις του είναι: η ρυθμοαπόδοση, η αξιοπιστία και η καθυστέρηση.

## 20. Τι δηλώνει το πεδίο Χρόνος Ζωής του αυτοδύναμου πακέτου IP;

Το πεδίο **Χρόνος Ζωής** είναι μετρητής, που χρησιμοποιείται, για να προσδιορίσει το χρόνο ζωής των αυτοδύναμων πακέτων. Κάθε φορά που ένα αυτοδύναμο πακέτο διέρχεται από δρομολογητή, το πεδίο μειώνεται τουλάχιστον κατά ένα. Όταν το πεδίο πάρει την τιμή μηδέν, το αυτοδύναμο πακέτο απορρίπτεται. Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται, για να καταστρέφονται αυτοδύναμα πακέτα, τα οποία είτε έχουν χάσει το δρόμο τους και έχουν καθυστερήσει πολύ να φτάσουν στον προορισμό τους είτε έχει συμβεί κάποιο σφάλμα στη διεύθυνση προορισμού, με αποτέλεσμα να περιφέρονται άσκοπα στο δίκτυο ή να έχουν κλειδωθεί σε ατέρμονο βρόχο.

## 21. Παράδειγμα-Άσκηση.

α) Ας υποθέσουμε, ότι έχουμε ένα IP αυτοδύναμο πακέτο το οποίο περιλαμβάνει **1.400 byte** δεδομένων, με επικεφαλίδα των **20 byte**. Το πακέτο αυτό πρέπει να μεταδοθεί μέσω φυσικού δικτύου, που υποστηρίζει πακέτα συνολικού μήκους **620 byte**. Για το λόγο αυτό το αρχικό αυτοδύναμο πακέτο διασπάται σε τρία κομμάτια. Να επαληθεύσετε τον αριθμό των κομματιών (fragment) στα οποία θα διασπαστεί το αυτοδύναμο πακέτο, να βρείτε το μέγεθός τους καθώς και τις τιμές των πεδίων **MF**, **Αναγνώρισης** και **Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος** της επικεφαλίδας κάθε αυτοδύναμου κομματιού. Να κάνετε –με συντομία- τις παρατηρήσεις σας και για τα υπόλοιπα πεδία των κομματιών.

β) Έστω ότι στον υπολογιστή προορισμού, τα κομμάτια φθάνουν με την εξής σειρά: **2<sup>ο</sup>**, **1<sup>ο</sup>**, **3<sup>ο</sup>**. Να περιγράψετε τη διαδικασία με την οποία γίνεται η σύνθεση του αρχικού IP αυτοδύναμου πακέτου από τα τρία αυτά κομμάτια.

α)

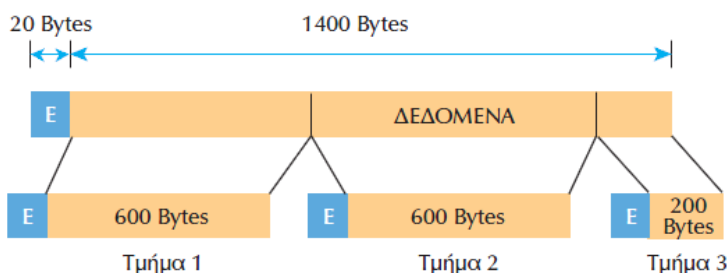
### • Πεδίο DF

Για να διασπαστεί το αυτοδύναμο πακέτο σε κομμάτια, θα πρέπει ο υπολογιστής προορισμού να έχει τη δυνατότητα συναρμολόγησης του πακέτου από τα κομμάτια, άρα το πεδίο DF τόσο στο αρχικό αυτοδύναμο πακέτο, όσο και στα κομμάτια πρέπει να είναι 0.

### • Αριθμός και μέγεθος των κομματιών στα οποία διασπάται το IP αυτ. Πακέτο.

Επειδή το μέγεθος του IP αυτοδύναμου πακέτου είναι **1420byte** (1400byte δεδομένων + 20byte επικεφαλίδα) και το φυσικό δίκτυο υποστηρίζει πακέτα συνολικού μήκους μέχρι **620byte**, το αρχικό αυτοδύναμο IP πακέτο θα διασπαστεί σε **τρία κομμάτια**:

- ο 1<sup>ο</sup> κομμάτι: **620 byte** (600 byte δεδομένα + 20 byte επικεφαλίδα).
- ο 2<sup>ο</sup> κομμάτι: **620 byte** (600 byte δεδομένα + 20 byte επικεφαλίδα).
- ο 3<sup>ο</sup> κομμάτι: **220 byte** (200 byte δεδομένα + 20 byte επικεφαλίδα).



Αυτοδύναμο πακέτο 1.400 bytes δεδομένων, διάσπασή του σε τμήματα



- **Τιμές των πεδίων MF, Αναγνώρισης, Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος.**

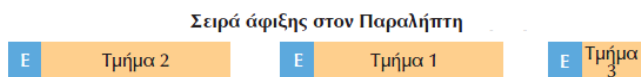
Το πεδίο **MF** θα έχει για τα δύο πρώτα κομμάτια την τιμή **1**, που σημαίνει ότι δεν είναι τα τελευταία κομμάτια του αυτοδύναμου πακέτου, ενώ για το τρίτο κομμάτι την τιμή **0**. Το πεδίο **Αναγνώρισης** θα έχει την ίδια τιμή και για τα τρία κομμάτια π.χ. **100**, δηλώνοντας ότι και τα τρία ανήκουν στο ίδιο IP αυτοδύναμο πακέτο. Ο **Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος** (σε ομάδες οκτάδων) είναι για μεν το πρώτο κομμάτι **0** (δεν υπάρχουν δεδομένα πριν από αυτό το κομμάτι), για το δεύτερο είναι **75** ( $600/8=75$ , δηλαδή τα δεδομένα του 2<sup>ου</sup> κομματιού αρχίζουν μετά τις 75 οκτάδες του 1<sup>ου</sup>) και του 3<sup>ου</sup> κομματιού είναι **150** ( $1200/8$ , δηλαδή τα δεδομένα του 3<sup>ου</sup> κομματιού αρχίζουν μετά τις 150 οκτάδες του 1<sup>ου</sup> και του 2<sup>ου</sup> κομματιού). Συνοπτικά, οι τιμές των πεδίων DF, MF, Αναγνώρισης, ΔΕΤ, σε πίνακα, είναι:

1 <sup>ο</sup> κομμάτι	Αναγνώριση =100 DF=0 MF=1 ΔΕΤ=0
2 <sup>ο</sup> κομμάτι	Αναγνώριση =100 DF=0 MF=1 ΔΕΤ=75
3 <sup>ο</sup> κομμάτι	Αναγνώριση =100 DF=0 MF=0 ΔΕΤ=150

**Υπόλοιπα πεδία της Επικεφαλίδας κάθε κομματιού (fragment)**

- **Μήκος Επικεφαλίδας** (Δηλώνεται σε λέξεις των 32 bit). Επειδή στο αρχικό IP αυτοδύναμο πακέτο έχουμε μήκος επικεφαλίδας = **20 byte = 160 bit** και η κάθε λέξη της επικεφαλίδας είναι **32 bit**, τόσο η αρχική επικεφαλίδα, όσο και οι επικεφαλίδες των κομματιών στα οποία αυτό διασπάται, είναι μήκους  $160/32 = 5$  λέξεις.
- **IP Επιλογές και Πεδίο Συμπλήρωσης**  
Από τα δεδομένα της άσκησης γνωρίζουμε ότι το συνολικό μήκος της Επικεφαλίδας είναι 20 byte και υπολογίσαμε προηγουμένως το Μήκος της Επικεφαλίδας σε 5 λέξεις. Η τιμή αυτή είναι η ελάχιστη που μπορεί να πάρει το σταθερό τμήμα μιας επικεφαλίδας άρα το μεταβλητό τμήμα (στο οποίο ανήκουν τα πεδία IP Επιλογές και Πεδίο Συμπλήρωσης) είναι 0
- **Χρόνος Ζωής.** Έχει διαφορετική τιμή για το κάθε κομμάτι, γιατί η τιμή του πεδίου αυτού μεταβάλλεται κατά την πορεία κάθε κομματιού προς τον προορισμό μέσα από το επικοινωνιακό υποδίκτυο.
- **Άθροισμα Ελέγχου.** Διαφέρει για κάθε κομμάτι. Η επικεφαλίδα κάθε κομματιού τροποποιείται περνώντας από κάθε δρομολογητή, όπου ο Χρόνος Ζωής μειώνεται τουλάχιστον κατά 1. Άρα δεν έχουν όλα τα κομμάτια τις ίδιες τιμές για όλα τα πεδία που περιλαμβάνονται στην επικεφαλίδα τους (Εκτός από το Χρόνο Ζωής διαφέρουν και στις τιμές π.χ. του πεδίου MF).
- **Είδος εξυπηρέτησης.** Ίδιο για όλα.
- **Αριθμός Πρωτοκόλλου.** Ίδιο για όλα.
- **Διεύθυνση Πηγής.** Ίδιο για όλα.
- **Διεύθυνση Προορισμού.** Ίδιο για όλα.

β) Έστω ότι στον υπολογιστή προορισμού τα κομμάτια φθάνουν με τη σειρά 2<sup>ο</sup>, 1<sup>ο</sup>, 3<sup>ο</sup>, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα:



- ✓ Άφιξη κομματιού 2 στον υπολογιστή προορισμού και εξέτασή του από το πρωτόκολλο IP.
  - Αναγνώριση** =100.
  - MF = 1** → Άρα είναι κομμάτι ενός IP αυτοδύναμου πακέτου και θα ακολουθήσουν και άλλα.
  - ΔΕΤ<sup>20</sup>=75** → Δεν είναι το πρώτο κομμάτι του αρχικού αυτοδύναμου πακέτου.
- ✓ Το κομμάτι 2 τοποθετείται σε χώρο αναμονής (buffer) μέχρι να φθάσουν και τα επόμενα.
- ✓ Άφιξη κομματιού 1 στον υπολογιστή προορισμού και εξέτασή του από το πρωτόκολλο IP.
  - Αναγνώριση**=100. Άρα είναι μέρος του ίδιου IP αυτοδύναμου πακέτου με το προηγούμενο.
  - MF = 1** → Άρα είναι κομμάτι του IP αυτοδύναμου πακέτου και θα ακολουθήσουν και άλλα.
  - ΔΕΤ=0** → Είναι το πρώτο κομμάτι του αρχικού αυτοδύναμου πακέτου.
- ✓ Το κομμάτι 1 τοποθετείται σε χώρο αναμονής (buffer) μέχρι να φθάσουν και το/ τα επόμενο/επόμενα.
- ✓ Άφιξη κομματιού 3 στον υπολογιστή προορισμού και εξέτασή του από το πρωτόκολλο IP.
  - Αναγνώριση** =100. Άρα είναι μέρος του ίδιου IP αυτοδύναμου πακέτου με τα δύο προηγούμενα.
  - MF = 0** → Άρα είναι το τελευταίο κομμάτι του IP αυτοδύναμου πακέτου.
  - ΔΕΤ=150** → Η θέση του είναι τρίτο στη σειρά και *δεν υπάρχει αναμονή* για άλλο πακέτο.
- ✓ Το πρωτόκολλο IP προχωρά στη συναρμολόγηση του αρχικού αυτοδύναμου πακέτου.

## 7.6 Διευθυνσιοδότηση

### 1. Στην τεχνολογία TCP/IP, τι προσδιορίζει α) η διεύθυνση β) το όνομα και γ) η διαδρομή;

α) Η **διεύθυνση** προσδιορίζει το που βρίσκεται μια συσκευή, συνήθως τη **φυσική** ή τη **λογική** της θέση στο δίκτυο.

β) Το **όνομα** είναι ένας **ιδιαίτερος προσδιορισμός** για μια συσκευή ή ακόμα και για ένα ολόκληρο δίκτυο.

γ) Η **διαδρομή** είναι το **μονοπάτι** που πρέπει να ακολουθήσει ένα αυτοδυναμο πακέτο προκειμένου να φθάσει στη διεύθυνση προορισμού.

Για λόγους ευκολίας, προσδιορίζουμε τον **παραλήπτη** με ένα **συμβολικό όνομα**, το οποίο του έχει ανατεθεί, στη συνέχεια το όνομα αυτό **μετατρέπεται** από το σύστημα στην αντίστοιχη **διεύθυνση προορισμού** και τέλος καθορίζεται το **μονοπάτι** το οποίο πρέπει να ακολουθήσει ένα πακέτο για να φθάσει στον προορισμό του.

#### 7.6.1 Διεύθυνση Ελέγχου Προσπέλασης στο Μέσο (Media Access Control, MAC διεύθυνση)

##### 1. Κάθε συσκευή, η οποία βρίσκεται σε ένα δίκτυο και επικοινωνεί με άλλες, πόσες διευθύνσεις διαθέτει;

<sup>20</sup> Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος.

Διαθέτει αφενός τη **διεύθυνση επιπέδου IP** και αφετέρου μια φυσική διεύθυνση, η οποία ονομάζεται **διεύθυνση υλικού** (hardware address) ή **διεύθυνση MAC**.

**2. Τι είναι η διεύθυνση υλικού ή διεύθυνση MAC μιας συσκευής;**

Η διεύθυνση υλικού ή διεύθυνση MAC μιας συσκευής, είναι ένας αριθμός ο οποίος είναι ενσωματωμένος από τον κατασκευαστή στην κάρτα δικτύου της συσκευής και την προσδιορίζει μοναδικά μέσα στο δίκτυο. Το μήκος της διεύθυνσης MAC ποικίλλει ανάλογα με το σύστημα αλλά τα περισσότερα συστήματα μεταξύ των οποίων και το (πρωτόκολλο του φυσικού μέσου) Ethernet χρησιμοποιούν διεύθυνση των 48bit.

**3. Σε ποια θέση του μοντέλου OSI γίνεται χρήση της διεύθυνσης MAC, με ποιο τρόπο και για ποιο λόγο;**

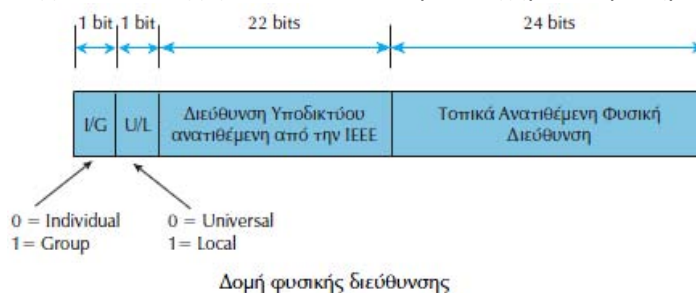
Σύμφωνα με το μοντέλο OSI, οι διευθύνσεις MAC αναφέρονται στο υποεπίπεδο<sup>21</sup> **Ελέγχου Προσπέλασης στο Μέσο**. Εκεί γίνεται ανάλυση των εισερχόμενων πακέτων και ελέγχεται η διεύθυνση MAC προορισμού τους. Εάν η διεύθυνση προορισμού **αντιστοιχεί στη MAC διεύθυνση της συσκευής**, τότε το αυτοδύναμο **πακέτο περνά στα ανώτερα επίπεδα**, διαφορετικά αγνοείται. Διατηρώντας αυτή την ανάλυση στο χαμηλότερο επίπεδο του OSI **αποτρέπονται αδικαιολόγητες καθυστερήσεις**, που θα εισήγαγε το πέρασμα όλων των πακέτων στα ανώτερα επίπεδα, προκειμένου να γίνει εκεί η ανάλυση και ο έλεγχος της διεύθυνσης προορισμού.

**4. Ποιος οργανισμός έχει αναλάβει το έργο της ανάθεσης των φυσικών διευθύνσεων σε παγκόσμιο επίπεδο;**

Ο οργανισμός που έχει αναλάβει το έργο της ανάθεσης των φυσικών διευθύνσεων είναι το **Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE)**. Σε κάθε οργανισμό ή εταιρία η IEEE αναθέτει μία μοναδική **ταυτότητα οργανισμού (Organization Unique Identifier - OUI)**, η οποία έχει μήκος 24 bits, επιτρέποντας στον οργανισμό να χρησιμοποιήσει και διανείμει τα άλλα 24 bits της φυσικής διεύθυνσης, όπως αυτός θέλει.

**5. Ποια είναι η δομή της φυσικής διεύθυνσης;**

Η μορφή της φυσικής διεύθυνσης φαίνεται στο επόμενο σχήμα. Παρατηρούμε ότι:



- Έχει μήκος 48 bit.
- Τα πρώτα 24 bit αποτελούν την ταυτότητα οργανισμού **OUI** (Organization Unique Identifier).
- Το **αριστερότερο bit** της διεύθυνσης (**I/G**) προσδιορίζει αν η διεύθυνση είναι ατομική ή ομαδική (**0**→ατομική, **1** → ομαδική). Αν είναι 1, τότε το υπόλοιπο τμήμα της διεύθυνσης προσδιορίζει σύνολο διευθύνσεων, για το οποίο απαιτείται περαιτέρω ανάλυση. Αν όλα τα bit της **OUI** έχουν τεθεί σε **1**, η διεύθυνση έχει ιδιαίτερη σημασία, σύμφωνα με την οποία **όλοι** οι υπολογιστές του συστήματος γίνονται **αποδέκτες του μηνύματος**.

<sup>21</sup> Του επιπέδου Σύνδεσης Δεδομένων.

- Το **επόμενο bit (U/L)** προσδιορίζει **ποια αρχή** έχει κάνει την **ανάθεση** της διεύθυνσης. Αν είναι **0**, τότε η διεύθυνση έχει δοθεί σε **παγκόσμιο επίπεδο** από την IEEE, ενώ αν είναι **1**, έχει ανατεθεί **τοπικά**. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται, γιατί, αν μία διεύθυνση που έχει ανατεθεί τοπικά, αποκωδικοποιηθεί σε διεύθυνση, που έχει ανατεθεί από την IEEE, θα προέκυπταν σημαντικά προβλήματα διευθυνσιοδότησης. Κάτι τέτοιο θα καταργούσε αυτόματα τη μοναδικότητα των φυσικών διευθύνσεων, αφού μία διεύθυνση, που ανατίθεται τοπικά, δεν αποκλείεται να είναι ίδια με κάποια άλλη διεύθυνση, που ανατίθεται από την IEEE.
- Τα επόμενα 22 bits συνθέτουν τη **φυσική διεύθυνση υποδικτύου**, που ανατέθηκε από την IEEE στον συγκεκριμένο οργανισμό.
- Το επόμενο σύνολο των **24 bits** προσδιορίζει διευθύνσεις, η διαχείριση των οποίων γίνεται τοπικά από τον οργανισμό. Οργανισμοί, στους οποίους ανατίθενται διευθύνσεις υποδικτύου (OUI) από την IEEE, είναι οι εταιρίες κατασκευής καρτών δικτύου, για παράδειγμα Ethernet, οι οποίες επιλέγουν τις διευθύνσεις των καρτών, που κατασκευάζουν, από την περιοχή διευθύνσεων (24 bits τοπικά ανατιθέμενης φυσικής διεύθυνσης) που τους έχει ανατεθεί. Αν κάποιος οργανισμός εξαντλήσει την περιοχή διευθύνσεων, που του έχει αναθέσει η IEEE, μπορεί να ζητήσει και δεύτερη διεύθυνση υποδικτύου (OUI).

## 7.6.2 IP διευθύνσεις

### 1. Τι προσδιορίζει μια διεύθυνση IP και πόσο είναι το μήκος<sup>22</sup> της σε bit;

Μια διεύθυνση IP προσδιορίζει τη **σύνδεση (θέση)** μιας συσκευής<sup>23</sup> στο δίκτυο αλλά και το ίδιο το δίκτυο. Έτσι, όταν μια συσκευή μετακινείται από ένα δίκτυο σε ένα άλλο ή ακόμα από ένα υποδίκτυο σε ένα άλλο υποδίκτυο του ίδιου δικτύου, τότε πρέπει να αλλάξει και η IP διεύθυνσή της. Το **μήκος** μιας διεύθυνσης IP είναι 32 bit<sup>24</sup>.

### 2. Μπορεί μία συσκευή να έχει περισσότερες από μία IP διευθύνσεις; Σε ποια περίπτωση συμβαίνει αυτό; Δώστε ένα παράδειγμα.

Μία συσκευή μπορεί να έχει **περισσότερες από μία IP** διευθύνσεις, στην περίπτωση που είναι συνδεδεμένη σε περισσότερα από ένα δίκτυα (κάθε **διεύθυνση** προσδιορίζει τη σύνδεση μίας συσκευής σε **ένα** δίκτυο). Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση των **δρομολογητών**, όπου έχουν μία διεύθυνση για κάθε δίκτυο, στο οποίο συνδέονται.

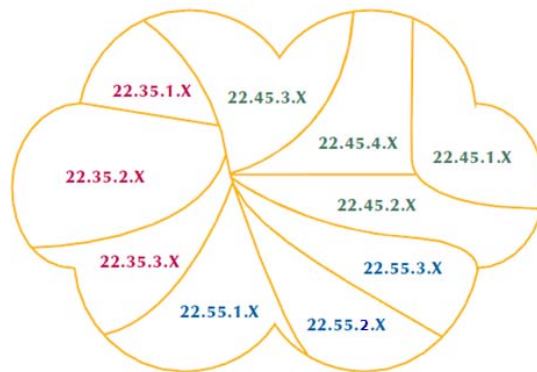
### 3. Τι είδους αρχιτεκτονική ακολουθούν οι IP διευθύνσεις και τι αντανακλούν; Δώστε ένα σχηματικό παράδειγμα.

Οι IP διευθύνσεις ακολουθούν **ιεραρχική αρχιτεκτονική** και αντανακλούν την εσωτερική, ιεραρχική διαίρεση του δικτύου σε **υποδίκτυα**. Η διαίρεση δικτύου σε υποδίκτυα παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Εκεί έχουμε ιεραρχία τριών επιπέδων.

<sup>22</sup> Θεωρούμε ότι η πλέον επικρατούσα έκδοση του πρωτοκόλλου IP είναι η 4.

<sup>23</sup> Με τον όρο «συσκευή» εκτός από υπολογιστή μπορεί να εννοούμε εκτυπωτή, δρομολογητή, κτλ.

<sup>24</sup> Δείτε και την ερώτηση 12. Τα 32 αυτά bit χωρίζονται με τελείες σε 4 ομάδες των 8 bit (=1byte) και για λόγους συντομίας κάθε μία από τις 4 ομάδες αναπαρίσταται με ένα δεκαδικό αριθμό. Παράδειγμα: Μια IP διεύθυνση θα μπορούσε να είναι η 00010110.00100011.00000010.00000101, η οποία γράφεται ως 22.35.2.5 και αντιστοιχεί σε υπολογιστή, ο οποίος βρίσκεται στο 22.35.2 υποδίκτυο του σχήματος της ερώτησης 3 (σχήμα 7-17 του σχολικού βιβλίου).



Ιεραρχική διαίρεση δικτύου σε υποδίκτυα και χωρισμός διευθύνσεων σε υποδιευθύνσεις

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, παρατηρούμε ότι:

- Ολόκληρο το **δίκτυο** προσδιορίζεται με τον αριθμό 22.
- Το δίκτυο έχει διαιρεθεί σε τρία **υποδίκτυα**: τα 35, 45 και 55.
- Κάθε ένα από τα τρία υποδίκτυα διαιρείται επίσης σε **μικρότερα υποδίκτυα**, που προσδιορίζονται από τον **τρίτο αριθμό** της διεύθυνσης (1,2,3 ή 4).
- Το «X» στο σχήμα αντιστοιχεί στον τέταρτο αριθμό κάθε διεύθυνσης, ο οποίος **προσδιορίζει τον υπολογιστή**.

**4. Ποια είναι η γενική μορφή μιας IP διεύθυνσης; Στο συγκεκριμένο παράδειγμα της προηγούμενης ερώτησης, από τα 32 bit της διεύθυνσης IP, πόσα αφιερώνονται στο δίκτυο και πόσα στον υπολογιστή;**

Μια IP διεύθυνση αποτελείται από τέσσερις αριθμούς οι οποίοι διαχωρίζονται με τελεία, για παράδειγμα 187.164.72.38. Κάθε ένας από αυτούς αντιστοιχεί σε δυαδικό αριθμό των 8bit. Επομένως, αφού  $4 \times 8 = 32$ , μια διεύθυνση IP αποτελείται από 32 bit.

Μια διεύθυνση IP χωρίζεται σε δύο μέρη: Το τμήμα **Δικτύου** και το τμήμα **Υπολογιστή**, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



Δομή διεύθυνσης IP

Το τμήμα **Δίκτυο** προσδιορίζει το δίκτυο, με το οποίο είναι συνδεδεμένος ο υπολογιστής και το τμήμα **Υπολογιστής** το συγκεκριμένο υπολογιστή.

Στο (συγκεκριμένο) παράδειγμα της προηγούμενης ερώτησης, από τα 32bit της διεύθυνσης, τα  $3 \times 8 = 24$ bit αφιερώνονται για τον προσδιορισμό του **Δικτύου** και το  $1 \times 8 = 8$  bit για τον προσδιορισμό του **Υπολογιστή**.

**5. Από ποιον γίνεται η διαχείριση του αριθμητικού χώρου των IP διευθύνσεων, ποιος περιορισμός υπάρχει για τα TCP/IP διαδίκτυα που συνδέονται στο Διαδίκτυο και για ποιο λόγο;**

Η διαχείριση του αριθμητικού χώρου των IP διευθύνσεων γίνεται από το **Κέντρο Πληροφορίας Δικτύου (Network Information Center, NIC)**.

Όλα τα TCP/IP διαδίκτυα, που είναι συνδεδεμένα στο παγκόσμιο Διαδίκτυο, πρέπει να χρησιμοποιούν αριθμούς δικτύου, που τους ανατίθενται από το NIC έτσι ώστε κάθε συσκευή η οποία συνδέεται στο Διαδίκτυο να έχει μοναδική διεύθυνση IP.

Διαφορετικά, αν ο καθένας επέλεγε αυτόνομα τις δικές του διευθύνσεις, τότε θα εδημιουργείτο σύγχυση και χάος, όταν το δίκτυό του συνδεόταν στο Διαδίκτυο. Αυτό, γιατί

θα υπήρχε μεγάλη πιθανότητα οι διευθύνσεις IP των συνδεδεμένων υπολογιστών να μην ήσαν μοναδικές.

**6. Πόσες και ποιες διαφορετικές δομές διευθύνσεων έχουν δημιουργήσει οι σχεδιαστές δικτύου;**

Οι σχεδιαστές δικτύου έχουν δημιουργήσει **τέσσερις** διαφορετικές δομές (κλάσεις) διευθύνσεων, τις **A, B, C, D** συν μία πέμπτη<sup>25</sup>, η οποία έχει δεσμευθεί για μελλοντική χρήση.

**7. Με ποιο τρόπο καθορίζεται η κλάση κάθε μιας από τις διευθύνσεις A,B,C,D;**

Η κλάση της διεύθυνσης καθορίζεται από τα **πρώτα τέσσερα πιο σημαντικά bit** της διεύθυνσης. Έτσι, όπως φαίνεται και στο επόμενο σχήμα, οι διευθύνσεις της κλάσης **A** αρχίζουν με **0**, της κλάσης **B** με **10**, της κλάσης **C** με **110** της κλάσης **D** με **1110**, ενώ διευθύνσεις, που αρχίζουν με **1111** κρατούνται για μελλοντική χρήση.

Class A	0	Δίκτυο (7 bits)	Υπολογιστής (24 bits)
Class B	10	Δίκτυο (14 bits)	Υπολογιστής (16 bits)
Class C	110	Δίκτυο (21 bits)	Υπολογιστής (8 bits)
Class D	1110	Ομαδική Διεύθυνση (28 bits)	

Κλάσεις IP Διευθύνσεων

**8. Περιγράψτε τη δομή της κλάσης A.**

Η **κλάση A** είναι για **μεγάλα** δίκτυα με **πολλούς υπολογιστές**. Η κλάση A δεσμεύει 7 bit για το τμήμα Δικτύου, άρα επιτρέπει  $2^7 = 128$  δίκτυα<sup>26</sup> και 24 bit για το τμήμα Υπολογιστή, επομένως σε κάθε ένα από τα δίκτυα μπορούν να υπάρξουν πάνω από 16 εκατομμύρια υπολογιστές<sup>27</sup>.

**9. Περιγράψτε τη δομή της κλάσης B.**

Η **κλάση B** είναι για **μεσαία** δίκτυα. Για το τμήμα Δικτύου δεσμεύονται 14bit άρα επιτρέπεται η ύπαρξη  $16.384 (=2^{14})$  δικτύων. Για το τμήμα Υπολογιστή χρησιμοποιούνται 16 bit, άρα κάθε δίκτυο μπορεί να έχει έως  $65535 (=2^{16})$  υπολογιστές.

**10. Περιγράψτε τη δομή της κλάσης C.**

Για τα δίκτυα **κλάσης C** χρησιμοποιούνται 21bit για το τμήμα Δικτύου, άρα επιτρέπεται η ύπαρξη πάνω από 2 εκατομμυρίων δικτύων ( $2^{21} = 2097152$ ). Για το τμήμα Υπολογιστή χρησιμοποιούνται 8 bit άρα σε κάθε δίκτυο μπορεί να συνδεθούν μέχρι  $2^8 = 256$  υπολογιστές.

**11. Περιγράψτε τη δομή της κλάσης D.**

Οι διευθύνσεις της **κλάσης D** επιτρέπουν την ύπαρξη **ομαδικών διευθύνσεων** (multicast), διευθύνσεων δηλαδή, που απευθύνονται σε ομάδα υπολογιστών.

**12. Ποια είναι η μορφή μιας διεύθυνσης IP; Δώστε ένα παράδειγμα IP διεύθυνσης.**

Οι IP διευθύνσεις συνηθίζεται να παρουσιάζονται σαν **τέσσερα** σύνολα των 8 bit, που διαχωρίζονται μεταξύ τους από **τελεία**. Έτσι, οι IP διευθύνσεις παίρνουν την μορφή **δίκτυο.υπολογιστής.υπολογιστής.υπολογιστής** για την κλάση A ή **δίκτυο.δίκτυο.δίκτυο.υπολογιστής** για την κλάση C (ανάλογα σε ποιο τμήμα της διεύθυνσης, Δικτύου ή

<sup>25</sup> κλάση E.

<sup>26</sup> Στην πραγματικότητα  $2^7 - 2 = 126$  διότι οι αριθμοί 0 και 128 είναι δεσμευμένοι.

<sup>27</sup> Για την ακρίβεια  $2^{24} - 2 = 16.777.214$  υπολογιστές.

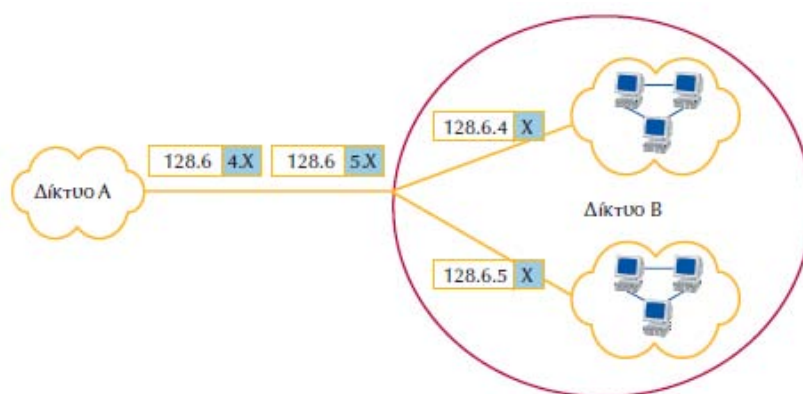
Υπολογιστή, ανήκει η κάθε οκτάδα). Συνήθως, οι IP διευθύνσεις γράφονται στη δεκαδική τους μορφή, όπως για παράδειγμα 147.10.13.28, η οποία, εάν πρόκειται για διεύθυνση κλάσης Β, δηλώνει ότι η διεύθυνση του δικτύου είναι 147.10 και η τοπική του υπολογιστή 13.28.

### 7.6.3 Υποδίκτυα και Μάσκα Υποδικτύου

1. **Με ποιο τρόπο προτιμούν να οργανώνουν οι οργανισμοί τα δίκτυά τους στην περίπτωση που αυτά είναι μεγάλα;**

Στην περίπτωση αυτή, οι οργανισμοί συνηθίζουν να **διαίρουν** τα δίκτυά τους σε **επιμέρους υποδίκτυα**, αφήνοντας ένα μικρό αριθμό bits για τον προσδιορισμό των τελικών υπολογιστών.

2. **Μπορείτε να δώσετε ένα παράδειγμα εσωτερικής οργάνωσης του δικτύου ενός οργανισμού σε υποδίκτυα;**



Έστω ότι σε ένα μεγάλο οργανισμό έχει ανατεθεί η διεύθυνση δικτύου 128.6.X.X κλάσης Β.

- Ο οργανισμός αυτός μπορεί να χρησιμοποιήσει τη **τρίτη οκτάδα** της διεύθυνσης, για να προσδιορίσει σε ποιο τοπικό δίκτυο, π.χ. Ethernet, ανήκει ένας υπολογιστής (στο σχήμα, εντός του κόκκινου κύκλου).
  - Αυτή η διαίρεση δεν έχει καμία σημασία **έξω** από το δίκτυο του οργανισμού. (Έτσι, οποιοσδήποτε υπολογιστής κάποιου άλλου οργανισμού χειρίζεται **όλα** τα αυτοδύναμα πακέτα που απευθύνονται στη **διεύθυνση 128.6.X.X** με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, χωρίς να εξετάζει **καθόλου τη τρίτη οκτάδα** της διεύθυνσης. Με άλλα λόγια, οι υπολογιστές, που δεν ανήκουν στον οργανισμό, δρομολογούν με τον **ίδιο** ακριβώς τρόπο μέσω του ίδιου δρομολογητή αυτοδύναμα πακέτα, που απευθύνονται στις διευθύνσεις 128.6.4.X και 128.6.5.X).
  - Αντίθετα, στο **εσωτερικό του οργανισμού** (εντός του κόκκινου κύκλου στο σχήμα), τα αυτοδύναμα πακέτα, που προορίζονται για το δίκτυο 128.6.4, τα διαχειριζόμαστε με **διαφορετικό** τρόπο από αυτό των αυτοδύναμων πακέτων, που έχουν ως τελικό προορισμό το δίκτυο 128.6.5. Οι δρομολογητές, δηλαδή του οργανισμού έχουν **ξεχωριστές εγγραφές** για καθένα από τα δίκτυα 128.6.4 και 128.6.5 .
  - Αντίθετα, οι δρομολογητές, που βρίσκονται έξω από τον οργανισμό, έχουν κοινή εγγραφή για όλες τις διευθύνσεις 128.6.X.X.
3. **Θα μπορούσε η δρομολόγηση να γίνει με διευθύνσεις κλάσης C αντί με διευθύνσεις κλάσης Β, όπως έγινε στο παράδειγμα της προηγούμενης ερώτησης; Ποια θα ήταν η διαφορά;**

Η χρήση διευθύνσεων **κλάσης C**, δηλαδή του τύπου **δίκτυο.δίκτυο.δίκτυο.υπολογιστής**, **θα μπορούσε επίσης** να στείλει **αξιόπιστα** το πακέτο από την πηγή στον προορισμό, ο οποίος θα ήταν ένα υποδίκτυο του δικτύου Β (δείτε το σχήμα της προηγούμενης ερώτησης).

Στην περίπτωση αυτή, οι δρομολογητές θα πρέπει να κρατούν εγγραφές για **όλα** τα υποδίκτυα του δικτύου B, ώστε να μπορέσουν να δρομολογούν σωστά τα πακέτα για κάθε ένα από αυτά. Στην περίπτωση αυτή, θα υπήρχε ένας πολύ μεγάλος αριθμός δικτύων για τα οποία οι δρομολογητές θα έπρεπε να κρατούν εγγραφές. Αυτό δε συμβαίνει με τη χρήση διευθύνσεων κλάσης B, διότι εκεί οι εξωτερικοί δρομολογητές χρειάζεται απλώς να κρατούν **μία** εγγραφή, αυτή προς το δίκτυο B. Από εκεί, οι εσωτερικοί δρομολογητές αναλαμβάνουν να κατευθύνουν το πακέτο προς το υποδίκτυο προορισμού. Με αυτό τον τρόπο «**κρύβεται**» η εσωτερική δομή του δικτύου B και τα πράγματα γίνονται πιο εύκολα για τον «εξωτερικό κόσμο».

**4. Τι είναι η μάσκα υποδικτύου (subnet mask);**

Η **μάσκα υποδικτύου** είναι ένας **αριθμός** με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να **διαχωρίσουμε** μια διεύθυνση IP στο τμήμα του **Δικτύου** και στο τμήμα του **Υπολογιστή**. Η μάσκα υποδικτύου έχει μήκος 32 bit και η πράξη η οποία γίνεται μεταξύ αυτής και της διεύθυνσης IP προκειμένου να προκύψουν τα τμήματα, είναι η **λογική πράξη AND**.

**5. Μια IP διεύθυνση είναι η 192.168.123.132 και η μάσκα υποδικτύου είναι 255.255.255.0. Να βρείτε το μέρος της IP διεύθυνσης που προσδιορίζει το Δίκτυο και το μέρος που προσδιορίζει τον Υπολογιστή.**

Η IP διεύθυνση σε δυαδική μορφή είναι: 11000000.10101000.01111011.10000100  
 Η Μάσκα Υποδικτύου σε δυαδική μορφή: 11111111.11111111.11111111.00000000  
 Εφαρμογή δυαδικού τελεστή AND

11000000.10101000.01111011.00000000	↓	↓	←
	192.168.123.0		
00000000.00000000.00000000.10000100			←
			0.0.0.132

Το μέρος της διεύθυνσης που Αντιστοιχεί στο **Δίκτυο** είναι:  
 Το μέρος της διεύθυνσης που αντιστοιχεί στον **Υπολογιστή** είναι:

**6. Μια Μάσκα Υποδικτύου 255.255.192.0 εφαρμόζεται στην IP διεύθυνση 208.85.90.172. Να εξαχθεί η διεύθυνση υποδικτύου σε δεκαδική μορφή.**

Μετατρέπουμε τη Μάσκα Υποδικτύου και τη διεύθυνση IP σε δυαδική μορφή και εφαρμόζουμε σε αυτές την πράξη AND.

Το αποτέλεσμα φαίνεται στην επόμενη εικόνα:

11111111	11111111	11000000	00000000	Μάσκα Υποδικτύου
				AND
11010000	01010101	01011010	10101100	IP Διεύθυνση
11010000	01010101	01000000	00000000	Διεύθυνση Υποδικτύου

Εξαγωγή διεύθυνσης υποδικτύου με χρήση Μάσκας υποδικτύου

Επομένως η Διεύθυνση Υποδικτύου θα είναι: 208.85.64.0

**7. Θέλουμε να σταλεί ένα μήνυμα προς όλους τους υπολογιστές του Υποδικτύου 208.85.64.X. Τι τιμή θα βάλουμε στο πεδίο του Υπολογιστή της διεύθυνσης IP;**

Για να σταλεί ένα μήνυμα προς όλους τους υπολογιστές ενός υποδικτύου, το πεδίο Υπολογιστή της διεύθυνσης θα πρέπει να έχει όλα τα bit ίσα με 1. Επειδή στο παράδειγμά μας το τμήμα του Υπολογιστή της IP διεύθυνσης είναι το τελευταίο byte, αυτό θα πάρει την τιμή 11111111 (=255 στο δεκαδικό σύστημα). Άρα η διεύθυνση IP θα γίνει: 208.85.64.255.

**8. Θέλουμε να σταλεί ένα μήνυμα προς όλους τους υπολογιστές του Υποδικτύου 147.10.0.0. Τι τιμή θα βάλουμε στο πεδίο Υπολογιστή της διεύθυνσης;**



Σκεπτόμενοι ανάλογα με το προηγούμενο παράδειγμα, η διεύθυνση IP θα έχει τη μορφή: 147.10.255.255.

**9. Τι δηλώνει η IP διεύθυνση 255.255.255.255;**

Η διεύθυνση IP 255.255.255.255 δηλώνει ότι το αποστέλλόμενο μήνυμα προορίζεται για **όλους** τους υπολογιστές του δικτύου ανεξάρτητα από το υποδίκτυο στο οποίο βρίσκονται.

**10. Μπορείτε να περιγράψετε το σύστημα CIDR (Ανεξαρτήτως<sup>28</sup> Κλάσεων Δρομολόγησης Υπερ-περιοχών). Ποια είναι η χρησιμότητά του;**

Το σύστημα CIDR **καταργεί** τις **κλάσεις διευθύνσεων**, με αποτέλεσμα τα τμήματα Δικτύου και Υπολογιστή κάθε διεύθυνσης να **καθορίζονται κατά περίπτωση** με βάση τις **ανάγκες** κάθε οργανισμού. Το **μέγεθος** των τμημάτων Δικτύου και Υπολογιστή προσδιορίζονται από έναν **αριθμό, που συνοδεύει τις διευθύνσεις** και δηλώνει το **μέγεθος της μάσκας δικτύου** (τμήμα Δικτύου) κάθε διεύθυνσης. Ο αριθμός αυτός ονομάζεται **πρόθεμα**. Για παράδειγμα, στη διεύθυνση 207.13.01.48/25 το /25 είναι το πρόθεμα δικτύου και σημαίνει, ότι τα πρώτα 25 bits της διεύθυνσης χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του δικτύου και τα υπόλοιπα 7 για τον προσδιορισμό του συγκεκριμένου υπολογιστή.

Το σύστημα CIDR επιτρέπει την ανάθεση μεγάλων συνεχόμενων περιοχών αριθμών **σε αυτούς που παρέχουν υπηρεσίες Διαδικτύου** (Internet Service Providers - ISPs), οι οποίοι είναι **υπεύθυνοι** για την **ανάθεση μικρότερων υποσυνόλων αριθμών** στους **πελάτες** τους, ανάλογα με τις ανάγκες του καθενός. Με αυτό το τρόπο, επιτυγχάνεται η ομαδοποίηση των διευθύνσεων, που εξυπηρετούνται από τον ίδιο ISP. Η ομαδοποίηση αυτή επιτρέπει τη δρομολόγηση της κίνησης προς το σωστό προορισμό, διατηρώντας μόνο μία εγγραφή για όλους τους προορισμούς / διευθύνσεις, που εξυπηρετούνται από τον ίδιο ISP.

## 7.7 Πρωτόκολλο ARP

**1. Τι είναι το πρωτόκολλο ARP;**

Για να είναι δυνατή η αποστολή δεδομένων μεταξύ συστημάτων, τα οποία δε γνωρίζουν το ένα τη φυσική διεύθυνση του άλλου, θα πρέπει να παρεμβάλλεται ένα σύστημα μετατροπής των IP διευθύνσεων στις αντίστοιχες φυσικές διευθύνσεις. Το ARP είναι ένα ξεχωριστό πρωτόκολλο<sup>29</sup> το οποίο αναλαμβάνει αυτή τη μετατροπή.

**2. Με ποιο τρόπο λειτουργεί το πρωτόκολλο ARP;**

Σκοπός του πρωτοκόλλου ARP είναι να **μετατρέπει** τις **IP διευθύνσεις** στις αντίστοιχες **φυσικές**, έτσι ώστε να μην έχουν αυτό το έργο οι εφαρμογές. Κεντρικό στοιχείο του πρωτοκόλλου ARP είναι ένας **πίνακας**, σε μια στήλη του οποίου είναι καταχωρημένες οι IP διευθύνσεις, ενώ σε μια άλλη στήλη υπάρχουν οι αντίστοιχες φυσικές διευθύνσεις. Κάθε **εγγραφή** του πίνακα αντιστοιχεί σε μία **συσσκευή**. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα φαίνεται στον επόμενο πίνακα.

IP διεύθυνση	Ethernet διεύθυνση
223.1.2.1	08-00-39-00-2F-C3
223.1.2.3	08-00-5A-21-A7-22
223.1.2.4	08-00-10-99-AC-54

ARP Πίνακας

- ✓ Όταν το πρωτόκολλο ARP λαμβάνει την IP διεύθυνση μιας συσκευής, διερευνά τον ARP πίνακα, για να δει, εάν υπάρχει η αντίστοιχη εγγραφή.

<sup>28</sup> Η λέξη «Ανεξαρτήτου», η οποία αναφέρεται στο βιβλίο, δεν είναι δόκιμος όρος της ελληνικής γλώσσας.  
<sup>29</sup> του επιπέδου Δικτύου.

- ✓ Εάν βρει εγγραφή που αντιστοιχεί σε αυτήν τη διεύθυνση, τότε επιστρέφει την αντίστοιχη φυσική διεύθυνση.
  - ✓ Διαφορετικά, εάν δεν βρει ανάλογη εγγραφή, στέλνει ένα μήνυμα στο δίκτυο, το οποίο ονομάζεται ARP αίτηση.
    - Η ARP αίτηση περιέχει την IP διεύθυνση του υπολογιστή προορισμού και απευθύνεται σε όλες τις συσκευές του τοπικού δικτύου.
  - ✓ Εάν μία συσκευή αναγνωρίσει στην IP διεύθυνση προορισμού της αίτησης την δική της IP διεύθυνση, στέλνει απάντηση στη συσκευή που δημιούργησε την ARP αίτηση.
    - Η απάντηση περιέχει τη φυσική της διεύθυνση.
  - ✓ Η συσκευή, που δημιούργησε την ARP αίτηση, δημιουργεί μια νέα εγγραφή στον ARP πίνακα και καταχωρεί σε αυτήν, τη φυσική διεύθυνση που μόλις έλαβε.
- Με αυτόν το τρόπο, το πρωτόκολλο προσδιορίζει τη φυσική διεύθυνση οποιασδήποτε συσκευής με βάση την IP διεύθυνσή της και ταυτόχρονα ενημερώνεται ο πίνακας ARP.

### 3. Ποια η χρησιμότητα του ARP πίνακα, τον οποίο διατηρεί το πρωτόκολλο ARP;

Κάθε φορά που η ARP μονάδα λαμβάνει μία ARP αίτηση, χρησιμοποιεί την πληροφορία, που μεταφέρει η αίτηση, για να ενημερώσει τον ARP πίνακα της. Με αυτόν το τρόπο επιτυγχάνεται η δυναμική προσαρμογή του συστήματος στις αλλαγές των φυσικών διευθύνσεων ή στις προσθήκες νέων συσκευών στο δίκτυο. Χωρίς τη χρήση του ARP πίνακα θα απαιτούνταν η συνεχής αποστολή ARP αιτήσεων, αφού δεν θα υπήρχε μηχανισμός αποθήκευσης των φυσικών διευθύνσεων για μελλοντική χρήση. Κάτι τέτοιο θα είχε επιπτώσεις και στην επίδοση του δικτύου, αφού θα αύξανε σημαντικά την εισερχόμενη κίνηση στο δίκτυο. Ο ARP πίνακας είναι αναγκαίος, γιατί **οι IP και οι φυσικές (π.χ. Ethernet) διευθύνσεις είναι εντελώς ασυσχέτιστες μεταξύ τους** και δεν υπάρχει αλγόριθμος, με τον οποίο θα μπορούσαμε να προσδιορίσουμε τη μία από την άλλη.

### 4. Ποια η λειτουργία του πρωτοκόλλου Αντίστροφης Μετατροπής Διεύθυνσης (Reserve Address Resolution Protocol – RARP);

Το πρωτόκολλο Αντίστροφης Μετατροπής Διεύθυνσης (RARP) κάνει την αντίστροφη εργασία από το πρωτόκολλο ARP. Ενσωματώνει, δηλαδή, σε μία ερώτηση μία φυσική διεύθυνση και περιμένει σαν απάντηση την αντίστοιχη IP διεύθυνση. Αν και οι ερωτήσεις του πρωτοκόλλου RARP απευθύνονται σε όλες τις συσκευές του δικτύου, εντούτοις σύμφωνα με τους κανόνες του πρωτοκόλλου μπορούν να απαντήσουν μόνο ειδικές συσκευές, που ονομάζονται RARP εξυπηρετητές.

### 5. Δώστε ένα Παράδειγμα για την κατανόηση της λειτουργίας του πρωτοκόλλου ARP.

- Ας υποθέσουμε, ότι βρισκόμαστε στο σύστημα 128.6.4.194 και θέλουμε να συνδεθούμε με το σύστημα 128.6.4.7.
- Το σύστημα, πρώτα, θα ελέγξει, εάν το 128.6.4.7 βρίσκεται στο ίδιο δίκτυο με το 128.6.4.194, οπότε μπορεί να μιλήσει κατευθείαν μέσω του φυσικού δικτύου (π.χ. Ethernet).
- Στην συνέχεια, θα ψάξει στον ARP πίνακα διευθύνσεων να δει, εάν υπάρχει καταχωρημένη η διεύθυνση 128.6.4.7, ώστε να πάρει κατευθείαν την αντίστοιχη Ethernet διεύθυνση.
- Εάν ναι, τότε θα τοποθετήσει την Ethernet διεύθυνση στην Ethernet επικεφαλίδα και θα στείλει το πακέτο.
- Αν δεν υπάρχει καταχώρηση για το σύστημα 128.6.4.7 στον ARP πίνακα τότε, πρέπει πρώτα να προσδιορισθεί η Ethernet διεύθυνση του συστήματος 128.6.4.7 και στη συνέχεια να σταλεί το πακέτο.
- Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο ARP, το οποίο στέλνει μία ARP ερώτηση. Ουσιαστικά η ARP ερώτηση λέει: «Χρειάζομαι την Ethernet διεύθυνση του 128.6.4.7».
- Όλες οι συσκευές, που είναι συνδεδεμένες στο δίκτυο, βλέπουν την ARP ερώτηση.

- Όταν μία συσκευή αναγνωρίσει την IP διεύθυνσή της, πρέπει να απαντήσει. Έτσι, η συσκευή 128.6.4.7 βλέπει την ερώτηση, αναγνωρίζει την IP διεύθυνσή της και απαντά με μία ARP απάντηση λέγοντας: «Η φυσική διεύθυνση του 128.6.4.7 είναι 8:0:20:1:56:34». (Θυμίζουμε, ότι οι Ethernet διευθύνσεις είναι 48 bits, δηλαδή 6 οκτάδες).
- Το σύστημα, που γεννά ARP ερώτηση, καταχωρεί την πληροφορία, που λαμβάνει ως απάντηση στον ARP πίνακα, έτσι ώστε τα επόμενα πακέτα, που κατευθύνονται στον ίδιο προορισμό να δρομολογηθούν κατευθείαν.

## 6. Δώστε ένα ακόμα παράδειγμα κατανόησης της λειτουργίας του πρωτοκόλλου ARP.

Σε φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας μία εφαρμογή δικτύου, όπως η απομακρυσμένη σύνδεση (TELNET), στέλνει ένα μήνυμα εφαρμογής στο πρωτόκολλο TCP, το οποίο με τη σειρά του στέλνει το αντίστοιχο TCP μήνυμα στο πρωτόκολλο IP. Η IP διεύθυνση προορισμού είναι γνωστή τόσο στην εφαρμογή όσο και στα πρωτόκολλα TCP και IP. Καθώς το TCP μήνυμα έχει σταλεί στο IP επίπεδο, το πρωτόκολλο IP δημιουργεί ένα IP αυτοδύναμο πακέτο, που είναι έτοιμο να δοθεί στον οδηγό Ethernet, για να σταλεί στο δίκτυο. Για να γίνει όμως αυτό, πρέπει πρώτα να βρεθεί η **Ethernet διεύθυνση προορισμού**.

- Η εύρεση της Ethernet διεύθυνσης γίνεται μέσω του ARP πίνακα.
- Εάν ο πίνακας **δεν** έχει την πληροφορία διαθέσιμη, τότε το πρωτόκολλο ARP στέλνει **αίτηση** και το προς μετάδοση IP αυτοδύναμο πακέτο τοποθετείται σε **ουρά αναμονής**. Ουσιαστικά η ARP αίτηση μεταφέρει το εξής μήνυμα: «Εάν η IP διεύθυνσή σου αντιστοιχεί στην 223.1.2.2. IP διεύθυνση προορισμού, τότε πες μου την Ethernet διεύθυνσή σου».
- Όλοι οι υπολογιστές του δικτύου λαμβάνουν την ARP **ερώτηση** και κάθε ARP μονάδα εξετάζει την IP διεύθυνση προορισμού. Εάν η διεύθυνση προορισμού ταιριάζει με την δική της IP διεύθυνση, στέλνει **απάντηση κατευθείαν** στην Ethernet διεύθυνση αποστολέα. Η ARP απάντηση μεταφέρει το εξής μήνυμα: «Ναι αυτή είναι η δική μου IP διεύθυνση, επέτρεψέ μου να σου δώσω την Ethernet διεύθυνσή μου». Η ARP απάντηση έχει τα πεδία αποστολέα και προορισμού αντεστραμμένα σε σχέση με την ARP αίτηση.
- Η απάντηση λαμβάνεται από τον υπολογιστή, που έστειλε την αίτηση. Η ARP μονάδα του εξετάζει την απάντηση και προσθέτει τις IP και Ethernet διευθύνσεις του αποστολέα στον ARP πίνακα. Με αυτό το τρόπο μία νέα εγγραφή καταχωρείται δυναμικά στον ARP πίνακα. Όπως είπαμε πριν, το IP αυτοδύναμο πακέτο, που πρέπει να μεταδοθεί, περιμένει σε ουρά αναμονής. Το πακέτο αυτό απομακρύνεται από την ουρά αναμονής και αφού γίνει η μετατροπή της IP διεύθυνσής του στην Ethernet διεύθυνση με βάση τον ενημερωμένο πλέον ARP πίνακα, σχηματίζεται το Ethernet πακέτο και διαβιβάζεται στο δίκτυο.

IP διεύθυνση αποστολέα	223.1.2.1
Ethernet διεύθυνση αποστολέα	08-00-39-00-2F-C3
IP διεύθυνση προορισμού	223.1.2.2
Ethernet διεύθυνση προορισμού	<Κενό>

### ARP Αίτηση

IP διεύθυνση αποστολέα	223.1.2.2
Ethernet διεύθυνση αποστολέα	08-00-28-00-38-A9
IP διεύθυνση προορισμού	223.1.2.1
Ethernet διεύθυνση προορισμού	08-00-39-00-2F-C3

### ARP Απάντηση

ARP Αίτηση και Απάντηση

7. Περιγράψτε την ακολουθία των διεργασιών οι οποίες λαμβάνουν χώρα μέσω του πρωτοκόλλου ARP, προκειμένου να μεταδοθεί ένα IP αυτοδύναμο πακέτο από την πηγή στον προορισμό.

- Δημιουργείται η **ARP ερώτηση**.
- Το IP αυτοδύναμο πακέτο μπαίνει σε **ουρά αναμονής**.
- Λαμβάνεται η **ARP απάντηση** και μία νέα εγγραφή καταχωρείται στον **ARP πίνακα**.
- **Μετατρέπεται** η IP διεύθυνση στην αντίστοιχη Ethernet με βάση τον ενημερωμένο ARP πίνακα.
- Το IP αυτοδύναμο πακέτο **βγαίνει** από την ουρά αναμονής, σχηματίζεται ένα **Ethernet πακέτο** και **μεταδίδεται** στο δίκτυο.

Στην περίπτωση που κανένας υπολογιστής στο δίκτυο δεν απαντήσει σε μία ARP αίτηση, τότε, ακολούθως, δεν θα υπάρξει εγγραφή στον ARP πίνακα και το πρωτόκολλο IP θα **απορρίψει το IP αυτοδύναμο πακέτο**, που περιμένει σε αναμονή.

8. Τις συμβαίνει στην περίπτωση όπου κανένας υπολογιστής στο δίκτυο δεν απαντήσει σε μια ARP αίτηση;

Στην περίπτωση όπου κανένας υπολογιστής στο δίκτυο δεν απαντήσει σε μια ARP αίτηση, τότε δεν μπορεί να υπάρξει εγγραφή στον ARP πίνακα και το πρωτόκολλο IP θα απορρίψει το IP αυτοδύναμο πακέτο, το οποίο βρίσκεται στην αναμονή.

## 7.8 Σύστημα Ονομάτων Περιοχών (Domain Name System – DNS)

1. Γιατί αντί για τις διευθύνσεις IP, χρησιμοποιούνται συμβολικά ονόματα για τους υπολογιστές και για τα δίκτυα;

Αυτό συμβαίνει γιατί οι χρήστες είναι **δύσκολο** να θυμούνται τις **IP διευθύνσεις** (οι οποίες έχουν τη μορφή τεσσάρων δεκαδικών αριθμών που χωρίζονται με τελεία) ενώ είναι πολύ πιο εύκολο να θυμούνται **συμβολικά ονόματα**. Όταν θέλουμε να επικοινωνήσουμε με μία απομακρυσμένη συσκευή, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε την IP διεύθυνσή της, προκειμένου να την προσδιορίσουμε στο Διαδίκτυο και να κάνουμε δυνατή την εγκατάσταση επικοινωνίας μαζί της. Αντί, λοιπόν, να χρειάζεται οι χρήστες να απομνημονεύουν τις IP διευθύνσεις των συσκευών και των δικτύων, είναι σύνηθες να χρησιμοποιούν τα συμβολικά ονόματα, τα οποία τους έχουν ανατεθεί.

2. Σε περίπτωση που ένας υπολογιστής τοποθετηθεί σε διαφορετικό δίκτυο ή σε άλλο υποδίκτυο ενός δικτύου, τι συμβαίνει με την IP διεύθυνσή του;

Η IP διεύθυνση ενός υπολογιστή προσδιορίζει τη σύνδεση του υπολογιστή στο συγκεκριμένο δίκτυο. Έτσι, όταν ένας υπολογιστής (ή άλλη συσκευή) μετακινηθεί από ένα δίκτυο σε ένα άλλο, τότε πρέπει να αλλάξει και η IP διεύθυνσή του.

3. Γιατί όταν ένας υπολογιστής τοποθετηθεί σε άλλο, το (συμβολικό) όνομά του μπορεί να παραμένει σταθερό;

Το όνομα ενός υπολογιστή χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει **τον ίδιο τον υπολογιστή** προσφέροντάς του ένα αναγνωριστικό στοιχείο, που θα τον διακρίνει από τους άλλους υπολογιστές του δικτύου. Άρα όταν ο υπολογιστής μετακινηθεί σε άλλο δίκτυο, το συμβολικό όνομα του υπολογιστή μπορεί να παραμείνει το ίδιο. Το όνομα αναφέρεται στον συγκεκριμένο υπολογιστή, ενώ η IP διεύθυνση στο σημείο επαφής του με το δίκτυο.

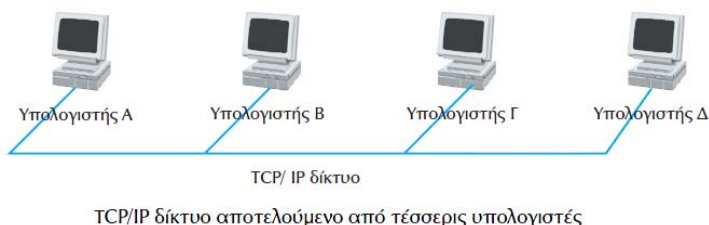
4. Ένας υπολογιστής μετακινείται από ένα δίκτυο και συνδέεται σε ένα άλλο. Από α) την IP διεύθυνσή του και β) το όνομά του ποιο είναι εκείνο που οπωσδήποτε θα αλλάξει;

Κατά τη μετακίνηση ενός υπολογιστή από ένα δίκτυο σε ένα άλλο αυτό που οπωσδήποτε θα αλλάξει είναι η IP διεύθυνσή του. Το συμβολικό του όνομα δεν είναι απαραίτητο να αλλάξει.

5. Κατά την επικοινωνία ενός υπολογιστή με μια απομακρυσμένη συσκευή, ποιος είναι υπεύθυνος για τη μετατροπή του συμβολικού ονόματος της συσκευής προορισμού στην αντίστοιχη IP διεύθυνσή της;

Η μετατροπή από το συμβολικό όνομα στην πραγματική IP διεύθυνση της συσκευής προορισμού, πραγματοποιείται από **τον υπολογιστή του αποστολέα**. Κάθε φορά που ένα μήνυμα πρέπει να σταλεί σε κάποιον υπολογιστή, το λογισμικό του IP πρωτοκόλλου του αποστολέα ανατρέχει στο αρχείο διευθύνσεων και αναζητά τη διεύθυνση προορισμού, χρησιμοποιώντας ως κλειδί αναζήτησης το όνομα του υπολογιστή προορισμού.

6. Μπορείτε να δώσετε ένα παράδειγμα δικτύου και αντίστοιχου πίνακα IP διευθύνσεων – συμβολικών ονομάτων;



Το παραπάνω δίκτυο αποτελείται από τέσσερις υπολογιστές με τα συμβολικά ονόματα Α, Β, Γ, Δ. Ο αντίστοιχος πίνακας του αρχείου διευθύνσεων – συμβολικών ονομάτων είναι όπως παρακάτω:

IP διεύθυνση	Όνομα
223.1.2.1	Α
223.1.2.2	Β
223.1.2.3	Γ
223.1.3.2	Δ

Τμήμα αρχείου διευθύνσεων και συμβολικών ονομάτων

7. Σε ποιες περιπτώσεις είναι πρακτική η τήρηση αρχείων με πίνακες IP διευθύνσεων – συμβολικών ονομάτων σε κάθε υπολογιστή προκειμένου να επιτυγχάνεται η αποστολή των πακέτων από τον υπολογιστή / πηγή προς τον υπολογιστή / προορισμού και σε ποιες όχι; Εξηγήστε τους λόγους.

Η πρακτική της τήρησης αρχείων με πίνακες IP διευθύνσεων – συμβολικών ονομάτων, δουλεύει καλά σε **μικρά δίκτυα** με λίγες συσκευές. Σε ολόκληρο όμως το Διαδίκτυο είναι αδύνατον όλα αυτά τα συμβολικά ονόματα και οι διευθύνσεις να χωρέσουν σε ένα ASCII αρχείο.

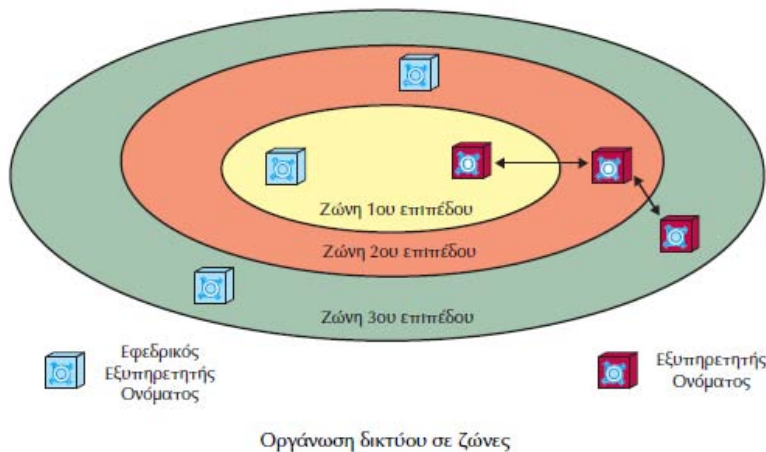
Ένας άλλος λόγος που καθιστά την τήρηση τέτοιου είδους αρχείων ανέφικτη σε μεγάλα δίκτυα, είναι το γεγονός ότι **τα μεγάλα δίκτυα τροποποιούνται συνεχώς**. Αυτό οδηγεί στην ανάγκη να εκτελούνται καθημερινά εκατοντάδες αλλαγές και νέες εγγραφές στα αρχεία ονομάτων και διευθύνσεων. Ο χρόνος, που θα απαιτούνταν, για να ενημερωθούν τα αρχεία κάθε υπολογιστή (ή έστω τα αρχεία επιλεγμένων δρομολογητών των αυτόνομων συστημάτων) θα ήταν υπερβολικά μεγάλος και, επομένως, απαγορευτικός.

8. Τι είναι το Σύστημα Ονομάτων Περιοχής (Domain Name System – DNS) και ποια είναι η οργάνωσή του;

Το Σύστημα Ονομάτων Περιοχής (Domain Name System – DNS) είναι ένας **μηχανισμός απεικόνισης IP διευθύνσεων σε συμβολικά ονόματα και αντίστροφα**. Το DNS περιέχει

ένα χώρο ονομάτων **ιεραρχικά οργανωμένο** και η λειτουργία του στηρίζεται σε μία **κατανεμημένη βάση δεδομένων**<sup>30</sup>.

- Η **ιεραρχική δομή του χώρου** ονομάτων είναι αυτή, που εξασφαλίζει και την επεκτασιμότητά του, αφού δεν υπάρχει περιορισμός στο βάθος της ιεραρχίας.
- Η ύπαρξη της **κατανεμημένης βάσης δεδομένων** επιβάλλεται από τον όγκο των δεδομένων, που πρέπει να τηρούνται και τη συχνότητα των υποβληθέντων ερωτήσεων. Εάν στη θέση της κατανεμημένης βάσης δεδομένων υπήρχε μία κεντρική βάση, θα υπήρχαν σημαντικά προβλήματα επικοινωνίας από το μεγάλο αριθμό ερωτήσεων, που θα δεχόταν καθημερινά από εκατομμύρια υπολογιστών, που είναι συνδεδεμένοι στο Διαδίκτυο.



Για τη λειτουργία του, το σύστημα DNS χρησιμοποιεί τους **εξυπηρετητές ονόματος** (name server), οι οποίοι βρίσκονται σε διάφορα σημεία στο δίκτυο, παρέχουν πληροφορία απεικόνισης των ονομάτων σε διευθύνσεις και συνεργάζονται μεταξύ τους (δείτε συνέχεια και την επόμενη ερώτηση).

#### 9. Με ποιο τρόπο λειτουργούν οι εξυπηρετητές ονόματος (DNS server);

Οι εξυπηρετητές ονομάτων βρίσκονται σε διάφορα σημεία στο δίκτυο, συνεργάζονται μεταξύ τους και παρέχουν πληροφορία **απεικόνισης των ονομάτων σε διευθύνσεις**.

Κάθε εξυπηρετητής ονόματος εξυπηρετεί συγκεκριμένο τμήμα περιοχής (δικτύου) ή όλη την περιοχή, εάν το δίκτυο είναι μικρό. Το τμήμα αυτό ονομάζεται **ζώνη**. Με αυτό το τρόπο, η βάση δεδομένων διαιρείται σε μη επικαλυπτόμενα τμήματα (ζώνες).

Οι εξυπηρετητές ονόματος κάθε ζώνης (βασικοί και εφεδρικοί) δεν βρίσκονται όλοι στην ίδια τοποθεσία. Αυτό συμβαίνει, για να αποκλειστεί το ενδεχόμενο μία κεντρική διακοπή στην παροχή ρεύματος ή μία φυσική καταστροφή να θέσει εκτός λειτουργίας όλους τους εξυπηρετητές της ίδιας ζώνης.

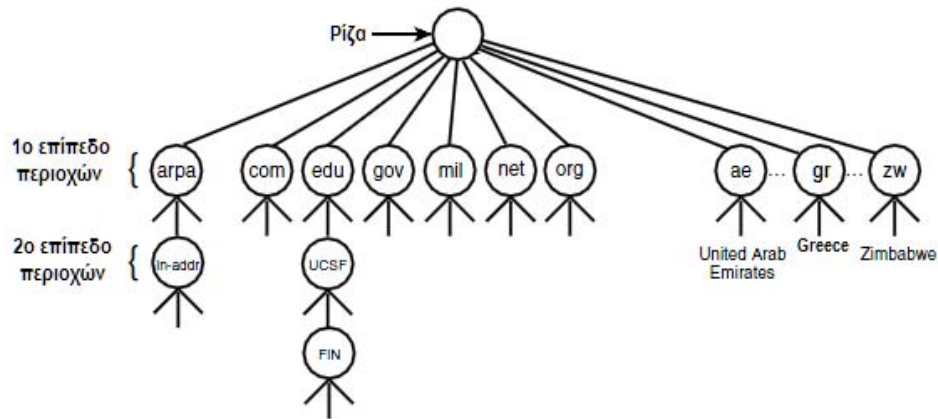
Το σύστημα DNS λειτουργεί με τη μορφή συνόλου **φωλιασμένων ζωνών**. Κάθε εξυπηρετητής ονόματος επικοινωνεί με τους εξυπηρετητές της αμέσως υψηλότερης και χαμηλότερης (εάν υπάρχει) ιεραρχικά ζώνης.

### 7.8.1 Χώρος Ονομάτων του DNS

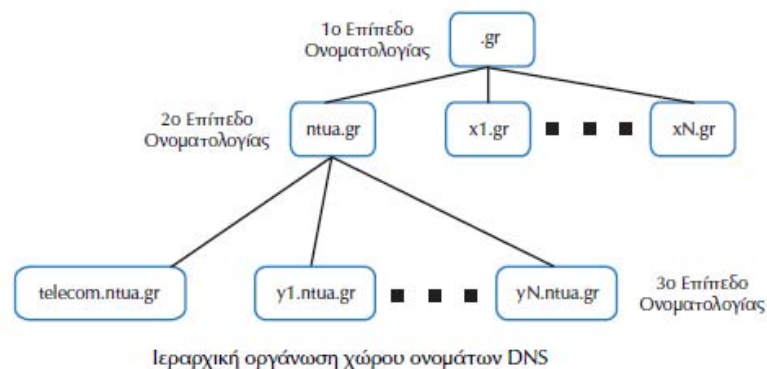
#### 1. Με ποιο τρόπο οργανώνεται ο χώρος των ονομάτων του DNS;

Ο χώρος ονομάτων του συστήματος DNS χρησιμοποιεί **ιεραρχική αρχιτεκτονική**, που **διαιρεί το χώρο σε σύνολο περιοχών**, οι οποίες περαιτέρω μπορούν να **διαιρεθούν σε άλλες υποπεριοχές**. Η δομή αυτή οδηγεί σε δέντρο, όπως δείχνει και το επόμενο σχήμα:

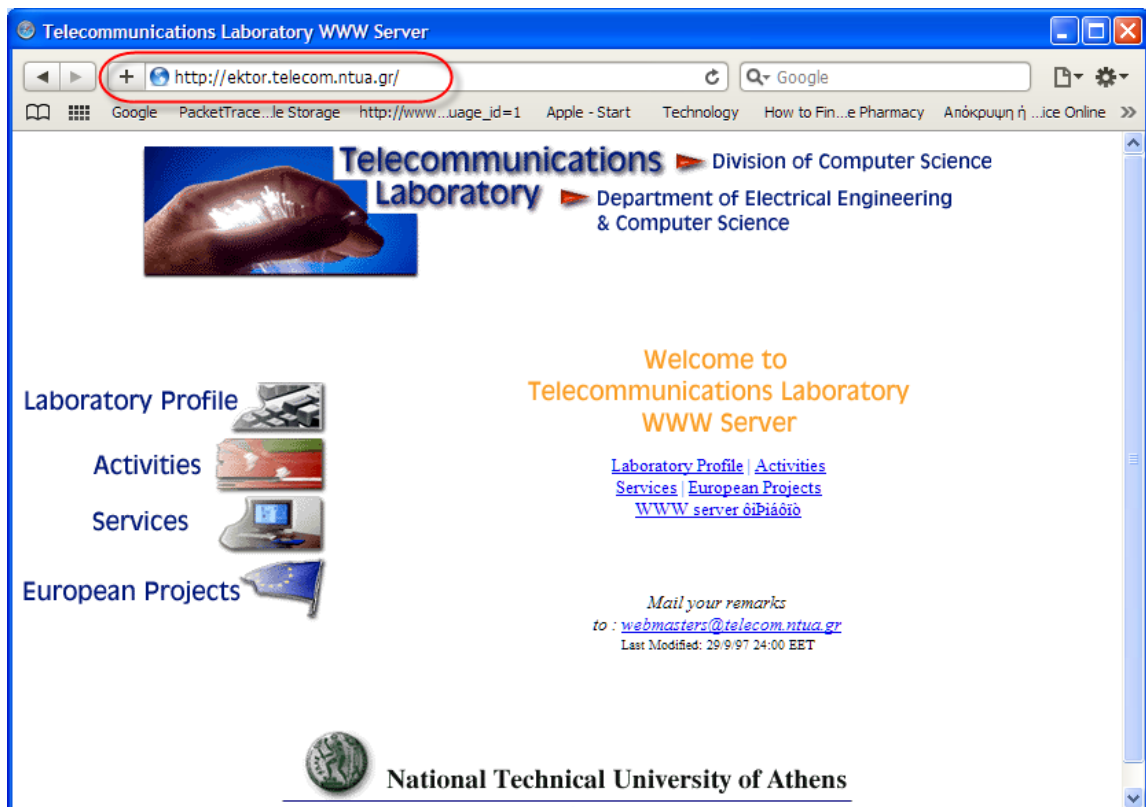
<sup>30</sup> Κατανεμημένη Β.Δ. λέγεται η Β.Δ. της οποίας το περιεχόμενο κατανέμεται (διαμοιράζεται) σε περισσότερους από έναν υπολογιστές, οι οποίοι συνδέονται μεταξύ τους με δίκτυο.



- Το **πρώτο επίπεδο περιοχών** ονομάζονται **βασικές περιοχές** και βρίσκονται στα *δεξιά του ονόματος*. Στις ΗΠΑ, υπάρχουν επτά τέτοιες περιοχές, στις οποίες κατατάσσονται τα δίκτυα ανάλογα με τις δραστηριότητές τους, και είναι οι ακόλουθες:
  - .arpa: Ειδικοί οργανισμοί Διαδικτύου
  - .com: Εταιρίες
  - .edu: Εκπαιδευτικά ιδρύματα
  - .gov: Κυβερνητικοί οργανισμοί
  - .mil: Στρατιωτικοί οργανισμοί
  - .net: Κέντρα διοίκησης δικτύου
  - .org: Ο,τιδήποτε δεν μπορεί να καταταγεί σε κάποια από τις προηγούμενες κατηγορίες
- Εκτός από τις παραπάνω βασικές περιοχές, που αναφέρονται στις ΗΠΑ, υπάρχει επίσης μία βασική περιοχή για κάθε χώρα (βλέπε σχήμα). Οι περιοχές αυτές, συνήθως, προσδιορίζονται από μικρό τμήμα του ονόματος της χώρας στην οποία απευθύνονται. Για παράδειγμα ο κωδικός της Ελλάδας είναι .gr και του Καναδά .ca.
- Κάτω από κάθε βασική περιοχή υπάρχει **δεύτερο επίπεδο περιοχών**, που προσδιορίζει συνήθως τον οργανισμό, στον οποίο ανήκει το δίκτυο. Οι περιοχές δευτέρου επιπέδου ονομάζονται **domain** και καθεμία είναι μοναδική. Συνήθως, τα **ονόματα (domain names)**, που τους εκχωρούνται, είναι αντιπροσωπευτικά και αντικατοπτρίζουν την εταιρία ή τον οργανισμό, στον οποίο ανήκουν. Τα domain names βρίσκονται *αριστερά των ονομάτων των βασικών περιοχών και διαχωρίζονται από αυτά με τελεία*.  
 Για παράδειγμα, το σύστημα ntua.gr ανήκει στη βασική περιοχή της Ελλάδας και το domain name *ntua* αναφέρεται στην περιοχή, που έχει παραχωρηθεί στο Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο Ε.Μ.Π. (National Technical University of Athens - NTUA).



- Ο οργανισμός ή η εταιρία, στην οποία έχει παραχωρηθεί ένα domain name, είναι ο αποκλειστικός υπεύθυνος για τη διαχείρισή του. Έτσι ο διαχειριστής του συστήματος μπορεί να διαιρέσει το δίκτυο σε μικρότερα υποδίκτυα. Κάθε νέο υποδίκτυο αντιστοιχεί σε **περιοχή ονομάτων τρίτου επιπέδου**, που ονομάζεται **subdomain**. Στην ονοματολογία του χώρου ονομάτων, βρίσκεται στα αριστερά των domain names και διαχωρίζεται από αυτά με τελεία. Για παράδειγμα, το σύστημα telecom.ntua.gr ανήκει στη βασική περιοχή της Ελλάδας .gr, στο domain name του Ε.Μ.Π. ntua.gr, του οποίου αποτελεί ένα subdomain. Το σύστημα **telecom.ntua.gr** αντικατοπτρίζει την περιοχή ονομάτων, που έχει παραχωρηθεί σε ένα από τα πολλά εργαστήρια του Ε.Μ.Π., στο Εργαστήριο Τηλεπικοινωνιών, προκειμένου να απεικονίσει το δικό του δίκτυο.
- Ένα **μηχάνημα** με το όνομα “ektor” προσδιορίζεται γράφοντας το όνομα πιο αριστερά από την περιοχή “telecom”, που δηλώνει τις μηχανές του Εργαστηρίου Τηλεπικοινωνιών, το οποίο ανήκει στην περιοχή “ntua” του Ε.Μ.Π. και έχει καταχωρηθεί στη βασική περιοχή .gr της Ελλάδας.



## 2. Μπορείτε να εξηγήσετε τη δομή του συμβολικού ονόματος ektor.telecom.ntua.gr;

Το παραπάνω όνομα προσδιορίζει το μηχάνημα “ektor”, το οποίο βρίσκεται στην περιοχή “telecom”, που δηλώνει τις μηχανές του εργαστηρίου τηλεπικοινωνιών, το οποίο ανήκει στην περιοχή “ntua” του Ε.Μ.Π. και έχει καταχωρηθεί στη βασική περιοχή .gr της Ελλάδας.

## 7.9 Δρομολόγηση

### 1. Δώστε τον ορισμό του όρου «δρομολόγηση». Ποιος είναι ο σκοπός του αλγόριθμου δρομολόγησης;

**Δρομολόγηση** ονομάζεται το **έργο εύρεσης** του πως θα φθάσει ένα πακέτο στον προορισμό του. Ο **αλγόριθμος δρομολόγησης** αποτελεί τμήμα του επιπέδου δικτύου και έχει ως σκοπό να κατευθύνει ένα πακέτο από την **πηγή** στον **προορισμό** του.



## 2. Από τι εξαρτάται η χρονική στιγμή στην οποία λαμβάνονται οι αποφάσεις δρομολόγησης; Τι συμβαίνει σε κάθε περίπτωση;

Η χρονική στιγμή, στην οποία λαμβάνονται οι αποφάσεις δρομολόγησης, **εξαρτάται από το δίκτυο** και, ειδικότερα, από το αν αυτό χρησιμοποιεί **αυτοδύναμα πακέτα** ή **νοητά κυκλώματα**.

- Στην περίπτωση που το δίκτυο χρησιμοποιεί **νοητά κυκλώματα**, τότε η επιλογή της διαδρομής, που θα ακολουθήσουν τα πακέτα, λαμβάνεται **κατά την εγκατάσταση του νοητού κυκλώματος** και όλα τα δεδομένα της ίδιας σύνδεσης ακολουθούν τον ίδιο δρόμο (νοητό κύκλωμα).
- Εάν το δίκτυο χρησιμοποιεί **αυτοδύναμα πακέτα**, τότε τα πακέτα της ίδιας σύνδεσης δεν είναι απαραίτητο να ακολουθούν την ίδια διαδρομή. Η απόφαση για τη διαδρομή, που θα ακολουθήσει κάθε πακέτο, λαμβάνεται για καθένα ξεχωριστά.

## 3. Ποιες είναι οι επιθυμητές ιδιότητες για έναν αλγόριθμο δρομολόγησης;

Οι επιθυμητές ιδιότητες είναι οι εξής:

- **ορθότητα**
- **απλότητα**
- **δικαιοσύνη**
- **ανθεκτικότητα**. (Η ανθεκτικότητα αναφέρεται στο γεγονός, ότι ο αλγόριθμος πρέπει να είναι σε θέση να **αντιμετωπίζει** αλλαγές στην τοπολογία του δικτύου, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση, που κάποιος κόμβος ή γραμμή τεθεί εκτός λειτουργίας).
- **βελτιστοποίηση**. (Η βελτιστοποίηση στοχεύει στην καλύτερη δυνατή χρησιμοποίηση **των πόρων του δικτύου** όπως για παράδειγμα, στην μεγιστοποίηση της συνολικής κίνησης, που εξυπηρετείται από το δίκτυο).

## 4. Γιατί το έργο της δρομολόγησης είναι πολύπλοκο;

Το έργο της δρομολόγησης των IP αυτοδύναμων πακέτων είναι πολύπλοκο γιατί χρειάζεται **συντονισμός και συνεργασία μεταξύ όλων των κόμβων του δικτύου** και όχι μόνο μεταξύ των γειτονικών, όπως απαιτείται από τα πρωτόκολλα των χαμηλότερων επιπέδων της αρχιτεκτονικής OSI ή TCP/IP (όπως στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων).

Για τη δρομολόγηση σε ένα δίκτυο **συνεργάζονται πολλοί αλγόριθμοι**, οι οποίοι δουλεύουν λιγότερο ή περισσότερο **ανεξάρτητα** μεταξύ τους.

## 5. Ποιες είναι οι βασικές λειτουργίες του αλγόριθμου δρομολόγησης; Με ποιο τρόπο επιτυγχάνεται η παράδοση των πακέτων από την πηγή στον προορισμό;

Οι βασικές λειτουργίες του αλγόριθμου δρομολόγησης είναι :

1. Η επιλογή της διαδρομής για τη μεταφορά των δεδομένων από την πηγή στον προορισμό.
2. Η παράδοση των πακέτων στον προορισμό τους, όταν οι διαδρομές έχουν καθορισθεί.

Η παράδοση των πακέτων από την πηγή στον προορισμό επιτυγχάνεται με την χρήση των **πινάκων δρομολόγησης**.

## 6. Ποιοι παράγοντες επίδοσης επηρεάζονται από τον αλγόριθμο δρομολόγησης;

Οι παράγοντες που επηρεάζονται από τον αλγόριθμο δρομολόγησης είναι η **ρυθμοαπόδοση** και η **μέση καθυστέρηση**.

## 7. Με ποιο τρόπο ο αλγόριθμος δρομολόγησης επηρεάζει τη ρυθμοαπόδοση και τη μέση καθυστέρηση; Ποιος μηχανισμός ενεργοποιείται σε περίπτωση μεγάλης καθυστέρησης;

Τα πακέτα, που μεταφέρονται μέσω του δικτύου, υφίστανται **μέση καθυστέρηση**, που εξαρτάται από τις **διαδρομές**, που **ακολουθούν**. Οι διαδρομές αυτές επιλέγονται από τον αλγόριθμο δρομολόγησης.

Επομένως, οι αποφάσεις του αλγόριθμου δρομολόγησης επηρεάζουν άμεσα τη μέση καθυστέρηση, που υφίσταται η κίνηση σε ένα δίκτυο.

Επιπρόσθετα, όταν η καθυστέρηση σε ένα δίκτυο αυξάνει, αυτό σημαίνει ότι η εισερχόμενη κίνηση δεν μπορεί να εξυπηρετηθεί. Φανταστείτε τις γραμμές του δικτύου σαν μία μεγάλη οδική αρτηρία. Όταν η κίνηση είναι αυξημένη, η ροή των αυτοκινήτων γίνεται με μικρή ταχύτητα. Εάν η κίνηση ξεπεράσει κάποια ανώτατα όρια, τότε δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση και τα αυτοκίνητα κινούνται με μεγάλη δυσκολία. Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στο δίκτυο.

Στην περίπτωση που η **μέση καθυστέρηση** της κίνησης αυξάνει επικίνδυνα, ενεργοποιείται ένας μηχανισμός προστασίας, ο οποίος ονομάζεται **έλεγχος ροής και εμποδίζει την είσοδο νέου φορτίου στο δίκτυο**. Ο έλεγχος ροής επιδιώκει την εξισορρόπηση της ρυθμοαπόδοσης με την καθυστέρηση. Έτσι, όσο αποτελεσματικότερος είναι ο αλγόριθμος δρομολόγησης στο να διατηρεί χαμηλά την καθυστέρηση, τόσο περισσότερη κίνηση μπορεί να δεχθεί το δίκτυο και κατά συνέπεια τόσο μεγαλύτερη είναι η ρυθμοαπόδοση, που επιτυγχάνεται.

#### 8. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι αλγόριθμοι δρομολόγησης, ανάλογα α) με τον τρόπο λήψης των αποφάσεων δρομολόγησης και β) τον τρόπο δρομολόγησης.

Οι αλγόριθμοι δρομολόγησης α) με τον τρόπο λήψης των αποφάσεων δρομολόγησης διακρίνονται σε **κατανεμημένους** και **συγκεντρωτικούς** και β) ανάλογα με τον τρόπο δρομολόγησης, σε **στατικούς** και **προσαρμοζόμενης δρομολόγησης**.

#### 9. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας των συγκεντρωτικών και των κατανεμημένων αλγορίθμων δρομολόγησης .

Συγκεντρωτικοί αλγόριθμοι:

- Οι **αποφάσεις** δρομολόγησης λαμβάνονται από έναν **κεντρικό κόμβο**.
- Ο κόμβος αυτός πρέπει να έχει **πλήρη γνώση** της κατάστασης του δικτύου, με αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους των **πινάκων δρομολόγησης**.
- Ο κόμβος πρέπει να έχει **μεγάλες δυνατότητες** τοπικής αποθήκευσης.
- Απαιτείται περισσότερος χρόνος από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Central Processing Unit, CPU), για να σαρώνει τους μεγάλους πίνακες δρομολόγησης.

Κατανεμημένοι αλγόριθμοι:

- Οι **αποφάσεις** δρομολόγησης λαμβάνονται **κατανεμημένα** (μεταξύ των κόμβων του δικτύου).
- Οι κόμβοι **ανταλλάσσουν πληροφορίες**, όταν απαιτείται.

#### 10. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας των στατικών και των προσαρμοσμένων αλγορίθμων δρομολόγησης .

- Οι **στατικοί αλγόριθμοι** δρομολόγησης χρησιμοποιούν **σταθερές διαδρομές** για τη μεταφορά δεδομένων, ανεξάρτητα από τις συνθήκες κίνησης, που επικρατούν στο δίκτυο. **Αλλαγές στις διαδρομές** γίνονται μόνο όταν μία γραμμή ή ένας κόμβος τεθούν εκτός λειτουργίας.

Οι **αλγόριθμοι** αυτοί δεν επιτυγχάνουν υψηλές **ρυθμοαποδόσεις** και χρησιμοποιούνται κυρίως σε πολύ απλά δίκτυα.

- Στους αλγόριθμους **προσαρμοζόμενης δρομολόγησης** οι διαδρομές τροποποιούνται ανάλογα με τις **συνθήκες φόρτισης των γραμμών του δικτύου**. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην αρχή, ότι, όταν κάποιο τμήμα του δικτύου υποστεί **συμφόρηση** λόγω αυξημένης εισερχόμενης κίνησης, τότε ο αλγόριθμος δρομολόγησης **τροποποιεί τις διαδρομές** και οδηγεί την κίνηση εκτός των τμημάτων, που έχουν υποστεί την

συμφόρηση. Οι αποφάσεις τους βασίζονται σε μετρήσεις ή εκτιμήσεις της τρέχουσας τοπολογίας του δικτύου.

#### 11. Να αναφέρετε τα κριτήρια με βάση τα οποία οι αλγόριθμοι δρομολόγησης λαμβάνουν τις αποφάσεις τους.

- **Συντομότερη διαδρομή**, η οποία καθορίζεται με βάση: είτε τον αριθμό τμημάτων (γραμμών), που την αποτελούν, είτε την μέση καθυστέρηση (ουράς και μετάδοσης), που εισάγει είτε τη χρησιμοποίηση του εύρους ζώνης.
- **Αριθμός πακέτων**, που περιμένουν προς μετάδοση στην ουρά εξόδου.
- **Κόστος γραμμής**. Το κόστος γραμμής είναι συνάρτηση, στην οποία συμμετέχουν με διαφορετική βαρύτητα οι ακόλουθοι παράγοντες: μέση καθυστέρηση, μέσο μήκος ουράς, χρήση εύρους ζώνης.

#### 7.9.1 Δρομολόγηση σε δίκτυα TCP/IP

##### 1. Ποια είναι η διαφορά μεταξύ τελικών υπολογιστών (host) και δρομολογητών όσον αφορά τη δρομολόγηση των αυτοδύναμων πακέτων;

Οι **τελικοί υπολογιστές** (host) παίρνουν αποφάσεις δρομολόγησης μόνο για τα **δικά τους αυτοδύναμα πακέτα** και δεν προωθούν παραπέρα τυχόν αυτοδύναμα πακέτα, που λαμβάνουν και που δεν απευθύνονται σε αυτούς.

Αντίθετα, οι **δρομολογητές** παίρνουν αποφάσεις δρομολόγησης για όλα τα **αυτοδύναμα πακέτα**, που λαμβάνουν και τα προωθούν στον προορισμό τους.

##### 2. Γιατί λέμε ότι η διάκριση των συσκευών σε τελικούς υπολογιστές είναι περισσότερο λογική και όχι φυσική;

Η διάκριση των συσκευών σε τελικούς υπολογιστές και δρομολογητές είναι περισσότερο **λογική** και όχι **φυσική**, αφού ως **δρομολογητές** μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε **ειδικές συσκευές** (η συνήθης περίπτωση) είτε **απλοί υπολογιστές** γενικού σκοπού. Στην δεύτερη περίπτωση, μία συσκευή αναλαμβάνει το διπλό έργο του δρομολογητή και του τελικού υπολογιστή. Αυτό συμβαίνει συνήθως σε μικρά δίκτυα.

##### 3. Ποιος είναι ο ρόλος του πίνακα δρομολόγησης στη διαδικασία της δρομολόγησης των πακέτων;

Ο πίνακας δρομολόγησης είναι βασικό στοιχείο του πρωτοκόλλου IP και συμμετέχει ενεργά στη διαδικασία της δρομολόγησης. Το πρωτόκολλο IP χρησιμοποιεί αυτόν τον πίνακα, για να πάρει όλες τις αποφάσεις, που σχετίζονται με τη δρομολόγηση των IP αυτοδύναμων πακέτων στον προορισμό τους.

##### 4. Ποιες περιπτώσεις δρομολόγησης διακρίνει ο αλγόριθμος δρομολόγησης; Περιγράψτε τι συμβαίνει σε κάθε μία από αυτές.

Στην περίπτωση της **άμεσης δρομολόγησης**, ο υπολογιστής αποστολέας βρίσκεται στο ίδιο δίκτυο με τον υπολογιστή προορισμού και, επομένως, τα αυτοδύναμα πακέτα παραδίδονται αμέσως. Όταν ένας υπολογιστής πρέπει να στείλει ένα αυτοδύναμο πακέτο, ελέγχει πρώτα, εάν η διεύθυνση προορισμού ανήκει στο δικό του τοπικό δίκτυο. Εάν ναι, τότε το αυτοδύναμο πακέτο στέλνεται κατευθείαν.

Διαφορετικά, όταν δηλαδή ο υπολογιστής αποστολέας βρίσκεται σε διαφορετικό δίκτυο από τον υπολογιστή προορισμού, έχουμε την περίπτωση της **έμμεσης δρομολόγησης**. Στην περίπτωση αυτή το σύστημα αναμένει να βρει εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης για το δίκτυο, στο οποίο ανήκει η διεύθυνση προορισμού. Όταν βρεθεί η αντίστοιχη εγγραφή, το αυτοδύναμο πακέτο στέλνεται στο δρομολογητή, που προσδιορίζεται από αυτήν.

##### 5. Ποιο πρόβλημα υπάρχει με το μέγεθος του πίνακα δρομολόγησης και με ποιες στρατηγικές αντιμετωπίζεται;

Με την ανάπτυξη του Διαδικτύου, το οποίο σήμερα **διασυνδέει εκατομμύρια υπολογιστές**, το μέγεθος του πίνακα δρομολόγησης αυξάνει επικίνδυνα, σε σημείο που να γίνεται **προβληματική η διαχείρισή του**.

Μία στρατηγική είναι η χρησιμοποίηση ενός ορισμένου από πριν (προεπιλεγμένου) δρομολογητή. Σε πολλά δίκτυα, συνήθως, υπάρχει ένας μόνο δρομολογητής, που οδηγεί έξω από αυτά. Ένας τέτοιος δρομολογητής μπορεί να συνδέει ένα τοπικό δίκτυο στο δίκτυο κορμού. Σε αυτή την περίπτωση, δεν χρειάζεται να έχουμε στον πίνακα δρομολόγησης ξεχωριστή εγγραφή για κάθε δίκτυο, που υπάρχει στον κόσμο. Απλά, ορίζουμε τον δρομολογητή ως προεπιλεγμένο και γνωρίζουμε εκ των προτέρων, ότι όλη η εξερχόμενη κίνηση του δικτύου, ανεξάρτητα από τον προορισμό της, διεκπεραιώνεται από αυτόν. Προεπιλεγμένος δρομολογητής μπορεί να χρησιμοποιείται ακόμη και στην περίπτωση, που το δίκτυο διαθέτει περισσότερους από έναν δρομολογητές. Σε αυτή την περίπτωση, κάθε εξερχόμενο από το δίκτυο αυτοδύναμο πακέτο, στην επικεφαλίδα του οποίου δεν καθορίζεται κάποια ειδική διαδρομή (δρομολογητής), προωθείται προς τον προεπιλεγμένο δρομολογητή. Εάν ο προεπιλεγμένος δρομολογητής δεν μπορεί να προωθήσει κάποιο αυτοδύναμο πακέτο στον προορισμό του, υπάρχει η πρόβλεψη, ώστε οι δρομολογητές να στέλνουν μήνυμα, που να αναφέρει: «Δεν είμαι η καλύτερη επιλογή δρομολογητή - χρησιμοποίησε τον δρομολογητή Χ». Το μήνυμα αυτό στέλνεται μέσω του πρωτοκόλλου ICMP. Τα μηνύματα αυτά χρησιμοποιούνται από τα περισσότερα λογισμικά επιπέδου δικτύου, για να εισάγουν νέες εγγραφές και να ενημερώνουν τους πίνακες δρομολόγησης.

#### 6. Παρουσιάστε συνοπτικά τον αλγόριθμο δρομολόγησης, τον οποίο χρησιμοποιεί το IP.

*Ξεχώρισε τη διεύθυνση προορισμού (ΔΠ) από το αυτοδύναμο πακέτο*

*Υπολόγισε τη διεύθυνση δικτύου προορισμού (ΔΔΠ) από τη ΔΠ*

*(Αν) η ΔΔΠ είναι διεύθυνση δικτύου, με το οποίο είναι άμεσα συνδεδεμένος ο δρομολογητής,*

*προώθησε το αυτοδύναμο πακέτο προς τον προορισμό του από το δίκτυο με διεύθυνση ΔΔΠ.*

*(Διαφορετικά) αν η ΔΠ υπάρχει στον πίνακα δρομολόγησης με βάση τον υπολογιστή προορισμού*

*δρομολόγησε το αυτοδύναμο πακέτο, όπως ορίζεται στον πίνακα (Διαφορετικά) αν η ΔΔΠ υπάρχει στον πίνακα δρομολόγησης*

*δρομολόγησε το αυτοδύναμο πακέτο, όπως ορίζεται στον πίνακα*

*(Διαφορετικά) αν έχει προσδιορισθεί πρότυπη διαδρομή*

*δρομολόγησε το αυτοδύναμο πακέτο προς τον υπεύθυνο δρομολογητή διαφορετικά σημείωσε λάθος στη δρομολόγηση*

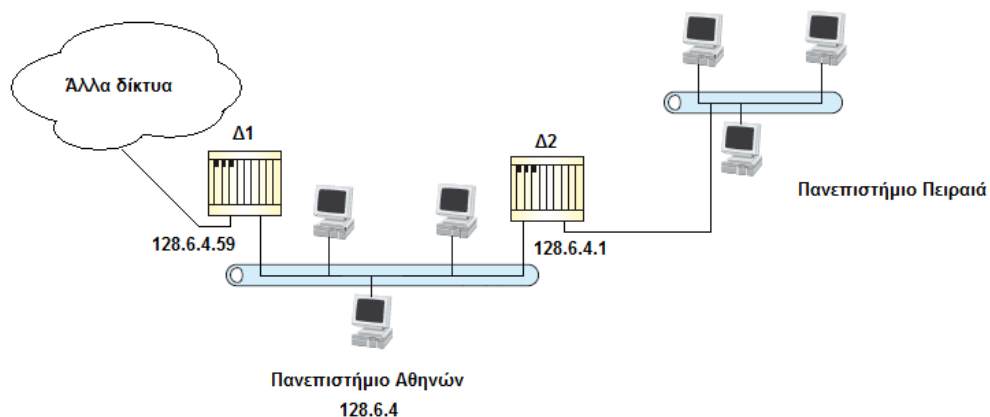
#### 7. Ποιο πρωτόκολλο είναι υπεύθυνο για την αποστολή ενός μηνύματος λάθους κατά τη δρομολόγηση;

Υπεύθυνο για την αποστολή μηνύματος λάθους κατά τη δρομολόγηση είναι το πρωτόκολλο ICMP.

#### 8. Δώστε ένα παράδειγμα, όπου να εφαρμόζεται ο παραπάνω αλγόριθμος δρομολόγησης.

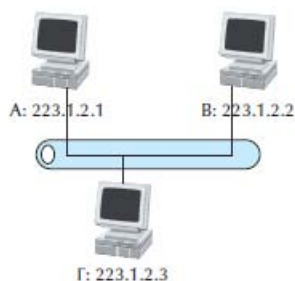
- Υποθέτουμε, ότι το δίκτυο με διεύθυνση 128.6.4, το οποίο βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο Αθηνών, έχει **δύο δρομολογητές**: τον 128.6.4.59 και τον 128.6.4.1.
- Ο δρομολογητής **128.6.4.59** συνδέει το δίκτυο με μεγάλο αριθμό δικτύων, που και αυτά βρίσκονται στο Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ο δρομολογητής **128.6.4.1** οδηγεί κατευθείαν στο Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Έχουμε θέσει το δρομολογητή 128.6.4.59 σαν προεπιλεγμένο και δεν έχουμε άλλες εγγραφές στον πίνακα δρομολόγησης.  
Έστω ότι θέλουμε να στείλουμε ένα αυτοδύναμο πακέτο στο Πανεπιστήμιο Πειραιά.
  - Επειδή δεν υπάρχει εγγραφή στον πίνακα δρομολόγησης για το δίκτυο του Πανεπιστημίου Πειραιά, το αυτοδύναμο πακέτο θα σταλεί στον προεπιλεγμένο δρομολογητή 128.6.4.59.

- Αυτός όμως δεν είναι ο σωστός δρομολογητής, οπότε προωθεί το αυτοδύναμο πακέτο στο δρομολογητή 128.6.4.1.
- Παράλληλα στέλνει πίσω στο σύστημα, από το οποίο προήλθε το αυτοδύναμο πακέτο, μήνυμα λάθους λέγοντας «για να πας στο δίκτυο του Πανεπιστημίου Πειραιά χρησιμοποίησε το δρομολογητή 128.6.4.1» (Το μήνυμα λάθους θα σταλεί με το πρωτόκολλο ICMP).
- Το λογισμικό επιπέδου IP θα προσθέσει μία νέα εγγραφή στο πίνακα δρομολόγησης .
- Κάθε επόμενο αυτοδύναμο πακέτο, που προορίζεται για το Πανεπιστήμιο Πειραιά, θα πηγαίνει κατευθείαν στο δρομολογητή 128.6.4.1.



### 7.9.2 Άμεση δρομολόγηση

1. Περιγράψτε τη διαδικασία άμεσης δρομολόγησης ενός IP αυτοδύναμου πακέτου από τον υπολογιστή A στον υπολογιστή B σε ένα απλό δίκτυο, όπως αυτό του παρακάτω σχήματος:



Όταν ο υπολογιστής A στέλνει ένα IP αυτοδύναμο πακέτο στο B, **στην επικεφαλίδα του ορίζονται σαν IP διευθύνσεις πηγής και προορισμού**, οι IP διευθύνσεις των υπολογιστών A και B αντίστοιχα.

Ομοίως στην **επικεφαλίδα του Ethernet πακέτου**, που σχηματίζεται κατά τη μετάδοση του αυτοδύναμου πακέτου στο φυσικό δίκτυο, ορίζονται σαν Ethernet διευθύνσεις πηγής και προορισμού οι Ethernet **διευθύνσεις των υπολογιστών A και B αντίστοιχα**. Αυτό φαίνεται στον επόμενο πίνακα:

	Διεύθυνση Πηγής	Διεύθυνση Προορισμού
<b>IP επικεφαλίδα</b>	Διεύθυνση A	Διεύθυνση B
<b>Ethernet επικεφαλίδα</b>	Διεύθυνση A	Διεύθυνση B

Διευθύνσεις του Ethernet πακέτου ενός IP αυτοδύναμου πακέτου, που πηγαίνει από τον A στο B

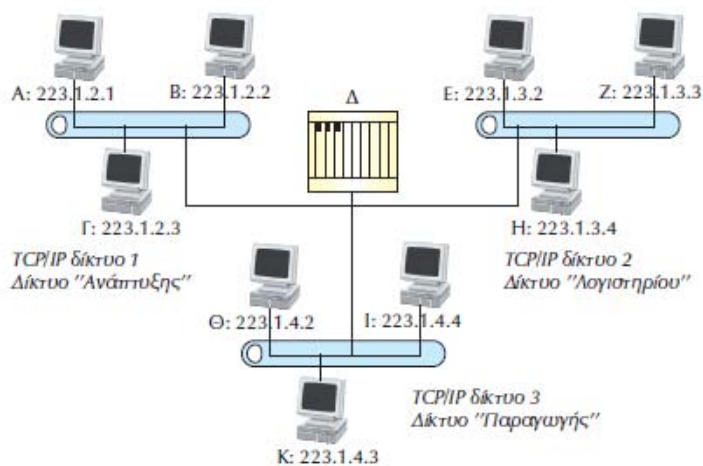
Όταν το πρωτόκολλο IP του Β λάβει το IP αυτοδύναμο πακέτο από τον Α, ελέγχει την IP διεύθυνση προορισμού και εξετάζει, εάν είναι ίδια με τη δική του. Αν ναι, τότε περνά το αυτοδύναμο πακέτο στα ανώτερα επίπεδα. Η επικοινωνία αυτή του Α με το Β χρησιμοποιεί άμεση δρομολόγηση.

2. Υπάρχει κάποια υπηρεσία που προσφέρει επιπλέον το πρωτόκολλο IP σε σύγκριση με αυτές που παρέχει το φυσικό δίκτυο κατά τη μεταφορά δεδομένων, όπως αυτή που περιγράφεται στην προηγούμενη ερώτηση ;

Για αυτή την απλή περίπτωση μεταφοράς δεδομένων από τον Α στο Β της προηγούμενης ερώτησης, το πρωτόκολλο IP **δεν προσφέρει κάποια επιπλέον υπηρεσία** σε σχέση με αυτές, που ήδη παρέχονται από το φυσικό δίκτυο Ethernet. Αντίθετα, οι λειτουργίες του πρωτοκόλλου IP επιβαρύνουν το δίκτυο αφού, απαιτείται επιπλέον επεξεργασία για τη δημιουργία, μετάδοση και ανάλυση της IP επικεφαλίδας.

### 7.9.3 Έμμεση δρομολόγηση

1. Στην επόμενη εικόνα φαίνονται τρία TCP/IP δίκτυα τα οποία συνδέονται με το δρομολογητή Δ και χρησιμοποιούν ως φυσικό δίκτυο, ένα δίκτυο Ethernet. Να περιγράψετε τη διαδικασία για την αποστολή ενός IP αυτοδύναμου πακέτου από τον υπολογιστή Α στον υπολογιστή Ε.



TCP/IP διαδίκτυο αποτελούμενο από τρία TCP/IP δίκτυα

- Ο δρομολογητής Δ είναι ένας IP δρομολογητής, που συνδέει **τρία TCP/IP δίκτυα** και επομένως έχει **τρεις IP** και **τρεις Ethernet** διευθύνσεις, από ένα ζεύγος για κάθε δίκτυο.
- Κάθε επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών, που βρίσκονται στο **ίδιο** TCP /IP δίκτυο, γίνεται σύμφωνα με την **άμεση** δρομολόγηση.
- Ο δρομολογητής Δ συνδέεται απευθείας με κάθε ένα από τα τρία δίκτυα άρα η επικοινωνία του με κάθε έναν από τους υπολογιστές των δικτύων γίνεται σύμφωνα με την άμεση δρομολόγηση.
- Όταν ο Α στέλνει ένα πακέτο προς τον Ε, το πακέτο αυτό φέρει α) τις IP διευθύνσεις της πηγής (Α) και του προορισμού (Ε) και β) τις Ethernet διευθύνσεις πηγής (Α) και του δρομολογητή (Δ).

	Διεύθυνση Προέλευσης	Διεύθυνση Προορισμού
IP επικεφαλίδα	A	E
Ethernet επικεφαλίδα	A	Δ

Διευθύνσεις του Ethernet πακέτου ενός IP αυτοδύναμου πακέτου, που πηγαίνει από τον Α στον Ε

- Το πρωτόκολλο IP του Δ λαμβάνει το πακέτο, εξετάζει την IP διεύθυνση, βλέπει ότι δεν είναι του Δ αλλά του Ε, και προωθεί το αυτοδύναμο πακέτο προς το Ε, θέτοντας ως Ethernet διεύθυνση τη διεύθυνση του Ε.

	Διεύθυνση Προέλευσης	Διεύθυνση Προορισμού
IP επικεφαλίδα	Α	Ε
Ethernet επικεφαλίδα	Δ	Ε

Διευθύνσεις του Ethernet πακέτου ενός IP αυτοδύναμου πακέτου, που πηγαίνει από τον Α στο Ε (αφού περάσει από το Δ)

#### 7.9.4 Πίνακας Δρομολόγησης

1. Με ποιο τρόπο το πρωτόκολλο IP προσδιορίζει το σημείο διεπαφής δικτύου, που πρέπει να χρησιμοποιήσει, προκειμένου να δρομολογήσει ένα IP αυτοδύναμο πακέτο στο προορισμό του.

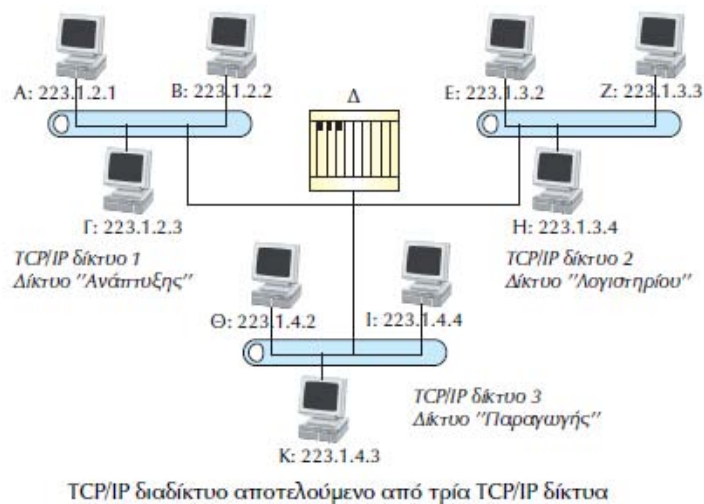
Το πρωτόκολλο IP βρίσκει το σημείο διεπαφής δικτύου από τον **πίνακα δρομολόγησης**, χρησιμοποιώντας ως κλειδί αναζήτησης τη **διεύθυνση δικτύου προορισμού**.

Η διεύθυνση δικτύου προορισμού προκύπτει από την IP διεύθυνση προορισμού.

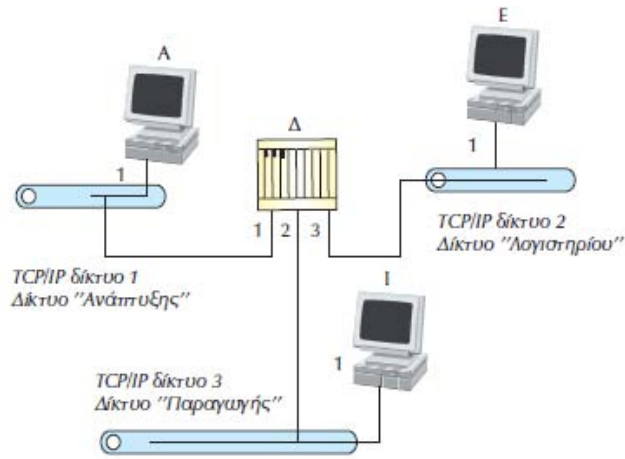
Ο πίνακας δρομολόγησης έχει μία εγγραφή για κάθε διαδρομή.

Οι βασικές στήλες του πίνακα δρομολόγησης είναι οι εξής: **αριθμός δικτύου IP, αναγνωριστικό άμεσης ή έμμεσης δρομολόγησης, IP διεύθυνση δρομολογητή και αριθμός διεπαφής δικτύου**. Τον πίνακα αυτόν συμβουλευεται το πρωτόκολλο IP για κάθε εξερχόμενο αυτοδύναμο πακέτο. Οι αποφάσεις, που λαμβάνει το πρωτόκολλο IP συμβουλευόμενο τον πίνακα δρομολόγησης, αφορούν το εάν θα στείλει το αυτοδύναμο πακέτο με άμεση ή έμμεση δρομολόγηση και την επιλογή του σημείου διεπαφής δικτύου χαμηλότερου επιπέδου, στο οποίο θα προωθήσει το αυτοδύναμο πακέτο.

2. Δώστε ένα παράδειγμα για τη λειτουργία του πίνακα δρομολόγησης κατά την αποστολή ενός IP αυτοδύναμου πακέτου α) από τον υπολογιστή Α στον Β και β) από τον υπολογιστή Α στον Ε της παρακάτω εικόνας<sup>31</sup>:



<sup>31</sup> Η διαδικασία που περιγράφεται είναι σχηματική. Η επικοινωνία του δρομολογητή Δ με κάθε ένα από τα τρία IP δίκτυα γίνεται μέσω **ξεχωριστής θύρας Ethernet** στην οποία αντιστοιχεί **ξεχωριστή IP διεύθυνση**. Ο Δ δηλαδή έχει 3 IP και 3 Ethernet διευθύνσεις, μία για κάθε δίκτυο.



Διεπαφές των υπολογιστών Α, Δ, Ε και Ι του TCP/IP δικτύου

Α) Όταν ο υπολογιστής Α στέλνει ένα αυτοδύναμο πακέτο στον Β:

- Προσδιορίζει σαν IP διεύθυνση προορισμού την IP διεύθυνση του Β (223.1.2.2).
- Το πρωτόκολλο IP από την IP διεύθυνση του Β παίρνει τη διεύθυνση του δικτύου, στο οποίο ανήκει ο Β (**223.1.2**) με τη χρήση κατάλληλης μάσκας.
- Τι πρωτόκολλο IP διερευνά την πρώτη στήλη του πίνακα δρομολόγησης, για να δει, εάν υπάρχει εγγραφή με την ίδια καταχώρηση στη στήλη Δίκτυο.

Δίκτυο	Αναγνωριστικό Άμεσης/ Έμμεσης Δρομολόγησης	Δρομολογητής	Αριθμός Διεπαφής
Ανάπτυξης (223.1.2)	Άμεση	<ΚΕΝΟ>	1
Λογιστηρίου (223.1.3)	Έμμεση	Δ	1
Παραγωγής (223.1.4)	Έμμεση	Δ	1

Πίνακας δρομολόγησης του υπολογιστή Α

- Στον πίνακα του παραδείγματος μας υπάρχει ίδια διεύθυνση στην πρώτη καταχώρηση του πίνακα.
- Με τη βοήθεια ενός ARP πίνακα από την IP διεύθυνση του υπολογιστή Β προκύπτει και η Ethernet διεύθυνση του, και το Ethernet πακέτο διαβιβάζεται κατευθείαν στον υπολογιστή Β μέσω του σημείου επαφής ένα.

Β) Όταν ο υπολογιστής Α στέλνει ένα αυτοδύναμο πακέτο στον Ε.

- Ο Α προσδιορίζει ως IP διεύθυνση προορισμού την αντίστοιχη διεύθυνση του Ε (**223.1.3.2**).
- Το πρωτόκολλο IP από την IP διεύθυνση του Ε λαμβάνει τη διεύθυνση του δικτύου στο οποίο ανήκει ο Ε (**223.1.3**).
- Στη συνέχεια, διερευνά την πρώτη στήλη του πίνακα δρομολόγησης, για να δει, εάν υπάρχει εγγραφή με την ίδια καταχώρηση στη στήλη Δίκτυο.

Δίκτυο	Αναγνωριστικό Άμεσης/ Έμμεσης Δρομολόγησης	Δρομολογητής	Αριθμός Διεπαφής
Ανάπτυξης (223.1.2)	Άμεση	<ΚΕΝΟ>	1
Λογιστηρίου (223.1.3)	Έμμεση	Δ	1
Παραγωγής (223.1.4)	Έμμεση	Δ	1



- Στον πίνακα του παραδείγματος μας υπάρχει ίδια διεύθυνση στη δεύτερη καταχώρηση του πίνακα. Η καταχώρηση αυτή υποδεικνύει, ότι οι υπολογιστές του δικτύου 223.1.3 μπορούν να προσπελαθούν με έμμεση δρομολόγηση μέσω του δρομολογητή Δ.
- Με τη βοήθεια ARP πίνακα, από την IP διεύθυνση του υπολογιστή Δ προκύπτει η Ethernet διεύθυνση του, και το Ethernet πακέτο διαβιβάζεται κατευθείαν στον υπολογιστή Δ μέσω του **σημείου επαφής 1** (δείτε εικόνα στην εκφώνηση της άσκησης). Πρέπει να σημειωθεί, ότι στο IP αυτοδύναμο πακέτο παραμένει ακόμη ως IP διεύθυνση προορισμού η IP διεύθυνση του υπολογιστή Ε.
- Το Ethernet πακέτο φθάνει στο σημείο διεπαφής 1 (διεπαφή του υπολογιστή Δ με το δίκτυο Ανάπτυξης) και περνά στο IP πρωτόκολλο του υπολογιστή Δ.
- Το πρωτόκολλο IP ελέγχει την IP διεύθυνση προορισμού και, αφού διαπιστώσει, ότι δεν αντιστοιχεί στην IP διεύθυνση του Δ, αποφασίζει να το προωθήσει στον προορισμό του.

Δίκτυο	Αναγνωριστικό Άμεσης/ Έμμεσης Δρομολόγησης	Δρομολογητής	Αριθμός Διεπαφής
Ανάπτυξης (223.1.2)	Άμεση	< ΚΕΝΟ >	1
Λογιστηρίου (223.1.3)	Άμεση	< ΚΕΝΟ >	3
Παραγωγής (223.1.4)	Άμεση	< ΚΕΝΟ >	2

Πίνακας δρομολόγησης του Δ

- Το πρωτόκολλο IP του υπολογιστή Δ από την IP διεύθυνση προορισμού του αυτοδύναμου πακέτου (διεύθυνση του υπολογιστή Ε) παίρνει τη διεύθυνση του δικτύου, στο οποίο ανήκει ο Ε (**223.1.3**) και διερευνά την πρώτη στήλη του πίνακα δρομολόγησης (ανωτέρω εικόνα) για να δει, εάν υπάρχει κάποια εγγραφή με την ίδια καταχώρηση στη στήλη Δίκτυο.
- Η διεύθυνση, εντοπίζεται στη δεύτερη εγγραφή του πίνακα.
- Το πρωτόκολλο IP στέλνει το IP αυτοδύναμο πακέτο κατευθείαν στον υπολογιστή Ε μέσω του σημείου διεπαφής 3. Στο αυτοδύναμο πακέτο, που κατευθύνεται στον υπολογιστή Ε, η IP διεύθυνση προορισμού, είναι η αντίστοιχη του Ε. Το ίδιο ισχύει και για την Ethernet διεύθυνση προορισμού.
- Όταν το Ethernet πακέτο φθάσει στον υπολογιστή Ε μέσω του σημείου διεπαφής 3, διαβιβάζεται στο πρωτόκολλο IP του υπολογιστή Ε. Το πρωτόκολλο IP ελέγχει την IP διεύθυνση προορισμού, αναγνωρίζει, ότι είναι η δικιά του και περνά το αυτοδύναμο πακέτο στα πρωτόκολλα ανωτέρου επιπέδου.

## 7.11 Πρωτόκολλα Εφαρμογής

### 7.11.1 Γενικές Αρχές

1. Για να υπάρξει επικοινωνία σε επίπεδο εφαρμογών, π.χ. για τη μεταφορά ενός αρχείου από έναν υπολογιστή σε άλλον, ποιες είναι οι εργασίες που πρέπει να γίνουν; Ποια πρωτόκολλα αναλαμβάνουν αυτές τις εργασίες;

Για να είναι δυνατή η επικοινωνία του υπολογιστή μας με έναν άλλον ώστε να μεταφέρουμε ένα αρχείο από αυτόν, θα πρέπει:

- Να δημιουργηθεί μια σύνδεση με το συγκεκριμένο υπολογιστή.
- Να αποκτήσουμε πρόσβαση σε αυτόν.
- Να ζητήσουμε το αρχείο που θέλουμε να μεταφέρουμε.
- Να ξεκινήσει η μετάδοση του αρχείου.

Αυτές είναι εργασίες τις οποίες αναλαμβάνουν τα **πρωτόκολλα εφαρμογής**.

2. Από τη στιγμή που αποκαθίσταται μία σύνδεση μεταξύ δύο υπολογιστών μέσω του πρωτοκόλλου TCP, με ποιο τρόπο γίνεται ο χειρισμός της από τα πρωτόκολλα εφαρμογής;

Από τη στιγμή που το πρωτόκολλο TCP αποκαταστήσει μια σύνδεση μεταξύ δύο υπολογιστών, τα πρωτόκολλα εφαρμογής τη χειρίζονται σαν να ήταν απλό σύρμα που συνδέει την πηγή με τον προορισμό. Καθορίζουν επίσης **τι** πρέπει να **μεταφέρεται** μέσα από αυτή τη σύνδεση, δηλαδή τα **δεδομένα** που πρέπει να μεταφερθούν αλλά και τις κατάλληλες **εντολές** (αυτές που καταλαβαίνει η εφαρμογή) αλλά και τη **δομή** με την οποία πρέπει να σταλούν.

**3. Να αναφέρετε μερικά προβλήματα, τα οποία έχουν να αντιμετωπίσουν τα πρωτόκολλα εφαρμογής λόγω της επικοινωνίας διαφορετικών τύπων υπολογιστών καθώς και με ποιο τρόπο επιλύονται.**

Λόγω του ότι κατά την επικοινωνία έρχονται σε επαφή μεταξύ τους διαφορετικοί τύποι υπολογιστών, παρατηρούνται κάποιες διαφορές:

- Στους κωδικούς χαρακτήρων (ASCII, EBCDIC).
- Στη σύμβαση τέλους γραμμής.
- Στο αν τα τερματικά περιμένουν οι χαρακτήρες να στέλνονται ένας κάθε φορά ή ανά γραμμή.

Για να επιτραπεί η επικοινωνία υπολογιστών διαφορετικών τύπων, κάθε πρωτόκολλο εφαρμογής ορίζει συγκεκριμένο τρόπο παρουσίασης των δεδομένων.

### 7.11.2 Βασικές και προηγμένες υπηρεσίες του Διαδικτύου

#### Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο

**1. Τι είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο;**

Το **ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail)** είναι εφαρμογή, που επιτρέπει την αποστολή μηνυμάτων / επιστολών μεταξύ **δύο ή περισσότερων χρηστών** με **ηλεκτρονικό τρόπο**.

Τα πλεονεκτήματα, που προσφέρει το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο σε σχέση με το συμβατικό, σχετίζονται με το **κόστος**, τη **ταχύτητα παράδοσης** και τη **φιλικότητα** προς το χρήστη. Έτσι, ο χρήστης απολαμβάνει υπηρεσίες με μικρότερο κόστος και μεγαλύτερη ταχύτητα παράδοσης, χωρίς να χρειάζεται να μετακινείται σε ταχυδρομικά γραφεία και να περιμένει σε ουρές αναμονής μέχρι να εξυπηρετηθεί.

**2. Ποιες είναι οι δυνατότητες, τις οποίες προσφέρουν οι νέες εφαρμογές ηλεκτρονικού ταχυδρομείου;**

- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και από μη εξειδικευμένο προσωπικό.
- Υποστηρίζουν παράδοση του ίδιου μηνύματος σε πολλούς χρήστες.
- Ενημέρωση του αποστολέα, ότι το μήνυμα έχει φθάσει στον προορισμό του.
- Αυτόματη διαχείριση της αλληλογραφίας, ώστε, σε περιπτώσεις απουσίας των χρηστών, αυτή να μη χάνεται.

**3. Να αναφέρετε τα βασικά πλεονεκτήματα του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.**

- Είναι πολύ **γρήγορο**.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο χρόνος παράδοσης ενός μηνύματος **εξαρτάται** από τη **ταχύτητα των συνδέσεων** του δικτύου και είναι **ανεξάρτητος** από τη **φυσική γεωγραφική θέση** του παραλήπτη. Έτσι, για παράδειγμα ένα μήνυμα μπορεί να χρειάζεται λιγότερο χρόνο για να φτάσει στο Los Angeles από ότι σε κάποια πόλη της Πορτογαλίας, λόγω του ότι η επικοινωνία με Los Angeles γίνεται μέσω ταχύτερων συνδέσεων.

- Ο χρήστης **δεν χρειάζεται να παρακολουθεί** τη μεταφορά του μηνύματος μέσω του ταχυδρομείου, σε αντίθεση με την αποστολή FAX ή την απλή τηλεφωνική κλήση. Το μήνυμα, από την στιγμή που σταλεί, είναι στη **διάθεση** του παραλήπτη, μόλις ο τελευταίος μπει στον υπολογιστή του και **ενεργοποιήσει** το πρόγραμμα διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

- Είναι πιο **οικονομικό** από το συμβατικό ταχυδρομείο. Μέσα από μία απλή τηλεφωνική γραμμή μπορεί να μεταδοθεί μεγάλος αριθμός μηνυμάτων και επιστολών, στις οποίες μπορούν (αν υπάρχει το κατάλληλο λογισμικό) να **ενσωματωθούν** και αρχεία **εικόνας** και **ήχου**.
- Μπορεί να προσδιορισθεί **μεγάλος αριθμός αποδεκτών**, χωρίς να χρειάζεται να γίνει καμία παρέμβαση από τον αποστολέα.
- Το **κόστος** της υπηρεσίας είναι χαμηλό.

#### 4. Ποια είναι τα μειονεκτήματα του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου;

- Δεν υπάρχει απόλυτη εγγύηση, ότι το μήνυμα έφτασε στον προορισμό του.

#### 5. Από τι αποτελείται μια εφαρμογή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου;

Αποτελείται από έναν κειμενογράφο που χρησιμοποιείται για τη σύνταξη του μηνύματος και σύστημα μεταφοράς αρχείων για τη μεταφορά των μηνυμάτων στους παραλήπτες τους.

#### 6. Περιγράψτε συνοπτικά τον τρόπο λειτουργίας του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, με τη βοήθεια του Πρωτοκόλλου Μεταφοράς Απλού Ταχυδρομείου (Simple Mail Transfer Protocol – SMTP).

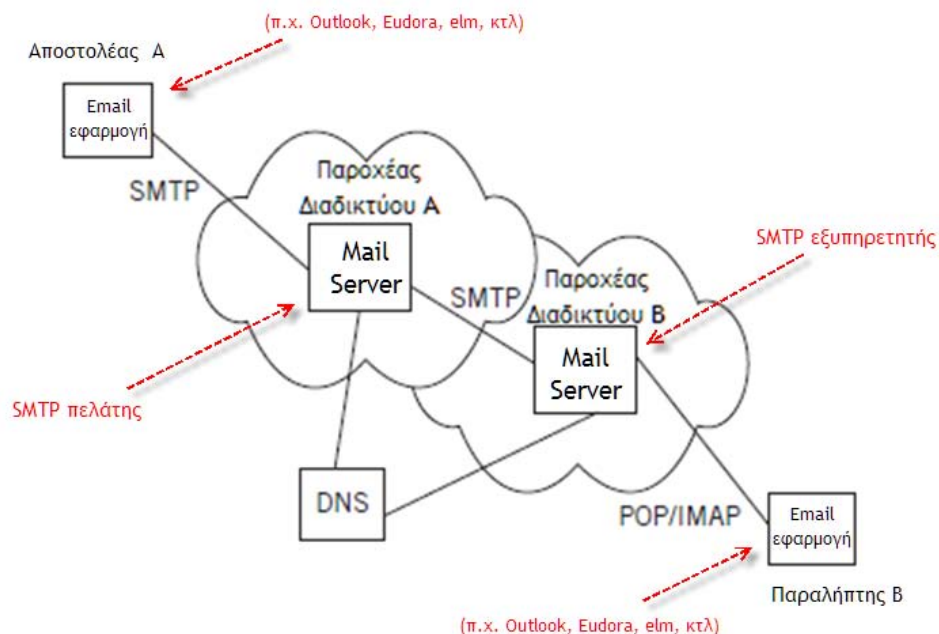
Το πρωτόκολλο SMTP βρίσκεται στο επίπεδο **Εφαρμογής** του μοντέλου TCP/IP( ή στο επίπεδο 7 του μοντέλου OSI – επίπεδο Εφαρμογής).

- Ο αποστολέας (Α στο σχήμα της ερώτησης) χρησιμοποιεί μια εφαρμογή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου<sup>32</sup> (π.χ. Outlook, Eudora, κτλ) με την οποία συνθέτει το ηλεκτρονικό μήνυμα κατά τα γνωστά.
- Ο αποστολέας Α (πατώντας το κουμπί «Αποστολή» - «Send» της εφαρμογής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου), αποστέλλει το e-mail προς ένα ειδικό υπολογιστή του δικού του παροχέα Διαδικτύου (π.χ. ΟΤΕnet, Forthnet, Ηοl, κτλ). Ο ειδικός αυτός υπολογιστής ονομάζεται **εξυπηρετητής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου** (mail server) του αποστολέα.
- Ο εξυπηρετητής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του αποστολέα Α, εξετάζει τη διεύθυνση του παραλήπτη Β. Στη συνέχεια ερωτά τον κατάλληλο **εξυπηρετητή ονόματος** (DNS Server) για την IP διεύθυνση που αντιστοιχεί στην διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του παραλήπτη Β.
- Ο εξυπηρετητής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του αποστολέα λειτουργεί ως **SMTP πελάτης** και ανοίγει μια **TCP σύνδεση** με τον αντίστοιχο εξυπηρετητή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του παραλήπτη Β, χρησιμοποιώντας ως **TCP port** προορισμού το **25**. Ο εξυπηρετητής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του παραλήπτη Β λέγεται **SMTP εξυπηρετητής**.
- Με την εγκατάσταση της παραπάνω TCP σύνδεσης, το πρόγραμμα ξεκινά να στέλνει **στοιχεία εντολών**, όπως το όνομα του αποστολέα και τους αποδέκτες, που πρέπει να λάβουν το μήνυμα.
- Στη συνέχεια στέλνει εντολή, που προσδιορίζει ότι αρχίζει το μήνυμα.
- Το άλλο άκρο, σταματά να χειρίζεται αυτά που λαμβάνει ως εντολές, και είναι έτοιμο να λάβει το μήνυμα.
- Με το τέλος της αποστολής του μηνύματος, το πρόγραμμα στέλνει ειδικό χαρακτήρα που ειδοποιεί και τα δύο άκρα, ότι αρχίζει να στέλνει και πάλι εντολές.
- Ο εξυπηρετητής ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του Β τοποθετεί το ηλεκτρονικό μήνυμα στο αντίστοιχο «γραμματοκιβώτιο» του Β.
- Μόλις ο παραλήπτης Β συνδεθεί, το ηλεκτρονικό μήνυμα προωθείται από τον SMTP εξυπηρετητή προς αυτόν<sup>33</sup>.

<sup>32</sup> Λέγεται και User Agent - UA.

<sup>33</sup> Η διαδικασία διανομής των ηλεκτρονικών επιστολών προς τους παραλήπτες γίνεται με τη βοήθεια ενός ακόμη πρωτοκόλλου, του POP3 /ή του IMAP (δείτε στο σχήμα), το οποίο δεν περιγράφεται μια και δεν αναφέρεται στο σχολικό βιβλίο.

Η διαδικασία φαίνεται στο επόμενο σχήμα:



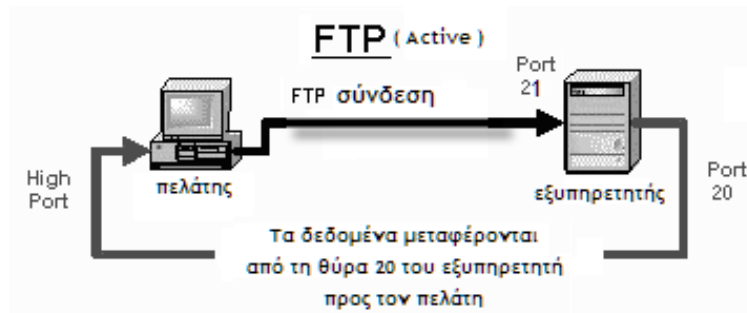
### Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Protocol, FTP)

#### 7. Τι είναι το πρωτόκολλο FTP; Παρουσιάστε τα κύρια χαρακτηριστικά του.

Το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείων (File Transfer Protocol, FTP) επιτρέπει τη μεταφορά αρχείων μεταξύ υπολογιστών, που χρησιμοποιούν τεχνολογία TCP/IP.

- Η λειτουργία του βασίζεται στην αρχιτεκτονική **πελάτη – εξυπηρετητή** και χρησιμοποιεί την αξιόπιστη από άκρο σε άκρο υπηρεσία, που προσφέρει το πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς TCP.
- Το πρωτόκολλο FTP επιτρέπει τη δημιουργία ενός **αντιγράφου** από αρχείο κάποιου συστήματος σε άλλο. Έτσι, ο χρήστης, που εργάζεται στον προσωπικό του υπολογιστή, μπορεί να πάρει ή να στείλει αρχεία σε άλλο υπολογιστή.
- Η ασφάλεια του συστήματος εξασφαλίζεται με την υλοποίηση **ελέγχου εξουσιοδότησης** για κάθε χρήστη, που ζητά πρόσβαση στο σύστημα. Ο έλεγχος εξουσιοδότησης πραγματοποιείται με τη χρήση του **ονόματος χρήστη** και του **κωδικού πρόσβασης**. Το όνομα χρήστη και ο κωδικός πρόσβασης εκχωρούνται από το διαχειριστή του συστήματος και ελέγχονται κάθε φορά, που ο χρήστης ζητά πρόσβαση στο σύστημα.
- Μέσω του πρωτοκόλλου FTP ο χρήστης δεν έχει πλήρη πρόσβαση στο σύστημα, αλλά μονάχα **δικαίωμα αντιγραφής** αρχείων.
- Όταν η σύνδεση με το απομακρυσμένο σύστημα αποκατασταθεί, το πρωτόκολλο FTP μας επιτρέπει να αντιγράψουμε ένα ή περισσότερα αρχεία στον υπολογιστή μας. Ο όρος «**μεταφορά**» υποδηλώνει, ότι το αρχείο μεταφέρεται από το ένα σύστημα στο άλλο, αλλά το πρωτότυπο αρχείο δεν επηρεάζεται.

#### 8. Περιγράψτε συνοπτικά τη λειτουργία της υπηρεσίας μεταφοράς αρχείων.



Στη λειτουργία της μεταφοράς αρχείων μέσω του πρωτοκόλλου FTP:

- Ο υπολογιστής που ζητά το αρχείο είναι ο FTP **πελάτης**, ενώ το απομακρυσμένο σύστημα στο οποίο ζητάμε πρόσβαση, είναι ο FTP **εξυπηρετητής**.
- Στο πρωτόκολλο FTP γίνονται δύο διαφορετικές συνδέσεις:
  - α) Το πρόγραμμα του υπολογιστή - πελάτη συνδέεται στην **TCP port 21** του υπολογιστή - εξυπηρετητή. Το πρόγραμμα του χρήστη **στέλνει εντολές**, όπως, «δώσε μου πρόσβαση ως Χ χρήστη», «ο κωδικός μου είναι ΧΧ», «στείλε μου το αρχείο με το όνομα Ζ».
  - β) Αφού οι εντολές για αποστολή δεδομένων έχουν σταλεί, ξεκινά η δεύτερη σύνδεση για τη μετάδοση των δεδομένων. Ο εξυπηρετητής μέσω της **TCP port 20** συνδέεται με τον πελάτη και από αυτή τη σύνδεση μεταδίδονται τα δεδομένα<sup>34</sup>.
- Θα ήταν δυνατό να στέλνονταν εντολές και δεδομένα από την ίδια σύνδεση, όπως γίνεται στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο αλλά η μεταφορά αρχείων συνήθως απαιτεί πολύ χρόνο. Έτσι, χρησιμοποιούνται δύο γραμμές γιατί οι σχεδιαστές του πρωτοκόλλου ήθελαν να επιτρέψουν στους χρήστες να μπορούν να συνεχίζουν την αποστολή εντολών ενώ η μεταφορά του αρχείου βρίσκεται σε εξέλιξη.

#### 9. Εκτός από το FTP, υπάρχει άλλο πρωτόκολλο για τη μεταφορά αρχείων; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του;

Για τη μεταφορά αρχείων, εκτός από το πρωτόκολλο FTP, χρησιμοποιείται και το **Πρωτόκολλο Απλής Μεταφοράς Αρχείων (Trivial File Transfer Protocol, TFTP)**.

Το TFTP:

Είναι πολύ απλό πρωτόκολλο.

- Στερείται ασφάλειας.
- Δεν εκτελεί έλεγχο εξουσιοδότησης.
- Βασίζεται στο πρωτόκολλο (επιπέδου μεταφοράς) UDP.

#### **Απομακρυσμένη Σύνδεση (Telecommunications Network, Telnet)**

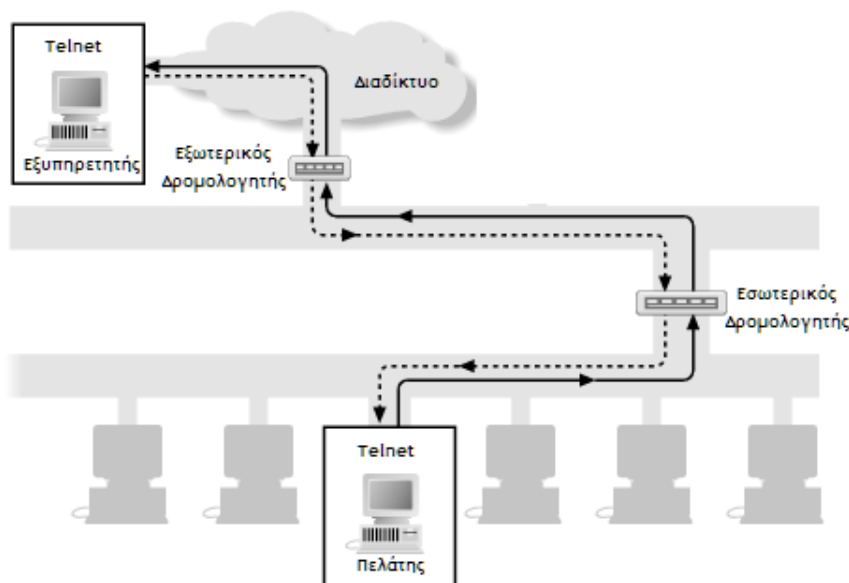
#### 10. Ποιος είναι ο ρόλος του πρωτοκόλλου Telnet και ποια τα βασικά χαρακτηριστικά του;

Το πρωτόκολλο Telnet επιτρέπει, την προσπέλαση σε προγράμματα εφαρμογών που υπάρχουν σε διάφορους υπολογιστές του δικτύου, από οποιοδήποτε υπολογιστή του ίδιου δικτύου ή άλλου διασυνδεδεμένου με αυτό δίκτυο.

Με αυτόν το τρόπο, ένας χρήστης, που εργάζεται στον **υπολογιστή του** μπορεί να συνδεθεί με έναν **απομακρυσμένο υπολογιστή** και να εκτελεί προγράμματα εφαρμογών στο δεύτερο μέσα από το **τερματικό του**. Οι εντολές, που πληκτρολογεί στο τερματικό του, με-

<sup>34</sup> Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση της ενεργής (active) FTP σύνδεσης. Υπάρχει και η παθητική (passive) σύνδεση, η οποία όμως δεν εξετάζεται στο βιβλίο.

ταφέρονται μέσω της σύνδεσης στο απομακρυσμένο υπολογιστή και ο χρήστης εργάζεται σαν να βρισκόταν εμπρός από τον απομακρυσμένο υπολογιστή.



- Ο απομακρυσμένος υπολογιστής μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε. Είτε να ανήκει στο ίδιο τοπικό δίκτυο με τον πρώτο, είτε σε κάποιο άλλο δίκτυο της ίδιας εταιρίας, είτε σε οποιοδήποτε σημείο του Διαδικτύου. Η μόνη προϋπόθεση είναι ο χρήστης να έχει **άδεια πρόσβασης** στο απομακρυσμένο σύστημα.
- Το πρωτόκολλο Telnet (όπως και τα FTP και SMTP) ακολουθεί το μοντέλο **πελάτη-εξυπηρετητή**. Ο υπολογιστής του χρήστη έχει τον Telnet πελάτη και ο απομακρυσμένος υπολογιστής, στον οποίο βρίσκεται η εφαρμογή, τον εξυπηρετητή.
- Η επικοινωνία με τον Telnet εξυπηρετητή γίνεται μέσω του **TCP port 23**.
- Μεταξύ του πελάτη και του εξυπηρετητή υπάρχει μόνο **μία** σύνδεση, από την οποία μεταφέρονται εντολές και δεδομένα.

#### 11. Τι εννοούμε με τον όρο **εικονικό τερματικό**;

Με τον όρο **εικονικό τερματικό**, εννοούμε μία αφηρημένη δομή, η οποία αποτελεί τον **ενδιάμεσο** μεταξύ των **τερματικών του χρήστη** και της **εφαρμογής**. Και τα δύο προαναφερθέντα τερματικά εκτελούν τις απαιτούμενες μετατροπές για την αντιστοίχιση των καταστάσεων τους σε αυτές του **εικονικού τερματικού**, ώστε να υπάρχει κοινή γλώσσα επικοινωνίας. Με τη βοήθεια του πρωτοκόλλου Telnet καθορίζονται οι παράμετροι επικοινωνίας και τα χαρακτηριστικά τερματικού, που πρέπει να χρησιμοποιούνται και από τα δύο μέρη κατά τη διάρκεια της σύνδεσης.

#### 12. Με ποιο τρόπο γίνεται η επικοινωνία μεταξύ πελάτη και εξυπηρετητή μέσω του πρωτοκόλλου Telnet;

- Όταν ξεκινά η εκτέλεση του προγράμματος – πελάτη Telnet, ο χρήστης δηλώνει το **όνομα** ή τη **διεύθυνση του υπολογιστή**, με τον οποίο θέλει να συνδεθεί.
- Το Telnet (όπως και το FTP) εκτελεί έλεγχο εξουσιοδότησης, προκειμένου να εξασφαλίσει την ασφάλεια του συστήματος. Ο έλεγχος εξουσιοδότησης βασίζεται στο **όνομα χρήστη** και στο **κωδικό πρόσβασης**, που εκχωρεί ο διαχειριστής του απομακρυσμένου συστήματος στους χρήστες με δικαιώματα πρόσβασης.
- Μόλις εγκατασταθεί η απομακρυσμένη σύνδεση, **ο,τιδήποτε γράφει ο χρήστης** στην οθόνη του υπολογιστή του, **μεταφέρεται** στο απομακρυσμένο σύστημα. Μεταξύ των δύο συστημάτων υπάρχει μόνο **μία** σύνδεση, από την οποία μεταφέρονται εντολές και δεδομένα. Όταν ο χρήστης χρειάζεται να στείλει εντολή (π.χ. να στείλει το τύπο του

τερματικού ή να αλλάξει κάποια επιλογή λειτουργίας) χρησιμοποιείται ένας ειδικός χαρακτήρας για να δείξει, ότι ο επόμενος χαρακτήρας είναι εντολή.

### Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web)

#### 13. Τι είναι ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web);

Ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web, WWW ή Web) είναι ένα εύκολο στη χρήση του παγκόσμιο σύστημα πληροφοριών, το οποίο από την αρχή της δημιουργία του συνδύασε την ανάκληση των πληροφοριών με την τεχνολογία των υπερκειμένων. Μπορούμε να πούμε ότι αποτελεί ένα γραφικό τρόπο απεικόνισης και μετάδοσης των πληροφοριών μέσα από το Διαδίκτυο.

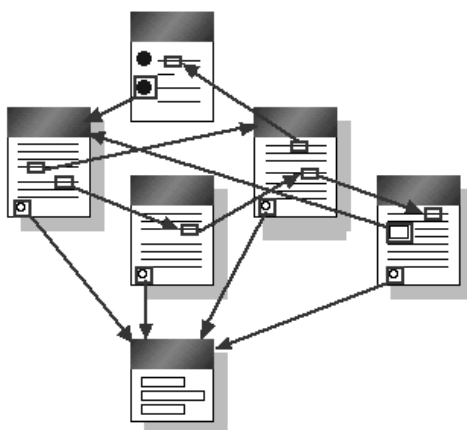
Στον Παγκόσμιο Ιστό η πληροφορία είναι δομημένη με τη μορφή **υπερμέσων (hypermedia)**, περιλαμβάνει, δηλαδή εκτός από κείμενα, εικόνες, αρχεία ήχου, αρχεία κινούμενης εικόνας (video) και γενικά οποιοδήποτε είδος πολυμέσων.

Το περιβάλλον του Παγκόσμιου Ιστού παρέχει τη δυνατότητα ενεργοποίησης διαφόρων **δεσμών (links)**, οι οποίοι οδηγούν σε πληροφορίες, οπουδήποτε κι αν αυτές βρίσκονται μέσα στο Διαδίκτυο.



#### 14. Τι εννοούμε με τον όρο «υπερκείμενο»;

Το υπερκείμενο είναι μορφή παρουσίασης γραπτού κειμένου, στην οποία η διαδοχή των τμημάτων του δεν ακολουθεί κατά ανάγκη τη φυσική σειρά παρουσίασης, που επιβάλλεται από τη σελιδοποίηση του κειμένου. Οι **αυτοτελείς** ενότητες υπερκειμένου, που προβάλλονται στην οθόνη του υπολογιστή, ονομάζονται **Ιστοσελίδες**. Σε μία Ιστοσελίδα κάποια τμήματα μπορεί να αποτελούνται από μία μόνο λέξη ή ακόμη και από ολόκληρο το κείμενο. Τμήματα, τα οποία παραπέμπουν σε άλλα τμήματα τη ίδιας ή άλλων Ιστοσελίδων ονομάζονται **κόμβοι**. Οι αναφορές ή παραπομπές ενός τμήματος σε ένα άλλο ονομάζονται **σύνδεσμοι (link)**.



Με τη χρήση των συνδέσμων ο αναγνώστης ενός υπερκειμένου δεν διαβάζει απλά κείμενο, αλλά έχει τη δυνατότητα να **κινείται** μέσα σε αυτό. Θα λέγαμε, ότι «περιηγείται» ανάμεσα στους κόμβους της ιστοσελίδας, αλλά και όλων των άλλων ιστοσελίδων, στις οποίες αυτή οδηγεί.

Το **γραφικό περιβάλλον επικοινωνίας** επιτρέπει στο χρήστη να επιλέγει με το ποντίκι του έντονα φωτιζόμενες<sup>35</sup> (highlighted) λέξεις, οι οποίες μπορεί να τον οδηγήσουν είτε σε κάποιο άλλο τμήμα της ιστοσελίδας είτε σε κάποια άλλη ιστοσελίδα. Μέσω των έντονα φωτιζόμενων (highlighted) λέξεων πραγματοποιούνται οι μεταβάσεις (συνδέσεις) μεταξύ των τμημάτων των διαφόρων ιστοσελίδων.

#### 15. Ποια προγράμματα ονομάζονται προγράμματα πλοήγησης/περιήγησης (browser);

Τα εργαλεία, με τα οποία διεκπεραιώνεται η ανάγνωση ενός υπερκειμένου ονομάζονται «**όργανα πλοήγησης - περιήγησης**» (browser). Ο όρος περιήγηση εκφράζει τη δυνατότητα του αναγνώστη να διαβάζει το κείμενο με τη σειρά, που αυτός θεωρεί καλύτερη, κινούμενος μέσω των διαθέσιμων συνδέσμων μεταξύ των διαφόρων τμημάτων των ιστοσελίδων.

#### 16. Ποια η διαφορά μεταξύ υπερμέσων (hypermedia) και υπερκειμένων (hypertext);

Τα έγγραφα τα οποία περιλαμβάνουν διάφορες μορφές πληροφοριών, όπως: ήχο, εικόνα, γραφικά, κινούμενα σχέδια ή κινούμενες εικόνες ονομάζονται υπερμέσα (hypermedia). Το υπερκείμενο είναι απλώς ένα έγγραφο, το οποίο περιλαμβάνει μόνο κείμενο.

#### 17. Ποιο είναι το βασικό πρωτόκολλο του Παγκόσμιου Ιστού;

Το πρωτόκολλο, που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά υπερκειμένου, είναι το **Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου (HyperText Transfer Protocol, HTTP)**, το οποίο και αυτό βασίζεται στο μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή.

#### 18. Τι είναι οι εξυπηρετητές του Παγκόσμιου Ιστού;

Οι εξυπηρετητές του Παγκόσμιου Ιστού (Web servers) είναι συστήματα μόνιμα συνδεδεμένα στο Διαδίκτυο, τα οποία **φιλοξενούν τις ιστοσελίδες, που είναι διαθέσιμες προς πρόσβαση**. Μέσω των ιστοσελίδων παρέχεται ένα σημείο παρουσίας στο παγκόσμιο ιστό τόσο για επιχειρήσεις και οργανισμούς όσο και για ιδιώτες, εξυπηρετώντας βασικά σκοπούς πληροφόρησης αλλά και προβολής.

#### 19. Ποια προγράμματα ονομάζονται πελάτες του Παγκόσμιου Ιστού (Web Clients);

Οι πελάτες του παγκόσμιου ιστού (Web clients) είναι προγράμματα μέσω των οποίων γίνεται η πρόσβαση στους εξυπηρετητές και η ανάγνωση των ιστοσελίδων. Τέτοια προγράμματα έχουν αναπτυχθεί για όλες σχεδόν τις πλατφόρμες και τα λειτουργικά συστήματα υπολογιστών.

Από τα περισσότερο δημοφιλή προγράμματα πλοήγησης είναι τα: Mozilla Firefox, Microsoft Internet Explorer, Apple Safari και παλαιότερα τα Netscape Navigator, Netscape Communicator, Microsoft Internet Explorer<sup>36</sup>.

#### 20. Με ποιο τρόπο τοποθετούνται οι σελίδες στον Παγκόσμιο Ιστό;

Οργανισμοί αλλά και ιδιώτες μπορούν να κατασκευάσουν τη δική τους θέση στον παγκόσμιο ιστό (Web site). Για να γίνει αυτό απαιτείται ένας **εξυπηρετητής συνδεδεμένος στο Διαδίκτυο σε μόνιμη βάση**, ο οποίος φιλοξενεί τις **ιστοσελίδες** του οργανισμού.

Συνήθως οι μεγάλες επιχειρήσεις και οργανισμοί έχουν τους δικούς τους εξυπηρετητές. Οι μικρότεροι χρήστες μπορούν να φιλοξενηθούν από τους εξυπηρετητές των εταιριών παροχής υπηρεσιών Διαδικτύου (Internet Service Providers, ISPs).

Οι τελευταίοι οργανώνουν λογικά τους εξυπηρετητές τους κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορούν να υποστηρίξουν πολλούς διαφορετικούς χρήστες και πολλές ιστοσελίδες.

<sup>35</sup> Εννοεί τις περιοχές, όπου οι λέξεις εμφανίζονται με υπογράμμιση και το ποντίκι αλλάζει σχήμα μόλις κινείται πάνω από αυτές.

<sup>36</sup> Το πρώτο πρόγραμμα πλοήγησης ήταν το θρυλικό Mosaic, το οποίο συνέβαλε σημαντικά στην πορεία και την εξέλιξη του Παγκόσμιου Ιστού.



- 21. Με ποιο τρόπο μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε πληροφορίες του Παγκόσμιου Ιστού, οι οποίες βρίσκονται σε μια συγκεκριμένη ιστοθέση;**  
Σήμερα, μέσω του παγκόσμιου ιστού (WWW) μπορεί κάποιος να έχει πρόσβαση σε πληροφορίες από πολλές πηγές, οι οποίες βρίσκονται σε διάφορα σημεία της γης. Η πρόσβαση στην πληροφορία γίνεται μέσω της **διεύθυνσης παγκοσμίου ιστού** (WWW διεύθυνση, π.χ. [www.ntua.gr](http://www.ntua.gr)), την οποία διαθέτει κάθε μία από τις πηγές αυτές. Σε κάθε θέση παγκοσμίου ιστού (Web site) και Κεντρική Ιστοσελίδα εταιρίας ή οργανισμού (Home page) ανατίθεται **μία μοναδική διεύθυνση παγκόσμιου ιστού** (WWW διεύθυνση).
- 22. Τι είναι οι Μηχανές Αναζήτησης του Παγκόσμιου Ιστού; Μπορείτε να αναφέρετε μερικές πρόσφατες και κάποιες παλαιότερες;**  
Οι Μηχανές Αναζήτησης είναι ειδικά εργαλεία τα οποία μπορούν να μας εμφανίσουν ιστοσελίδες, οι οποίες περιέχουν πληροφορίες τις οποίες αναζητούμε. Για να γίνει αυτό συμβουλευονται τις βάσεις δεδομένων που διαθέτουν, το περιεχόμενο των οποίων ανανεώνουν διαρκώς. Χαρακτηριστικά παραδείγματα πρόσφατων μηχανών αναζήτησης είναι οι Google και Yahoo και κάποιες γνωστές πιο παλιές οι Alta Vista, Lycos, Excite, Infoseek, κ.λπ.
- 23. Με ποιο τρόπο αυξάνει ο αριθμός των χρηστών του Παγκόσμιου Ιστού;**  
Η δημοτικότητα του παγκόσμιου ιστού είναι καταπληκτική. Από 130 Web sites που υπήρχαν το 1993, το 1994 ξεπέρασαν τις 10.000, το 1996 τις 100.000 και το 1997 υπολογίζεται ότι ξεπέρασαν τις 650.000. Το 1994 μέσω του παγκόσμιου ιστού διακινούνταν περίπου το 6 % της συνολικής κίνησης του Διαδικτύου, ενώ το 1995 το ποσοστό αυτό αυξήθηκε στο 24 %. Ο αριθμός χρηστών του παγκόσμιου ιστού ήταν περίπου 5 εκατομμύρια το 1996 και 22 εκατομμύρια το 2000. Σήμερα, ο αριθμός των χρηστών του Διαδικτύου υπολογίζεται σε πάνω από 1 δις 700 εκ. χρήστες.

### **Ασύρματο Δίκτυο**

- 24. Τι είναι το πρωτόκολλο WAP;**  
Το WAP είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να έχουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο και να αντλούν πληροφορίες από αυτό, με τη βοήθεια φορητών συσκευών προηγμένης τεχνολογίας, όπως είναι τα κινητά τηλέφωνα.
- 25. Ποιες εργασίες μπορεί σήμερα να γίνουν με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου με τη βοήθεια και του πρωτοκόλλου WAP;**  
Με τη βοήθεια του κινητού τηλεφώνου είναι δυνατόν σήμερα:
- Να περιηγούμαστε στο Διαδίκτυο και να πραγματοποιούμε συναλλαγές μέσα από αυτό.
  - Να αναζητούμε πληροφορίες από βάσεις δεδομένων.
  - Να στέλνουμε και να δεχόμαστε ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail).
  - Να κάνουμε κρατήσεις εισιτηρίων.
  - Να ενημερωνόμαστε για τους τραπεζικούς μας λογαριασμούς, να πληρώνουμε λογαριασμούς και να μεταφέρουμε χρήματα.
  - Να ενημερωνόμαστε για τις τιμές στο χρηματιστήριο.

### **Ιδιωτικά εσωτερικά δίκτυα τεχνολογίας TCP/IP (Intranet)**

- 26. Ποιο δίκτυο ονομάζεται ιδιωτικό εσωτερικό δίκτυο τεχνολογίας TCP/IP (Intranet);**  
Ιδιωτικά δίκτυα τεχνολογίας TCP/IP (Intranet) λέγονται τα δίκτυα τα οποία αναπτύσσουν οργανισμοί ή επιχειρήσεις που επιθυμούν να έχουν πρόσβαση στο δίκτυο τους **μόνο μέλη του προσωπικού** τους. Τα Intranet χρησιμοποιούν τα **πρωτόκολλα επικοινωνίας του Διαδικτύου** και τα πρότυπα περιεχομένων του Παγκόσμιου Ιστού.  
Με άλλα λόγια, το intranet είναι ένα δίκτυο Internet στο εσωτερικό μιας επιχείρησης. Με το τρόπο αυτό, οι υπολογιστές της επιχείρησης επικοινωνούν μεταξύ τους, όπως ακριβώς επικοινωνούν οι υπολογιστές στο Διαδίκτυο. Ένα δίκτυο intranet δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, αντίθετα μπορεί να εκτείνεται σε διάφορες

περιοχές, όπου βρίσκονται γραφεία ή εγκαταστάσεις του οργανισμού, επιτρέποντας, όμως, πρόσβαση μόνο εσωτερικά στον οργανισμό.

## 27. Ποιες είναι οι βασικές υπηρεσίες τις οποίες μπορεί να προσφέρει ένα δίκτυο Intranet;

Χαρακτηριστικές υπηρεσίες, που μπορεί να προσφέρει ένα intranet είναι:

- Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
- Πρόσβαση στο Διαδίκτυο και αναζήτηση πληροφοριών με χρήση εργαλείων
- Web.
- Ηλεκτρονική διακίνηση εγγράφων.

## 28. Να αναφέρετε μερικά χαρακτηριστικά των intranet.

- Είναι εύκολα **επεκτάσιμα**
- Παρέχουν στους χρήστες τη δυνατότητα εύκολης **αναζήτησης, ανεύρεσης και πρόσβασης πληροφοριών** (χρησιμοποιούν WWW clients, browsers),
- Είναι **συμβατά** με τις περισσότερες υπολογιστικές **πλατφόρμες**.
- Μπορούν να **ενσωματώσουν** εύκολα τις ήδη υπάρχουσες **πηγές πληροφοριών** του οργανισμού.

## Τηλεφωνία μέσω Διαδικτύου(VoIP)

### 29. Μπορείτε να περιγράψετε την υπηρεσία της τηλεφωνίας μέσω Διαδικτύου<sup>37</sup>;

- Το Διαδίκτυο παρέχει τη δυνατότητα **μετάδοσης φωνής**, παρακάμπτοντας το σταθερό τηλεφωνικό δίκτυο.
- Η τηλεφωνία μέσω Διαδικτύου πραγματοποιείται με τη χρήση **ειδικού λογισμικού**<sup>38</sup>, που είναι εγκατεστημένο σε προσωπικό υπολογιστή πολυμέσων: διαθέτει, δηλαδή, κάρτα ήχου, μικρόφωνο, ηχεία και προφανώς σύνδεση στο Διαδίκτυο.
- Τα διάφορα είδη λογισμικού, που έχουν αναπτυχθεί, είναι φιλικά προς το χρήστη.
- Η μετάδοση φωνής στα δίκτυα μεταγωγής πακέτου μπορεί να παρουσιάσει κάποια προβλήματα: Το γεγονός, ότι δεν υπάρχει σταθερή σύνδεση, από την οποία να διέρχονται τα δεδομένα (όπως στο τηλεφωνικό δίκτυο), σε συνδυασμό με τις υψηλές απαιτήσεις της φωνής σε θέματα συγχρονισμού και καθυστέρησης δημιουργούν προβλήματα στην επικοινωνία. Έτσι, πιθανή απώλεια πακέτων, που μεταφέρουν δεδομένα φωνής, ή τυχόν μεγάλες καθυστερήσεις, που μπορούν να παρατηρηθούν, έχουν σαν αποτέλεσμα την παροχή φωνητικής τηλεφωνίας όχι τόσο υψηλής ποιότητας.

## Μετάδοση εικόνας και ήχου μέσω του Διαδικτύου

### 30. Ποια προβλήματα αντιμετώπιζε αρχικά η μετάδοση αρχείων video μέσω Διαδικτύου;

Η μετάδοση αρχείων video μέσω του Διαδικτύου αρχικά παρουσίαζε κάποιες δυσκολίες, λόγω των αυξημένων τους **απαιτήσεων** σε **χώρο αποθήκευσης** και σε **συνδέσεις υψηλών ταχυτήτων** (ώστε να είναι δυνατή η ικανοποιητική προβολή των αρχείων).

<sup>37</sup> Αρκετά από αυτά που αναφέρει το βιβλίο έχουν ξεπεραστεί από την εξέλιξη της τεχνολογίας.

<sup>38</sup> Μερικά προγράμματα που δίνουν τη δυνατότητα τηλεφωνίας μέσω Διαδικτύου είναι:

α) **Skype**: αποτελεί το κορυφαίο πρόγραμμα παροχής τηλεφωνίας μέσω Διαδικτύου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως **messenger** για δωρεάν κλήσεις εικόνας/φωνής σε άλλους που χρησιμοποιούν την ίδια υπηρεσία είτε να κάνει κανονικές κλήσεις (με τη βοήθεια και ενός usb τηλεφώνου) προς οποιοδήποτε **σταθερό ή κινητό τηλέφωνο στον κόσμο** με πολύ μικρή χρέωση.

β) **VoIP Buster**: είναι ένα παρεμφερές πρόγραμμα με το Skype για την πραγματοποίηση κλήσεων από PC σε PC και σε οποιοδήποτε τηλέφωνο στον κόσμο.

γ) **Teamspeak**: Πρόγραμμα Voice over IP, που επιτρέπει στον χρήστη να δημιουργήσει μια τηλεφωνική συνδιάσκεψη με άλλους χρήστες. Παίκτης online παιχνιδιών χρησιμοποιούν την εφαρμογή αυτή για να μπορούν να επικοινωνούν με τους συμπαίκτες τους κατά την διάρκεια του παιχνιδιού.

Οι χρήστες δυσκολεύονταν να χειριστούν αρχεία γραφικών, ήχου και video μέσω του Διαδικτύου λόγω του **μεγάλου** τους **μεγέθους** και, επομένως, του **μεγάλου εύρους ζώνης**, που απαιτούνταν κατά την μετάδοσή τους.

**31. Ποια λύση χρησιμοποιήθηκε / χρησιμοποιείται προκειμένου να μεταδοθεί video μέσω του Διαδικτύου;**

Προκειμένου να γίνει δυνατή η μετάδοση video μέσω του Διαδικτύου, αναπτύχθηκαν ειδικές **τεχνικές συμπίεσης** και **πρωτόκολλα**, που μεταφέρουν συμπιεσμένο σήμα. Η **συμπίεση** είναι τεχνική, που προσφέρει τη δυνατότητα μεταφοράς σήματος με εύρος ζώνης μεγαλύτερο από αυτό, που επιτρέπει το κανάλι. Επιτυγχάνει, δηλαδή, την **ελαχιστοποίηση** της μεταδιδόμενης πληροφορίας, διατηρώντας σε ικανοποιητικό βαθμό την **ποιότητά της**. Για τις τεχνικές συμπίεσης αναπτύχθηκαν τα συστήματα MPEG1 και MPEG2 καθώς και το νεότερο MPEG4 ενώ για τη μετάδοση εικόνας και ήχου στο Διαδίκτυο αναπτύχθηκε το πρωτόκολλο H.323.

**32. Τι είναι η Τηλεδιάσκεψη;**

Τηλεδιάσκεψη είναι η επικοινωνία με εικόνα και ήχο σε πραγματικό χρόνο μεταξύ δύο ή περισσότερων χρηστών ή ομάδων χρηστών, οι οποίοι βρίσκονται σε απόσταση μεταξύ τους.

Η Τηλεδιάσκεψη χρησιμοποιείται για ανταλλαγή ιδεών, απόκτηση πληροφοριών, για διοίκηση οργανισμών ή για εκπαίδευση από απόσταση.

Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα σύνδεσης τόσο πιο ικανοποιητική είναι η μεταφορά των σημάτων ήχου και εικόνας μέσω του Διαδικτύου.

**33. Ποιες είναι οι προϋποθέσεις από πλευράς υλικού και λογισμικού για να πραγματοποιηθεί τηλεδιάσκεψη μέσω Διαδικτύου;**

Για να πραγματοποιηθεί η τηλεδιάσκεψη μέσω του Διαδικτύου απαιτούνται:

Από πλευράς υλικού:

- Υπολογιστής μέτριων έως υψηλών δυνατοτήτων.
- Κάρτα ήχου.
- Κάρτα βίντεο.
- Σετ ηχείων.
- Κάμερα.
- Μικρόφωνο – ακουστικά.
- Σύνδεση στο Διαδίκτυο.

Από πλευράς λογισμικού:

Λογισμικό συμβατό με το πρότυπο H.323, όπως το

- CU-SeeMe
- NetMeeting

Το λογισμικό αυτό ή παρόμοιο πρέπει να διαθέτουν όλοι οι συμμετέχοντες στην Τηλεδιάσκεψη.

**Συνομιλία πραγματικού χρόνου στο Διαδίκτυο με τη μορφή κειμένου**

**34. Τι ακριβώς είναι η συνομιλία πραγματικού χρόνου στο Διαδίκτυο με τη μορφή κειμένου;**

Μέσω του Διαδικτύου μπορούμε να συζητάμε με τους φίλους μας, ανταλλάσσοντας **μηνύματα** σε **μορφή κειμένου** σε **πραγματικό χρόνο**. Τα **μηνύματα** και οι **απαντήσεις**, που πληκτρολογούμε στον υπολογιστή μας, εμφανίζονται την ίδια ακριβώς στιγμή στις **οθόνες όλων όσων συμμετέχουν** στην συζήτησή μας.

Δίνεται, έτσι η δυνατότητα να δημιουργούνται **ομάδες χρηστών**, οι οποίοι συζητούν για **συγκεκριμένα θέματα** ειδικού ενδιαφέροντος. Με αυτό το τρόπο ορίζονται **περιοχές (χώροι) συζητήσεων**, όπου μπορεί ο καθένας να πάρει μέρος ανάλογα με τα ενδιαφέροντα του. Τα προγράμματα, που υποστηρίζουν τέτοιες εφαρμογές χρησιμοποιούν τα

**πρωτόκολλα TCP/IP** και δεν χρειάζεται να αναπτυχθεί κάποιο ειδικό πρωτόκολλο, όπως στην περίπτωση της μεταφοράς εικόνας και ήχου.

**35. Ποιες ενέργειες πρέπει να κάνουμε προκειμένου να συμμετάσχουμε σε μια συνομιλία πραγματικού χρόνου στο Διαδίκτυο με τη μορφή κειμένου;**

- Να έχουμε εγκαταστήσει στον υπολογιστή μας το κατάλληλο **λογισμικό**.
- Συνδεόμαστε στο Διαδίκτυο, εκτελούμε το λογισμικό και δίνουμε την **διεύθυνση** του χρήστη ή του **εξυπηρετητή** που φιλοξενεί το χώρο συζητήσεων, στον οποίο θέλουμε να συνδεθούμε.
- Περιμένουμε μέχρι να μας απαντήσει είτε ο συγκεκριμένος χρήστης, με τον οποίο συνδεθήκαμε, είτε ένας οποιοσδήποτε χρήστης από αυτούς που συμμετέχουν στο χώρο, που θέλουμε να συνδεθούμε.
- Μόλις ο χρήστης ή κάποιος από την ομάδα, που καλέσαμε, απαντήσει, είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε την επικοινωνία μας. Στην οθόνη του υπολογιστή μας αρχίζουν και εμφανίζονται σε ένα τμήμα αυτά, που πληκτρολογεί ο χρήστης με τον οποίο συνδεθήκαμε και σε ένα άλλο τμήμα, αυτά που πληκτρολογούμε εμείς.

**36. Να αναφέρετε μερικά προγράμματα IRC (IRC clients).**

Το πιο δημοφιλές πρόγραμμα συνομιλίας σε πραγματικό χρόνο με τη μορφή κειμένου είναι το mIRC. Υπάρχουν και άλλα – λιγότερο δημοφιλή- προγράμματα, όπως ViRC, leaf-Chat, Klient, Win Talk, irk ii κτλ.

**Ηλεκτρονικό Εμπόριο**

**37. Τι εννοούμε με τον όρο ηλεκτρονικό εμπόριο; Ποια είναι τα χαρακτηριστικά του;**

Με τον όρο **ηλεκτρονικό εμπόριο** εννοούμε κάθε είδος **εμπορικής δραστηριότητας**, που πραγματοποιείται με τη χρήση **ηλεκτρονικών μέσων**.

Η χρησιμοποίηση των **τηλεπικοινωνιακών δικτύων**, προσφέρει τη δυνατότητα διεκπεραίωσης **εμπορικών συναλλαγών από απόσταση**, χωρίς να απαιτείται η φυσική παρουσία των ατόμων, που λαμβάνουν μέρος στην συναλλαγή.

Με το τρόπο αυτό, οι συναλλαγές πραγματοποιούνται αυτόματα, ηλεκτρονικά και από απόσταση, χωρίς να απαιτείται ούτε καν η χρήση χαρτιού ή fax.

Οι συναλλαγές γίνονται μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών, που είναι συνδεδεμένοι στο Διαδίκτυο και για την επικοινωνία τους χρησιμοποιούν συνήθως τηλεφωνικές γραμμές.

Το ηλεκτρονικό εμπόριο συμπεριλαμβάνει μηχανισμούς και τεχνολογίες όπως είναι η **Ηλεκτρονική Ανταλλαγή Δεδομένων (Electronic Data Interchange - EDI)**, που ορίζει μία τυποποιημένη μορφή ανταλλαγής πληροφοριών και το **e-mail**.

**38. Ποια πρακτική ακολουθείται από τις επιχειρήσεις στο ηλεκτρονικό εμπόριο;**

- Αρχικά δημιουργείται μία **ιστοθέση** (Web Site) στο Διαδίκτυο, στο οποίο υπάρχουν **κατάλογοι** και **διαφήμιση** των **προϊόντων** τους.
- Μέσα από τις ιστοσελίδες τους, παρέχουν στους καταναλωτές τη δυνατότητα **επικοινωνίας** μαζί τους είτε με την αποστολή γραπτών μηνυμάτων (e-mail), είτε με κλήση (συνήθως ατελώς) στο τηλεφωνικό τους κέντρο.
- Για την εξυπηρέτηση των πελατών υπάρχουν ειδικά εκπαιδευμένοι αντιπρόσωποι, που απαντούν στις κλήσεις, που δέχεται το τηλεφωνικό κέντρο και καλύπτουν τις ανάγκες των καταναλωτών.
- Δίνεται η δυνατότητα στους καταναλωτές να δώσουν **παραγγελίες** προϊόντων μέσω του Διαδικτύου, συνήθως με χρέωση της **πιστωτικής τους κάρτας**, αλλά ακόμη και με εξόφληση του τιμολογίου κατά την παραλαβή της παραγγελίας.
- Τα προϊόντα αποστέλλονται είτε **ηλεκτρονικά** είτε **φυσικά** και παραλαμβάνονται από τον πελάτη στη διεύθυνση, που επιθυμεί.

**39. Ποια προϊόντα διακινούνται μέσω του ηλεκτρονικού εμπορίου;**

Παρόλο που, αρχικά, υπήρχε η αντίληψη ότι το ηλεκτρονικό εμπόριο είναι κατάλληλο για συγκεκριμένα μόνο προϊόντα, όπως βιβλία, περιοδικά, ηλεκτρονικούς υπολογιστές, λογισμικό και CD, σήμερα βλέπουμε ότι έχει επεκταθεί και σε άλλους τομείς όπως έπιπλα, είδη ένδυσης και υπόδησης, τρόφιμα, παιχνίδια, λουλούδια κ.α.

40. Ποια ζητήματα πρέπει να επιλυθούν στο ηλεκτρονικό εμπόριο, ώστε η ανάπτυξή του να φθάσει στον επιθυμητό βαθμό;  
Θα πρέπει να επιλυθούν τα ζητήματα της προστασίας, της ασφάλειας και της νομικής κάλυψης των εμπλεκόμενων.

## Κεφάλαιο 8

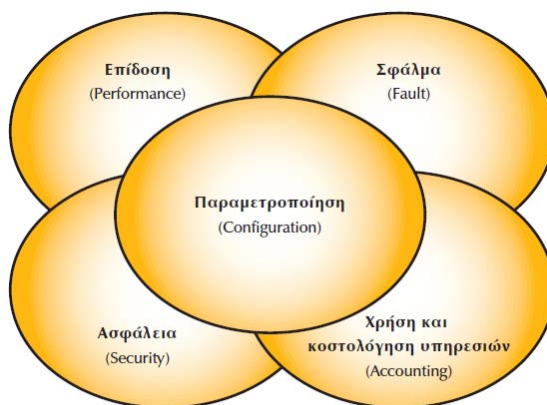
# ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ

### Ερωτήσεις Θεωρίας

#### 8.1 Πρωτόκολλα Εφαρμογής

1. Ποιες περιοχές ορίζει το μοντέλο OSI για τη Διαχείριση των Δικτύων;

Με βάση το μοντέλο OSI, έχουν ορισθεί **πέντε** περιοχές διαχείρισης: η διαχείριση **παραμέτρων** του δικτύου (configuration management), η διαχείριση **επίδοσης** του δικτύου (performance management), η διαχείριση **σφαλμάτων** (fault management), η διαχείριση του **κόστους** των υπηρεσιών (accounting management) και τέλος, η διαχείριση **ασφάλειας** (security management).



Μοντέλο OSI για Διαχείριση Δικτύων

##### 8.1.1 Διαχείριση παραμέτρων (Configuration Management)

1. Τι εννοούμε με τον όρο «διαχείριση παραμέτρων» του δικτύου;

Με τον όρο **διαχείριση παραμέτρων**, εννοούμε τη διαδικασία **αλλαγής της τοπολογίας** του δικτύου καθώς και τη **ρύθμιση των παραμέτρων** των συσκευών, που το αποτελούν,

- είτε σε επίπεδο **υλικού**
- είτε σε επίπεδο **λογισμικού**,

προκειμένου να διασφαλίσουμε τη **σωστή λειτουργία** του δικτύου ανάλογα με τις εκάστοτε απαιτήσεις.

2. Αποτελεί η αρχική εγκατάσταση του δικτύου μέρος της διαχείρισης του δικτύου με βάση το μοντέλο OSI;

Η **αρχική εγκατάσταση** του δικτύου καθώς και η **ρύθμιση** των παραμέτρων των συσκευών, που το αποτελούν, **δεν συνιστούν** με βάση τον επίσημο ορισμό του μοντέλου OSI μέρος της διαχείρισης δικτύου.

Παρόλα αυτά, είναι πολύ συνηθισμένο να χρησιμοποιούμε **τα ίδια εργαλεία** (εφαρμογές, ειδικό λογισμικό) για την αρχική εγκατάσταση δικτύου όσο και για τη μετέπειτα παρακολούθηση και διαχείρισή του. Γι' αυτό συχνά και η αρχική διαμόρφωση δικτύου, θεωρείται από πολλούς μέρος της διαχείρισης του.

### 3. Σε τι αφορά η τεκμηρίωση του δικτύου; Με ποιο τρόπο βοηθείται;

Η τεκμηρίωση του δικτύου, αφορά:

- Τεκμηρίωση των **συσκευών** που το αποτελούν **με τις ρυθμίσεις που έχουν** (π.χ πρωτόκολλα που χρησιμοποιούν, αριθμό ενεργών θυρών, φίλτρα που υπάρχουν κ.ο.κ.).
- Τεκμηρίωση της **τοπολογίας** του δικτύου.
- Τεκμηρίωση του **τρόπου λειτουργίας** του δικτύου.

Η τεκμηρίωση του δικτύου βοηθείται σημαντικά από την ύπαρξη λογισμικού, που ανακαλύπτει και καταγράφει σε **βάση δεδομένων καταλόγου υλικών (inventory database)** όλες τις **συσσκευές** ενός δικτύου, καθώς και τον τρόπο **διασύνδεσής** τους.

### 4. Ποιες συσκευές περιλαμβάνει η τεκμηρίωση; Με ποιο τρόπο γίνεται η απεικόνισή τους;

Η τεκμηρίωση περιλαμβάνει τις συσκευές που απαρτίζουν ένα δίκτυο, όπως **δρομολογητές, μεταγωγείς (switches), γέφυρες, επαναλήπτες (hubs)**, τα **είδη των τοπικών δικτύων** (όπως τμήματα ethernet, token ring κ.ο.κ), καθώς επίσης και οι τυχόν **wan γραμμές**.

Οι εφαρμογές, που διαχειρίζονται το δίκτυο, ανακαλύπτουν μέσω του δικτύου τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, εκτυπωτές και κάθε συσκευή, που διασυνδέεται σε αυτό. Στη συνέχεια, μπορούν να σχηματίσουν γραφικές απεικονίσεις των συσκευών του δικτύου και την μεταξύ τους συνδεσμολογία.

## 8.1.2 Διαχείριση επίδοσης του δικτύου (Performance Management)

### 1. Ποια βασικά χαρακτηριστικά πρέπει να μετρώνται σε ένα δίκτυο;

Σε ένα δίκτυο είναι λογικό να μετρώνται σε τακτά χρονικά διαστήματα διάφορα χαρακτηριστικά, όπως:

- το ποσοστό **χρησιμοποίησης** των WAN γραμμών ή των διαφόρων τμημάτων τοπικού δικτύου
- η ανάλυση του **ποσοστού κίνησης** ανά πρωτόκολλο π.χ. IP, IPX, Netbios κ.ο.κ
- το **ποσοστό λαθών** σε σχέση με όλη την κίνηση
- ο χρόνος **καθυστερήσης** διαφόρων σημείων του δικτύου
- ο χρόνος **απόκρισης** κάποιων συσκευών
- ο καθορισμός **κατωφλίων** σε μερικές μετρούμενες παραμέτρους. Όταν οι τιμές των παραμέτρων υπερβούν τις τιμές που έχουν ορισθεί ως κατώφλια τότε θα πρέπει να δημιουργούνται κάποιοι συναγερμοί (alarm).

### 2. Για ποιο λόγο γίνεται η μέτρηση και καταγραφή της επίδοσης ενός δικτύου;

Οι μετρήσεις επίδοσης ενός δικτύου μπορούν να καταγραφούν και να αποθηκευτούν για μελλοντική επεξεργασία. Οι διαχειριστές του δικτύου θα πρέπει να αναλύουν τις μετρήσεις και να μπορούν να εντοπίσουν σημεία συμφόρησης ή προβληματικής λειτουργίας του δικτύου. Με βάση τα συμπεράσματα από την ανάλυση των μετρήσεων είναι πιθανό να χρειαστεί να πραγματοποιηθεί η ανασχεδίαση μερικών σημείων του δικτύου. Όταν πραγματοποιούνται αλλαγές στο δίκτυο, με βάση τις μετρήσεις που θα ληφθούν, θα πρέπει να ελέγχεται στο κατά πόσο πέτυχαν το σκοπό, για τον οποίο έγιναν.

## 8.1.3 Διαχείριση σφαλμάτων (Fault Management)

### 1. Ποιο είναι το έργο της διαχείρισης σφαλμάτων;

Το έργο της διαχείρισης σφαλμάτων είναι η αναγνώριση **ύπαρξης προβλήματος / δυσλειτουργίας**, ο εντοπισμός του **σημείου**, που υπάρχει το πρόβλημα, η **επίλυση** του προβλήματος ή η **τεκμηρίωσή** του και η **προώθηση** της περιγραφής του προβλήματος σε άλλη ομάδα.

Συνήθως γίνεται και καταγραφή των προβλημάτων (τύπος λάθους, τοποθεσία, βαθμός κρισιμότητας κ.λ.π.) και τι λύση δόθηκε, για μελλοντική χρήση, όπως για παράδειγμα δημιουργία στατιστικών στοιχείων για κάποιες συσκευές.

Μερικά προβλήματα είναι εύκολο να εντοπιστούν, όπως για παράδειγμα η μη λειτουργία συσκευής, η διακοπή σύνδεσης. Ο στόχος, όμως, της διαχείρισης δεν πρέπει να σταματά εκεί, αλλά να μπορεί να **προβλέπει** τη δημιουργία πιθανών προβλημάτων πριν αυτά επηρεάσουν τους χρήστες του δικτύου. Το κομμάτι πρόβλεψης πιθανών προβλημάτων σχετίζεται άμεσα με τη διαχείριση επίδοσης του δικτύου.

## 2. Σε τι μορφή απεικονίζονται τα προβλήματα και πώς γίνεται η καταγραφή τους;

Τα προβλήματα έρχονται με τη μορφή **συναγερμού** (alarm) και συνήθως γίνεται καταγραφή σε **αρχεία** (log) ή /και με μορφή αλλαγής της χρωματικής ένδειξης σε κάποιες γραφικές απεικονίσεις του δικτύου.

## 3. Με ποιο τρόπο επιτυγχάνεται η λύση των προβλημάτων που προκύπτουν σε ένα δίκτυο;

Η λύση των προβλημάτων **διαφέρει** κάθε φορά και όπως είναι φυσικό **εξαρτάται από το πρόβλημα**. Μερικές φορές χρειάζεται η **αποσύνδεση** προβληματικών συσκευών από το δίκτυο, ή **αντικατάσταση** ελαττωματικού υλικού, ή **ρύθμιση παραμέτρων** στο λογισμικό των συσκευών.

### 8.1.4 Διαχείριση κόστους (Accounting Management)

#### 1. Τι περιλαμβάνει η διαχείριση κόστους ενός δικτύου;

Το έργο της διαχείρισης κόστους ενός δικτύου περιλαμβάνει

- την παρακολούθηση της **χρήσης των πόρων του δικτύου**,
- την ανάλυση των **διαθέσιμων επιπέδων των πόρων του δικτύου** για συγκεκριμένες ομάδες χρηστών,
- την αντιστοίχιση του **κόστους** της χρήσης,
- την **καταγραφή της χρήσης των δικτυακών πόρων** από τις διάφορες ομάδες χρηστών και την εξασφάλιση ότι οι χρήστες δεν κάνουν χρήση υπηρεσιών, που δεν είναι συμφωνημένες.

### 8.1.5 Διαχείριση ασφάλειας (Security Management)

#### 1. Τι περιλαμβάνει η διαχείριση ασφάλειας ενός δικτύου;

Η διαχείριση ασφάλειας περιλαμβάνει

- τον **έλεγχο πρόσβασης** σε **συσκευές, δεδομένα και προγράμματα**, απέναντι σε κάθε μη εξουσιοδοτημένη χρήση ηθελημένη ή μη,
- την επίβλεψη για **προσπάθειες παραβίασης** των κανόνων ασφάλειας
- λήψη των απαραίτητων **μέτρων** προκειμένου να εξασφαλισθεί η **ασφάλεια των πόρων του δικτύου**.

Τα μέτρα ασφάλειας για καταναμημένο πληροφορικό σύστημα δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να είναι αποσπασματικά σε ένα τομέα, αλλά να περιλαμβάνουν όλους τους τομείς που συγκροτούν το πληροφορικό σύστημα. Θα μπορούσαμε να πούμε, ότι ο οργανισμός, που έχει εγκαταστήσει και χρησιμοποιεί πληροφορικό σύστημα, θα πρέπει να δεσμευτεί για την οργάνωση και τήρηση κανόνων ασφάλειας.

#### 2. Σε τι αφορούν τα μέτρα ασφάλειας;

Τα μέτρα ασφάλειας πρέπει να αφορούν:

- τη φυσική προστασία των πόρων του συστήματος από πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων,
- την ασφάλεια των συστημάτων που συνδέονται σε δίκτυο,
- την ασφάλεια του δικτύου και την προστασία των δεδομένων, που μεταφέρονται με αυτό.

## 8.3 Ασφάλεια Δικτύων

### 8.3.1 Ασφάλεια πληροφοριών

#### 1. Τι εννοούμε ως «αγαθά» σε ένα πληροφοριακό σύστημα;

Σε πληροφοριακό σύστημα, σαν αγαθά μπορούν να θεωρηθούν τα **δεδομένα** ή οι **πληροφορίες**, που διακινούνται σε αυτό και οι **υπολογιστικοί πόροι** που χρησιμοποιούμε για να τα διαχειριστούμε.

#### 2. Τι εννοούμε με τον όρο «εξουσιοδότηση» σε ένα πληροφοριακό σύστημα;

Ως **εξουσιοδότηση** μπορούμε να ορίσουμε την άδεια που παρέχει ο ιδιοκτήτης για συγκεκριμένο σκοπό, όπως για παράδειγμα, την άδεια για χρήση κάποιων υπολογιστικών πόρων ή την πρόσβαση σε συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων βάσης δεδομένων. Έτσι, για την πρόσβαση σε κάποια μέσα ή πληροφορίες υπάρχει η έννοια του εξουσιοδοτημένου ή του μη εξουσιοδοτημένου.

#### 3. Να εξηγήσετε τις έννοιες «αυθεντικότητα», «ακεραιότητα», «εμπιστευτικότητα», «μη άρνηση ταυτότητας».

- **Αυθεντικότητα (authentication):** Είναι απόδειξη της ταυτότητας του χρήστη για παροχή πρόσβασης στα αγαθά συστήματος.
- **Ακεραιότητα (integrity):** Η διασφάλιση ότι τα δεδομένα έχουν υποστεί αλλαγές μόνο από εξουσιοδοτημένα άτομα.
- **Εμπιστευτικότητα (confidentiality):** Ο περιορισμός της πρόσβασης στα δεδομένα μόνο σε άτομα που επιτρέπεται να έχουν πρόσβαση σε αυτά.
- **Μη άρνηση ταυτότητας (non repudiation):** Η δυνατότητα απόδοσης πράξεων σε συγκεκριμένο χρήστη.

#### 4. Από ποιες έννοιες συντίθεται η Εγκυρότητα (validity);

Ως **Εγκυρότητα (validity)** εννοούμε την απόλυτη ακρίβεια και πληρότητα μιας πληροφορίας. Η Εγκυρότητα είναι ο συνδυασμός της Ακεραιότητας και της Αυθεντικότητας.

#### 5. Τι είναι η Διαθεσιμότητα των Πληροφοριών;

**Διαθεσιμότητα Πληροφοριών (information availability):** Είναι η αποφυγή προσωρινής ή μόνιμης άρνησης διάθεσης πληροφορίας σε εξουσιοδοτημένους χρήστες.

#### 6. Να δώσετε τους ορισμούς των εννοιών «Ασφάλεια» και «Ασφάλεια των Πληροφοριών», «Παραβίαση ασφάλειας σε πληροφοριακό σύστημα».

**Ασφάλεια (security):** Είναι η προστασία της Διαθεσιμότητας, της Ακεραιότητας και της Εμπιστευτικότητας Πληροφοριών.

**Ασφάλεια Πληροφοριών (information security):** Είναι ο συνδυασμός της Εμπιστευτικότητας, της Εγκυρότητας και της Διαθεσιμότητας Πληροφοριών.

**Παραβίαση (violation) ασφάλειας σε πληροφοριακό σύστημα,** την παραβίαση ενός ή περισσότερων ιδιοτήτων, όπως διαθεσιμότητα, εμπιστευτικότητα και εγκυρότητα.

#### 7. Σε ποιους κινδύνους μπορεί να εκτεθεί ένα πληροφοριακό σύστημα; Εξηγήστε.

Ένα πληροφοριακό σύστημα είναι εκτεθειμένο σε κινδύνους. Οι κίνδυνοι μπορούν να διαχωριστούν στις **απειλές** και στις **αδυναμίες**.

- Με τον όρο **απειλές** αναφερόμαστε σε ενέργειες ή γεγονότα, που μπορούν να οδηγήσουν στην **κατάρρευση** κάποιου από τα χαρακτηριστικά **ασφάλειας πληροφοριών** (όπως αυτά ορίστηκαν πιο πάνω).

Οι απειλές μπορεί να προέρχονται είτε από **φυσικά γεγονότα** (π.χ. πυρκαγιά) είτε από **ανθρώπινες ενέργειες**, σκόπιμες ή τυχαίες.

- Με τον όρο **αδυναμίες** αναφερόμαστε στα σημεία του πληροφοριακού συστήματος, που αφήνουν περιθώρια για παραβιάσεις. Οι αδυναμίες μπορεί να οφείλονται σε ανεπαρκή γνώση για υποστήριξη του συστήματος από το ανθρώπινο δυναμικό, ή σε από κατασκευής δυσλειτουργίες του ίδιου του συστήματος (π.χ. ελαττώματα στο λογισμικό).

#### 8. Ποιους παράγοντες πρέπει να εκτιμήσουμε προκειμένου να δημιουργήσουμε ένα πλαίσιο ασφαλείας για ένα πληροφοριακό σύστημα;



- Αρχικά θα πρέπει να εντοπίσουμε **ποια αγαθά** πραγματικά **χρήζουν ανάγκης προστασίας** και να προσπαθήσουμε να βρούμε τους **πιθανούς κινδύνους**.
- Στη συνέχεια, θα πρέπει να προχωρήσουμε σε ένα πρώτο **σχεδιασμό της** αρχιτεκτονικής **ασφάλειας** και υπολογισμό του **κόστους** υλοποίησής της.
  - Στο κόστος θα πρέπει να συμπεριλαμβάνεται το **κόστος των υλικών** που απαιτούνται για την υλοποίηση της λύσης, το **κόστος του ανθρώπινου δυναμικού**, που θα κληθεί να πραγματοποιήσει την εγκατάσταση, καθώς και το **μόνιμο λειτουργικό κόστος** για τη συντήρηση πλαισίου ασφάλειας στο πληροφοριακό σύστημα.

Σε περίπτωση που το κόστος για τα μέτρα προστασίας, που πρέπει να ληφθούν, ξεπερνούν τα προβλεπόμενα όρια, θα πρέπει να προβούμε σε νέες παραδοχές ή και συμβιβασμούς στο τι πραγματικά θα καλύπτει και σε ποιο βαθμό η πολιτική ασφάλειας, θα υλοποιηθεί. Με τον τρόπο αυτό αποδεχόμαστε την απομένουσα επικινδυνότητα και επισφάλεια μετά την εγκατάσταση των σχετικών μέτρων προστασίας.

### 8.3.2 Επεξήγηση Ορολογίας

#### 1. Τι εννοούμε με τον όρο «κρυπτογράφηση» (encryption);

Κρυπτογράφηση ονομάζεται η μέθοδος κωδικοποίησης της αρχικής πληροφορίας σε μια **μη κατανοητή μορφή** έτσι ώστε να μην είναι δυνατόν να αναγνωσθεί από κάποιον μη νόμιμο παραλήπτη. Η ανάγνωση της πληροφορίας επιτυγχάνεται μετά από **την αντίστροφη διαδικασία**, η οποία ονομάζεται αποκωδικοποίηση (αποκρυπτογράφηση). Η κωδικοποίηση συνήθως επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κατάλληλου μαθηματικού αλγορίθμου.

#### 2. Τι ονομάζεται αποκρυπτογράφηση (decryption);

Αποκρυπτογράφηση ονομάζεται η **αντίστροφη διαδικασία** από αυτή της κρυπτογράφησης. Με την αποκρυπτογράφηση από το κωδικοποιημένο μήνυμα, ανακτάται η αρχική πληροφορία.

#### 3. Τι είναι το κλειδί (key) κρυπτογράφησης;

Είναι ένας αριθμός από bit, το οποίο οι αλγόριθμοι κρυπτογράφησης και αποκρυπτογράφησης χρησιμοποιούν ως ψηφιακό κωδικό.

#### 4. Εξηγήστε την έννοια του δημόσιου κλειδιού (public key).

Είναι ψηφιακός κωδικός, ο οποίος χρησιμοποιείται για την κρυπτογράφηση / αποκρυπτογράφηση των πληροφοριών καθώς και για τη πιστοποίηση ψηφιακών υπογραφών. Το δημόσιο κλειδί μοιράζεται σε όλους τους χρήστες ασφαλούς δικτύου και συνδυάζεται πάντα με ιδιωτικό κλειδί.

#### 5. Εξηγήστε την έννοια του ιδιωτικού κλειδιού (private key).

Είναι ψηφιακός κωδικός, για κρυπτογράφηση / αποκρυπτογράφηση και πιστοποίηση ψηφιακών υπογραφών. Το ιδιωτικό κλειδί ανήκει μόνο σε ένα χρήστη, είναι καθαρά προσωπικό και συνδυάζεται με δημόσιο κλειδί.

#### 6. Εξηγήστε τι είναι το μυστικό κλειδί (secret key).

Ψηφιακός κωδικός, που είναι γνωστός στα δύο μέρη, προκειμένου να επικοινωνήσουν με χρήση κρυπτογράφησης / αποκρυπτογράφησης.

#### 7. Ποια συνάρτηση ονομάζεται λειτουργία κατατεμαχισμού (hash function);

Η λειτουργία κατατεμαχισμού είναι μαθηματική συνάρτηση, το αποτέλεσμα της οποίας δεν μπορεί με αναστροφή να μας παράγει την αρχική είσοδο.

#### 8. Τι λέγεται σύνοψη μηνύματος (message digest);

Είναι η τιμή που δίνει η λειτουργία κατατεμαχισμού.

#### 9. Τι είναι η ψηφιακή υπογραφή (digital signature);

Είναι αριθμός από bit, ο οποίος προστίθεται στο τέλος ενός μηνύματος για να εξασφαλίσει την αυθεντικότητα και ακεραιότητά του.

### 8.3.3 Μέθοδοι παραβίασης

#### 1. Σε ποια σημεία ενός δικτύου μπορεί να βρίσκεται αποθηκευμένη εμπιστευτική πληροφορία και από ποιους χρήστες μπορεί να απειληθεί;

Σε δίκτυο υπολογιστών εμπιστευτική πληροφορία μπορεί να υπάρχει αποθηκευμένη σε **μέσα αποθήκευσης** (σκληροί δίσκοι, μνήμες κ.λ.π.), ή να κυκλοφορεί μέσω του δικτύου με τη μορφή **πακέτων**. Η ύπαρξη πληροφοριών σε αυτές τις δύο καταστάσεις μπορεί να απειληθεί με διαφόρους τρόπους από ενέργειες χρηστών τόσο του **εσωτερικού** δικτύου, όσο και από **χρήστες του Διαδικτύου** στην περίπτωση που έχουμε σύνδεση και με αυτό.

#### 2. Να αναφέρετε τους πιο συνηθισμένους τρόπους επιθέσεων που χρησιμοποιούνται για την παραβίαση της ασφάλειας ενός δικτύου υπολογιστών.

Οι πιο συνηθισμένοι τρόποι για την παραβίαση της ασφάλειας ενός δικτύου υπολογιστών είναι:

- Επιθέσεις στους **κωδικούς πρόσβασης** (Password attacks).
- **Παρακολούθηση** Δικτύου (Network Monitoring η Network Packet Sniffing)
- **Μεταμφίεση** (Masquerade)
- **Άρνηση** Παροχής Υπηρεσίας (Denial of Service)
- Επιθέσεις στο επίπεδο των **Εφαρμογών** (Application-Layer Attacks)

#### 3. Πόσα είδη password υπάρχουν; Τα συνήθη λειτουργικά συστήματα ποιο είδος υποστηρίζουν;

Τα είδη των password είναι:

- Τα **επαναχρησιμοποιούμενα password**, που μπορούν να χρησιμοποιούνται πολλές φορές για την πρόσβαση στο σύστημα.
- Τα **password μιας χρήσης**. Τα password αυτά **αλλάζουν συνεχώς και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο** μία φορά για πρόσβαση στο σύστημα.

Τα περισσότερα είδη λειτουργικών συστημάτων, όπως το Unix ή τα Windows, προσφέρουν με σύστημα πιστοποίησης χρηστών με τον πρώτο τύπο password.

#### 4. Είναι Σ ή Λ ότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας η προστασία με χρήση μόνο password, αποτελεί σύστημα ισχυρής προστασίας της πρόσβασης;

Είναι Λ. (Προσέξτε, η διατύπωση της ερώτησης είναι διαφορετική σε σχέση με τη διατύπωση του βιβλίου).

#### 5. Να αναφέρετε μερικούς τρόπους παραβίασης των password .

Για την παραβίαση κωδικών πρόσβασης χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, όπως:

- **προγράμματα**, που σε μικρό χρονικό διάστημα μπορούν να δοκιμάσουν πολλούς συνδυασμούς χαρακτήρων και αριθμών.
- **παρακολούθηση των πλήκτρων** (keystroke monitoring), όταν κάποιος εισάγει τον κωδικό είτε με
  - εκτέλεση **προγράμματος**, που παρακολουθεί τα πλήκτρα, που έχουν χρησιμοποιηθεί σε ένα πληκτρολόγιο και η αποθήκευση σε ένα αρχείο
  - **παρακολούθηση** της ακτινοβολίας της οθόνης (δύσκολος τρόπος).
- Μέθοδος της **social engineering**, που επικεντρώνεται στην παραπλάνηση των χρηστών για την απόκτηση πληροφοριών.
- Χρήση **εξωτερικής ή εσωτερικής βία**. Με την εξωτερική βία απειλείται η σωματική του ακεραιότητα ενός χρήστη προκειμένου να αποκαλύψει το password, που χρησιμοποιεί. Με την εσωτερική βία αναφερόμαστε στην περίπτωση, όπου κάποιος αντιγράφει νόμιμα ή παράνομα κρυπτογραφημένα password και μετά εκτελεί πρόγραμμα crack, για να τα αποκρυπτογραφήσει.

6. Μπορείτε να εξηγήσετε τον τρόπο παραβίασης κωδικού πρόσβασης με τη μέθοδο **social engineering**;

Ο τρόπος για την παραβίαση των κωδικών πρόσβασης που αναφέρεται σαν **social engineering**, επικεντρώνεται στην παραπλάνηση χρηστών για την απόκτηση πληροφοριών. Για παράδειγμα, η περίπτωση, που κάποιος προσποιείται τον υπάλληλο γραφείου βοήθειας (help desk) και ζητά το password χρήστη, για να διορθώσει ανύπαρκτο πρόβλημα στο υπολογιστικό σύστημα.

Στην κατηγορία αυτή υπάγεται και το λεγόμενο **shoulder surfing**, δηλαδή το γεγονός της τυχαίας παρακολούθησης της πληκτρολόγησης του password άλλου χρήστη.



7. Με ποιο τρόπο χρησιμοποιείται το πρόγραμμα **crack** για την αποκάλυψη του κωδικού πρόσβασης κατά τη χρήση εσωτερικής βίας;

Το πρόγραμμα **crack** παίρνει λέξεις από λεξικό και τις κρυπτογραφεί με τον ίδιο αλγόριθμο, που χρησιμοποιεί το λειτουργικό σύστημα για την κρυπτογράφηση των password των χρηστών. Το πρόγραμμα συγκρίνει το αποτέλεσμα της κρυπτογράφησης με τα υποκλαπέντα password και όταν αυτά συμπέσουν, τότε έχουν βρεθεί τα πραγματικά passwords. Τα προγράμματα **crack** ειδικά για συστήματα Unix είναι αρκετά διαδεδομένα και εξελιγμένα.

8. Ποια διαδικασία ονομάζεται ανίχνευση πακέτων (**packet sniffing**);

Η επικοινωνία των υπολογιστών μέσω δικτύου βασίζεται σε ειδικά πρωτόκολλα και τα δεδομένα μεταφέρονται με τη μορφή πακέτων. Μάλιστα πολλές εφαρμογές μεταδίδουν τα πακέτα σε μορφή καθαρού κειμένου (clear text), δηλαδή χωρίς να προβούν από μόνες τους σε κάποιο είδος κωδικοποίησης ή κρυπτογράφησης. Από την στιγμή, που τα πακέτα μεταδίδονται χωρίς κωδικοποίηση, μπορούν να συλληθθούν με κάποιους τρόπους, να **συναρμολογηθούν** και να παράγουν στο ακέραιο το σύνολο της πληροφορίας. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται **ανίχνευση πακέτων (packet sniffing)**.

Τα προγράμματα τα οποία κάνουν ανίχνευση πακέτων ονομάζονται **packet sniffers** και με τη χρήση τους, ένας μη εξουσιοδοτημένος χρήστης έχει τη δυνατότητα να αποκτήσει τα στοιχεία σύνδεσης ενός εξουσιοδοτημένου χρήστη.

9. Σε τι κατάσταση πρέπει να βρίσκεται η κάρτα δικτύου του υπολογιστή για να μπορέσει να λειτουργήσει ο ανιχνευτής πακέτων (**packet sniffer**);

Τα προγράμματα, που κάνουν ανίχνευση πακέτων (**packet sniffing**), χρησιμοποιούν την κάρτα δικτύου του υπολογιστή σε κατάσταση **promiscuous mode**. Στην κατάσταση αυτή, η κάρτα δικτύου διαβάζει και αποθηκεύει όλα τα πακέτα, που κυκλοφορούν στο δίκτυο ανεξάρτητα από τον παραλήπτη.

10. Είναι πάντα κακόβουλα τα προγράμματα ανίχνευσης πακέτων;

Οπωσδήποτε **όχι!** Τα προγράμματα ανίχνευσης πακέτων χρησιμοποιούνται πολύ συχνά στη διάγνωση προβλημάτων από τους **διαχειριστές δικτύων**.

Ταυτόχρονα όμως αποτελούν πολύ ισχυρό εργαλείο για τους επίδοξους εισβολείς. Εκτός του ότι μπορεί να συλλέξουν εμπιστευτική πληροφορία την ώρα, που διέρχεται μέσα από τις γραμμές του δικτύου, είναι πολύ πιθανό να αποκαλύψουν και μεταδιδόμενα password. Επομένως μπορεί η παρακολούθηση των πακέτων στο δίκτυο να χρησιμοποιηθεί και ως μέσο για την παραβίαση των password.

#### 11. Σε τι συνίσταται η τεχνική της μεταμφίεσης (masquerade) ή spoofing την οποία χρησιμοποιούν οι εισβολείς ενός δικτύου;

Μεταμφίεση ή IP spoofing είναι η διαδικασία κατά την οποία κάποιος δημιουργεί πακέτα με **ψεύτικη IP διεύθυνση** προσπαθώντας να συγκαλύψει την πραγματική διεύθυνσή του. Με αυτό τον τρόπο ο παραλήπτης των πακέτων νομίζει ότι τα πακέτα προέρχονται από άλλον υπολογιστή.

Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως για να ξεγελάσει ο επιτιθέμενος το firewall που συνδέει το εσωτερικό μας δίκτυο με το διαδίκτυο ή γενικότερα με δίκτυο, που δεν θεωρείται έμπιστο (trusted).

Συνήθως το IP Spoofing περιορίζεται στο να εισάγει δεδομένα ή εντολές σε υπάρχον πακέτο δεδομένων, κατά τη διάρκεια επικοινωνίας τύπου client / server ή σε δίκτυα σημείο προς σημείο.

Για να γίνει εφικτή η αμφίδρομη επικοινωνία, ο επιτιθέμενος θα πρέπει να αλλάξει τους πίνακες δρομολόγησης, που έδειχναν προς τη διεύθυνση, που έχει προσποιηθεί ότι βρίσκεται (spoofed IP address). Με τον τρόπο αυτό ο επιτιθέμενος θα μπορεί να λαμβάνει όλα τα πακέτα που προορίζονταν για τη spoofed IP διεύθυνση. Στην περίπτωση αυτή, ο επιτιθέμενος μπορεί κλέψει password. Επίσης μπορεί προσποιούμενος, ότι είναι κάποιος από το δίκτυό μας, να στείλει προς τους συνεργάτες μας ή τους πελάτες μας e-mail.

#### 12. Εξηγήστε το πρόβλημα της Άρνησης Παροχής Υπηρεσιών (DoS – Denial of Service).

Οι επιθέσεις άρνησης παροχής υπηρεσιών εστιάζονται κυρίως στην **εξάντληση των πόρων** ενός δικτύου, όπως για παράδειγμα τον αριθμό των πακέτων, που μπορεί να χειριστεί ταυτόχρονα ένας δρομολογητής, ή των **διεργασιών** στις οποίες μπορεί να αντεπεξέλθει κεντρικός εξυπηρετητής στο δίκτυο μας (π.χ. web server, mail server).

Με άλλα λόγια, μια τέτοια επίθεση στοχεύει να **φορτώσει** τόσο πολύ **το στόχο** (δρομολογητή, εξυπηρετητή, κτλ) καταναλώνοντας μνήμη και εύρος ζώνης ώστε να μην είναι σε θέση να εξυπηρετήσει τους κανονικούς χρήστες. Για το σκοπό αυτό αποστέλλονται πακέτα δεδομένων με υπερβολικά μεγάλο ρυθμό ώστε ο στόχος να μην είναι σε θέση να τα επεξεργαστεί.

Έτσι, εάν από ένα εξυπηρετητή ζητηθεί να εξυπηρετήσει πολύ μεγαλύτερο όγκο εργασιών από ότι είναι σχεδιασμένος να εξυπηρετήσει μέσα σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, τότε είναι λογικό να καταρρεύσει.

#### 13. Σε τι αποσκοπούν οι επιθέσεις στο επίπεδο των Εφαρμογών; (Application – Layer attack);

Πολλές φορές εφαρμογές HTTP, ActiveX, Telnet, Ftp, κ.λ.π., παρουσιάζουν αδυναμίες στον κώδικά τους, οι οποίες είναι γνωστές ως τρύπες. Οι γνώστες αυτών των αδυναμιών μπορεί να τις εκμεταλλευθούν, προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση στο σύστημα, με απώτερο σκοπό την δημιουργία σε αυτό προβλημάτων ή τη συλλογή πληροφοριών.

### 8.3.4 Τεχνικές ασφάλειας

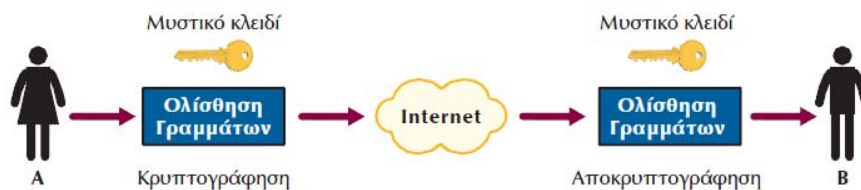
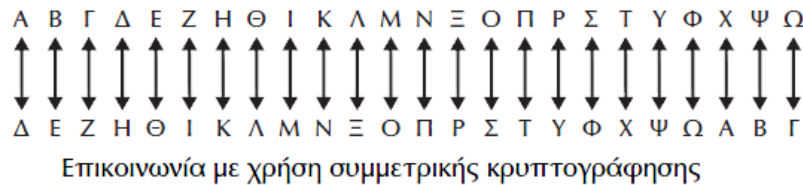
#### 1. Περιγράψτε την τεχνική της συμμετρικής κρυπτογράφησης. Δώστε ένα απλό παράδειγμα τέτοιου αλγορίθμου.

Η **συμμετρική κρυπτογράφηση** πολλές φορές αναφέρεται και ως κρυπτογράφηση **συμμετρικού κλειδιού**. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κύρια για την εξασφάλιση της εμπιστευτικότητας των μεταδιδόμενων πληροφοριών πάνω από ένα κανάλι επικοινωνίας.

Στην περίπτωση που δύο χρήστες ο Α και ο Β θέλουν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους με ασφάλεια, θα πρέπει και οι δύο να συμφωνήσουν:

- Στη χρησιμοποίηση του **ίδιου αλγόριθμου** κρυπτογράφησης.
- Στη **χρήση κοινού κλειδιού** τόσο για την κρυπτογράφηση όσο και για την αποκρυπτογράφηση.

Η διαδικασία κρυπτογράφησης / αποκρυπτογράφησης φαίνεται στην επόμενη εικόνα:



Όπως φαίνεται στο παράδειγμα του σχήματος, ο αλγόριθμος (Caesar Cipher<sup>39</sup>) αντικαθιστά το κάθε γράμμα του αλφαβήτου σε ένα μήνυμα με ένα άλλο γράμμα μερικές θέσεις πιο κάτω στο αλφάβητο. Ο αλγόριθμος ολισθαίνει τα γράμματα προς τα δεξιά, όταν κρυπτογραφεί κάποιο μήνυμα, ενώ προς τα αριστερά, όταν πρόκειται να αποκρυπτογραφήσει ήδη κρυπτογραφημένο μήνυμα. Στο σχήμα ο συμφωνημένος αριθμός ολίσθησης στο αλφάβητο από τους χρήστες Α και Β είναι τρία γράμματα.

## 2. Είναι εύκολο να αποκρυπτογραφηθεί ένα κρυπτογραφημένο μήνυμα;

Υπάρχουν προγράμματα, που προσπαθούν να αποκρυπτογραφήσουν τα μηνύματα, δοκιμάζοντας αρκετούς αλγόριθμους.

Εάν ο αλγόριθμος είναι περίπλοκος, το σπάσιμό του ακόμα και με σύγχρονους υπολογιστές με μεγάλη υπολογιστική ισχύ, απαιτεί πολύ χρόνο, ακόμα και χρόνια, οπότε και η αποκάλυψη της πληροφορίας να μην έχει πλέον νόημα.

Έχουν αναπτυχθεί πολλοί αλγόριθμοι κρυπτογράφησης, που στηρίζονται σε σύνθετη λογική και περίπλοκους μαθηματικούς συνδυασμούς.

Πολλοί αλγόριθμοι μάλιστα, δεν είναι επαρκώς τεκμηριωμένοι, ενώ άλλοι δεν είναι καταχωρημένοι στη βιβλιογραφία, επειδή προστατεύονται ως κρατικά μυστικά.

<sup>39</sup> Αυτή τη μέθοδο κρυπτογράφησης χρησιμοποιούσε ο Ιούλιος Καίσαρας για να επικοινωνεί με τους στρατηγούς του.

Είναι συνηθισμένο από χώρες, που έχουν αναπτύξει αλγόριθμους, να μην επιτρέπουν στις εταιρείες, που τους έχουν ενσωματώσει στη λειτουργία των προϊόντων τους, να εξάγουν στην πλήρη έκδοσή τους σε άλλες χώρες, χωρίς την έκδοση σχετικής άδειας.

### 3. Μπορείτε να αναφέρετε μερικούς αλγόριθμους συμμετρικής κρυπτογράφησης;

Μερικοί από τους πλέον διαδεδομένους αλγόριθμους κρυπτογράφησης είναι το

- **Πρότυπο Κρυπτογράφησης Δεδομένων (Data Encryption Standard, DES),**
- ο **3DES (triple DES)** και,
- ο **Διεθνής Αλγόριθμος Κρυπτογράφησης Δεδομένων (International Data Encryption Algorithm, IDEA).**

Οι αλγόριθμοι αυτοί δέχονται ως είσοδο μηνύματα των 64 bits. Εάν το μήνυμα έχει μεγαλύτερο μήκος, θα πρέπει να σπάσει σε τμήματα των 64 bits.

### 4. Τι προσφέρει η μέθοδος της συμμετρικής κρυπτογράφησης και ποια προβλήματα παρουσιάζει;

Η μέθοδος της συμμετρικής κρυπτογράφησης προσφέρει κυρίως **εμπιστευτικότητα** στην επικοινωνία. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την **αυθεντικότητα** και **ακεραιότητα**, αλλά υπάρχουν άλλες καλύτερες τεχνικές για τους σκοπούς αυτούς.

Πρόκληση αποτελεί η συχνή **αλλαγή** του χρησιμοποιούμενου κλειδιού καθώς, επίσης και η δημιουργία και η διανομή του κλειδιού με χρήση **μη έμπιστου δικτύου**, όπου ελλοχεύει ο κίνδυνος υποκλοπής του. Γίνονται πάντως προσπάθειες για την ανάπτυξη τεχνικών για διανομή του κλειδιού με χρήση μη έμπιστου δικτύου, με πιο γνωστό τον αλγόριθμο Diffie - Hellman.

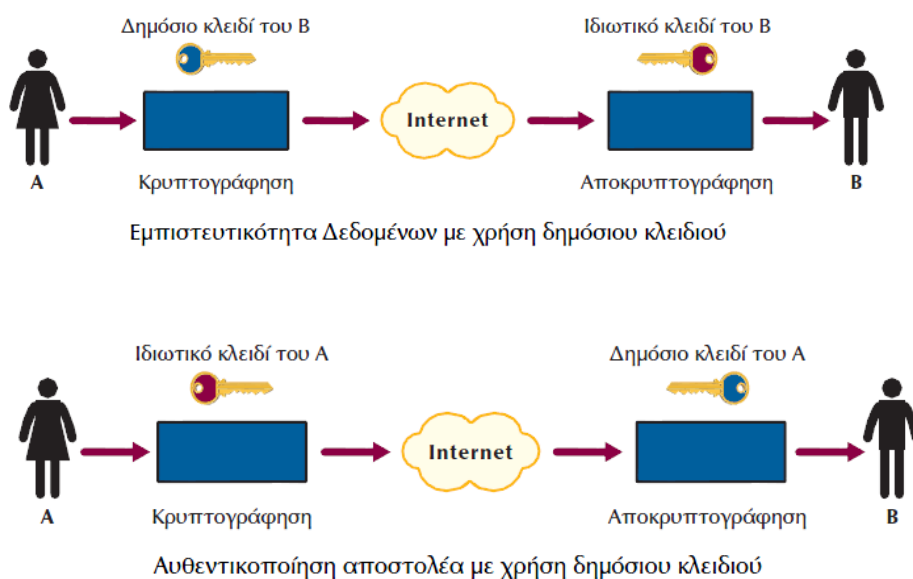
### 5. Περιγράψτε την τεχνική της ασυμμετρικής κρυπτογράφησης.

Η ασυμμετρική κρυπτογράφηση (λέγεται και κρυπτογράφηση δημόσιου κλειδιού) βασίζεται στην χρήση **δύο κλειδιών**, ενός δημόσιου και ενός ιδιωτικού. Οι αλγόριθμοι ασυμμετρικής κρυπτογράφησης λειτουργούν με τη χρήση **δύο διαφορετικών κλειδιών ανά κατεύθυνση** και για τον λόγο αυτό ονομάζεται και ασυμμετρική.

Μερικές από τις πιο κοινές χρήσεις της ασυμμετρικής κρυπτογράφησης είναι:

- Η εξασφάλιση **εμπιστευτικότητας** στη μεταδιδόμενη πληροφορία.
- Η εξασφάλιση **αυθεντικότητας**.

Ανάλυση της διαδικασίας επικοινωνίας



Εάν δύο άτομα ο Α και ο Β, θέλουν να επικοινωνήσουν, χρειάζεται πρώτα από όλα να έχει ο καθένας από ένα **διαφορετικό ζευγάρι δημόσιο / ιδιωτικό κλειδί**.

Επίσης, θα πρέπει ο καθένας να είναι γνώστης του δημοσίου κλειδιού του άλλου.

- Η πληροφορία **κρυπτογραφείται** με το **δημόσιο κλειδί** και **αποκρυπτογραφείται** με το **ιδιωτικό** ή το αντίστροφο. (Υπάρχει ζήτημα σχετικά με τον τρόπο, που θα μοιραστούν τα δημόσια κλειδιά πάνω από ένα μη ασφαλές δίκτυο).
- Εάν ο Α θέλει να εξασφαλίσει την **εμπιστευτικότητα** των δεδομένων, που θα στείλει προς τον Β, δηλαδή να εξασφαλίσει ότι μόνο ο Β θα μπορεί να καταλάβει το περιεχόμενο του μηνύματος, τότε θα κρυπτογραφήσει το μήνυμα, που πρόκειται να μεταδώσει, με το δημόσιο κλειδί του Β. Το μήνυμα αυτό μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί μόνο με το αντίστοιχο ιδιωτικό κλειδί του Β, πράγμα που σημαίνει ότι μόνο ο Β μπορεί να διαβάσει αυτά τα μηνύματα καθώς μόνο αυτός γνωρίζει το αντίστοιχο ιδιωτικό κλειδί. Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει ότι το μήνυμα ή το αρχείο δεν μπορεί να παρακολουθείται ή και να αλλοιώνεται από κάποιον τρίτο.
- Για την εξασφάλιση της **αυθεντικότητας** του αποστολέα, ο Α κρυπτογραφεί το μήνυμα με το **ιδιωτικό** του κλειδί. Ο Β προσπαθεί να το **αποκρυπτογραφήσει** χρησιμοποιώντας το **δημόσιο** κλειδί του Α. Εάν η αποκρυπτογράφηση είναι επιτυχής τότε ο Β ξέρει ότι ο Α είναι αυτός που του έστειλε το μήνυμα, αφού μόνο αυτός έχει το ιδιωτικό κλειδί.

#### 6. Σε ποια λογική στηρίζεται ο αλγόριθμος της ασυμμετρικής κρυπτογράφησης;

Η ασυμμετρική κρυπτογράφηση στηρίζεται στο ότι τα ιδιωτικά κλειδιά είναι γνωστά από τους πραγματικούς τους κατόχους και ότι δεν έχουν διαρρεύσει σε άλλα άτομα. Για να αποφευχθούν προβλήματα κλοπής των κλειδιών, που είναι αποθηκευμένα στα λειτουργικά συστήματα των υπολογιστών, έχουν αναπτυχθεί τεχνικές, που κάνουν χρήση έξυπνων καρτών (smartcard).

#### 7. Να αναφέρετε μερικούς αλγόριθμους ασυμμετρικής κρυπτογράφησης.

Μερικοί από τους πιο κοινούς αλγόριθμους ασυμμετρικής κρυπτογράφησης είναι οι RSA (Rivest, Shamir, Adelman) και ElGamal.

#### 8. Τι είναι η ψηφιακή υπογραφή; Πώς δημιουργείται; Με ποιο τρόπο εξασφαλίζει την αυθεντικότητα και την ακεραιότητα στην επικοινωνία μέσω δικτύου;

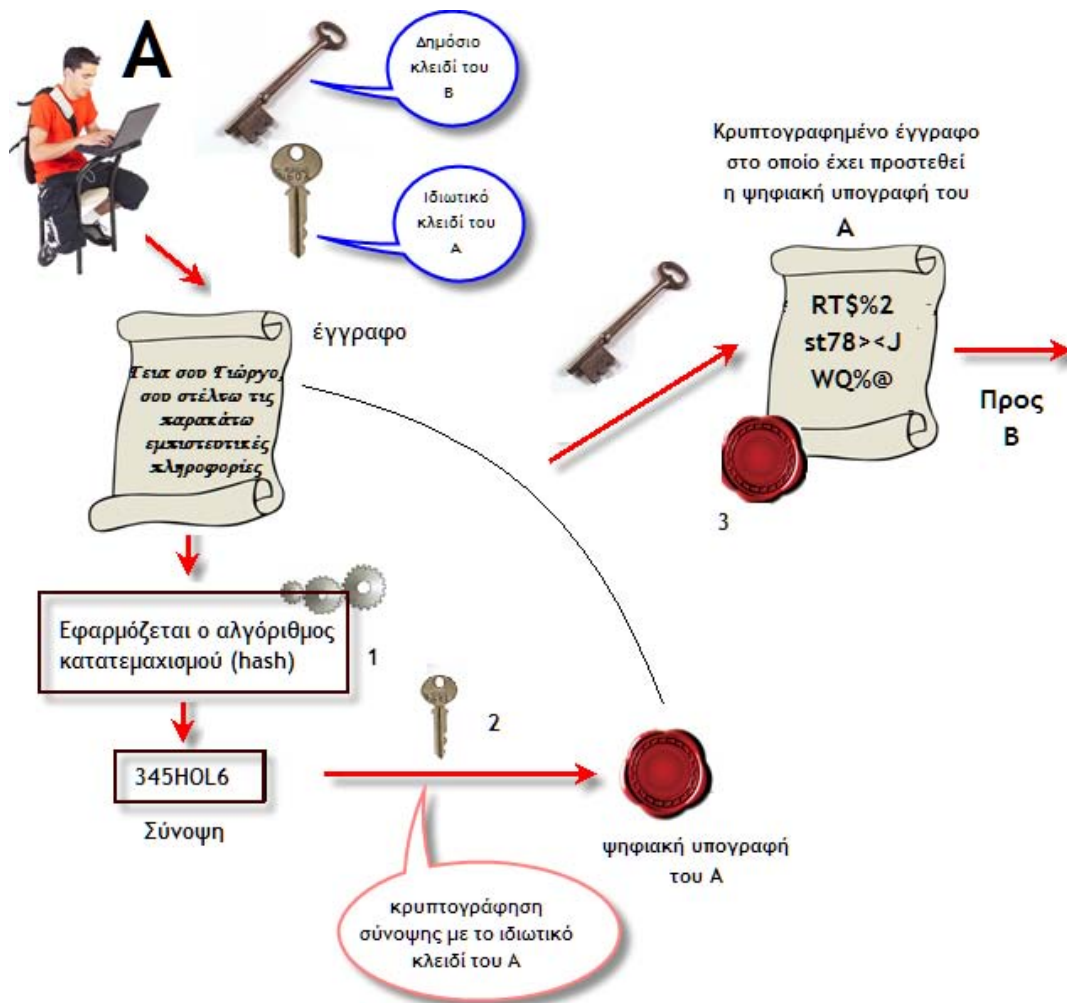
Η **ψηφιακή υπογραφή** είναι η **σύνοψη** (περίληψη) ενός μηνύματος που αποστέλλεται, δημιουργείται με **ειδικό τρόπο** και **προστίθεται** στο τέλος του ηλεκτρονικού εγγράφου.

Η ψηφιακή υπογραφή χρησιμοποιείται κυρίως για να αποδείξει την **ταυτότητα** του **αποστολέα** καθώς και για την **ακεραιότητα** των δεδομένων που αποστέλλονται.

Η ψηφιακή υπογραφή δημιουργείται με τη χρήση α) του αλγόριθμου **κατατεμαχισμού** (hash algorithm) και β) της **ασυμμετρικής κρυπτογραφίας**.

Ο αλγόριθμος κατατεμαχισμού δέχεται ως είσοδο ένα μήνυμα (έγγραφο) **τυχαίου μεγέθους** (δηλαδή δεν παίζει ρόλο το μέγεθός του) και ως **έξοδο** παράγει μία **σύνοψη συγκεκριμένου μήκους**.

Η διαδικασία παραγωγής της ψηφιακής υπογραφής φαίνεται στην επόμενη εικόνα:



Έστω ότι ο Α θέλει να στείλει έγγραφο στον Β κάνοντας χρήση ψηφιακής υπογραφής.

- Ο Α θέτει ως είσοδο στον αλγόριθμο κατατεμαχισμού το έγγραφο (1) και παράγει τη σύνοψη (message digest).
- Στη συνέχεια κρυπτογραφεί τη σύνοψη (message digest) με το **ιδιωτικό** του κλειδί (2).
- Το αποτέλεσμα της κρυπτογράφησης της σύνοψης είναι η **ψηφιακή υπογραφή του Α** για το **συγκεκριμένο έγγραφο**.
- Η ψηφιακή υπογραφή τίθεται στο **τέλος** του αρχικού εγγράφου (3).
- Ακολούθως, ο Α **αποστέλλει** το μήνυμα μαζί με τη ψηφιακή υπογραφή του, στον Β.

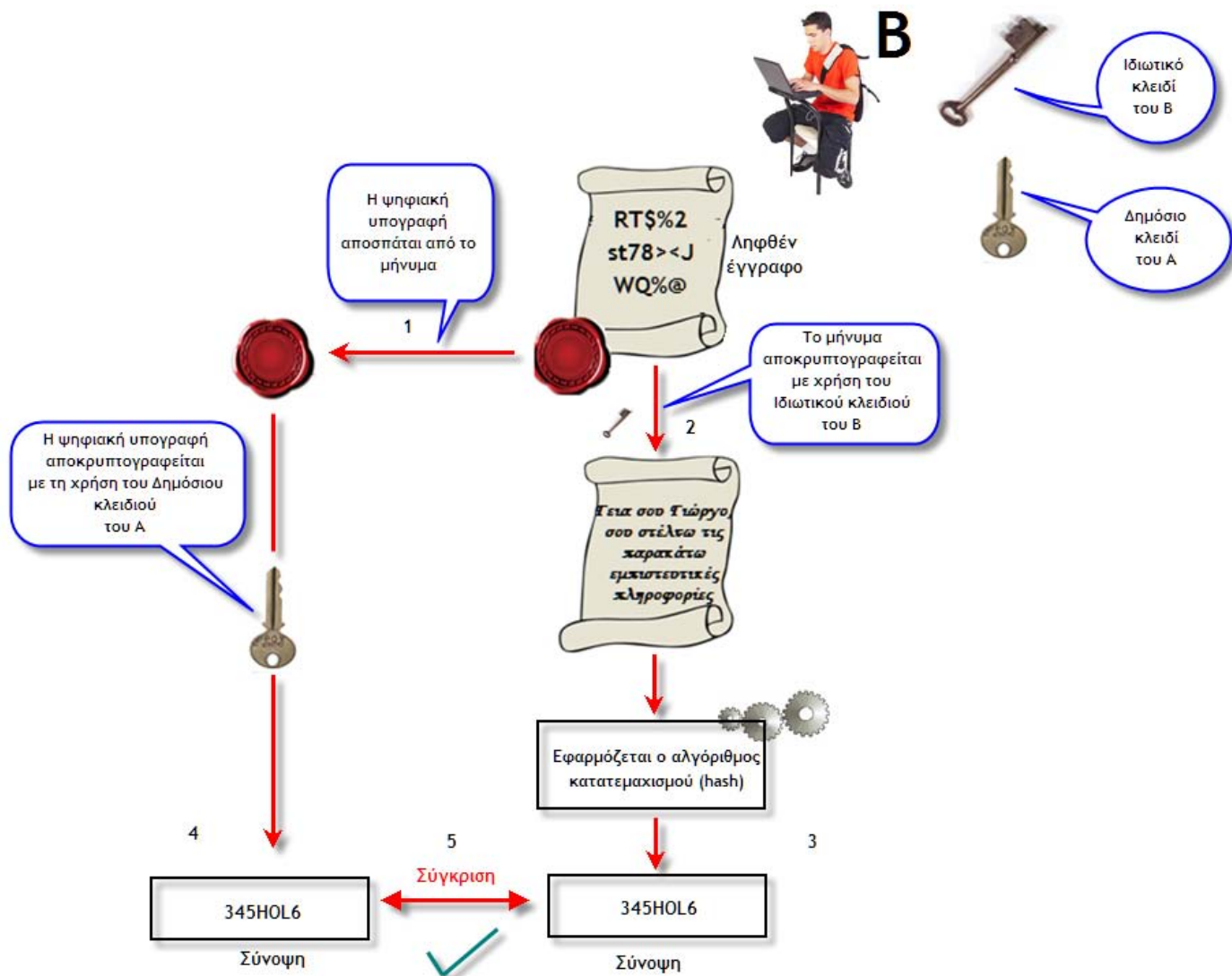
Όταν το μήνυμα φθάσει στον Β, αυτός:

- **Αποσπά** την ψηφιακή υπογραφή από το έγγραφο (1).
- **Αποκρυπτογραφεί** το κυρίως μήνυμα, χρησιμοποιώντας το **ιδιωτικό** του κλειδί (2).
- Εισάγει το **μήνυμα** στον αλγόριθμο κατατεμαχισμού, εξάγοντας μια **σύνοψη** (message digest) (3).
- Αποκρυπτογραφεί την **ψηφιακή υπογραφή**, χρησιμοποιώντας το **δημόσιο κλειδί του Α** (4).
- **Συγκρίνει** τη σύνοψη που προέκυψε από την αποκρυπτογράφηση με τη σύνοψη που προέκυψε από την εφαρμογή του αλγορίθμου κατατεμαχισμού (5).



Εάν οι δύο συνόψεις (message digest) είναι ίδιες, ο Β μπορεί να είναι σίγουρος, ότι

- το μήνυμα έχει **σταλεί από τον Α** (αφού μπόρεσε να κάνει αποκρυπτογράφηση της ψηφιακής υπογραφής με το δημόσιο κλειδί του Α) και ότι
- το έγγραφο **δεν έχει υποστεί αλλαγές από τρίτους** κατά την αποστολή, αφού τα δύο message digest είναι τα ίδια.



### 9. Η ψηφιακή υπογραφή είναι ίδια για κάθε μήνυμα που αποστέλλει ο Α;

**Όχι!** Σε κάθε περίπτωση, το (διαφορετικό) μήνυμα που στέλνει ο Α, περνά από τον αλγόριθμο κατατεμαχισμού και δημιουργεί μια **διαφορετική σύνοψη** (η οποία όμως έχει σταθερό μήκος). Στη συνέχεια κρυπτογραφείται με χρήση του **ιδιωτικού κλειδιού** του αποστολέα (Α) με αποτέλεσμα να δημιουργείται κάθε φορά μια διαφορετική ψηφιακή υπογραφή (χαρακτηριστική όμως του αποστολέα).

### 10. Να αναφέρετε μερικούς αλγόριθμους κατατεμαχισμού.

Οι πλέον διαδεδομένοι αλγόριθμοι κατατεμαχισμού είναι: **Message Digest 4(MD4)**, **Message Digest 5(MD5)** και **Secure Hash Algorithm (SHA)**.

### 8.3.5 Τεχνολογίες ασφάλειας

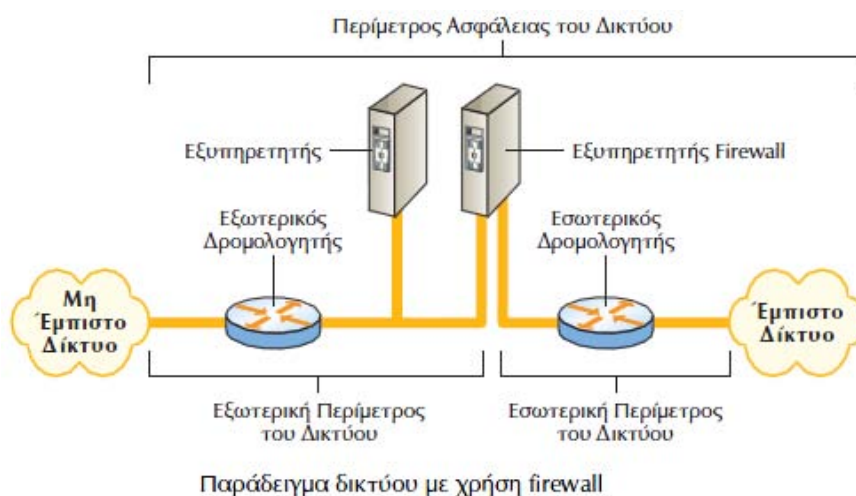
#### 1. Να αναφέρετε μερικές από τις πιο διαδεδομένες λύσεις και πρωτόκολλα για την πιστοποίηση των χρηστών.

Ορισμένες από τις πιο δημοφιλείς λύσεις για την εμπιστευτικότητα των δεδομένων και την πιστοποίηση των χρηστών:

- Σταθερά **passwords** και **passwords** μιας χρήσης για πιστοποίηση χρηστών.
- **SSL / SSH / SOCKS** - συστήματα **κρυπτογράφησης** δεδομένων για την εξασφάλιση της ακεραιότητας και εμπιστευτικότητας των δεδομένων
- **Radius / Tacacs** - συστήματα για **πιστοποίηση** χρηστών και εκχώρηση συγκεκριμένων δικαιωμάτων.
- **PAP / CHAP** - συστήματα για πιστοποίηση δικτυακών συσκευών
- **Single Sign On** - βασίζεται σε πιστοποιήσεις ενός παράγοντα. Είναι συνήθως, λιγότερο ασφαλές από τη χρήση πολλαπλών password.
- **Κέρβερους** - κρυπτογράφηση για τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας των δεδομένων και πιστοποίηση χρηστών.
- **IPSec (IP Security)** - Το Internet Protocol Security είναι αναπτυσσόμενο πρότυπο για ασφάλεια στο **επίπεδο του δικτύου**. Προηγούμενες προσεγγίσεις ασφάλειας εστιάζονταν στο επίπεδο της εφαρμογής με βάση το OSI μοντέλο. Το IPSec είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για δίκτυα VPN καθώς επίσης και για χρήστες που συνδέονται στο δίκτυο με χρήση επιλεγόμενων τηλεφωνικών γραμμών.  
Το IPSec παρέχει δύο επιλογές ασφάλειας:
  - **Αυθεντικότητα της Επικεφαλίδας** των IP πακέτων, όπου παρέχεται η δυνατότητα **αυθεντικοποίησης** του αποστολέα των πακέτων.
  - **ESP** (Encapsulation Security Protocol), όπου υποστηρίζεται η **αυθεντικότητα** τόσο της **επικεφαλίδας** των πακέτων όσο και των **δεδομένων**.

#### 2. Εξηγείστε τι είναι και πώς εγκαθιδρύεται το τείχος προστασίας (firewall).

Με την έννοια Firewall αναφερόμαστε στο σύνολο των **προγραμμάτων / φίλτρων**, που έχουμε εγκαταστήσει σε **πύλες (σημεία σύνδεσης)** του εσωτερικού μας δικτύου με άλλα δίκτυα, π.χ το Internet ή άλλο ιδιωτικό / δημόσιο δίκτυο, που δεν ελέγχονται από εμάς. Οι **συσκευές** όπου εγκαθίστανται τα προγράμματα / φίλτρα και συνθέτουν ένα Firewall, είναι **δρομολογητές** και **εξυπηρετητές** ειδικοί για τον σκοπό αυτό.



Με τους **κανόνες** που έχουμε επιβάλει στο firewall, μπορούμε να **επιτρέψουμε** την **πρόσβαση** από τα **μη έμπιστα δίκτυα** προς συγκεκριμένους εξυπηρετητές του **εσωτερικού**

μας δικτύου, καθώς επίσης και το **είδος των εφαρμογών**, που επιτρέπεται να χρησιμοποιήσουν οι **μη έμπιστοι χρήστες**, για να συνδεθούν σε αυτούς.

Στην τοπολογία της προηγούμενης εικόνας, το τείχος προστασίας δημιουργείται από **φίλτρα** στους **δύο δρομολογητές** καθώς και από **προγράμματα** στον εξυπηρετητή firewall.

**3. Με βάση την εικόνα της προηγούμενης ερώτησης, να προσδιορίσετε τους χρήστες, οι οποίοι ανήκουν στο λεγόμενο έμπιστο δίκτυο και εκείνους οι οποίοι ανήκουν στο μη έμπιστο.**

Με βάση το σχήμα της προηγούμενης ερώτησης, οι χρήστες, που βρίσκονται στο τμήμα του δικτύου ευρείας περιοχής πίσω από τον **εσωτερικό δρομολογητή**, θεωρούμε, ότι ανήκουν στο λεγόμενο **έμπιστο δίκτυο** αφού συνδέονται άμεσα σε δομή που ελέγχεται, διαχειρίζεται και γενικότερα **διέπεται** από **κανόνες ασφάλειας**, που καθορίζονται πλήρως από την **επιχείρηση η οποία κατέχει το δίκτυο**. Αντίθετα, το τμήμα του δικτύου ευρείας περιοχής, που συνδέεται στον εξωτερικό δρομολογητή ονομάζεται μη έμπιστο δίκτυο. Η επιχείρηση δεν διαχειρίζεται χρήστες, που ανήκουν στο μη έμπιστο δίκτυο, δηλαδή δεν διέπονται από τις ίδιες διαδικασίες ελέγχου αυθεντικότητας με τους χρήστες του εσωτερικού δικτύου.

**4. Δώστε ένα παράδειγμα, το οποίο να καταδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο δρα το τείχος προστασίας.**

Το τείχος προστασίας μπορεί π.χ. να επιτρέπει την πρόσβαση σε **συγκεκριμένες IP διευθύνσεις του εσωτερικού δικτύου** και με **συγκεκριμένα πρωτόκολλα**, όπως HTTP.

Προσπάθειες σύνδεσης με άλλα πρωτόκολλα όπως λ.χ. το telnet, ftp, tftp rtagin κ.λ.π υπάρχει η δυνατότητα να απορρίπτονται. Το **φιλτράρισμα** των πρωτοκόλλων γίνεται με βάση τον **αριθμό πόρτας** που χρησιμοποιούν στην TCP/IP δομή.

Στη συνέχεια, το τείχος προστασίας εξετάζει τις **επικεφαλίδες των πακέτων** από τα μη έμπιστα δίκτυα προς τα έμπιστο δίκτυο, ανιχνεύοντας και **απορρίπτοντας** άμεσα τα πακέτα με προορισμούς προς **απαγορευμένες** TCP πόρτες και IP διευθύνσεις.

**5. Ο τρόπος δημιουργίας ενός τείχους προστασίας είναι μοναδικός;**

**Όχι.** Υπάρχουν αρκετές αρχιτεκτονικές στην τοπολογία διασύνδεσης δρομολογητών και εξυπηρετητών, που συνθέτουν ένα firewall. Ανάλογα με την πολυπλοκότητα της τοπολογίας τόσο πιο δύσκολη είναι η παραβίαση της ασφάλειας του εσωτερικού δικτύου επιχείρησης.

### 8.3.6 Αποφυγή καταστροφών

**1. Τι είδους προβλήματα μπορούν να παρουσιαστούν σε ένα καταναμημένο πληροφοριακό σύστημα;**

Τα προβλήματα ενός καταναμημένου πληροφοριακού συστήματος μπορεί να είναι:

A) Βλάβες του ενεργού<sup>40</sup> ή παθητικού<sup>41</sup> εξοπλισμού.

B) Δυσλειτουργίες των λειτουργικών συστημάτων, των πρωτοκόλλων επικοινωνίας καθώς και των ίδιων των δεδομένων.

**2. Από ποιες αιτίες μπορούν να προέλθουν τα προβλήματα σε ένα καταναμημένο πληροφοριακό σύστημα;**

Τα προβλήματα μπορεί να προέρχονται:

- Από συνηθισμένες **αστοχίες** του **εξοπλισμού** ενεργού ή παθητικού (π.χ αστοχία σκληρού δίσκου, κάψιμο τροφοδοτικού).

<sup>40</sup> Υπολογιστές, δρομολογητές, διακόπτες.

<sup>41</sup> Π.χ. καλώδια.

- Από **κακές ρυθμίσεις** – προγραμματισμούς
- Από **εγγενείς δυσλειτουργίες** του εξοπλισμού ή λογισμικού (π.χ bugs)
- Από **φυσικές καταστροφές** (π.χ πλημμύρες, σεισμούς)
- Από **κακόβουλες ενέργειες** (π.χ επιθέσεις από χάκερ, ή τρομοκρατικές επιθέσεις).

**3. Για ποιους λόγους μια επιχείρηση πρέπει να είναι σε θέση να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά και γρήγορα τυχόν προβλήματα που θα δημιουργηθούν στο πληροφοριακό της σύστημα;**

Μια επιχείρηση, που σέβεται τους πελάτες της αλλά και το όνομα της, θα πρέπει να είναι σε θέση να ανταπεξέλθει στα προβλήματα, ανεξάρτητα από το μέγεθος και την προέλευση τους, στον ελάχιστο δυνατό χρόνο και με τις λιγότερες συνέπειες, τόσο για την ίδια την εταιρεία όσο και για τους πελάτες της. Για παράδειγμα, φανταστείτε τι πλήγμα είναι για την αξιοπιστία μίας τράπεζας ή μιας χρηματιστηριακής εταιρείας η μη εξυπηρέτηση των πελατών της, λόγω τεχνικών προβλημάτων για μεγάλο χρονικό διάστημα. Άρα, είναι απαραίτητη η ύπαρξη σχεδίων αποφυγής καταστροφών.

**4. Να εξηγήσετε τις έννοιες Ανάκαμψη (Recovery), Σχέδιο Συνέχειας (Continuity Plan), Εφεδρικό Αντίγραφο (Information back up).**

- **Ανάκαμψη (Recovery)** – Είναι η αποκατάσταση της λειτουργίας πληροφοριακού συστήματος σε επιθυμητό επίπεδο μετά από κάποιο δυσλειτουργία.
- **Σχέδιο Συνέχειας (Continuity Plan)** – Είναι η σαφής και πλήρης περιγραφή των ενεργειών που θα πραγματοποιηθούν, ώστε να επιτευχθεί ανάκαμψη μετά από σοβαρή παραβίαση.
- **Εφεδρικό Αντίγραφο Πληροφοριών (Information back up)** -Η τήρηση αντιγράφου των πληροφοριών, που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να επιτευχθεί ανάκαμψη. Θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι απαίτηση για ανάκαμψη πληροφοριακού συστήματος σε μηδέν χρόνο, δηλαδή στην ουσία να μην σταματά ποτέ η λειτουργία του, συνεπάγεται κλωνοποίηση δομής του δικτύου δύο ή ίσως και παραπάνω φορές. Αυτό, όσο και να φαίνεται υπερβολικό, συμβαίνει σε επιχειρήσεις, που βασίζουν την παροχή υπηρεσιών σε πελάτες εξολοκλήρου στο πληροφοριακό τους σύστημα. Αυτό, βέβαια, συνεπάγεται για την επιχείρηση πολύ υψηλό κόστος εγκατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης.

**5. Με ποιο τρόπο είναι οργανωμένα τα πληροφοριακά συστήματα των επιχειρήσεων;**

Μια επιχείρηση πρέπει διατηρεί έκθεση, η οποία να αναφέρει την κρισιμότητα των επιμέρους στοιχείων, που συνθέτουν το πληροφοριακό της σύστημα. Με βάση την ανάλυση των κινδύνων που θα προκύψουν, σε περίπτωση καταστροφής κάποιων βαθμίδων του πληροφοριακού συστήματος, θα πρέπει υπάρξει πρόνοια ώστε να λαμβάνονται αντίστοιχα μέτρα προστασίας.

Τα περισσότερα πληροφοριακά συστήματα, σήμερα, είναι **κατανεμημένα** και οι εφαρμογές τους κάνουν χρήση της αρχιτεκτονικής client - server. Στις περιπτώσεις αυτές, το κτίριο με τον **κεντρικό υπολογιστή** (main site) αποτελεί το πιο κρίσιμο σημείο του συστήματος. Για το λόγο αυτό υπάρχουν πολλοί οργανισμοί που έχουν υλοποιήσει **δύο κεντρικά site**, έτσι ώστε σε περίπτωση καταστροφής του ενός αυτόματα να αναλάβει το δεύτερο. Η ύπαρξη δύο site προϋποθέτει δύο κεντρικά σχεδόν ισοδύναμα υπολογιστικά συστήματα, καθώς και την κατάλληλη τηλεπικοινωνιακή υποδομή για την πρόσβαση των διαφόρων κατανεμημένων σημείων με τα δύο κεντρικά site.

Επίσης, τα κεντρικά site θα πρέπει να περιλαμβάνουν πρόβλεψη για επαλληλία των κεντρικών switches, routers καθώς και εναλλακτικότητα στη διασύνδεση των διαφόρων εσωτερικών LAN.

Επιπλέον, θα πρέπει να έχουν καταστρωθεί και σχέδια για αντίστοιχες εφεδρικές λύσεις τόσο για τη τα συστήματα εξοπλισμού του πληροφοριακού συστήματος όσο και για τις εφαρμογές και τα δεδομένα (π.χ. την πολιτική των back up).

# Μέρος III

Συμπληρωματικές ερωτήσεις και ασκήσεις  
με τις απαντήσεις τους





# Πρωτόκολλο IP

1. Σε ένα IP αυτοδύναμο πακέτο (σελ 242 σχολ. βιβλίου σχ.7-14), για το πεδίο «Έκδοση» χρησιμοποιούνται 4 bit ενώ για το πεδίο «Μήκος Επ/δας» άλλα 4 bit. Ένα πακέτο λαμβάνεται με τα εξής πρώτα 8 bit: 01000011..... Το πακέτο αυτό απορρίπτεται. Μπορείτε να εξηγήσετε το λόγο;

Τα τέσσερα πρώτα bit δείχνουν την έκδοση, η οποία είναι σωστή. Τα επόμενα 4 bit όμως, τα οποία είναι το πεδίο «Μήκος Επικεφαλίδας», αντιστοιχούν στον αριθμό 3. Όμως ο ελάχιστος αριθμός τον οποίο μπορεί να πάρει το πεδίο «Μήκος Επικεφαλίδας» είναι το 5 (σχολ. βιβλ. σελ.244). Αυτό σημαίνει ότι το πακέτο έχει αλλοιωθεί κατά τη διαδρομή του και για αυτό τον λόγο απορρίπτεται.

2. Το πεδίο «Μήκος Επικεφαλίδας» ενός IP αυτοδύναμου πακέτου έχει την τιμή 0101 ενώ το πεδίο «Συνολικό Μήκος» την τιμή 0000000000110010. Να βρεθεί πόσα byte δεδομένων μεταφέρει το πακέτο.

Στο πεδίο «Μήκος Επικεφαλίδας» αντιστοιχεί ο αριθμός 5, που σημαίνει ότι η υπάρχει μόνο το σταθερό μήκος της επικεφαλίδας, δηλαδή  $5 \times 4 = 20\text{byte}$ . Στο πεδίο «Συνολικό Μήκος» υπάρχει ο αριθμός 50. Άρα το πακέτο μεταφέρει  $50\text{byte} - 20\text{byte} = 30\text{byte}$  δεδομένων.

3. Καταφθάνει ένα αυτοδύναμο IP πακέτο. Το πεδίο MF έχει την τιμή 0. Μπορούμε να συμπεράνουμε αν το πακέτο έχει τμηθεί; Το κομμάτι είναι το πρώτο, μεσαίο ή τελευταίο τμήμα;

Συμπέρασμα για το αν το πεδίο έχει τμηθεί δεν μπορούμε να βγάλουμε μόνο από την τιμή του πεδίου MF. Σε περίπτωση που έχει τμηθεί, το πακέτο είναι όντως το τελευταίο, διότι το MF είναι 0. Μπορεί όμως και να μην έχει τμηθεί, οπότε πάλι το  $\text{MF}=0$ .

4. Καταφθάνει ένα αυτοδύναμο IP πακέτο. Το πεδίο MF έχει την τιμή 1. Μπορούμε να συμπεράνουμε αν το πακέτο έχει τμηθεί; Το κομμάτι είναι το πρώτο, μεσαίο ή τελευταίο τμήμα;

Αφού το πεδίο MF έχει τιμή 1, σημαίνει ότι α) έχει σίγουρα τμηθεί και β) δεν είναι το τελευταίο γιατί τότε η τιμή του MF θα ήταν 0. Άρα είναι είτε πρώτο είτε ενδιάμεσο. Για να μπορέσουμε να πούμε τι ακριβώς είναι πρέπει να γνωρίζουμε και την τιμή του Δείκτη Εντοπισμού Τμήματος.

5. Καταφθάνει ένα αυτοδύναμο IP πακέτο. Το πεδίο MF έχει την τιμή 1 και ο ΔΕΤ είναι 0 Μπορούμε να συμπεράνουμε αν το πακέτο έχει τμηθεί; Το κομμάτι είναι το πρώτο, μεσαίο ή τελευταίο τμήμα;

Για να έχει το πεδίο MF τιμή 1 σημαίνει ότι είναι τμήμα ενός μεγαλύτερου πακέτου. Σίγουρα δεν είναι το τελευταίο τμήμα, γιατί τότε η τιμή του πεδίου MF θα ήταν 0, άρα είναι ή πρώτο ή μεσαίο. Επειδή όμως ο ΔΕΤ είναι 0 σημαίνει ότι το τμήμα αυτό είναι το πρώτο.

6. Ένα IP αυτοδύναμο πακέτο Συνολικού Μήκους 5140 byte και επικεφαλίδα των 20 byte πρόκειται να μεταδοθεί μέσω φυσικού δικτύου, το οποίο υποστηρίζει πακέτα Συνολικού Μήκους 1500byte. Το πεδίο Αναγνώρισης του πακέτου είναι 100 ενώ τα πεδία DF, MF και Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος έχουν όλα τιμή 0. Να βρεθεί ο αριθμός των κομματιών στα οποία θα τεμαχιστεί το αρχικό αυτοδύναμο πακέτο και να συμπληρωθούν για το καθένα τα πεδία Αναγνώρισης, Συνολικό μήκος δεδομένων, DF, MF και Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος.

Αφού η επικεφαλίδα είναι 20 byte, η ποσότητα δεδομένων του πακέτου είναι 5120 byte. Αφού το φυσικό δίκτυο υποστηρίζει πακέτα με συνολικού 1500 byte, κάθε ένα από τα οποία έχει τη δική του ετικέτα, το μέγιστο μήκος δεδομένων τα οποία θα μπορεί να μεταφέρει είναι 1480 byte. Άρα η ποσότητα 5120 byte των δεδομένων θα χωριστεί σε 3 τμήματα των 1480 byte και ένα επιπλέον τμήμα των 680 byte.

Ο ΔΕΤ για το πρώτο πακέτο θα είναι 0.

Για το δεύτερο πακέτο θα είναι  $1480 / 8 = 185$ .

Για το τρίτο πακέτο θα είναι  $2960 / 8 = 370$ .

Για το τέταρτο πακέτο θα είναι  $4440 / 8 = 555$ .

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι τιμές των πεδίων για κάθε πακέτο.

Πακέτο	Αναγνωριστικό	Συνολικό μήκος	DF	MF	ΔΕΤ
1 <sup>ο</sup>	100	1500	0	1	0
2 <sup>ο</sup>	100	1500	0	1	185
3 <sup>ο</sup>	100	1500	0	1	370
4 <sup>ο</sup>	100	700	0	0	555

## Διευθυνσιοδότηση IP διευθύνσεις

### 1. Μπορούν δύο υπολογιστές (ή άλλες συσκευές) που συνδέονται απευθείας στο Διαδίκτυο να έχουν την ίδια διεύθυνση IP;

Όχι. Οι διευθύνσεις IP είναι μοναδικές διότι κάθε διεύθυνση IP ορίζει και μία σύνδεση στο Διαδίκτυο. Επομένως δύο υπολογιστές συνδεδεμένοι στο Διαδίκτυο δεν είναι δυνατόν να έχουν την ίδια διεύθυνση IP.

### 2. Είναι δυνατόν ένας υπολογιστής (ή άλλη συσκευή) να διαθέτει πάνω από μία διεύθυνση IP;

Ναι. Εάν η συσκευή συνδέεται στο Διαδίκτυο ή σε οποιοδήποτε εσωτερικό δίκτυο ή υποδίκτυο μέσω δύο (ή περισσότερων) διαφορετικών θυρών Ethernet, τότε διαθέτει δύο (ή περισσότερες) διευθύνσεις IP.

### 3. Ποια είναι τα δυαδικά ψηφία (bit); Τι είναι το byte; Δώστε παραδείγματα.

Τα δυαδικά ψηφία είναι δύο το 0 και το 1. Κάθε ένα από αυτά ονομάζεται bit.

Το byte είναι ένας συνδυασμός οκτώ δυαδικών ψηφίων. Παραδείγματα byte είναι τα 10010110, 11100011, 00001111 και φυσικά τα 00000000 και 11111111.

### 4. Πόσους και ποιους συνδυασμούς μπορούμε να κάνουμε με α) 1 bit β) δύο bit γ) 3 bit δ) 4 bit. Μπορεί να βγει ένας τύπος για τον αριθμό των συνδυασμών με τη βοήθεια αυτών των μικρών παραδειγμάτων;

α) 1 bit → δύο συνδυασμοί: 0, 1  $2^1=2$

β) 2 bit → τέσσερις συνδυασμοί: 00, 01, 10, 11  $2^2=4$

γ) 3 bit → οκτώ συνδυασμοί: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111  $2^3=8$

δ) 4 bit → δεκαέξι συνδυασμοί: 0000, 0001, 0010, 0011, 0100, 0101, 0110, 0111  
1000, 1001, 1010, 1011, 1100, 1100, 1110, 1111  $2^4=16$



Γενικά: Για  $v$  bit έχουμε  $2^v$  συνδυασμούς.

**5. Με πόσα bit ορίζεται μια IP διεύθυνση στο πρωτόκολλο IPv4;**

Μια IP διεύθυνση ορίζεται με 32 bit.

**6. Με βάση τον αριθμό των bit, με τα οποία ορίζεται μια διεύθυνση IP στο πρωτόκολλο IPv4, πόσες διαφορετικές συσκευές (θεωρητικά) θα μπορούσαν να συνδεθούν στο Διαδίκτυο;**

Επειδή για τον ορισμό μιας IP διεύθυνσης χρησιμοποιούνται 32 bit, (θεωρητικά) ο αριθμός των διαφορετικών συσκευών που θα μπορούσαν να συνδεθούν στο Διαδίκτυο είναι:

$2^{32} = 4.294.967.296$ , δηλαδή πάνω από 4 δισεκατομμύρια συσκευές. Στην πραγματικότητα, ο αριθμός είναι πολύ μικρότερος λόγω περιορισμών.

**7. Να δώσετε ένα παράδειγμα μιας IP διεύθυνσης γραμμένης α) με δυαδικό τρόπο β) με δεκαδικό τρόπο.**

Μια IP διεύθυνση αποτελείται από 32 ή αν το χωρίσουμε σε οκτάδες (byte), αποτελείται από 4 byte. Για να είναι πιο ευδιάκριτη, κάθε byte χωρίζεται από τα διπλανά του με μια τελεία.

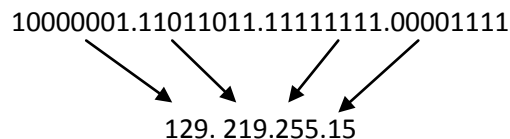
Για παράδειγμα, μια διεύθυνση

α) Σε δυαδική μορφή είναι η 11001101.10001110.00010011.11100111

β) Η ίδια διεύθυνση σε δεκαδική μορφή είναι: 205.142.19.231

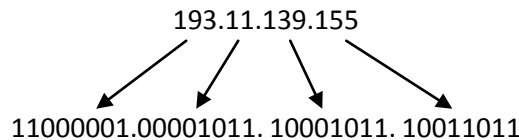
**8. Να μετατραπεί η IP διεύθυνση 10000001.11011011.11111111.00001111 στην αντίστοιχη με δεκαδικούς αριθμούς.**

Μετατρέπουμε κάθε οκτάδα της διεύθυνσης, στον αντίστοιχο δεκαδικό αριθμό.



**9. Να μετατραπεί η IP διεύθυνση 193.11.139.155 στην αντίστοιχη με δυαδική.**

Μετατρέπουμε κάθε έναν από τους τέσσερις δεκαδικούς αριθμούς στον αντίστοιχο δυαδικό.



**10. Βρείτε το λάθος στις παρακάτω IP διευθύνσεις:**

α) 142.013.65.87

β) 156.17.20.5.7

γ) 221.14.301.56

δ) 19.178.00001111.9

α) Στην αναπαράσταση με δεκαδικούς, δεν μπαίνουν μηδενικά μπροστά από κάθε αριθμό.

β) Η διεύθυνση αναπαριστάται με πέντε αντί για τέσσερις αριθμούς.

γ) Ο τρίτος αριθμός είναι πάνω από 255.

δ) Έχουν αναμιχθεί δεκαδικοί και δυαδικοί αριθμοί στην αναπαράσταση της διεύθυνσης.

**11. Αν μια IP διεύθυνση είναι σε δυαδική μορφή, με ποιο τρόπο μπορούμε να βρούμε σε ποια κλάση ανήκει;**

Εάν μια IP διεύθυνση είναι σε δυαδική μορφή, η κλάση της καθορίζεται με παρατήρηση των **τεσσάρων** πιο σημαντικών ψηφίων της διεύθυνσης (αυτών που βρίσκονται αριστερά). (σχολ. βιβλίο σελ. 250 τελευταία παράγραφος και σελ.251, σχήμα 7-19).

Έτσι, οι διευθύνσεις της κλάσης A αρχίζουν με 0, της κλάσης B με 10, της C με 110 και της D με 1110.

**12. Να βρείτε την κλάση κάθε μιας από τις επόμενες διευθύνσεις:**

α) 10100011.11100011.10111000.11110110

β) 00000011.11110000.10101010.01101111

γ) 11100011.11011011.10111000.11100111

δ) 11010000.10101010.11110000.00001111

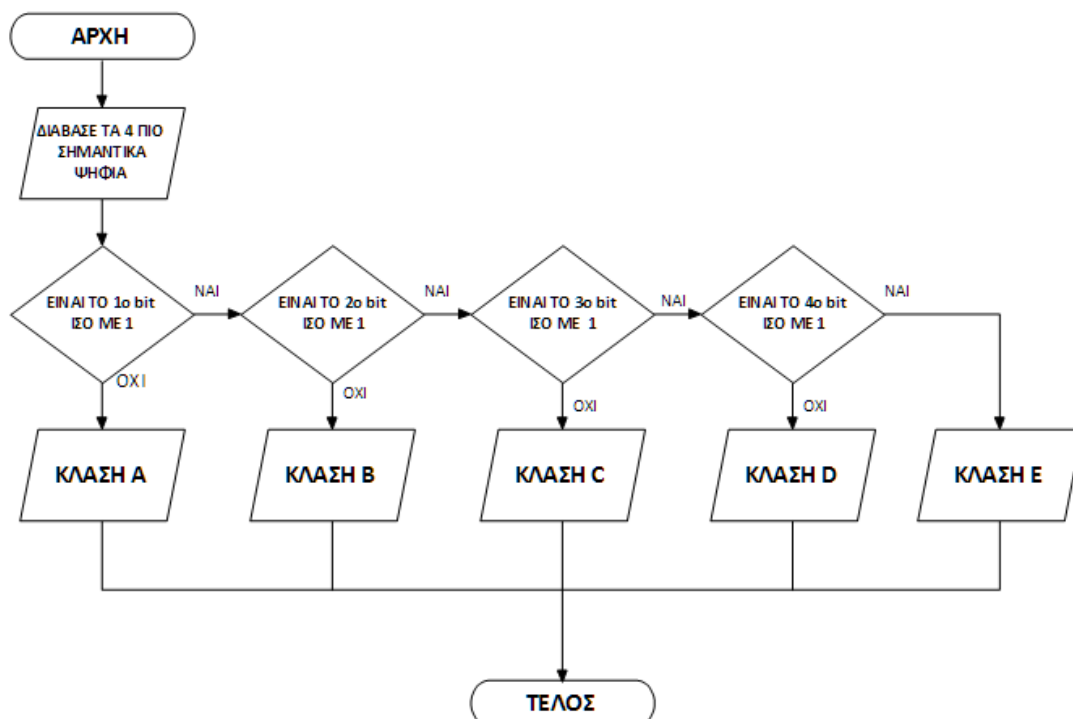
α) Τα δύο πρώτα ψηφία είναι 10 άρα είναι κλάση B.

β) Το πρώτο ψηφίο είναι 0 άρα είναι κλάση A.

γ) Τα τέσσερα πρώτα ψηφία είναι 1110, άρα είναι κλάση D.

δ) Τα τρία πρώτα ψηφία είναι 110, άρα είναι κλάση C.

**13. Δώστε έναν αλγοριθμικό τρόπο, με λογικό διάγραμμα, έτσι ώστε να διαβάζονται τα τέσσερα πιο σημαντικά ψηφία μιας IP διεύθυνσης σε δυαδική μορφή και να εμφανίζεται η κλάση στην οποία ανήκει.** [Σημείωση: Εκτός από τις κλάσεις A,B,C,D υπάρχει και η E. Μια διεύθυνση που ανήκει στην κλάση E έχει τα τέσσερα πιο σημαντικά ψηφία 1 ]<sup>42</sup>.



<sup>42</sup> Το σχολικό βιβλίο αναφέρεται στην κλάση «E» χωρίς να την κατονομάζει στη σελ. 250, στην προτελευταία παράγραφο, όπου γράφει σε παρένθεση: «(μία πέμπτη είναι δεσμευμένη για μελλοντική χρήση)».

**14. Εάν μια διεύθυνση δίνεται με μορφή δεκαδικού με τελείες, με ποιο τρόπο μπορούμε να διαπιστώσουμε σε ποια κλάση ανήκει;**

Αν μια διεύθυνση δίνεται με μορφή δεκαδικού με τελείες, για να διαπιστώσουμε σε ποια κλάση ανήκει, αρκεί να μελετήσουμε τον αριθμό που αντιστοιχεί στο 1<sup>ο</sup> byte.

Έτσι, αν ο δεκαδικός που αντιστοιχεί στο πρώτο byte είναι από:

**0** μέχρι **127** (αντιστοιχεί από **00000000** μέχρι **01111111**) η κλάση της δ/νσης είναι Α.

**128** μέχρι **191** (αντιστοιχεί από **10000000** μέχρι **10111111**) η κλάση της δ/νσης είναι Β.

**192** μέχρι **223** (αντιστοιχεί από **11000000** μέχρι **11011111**) η κλάση της δ/νσης είναι C.

**224** μέχρι **239** (αντιστοιχεί από **11100000** μέχρι **11101111**) η κλάση της δ/νσης είναι D.

**15. Να βρείτε την κλάση κάθε μιας από τις παρακάτω διευθύνσεις:**

**α) 132.17.87.65**

**β) 226.13.15.78**

**γ) 17.28.132.8**

**δ) 194.18.65.32**

Λύση Α΄

Με βάση τις διαπιστώσεις της προηγούμενης ερώτησης:

α) κλάση Β

β) κλάση D

γ) κλάση Α

δ) κλάση C

Λύση Β΄

Μετατρέπουμε το δεκαδικό αριθμό που αντιστοιχεί στο 1<sup>ο</sup> byte σε δυαδικό και από εκεί διαπιστώνουμε την κλάση στην οποία ανήκει η διεύθυνση, με τη βοήθεια και του αλγόριθμου της ερώτησης 13:

α) 132 → **10000100** άρα κλάση Β.

β) 226 → **11100010** άρα κλάση D.

γ) 17 → **00010001** άρα κλάση Α.

δ) 194 → **11000010** άρα κλάση C.

**16. Ποιος είναι ο αριθμός των διευθύνσεων, ο οποίος αντιστοιχεί α) στην κλάση Α β) στην κλάση Β γ) στην κλάση C δ) στην κλάση D;**

Για να πάρουμε το εύρος των διευθύνσεων κάθε κλάσης, αφαιρούμε την πρώτη από την τελευταία διεύθυνση (προσθέτοντας το 1).

Έτσι:

Κλάση Α

Τελευταία διεύθυνση: 01111111.11111111.11111111.11111111 → 2.147.483.647

Πρώτη διεύθυνση: 00000000.00000000.00000000.00000000 → 0

Αριθμός διευθύνσεων = 2.147.483.647 – 0 + 1 = 2.147.483.648

Κλάση Β

Τελευταία διεύθυνση: 10111111.11111111.11111111.11111111 → 3.221.225.471

Πρώτη διεύθυνση: 10000000.00000000.00000000.00000000 → 2.147.483.648

Αριθμός διευθύνσεων: 3.221.225.471 - 2.147.483.648 + 1 = 1.073.741.824

### Κλάση C

Τελευταία διεύθυνση: 11011111.11111111.11111111.11111111 → 3.758.096.383

Πρώτη διεύθυνση: 11000000.00000000.00000000.00000000 → 3.221.225.472

Αριθμός διευθύνσεων : 3.758.096.383 - 3.221.225.472 + 1 = 536.870.912

### Κλάση D

Τελευταία διεύθυνση: 11101111.11111111.11111111.11111111 → 4.026.531.839

Πρώτη διεύθυνση: 11100000.00000000.00000000.00000000 → 3.758.096.384

Αριθμός διευθύνσεων: 4.026.531.839 - 3.758.096.384 + 1 = 268.435.456

## **17. Τι ποσοστό των συνολικών διευθύνσεων IP του πρωτοκόλλου IPv4 έχουν εκχωρηθεί στις κλάσεις A, B, C και D; Σχολιάστε τα αποτελέσματα.**

Για να βρούμε το εύρος των διευθύνσεων που αντιστοιχούν στον πρωτόκολλο IPv4 αφαιρούμε την πρώτη από την τελευταία διεύθυνση:

Τελευταία διεύθυνση: 11111111.11111111.11111111.11111111 → 4.294.967.295

Πρώτη διεύθυνση: 00000000.00000000.00000000.00000000 → 0

Εύρος διευθύνσεων = 4294967295 - 0 + 1 = 4.294.967.296

$$\text{Ποσοστό κλάσης A} = \frac{2.147.483.648}{4.294.967.296} \times 100 = 50\%$$

$$\text{Ποσοστό κλάσης B} = \frac{1.073.741.824}{4.294.967.296} \times 100 = 25\%$$

$$\text{Ποσοστό κλάσης C} = \frac{536.870.912}{4.294.967.296} \times 100 = 12,5\%$$

$$\text{Ποσοστό κλάσης D} = \frac{268.435.456}{4.294.967.296} \times 100 = 6,25\%$$

Παρατηρούμε ότι οι διευθύνσεις που ανήκουν στην κλάση A καλύπτουν το 50% του συνολικού εύρους των διευθύνσεων. Αυτό σημαίνει ότι πολύ μεγάλο μέρος των διευθύνσεων της κλάσης A παραμένουν αναξιοποίητες.

## **18. Να βρεθεί η πρώτη και η τελευταία IP διεύθυνση ενός δικτύου του οποίου το τμήμα Δικτύου έχει τιμή 74. Πόσες διευθύνσεις αντιστοιχούν σε αυτό το δίκτυο; Ποια παρατήρηση μπορείτε να κάνετε;**

Αφού το τμήμα Δικτύου έχει τιμή 74 σημαίνει ότι οι διευθύνσεις είναι διευθύνσεις κλάσης A. Άρα η πρώτη διεύθυνση του δικτύου θα είναι 74.0.0.0 και η τελευταία 74.255.255.255. Όλες αυτές οι διευθύνσεις έχουν κοινό το πρώτο byte ενώ διαφέρουν στο υπόλοιπο μέρος της διεύθυνσης.

Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει  $2^{24}=16777216$  διευθύνσεις. Ο εκθέτης είναι 24 διότι για το τμήμα Υπολογιστή αφιερώνονται 3 byte στην κλάση A.

(Το εύρος των διευθύνσεων του δικτύου μπορεί να βρεθεί και με αφαίρεση της πρώτης από την τελευταία διεύθυνση, συν ένα.

Αριθμός διευθύνσεων του δικτύου = 16777215 - 0 + 1 = 16777216).

Η παρατήρηση είναι ότι όσο μεγάλος και αν είναι ο οργανισμός είναι δύσκολο να καλύψει όλες τις εκχωρούμενες διευθύνσεις με αποτέλεσμα να χάνεται μεγάλος αριθμός διευθύνσεων.

- 19. Να βρεθεί η πρώτη και η τελευταία IP διεύθυνση ενός δικτύου του οποίου το τμήμα Δικτύου έχει τιμή 178.6. Πόσες διευθύνσεις αντιστοιχούν σε αυτό το δίκτυο; Ποια παρατήρηση μπορείτε να κάνετε;**

Αφού το τμήμα δικτύου έχει τιμή 178.6 σημαίνει ότι είναι κλάσης Β. Η πρώτη IP διεύθυνση του δικτύου θα έχει τιμή 178.6.0.0 και η τελευταία 178.6.255.255.

Το εύρος των IP διευθύνσεων του δικτύου είναι  $2^{16}=65536$ .

Αν και οι διευθύνσεις κλάσης Β έχουν σχεδιαστεί για οργανισμούς και εταιρείες μεσαίου μεγέθους, παρόλα αυτά ο αριθμός τους είναι υπερβολικά μεγάλος.

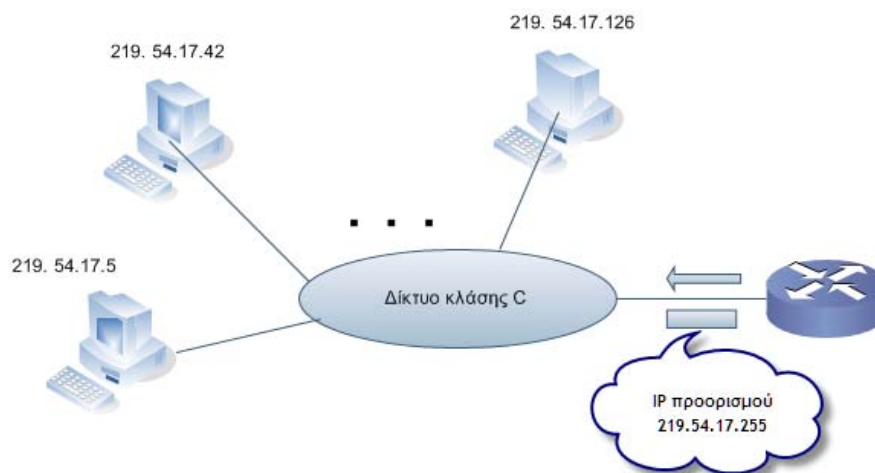
- 20. Να βρεθεί η πρώτη και η τελευταία διεύθυνση κλάσης C.**

Για την κλάση C η πρώτη οκτάδα σε δεκαδική μορφή είναι από 192 έως 223. Άρα η πρώτη διεύθυνση κλάσης C είναι η 192.0.0.0 και η τελευταία 223.255.255.255.

- 21. Δίνεται η IP διεύθυνση 143.54.78.2. Να προσδιοριστεί το τμήμα Δικτύου και το τμήμα Υπολογιστή της διεύθυνσης.**

Από την πρώτη οκτάδα (143) παρατηρούμε ότι η IP διεύθυνση είναι κλάσης Β. Άρα το τμήμα Δικτύου είναι 143.54 και το τμήμα Υπολογιστή 78.2.

- 22. Στην επόμενη εικόνα ένα πακέτο με IP διεύθυνση προορισμού 219.54.17.255, φεύγει από το δρομολογητή και οδεύει προς ένα δίκτυο κλάσης C. Σε ποιον υπολογιστή απευθύνεται;**



Η IP διεύθυνση 219.54.17.255 είναι κλάσης C άρα από τις τέσσερις οκτάδες της, μόνο η τέταρτη αναφέρεται στο τμήμα Υπολογιστή και έχει την τιμή 255 (=11111111). Αφού όλα τα bit είναι 1, σημαίνει ότι απευθύνεται σε όλους τους υπολογιστές του δικτύου.

- 23. Ένας υπολογιστής ενός δικτύου θέλει να στείλει ένα μήνυμα σε όλους τους άλλους υπολογιστές του ίδιου δικτύου. Ποια IP διεύθυνση προορισμού πρέπει να τοποθετήσει; Σε ποια κλάση ανήκει αυτή η διεύθυνση;**

Για να λάβουν το μήνυμα όλοι οι υπολογιστές του δικτύου, η IP διεύθυνση που θα τοποθετηθεί στο μήνυμα είναι 255.255.255.255 (32 άσσοι). Επειδή τα τέσσερα πρώτα bit της διεύθυνσης είναι 1, η διεύθυνση δεν ανήκει σε καμία από τις κλάσεις A,B,C,D. [Προφανώς ανήκει στην κλάση E].

- 24. Να βρείτε το τμήμα Δικτύου και το τμήμα Υπολογιστή των παρακάτω IP διευθύνσεων:**
- α) 112.43.8.2**
  - β) 130.65.6.8**
  - γ) 208.43.54.12**
- α) Η διεύθυνση είναι κλάσης A άρα το τμήμα Δικτύου είναι 112 και το τμήμα Υπολογιστή 43.8.2
- β) Η διεύθυνση είναι κλάσης B άρα το τμήμα Δικτύου είναι 130.65 και το τμήμα Υπολογιστή 6.8.
- γ) Η διεύθυνση είναι κλάσης C άρα το τμήμα Δικτύου είναι 208.43.54 και το τμήμα Υπολογιστή 12.
- 25. Ένας δρομολογητής με διεύθυνση 104.17.22.44 στέλνει ένα πακέτο προς όλους τους υπολογιστές του δικτύου. Να γραφτεί η διεύθυνση πηγής και προορισμού του πακέτου.**
- Η διεύθυνση είναι κλάσης A και συνεπώς το τμήμα διεύθυνσης είναι 104.
- Άρα για το πακέτο θα έχουμε:
- Διεύθυνση πηγής: 104.17.22.44
- Διεύθυνση προορισμού: 104.255.255.255

## Υποδίκτυα και Μάσκα Υποδικτύου

- 1. Γράψτε τις παρακάτω μάσκες με πρόθεμα (/n)**
- α) 255.0.0.0**
  - β) 255.255.0.0**
  - γ) 255.255.255.0**
  - δ) 255.255.240.0**
  - ε) 255.252.0.0**
- α)/8      β)/16    γ)/24    δ)/20    ε)/14
- 2. Δίνεται δίκτυο με διεύθυνση 196.174.14.0, το οποίο πρέπει να διαιρεθεί εσωτερικά σε 4 υποδίκτυα με τον ίδιο αριθμό υπολογιστών το καθένα. (βλέπε και σελ.251 -254 σχολ. βιβλίου).**
- α) Να περιγραφεί η διαδικασία διαίρεσης.**
  - β) Να βρεθεί η μάσκα υποδικτύου.**
  - γ) Να βρεθεί η διεύθυνση καθενός από τα τέσσερα υποδίκτυα.**
  - δ) Να βρεθεί η διεύθυνση εκπομπής προς όλους τους υπόλοιπους υπολογιστές του ίδιου υποδικτύου, για κάθε ένα από τα τέσσερα υποδίκτυα.**
- α) Οι εξωτερικοί δρομολογητές ,ως προς το δίκτυο 196.174.14.0, δρομολογούν με τον ίδιο τρόπο τα πακέτα που απευθύνονται προς αυτό αλλά ανήκουν σε κάποιο από τα τέσσερα

υποδίκτυα. Όταν τα πακέτα φθάσουν στο δίκτυο, ο εσωτερικός δρομολογητής είναι εκείνος που θα πρέπει να τα κατευθύνει προς το σωστό υποδίκτυο.

Τα υποδίκτυα ενός δικτύου δημιουργούνται με δανεισμό bit από το τμήμα Υπολογιστή μιας IP διεύθυνσης.

Το δίκτυο 196.174.14.0 είναι **κλάσης C**, άρα η αρχική μάσκα του θα είναι 255.255.255.0. (σε δυαδική μορφή: 11111111.11111111.11111111.00000000), όπου για το τμήμα Δίκτυο αφιερώνονται οι τρεις πρώτες οκτάδες ψηφίων και για το τμήμα Υπολογιστής μία οκτάδα, η τέταρτη.

Για να δημιουργήσουμε στο δίκτυο αυτό **4** ( $=2^2$ ) υποδίκτυα, πρέπει να **δανειστούμε 2 δυαδικά ψηφία από το τμήμα Υπολογιστής της IP διεύθυνσης** (δηλαδή από την τέταρτη οκτάδα). Τα δύο αυτά δυαδικά ψηφία θα δημιουργήσουν τέσσερις συνδυασμούς, τους **00, 01, 10, 11**.

Μετά το δανεισμό, για το τμήμα **Δίκτυο** έχουμε  $24+2=26$  ψηφία ενώ για το τμήμα **Υπολογιστής** απομένουν  $8-2=6$  ψηφία.

Γενικότερα

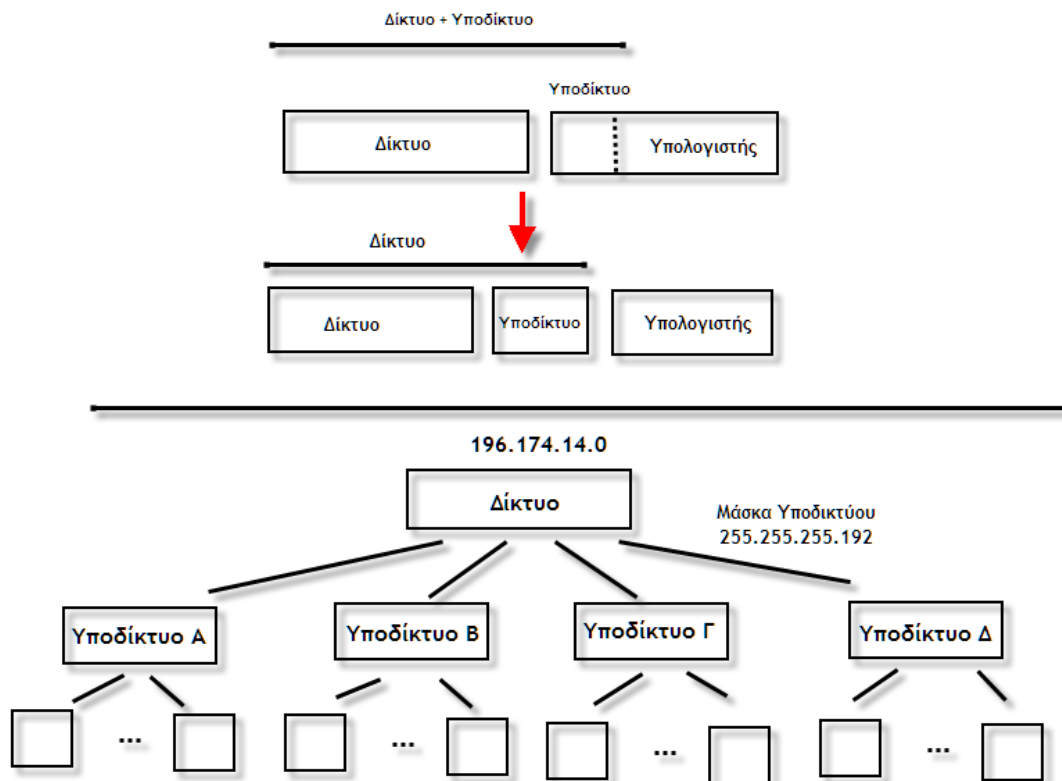
**Αριθμός Υποδικτύων**  $=2^x$  (όπου x τα ψηφία που έχουμε δανειστεί από το τμήμα Υπολογιστής της IP διεύθυνσης).

**Υπολογιστές / Υποδίκτυο**  $=2^{(y-x)}$  (όπου y το τμήμα Υποδικτύου της IP διεύθυνσης, πριν το δανεισμό).

Στην άσκησή μας, το x είναι 2, άρα σχηματίζονται 4 υποδίκτυα και το y είναι 8 άρα κάθε υποδίκτυο μπορεί να διαθέτει μέχρι  $2^6=64$  υπολογιστές<sup>43</sup>.

---

<sup>43</sup> Ο αριθμός των υπολογιστών / υποδίκτυο είναι στην πραγματικότητα μικρότερος. Αυτό, διότι κάθε υποδίκτυο δεσμεύει δύο διευθύνσεις, μία με το τμήμα **Υπολογιστής** να έχει όλα τα ψηφία 0 (διεύθυνση δικτύου) και μία με το τμήμα **Υπολογιστής** να έχει όλα τα ψηφία 1 (διεύθυνση μετάδοσης). Επομένως ο διαθέσιμος αριθμός των υπολογιστών / υποδίκτυο είναι  $2^{(y-x)}-2$ .



β) Είπαμε προηγουμένως ότι η διεύθυνση του αρχικού δικτύου είναι κλάσης C με αρχική μάσκα υποδικτύου 255.255.255.0 (δηλαδή 11111111.11111111.11111111.00000000).

Για τη δημιουργία όμως των τεσσάρων υποδικτύων, δανειστήκαμε επιπλέον δύο bit από το τμήμα **Υπολογιστής**, που είναι η τέταρτη οκτάδα.

Άρα η Μάσκα Υποδικτύου γίνεται 11111111.11111111.11111111.**11**000000, η οποία σε μορφή δεκαδικών με τελείες είναι **255.255.255.192**.

γ) Και για τα τέσσερα υποδίκτυα, τα τρία πρώτα byte της διεύθυνσης θα είναι ίδια. Εκείνο που θα αλλάζει θα είναι το τέταρτο byte. Έτσι,

Για το 1<sup>ο</sup> υποδίκτυο το 4<sup>ο</sup> byte θα είναι **00000000** και άρα η διεύθυνσή του θα είναι **196.174.14.0**.

Για το 2<sup>ο</sup> υποδίκτυο το 4<sup>ο</sup> byte θα είναι **01000000** και άρα η διεύθυνσή του θα είναι **196.174.14.64**.

Για το 3<sup>ο</sup> υποδίκτυο το 4<sup>ο</sup> byte θα είναι **10000000** και άρα η διεύθυνσή του θα είναι **196.174.14.128**.

Για το 4<sup>ο</sup> υποδίκτυο το 4<sup>ο</sup> byte θα είναι **11000000** και άρα η διεύθυνσή του θα είναι **196.174.14.192**.

δ) Η διεύθυνση εκπομπής προς όλους τους υπολογιστές του ίδιου δικτύου προκύπτει αν θέσουμε 1 σε όλα τα bit του τμήματος **Υπολογιστή** (σχολ. βιβλ. σελ 253, τελευταία πρόταση). Επομένως:

Για το 1<sup>ο</sup> υποδίκτυο, το τελευταίο byte γίνεται 00**111111** δηλαδή 63, άρα η διεύθυνση εκπομπής είναι **196.174.14.63**.

Για το 2<sup>ο</sup> υποδίκτυο, το τελευταίο byte γίνεται 01**111111** δηλαδή 127, άρα η διεύθυνση εκπομπής είναι **196.174.14.127**.

Για το 3<sup>ο</sup> υποδίκτυο, το τελευταίο byte γίνεται 10**111111** δηλαδή 191, άρα η διεύθυνση εκπομπής είναι **196.174.14.191**.



Για το 4<sup>ο</sup> υποδίκτυο, το τελευταίο byte γίνεται 11**111111** δηλαδή 255, άρα η διεύθυνση εκπομπής είναι **196.174.14.255**.

3. Δίνεται δίκτυο με διεύθυνση 25.0.0.0. Να διαιρεθεί το δίκτυο σε 8 υποδίκτυα. Υπολογίστε α) τη μάσκα υποδικτύου β) τον αριθμό των διαθέσιμων υπολογιστών / υποδίκτυο γ) τη διεύθυνση καθενός από τα 8 υποδίκτυα δ) τη διεύθυνση εκπομπής κάθε υποδικτύου.

α) Το δίκτυο είναι κλάσης A, άρα η αρχική μάσκα υποδικτύου είναι 255.0.0.0 (στο δυαδικό 11111111.00000000.00000000.00000000).

Αφού θέλουμε να έχουμε 8 υποδίκτυα ( $=2^3$ ) θα πρέπει να δανιστούμε 3 ψηφία από τη δεύτερη οκτάδα ώστε να προκύψουν οι συνδυασμοί 000, 001,010,011,100,101,110,111 για τα οκτώ υποδίκτυα. Άρα η τελική μάσκα υποδικτύου θα είναι

11111111.**111**00000.00000000.00000000 δηλαδή **255.224.0.0**.

β) Οι υπολογιστές /υποδίκτυο με βάση τον τύπο της προηγούμενης άσκησης, είναι  $2^{(24-3)}$ -  
 $2=2^{21} - 2 = 2.097.150$ .

γ) Διευθύνσεις υποδικτύων:

Υποδίκτυο	Δ/νση σε δυαδική μορφή	Δ/νση σε δεκαδική μορφή
1 <sup>ο</sup>	00011001. <b>000</b> 00000.00000000.00000000	25.0.0.0
2 <sup>ο</sup>	00011001. <b>001</b> 00000.00000000.00000000	25.32.0.0
3 <sup>ο</sup>	00011001. <b>010</b> 00000.00000000.00000000	25.64.0.0
4 <sup>ο</sup>	00011001. <b>011</b> 00000.00000000.00000000	25.96.0.0
5 <sup>ο</sup>	00011001. <b>100</b> 00000.00000000.00000000	25.128.0.0
6 <sup>ο</sup>	00011001. <b>101</b> 00000.00000000.00000000	25.160.0.0
7 <sup>ο</sup>	00011001. <b>110</b> 00000.00000000.00000000	25.192.0.0
8 <sup>ο</sup>	00011001. <b>111</b> 00000.00000000.00000000	25.224.0.0

δ) Οι διευθύνσεις εκπομπής:

Υποδίκτυο	Δ/νση σε δυαδική μορφή	Δ/νση σε δεκαδική μορφή
1 <sup>ο</sup>	00011001.00011111.11111111.11111111	25.31.255.255
2 <sup>ο</sup>	00011001.00111111.11111111.11111111	25.63. 255.255
3 <sup>ο</sup>	00011001.01011111.11111111.11111111	25.95. 255.255
4 <sup>ο</sup>	00011001.01111111.11111111.11111111	25.127. 255.255
5 <sup>ο</sup>	00011001.10011111.11111111.11111111	25.159. 255.255
6 <sup>ο</sup>	00011001.10111111.11111111.11111111	25.191. 255.255
7 <sup>ο</sup>	00011001.11011111.11111111.11111111	25.223. 255.255
8 <sup>ο</sup>	00011001.11111111.11111111.11111111	25.255. 255.255

4. Σε μια δικτυωμένη εταιρεία εκχωρείται μια ομάδα διευθύνσεων. Μία από τις διευθύνσεις είναι η 138.112.80.24/20. Να βρεθεί η πρώτη διεύθυνση της ομάδας (διεύθυνση δικτύου), ο μέγιστος αριθμός των διευθύνσεων της ομάδας καθώς και η τελευταία<sup>44</sup> διεύθυνση.

α) Παρατηρούμε ότι το πρόθεμα στη διεύθυνση είναι 20, άρα τόσα είναι τα συνεχόμενα ψηφία με 1 στη μάσκα.

Για να βρούμε λοιπόν την πρώτη διεύθυνση εκτελούμε μια πράξη AND μεταξύ της διεύθυνσης που μας δίνεται (σε δυαδική μορφή) και της μάσκας, δηλαδή

<sup>44</sup> Λέγεται και διεύθυνση μετάδοσης.

Διεύθυνση	AND	10001010.01110000.01010100.00011000
Μάσκα		11111111.11111111.11110000.00000000
Πρώτη διεύθυνση (δ/νση δικτύου)		10001010.01110000.01010000.00000000
Η πρώτη δ/νση σε δεκαδική μορφή		138.112.80.0

Άρα, η πρώτη διεύθυνση της ομάδας είναι 138.112.80.0.

β) Στο τμήμα Υπολογιστή της διεύθυνσης αντιστοιχούν 12 ψηφία, επομένως ο μέγιστος αριθμός των διευθύνσεων της ομάδας είναι  $2^{12} = 4096$ .

γ) Η τελευταία διεύθυνση θα είναι: 10001010.01110000.0101**1111.11111111** δηλαδή η 138.112.95.255

##### 5. Να λυθεί το πρόβλημα της προηγούμενης ερώτησης με πιο σύντομο τρόπο.

Μελετώντας τη λύση του προηγούμενου προβλήματος παρατηρούμε ότι σε όποια οκτάδα τα ψηφία της μάσκας είναι όλα 1, η αντίστοιχη οκτάδα της διεύθυνσης «περνά» όπως είναι. Επίσης, όταν όλα τα ψηφία της μάσκας είναι 0, η αντίστοιχη οκτάδα των ψηφίων της διεύθυνσης είναι 0. Τέλος, όταν σε μια οκτάδα η μάσκα έχει άλλα ψηφία 1 και άλλα 0, από τα ψηφία της διεύθυνσης «περνούν» εκείνα για τα οποία τα αντίστοιχα ψηφία της μάσκας είναι 1. Άρα, για δεδομένη μάσκα:

- Χωρίζουμε τα ψηφία της μάσκας σε **τέσσερις ομάδες των οκτώ**. Σε κάθε οκτάδα βάζουμε **1 μέχρι να συμπληρωθεί ο αριθμός της μάσκας** και στα υπόλοιπα **θέτουμε 0**. Στην άσκησή μας, επειδή η μάσκα είναι 20, στις 2 πρώτες οκτάδες θα βάλουμε όλα τα ψηφία 1, στην τρίτη οκτάδα τα τέσσερα ψηφία 1 (συμπληρώνεται το 20) και τα άλλα τέσσερα ψηφία 0. Στην τέταρτη οκτάδα θέτουμε όλα τα ψηφία 0.
- Στις οκτάδες της μάσκας όπου όλα τα ψηφία είναι 1, το αντίστοιχο byte της διεύθυνσης μένει όπως έχει. Στην άσκησή μας, στην πρώτη και στη δεύτερη οκτάδα της μάσκας έχουμε όλα τα ψηφία 1 άρα το πρώτο και το δεύτερο byte της διεύθυνσης μένει ως έχει, δηλαδή 138 και 112 αντίστοιχα.
- Στις οκτάδες της μάσκας όπου όλα τα ψηφία είναι 0, το αντίστοιχο byte της διεύθυνσης γίνεται 0. Στην άσκησή μας, στην τέταρτη οκτάδα της μάσκας όλα τα ψηφία είναι 0, άρα το τέταρτο byte της διεύθυνσης γίνεται 0.
- Στην οκτάδα εκείνη της μάσκας, όπου ο αριθμός των 1 είναι μικρότερος του οκτώ κρατάμε μόνο τα ψηφία της διεύθυνσης για τα οποία τα αντίστοιχα ψηφία της μάσκας είναι 1. Στην άσκησή μας, στην τρίτη οκτάδα της μάσκας έχουμε τα τέσσερα πρώτα ψηφία 1 και τα υπόλοιπα 0, άρα θα κρατήσουμε μόνο τα τέσσερα ψηφία της διεύθυνσης (δηλαδή 0101) και τα υπόλοιπα θα τα συμπληρώσουμε με 0. Έτσι στο αποτέλεσμα θα έχουμε για το τρίτο byte 01010000 που αντιστοιχεί στο 80.

Καταλήγοντας, μπορούμε να πούμε ότι στο 1<sup>ο</sup>, 2<sup>ο</sup>, και 4<sup>ο</sup> byte το αποτέλεσμα βγαίνει «αυτόματα» και εκεί που πρέπει να εργαστούμε είναι στο 3<sup>ο</sup> byte.

##### 6. Πόσα ψηφία πρέπει να προστεθούν σε μία μάσκα ώστε να έχουμε α) 2 υποδίκτυα β) 6 υποδίκτυα γ) 28 υποδίκτυα δ) 62 υποδίκτυα ε) 120 υποδίκτυα;

Όταν δημιουργούμε με προσθήκη ψηφίων στη μάσκα έναν αριθμό υποδικτύων, ο αριθμός αυτός είναι δύναμη του 2. Αν λ.χ. προσθέσουμε ένα ψηφίο στη μάσκα, δημιουργούνται  $2^1 = 2$  υποδίκτυα.

Εάν ο αριθμός των ζητούμενων υποδικτύων δεν αντιστοιχεί σε δύναμη του 2, προσθέτουμε στη μάσκα τόσα ψηφία έτσι ώστε η αντίστοιχη δύναμη του 2 να είναι ο πρώτος μεγαλύτερος αριθμός από το ζητούμενο αριθμό των υποδικτύων. Για παράδειγμα, αν ζητάμε 6 υποδίκτυα, θα προσθέσουμε 3 ψηφία στη μάσκα. Αυτό, γιατί με τρία επιπλέον ψηφία δημιουργούνται  $2^3=8$  υποδίκτυα, υπερκαλύπτοντας το ζητούμενο αριθμό ενώ αν προσθέταμε 2 ψηφία στη μάσκα, ο αριθμός των δυνατών υποδικτύων θα ήταν  $2^2=4$  που δεν καλύπτει τις ανάγκες μας.

Μετά από όλα αυτά, για:

α) 2 υποδίκτυα		προσθέτουμε 1 ψηφίο	
β) 6	>>	>>	3 ψηφία
γ) 28	>>	>>	5 >>
δ) 62	>>	>>	6 >>
ε) 120	>>	>>	7 >>

7. Σε έναν οργανισμό, ο οποίος δραστηριοποιείται σε όλο τον κόσμο, χορηγείται η ομάδα διευθύνσεων δικτύου 32.0.0.0/8. Ο κεντρικός υπεύθυνος για τη διαχείριση του δικτύου της εταιρείας σχεδιάζει να δημιουργήσει 500 υποδίκτυα με σταθερό αριθμό διευθύνσεων το καθένα.

α) Να βρεθεί η μάσκα υποδικτύου.

β) Πόσες διευθύνσεις περιέχει το κάθε υποδίκτυο;

γ) Ποια είναι η πρώτη και ποια η τελευταία διεύθυνση του πρώτου υποδικτύου;

δ) Ποια είναι η πρώτη και ποια η τελευταία διεύθυνση του τελευταίου υποδικτύου;

α) Αφού το πρόθεμα είναι 8 η αρχική μάσκα είναι 11111111.00000000.00000000.00000000. Ο σχεδιαστής επιθυμεί να δημιουργήσει 500 υποδίκτυα  $< 512 (=2^9)$ , άρα θα πρέπει να προστεθούν άλλα 9 ψηφία στη μάσκα υποδικτύου ώστε να καλυφθεί ο ζητούμενος αριθμός.

Επομένως η μάσκα υποδικτύου θα είναι: **11111111.11111111.10000000.00000000** ή /17.

β) Για το τμήμα **Υπολογιστής** της διεύθυνσης μένουν  $32-17 = 15$  ψηφία, άρα κάθε υποδίκτυο μπορεί να περιέχει  $2^{15} = 32768$  διευθύνσεις.

γ) Η αρχική διεύθυνση είναι 32.0.0.0 και αφού η μάσκα έχει 17 ψηφία σημαίνει ότι η πρώτη και η δεύτερη οκτάδα θα είναι ως έχουν (32 και 0), η τέταρτη οκτάδα θα είναι 0 και από την οκτάδα θα μείνει ως έχει το πρώτο ψηφίο (το οποίο είναι 0) ενώ όλα τα υπόλοιπα ψηφία της οκτάδας θα γίνουν 0. Άρα η πρώτη διεύθυνση του πρώτου δικτύου θα είναι:

**32.0.0.0**. (σε δυαδική γραφή: **00100000.00000000.00000000.00000000**. Με κόκκινο είναι το τμήμα **Δικτύου** και με μαύρο το τμήμα **Υπολογιστή**).

Η τελευταία διεύθυνση του πρώτου δικτύου θα προκύψει, όταν όλα τα ψηφία του τμήματος Υπολογιστή γίνουν 1, δηλαδή **00100000.00000000.01111111.11111111**. Αυτό σε δυαδική μορφή είναι **32.0.127.255**.

δ) Αφού τα υποδίκτυα είναι 500 (από 0 μέχρι 499), ο αριθμός του τελευταίου υποδικτύου θα είναι 499 (δυαδικός 111110011 ->(προσοχή! τα ψηφία είναι εννέα)).

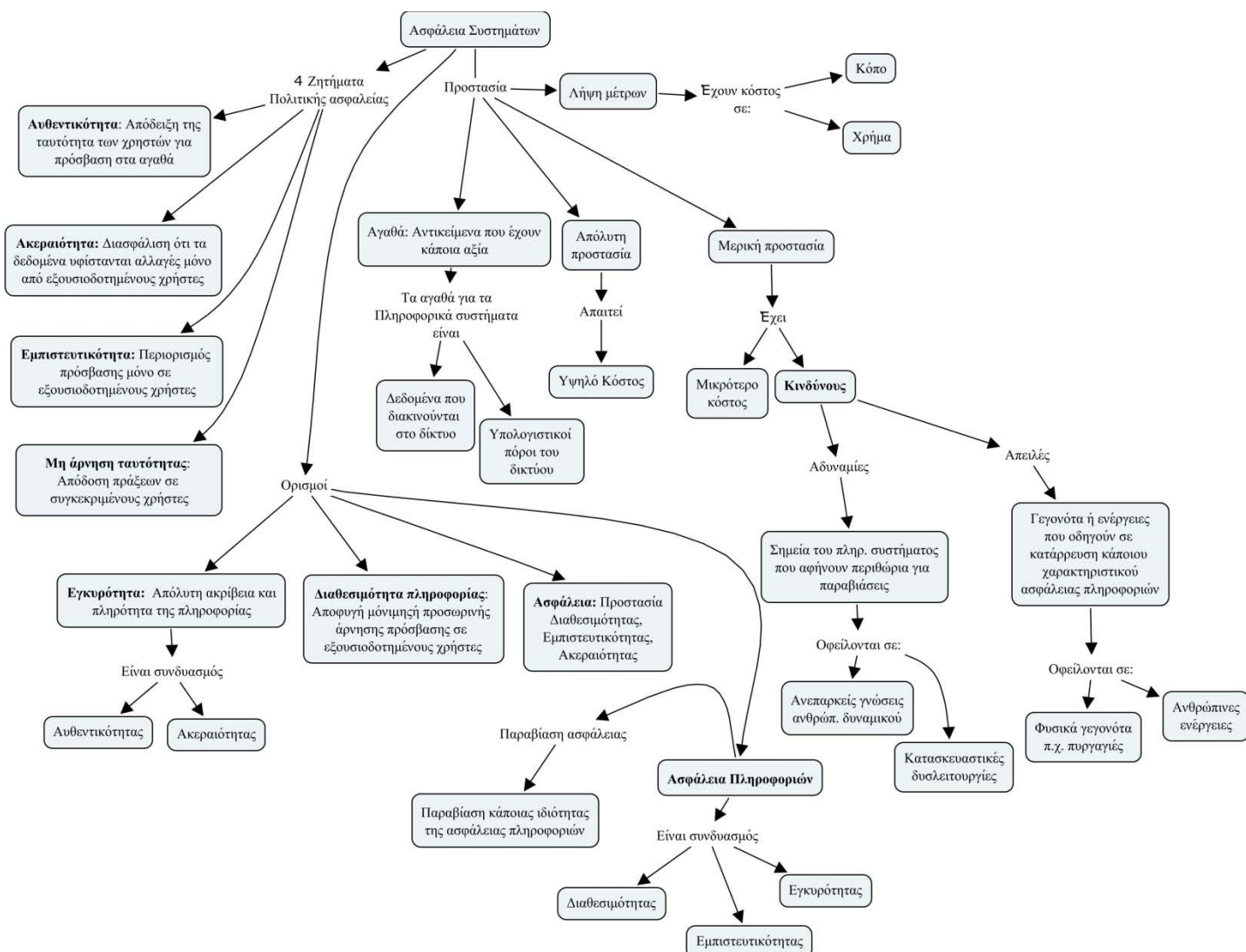
Επομένως η πρώτη διεύθυνση του 499<sup>ου</sup> δικτύου θα είναι **00100000.11111001.10000000.00000000** δηλαδή η 32.249.128.0 και η τελευταία **00100000.11111001.11111111.11111111** δηλαδή η 32.249.255.255.

8. Να βρείτε πόσους υπολογιστές μπορούμε να συνδέσουμε σε ένα υποδίκτυο κλάσης C, όπου για τη μάσκα υποδικτύου έχουν προστεθεί 6 ψηφία από το τμήμα Υπολογιστή της διεύθυνσης.

Αφού η διεύθυνση είναι κλάσης C, η εξ ορισμού μάσκα είναι η 255.255.255.0 ή σε δυαδική μορφή η 11111111.11111111.11111111.00000000. Αφού προστίθενται επιπλέον άλλα έξι ψηφία από το τμήμα Υπολογιστή, η μάσκα υποδικτύου γίνεται τελικά: 11111111.11111111.11111111.11111100. Αυτό σημαίνει ότι για το τμήμα Υπολογιστή απομένουν δύο ψηφία, άρα το πλήθος των διευθύνσεων στο δίκτυο για τη σύνδεση συσκευών είναι  $2^2=4$ . Από αυτές όμως, οι δύο είναι δεσμευμένες (αυτές που στο τμήμα Υπολογιστή έχουν όλο 0 και όλο 1) άρα ουσιαστικά μένουν δύο μόνο θέσεις για σύνδεση συσκευών.

## Διαχείριση και Ασφάλεια Δικτύου

### 1. Να συνοψίσετε τις βασικές έννοιες και τους ορισμούς που αφορούν την ασφάλεια δικτύου, χρησιμοποιώντας εννοιολογικό διάγραμμα.



2. Να κρυπτογραφηθεί με τη χρήση του αλγόριθμου Caesar Cipher και με κλειδί 3, η φράση:

#### ΣΥΝΑΝΤΗΣΗ ΣΤΙΣ ΔΥΟ

Με τη βοήθεια και του σχήματος 8-12 της σελ. 321 του σχολικού βιβλίου ολισθαίνουμε κάθε γράμμα τρεις θέσεις πιο κάτω, όσες δηλαδή ορίζει το κλειδί. Για παράδειγμα, το «Σ» γίνεται «Φ», το «Υ» γίνεται «Ψ», το «Ν» γίνεται «Π» κτλ. Το αποτέλεσμα είναι:

ΦΨΠΔΠΧΚΦΚ ΦΧΜΦ ΗΨΣ



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### Δίκτυα II –Ενδεικτικός Προγραμματισμός Ύλης

Σεπτέμβριος	Κεφάλαιο 6
Οκτώβριος	Κεφάλαιο 7 (Εισαγωγή έως και §7.3.1 (σ.240))
Νοέμβριος	§7.4 έως και §7.6.2 (σ.251)
Δεκέμβριος	§7.6.3 έως και §7.7 (σ.259)
Ιανουάριος	§7.8 έως και §7.9.1 (σ.269)
Φεβρουάριος	§7.9.2 έως και §8.1.5 (σ.303)
Μάρτιος	§8.3 έως και §8.3.6 (σ. 330)
Υπόλοιπος χρόνος μέχρι τις εξετάσεις	Επαναλήψεις –συμπληρώσεις

