



Panellinies Online

ΠΑΝΕΛΛΑΔΙΚΕΣ ΕΠΑ.Λ.



ΤΟΜΕΑΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ · ΜΑΘΗΜΑ 2

Δίκτυα Υπολογιστών

Γ΄ ΕΠΑ.Λ. — Σημειώσεις μαθήματος

Θεωρία, αυτούσιοι ορισμοί και λυμένες ασκήσεις

ΠΕΡΙΕΧΕΙ

- Κεφάλαιο 1: Αρχιτεκτονική & Διασύνδεση
- Κεφάλαιο 2: Τοπικά Δίκτυα
- Κεφάλαιο 3: Επίπεδο Δικτύου
- Κεφάλαιο 4: Επίπεδο Μεταφοράς
- Κεφάλαιο 5: Δίκτυα Ευρείας Περιοχής
- Κεφάλαιο 6: Επίπεδο Εφαρμογής
- Τελική Επανάληψη

7

κεφάλαια

36

ενότητες

Γ΄

τάξη ΕΠΑ.Λ.

panellinies.online

Δωρεάν σημειώσεις, θέματα και λύσεις για τις Πανελλαδικές

Έκδοση b32502

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Αρχιτεκτονική & Διασύνδεση

- 1.2.2 Το μοντέλο δικτύωσης TCP/IP
- 1.3 Ενθυλάκωση

Κεφάλαιο 2: Τοπικά Δίκτυα

- 2.1 Φυσικό επίπεδο - Επίπεδο ζεύξης
- 2.2 Η πρόσβαση στο μέσο
- 2.2.1 Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης (LLC)
- 2.4 Δίκτυα ETHERNET
- 2.4.2 Διευθύνσεις MAC - Πλαίσιο
- 2.5 Ασύρματα Δίκτυα

Κεφάλαιο 3: Επίπεδο Δικτύου

- 3.1 Διευθυνσιοδότηση IPv4
- 3.1.1 Διευθύνσεις IPv4
- 3.1.2 Κλάσεις δικτύων
- 3.1.3 Σπατάλη διευθύνσεων IP
- 3.1.4 Μάσκα δικτύου
- 3.1.5 Ειδικές διευθύνσεις
- 3.1.6 Υποδικτύωση
- 3.1.7 CIDR - Υπερδικτύωση
- 3.2 Αυτοδύναμο πακέτο IP
- 3.3 Πρωτόκολλο ARP
- 3.3.2 Πρωτόκολλο DHCP
- 3.4 Διευθύνσεις IP και Ονοματολογία
- 3.6 Δρομολόγηση
- 3.6.1 Άμεση / Έμμεση
- Λυμένες Ασκήσεις Κεφ. 3

Κεφάλαιο 4: Επίπεδο Μεταφοράς

- 4.1 Με σύνδεση - Χωρίς σύνδεση
- 4.1.1 Πρωτόκολλο TCP
- 4.1.2 Πρωτόκολλο UDP

Κεφάλαιο 5: Δίκτυα Ευρείας Περιοχής

- 5. Εισαγωγή στα WAN
- 5.1 Εγκατεστημένο Τηλεφωνικό Δίκτυο
- 5.1.4 Τεχνολογίες xDSL

Κεφάλαιο 6: Επίπεδο Εφαρμογής

- 6.1 Σύστημα Ονοματολογίας DNS
- 6.1.1 Χώρος ονομάτων του DNS
- 6.1.2 Οργάνωση DNS
- 6.2.1 Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο
- 6.2.2 Μεταφορά αρχείων (FTP/TFTP)
- 6.2.3 Παγκόσμιος Ιστός WWW

Τελική Επανάληψη

- Οι ορισμοί της ύλης

Κεφάλαιο 1: Αρχιτεκτονική & Διασύνδεση

1.2.2 Το μοντέλο δικτύωσης TCP/IP

Από πού προήλθε

Το δίκτυο **ARPANET** ήταν ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων που χρηματοδοτήθηκε από το υπουργείο άμυνας των Η.Π.Α. στα τέλη της δεκαετίας του '60. Από την αρχή κύριος στόχος του ήταν η δυνατότητα να συνδέονται μαζί πολλαπλά διαφορετικά συστήματα και δίκτυα με **διαφανή τρόπο**. Έμφαση δόθηκε επίσης στη δυνατότητα του δικτύου να παραμένει λειτουργικό ακόμη κι αν μεγάλα τμήματά του έβγαιναν εκτός λειτουργίας. Το **1983** χρησιμοποίησε τα πρωτόκολλα TCP/IP ως βασικά και σταδιακά εξελίχθηκε στο γνωστό μας Internet.

Επειδή τα σημαντικότερα πρωτόκολλα είναι το **TCP** στο επίπεδο Μεταφοράς και το **IP** στο επίπεδο Διαδικτύου, το μοντέλο ονομάστηκε **TCP/IP** και περιγράφεται στα έγγραφα RFC1122 και RFC1123. Μερικές φορές αναφέρεται και ως μοντέλο **DoD** (Department of Defence).

Τα τέσσερα επίπεδα και η αντιστοιχία με το OSI

Το TCP/IP χρησιμοποίησε διαστρωματωμένη αρχιτεκτονική καθορίζοντας μόνο **τέσσερα (4) επίπεδα-στρώματα**, περιγράφοντας με λεπτομέρεια και αναπτύσσοντας πρωτόκολλα για τα τρία ανώτερα:

- **Εφαρμογής** — αντιστοιχεί στα Εφαρμογής, Παρουσίασης και Συνόδου του OSI
- **Μεταφοράς** — αντιστοιχεί στο Μεταφοράς του OSI
- **Διαδικτύου** — αντιστοιχεί στο Δικτύου του OSI
- **Ζεύξης ή πρόσβασης δικτύου ή διεπαφή δικτύου**

Προσοχή στη διατύπωση: «Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα αντιστοίχιση των επιπέδων του TCP/IP με αυτά του μοντέλου OSI ισχύει **σε γενικές γραμμές και όχι απολύτως**.» Είναι σημείο που ζητείται συχνά ως σχόλιο.

Μοντέλο OSI (7 επίπεδα)	Μοντέλο TCP/IP (4 επίπεδα)
7. Εφαρμογής 6. Παρουσίασης 5. Συνόδου	Εφαρμογής
4. Μεταφοράς	Μεταφοράς
3. Δικτύου	Διαδικτύου
2. Ζεύξης Δεδομένων 1. Φυσικό	Πρόσβασης (Διεπαφής) Δικτύου

Παρότι το RFC1122 προδιαγράφει **τέσσερα (4)** επίπεδα, στη βιβλιογραφία χρησιμοποιούνται από τους περισσότερους ειδικούς **πέντε (4+1)** στρώματα: στη θέση του στρώματος Διεπαφής Δικτύου του TCP/IP χρησιμοποιούνται τα δύο πρώτα στρώματα του OSI, το επίπεδο **Ζεύξης Δεδομένων** και το **Φυσικό**.

Τι κάνει το καθένα

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

1. Επίπεδο Πρόσβασης (Διεπαφής) Δικτύου (Network Access ή link layer)

Το μοντέλο TCP/IP δεν αναφέρει πολλά για το τι συμβαίνει εδώ, εκτός από το ότι ο υπολογιστής (host) πρέπει να συνδεθεί με το δίκτυο χρησιμοποιώντας κάποιο πρωτόκολλο ώστε να μπορεί να στέλνει πακέτα IP σε αυτό. Έτσι συνηθίζεται στη θέση του να χρησιμοποιούνται τα δυο κατώτερα επίπεδα του μοντέλου OSI, το α) Φυσικό και το β) Ζεύξης Δεδομένων.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

2. Επίπεδο Διαδικτύου

Ισχύει ό,τι και στο 3ο επίπεδο του OSI (Δικτύου) με τη διαφορά ότι το επίπεδο Διαδικτύου του TCP/IP παρέχει μόνο υπηρεσία χωρίς σύνδεση. Έτσι δρομολογεί ανεξάρτητα πακέτα στον προορισμό τους και η παράδοση των πακέτων στο επίπεδο Διαδικτύου δεν είναι εγγυημένα αξιόπιστα. Μπορεί να φτάσουν στον προορισμό με διαφορετική σειρά, με λάθη, ή το ίδιο πακέτο περισσότερες φορές. Είναι δουλειά των ανώτερων επιπέδων να μεριμνήσουν για αυτά τα ζητήματα. Το βασικό πρωτόκολλο αυτού του επιπέδου είναι το πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol) IP.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

3. Επίπεδο Μεταφοράς (Transport layer)

Ισχύει γενικά ό,τι και στο 4ο επίπεδο του OSI (Μεταφοράς). Το επίπεδο μεταφοράς του TCP/IP μπορεί να παρέχει, μέσω διαφορετικών πρωτοκόλλων, υπηρεσίες προσανατολισμένες σε σύνδεση (connection oriented) ή χωρίς σύνδεση (connectionless). Οι υπηρεσίες με σύνδεση βασίζονται σε λογικές συνδέσεις οι οποίες αποκαθίστανται, διατηρούνται μεταφέροντας δεδομένα και τερματίζονται. Σε αυτές τις συνδέσεις παρέχεται αξιοπιστία στην επικοινωνία με τον έλεγχο ροής, τον τεμαχισμό, αρίθμηση και την επανασύνθεση των μηνυμάτων με τη σωστή σειρά και τον έλεγχο/διόρθωση των σφαλμάτων. Υπηρεσίες με σύνδεση παρέχει το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (Transmission Control Protocol) TCP. Στις υπηρεσίες χωρίς σύνδεση ή ασυνδεσμικές, δεν υπάρχει η έννοια της λογικής σύνδεσης ούτε παρέχεται αξιοπιστία. Είναι όμως απλούστερες και χωρίς πολλές καθυστερήσεις. Τέτοιες υπηρεσίες παρέχει το πρωτόκολλο αυτοδύναμων πακέτων χρήστη (User Datagram Protocol) UDP.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

4. Επίπεδο Εφαρμογής (Application layer)

Περιλαμβάνει όλα τα πρωτόκολλα των γνωστών υπηρεσιών του Διαδικτύου όπως απομακρυσμένη σύνδεση τερματικού (TELNET), μεταφορά αρχείων (FTP), ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (SMTP/POP3/IMAP), τα νεώτερα DNS για την αντιστοίχιση ονομάτων υπολογιστών με τις διευθύνσεις τους στο δίκτυο, HTTP, το πρωτόκολλο μεταφοράς ιστοσελίδων του World Wide Web και πολλά άλλα.

Πού «κάθεται» το υλικό και πού το λογισμικό

Σε ένα τοπικό δίκτυο τεχνολογίας Ethernet – TCP/IP:

Φυσικό επίπεδο

Ό,τι έχει να κάνει με σήματα, καλώδια, συνδετήρες (connectors) ανήκει σαφώς στο φυσικό επίπεδο.

Κάρτα δικτύου

Επειδή είναι σύνθετο υλικό και ενσωματώνει κυκλώματα με «στοιχειώδη εξυπνάδα», μπορεί να δημιουργεί και να αντιλαμβάνεται πλαίσια. Μαζί με τον οδηγό της καλύπτει το **φυσικό και το επίπεδο ζεύξης δεδομένων** του OSI.

Λειτουργικό σύστημα

Τα επίπεδα Διαδικτύου και Μεταφοράς αποτελούν μέρος του λειτουργικού συστήματος, κυρίως του πυρήνα.

Εφαρμογές

Όλες οι δικτυακές εφαρμογές (ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, πλοήγηση ιστοτόπων, μεταφορά αρχείων κ.λπ.) ανήκουν στο **επίπεδο εφαρμογής**.

Το επίπεδο πρόσβασης δικτύου περιλαμβάνει: τα καλώδια διασύνδεσης, τους συνδετήρες (connectors), υποδοχές (πρίζες δικτύου), κάρτες δικτύου, παθητικό δικτυακό εξοπλισμό όπως υλικό διαχείρισης και συγκέντρωσης καλωδίων, επαναλήπτες (repeater hubs), μεταγωγείς (switching hubs) κτλ, **όχι όμως δρομολογητές (routers)**. Επιπλέον, και οι οδηγοί (drivers) των καρτών/ελεγκτών δικτύου εντάσσονται στο ίδιο επίπεδο, το 2ο του OSI.

Κλασική ερώτηση εξετάσεων: «Σε ποιο επίπεδο λειτουργεί η κάρτα δικτύου;» → Φυσικό και ζεύξης δεδομένων (μαζί με τον οδηγό της). «Οι πρίζες δικτύου;» → Φυσικό επίπεδο. «Ο δρομολογητής;» → Επίπεδο Δικτύου/Διαδικτύου, **δεν** ανήκει στο επίπεδο πρόσβασης δικτύου.

Το TCP/IP έχει **4 επίπεδα**: Πρόσβασης Δικτύου, Διαδικτύου, Μεταφοράς, Εφαρμογής.

Το επίπεδο Διαδικτύου παρέχει **μόνο υπηρεσία χωρίς σύνδεση** — βασικό πρωτόκολλο το IP.

Το επίπεδο Μεταφοράς παρέχει **και τα δύο**: με σύνδεση (TCP) και χωρίς σύνδεση (UDP).

Η αντιστοίχιση με το OSI ισχύει **σε γενικές γραμμές και όχι απολύτως**.

1.3 Ενθυλάκωση

Γιατί χρειάζεται

Στη διαστρωματωμένη αρχιτεκτονική ενός δικτύου, κάθε επίπεδο επικοινωνεί με το αντίστοιχο **ομότιμό** του, χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο του ίδιου επιπέδου. Η λειτουργία αυτή όμως εκτελείται **έμμεσα**, καθώς κάθε επίπεδο έχει δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας μόνο με τα γειτονικά του, μέσω της **διεπαφής** τους.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Διεπαφή (interface)

Ο μηχανισμός επικοινωνίας μεταξύ γειτονικών επιπέδων χαρακτηρίζεται ως διεπαφή (interface). Κάθε επίπεδο παρέχει υπηρεσία στο ανώτερό του.

Η διαδικασία της ενθυλάκωσης

Κατά την αποστολή δεδομένων από τη μια εφαρμογή στην απομακρυσμένη, τα δεδομένα προωθούνται από το κάθε επίπεδο προς τα κάτω, στο αμέσως κατώτερο. Κάθε επίπεδο προσθέτει στα δεδομένα πληροφορίες ελέγχου για το αντίστοιχο, απέναντι, επίπεδο ώστε να εξασφαλίσει την επιτυχή παράδοσή τους.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Επικεφαλίδα

Οι πληροφορίες ελέγχου προστίθενται μπροστά από τα δεδομένα που πρόκειται να αποσταλούν και ονομάζονται επικεφαλίδα.

Ορισμένα επίπεδα προσθέτουν πληροφορίες και στο **τέλος** των δεδομένων (όπως το **2ο επίπεδο του OSI**) με σκοπό να εξασφαλιστεί η αναγνώριση σφαλμάτων κατά τη μετάδοση στο φυσικό μέσο. Κάθε επίπεδο χειρίζεται την πληροφορία που λαμβάνει από το ανώτερό του ως **δεδομένα** και προσθέτει μπροστά τους τη δική του επικεφαλίδα.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Ενθυλάκωση (encapsulation)

Η προσθήκη σαν περίβλημα των πληροφοριών ελέγχου στα δεδομένα ονομάζεται ενθυλάκωση (encapsulation).

Τι συμβαίνει σε κάθε επίπεδο

Παρατηρώντας τη διαδικασία στη διεπαφή του επιπέδου διαδικτύου με το ζεύξης δεδομένων: ένα **αυτοδύναμο πακέτο** του επιπέδου διαδικτύου τοποθετείται μέσα, δηλαδή ενθυλακώνεται, σε ένα **πλαίσιο** του επιπέδου ζεύξης δεδομένων, καθώς περικλείεται ανάμεσα στην επικεφαλίδα και στην ακολουθία ελέγχου του πλαισίου (Frame Check Sequence).

Με απλά λόγια: ένα «πακέτο» ανωτέρου επιπέδου τοποθετείται, ως δεδομένα, μέσα σε ένα «πακέτο» του αμέσως κατωτέρου επιπέδου.

Οι πληροφορίες ελέγχου που προστίθενται είναι κυρίως **διευθύνσεις, χαρακτήρες ελέγχου σφαλμάτων** ή άλλοι χαρακτήρες ελέγχου και συγχρονισμού. Στο **φυσικό επίπεδο**, οι άσοι και τα μηδενικά που απαρτίζουν το πλαίσιο μετατρέπονται σε σήματα κατάλληλα για το φυσικό μέσο.

Κατά τη **λήψη** των δεδομένων συμβαίνει η αντίστροφη διαδικασία (**αποθυλάκωση**): κάθε επίπεδο αφαιρεί τις πληροφορίες ελέγχου που αφορούν το ίδιο και προωθεί τα δεδομένα στο ανώτερό του.

Η μονάδα πληροφορίας κάθε επιπέδου (PDU)

Η βασική μονάδα πληροφορίας του πρωτοκόλλου κάθε επιπέδου ονομάζεται **PDU (Protocol Data Unit)**:

Επίπεδο TCP/IP	Όνομα PDU	Τι προσθέτει
Εφαρμογής	Δεδομένα / Μήνυμα	Δεδομένα της εφαρμογής
Μεταφοράς	Τμήμα (Segment) στο TCP · Αυτοδύναμο πακέτο (Datagram) στο UDP	Επικεφαλίδα TCP/UDP (θύρες κ.λπ.)
Διαδικτύου	Αυτοδύναμο πακέτο (Datagram / Packet)	Επικεφαλίδα IP (διευθύνσεις IP)
Πρόσβασης Δικτύου	Πλαίσιο (Frame)	Επικεφαλίδα (διευθύνσεις MAC) και ουρά FCS
Φυσικό	Bits	Σήματα κατάλληλα για το φυσικό μέσο

Το παράδειγμα του ταχυδρομείου

Για να γίνει κατανοητή η διαδικασία της ενθυλάκωσης μπορούμε να δούμε το ανάλογο της αλληλογραφίας μέσω ταχυδρομείου:

- 1. Δεδομένα** Το μήνυμα-γράμμα που γράφουμε απευθυνόμενοι στον απομακρυσμένο παραλήπτη.
- 2. Ενθυλάκωση** Τοποθετείται μέσα σε φάκελο, γράφονται σ' αυτόν οι διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη (επικεφαλίδα) και παραδίδεται στο ταχυδρομικό γραφείο (κατώτερο επίπεδο).
- 3. Νέα ενθυλάκωση** Τοποθετείται σε ταχυδρομικό σάκο και παραδίδεται στο φορτηγό για το κεντρικό τμήμα διαλογής.
- 4. Αποθυλάκωση** Ο σάκος παραδίδεται στο τοπικό γραφείο, ο διανομέας αφαιρεί τον φάκελο και ο παραλήπτης βγάζει το γράμμα και το διαβάζει.

Λυμένη άσκηση — Δραστηριότητα 2η (σελ. 21)

Με βάση το παράδειγμα της αλληλογραφίας: (α) Εάν ο χρήστης που έγραψε τα στοιχεία στο φάκελο και τον έκλεισε είναι ένα επίπεδο (N), ποιο είναι το αμέσως κατώτερο επίπεδο (N-1); (β) Το ταχυδρομικό γραμματοκιβώτιο σε ποιο στοιχείο ενός διαστρωματωμένου μοντέλου αντιστοιχεί; (γ) Τι προσφέρει ο ταχυδρομικός διανομέας στον παραλήπτη;

α)

Το αμέσως κατώτερο επίπεδο (N-1) είναι το **ταχυδρομικό γραφείο** που παραλαμβάνει τον φάκελο προς αποστολή. Ο χρήστης (επίπεδο N) δεν παραδίδει τον φάκελο απευθείας στον παραλήπτη· τον παραδίδει στο αμέσως κατώτερο επίπεδο, ακριβώς όπως κάθε επίπεδο προωθεί το PDU του προς τα κάτω.

β)

Το γραμματοκιβώτιο είναι η **διεπαφή (interface)** μεταξύ δύο επιπέδων: είναι το μοναδικό σημείο επαφής μέσω του οποίου το επίπεδο N παραδίδει δεδομένα στο επίπεδο N-1.

γ)

Ο διανομέας προσφέρει στον παραλήπτη **υπηρεσία** — και μάλιστα την υπηρεσία που κάθε επίπεδο παρέχει στο ανώτερό του.

Απάντηση: (α) το ταχυδρομικό γραφείο, (β) διεπαφή μεταξύ δύο επιπέδων, (γ) υπηρεσία.

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 1, ερ. 5

(i) Σε ποιο επίπεδο, κατά τη διαδικασία της ενθυλάκωσης, προστίθεται πληροφορία στο τέλος του πακέτου εκτός από την επικεφαλίδα στην αρχή; (ii) Η επικεφαλίδα του πακέτου του επιπέδου δικτύου συμπεριλαμβάνεται στην επικεφαλίδα ή στα δεδομένα-φορτίο του πλαισίου;

i)

Στο **2ο επίπεδο του OSI (ζεύξης δεδομένων)**. Προσθέτει ουρά (trailer) — την ακολουθία ελέγχου πλαισίου **FCS** — ώστε να εξασφαλιστεί η αναγνώριση σφαλμάτων κατά τη μετάδοση στο φυσικό μέσο.

ii)

Στα **δεδομένα-φορτίο** του πλαισίου. Το επίπεδο ζεύξης χειρίζεται ολόκληρο το πακέτο IP (επικεφαλίδα IP + δεδομένα του) ως δεδομένα και βάζει μπροστά τη δική του, ξεχωριστή επικεφαλίδα.

Απάντηση: (i) στο επίπεδο ζεύξης δεδομένων (2ο OSI), (ii) στα δεδομένα-φορτίο του πλαισίου.

Ενθυλάκωση = η προσθήκη σαν περίβλημα των πληροφοριών ελέγχου στα δεδομένα.

Οι πληροφορίες ελέγχου μπροστά από τα δεδομένα λέγονται **επικεφαλίδα**. μόνο το **2ο επίπεδο** προσθέτει και **ουρά** (FCS).

Στη λήψη γίνεται η αντίστροφη διαδικασία: κάθε επίπεδο αφαιρεί ό,τι το αφορά και προωθεί προς τα πάνω.

PDU ανά επίπεδο: **Τμήμα → Αυτοδύναμο πακέτο → Πλαίσιο → bits**.

Κεφάλαιο 2: Τοπικά Δίκτυα

2.1 Φυσικό επίπεδο - Επίπεδο Σύνδεσης (ζεύξης) Δεδομένων (μοντέλο OSI)

Το φυσικό επίπεδο

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Φυσικό επίπεδο (1ο επίπεδο OSI)

Το χαμηλότερο επίπεδο του μοντέλου OSI είναι το φυσικό επίπεδο. Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση bits μέσα από το τηλεπικοινωνιακό κανάλι, το οποίο μπορεί να είναι ένα ενσύρματο μέσο ή και μία ασύρματη ζεύξη. Έτσι, το φυσικό επίπεδο καθορίζει τα ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης του σταθμού με το μέσο μετάδοσης.

Αν, για παράδειγμα, χρησιμοποιείται καλώδιο ως μέσο μετάδοσης, οι προδιαγραφές του φυσικού επιπέδου καθορίζουν:

- πόσους ακροδέκτες έχει ο συνδετήρας, τον ρόλο του κάθε ακροδέκτη, τις διαστάσεις του, τις ανοχές κάθε διάστασης κ.ά.
- τον τρόπο αναπαράστασης των bits, 0 και 1, και τη **διάρκεια κάθε bit**
- την **αρχή και το τέλος** της μετάδοσης
- το αν η μετάδοση μπορεί να γίνεται προς **τη μία κατεύθυνση ή και τις δύο ταυτόχρονα**

Σημείο-παγίδα: «Το φυσικό επίπεδο δεν το απασχολεί καθόλου αν μεταφέρει bytes των 8 bits ή χαρακτήρες ASCII των 7 bits.» Το φυσικό επίπεδο βλέπει μόνο bits, όχι νόημα.

Το επίπεδο σύνδεσης (ζεύξης) δεδομένων

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Επίπεδο σύνδεσης (ζεύξης) δεδομένων (Data link layer, 2ο επίπεδο OSI)

Το επίπεδο αυτό έχει σκοπό να κάνει αξιόπιστη τη φυσική γραμμή σύνδεσης μεταξύ δύο σταθμών. Από τα πακέτα του παραπάνω επιπέδου (επιπέδου δικτύου του μοντέλου OSI) φτιάχνει πλαίσια δεδομένων (data frames). Ορίζει που αρχίζει και που τελειώνει κάθε πλαίσιο, προσθέτοντας την κατάλληλη επικεφαλίδα (header) και ουρά (trailer), ανιχνεύει τα σφάλματα μετάδοσης, επιδιορθώνει τα αλλοιωμένα δεδομένα ή ζητά την επανεκπομπή τους. Ακόμα, ελέγχει το πότε μπορεί να δεσμεύσει το φυσικό μέσο για την αποστολή των πλαισίων, ώστε να μη γίνει ταυτόχρονη εκπομπή με άλλο σταθμό και τέλος, μεταβάλλει κατά περίπτωση τη ροή των πλαισίων ανάλογα με τους ρυθμούς που μπορεί να δεχτεί ο σταθμός παραλήπτης.

Πλαισίωση

Φτιάχνει πλαίσια από τα πακέτα του επιπέδου δικτύου και ορίζει πού αρχίζουν και πού τελειώνουν.

Έλεγχος σφαλμάτων

Ανιχνεύει σφάλματα μετάδοσης, επιδιορθώνει τα αλλοιωμένα δεδομένα ή ζητά επανεκπομπή.

Πρόσβαση στο μέσο

Ελέγχει πότε μπορεί να δεσμεύσει το φυσικό μέσο ώστε να μη γίνει ταυτόχρονη εκπομπή με άλλο σταθμό.

Έλεγχος ροής

Μεταβάλλει τη ροή των πλαισίων ανάλογα με τους ρυθμούς που μπορεί να δεχτεί ο παραλήπτης.

Η αντιστοιχία με το TCP/IP

Τα δύο χαμηλότερα επίπεδα στο μοντέλο OSI, δηλαδή το **φυσικό επίπεδο** και το **επίπεδο σύνδεσης (ζεύξης) δεδομένων**, αντιστοιχούν στο **1ο επίπεδο του προτύπου TCP/IP**, δηλαδή στο **επίπεδο πρόσβασης δικτύου**.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Επίπεδο πρόσβασης δικτύου (TCP/IP)

Το επίπεδο πρόσβασης δικτύου του προτύπου TCP/IP, παρέχει την πρόσβαση στο φυσικό μέσο, στο οποίο μεταδίδεται η πληροφορία με τη μορφή πακέτων και αντιπροσωπεύει το χαμηλότερο λογικό επίπεδο λειτουργικότητας, που απαιτείται από ένα δίκτυο. Το επίπεδο αυτό περιλαμβάνει τα στοιχεία των φυσικών συνδέσεων, όπως: καλώδια, αναμεταδότες, κάρτες δικτύου, πρωτόκολλα πρόσβασης τοπικών δικτύων και προσφέρει τις υπηρεσίες του στο ανώτερο επίπεδο, το επίπεδο δικτύου.

Στην τεχνολογία TCP/IP, τα χαμηλότερα επίπεδα του επιπέδου δικτύου **δεν προδιαγράφονται** και έτσι αυτά μπορούν να ακολουθούν τελείως διαφορετικές τεχνολογίες.

Φυσικό: μετάδοση bits, ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης.

Ζεύξης δεδομένων: κάνει αξιόπιστη τη φυσική γραμμή — πλαίσια, σφάλματα, πρόσβαση στο μέσο, έλεγχος ροής.

Φυσικό + Ζεύξης (OSI) = **Επίπεδο πρόσβασης δικτύου (TCP/IP)**.

2.2 Η πρόσβαση στο μέσο

Το πρόβλημα

Σε όλα τα δίκτυα υπάρχουν περισσότεροι από έναν υπολογιστές, οι οποίοι αναγκάζονται να μοιράζονται το ίδιο μέσο μεταφοράς δεδομένων (π.χ. καλώδιο). Αν δυο υπολογιστές προσπαθούσαν ταυτόχρονα να εισάγουν δεδομένα στο καλώδιο, τα πακέτα του ενός θα **συγκρούονταν** με τα πακέτα του άλλου, με αποτέλεσμα την καταστροφή του συνόλου των πακέτων και από τους δυο.

Συμπερασματικά, αν πρόκειται να γίνει αποστολή δεδομένων μέσω του δικτύου, πρέπει να βρεθεί ένας τρόπος ώστε να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Εισαγωγή των δεδομένων στο καλώδιο χωρίς να γίνει σύγκρουση με άλλα δεδομένα.
- Να λάβει τα δεδομένα ο αποδέκτης με σχετική εγγύηση ότι αυτά δεν έχουν καταστραφεί σε σύγκρουση δεδομένων (data collision) κατά τη μετάδοση.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Μέθοδος προσπέλασης (access method)**

Το σύνολο των κανόνων που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα εισάγονται στο καλώδιο, ονομάζεται μέθοδος προσπέλασης (access method).

Οι μέθοδοι προσπέλασης πρέπει να είναι σύμφωνες ως προς τον τρόπο με τον οποίο χειρίζονται τα δεδομένα. Αν διαφορετικοί υπολογιστές χρησιμοποιούν διαφορετικές μεθόδους προσπέλασης, τότε το δίκτυο θα αποτύχει, γιατί κάποιες μέθοδοι θα κυριαρχήσουν στο καλώδιο. Γενικά, οι μέθοδοι προσπέλασης **εμποδίζουν την ταυτόχρονη εισαγωγή δεδομένων στο μέσο μεταφοράς**, εξασφαλίζοντας ότι μόνο ένας υπολογιστής τη φορά θα μπορεί να στείλει δεδομένα.

Οι τρεις τρόποι αποφυγής ταυτόχρονης χρήσης**ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Υπάρχουν τρεις τρόποι για την αποφυγή ταυτόχρονης χρήσης του μέσου μεταφοράς:**

- Μέθοδοι **Carrier-sense multiple access** (ακρόαση φέροντος πολλαπλής πρόσβασης) Με ανίχνευση σύγκρουσης (collision detection) Με αποφυγή σύγκρουσης (collision avoidance)
- Μέθοδος **token passing** (πέρασμα κουπονιού) που δίνει δυνατότητα για μεμονωμένη αποστολή δεδομένων
- Μέθοδος **απαίτησης προτεραιότητας**

Πρότυπα Τοπικών Δικτύων

Ήταν εμφανής η έλλειψη τυποποίησης, ώστε να μπορούν να επικοινωνήσουν σταθμοί εργασίας από διαφορετικούς κατασκευαστές. Η τυποποίηση των τοπικών δικτύων άρχισε με τη συνδρομή τόσο του **Ινστιτούτου Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE)** όσο και της **Ευρωπαϊκής Ένωσης Κατασκευαστών Υπολογιστών (ECMA)**, οι οποίοι συμφώνησαν να ακολουθήσουν το μοντέλο OSI.

Ο οργανισμός IEEE δημιούργησε επιτροπή, γνωστή ως **επιτροπή 802**, με έργο τον καθορισμό προτύπων για τα τοπικά (LAN) και μητροπολιτικά (MAN) δίκτυα υπολογιστών. Τα αποτελέσματα της κάθε υποεπιτροπής είναι γνωστά ως **IEEE 802.χ**, όπου χ ο αριθμός της υποεπιτροπής.

Τα **μητροπολιτικά δίκτυα (MAN)** έχουν χαρακτηριστικά που βρίσκονται μεταξύ των χαρακτηριστικών των τοπικών και των ευρέων δικτύων — παραδείγματα MAN είναι δίκτυα που καλύπτουν μια πόλη.

Ο χωρισμός του 2ου επιπέδου σε δύο υποεπίπεδα**ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Τα υποεπίπεδα LLC και MAC**

Με βάση το έργο της επιτροπής 802, το δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI χωρίστηκε σε δύο υποεπίπεδα: στο υποεπίπεδο Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης της γραμμής (Logical Link Control, LLC) και στο υποεπίπεδο Ελέγχου Πρόσβασης στο Μέσο (Medium Access Control, MAC).

Επίπεδο OSI	Υποεπίπεδο	Πρότυπο IEEE
2. Ζεύξης Δεδομένων	LLC — Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης	IEEE 802.2
MAC — Έλεγχος Πρόσβασης στο Μέσο	IEEE 802.3, 802.4, 802.5	
1. Φυσικό	—	IEEE 802.3, 802.4, 802.5

Το υποεπίπεδο Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης περιγράφεται από το πρότυπο **IEEE 802.2**. Τα πρότυπα **IEEE 802.3, 4 και 5** περιγράφουν τους διαφορετικούς τρόπους πρόσβασης στο μέσο.

Μέθοδος προσπέλασης = το σύνολο των κανόνων για το πώς μπαίνουν τα δεδομένα στο καλώδιο.

Τρεις τρόποι: **CSMA** (με ανίχνευση ή με αποφυγή σύγκρουσης), **token passing**, **απαίτηση προτεραιότητας**.

Το 2ο επίπεδο OSI χωρίζεται σε **LLC** (802.2) και **MAC** (802.3/4/5).

2.2.1 Έλεγχος Λογικής Σύνδεσης (LLC - IEEE 802.2)

Τι είναι και πού βρίσκεται

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Το υποεπίπεδο LLC

Το πρότυπο IEEE 802.2 περιγράφει τις λειτουργίες του υποεπιπέδου LLC. Το LLC είναι το ανώτερο υποεπίπεδο του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων και είναι κοινό για τις διάφορες μεθόδους πρόσβασης στο μέσο, όπως αυτές ορίζονται από τα πρότυπα IEEE 802.3, 4 και 5. Ο κύριος σκοπός του LLC είναι η παροχή υπηρεσιών στο επίπεδο δικτύου.

Το επίπεδο δικτύου υποστηρίζεται από τα **Σημεία Πρόσβασης για Εξυπηρέτηση (SAPs - Service Access Points)**, που παρέχει το υποεπίπεδο LLC. Το υποεπίπεδο LLC με τη σειρά του δέχεται υπηρεσίες από το κατώτερό του υποεπίπεδο ελέγχου πρόσβασης στο μέσο (MAC).

Οι τρεις υπηρεσίες του LLC

1Η ΥΠΗΡΕΣΙΑ — ΑΥΤΟΥΣΙΑ

Υπηρεσία χωρίς επιβεβαίωση και χωρίς σύνδεση (Unacknowledged connectionless service)

Στην περίπτωση αυτή ένας σταθμός εργασίας στέλνει πλαίσια στο σταθμό εργασίας του προορισμού χωρίς να περιμένει επιβεβαίωση λήψης. Επίσης δεν εγκαθίσταται προκαταβολικά σύνδεση μεταξύ των δύο σταθμών και ούτε, φυσικά, τερματίζεται η σύνδεση στο τέλος της επικοινωνίας. Εάν για διάφορους λόγους, όπως εξαιτίας θορύβου στο κανάλι επικοινωνίας, χαθεί κάποιο πλαίσιο, δεν γίνεται προσπάθεια επανάκτησής του.

Η υπηρεσία αυτή προσφέρει τη **μικρότερη καθυστέρηση** στην επικοινωνία των σταθμών εργασίας και είναι κατάλληλη για επικοινωνία σε μέσα, που παρουσιάζουν **χαμηλό ποσοστό λαθών** και η επανάκτηση λανθασμένων δεδομένων γίνεται από υψηλότερα επίπεδα.

2Η ΥΠΗΡΕΣΙΑ — ΑΥΤΟΥΣΙΑ**Υπηρεσία με επιβεβαίωση λήψης χωρίς σύνδεση (Acknowledged connectionless service)**

Σε αυτή την υπηρεσία, όπως και προηγουμένως, δεν εγκαθίσταται σύνδεση μεταξύ των σταθμών εργασίας πριν την έναρξη ανταλλαγής δεδομένων, αλλά για κάθε πλαίσιο που στέλνεται επιβεβαιώνεται η λήψη του από το σταθμό εργασίας του προορισμού. Η υπηρεσία αυτού του είδους κυρίως εφαρμόζεται σε συνδέσεις τύπου σημείο προς σημείο (point to point).

3Η ΥΠΗΡΕΣΙΑ — ΑΥΤΟΥΣΙΑ**Υπηρεσία με σύνδεση (Connection oriented service)**

Είναι η πιο περίπλοκη υπηρεσία που μπορεί να παρέχει το υποεπίπεδο LLC. Ένας σταθμός εργασίας πριν αρχίσει την επικοινωνία με τον σταθμό εργασίας του προορισμού, πρέπει πρώτα να εγκαταστήσει με αυτόν ένα νοητό κύκλωμα. Επίσης γίνεται και επιβεβαίωση λήψης του κάθε πλαισίου που μεταδόθηκε. Στην υπηρεσία αυτή γίνεται επίσης και έλεγχος ροής των δεδομένων.

Τα τρία στάδια του νοητού κυκλώματος

Η διαδικασία εγκατάστασης ενός νοητού κυκλώματος περιλαμβάνει τρία στάδια:

- 1. Εγκατάσταση σύνδεσης** Οι δύο σταθμοί που πρόκειται να επικοινωνήσουν ανταλλάσσουν κάποιες αρχικές τιμές για μεταβλητές και μετρητές που χρειάζονται για να παρακολουθήσουν τη μετάδοση των πλαισίων.
- 2. Μεταφορά δεδομένων** Μεταδίδονται τα πλαίσια και επιβεβαιώνεται η λήψη τους.
- 3. Τερματισμός σύνδεσης** Απελευθερώνονται οι μεταβλητές και μετρητές και γενικά ό,τι μέσα χρησιμοποιήθηκαν για την επίτευξη της επικοινωνίας.

Υπηρεσία LLC	Σύνδεση	Επιβεβαίωση	Έλεγχος ροής	Πότε τη διαλέγουμε
Χωρίς επιβεβαίωση & χωρίς σύνδεση	Όχι	Όχι	Όχι	Κανάλι με χαμηλό ποσοστό λαθών — μικρότερη καθυστέρηση
Με επιβεβαίωση χωρίς σύνδεση	Όχι	Ναι	Όχι	Συνδέσεις σημείο προς σημείο (point to point)
Με σύνδεση	Ναι (νοητό κύκλωμα)	Ναι	Ναι	Όταν απαιτείται η μεγαλύτερη αξιοπιστία

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 2, ερ. 6

Στην περίπτωση που γνωρίζετε ότι το κανάλι επικοινωνίας που είχατε στη διάθεσή σας εξασφαλίζει πολύ μικρό ποσοστό λαθών, ποιου είδους υπηρεσία για τον Έλεγχο Λογικής Σύνδεσης θα προτιμούσατε και γιατί; (α) Χωρίς επιβεβαίωση και χωρίς σύνδεση, (β) Με επιβεβαίωση λήψης χωρίς σύνδεση, (γ) Με σύνδεση.

Απάντηση: (α)

Θα προτιμούσαμε την υπηρεσία χωρίς επιβεβαίωση και χωρίς σύνδεση.

Αιτιολόγηση (με τα λόγια του βιβλίου)

Η υπηρεσία αυτή προσφέρει τη **μικρότερη καθυστέρηση** στην επικοινωνία των σταθμών εργασίας και είναι **κατάλληλη για επικοινωνία σε μέσα που παρουσιάζουν χαμηλό ποσοστό λαθών**, όπου η επανάκτηση λανθασμένων δεδομένων γίνεται από υψηλότερα επίπεδα. Οι άλλες δύο υπηρεσίες θα πρόσθεταν περιττό φόρτο: οι επιβεβαιώσεις λήψης (β) και επιπλέον η εγκατάσταση/τερματισμός νοητού κυκλώματος με έλεγχο ροής (γ) κοστίζουν σε χρόνο και σε δικτυακή κίνηση, χωρίς ουσιαστικό όφελος σε ένα κανάλι που ούτως ή άλλως σφάλλει σπάνια.

Απάντηση: (α) — μικρότερη καθυστέρηση και καταλληλότητα για μέσα με χαμηλό ποσοστό λαθών.

Το **LLC** (IEEE 802.2) είναι το **ανώτερο** υποεπίπεδο του επιπέδου ζεύξης και είναι **κοινό** για όλες τις μεθόδους πρόσβασης.

Κύριος σκοπός του: η **παροχή υπηρεσιών στο επίπεδο δικτύου**, μέσω των **SAPs**.

Τρεις υπηρεσίες: χωρίς επιβεβαίωση & χωρίς σύνδεση · με επιβεβαίωση χωρίς σύνδεση · με σύνδεση.

2.4 Δίκτυα ETHERNET (10/100/1000Mbps)

Η κωδικοποίηση των προτύπων

Προκειμένου να καλυφθούν οι διάφοροι συνδυασμοί φυσικών μέσων μεταφοράς και ρυθμοί δεδομένων, το πρότυπο IEEE 802.3 έχει προβεί στην έκδοση κάποιων παραλλαγών. Η κωδικοποίηση των βασικών προτύπων γίνεται ως εξής:

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

XBase/BroadbandY

όπου:

- **X** η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων σε Mbps
- **Base/Broadband** ο τύπος σηματοδότησης που χρησιμοποιείται
- **Y** αντιστοιχεί στο μέγιστο μήκος του τμήματος (segment)

Τα βασικά πρότυπα του IEEE 802.3

Τύπος Δικτύου	Μέσο Μετάδοσης	Μέθοδος Σημ ατοδοσίας	Ρυθμός Δεδομένων	Μέγιστο μήκος τμήματος	Τοπολογία
10Base5	Ομοαξονικό 50 Ohm thick	Βασικής ζώνης	10 Mbps	500 m	Αρτηρίας
10Base2	Ομοαξονικό 50 Ohm thin (RG-58)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	185 m	Αρτηρίας
1Base5	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής ζώνης	1 Mbps	250 m	Αστέρα
10BaseT	Αθωράκιστο συνεστραμμένο (UTP)	Βασικής ζώνης	10 Mbps	100 m	Αστέρα
10Broad36	Ομοαξονικό 75 Ohm	Ευρυζωνική	10 Mbps	3600 m	Αρτηρίας

Το **Ethernet II** είναι παρόμοιο με το 10Base5.

Ethernet σε οπτική ίνα

Η κωδικοποίηση που χρησιμοποιείται είναι **10Base-F**. Βασίζεται στην προδιαγραφή **FOIRL** (Fiber Optic Inter-Repeater Link), που δημιουργήθηκε για τη διασύνδεση επαναληπτών με οπτικές ίνες. Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη οπτική ίνα είναι η διπλή πολύτροπη **62.5/125 μm**. Η πιο γνωστή έκδοση είναι η **10Base-FL** και χρησιμοποιείται στη διασύνδεση κυρίως επαναληπτών σε απόσταση μέχρι και **2 km**.

Πλεονεκτήματα οπτικής ίνας

Σύνδεση σημείων που απέχουν αρκετά μεταξύ τους (μέχρι 2 km) και λειτουργία σε περιβάλλον με αυξημένο ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο (π.χ. βιομηχανίες).

Μειονεκτήματα

Το αυξημένο κόστος και η δυσκολία στην εγκατάσταση και τον χειρισμό της (π.χ. δεν μπορούμε να την τσακίσουμε για το σχηματισμό γωνίας).

Ethernet υψηλών ταχυτήτων

Fast Ethernet — IEEE 802.3u

Παρέχει εύρος ζώνης **100 Mbps**. Εκτός από τον δεκαπλασιασμό της ταχύτητας, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο να μην διαταραχθεί κατά το δυνατόν η υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή.

Πρότυπο	Φυσικό μέσο	Μέγιστο μήκος τμήματος	Χαρακτηριστικά
100Base-TX	UTP κατηγορίας 5 ή STP	100 m	Χρησιμοποιεί 2 από τα 4 ζεύγη, ένα ζεύγος για κάθε κατεύθυνση. Για λόγους χρονισμού κυκλοφορούν πάντα σύμβολα και στα δύο ζεύγη.
100Base-T4	UTP κατηγορίας 3 και πάνω	100 m	Χρήση και των 4 ζευγών (3 για δεδομένα, 1 για αναγνώριση συγκρούσεων). Δεν χρησιμοποιεί ξεχωριστά κανάλια εκπομπής/λήψης, γι' αυτό δεν είναι δυνατή η αμφίδρομη μετάδοση.
100Base-FX	Διπλή πολύτροπη (62.5/125 μm) ή μονότροπη οπτική ίνα	412 m (half-duplex) / 2 km (full-duplex) πολύτροπη · 25 km μονότροπη	Για μεγάλες αποστάσεις

Gigabit Ethernet — IEEE 802.3z

Προσφέρει επικοινωνία με εύρος ζώνης **1000 Mbps**. Υπάρχει συμβατότητα στην καλωδίωση και κυρίως για χρήση καλωδίων βελτιωμένων κατηγορίας 5 (cat 5 enhanced). Το **1000BaseT** είναι πρότυπο για καλώδια τύπου **cat 5e**.

Πρότυπο	Οπτική ίνα	Μέγιστο μήκος
1000BaseSX	Πολύτροπη 62.5 μm	275 m
Πολύτροπη 50 μm	550 m	
1000BaseLX	Πολύτροπη 62.5 ή 50 μm	550 m
Μονότροπη 9 μm	5 km	

Ειδικά με την τυποποίηση του **1000BaseT** το Gigabit Ethernet γίνεται πολύ ελκυστικό, γιατί μπορεί να εκμεταλλευθεί την υπάρχουσα καλωδιακή υποδομή που στην πλειοψηφία της είναι τύπου cat 5. Οι νεότερες εκδόσεις μεταφέρουν δεδομένα σε **10, 40 και 100 Gigabits ανά δευτερόλεπτο** (δίκτυα 10Gb, 40Gb, 100Gb Ethernet), ενώ υπό ανάπτυξη βρίσκονται τα δίκτυα των 400Gb.

Κωδικοποίηση: **XBase/BroadbandY** — ταχύτητα, τύπος σηματοδότησης, μέγιστο μήκος τμήματος.

10BaseT: UTP, 10 Mbps, 100 m, τοπολογία αστέρα. **10Base5**: ομοαξονικό thick, 500 m, αρτηρία.

802.3u = Fast Ethernet (100 Mbps) · **802.3z** = Gigabit Ethernet (1000 Mbps).

2.4.2 Διευθύνσεις Ελέγχου πρόσβασης στο Μέσο (MAC) - Δομή πλαισίου Ethernet

Όρια της ύλης: η ενότητα εξετάζεται **μέχρι την αρχή της παραγράφου «Νοητά τοπικά Δίκτυα (Virtual LAN - VLAN)»** (σελίδες 47-48). Τα VLAN και τα Jumbo frames **δεν** ανήκουν στην εξεταστέα ύλη, παρότι αναφέρονται στον τίτλο της ενότητας.

Η διεύθυνση MAC

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Διεύθυνση MAC

Κάθε κόμβος σε ένα δίκτυο Ethernet έχει μια φυσική διεύθυνση ή διεύθυνση υλικού (Hardware Address), ώστε να αναγνωρίζεται μοναδικά σε όλο το δίκτυο. Αναφέρεται και ως διεύθυνση ελέγχου προσπέλασης στο μέσο (MAC Address, Media Access Control). Είναι ένας δυαδικός αριθμός των 48 bit (MAC-48, EUI-48) ή έξι οκτάδων και γράφεται στο δεκαεξαδικό αριθμητικό σύστημα ως έξι διψήφιοι δεκαεξαδικοί αριθμοί χωρισμένοι με παύλες (στα windows) ή με άνω-κάτω τελείες (στο unix/linux).

Μια τέτοια διεύθυνση είναι η 74:ea:3a:cd:06:40. Σε υπολογιστή εξοπλισμένο με προσαρμογέα/κάρτα δικτύου, η διεύθυνση MAC είναι **χαρακτηριστικό της κάρτας δικτύου** και πολλές φορές αναγράφεται πάνω σε αυτήν από τον κατασκευαστή της. Μπορεί να αναγνωσθεί ηλεκτρονικά με την κατάλληλη εντολή του λειτουργικού συστήματος (ipconfig /all, ifconfig κ.λπ.).

Η δομή της διεύθυνσης MAC

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

OUI και τμήμα κατασκευαστή

Οι διευθύνσεις MAC απαρτίζονται από δυο μέρη των 24ων δυαδικών ψηφίων. Το πρώτο μέρος, το οποίο ονομάζεται (μοναδική) Ταυτότητα του Οργανισμού (OUI - Organizational Unique Identifier), χορηγείται από το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών και διατίθεται αποκλειστικά στον κατασκευαστή υλικού. Το δεύτερο μέρος το προσδιορίζει ο κατασκευαστής υλικού με δική του ευθύνη.

δυαδικά

Διεύθυνση MAC (48 bit = 6 οκτάδες)

74 : ea : 3a | cd : 06 : 40

└ OUI (24 bit) ┘ └ κατασκευαστής (24 bit) ┘

από το IEEE

με ευθύνη του κατασκευαστή

Τα δύο ειδικά bit: M-bit (I/G) και X-bit (U/L)

Στο Ethernet αποστέλλεται το πιο σημαντικό byte (MSB) πρώτα, αλλά για κάθε byte πρώτα το **λιγότερο σημαντικό bit (LSB)**. Ο τρόπος αυτός χαρακτηρίζεται **Little Endian σε επίπεδο bit**. Έτσι κατά την εκπομπή, για το παράδειγμά μας το 74 (0111 0100) θα σταλεί με την αντίστροφη σειρά (0010 1110): πρώτα το b0, μετά το b1 κ.ο.κ. Τα δύο πρώτα bit που αποστέλλονται είναι το b0 και το b1 του MSB της διεύθυνσης και έχουν ειδική σημασία.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

M bit (I/G) και X bit (U/L)

Το πρώτο (b0) είναι το **M bit** ή **I/G (Individual/Group)**. Όταν είναι 1 σημαίνει ότι η διεύθυνση αφορά πολλούς αποδέκτες, είναι πολυδιανομής (Multicast), αλλιώς αφορά συγκεκριμένο αποδέκτη.

Το δεύτερο (b1) είναι το **X bit** ή **U/L (Universal/Local)**. Όταν είναι 1 σημαίνει ότι η διεύθυνση είναι τοπικά διαχειριζόμενη, αλλιώς είναι καθολικά μοναδική.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Διεύθυνση εκπομπής

Ειδική περίπτωση είναι η διεύθυνση με όλα τα ψηφία 1, η **ff-ff-ff-ff-ff-ff**, η οποία είναι διεύθυνση εκπομπής. Πλαίσιο με διεύθυνση προορισμού την ff-ff-ff-ff-ff-ff αφορά όλους τους κόμβους και παραλαμβάνεται από όλους όσους μοιράζονται το κοινό διαμοιραζόμενο μέσο, ανήκουν δηλαδή στο ίδιο τοπικό δίκτυο. Στην περίπτωση μεταγωγέα με συνδέσεις σημείο προς σημείο, αυτός προωθεί το πλαίσιο σε όλες τις θύρες του.

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 2, ερ. 19

Για τη διεύθυνση MAC 88-c9-d0-12-34-56 βρείτε τις τιμές των M-bit (I/G) και X-bit (U/L).

Βήμα 1 — Παίρνουμε την πρώτη οκτάδα (MSB)

Η πρώτη οκτάδα είναι το **88** στο δεκαεξαδικό.

Βήμα 2 — Μετατροπή σε δυαδικό

$8 = 1000$ και $8 = 1000$, άρα $(88)_{16} = 1000\ 1000$.

δυαδικά

Θέση ψηφίου :	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0
Ψηφίο :	1	0	0	0	1	0	0	0
							↑	↑
							X-bit	M-bit

Βήμα 3 — Διαβάζουμε τα b0 και b1

b0 = 0 → M-bit (I/G) = 0. **b1 = 0** → X-bit (U/L) = 0.

Βήμα 4 — Ερμηνεία

M-bit = 0 σημαίνει ότι η διεύθυνση αφορά **συγκεκριμένο αποδέκτη** (δεν είναι πολυδιανομής).

X-bit = 0 σημαίνει ότι η διεύθυνση είναι **καθολικά μοναδική** (δεν είναι τοπικά διαχειριζόμενη).

Απάντηση: M-bit (I/G) = 0 και X-bit (U/L) = 0 — μοναδικός αποδέκτης, καθολικά μοναδική διεύθυνση. Το OUI είναι το **88-c9-d0**.

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 2, ερ. 20

Μεταγράψτε τη διεύθυνση 00-d0-63-56-78-90 έτσι ώστε να είναι ενεργοποιημένο (1) το M-bit (I/G).

Βήμα 1 — Η πρώτη οκτάδα σε δυαδικό

$(00)_{16} = 0000\ 0000$. Το M-bit είναι το **b0**, δηλαδή το λιγότερο σημαντικό ψηφίο της πρώτης οκτάδας, και τώρα είναι 0.

Βήμα 2 — Θέτουμε $b0 = 1$

$0000\ 0000 \rightarrow 0000\ 0001$

Βήμα 3 — Επιστροφή στο δεκαεξαδικό

$0000 = 0$ και $0001 = 1$, άρα η νέα πρώτη οκτάδα είναι το **01**. Οι υπόλοιπες πέντε οκτάδες μένουν αμετάβλητες.

Απάντηση: 01-d0-63-56-78-90 — πρόκειται πλέον για διεύθυνση **πολυδιανομής (multicast)**.

Η δομή του πλαισίου Ethernet

Οι κόμβοι ενός δικτύου Ethernet ανταλλάσσουν δεδομένα-πληροφορίες τις οποίες ενθυλακώνουν σε πακέτα τα οποία ονομάζονται **πλαίσια**. Στην επικεφαλίδα του πλαισίου τοποθετούνται διαχειριστικές πληροφορίες από τις οποίες οι σημαντικότερες είναι οι **διευθύνσεις αποστολέα (προέλευσης) και παραλήπτη (προορισμού)**.

Preamble

7 byte

0x55

SFD

1 byte

0xD5

Προορισμού

6 byte

MAC

Προέλευσης

6 byte

MAC

Τύπος/Μήκος

2 byte

Δεδομένα

46 - 1500 byte

FCS

4 byte

CRC-32

Πεδίο	Μήκος	Ρόλος
Προοίμιο (Preamble)	7 οκτάδες	Εναλλασσόμενοι άσοι και μηδενικά (0x55), για να διευκολυνθεί ο δέκτης ώστε να συγχρονιστεί με τον πομπό.
SFD (Start Frame Delimiter)	1 οκτάδα	Η οκτάδα 0xD5 που σηματοδοτεί την έναρξη του πλαισίου .
Διεύθυνση προορισμού	6 οκτάδες	Μπαίνει πρώτη ώστε να ενεργοποιηθεί έγκαιρα ο παραλήπτης.
Διεύθυνση προέλευσης	6 οκτάδες	Η MAC του αποστολέα.
Τύπος / Μήκος δεδομένων	2 οκτάδες	Προσδιορίζει το είδος των δεδομένων ή ποιο πρωτόκολλο ανωτέρου επιπέδου αφορούν. Αν έχει τιμή μικρότερη ή ίση του 1500 (0x5DC), τότε δηλώνει το μήκος των δεδομένων.
Δεδομένα (ωφέλιμο φορτίο)	46 - 1500 οκτάδες	Το μεταφερόμενο πακέτο ανωτέρου επιπέδου.
FCS (Frame Check Sequence)	4 οκτάδες	Σύμφωνα με τον αλγόριθμο CRC-32 , ώστε να είναι εφικτό να αναγνωριστεί από τον παραλήπτη οποιοδήποτε σφάλμα συμβεί κατά τη μετάδοση.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**InterPacketGap (IPG)**

Μετά το τέλος του πλαισίου ακολουθεί μια παύση διάρκειας 96 bit ώστε να επιτραπεί στα κυκλώματα του δέκτη να επεξεργαστούν το ληφθέν πλαίσιο και να είναι αυτός έτοιμος για τη λήψη επόμενου πλαισίου. Αυτό λέγεται InterPacketGap (IPG).

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**MTU (Maximum Transmission Unit)**

Το μήκος των δεδομένων του ωφέλιμου φορτίου του πλαισίου μπορεί να φτάσει από 46 μέχρι 1500 οκτάδες και ονομάζεται Μέγιστη μονάδα εκπομπής MTU (Maximum Transmission Unit).

Είναι απαίτηση του προτύπου το συνολικό μέγεθος του πλαισίου να μην είναι μικρότερο των **64 οκτάδων** (18 επικεφαλίδα και 46 φορτίο). Αν συμβαίνει να είναι μικρότερο τότε συμπληρώνεται συνήθως με μηδενικά (**padding**) για να φτάσει στο ελάχιστο μήκος.

Λυμένη άσκηση — Τα μεγέθη του πλαισίου

Ποιο είναι το ελάχιστο και ποιο το μέγιστο μέγεθος ενός πλαισίου Ethernet (χωρίς προοίμιο και SFD) και πώς προκύπτουν;

Βήμα 1 — Πόσο είναι η επικεφαλίδα του πλαισίου

Διεύθυνση προορισμού 6 + διεύθυνση προέλευσης 6 + Τύπος/Μήκος 2 = **14 byte**. Μαζί με το FCS των 4 byte, η «διαχειριστική» επιβάρυνση είναι **14 + 4 = 18 byte**.

Βήμα 2 — Ελάχιστο μέγεθος

Ελάχιστο φορτίο 46 byte: **18 + 46 = 64 byte**. Είναι η απαίτηση του προτύπου· αν το φορτίο είναι μικρότερο, συμπληρώνεται με μηδενικά (padding).

Βήμα 3 — Μέγιστο μέγεθος

Μέγιστο φορτίο (MTU) 1500 byte: **18 + 1500 = 1518 byte**.

Απάντηση: MTU = 1500 byte, ελάχιστο πλαίσιο **64 byte**, μέγιστο πλαίσιο **1518 byte**.

MAC = **48 bit** = 6 οκτάδες, σε δεκαεξαδικό· **24 bit OUI** (από το IEEE) + 24 bit του κατασκευαστή.

M-bit (I/G): 1 = πολυδιανομής. **X-bit (U/L):** 1 = τοπικά διαχειριζόμενη.

ff-ff-ff-ff-ff-ff = διεύθυνση εκπομπής.

Πλαίσιο: Preamble 7 · SFD 1 · Προορισμού 6 · Προέλευσης 6 · Τύπος/Μήκος 2 · Δεδομένα 46-1500 · FCS 4 (CRC-32).

MTU = 1500, ελάχιστο πλαίσιο **64 byte**, IPG = **96 bit**.

2.5 Ασύρματα Δίκτυα

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Ασύρματο δίκτυο

Ένα ασύρματο δίκτυο είναι ένα δίκτυο το οποίο δεν χρησιμοποιεί καλώδια για τις συνδέσεις των διαφόρων συσκευών που δικτυώνονται σε αυτό. Αντί του καλωδίου χρησιμοποιείται η μετάδοση ειδικά διαμορφωμένων οπτικών, υπέρυθρων ή ακόμα και ραδιοκυματικών σημάτων μέσω του αέρα.

Κυψελοειδή δίκτυα

Σήμερα τα ασύρματα δίκτυα με τη μεγαλύτερη εξάπλωση και εφαρμογή είναι τα **κυψελοειδή**, καθώς πολλά από τα ασύρματα συστήματα μπορούν να καταταχθούν ως ιδιαίτερες εφαρμογές ή απλές γενικεύσεις των κυψελοειδών δικτύων.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Κυψέλη (cell)

Κάθε δίκτυο καλύπτει μια περιοχή που ονομάζεται κυψέλη (cell) χρησιμοποιώντας ένα σταθμό βάσης (Base Station) και πολλούς ασύρματους χρήστες-δέκτες. Αντίστοιχα, κάθε κυψέλη καλύπτει με ασύρματο σήμα μια περίπου εξαγωνική ή κυκλική περιοχή και πολλές κυψέλες μαζί καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις με ασύρματο σήμα.

Προϋπόθεση για τη σύνδεση των μεταξύ τους συσκευών είναι να έχουν εξοπλιστεί με το **κατάλληλο υλικό διεπαφής** που επιτρέπει τη σύνδεσή τους μέσω ασύρματης τεχνολογίας.

Ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN)

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN)

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN, Wireless Local Area Network) είναι τα δίκτυα που επιτρέπουν σε ένα χρήστη κινητής συσκευής, όπως είναι ένας φορητός υπολογιστής, ένα έξυπνο τηλέφωνο ή ένα tablet, να συνδέονται σε ένα τοπικό δίκτυο (LAN) μέσω μιας ασύρματης σύνδεσης που χρησιμοποιεί υψηλής συχνότητας ραδιοκύματα.

Τα σημεία πρόσβασης συνδέονται **ενσύρματα** με έναν μεταγωγέα (switch) και στη συνέχεια με το ενσύρματο τοπικό δίκτυο (LAN). Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα **επέκτασης** του τοπικού δικτύου και παροχής δικτυακών υπηρεσιών σε μεγαλύτερο αριθμό συσκευών.

Πρωτόκολλο IEEE 802.11

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

IEEE 802.11

Το πρωτόκολλο που υλοποιεί τα ασύρματα τοπικά δίκτυα είναι το IEEE 802.11. Το πρωτόκολλο IEEE 802.11 διαιρείται σε μια ομάδα προτύπων ασύρματης δικτύωσης (εκδόσεις «a» έως «n»), τα οποία αποτελούν τα επικρατέστερα πρότυπα αυτής παγκοσμίως.

Στο πρωτόκολλο αυτό περιγράφονται τα **δύο κατώτερα επίπεδα του OSI**, δηλαδή το φυσικό επίπεδο και το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων, επιτρέποντας τη συνεργασία των συσκευών και εφαρμογών που ακολουθούν το πρότυπο αυτό.

Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Ethernet και το **CSMA/CA** (carrier sense multiple access with collision avoidance) για διαμοιρασμό του καναλιού, και για κρυπτογράφηση τους αλγόριθμους **WEP, WPA και WPA2**.

Κλασική παγίδα: στα ενσύρματα Ethernet (802.3) η μέθοδος είναι **CSMA/CD** — με ανίχνευση σύγκρουσης. Στα ασύρματα (802.11) είναι **CSMA/CA** — με αποφυγή σύγκρουσης.

Πρότυπο IEEE	Μέγιστος ρυθμός μετάδοσης	Συχνότητες
802.11	1 Mbps / 2 Mbps	2.4 GHz
802.11a	11 Mbps	5 GHz
802.11b	5.5 Mbps / 11 Mbps	2.4 GHz
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz
802.11n	600 Mbps	2.4 GHz & 5 GHz

Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point)

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point, AP)**

Ένα Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point, AP) είναι μια συσκευή που αναλαμβάνει τη λειτουργία της ραδιοεπικοινωνίας με τους ασύρματους σταθμούς σε μια κυψέλη. Η συσκευή αυτή μπορεί να είναι εξωτερική συνδεδεμένη ενσύρματα με ένα δρομολογητή, εσωτερική μονάδα σε ένα δρομολογητή ή υλοποιείται με χρήση λογισμικού και μιας κάρτας PCI σε ένα Η/Υ.

Το σημείο πρόσβασης λειτουργεί σαν **σταθμός βάσης**, συγκεντρώνοντας την κίνηση από τους ασύρματους σταθμούς και κατευθύνοντάς την προς το υπόλοιπο δίκτυο. Άλλες λειτουργίες που αναλαμβάνει είναι η **αυθεντικοποίηση** ενός καινούργιου σταθμού που ζητά πρόσβαση στο ασύρματο δίκτυο και η **συσχέτιση** μαζί του.

Οι τοπολογίες 2.5.1 και 2.5.2 — σύντομα

Η εξεταστέα ύλη αναφέρει «**2.5 Ασύρματα Δίκτυα**» χωρίς να απαριθμεί υποενότητες, ενώ αλλού (π.χ. στο 3.1) τις απαριθμεί μία προς μία. Επειδή η διατύπωση σηκώνει και τις δύο αναγνώσεις, να τι λέει το βιβλίο για τις δύο τοπολογίες, σε δυο γραμμές:

Ad-Hoc (2.5.1): «Ένα ασύρματο ad hoc δίκτυο (αυτοοργανωμένο ή κατ' απαίτηση) είναι ένας αποκεντρωμένος τύπος ασύρματου δικτύου και δεν βασίζεται σε κάποια προϋπάρχουσα υποδομή, όπως είναι η χρήση ασύρματων σημείων πρόσβασης (AP)». Κάθε κόμβος λαμβάνει μέρος στη δρομολόγηση προωθώντας τα δεδομένα προς τους άλλους κόμβους, δυναμικά.

Υποδομής / Infrastructure (2.5.2): οι ασύρματοι σταθμοί επικοινωνούν μέσω **σημείου πρόσβασης (AP)**, το οποίο συνδέει το ασύρματο με το ενσύρματο τοπικό δίκτυο — η τοπολογία που περιγράφεται και στην παράγραφο για τα WLAN παραπάνω.

Ασύρματο δίκτυο: χωρίς καλώδια — οπτικά, υπέρυθρα ή ραδιοκυματικά σήματα μέσω του αέρα.

Κυψέλη: η περιοχή που καλύπτει ένας σταθμός βάσης.

802.11: περιγράφει τα δύο κατώτερα επίπεδα του OSI, χρησιμοποιεί **CSMA/CA**, κρυπτογράφηση WEP/WPA/WPA2.

Το **AP** κάνει ραδιοεπικοινωνία, αυθεντικοποίηση και συσχέτιση των σταθμών.

Κεφάλαιο 3: Επίπεδο Δικτύου

3.1 Διευθυνσιοδότηση Internet Protocol έκδοση 4 (IPv4)

Ο ρόλος του επιπέδου Δικτύου

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Επίπεδο Δικτύου / Διαδικτύου

Το επίπεδο Δικτύου (Network layer) στο μοντέλο OSI ή το αντίστοιχο Διαδικτύου του TCP/IP παρέχει τη λογική διευθυνσιοδότηση για όλα τα διασυνδεδεμένα μεταξύ τους δίκτυα. Φροντίζει για την εύρεση της κατάλληλης διαδρομής και παράδοση του πακέτου δεδομένων στον τελικό κόμβο, έργο το οποίο χαρακτηρίζεται ως δρομολόγηση (routing).

Στην προσπάθεια αυτή το πακέτο μπορεί να χρειαστεί να διασπαστεί σε διάφορα τμήματα τα οποία μπορεί να φτάσουν από άλλες διαδρομές και με διαφορετική σειρά· όμως το επίπεδο δικτύου θα τα επανασυνθέσει και θα αναφέρει οποιαδήποτε προβλήματα παράδοσης προκύψουν.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Πρωτόκολλο IP και αυτοδύναμα πακέτα

Το επίπεδο Διαδικτύου στο μοντέλο TCP/IP έχει ως βασικό πρωτόκολλο το πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol - IP) το οποίο παρέχει υπηρεσίες αποκλειστικά χωρίς σύνδεση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιεί αυτοδύναμα πακέτα IP τα οποία ονομάζονται datagram (= data + telegram).

Τα άλλα πρωτόκολλα του επιπέδου

ICMP

Πρωτόκολλο μηνυμάτων ελέγχου Διαδικτύου (Internet Control Message Protocol). Χρησιμοποιείται κυρίως για την **αναφορά σφαλμάτων**, μετάδοση ερωτημάτων και αναμετάδοση (relaying) διαγνωστικών μηνυμάτων. Εξάρτηση αποτελούν οι εντολές ping και traceroute.

IGMP

Πρωτόκολλο διαχείρισης ομάδων Διαδικτύου (Internet Group Management Protocol).

Τα πρωτόκολλα ICMP και IGMP συνήθως **δε χρησιμοποιούνται από τους χρήστες** και τις εφαρμογές τους, αλλά από δικτυακές συσκευές και λογισμικό συστημάτων.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Διαδίκτυο (internet)

Δύο ή περισσότερα ανεξάρτητα δίκτυα διασυνδεδεμένα μεταξύ τους ώστε να λειτουργούν ως ένα μεγάλο δίκτυο συνθέτουν ένα Διαδίκτυο (internet - με το i μικρό/πεζό).

Σε ένα δίκτυο υπολογιστών, για να μπορέσει η πληροφορία να φτάσει στον υπολογιστή προορισμού με τη μορφή πακέτων δεδομένων, θα πρέπει οι υπολογιστές να προσδιορίζονται με **μοναδικό τρόπο** με κάποιο σχήμα διευθυνσιοδότησης — όπως οι κατοικίες σε μια πόλη εντοπίζονται από τον αριθμό, την οδό και τον ταχυδρομικό κώδικα.

Το επίπεδο Δικτύου παρέχει τη **λογική διευθυνσιοδότηση** και τη **δρομολόγηση**. Το **IP** παρέχει υπηρεσίες **αποκλειστικά χωρίς σύνδεση**, με **datagram**. Στο ίδιο επίπεδο λειτουργούν και τα **ICMP** και **IGMP**.

3.1.1 Διευθύνσεις IPv4

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Διεύθυνση IP

Το πρωτόκολλο IP ορίζει ότι οι υπολογιστές που συμμετέχουν σε ένα δίκτυο, χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο πρωτόκολλο (την έκδοση 4 - IPv4), αναγνωρίζονται με μοναδικό τρόπο από έναν 32μπιτο δυαδικό αριθμό, την διεύθυνση IP (IP Address).

Ένας τέτοιος αριθμός είναι π.χ. ο 11000000 10101000 00000001 00010010.

Στην πραγματικότητα ένας υπολογιστής μπορεί να έχει **περισσότερες διευθύνσεις**, μια διαφορετική για κάθε διαφορετικό δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένος — όπως μια γωνιακή οικία που έχει πρόσβαση σε δυο δρόμους. **Διεύθυνση IP έχει κάθε δικτυακή διεπαφή (Network Interface)** ενός υπολογιστή· έτσι ένας υπολογιστής με δυο κάρτες δικτύου μπορεί να έχει δυο διευθύνσεις.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Διεύθυνση αποκλειστικής διανομής (unicast)

Διεύθυνση που προσδιορίζει μια δικτυακή διασύνδεση (έναν υπολογιστή) χαρακτηρίζεται αποκλειστικής διανομής (unicast).

Τρόπος γραφής μιας διεύθυνσης IPv4

Επειδή ένας αριθμός σε δυαδική μορφή είναι δυσκολομνημόνευτος, έχει επικρατήσει να αναγράφεται ως εξής — τα ψηφία του:

- ομαδοποιούνται σε **τέσσερα τμήματα του ενός byte** και
- αναγράφονται τα αντίστοιχα **δεκαδικά τους ισοδύναμα**,
- διαχωριζόμενα από τα διπλανά τους με **τελείες**.

δυαδικά

Δυαδικά: 11000000 . 10101000 . 00000001 . 00010010

Δεκαδικά: 192 . 168 . 1 . 18

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Δεκαδική σημειογραφία με τελείες (four-part dotted decimal notation)

Σύμφωνα με αυτόν τον τρόπο γραφής μια διεύθυνση IP για να είναι σωστή θα πρέπει:

- να αποτελείται από τέσσερις δεκαδικούς αριθμούς διαχωρισμένους με τελείες
- κάθε αριθμός να είναι μεταξύ του μηδενός 0 και του 255 (αφού αυτές είναι οι τιμές που μπορεί να πάρει ένας οκταψήφιος δυαδικός αριθμός - byte, από 0 έως 2^8-1)

Λυμένη άσκηση — Σωστές και λάθος διευθύνσεις

Από τις παρακάτω διευθύνσεις IP σημειώστε ποιες είναι σωστές και ποιες λάθος. Για τις λάθος, αιτιολογήστε γιατί: (α) 192.168.1.12 · (β) 10.0.0.12.3 · (γ) 172.16.257.3 · (δ) 10.146.0.1 · (ε) 194.219.227.3 · (στ) 127.270.0.1 · (ζ) 192.268.1.1 · (η) 192.168.12.7.1

Ελέγχουμε πάντα δύο πράγματα: (1) ακριβώς τέσσερα τμήματα χωρισμένα με τελείες, (2) κάθε τμήμα από 0 έως 255.

A/A	Διεύθυνση	Σωστή / Λάθος	Γιατί;
α	192.168.1.12	ΣΩΣΤΗ	Τέσσερα τμήματα, όλα στο [0, 255]
β	10.0.0.12.3	ΛΑΘΟΣ	Έχει περισσότερα από τέσσερα τμήματα
γ	172.16.257.3	ΛΑΘΟΣ	Ένα τμήμα (257) είναι έξω από τα όρια 0 έως 255
δ	10.146.0.1	ΣΩΣΤΗ	Τέσσερα τμήματα, όλα στο [0, 255]
ε	194.219.227.3	ΣΩΣΤΗ	Τέσσερα τμήματα, όλα στο [0, 255]
στ	127.270.0.1	ΛΑΘΟΣ	Το 270 είναι έξω από τα όρια 0 έως 255
ζ	192.268.1.1	ΛΑΘΟΣ	Το 268 είναι έξω από τα όρια 0 έως 255
η	192.168.12.7.1	ΛΑΘΟΣ	Έχει πέντε τμήματα αντί για τέσσερα

Μετατροπή δυαδικού σε δεκαδικό (8 bit)

Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

Αξία ψηφίου

Η αξία του ψηφίου είναι ίση με τη βάση του συστήματος αρίθμησης (2 για το δυαδικό) υψωμένη σε δύναμη με εκθέτη τη θέση του ψηφίου (η αρίθμηση ξεκινά από τα δεξιά και την τιμή 0, προς τα αριστερά). Έτσι για το 5ο ψηφίο b5, η αξία είναι $2^5 = 32$.

δυαδικά

```

Αξία ψηφίου : 128 64 32 16 8 4 2 1
Ψηφίο       : 1  0  1  0  1  0  0  0
Θέση ψηφίου : b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0
  
```

Αθροίζοντας τις αξίες των άσσων: $128 + 32 + 8 = 168$. Δηλαδή $(10101000)_2 = (168)_{10}$.

Άλλα παραδείγματα: $(1100\ 0000)_2 = 128+64 = (192)_{10}$ · $(1001\ 0010)_2 = 128+16+2 = (146)_{10}$

Μετατροπή δεκαδικού σε δυαδικό (8 bit)

Λυμένη άσκηση — Ο αριθμός (205)₁₀ σε δυαδικό

Να μετατραπεί ο δεκαδικός 205 σε δυαδικό των 8 bit, με τη μέθοδο των διαδοχικών αφαιρέσεων του βιβλίου.

Ξεκινάμε από τη μεγαλύτερη αξία ψηφίου (128) και προς τα δεξιά. Κάθε φορά ελέγχουμε αν αφαιρείται· αν ναι, γράφουμε 1 και κρατάμε το υπόλοιπο, αν όχι, γράφουμε 0.

Βήμα	Αξία	Αφαιρείται;	Πράξη	Ψηφίο
1	128 (b7)	Ναι	$205 - 128 = 77$	1
2	64 (b6)	Ναι	$77 - 64 = 13$	1
3	32 (b5)	Όχι	—	0
4	16 (b4)	Όχι	—	0
5	8 (b3)	Ναι	$13 - 8 = 5$	1
6	4 (b2)	Ναι	$5 - 4 = 1$	1
7	2 (b1)	Όχι	—	0
8	1 (b0)	Ναι	$1 - 1 = 0$	1

Απάντηση: $(205)_{10} = 128 + 64 + 8 + 4 + 1 = (1100\ 1101)_2$

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΥΠΟΔΕΙΞΕΙΣ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ

Γρήγορες μετατροπές BIN ↔ DEC (8 bit)

1. Όταν έχουμε από δεξιά προς τα αριστερά συνεχόμενους άσους, ο αριθμός ισούται με την αξία του επόμενου προς τα αριστερά ψηφίου **μείον ένα**.

Π.χ. $(00011111)_2 = 32 - 1 = (31)_{10}$ — και επιβεβαιώνεται: $16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 31$.

2. Όταν έχουμε περισσότερους άσους από μηδενικά, συμφέρει να αθροίσουμε τις αξίες των θέσεων των **μηδενικών** και να την αφαιρέσουμε από το **255**.

Π.χ. $(11010111)_2 = 255 - (32 + 8) = 255 - 40 = (215)_{10}$ — και επιβεβαιώνεται: $128 + 64 + 16 + 4 + 2 + 1 = 215$.

Η IPv4 είναι **32μπιτος** δυαδικός αριθμός, γραμμένος σε **δεκαδική σημειογραφία με τελείες**.

Έγκυρη = 4 τμήματα, κάθε ένα από **0 έως 255**.

Διεύθυνση IP έχει **κάθε δικτυακή διεπαφή**, όχι κάθε υπολογιστής.

3.1.2 Κλάσεις (τάξεις) δικτύων - διευθύνσεων**Τα δύο τμήματα μιας διεύθυνσης**

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Net ID και Host ID**

Κάθε διεύθυνση IP αποτελείται από δυο τμήματα. Το πρώτο τμήμα είναι αναγνωριστικό του δικτύου (Network ID) ή πρόθεμα (prefix) στο οποίο ανήκει ο υπολογιστής και το δεύτερο το αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host ID) ή επίθεμα (suffix) μέσα στο συγκεκριμένο δίκτυο.

Το αναγνωριστικό του δικτύου είναι σαν την οδό στην οποία βρίσκεται μια οικία, ενώ το αναγνωριστικό του υπολογιστή σαν τον αριθμό επί της οδού που βρίσκεται η οικία.

δυναδικά

Διεύθυνση: 192 . 168 . 1 . 12
 n n n H
 └ Δίκτυο (network) ─┘ └ Υπολογιστής (Host)

Για παράδειγμα στη διεύθυνση 192.168.1.12, οι τρεις πρώτοι αριθμοί 192.168.1 προσδιορίζουν το δίκτυο **192.168.1.0** και ο τελευταίος (12) τον υπολογιστή No 12 του συγκεκριμένου δικτύου.

Τα δυο αυτά τμήματα διαφοροποιούνται ανάλογα με το **μέγεθος του δικτύου**. Αν το Host ID έχει εύρος 8 bit, το δίκτυο μπορεί να έχει μέχρι $2^8 = 256$ διευθύνσεις, κι αν εξαιρέσουμε τις τιμές 0 και 255 (η 0 προσδιορίζει τη διεύθυνση του δικτύου και η 255 τη διεύθυνση εκπομπής), απομένουν οι τιμές 1 έως 254, δηλαδή **254 υπολογιστές**. Με 16 bit για το Host ID έχουμε $2^{16} = 65536 - 2 = 65534$ υπολογιστές. Ανάλογα μειώνεται το μήκος του Net ID, ώστε συνολικά να είναι **32 bit**.

Οι τάξεις (κλάσεις) των δικτύων

Τάξη	1η οκτάδα (δυαδικά)	Δεκαδικό εύρος 1ης οκτάδας	Net ID / Host ID	Πλήθος δικτύων	Υπολογιστές ανά δίκτυο
A	0xxx xxxx	1 - 127	8 bit / 24 bit	126 (2^7-2)	16.777.214 ($2^{24}-2$)
B	10xx xxxx	128 - 191	16 bit / 16 bit	16.384 (2^{14})	65.534 ($2^{16}-2$)
C	110x xxxx	192 - 223	24 bit / 8 bit	2.097.152 (2^{21})	254 (2^8-2)
D	1110 xxxx	224 - 239	Πολυδιανομή (multicast) – ειδική χρήση		
E	1111 0xxx	240 - 247	Δεσμευμένη / πειραματική χρήση		

Προσοχή: «Από τις παραπάνω τάξεις, μόνο οι **A, B και C** χρησιμοποιούνται για την απόδοση διευθύνσεων σε υπολογιστές δικτύων για κανονική χρήση. Οι **D και E** έχουν ειδικές χρήσεις.»

Η ΣΗΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ**Πώς βρίσκουμε την τάξη μιας διεύθυνσης**

Το κριτήριο για τον προσδιορισμό της τάξης δικτύου στην οποία ανήκει μια διεύθυνση IP είναι η **μορφή της πρώτης οκτάδας της διεύθυνσης στο δυαδικό της ισοδύναμο**. Για λόγους ευκολίας χρησιμοποιούμε το δεκαδικό ισοδύναμο: 1-127, 128-191, 192-223, 224-239, 240-247.

Λυμένη άσκηση — Προσδιορισμός τάξης

Να βρεθεί η τάξη των δικτύων στα οποία ανήκουν οι διευθύνσεις: 192.168.1.12 · 10.146.0.1 · 172.16.32.253 · 127.0.0.1 · 194.219.227.1 · 155.54.12.17 · 122.122.11.53 · 223.54.136.133

Κοιτάμε **μόνο την πρώτη οκτάδα** και βρίσκουμε σε ποιο διάστημα ανήκει.

Διεύθυνση IP	Τάξη	Γιατί;	Προκαθορισμένη μάσκα
192.168.1.12	C	το 192 ανήκει στο διάστημα 192 .. 223	255.255.255.0 (/24)
10.146.0.1	A	το 10 ανήκει στο διάστημα 1 .. 127	255.0.0.0 (/8)
172.16.32.253	B	το 172 ανήκει στο διάστημα 128 .. 191	255.255.0.0 (/16)
127.0.0.1	A	το 127 ανήκει στο διάστημα 1 .. 127	255.0.0.0 (/8)
194.219.227.1	C	το 194 ανήκει στο διάστημα 192 .. 223	255.255.255.0 (/24)
155.54.12.17	B	το 155 ανήκει στο διάστημα 128 .. 191	255.255.0.0 (/16)
122.122.11.53	A	το 122 ανήκει στο διάστημα 1 .. 127	255.0.0.0 (/8)
223.54.136.133	C	το 223 ανήκει στο διάστημα 192 .. 223	255.255.255.0 (/24)

Διαχείριση και απόδοση διευθύνσεων IP**ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Ιεραρχία διαχείρισης**

Οι διευθύνσεις IP είναι μοναδικές στον κόσμο και διαχειρίζονται από κεντρικό φορέα διαχείρισης (**IANA/ICANN**) ο οποίος μεταβιβάζει αρμοδιότητες διαχείρισης σε περιφερειακούς καταχωρητές (**RIR** – Regional Internet Registry) και μέσω αυτών σε τοπικούς (**LIR** – Local Internet Registry) ή εθνικούς καταχωρητές (**NIR** – National Internet Registry).

Για την Ευρώπη, Μέση Ανατολή και Κεντρική Ασία περιφερειακός καταχωρητής Internet είναι το **RIPE NCC**.

Οι τελικοί απλοί ή και εταιρικοί χρήστες απευθύνονται στον **πάροχο υπηρεσιών Διαδικτύου (ISP)**, ο οποίος τους παρέχει πρόσβαση στο Διαδίκτυο μαζί με τις απαιτούμενες διευθύνσεις IP — διαφορετικές κάθε φορά (**δυναμικές**) ή τις ίδιες πάντα (**στατικές**) — και κατά κανόνα είναι και τοπικός καταχωρητής.

Ιδιωτικές διευθύνσεις IP

Για την υλοποίηση ιδιωτικών δικτύων, οι υπολογιστές των οποίων δεν έχουν άμεση πρόσβαση στο Διαδίκτυο, δεν είναι ανάγκη ο διαχειριστής να ζητήσει επίσημες διευθύνσεις IP. Έχουν προβλεφθεί περιοχές διευθύνσεων και των τριών τάξεων, που περιγράφονται στο RFC1918:

Τάξη	Από	Έως	Μορφή CIDR
A	10.0.0.0	10.255.255.255	10.0.0.0/8
B	172.16.0.0	172.31.255.255	172.16.0.0/12
C	192.168.0.0	192.168.255.255	192.168.0.0/16

Να το θυμάσαι: «Οι διευθύνσεις αυτές **ΔΕΝ δρομολογούνται** από τους δρομολογητές στο Διαδίκτυο.» Για την υλοποίηση ενός ιδιωτικού δικτύου IP, επιλέγονται διευθύνσεις **ΜΟΝΟΝ** από τον παραπάνω πίνακα και ανάλογα με το μέγεθος του δικτύου.

Κάθε IP = **Net ID** (πρόθεμα) + **Host ID** (επίθεμα), συνολικά 32 bit.

A: 1-127 (/8) · B: 128-191 (/16) · C: 192-223 (/24) · D: 224-239 multicast · E: 240-247 δεσμευμένη.

Ιδιωτικές: **10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16** — δεν δρομολογούνται στο Διαδίκτυο.

3.1.3 Σπατάλη διευθύνσεων IP

Το πρόβλημα με ένα παράδειγμα

Το παράδειγμα του βιβλίου — 55 υπολογιστές

Έστω ότι ένας οργανισμός έχει 55 υπολογιστές και θέλει να τους συνδέσει σε δίκτυο χρησιμοποιώντας το TCP/IP. Για τη διευθυνσιοδότησή τους, του παραχωρείται ένα δίκτυο τάξης C, π.χ. το **194.219.227.0**.

Το δίκτυο τάξης C μπορεί να έχει μέχρι και **254 υπολογιστές**. Χρησιμοποιώντας την περιοχή από 194.219.227.1 έως 194.219.227.55 για τους υπολογιστές του, οι υπόλοιπες διευθύνσεις παραμένουν **δεσμευμένες και ανεκμετάλλετες**.

Σπατάλη: $254 - 55 = 199$ διευθύνσεις μένουν αχρησιμοποίητες.

Το παράδειγμα του βιβλίου — από 250 σε 300 υπολογιστές

Έστω ότι ο ίδιος οργανισμός έχει 250 περίπου υπολογιστές και εκμεταλλεύεται όλο το εύρος των διευθύνσεων που του αποδίδεται. Λόγω διεύρυνσης των δραστηριοτήτων του, έχει ανάγκη επιπλέον υπολογιστών, π.χ. συνολικά 300.

Ένα δίκτυο τάξης C δεν φτάνει (μέγιστο 254). Θα πρέπει να του αποδοθεί διεύθυνση δικτύου **τάξης B**, που χωράει 65.534 υπολογιστές.

Συνέπεια: δεσμεύονται και παραμένουν ανεκμετάλλευτες **πάνω από 65.000 διευθύνσεις** για να εξυπηρετηθούν 300 υπολογιστές.

ΤΟ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ — ΑΥΤΟΥΣΙΟ**Οι δύο συνέπειες**

Το γεγονός αυτό οδηγεί γρήγορα στην **εξάντληση των διαθέσιμων διευθύνσεων IP** (ειδικά τάξης B).

Πέρα από τη σπατάλη και εξάντληση των διαθέσιμων διευθύνσεων, ο τρόπος αυτός εμφανίζει και **δυσχέρειες στη δρομολόγηση** των πακέτων δεδομένων και τη διαχείριση των πινάκων δρομολόγησης.

Η ΛΥΣΗ — ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Η λύση της μάσκας δικτύου**

Για να ξεπεραστούν τέτοιου είδους προβλήματα, γίνεται συστηματική και εξειδικευμένη χρήση της μάσκας δικτύου. Κάθε διεύθυνση IP συνοδεύεται από την μάσκα δικτύου, καταργώντας τις τάξεις διευθύνσεων και καθιερώνοντας τον αταξικό τρόπο δρομολόγησης (CIDR).

Η απόδοση ολόκληρων δικτύων τάξης οδηγεί σε **σπατάλη** και σε **εξάντληση** των διευθύνσεων IP (ειδικά τάξης B).

Δεύτερο πρόβλημα: **δυσχέρειες στη δρομολόγηση** και στη διαχείριση των πινάκων δρομολόγησης.

Η λύση: **μάσκα δικτύου** σε κάθε διεύθυνση → κατάργηση των τάξεων → **αταξική δρομολόγηση (CIDR)**.

3.1.4 Μάσκα δικτύου**Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ****Μάσκα δικτύου**

Η μάσκα δικτύου είναι ένας δυαδικός αριθμός 32 ψηφίων, ο οποίος συνοδεύει μια διεύθυνση IP και διευκρινίζει ποια ψηφία της διεύθυνσης ανήκουν στο αναγνωριστικό του δικτύου (Net ID - prefix) και ποια στο αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host ID - suffix) μέσα στο συγκεκριμένο δίκτυο.

Η μάσκα έχει **άσους (1)** στις θέσεις που τα αντίστοιχα ψηφία της διεύθυνσης ανήκουν στο αναγνωριστικό του δικτύου και **μηδενικά (0)** στις θέσεις που τα αντίστοιχα ψηφία της διεύθυνσης ανήκουν στο αναγνωριστικό του υπολογιστή.

δυαδικά

```
(δεκαδική μορφή) 192.      168.      1.      18
Διεύθυνση IP: 1100 0000 1010 1000 0000 0001 0001 0010
Μάσκα:          1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000
(δεκαδική μορφή) 255.      255.      255.      0
```

ΟΙ ΚΑΝΟΝΕΣ — ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Πώς είναι φτιαγμένη μια σωστή μάσκα

- Οι άσοι (1) βρίσκονται στο **αριστερό** μέρος,
- τα μηδενικά (0) στο **δεξιό** και
- **δεν μπορεί να μπλέκονται** μεταξύ τους άσοι και μηδενικά. Δηλαδή δε μπορεί ένας άσος να έχει στα αριστερά του μηδενικό ούτε ένα μηδενικό στα δεξιά του έναν άσο.

Η βασική πράξη: λογικό AND

Ο ΚΑΝΟΝΑΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

IP AND Μάσκα = Διεύθυνση Δικτύου

Η πράξη του Λογικού ΚΑΙ (AND), ψηφίο προς ψηφίο (bitwise), μεταξύ της διεύθυνσης IP και της μάσκας δικτύου δίνει τη διεύθυνση του δικτύου στο οποίο ανήκει ο υπολογιστής με τη συγκεκριμένη διεύθυνση IP.

δυαδικά

```
Διεύθυνση IP: 1100 0000 1010 1000 0000 0001 0001 0010   192.168.   1. 18
Μάσκα:          1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000   255.255.255.   0
-----
Δ/νση Δικτύου: 1100 0000 1010 1000 0000 0001 0000 0000   192.168.   1.   0
```

Υπενθύμιση για το AND: $1 \text{ AND } 1 = 1$, ενώ σε κάθε άλλη περίπτωση το αποτέλεσμα είναι 0. Πρακτικά: όπου η μάσκα έχει **1**, το ψηφίο της διεύθυνσης **μένει ως έχει**· όπου έχει **0**, το ψηφίο **μηδενίζεται**.

Προκαθορισμένες μάσκες δικτύων τάξης A, B, C

Τάξη	1η οκτάδα (δυαδικά)	Από	Έως	Μάσκα (δεκαδική με τελείες)	Μορφή CIDR
A	0xxx xxxx	0	127	255.0.0.0	/8
B	10xx xxxx	128	191	255.255.0.0	/16
C	110x xxxx	192	223	255.255.255.0	/24

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Μορφή CIDR

Εναλλακτικός τρόπος γραφής μιας μάσκας είναι η μορφή CIDR. Μετά τη διεύθυνση IP ακολουθεί πλάγια κάθετος και ένας αριθμός ο οποίος δηλώνει τους άσους της μάσκας ή αλλιώς τα ψηφία της διεύθυνσης που προσδιορίζουν το αναγνωριστικό δικτύου (prefix), π.χ. **192.168.1.12 / 24**.

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 3, ερ. 4

Υπολογίστε πόσους υπολογιστές μπορεί να έχει το δίκτυο στο οποίο ανήκει ο υπολογιστής 192.168.64.0/16 (μάσκα δικτύου 255.255.0.0).

Βήμα 1 — Πόσα bit μένουν για το Host ID

Η μάσκα /16 έχει 16 άσους, άρα το Net ID είναι 16 bit. Επειδή συνολικά η διεύθυνση είναι 32 bit, για το Host ID μένουν $32 - 16 = 16$ bit.

Βήμα 2 — Πόσες διευθύνσεις απαριθμούν 16 bit

$2^{16} = 65.536$ διευθύνσεις.

Βήμα 3 — Αφαιρούμε τις δύο ειδικές

Η πρώτη είναι η διεύθυνση δικτύου και η τελευταία η διεύθυνση εκπομπής· δεν δίνονται σε υπολογιστές.

$65.536 - 2 = 65.534$

Απάντηση: το δίκτυο μπορεί να έχει μέχρι **65.534 υπολογιστές**. Σημείωση: παρότι η διεύθυνση 192.168.64.0 ανήκει σε τάξη C, η **συνοδός μάσκα /16 υπερισχύει** — αυτή ορίζει το Net ID, όχι η τάξη.

Η μάσκα είναι **32 bit**: άσοι στο Net ID, μηδενικά στο Host ID, χωρίς να μπλέκονται.

IP AND Μάσκα = Διεύθυνση Δικτύου.

Πλήθος υπολογιστών = $2^{(\text{πλήθος bit του Host ID})} - 2$.

Η μορφή **CIDR (/n)** δηλώνει το πλήθος των άσων της μάσκας.

3.1.5 Ειδικές διευθύνσεις**ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Διεύθυνση Δικτύου**

Προσδιορίζει το δίκτυο στο οποίο ανήκει μια διεύθυνση. Για μια δεδομένη διεύθυνση IP, η διεύθυνση δικτύου είναι ο αριθμός ο οποίος είναι ίδιος με τη διεύθυνση στο τμήμα που αντιπροσωπεύει το αναγνωριστικό δικτύου, ενώ στο τμήμα που προσδιορίζει τον υπολογιστή έχει **μηδενικά** (στο δυαδικό του ισοδύναμο). Πρόκειται για το αποτέλεσμα του λογικού AND μεταξύ της διεύθυνσης IP και της μάσκας δικτύου.

Παράδειγμα: για την 192.168.1.18 με μάσκα 255.255.255.0 (ή 192.168.1.18/24), η διεύθυνση δικτύου είναι **192.168.1.0**.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Διεύθυνση Εκπομπής (Broadcast ή Bcast)**

Αφορά σε όλους τους υπολογιστές που ανήκουν στο ίδιο δίκτυο. Πακέτο με διεύθυνση προορισμού τη διεύθυνση εκπομπής λαμβάνεται από όλους τους υπολογιστές που ανήκουν στο ίδιο δίκτυο ή υποδίκτυο, όπως αυτό προσδιορίζεται από την αντίστοιχη μάσκα. Για μια δεδομένη διεύθυνση IP, η διεύθυνση εκπομπής είναι ο αριθμός ο οποίος είναι ίδιος με τη διεύθυνση στο τμήμα που αντιπροσωπεύει το αναγνωριστικό δικτύου, ενώ στο τμήμα που προσδιορίζει τον υπολογιστή έχει **άσους** (στο δυαδικό του ισοδύναμο).

Παράδειγμα: για την 192.168.1.18 με μάσκα 255.255.255.0, η διεύθυνση εκπομπής είναι **192.168.1.255**.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Διεύθυνση Πολυδιανομής (Multicast)**

Διευθύνσεις κλάσης D οι οποίες προσδιορίζουν μια ομάδα υπολογιστών/κόμβων. Για παράδειγμα στη διεύθυνση 224.0.0.2 «ακούνε» όλοι οι δρομολογητές του υποδικτύου.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Διεύθυνση επανατροφοδότησης (Loopback) — 127.0.0.0/8 και συνήθως 127.0.0.1/32**

Αναφέρεται στον ίδιο τον τοπικό υπολογιστή. Ένας υπολογιστής, ακόμη κι αν δεν έχει καμιά δικτυακή διασύνδεση, στέλνοντας πακέτα με προορισμό (destination) τη διεύθυνση 127.0.0.1 (ή και οποιαδήποτε άλλη διεύθυνση του δικτύου 127.0.0.0/8) αυτά διεκπεραιώνονται πίσω (επανατροφοδοτούνται) στον ίδιο του τον εαυτό.

0.0.0.0/8 (Limited source)

Συναντάται μόνον ως διεύθυνση **προέλευσης** (source) και δηλώνει πακέτα από υπολογιστές του «ίδιου» του δικτύου στο οποίο ανήκει και ο συγκεκριμένος υπολογιστής, ενώ η **0.0.0.0/32** δηλώνει πακέτα του «ίδιου» του υπολογιστή.

169.254.0.0/16 (Link local)

Υπολογιστές ρυθμισμένοι να παίρνουν αυτόματες δικτυακές ρυθμίσεις από διακομιστή **DHCP**, όταν **δεν λάβουν απόκριση** — είτε επειδή δεν υπάρχει τέτοιος διακομιστής είτε επειδή υπάρχει κάποιος άλλο πρόβλημα — παίρνουν μια τυχαία διεύθυνση από αυτήν την περιοχή.

Τύποι διευθύνσεων IPv4

Διεύθυνση IP υπολογιστή (Host)	Τι προσδιορίζει	Παράδειγμα
αποκλειστικής διανομής (unicast)	προσδιορίζει έναν (1) υπολογιστή - host (μια διασύνδεση)	192.168.1.3
πολυδιανομής (multicast)	προσδιορίζει ομάδα (group) υπολογιστών	224.0.0.2
εκπομπής ή ακρόασης (broadcast)	προσδιορίζει όλους τους υπολογιστές ενός δικτύου ή υποδικτύου	192.168.1.255

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 3, ερ. 2

Για τον υπολογιστή με διεύθυνση IP 192.168.1.18 να δώσετε: 1) την κλάση-τάξη δικτύου, 2) την προκαθορισμένη μάσκα δικτύου, 3) τη διεύθυνση δικτύου και τη διεύθυνση εκπομπής, 4) την περιοχή διευθύνσεων που ανήκουν στο ίδιο δίκτυο και τον συνολικό αριθμό υπολογιστών.

1) Κλάση

Η πρώτη οκτάδα είναι το **192**, που ανήκει στο διάστημα 192 .. 223 → **τάξη C**.

2) Προκαθορισμένη μάσκα

Για τάξη C: **255.255.255.0** ή /24. Άρα Net ID = 24 bit, Host ID = 8 bit.

3) Διεύθυνση δικτύου και εκπομπής

δυαδικά

IP:	1100 0000 1010 1000 0000 0001 0001 0010	192.168.1. 18	AND
Μάσκα:	1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000	255.255.255.0	
Δίκτυο:	1100 0000 1010 1000 0000 0001 0000 0000	192.168.1. 0	
Bcast :	1100 0000 1010 1000 0000 0001 1111 1111	192.168.1.255	

Στο Host ID βάζουμε **μηδενικά** για τη διεύθυνση δικτύου και **άσους** για τη διεύθυνση εκπομπής.

4) Περιοχή διευθύνσεων και πλήθος υπολογιστών

Οι διευθύνσεις υπολογιστών είναι όλες όσες μένουν ανάμεσα στις δύο ειδικές: από **192.168.1.1** έως **192.168.1.254**.

Πλήθος = $2^8 - 2 = 256 - 2 = 254$ υπολογιστές.

Απάντηση: τάξη **C** · μάσκα **255.255.255.0 (/24)** · δίκτυο **192.168.1.0** · εκπομπή **192.168.1.255** · περιοχή **192.168.1.1 - 192.168.1.254** · **254** υπολογιστές.

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 3, ερ. 3

Τα ίδια ερωτήματα για τον υπολογιστή με διεύθυνση IP 172.16.1.18.

1) Κλάση

Η πρώτη οκτάδα είναι το **172**, που ανήκει στο διάστημα 128 .. 191 → **τάξη B**.

2) Προκαθορισμένη μάσκα

Για τάξη B: **255.255.0.0** ή /16. Net ID = 16 bit (οι δύο πρώτες οκτάδες), Host ID = 16 bit (οι δύο τελευταίες).

3) Διεύθυνση δικτύου και εκπομπής

Μηδενίζουμε τις **δύο τελευταίες** οκτάδες για το δίκτυο και τις γεμίζουμε με άσους (255) για την εκπομπή:

Διεύθυνση δικτύου: **172.16.0.0** — Διεύθυνση εκπομπής: **172.16.255.255**

4) Περιοχή διευθύνσεων και πλήθος υπολογιστών

Από **172.16.0.1** έως **172.16.255.254**. Πλήθος = $2^{16} - 2 = 65.536 - 2 = 65.534$ υπολογιστές.

Απάντηση: τάξη **B** · μάσκα **255.255.0.0 (/16)** · δίκτυο **172.16.0.0** · εκπομπή **172.16.255.255** · περιοχή **172.16.0.1 - 172.16.255.254** · **65.534** υπολογιστές.

Διεύθυνση δικτύου: Host ID όλο **μηδενικά** (= IP AND μάσκα).

Διεύθυνση εκπομπής: Host ID όλο **άσους**.

127.0.0.1 = loopback · **224.x.x.x** = multicast (κλάση D) · **169.254.0.0/16** = όταν αποτύχει το DHCP.

3.1.6 Υποδικτύωση

Γιατί χωρίζουμε ένα δίκτυο

ΟΙ ΛΟΓΟΙ — ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Πολλές φορές προκύπτει η ανάγκη ένα δίκτυο να χωριστεί σε περισσότερα, μικρότερα υποδίκτυα. Οι λόγοι μπορεί να είναι:

- **Οικονομία διευθύνσεων IP.** Π.χ. ένα δίκτυο τάξης B το οποίο μπορεί να έχει 65534 υπολογιστές θα μπορούσε να χωριστεί σε 8 υποδίκτυα και να μοιραστεί σε ισάριθμες εταιρείες, εφόσον καμιά απ' αυτές δεν πρόκειται να χρειαστεί δίκτυο με παραπάνω από 8190 υπολογιστές.
- **Διαχειριστικοί λόγοι.** Ένα δίκτυο τάξης C, μιας εταιρείας, χωρίζεται σε υποδίκτυα με βάση την οργανωτική δομή της εταιρείας. Ένα υποδίκτυο για το Τμήμα Πωλήσεων, άλλο για το Λογιστήριο και το Τμήμα Προσωπικού και άλλο για το Τεχνικό Τμήμα.

Τα δύο βήματα της υποδικτύωσης

Η ΜΕΘΟΔΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Η υποδικτύωση με δεδομένη τη διεύθυνση δικτύου και την προκαθορισμένη μάσκα δικτύου πραγματοποιείται σε δυο βήματα:

- Με βάση την απαίτηση για **n υποδίκτυα** ή **m υπολογιστές ανά υποδίκτυο**, υπολογίζεται η νέα μάσκα δικτύου δεσμεύοντας δυαδικά ψηφία από το αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host ID) και παραχωρώντας τα στο αναγνωριστικό δικτύου (Net ID).
- Υπολογίζονται οι **περιοχές διευθύνσεων** καθώς και οι **διευθύνσεις (υπο-)δικτύου και εκπομπής** για κάθε υποδίκτυο, από τις οποίες διευθυνσιοδοτούνται οι υπολογιστές του κάθε υποδικτύου.

δυναδικά

```
Πριν : <Net_ID> . <Host_ID>
Μετά : <Net_ID> . <Subnet_ID> . <Host_ID>
       δανείζουμε bit από το Host_ID προς τα αριστερά →
```

Ο πίνακας που χρειάζεσαι σε κάθε άσκηση

Ψηφία (bit)	Δύναμη	Αριθμήσιμα αντικείμενα
1	2^1	2
2	2^2	4
3	2^3	8
4	2^4	16
5	2^5	32
6	2^6	64
7	2^7	128
8	2^8	256

Παράδειγμα 3.1.6.α (Δραστηριότητα 1η) — χωρισμός σε υποδίκτυα

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου 192.168.3.0/24, δηλαδή με μάσκα δικτύου 255.255.255.0. Να χωριστεί το δίκτυο σε έξι τουλάχιστον υποδίκτυα και να δοθούν οι περιοχές διευθύνσεων καθώς και οι διευθύνσεις υποδικτύου και εκπομπής για κάθε υποδίκτυο. Πόσους υπολογιστές μπορεί να έχει το κάθε υποδίκτυο;

Βήμα 1 — Πόσα bit χρειάζεται το Subnet_ID

Η διεύθυνση στο δίκτυο 192.168.3.0/24 είναι της μορφής <Net_ID>, <Host_ID> με μήκη σε δυαδικά ψηφία **24, 8**. Μετά την υποδικτύωση θα είναι <Net_ID>, <Subnet_ID>, <Host_ID> με Net_ID: 24 bit και Subnet_ID + Host_ID: 8 bit.

Εφόσον το Subnet_ID πρέπει να μπορεί να απαριθμήσει **6 υποδίκτυα**: με 2 bit απαριθμούμε $2^2 = 4$ (δεν αρκούν), με 3 bit απαριθμούμε $2^3 = 8$ (αρκούν). Άρα **Subnet_ID = 3 bit**.

Βήμα 2 — Η νέα μάσκα

Τα τρία σημαντικότερα ψηφία του αρχικού Host_ID γίνονται **άσοι** στη μάσκα. Το Host_ID απομένει $8 - 3 = 5$ bit.

δυαδικά

```
Μάσκα Δικτύου : 11111111 11111111 11111111 00000000    255.255.255.  0
Μάσκα υποδικτ.: 11111111 11111111 11111111 11100000    255.255.255.224
```

Η νέα μάσκα είναι η **255.255.255.224** και το δεδομένο δίκτυο γράφεται ως **192.168.3.0/27** ($24 + 3 = 27$ άσοι).

Βήμα 3 — Οι περιοχές των υποδικτύων

Το «βήμα» από υποδίκτυο σε υποδίκτυο είναι $2^5 = 32$ διευθύνσεις. Η στήλη A/A ταυτίζεται με την τιμή των ψηφίων του Subnet_ID (αρίθμηση από το 0).

A/A	4η οκτάδα (δυαδικά)	Διεύθυνση υποδικτύου	Περιοχή υπολογιστών	Διεύθυνση εκπομπής
0	000 00000 - 000 11111	192.168.3.0	192.168.3.1 - 192.168.3.30	192.168.3.31
1	001 00000 - 001 11111	192.168.3.32	192.168.3.33 - 192.168.3.62	192.168.3.63
2	010 00000 - 010 11111	192.168.3.64	192.168.3.65 - 192.168.3.94	192.168.3.95
3	011 00000 - 011 11111	192.168.3.96	192.168.3.97 - 192.168.3.126	192.168.3.127
4	100 00000 - 100 11111	192.168.3.128	192.168.3.129 - 192.168.3.158	192.168.3.159
5	101 00000 - 101 11111	192.168.3.160	192.168.3.161 - 192.168.3.190	192.168.3.191
6	110 00000 - 110 11111	192.168.3.192	192.168.3.193 - 192.168.3.222	192.168.3.223
7	111 00000 - 111 11111	192.168.3.224	192.168.3.225 - 192.168.3.254	192.168.3.255

Βήμα 4 — Υπολογιστές ανά υποδίκτυο

Το Host_ID είναι 5 bit $\rightarrow 2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$ υπολογιστές ανά υποδίκτυο.

Απάντηση: νέα μάσκα **255.255.255.224 (/27)** · το δίκτυο χωρίστηκε σε **8 υποδίκτυα** (χρησιμοποιούνται τα 6, τα υπόλοιπα μένουν ελεύθερα για μελλοντική χρήση) · **30 υπολογιστές** ανά υποδίκτυο.

Παρατήρηση του βιβλίου: ανεξάρτητα με τον ζητούμενο αριθμό, ο συνολικός αριθμός των υποδικτύων είναι **πάντα δύναμη του δύο (2^n)**.

Ένα δίκτυο τάξης C έχει 254 διαθέσιμες διευθύνσεις. Υποδικτυωμένο σε 8 υποδίκτυα, μπορεί να έχει μέχρι $8 \times 30 = 240$ υπολογιστές, μια απώλεια συνολικά **14**. Συνεπώς η υποδικτύωση έχει ως επακόλουθο τη μείωση των διαθέσιμων συνολικά διευθύνσεων, υπέρ της διαχείρισης ή της αποφυγής απώλειας περισσότερων διευθύνσεων.

Παράδειγμα 3.1.6.β (Δραστηριότητα 2η) — χωρισμός με βάση τους υπολογιστές

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου 192.168.17.0/24, δηλαδή με μάσκα 255.255.255.0. Να χωριστεί το δίκτυο σε υποδίκτυα των 50 τουλάχιστον υπολογιστών και να δοθούν οι περιοχές διευθύνσεων καθώς και οι διευθύνσεις υποδικτύου και εκπομπής για κάθε υποδίκτυο. Πόσα υποδίκτυα μπορεί να έχει συνολικά;

Βήμα 1 — Πόσα bit χρειάζεται το Host_ID

Ανατρέχοντας στον πίνακα, για να απαριθμηθούν **50 υπολογιστές** απαιτούνται **έξι (6) bit ($2^6 = 64$)** με 5 bit έχουμε μόνο 32, δεν αρκούν).

Συνεπώς για το Subnet_ID διατίθενται $8 - 6 = 2$ bit.

Βήμα 2 — Η νέα μάσκα

δυναδικά

Μάσκα Δικτύου : 11111111 11111111 11111111 00000000 255.255.255. 0
 Μάσκα υποδικτ.: 11111111 11111111 11111111 11000000 255.255.255.192

Η νέα μάσκα είναι η **255.255.255.192** και το δίκτυο γράφεται ως **192.168.17.0/26**.

Βήμα 3 — Οι περιοχές των υποδικτύων

Βήμα από υποδίκτυο σε υποδίκτυο: $2^6 = 64$ διευθύνσεις.

A/A	4η οκτάδα (δυναδικά)	Διεύθυνση υποδικτύου	Περιοχή υπολογιστών	Διεύθυνση εκπομπής
0	00 000000 - 00 111111	192.168.17.0	192.168.17.1 - 192.168.17.62	192.168.17.63
1	01 000000 - 01 111111	192.168.17.64	192.168.17.65 - 192.168.17.126	192.168.17.127
2	10 000000 - 10 111111	192.168.17.128	192.168.17.129 - 192.168.17.190	192.168.17.191
3	11 000000 - 11 111111	192.168.17.192	192.168.17.193 - 192.168.17.254	192.168.17.255

Βήμα 4 — Πλήθος υποδικτύων και υπολογιστών

Subnet_ID 2 bit $\rightarrow 2^2 = 4$ υποδίκτυα. Host_ID 6 bit $\rightarrow 2^6 - 2 = 62$ υπολογιστές ανά υποδίκτυο (ικανοποιεί την απαίτηση για 50).

Απάντηση: νέα μάσκα **255.255.255.192 (/26)** · 4 υποδίκτυα · 62 υπολογιστές ανά υποδίκτυο.

Σύγκριση: εδώ $4 \times 62 = 248$ υπολογιστές, απώλεια μόνο **6** έναντι των 14 του προηγούμενου παραδείγματος. Διαπιστώνεται ότι κατά την υποδικτύωση, **όσο μικρότερος είναι ο αριθμός των υποδικτύων τόσο μικρότερη είναι η απώλεια σε διαθέσιμες διευθύνσεις.**

Δραστηριότητα 3η — υποδικτύωση δικτύου κλάσης B

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου 172.25.0.0/16, δηλαδή με μάσκα 255.255.0.0. Να χωριστεί σε 24 τουλάχιστον υποδίκτυα και να δοθούν οι περιοχές διευθύνσεων και οι διευθύνσεις υποδικτύου και εκπομπής για τα τέσσερα (4) πρώτα υποδίκτυα. Πόσα υποδίκτυα μπορεί να έχει συνολικά και πόσους υπολογιστές ανά υποδίκτυο;

Βήμα 1 — Πόσα bit χρειάζεται το Subnet_ID

Για 24 υποδίκτυα: με 4 bit έχουμε $2^4 = 16$ (δεν αρκούν), με **5 bit** έχουμε $2^5 = 32$ (αρκούν). Άρα Subnet_ID = **5 bit**.

Βήμα 2 — Η νέα μάσκα

Η κλάση B έχει Net_ID 16 bit και Host_ID 16 bit. Δανείζουμε 5 bit: Net_ID + Subnet_ID = $16 + 5 = 21$, Host_ID = $16 - 5 = 11$ bit.

δυναδικά

Μάσκα Δικτύου : 11111111 11111111 00000000 00000000 255.255. 0.0
 Μάσκα υποδικτ.: 11111111 11111111 11111000 00000000 255.255.248.0

$(11111000)_2 = 128+64+32+16+8 = 248$. Νέα μάσκα: **255.255.248.0** → **172.25.0.0/21**.

Βήμα 3 — Το βήμα των υποδικτύων

Το Host_ID είναι 11 bit → $2^{11} = 2048$ διευθύνσεις ανά υποδίκτυο. Στην 3η οκτάδα το βήμα είναι $2048 / 256 = 8$.

A/A	Διεύθυνση υποδικτύου	Περιοχή υπολογιστών	Διεύθυνση εκπομπής
0	172.25.0.0	172.25.0.1 – 172.25.7.254	172.25.7.255
1	172.25.8.0	172.25.8.1 – 172.25.15.254	172.25.15.255
2	172.25.16.0	172.25.16.1 – 172.25.23.254	172.25.23.255
3	172.25.24.0	172.25.24.1 – 172.25.31.254	172.25.31.255

Βήμα 4 — Σύνολα

Υποδίκτυα: $2^5 = 32$. Υπολογιστές ανά υποδίκτυο: $2^{11} - 2 = 2048 - 2 = 2046$.

Απάντηση: νέα μάσκα **255.255.248.0 (/21)** · **32 υποδίκτυα** · **2046 υπολογιστές** ανά υποδίκτυο.

Υποδικτύωση = δανείζουμε bit από το **Host_ID** στο **Net_ID** (Subnet_ID).

Για **n υποδίκτυα** ψάχνουμε το μικρότερο x με $2^x \geq n$ · για **m υπολογιστές** το μικρότερο y με $2^y - 2 \geq m$.

Πλήθος υποδικτύων = $2^{\text{Subnet_ID}}$ · υπολογιστές ανά υποδίκτυο = $2^{\text{Host_ID}} - 2$.

Όσο **λιγότερα** τα υποδίκτυα, τόσο **μικρότερη** η απώλεια διευθύνσεων.

3.1.7 Αταξική δρομολόγηση (CIDR), υπερδικτύωση και μάσκες μεταβλητού μήκους

Το τέλος των κλάσεων

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Αταξική δρομολόγηση (CIDR — Classless Inter Domain Routing)

Εφόσον μια διεύθυνση IP συνοδεύεται από τη μάσκα της, παύει να ισχύει η τάξη/κλάση της διεύθυνσης, όπως αυτή ορίστηκε αρχικά, και το αναγνωριστικό του δικτύου είναι αυτό που ορίζει η συνοδός μάσκα. Έτσι διευκολύνεται η διαδικασία της δρομολόγησης και της διαχείρισης πινάκων δρομολόγησης από τους δρομολογητές IPv4.

Όλος ο χώρος των διευθύνσεων IPv4 αντιμετωπίζεται από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης ως **ενιαίος χώρος, χωρίς τάξεις/κλάσεις** (Classless Inter Domain Routing - CIDR).

Υπερδικτύωση

Το παράδειγμα του βιβλίου — εταιρεία με ~1000 υπολογιστές

Μια εταιρεία με αυξημένες ανάγκες δικτύωσης (~1000 υπολογιστές). Αντί να της δοθεί ένα δίκτυο κλάσης B, με σπατάλη ~64000 διευθύνσεων, δίνονται τέσσερα διαδοχικά δίκτυα κλάσης C. Πώς αντιμετωπίζονται ως ενιαίο δίκτυο;

Βήμα 1 — Πόσα bit πρέπει να δοθούν στο Host_ID

Για να αντιμετωπίζονται ως ενιαίο δίκτυο, **δύο ψηφία ($2^2 = 4$)** από το αναγνωριστικό δικτύου (Net_ID) παραχωρούνται στο αναγνωριστικό υπολογιστή (Host_ID).

Βήμα 2 — Η νέα μάσκα

Από /24 πάμε σε /22:

δυναμικά

Μάσκα κλάσης C: 11111111.11111111.11111111.00000000 255.255.255.0 (/24)
 Νέα μάσκα : 11111111.11111111.11111100.00000000 255.255.252.0 (/22)

$$(11111100)_2 = 255 - (2+1) = 252.$$

Βήμα 3 — Το ενιαίο δίκτυο

Π.χ. το δίκτυο **192.168.128.0/22** (μάσκα 255.255.252.0) περιλαμβάνει τις διευθύνσεις από **192.168.128.0** έως **192.168.131.255**.

	3η οκτάδα (δυναμικά)	4η οκτάδα	Διεύθυνση
Από	10000000	00000000	192.168.128.0
Έως	10000011	11111111	192.168.131.255

Χωρητικότητα: Host_ID = $32 - 22 = 10 \text{ bit} \rightarrow 2^{10} - 2 = 1022 \text{ υπολογιστές}$, αρκετοί για τους ~1000 της εταιρείας.

Απάντηση: ενιαίο δίκτυο **192.168.128.0/22** με μάσκα **255.255.252.0**, διεύθυνση δικτύου **192.168.128.0**, διεύθυνση εκπομπής **192.168.131.255**. Δεν υπάρχει θέμα ορισμού υποδικτύων — το δίκτυο είναι ενιαίο.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Υπερδικτύωση

Στην υποδικτύωση, από το αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host_ID) δόθηκαν ψηφία στο αναγνωριστικό του δικτύου (Net_ID) ως Subnet_ID. Αντιθέτως, δίνοντας ψηφία από το (Net_ID) στο αναγνωριστικό υπολογιστή (Host_ID), η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται ως **υπερδικτύωση** (δημιουργούνται μεγαλύτερα δίκτυα).

	Υποδικτύωση	Υπερδικτύωση
Ροή ψηφίων	Host_ID → Net_ID	Net_ID → Host_ID
Μάσκα	Μεγαλώνει (π.χ. /24 → /27)	Μικραίνει (π.χ. /24 → /22)
Αποτέλεσμα	Πολλά μικρότερα δίκτυα	Ένα μεγαλύτερο, ενιαίο δίκτυο
Σκοπός	Οικονομία διευθύνσεων, διαχειριστικοί λόγοι	Κάλυψη αναγκών χωρίς σπατάλη ολόκληρης κλάσης B

Μάσκες μεταβλητού μήκους (VLSM)

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

VLSM (Variable Length Subnet Masking)

Εδώ πρέπει να επισημανθεί ότι και στην περίπτωση της υποδικτύωσης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μεταβλητού μήκους μάσκες υποδικτύωσης (Variable Length Subnet Masking - VLSM) για διαφορετικά υποδίκτυα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα **διαφορετικού μεγέθους υποδίκτυα**. Να εφαρμόσουμε δηλαδή υποδικτύωση σε υποδίκτυο.

Λυμένη άσκηση — Ερωτήσεις Κεφαλαίου 3, ερ. 5 και 7

Οι υπολογιστές με διευθύνσεις IP 192.168.31.12/22 και 192.168.47.13/22 (η μάσκα /22 είναι 255.255.252.0) ανήκουν στο ίδιο δίκτυο; Ποιοι υπολογιστές ανήκουν στο ίδιο δίκτυο με τον 192.168.31.12/22;

Ο μόνος τρόπος να απαντήσουμε είναι να βρούμε τη διεύθυνση δικτύου του καθενός με λογικό AND και να τις συγκρίνουμε.

Βήμα 1 — Η διεύθυνση δικτύου του 192.168.31.12/22

Η μάσκα /22 αγγίζει την 3η οκτάδα: 255.255.252.0, δηλαδή 1111 1100 στην 3η οκτάδα.

δυναδικά

```
3η οκτάδα IP : 31 = 00011111
3η οκτάδα μάσ: 252 = 11111100
AND : 00011100 = 28
```

Άρα διεύθυνση δικτύου: **192.168.28.0/22**.

Βήμα 2 — Η διεύθυνση δικτύου του 192.168.47.13/22

δυναδικά

```
3η οκτάδα IP : 47 = 00101111
3η οκτάδα μάσ: 252 = 11111100
AND : 00101100 = 44
```

Άρα διεύθυνση δικτύου: **192.168.44.0/22**.

Βήμα 3 — Σύγκριση

192.168.28.0 $\neq$ 192.168.44.0 → οι δύο υπολογιστές **ΔΕΝ** ανήκουν στο ίδιο δίκτυο.

Βήμα 4 — Ποιοι ανήκουν στο ίδιο δίκτυο με τον 192.168.31.12/22

Το δίκτυο 192.168.28.0/22 έχει Host_ID 10 bit → $2^{10} = 1024$ διευθύνσεις. Ξεκινά στην 192.168.28.0 και τελειώνει στην 192.168.31.255 (διεύθυνση εκπομπής).

Απάντηση: Όχι, δεν ανήκουν στο ίδιο δίκτυο (192.168.28.0/22 έναντι 192.168.44.0/22). Στο ίδιο δίκτυο με τον 192.168.31.12/22 ανήκουν όλοι οι υπολογιστές με διευθύνσεις από **192.168.28.1** έως **192.168.31.254** (1022 υπολογιστές).

Με τη **μάσκα** δίπλα στη διεύθυνση, η **κλάση παύει να ισχύει** — αυτό είναι το CIDR.

Υπερδικτύωση: ψηφία από το Net_ID προς το Host_ID → μεγαλύτερα δίκτυα.

VLSM: διαφορετικές μάσκες σε διαφορετικά υποδίκτυα → υποδίκτυα διαφορετικού μεγέθους. Δύο διευθύνσεις είναι στο ίδιο δίκτυο **μόνο** αν το AND με τη μάσκα δίνει την ίδια διεύθυνση δικτύου.

3.2 Το αυτοδύναμο πακέτο IP (datagram) - Δομή πακέτου

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Τι κάνει το πρωτόκολλο IP

Το πρωτόκολλο Διαδικτύου (Internet Protocol - IP) ενθυλακώνει τα πακέτα δεδομένων που του προωθούνται από το ανώτερο επίπεδο σε αυτοδύναμα πακέτα (datagrams). Στην επικεφαλίδα των πακέτων αυτών, σε αντίστοιχα πεδία, προσθέτει όλες τις απαραίτητες διαχειριστικές πληροφορίες ώστε να γίνει εφικτή η εύρεση του προορισμού και η επιτυχής δρομολόγηση από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης.

Οι σημαντικότερες από αυτές είναι η **διεύθυνση IP προέλευσης (source IP)** και η **διεύθυνση IP προορισμού (destination IP)**, μήκους **32 bit** η καθεμιά.

Τα πεδία της επικεφαλίδας IPv4

Πεδίο	Μήκος	Τι κάνει
Έκδοση (Version)	4 bit	Δηλώνει την έκδοση του χρησιμοποιούμενου πρωτοκόλλου Διαδικτύου (4: IPv4, 6: IPv6). Στο IPv6 η επικεφαλίδα διαφοροποιείται και έχει ελάχιστο μήκος 40 bytes.
Μήκος επικεφαλίδας (IHL)	4 bit	Εκφράζει το μήκος της επικεφαλίδας σε λέξεις των 32 bit (4άδες byte). Ελάχιστο: 5 λέξεις ή 20 byte. Μέγιστο: 15 λέξεις ή 60 byte (=15×4).
Τύπος Υπηρεσίας (Type of Service)	8 bit	Περιγράφει πώς πρέπει να χειριστεί το πακέτο κάθε κόμβος δίνοντας προτεραιότητα στην ταχύτητα, στην αξιοπιστία ή στον ρυθμό διακίνησης (throughput). Σε νεότερη αναθεώρηση (RFC2474) γίνεται DSCP (6 bit) και ECN (2 bit), για υπηρεσίες όπως το VoIP.
Συνολικό μήκος (Total length)	16 bit	Το συνολικό μήκος του πακέτου (επικεφαλίδα + δεδομένα) σε byte. Τιμές από 20 (ελάχιστη επικεφαλίδα χωρίς δεδομένα) μέχρι 65535 (=16 άσοι).
Αναγνώριση (Identification)	16 bit	Η ταυτότητα του πακέτου . Διαφορετικό σε κάθε πακέτο, αλλά ίδιο σε όλα τα τμήματα του ίδιου αρχικού πακέτου .
Σημαία DF (Don't Fragment)	1 bit	Όταν είναι 1, το πακέτο δεν επιτρέπεται να διασπαστεί .
Σημαία MF (More Fragments)	1 bit	Όταν είναι 1 δηλώνει ότι ακολουθούν και άλλα τμήματα · όταν είναι 0 δηλώνει ότι είναι το τελευταίο τμήμα διασπασμένου πακέτου ή μεμονωμένο πακέτο.
Σχετική θέση Τμήματος (Fragment Offset)	13 bit	Δείχνει τη σχετική απόσταση του τμήματος από την αρχή του αρχικού πακέτου σε οκτάδες (8×) byte. Λέγεται και Δείκτης Εντοπισμού Τμήματος (DET).

Πεδίο	Μήκος	Τι κάνει
Χρόνος Ζωής (TTL)	8 bit	Ξεκινά από τον αποστολέα με αρχική τιμή, συνήθως 64, και κάθε δρομολογητής μειώνει την τιμή κατά ένα. Όταν μηδενιστεί, το πακέτο απορρίπτεται και επιστρέφεται διαγνωστικό μήνυμα υπέρβασης χρόνου (time exceeded).
Πρωτόκολλο (Protocol)	8 bit	Αριθμητική τιμή που δηλώνει το πρωτόκολλο του επιπέδου μεταφοράς στο οποίο ανήκουν τα δεδομένα: TCP (6), UDP (17) ή αλλού.
Άθροισμα Ελέγχου Επικεφαλίδας (Header Checksum)	16 bit	Διασφαλίζει την ακεραιότητα των τιμών των πεδίων της επικεφαλίδας. Εφαρμόζεται μόνο στην επικεφαλίδα, ενώ το ίδιο το πεδίο δεν συμμετέχει στον υπολογισμό (θεωρείται 0).
Διεύθυνση προέλευσης	32 bit	Η IP του αποστολέα.
Διεύθυνση προορισμού	32 bit	Η IP του παραλήπτη.
Επιλογές (Options) + Συμπλήρωμα (Padding)	μεταβλητό	Το πεδίο Επιλογές είναι προαιρετικό . Όταν υπάρχει, το Padding το συμπληρώνει με μηδενικά ώστε η επικεφαλίδα να είναι ακέραιος αριθμός λέξεων των 32 bit.

Γιατί ελέγχεται η επικεφαλίδα και όχι τα δεδομένα; «Ο έλεγχος ακεραιότητας της επικεφαλίδας θεωρείται επιβεβλημένος καθώς κατά τη διέλευση του πακέτου από διάφορους δρομολογητές αυτοί **τροποποιούν πεδία της επικεφαλίδας** (π.χ. το TTL) με αυξημένη πιθανότητα να συμβούν σφάλματα.» Άρα ένα πακέτο **δεν** έχει το ίδιο άθροισμα ελέγχου όταν φεύγει από έναν δρομολογητή με αυτό που είχε όταν ήρθε.

Πώς δουλεύει το traceroute: στέλνει διαδοχικά πακέτα με TTL αρχικά 1 και στη συνέχεια το αυξάνει κατά ένα. Στο πρώτο πακέτο το TTL=1 μηδενίζεται στον πρώτο κόμβο, ο κόμβος το απορρίπτει, το αναφέρει και καταγράφεται ποιος είναι. Στο δεύτερο πακέτο το TTL=2 μηδενίζεται στον δεύτερο κόμβο κ.ο.κ., μέχρι να φτάσει στον προορισμό. Κάθε διέλευση από κόμβο χαρακτηρίζεται **αναπήδηση (hop)**.

Κατάτμηση (fragmentation)

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Πότε γίνεται διάσπαση

Όταν το πακέτο πρόκειται να διέλθει από δίκτυο το οποίο στο δεύτερο επίπεδο (ζεύξης δεδομένων) υποστηρίζει πλαίσια **μικρότερου μεγέθους από το αυτοδύναμο πακέτο**, τότε μοναδικός τρόπος για να εξυπηρετηθεί είναι να διασπαστεί σε μικρότερα τμήματα, να περάσουν από το δίκτυο και **στον προορισμό** να επανασυνδεθούν στο αρχικό πακέτο IP. Τα κομμάτια αυτά του αρχικού πακέτου, τα τμήματα, αποτελούν νέα αυτοδύναμα πακέτα.

ΟΙ ΤΥΠΟΙ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΙ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Σχετική Θέση Τμήματος

$$\text{Fragment_offset} = n \times \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} \times 4) / 8)$$

όπου:

- **INT():** η συνάρτηση που δίνει το ακέραιο μέρος
- **MTU:** Maximum Transmission Unit, δηλαδή το μέγιστο μήκος δεδομένων του πλαισίου στο δίκτυο 2ου επιπέδου
- **IHL:** Internet Header Length, το μήκος της επικεφαλίδας του πακέτου IP. Εκφράζεται σε λέξεις των 32 bit ή 4άδες byte· η τιμή που μας ενδιαφέρει είναι σε byte, γι' αυτό πολλαπλασιάζεται επί 4.
- **n:** 0 για το πρώτο τμήμα, 1 για το δεύτερο κ.ο.κ.

Για το πρώτο τμήμα η σχετική απόσταση τμήματος είναι **πάντα μηδέν (0)**.

Ο κανόνας των 8: το μήκος των δεδομένων κάθε τμήματος (εκτός του τελευταίου) πρέπει να είναι **ακέραιο πολλαπλάσιο του 8**, για να βγαίνει ακέραια η τιμή της σχετικής θέσης του τμήματος (Offset) — που μετριέται σε **οκτάδες byte**. Γι' αυτό ακριβώς υπάρχει το INT(...) στον τύπο.

Παράδειγμα 3.2.1 — Token Ring προς Ethernet

Ένα αυτοδύναμο πακέτο IP προερχόμενο από ένα δίκτυο Token Ring (MTU = 4482 bytes) πρόκειται να προωθηθεί στον υπολογιστή προορισμού που βρίσκεται σε δίκτυο Ethernet (MTU = 1500 bytes). Τα δυο δίκτυα συνδέονται με έναν δρομολογητή IP. Το πακέτο έχει DF=0 και Αναγνώριση 0x2b41. Να περιγραφεί η διαδικασία κατάτμησης.

Βήμα 1 — Χρειάζεται κατάτμηση;

Το αρχικό πακέτο έχει συνολικό μήκος 4482 bytes: επικεφαλίδα **20** και δεδομένα **4462**. Τα δεδομένα ενός πλαισίου Token Ring δεν «χωρούν» σε ένα πλαίσιο Ethernet (MTU 1500 < 4482). Συνεπώς το πακέτο IP **πρέπει να διασπαστεί**. Αυτό επιτρέπεται εφόσον **DF = 0**.

Βήμα 2 — Μήκος δεδομένων κάθε τμήματος

$$\text{Payload_Length} = \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} \times 4) / 8) = \text{INT}((1500 - 20) / 8) = \text{INT}(1480/8) = \mathbf{185 \text{ οκτάδες byte}} \text{ ή } 185 \times 8 = \mathbf{1480 \text{ bytes.}}$$

Βήμα 3 — Πόσα τμήματα

$$\text{INT}(4462 / 1480) + 1 = \text{INT}(3,01486) + 1 = 3 + 1 = \mathbf{4 \text{ πακέτα:}} \text{ 3 πακέτα των 1480 και ένα με τα δεδομένα που περισσεύουν, δηλαδή } 4462 - (3 \times 1480) = \mathbf{22 \text{ bytes.}}$$

Βήμα 4 — Οι σχετικές θέσεις

$$\text{Fragment_offset} = n \times \text{INT}(1480/8) = n \times 185 \text{ για } n = 0, 1, 2, 3 \rightarrow \mathbf{0, 185, 370, 555.}$$

Το MF είναι 1 σε όλα εκτός από το τελευταίο, όπου είναι 0 γιατί δεν υπάρχει άλλο.

Πεδίο	1ο τμήμα	2ο τμήμα	3ο τμήμα	4ο τμήμα
Μήκος επικεφαλίδας (λέξεις των 32 bit)	5	5	5	5
Συνολικό μήκος (bytes)	1500	1500	1500	42
Μήκος δεδομένων	1480	1480	1480	22
Αναγνώριση	0x2b41	0x2b41	0x2b41	0x2b41
DF (σημαία)	0	0	0	0
MF (σημαία)	1	1	1	0
Σχετ. θέση τμήματος (οκτάδες byte)	0	185	370	555

Προσοχή: όλα τα τμήματα του ίδιου αρχικού πακέτου έχουν την **ίδια τιμή στο πεδίο Αναγνώριση**. Η σχετική θέση τμήματος επιτρέπει στον υπολογιστή προορισμού να τα τοποθετήσει με τη σωστή σειρά, ακόμη κι αν φτάσουν με διαφορετική σειρά.

Παράδειγμα 3.2.2 — πακέτο 2400 bytes σε δίκτυο MTU 1000

Ένα αυτοδύναμο πακέτο IP (datagram) μεγέθους 2400 bytes με DF=0 και Αναγνώριση 0x4a28 πρόκειται να διέλθει από δίκτυο που υποστηρίζει μέγιστο μήκος δεδομένων πλαισίου (MTU) 1000 bytes. Το πακέτο θα κατατμηθεί; Σε περίπτωση κατάτμησης, υπολογίστε τον αριθμό των τμημάτων, το μήκος δεδομένων των τμημάτων και δώστε για κάθε τμήμα τα πεδία Μήκος επικεφαλίδας, Συνολικό μήκος, Αναγνώριση, DF, MF και Σχετ. θέση τμήματος.

Βήμα 1 — Θα κατατμηθεί;

Επειδή $MTU_1 = 2400 > MTU_2 = 1000$, το πακέτο **θα κατατμηθεί** (και επιτρέπεται, αφού DF=0).

Βήμα 2 — Μήκος δεδομένων τμημάτων

$Payload_Length = INT((MTU - IHL \times 4) / 8) = INT((1000 - 20) / 8) = INT(980/8) = 122$ οκτάδες ή $122 \times 8 = 976$ bytes. Μαζί με επικεφαλίδα 20 bytes, το συνολικό μήκος είναι **996 bytes**.

Βήμα 3 — Αριθμός τμημάτων

Τα δεδομένα του αρχικού πακέτου είναι $2400 - 20 = 2380$ bytes.

$(2400 - 20) / 976 = 2380 / 976 = 2,439$, δηλαδή **τρία (3)** τμήματα: δυο ολόκληρα των 976 bytes και ένα τρίτο με τα υπόλοιπα δεδομένα, $2380 - 2 \times 976 = 428$ bytes.

Βήμα 4 — Σχετικές θέσεις

$n \times INT(980/8) = n \times 122$ για $n = 0, 1, 2 \rightarrow 0, 122, 244$.

Πεδίο	1ο τμήμα	2ο τμήμα	3ο τμήμα
Μήκος επικεφαλίδας (λέξεις των 32 bit)	5	5	5
Συνολικό μήκος (bytes)	996	996	448
Μήκος δεδομένων	976	976	428
Αναγνώριση	0x4a28	0x4a28	0x4a28
DF (σημαία)	0	0	0
MF (σημαία)	1	1	0
Σχετ. θέση τμήματος (οκτάδες byte)	0	122	244

Απάντηση: 3 τμήματα με δεδομένα $976 + 976 + 428 = 2380$ bytes, όσα και τα δεδομένα του αρχικού πακέτου.

Επικεφαλίδα IPv4: **ελάχιστο 20 byte** (5 λέξεις), **μέγιστο 60 byte** (15 λέξεις). Μέγιστο πακέτο **65535 byte**.

Ίδιο **Αναγνώριση** σε όλα τα τμήματα · **MF=0** μόνο στο τελευταίο · **Offset** σε οκτάδες byte.

Μήκος δεδομένων τμήματος = $\text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} \times 4) / 8) \times 8$.

Η **επανασύνθεση** γίνεται μόνο στον υπολογιστή **προορισμού**, όχι στους ενδιάμεσους δρομολογητές.

3.3 Πρωτόκολλα ανεύρεσης και απόδοσης διευθύνσεων — ARP

Το πρόβλημα που λύνει το ARP

Το επίπεδο διαδικτύου (3ο OSI) δημιουργεί ένα αυτοδύναμο πακέτο IP, τοποθετεί στα αντίστοιχα πεδία τις διευθύνσεις IP προέλευσης και προορισμού και το παραδίδει στο αμέσως κατώτερο επίπεδο.

Όμως, το επίπεδο πρόσβασης δικτύου (ζεύξης δεδομένων) **δε γνωρίζει τίποτα από διευθύνσεις IP**, παρά μόνο για διευθύνσεις υλικού ή φυσικές ή διευθύνσεις MAC. Για να παραδώσει το πακέτο στον παραλήπτη θα πρέπει να γνωρίζει σε ποια φυσική διεύθυνση βρίσκεται ο κόμβος με τη διεύθυνση IP που υπάρχει στο αντίστοιχο πεδίο.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Πρωτόκολλο ARP (Address Resolution Protocol)

Τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στα δυο επίπεδα, απαντώντας στο ερώτημα «ποια είναι η φυσική διεύθυνση (MAC) του κόμβου με τη συγκεκριμένη διεύθυνση IP;», αναλαμβάνει το πρωτόκολλο ανάλυσης διευθύνσεων ARP (Address Resolution Protocol).

Πώς δουλεύει

1. ARP request Το ερώτημα ARP απευθύνεται στο τοπικό δίκτυο Ethernet με ένα **πλαίσιο εκπομπής (broadcast)** με διεύθυνση Ethernet προορισμού **FF-FF-FF-FF-FF-FF** (48 άσοι). Το ερώτημα φτάνει σε **όλους** τους κόμβους.

2. Οι υπόλοιποι σιωπούν Οι κόμβοι οι οποίοι δεν έχουν τη διεύθυνση IP που περιλαμβάνεται στο ερώτημα, απλά **το αγνοούν**.

3. ARP reply Ο κόμβος που αναγνωρίζει τη δική του διεύθυνση IP αποστέλλει μια απάντηση ARP με ένα πλαίσιο με προορισμό τη διεύθυνση Ethernet του ερωτούντος, απευθυνόμενος **μόνο σε αυτόν (unicast)**.

4. Αποστολή Τώρα πια είναι γνωστή η φυσική διεύθυνση του παραλήπτη και μπορεί να ολοκληρωθεί το πλαίσιο Ethernet και να αποσταλεί.

Ερώτηση-κλασικό: το ερώτημα ARP είναι **εκπομπής (broadcast)**, ενώ η απάντηση ARP είναι **αποκλειστικής διανομής (unicast)**.

Ο πίνακας ARP (arp cache)

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Γιατί υπάρχει η προσωρινή μνήμη ARP

Για να αποφευχθούν τα συχνά ερωτήματα προς το τοπικό δίκτυο με πλαίσια εκπομπής (αυξημένη δικτυακή κίνηση), οι σταθμοί διατηρούν προσωρινά τις απαντήσεις που έλαβαν σε έναν πίνακα αντιστοichiás διευθύνσεων IP σε διευθύνσεις Ethernet στην τοπική μνήμη (arp cache). Έτσι πριν υποβάλουν νέο ερώτημα ελέγχουν τον προσωρινό πίνακα (cache) arp και υποβάλλουν ερώτημα μόνο όταν δεν υπάρχει κατάλληλη καταχώριση σε αυτόν.

Υπάρχει **ένας πίνακας ARP για κάθε δικτυακή διασύνδεση** (κάρτα δικτύου) ενός υπολογιστή.

Διεύθυνση Internet	Φυσική διεύθυνση	Τύπος
192.168.1.1	74-ea-3a-cd-06-40	δυναμικό
192.168.1.65	00-04-00-ed-f9-68	δυναμικό
192.168.1.110	00-19-d1-60-cb-f8	δυναμικό
192.168.1.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	στατικό
224.0.0.22	01-00-5e-00-00-16	στατικό
255.255.255.255	ff-ff-ff-ff-ff-ff	στατικό

Οι **δυναμικές** καταχωρήσεις προέρχονται από ερωτήματα arp, ενώ οι **στατικές** είναι προκαθορισμένα ρυθμισμένες. Πρόσεξε ότι η διεύθυνση **IP εκπομπής αντιστοιχεί σε διεύθυνση Ethernet εκπομπής**. Οι δυναμικές καταχωρήσεις, μετά την παρέλευση ορισμένου χρόνου χωρίς να χρησιμοποιηθούν, **διαγράφονται** (συνήθως 1-5 λεπτά· ρυθμίζεται από τον διαχειριστή).

Εάν δεν βρεθεί καταχώρηση στον πίνακα ARP και ούτε απαντηθεί το ερώτημα ARP (γιατί ίσως ο υπολογιστής με τη συγκεκριμένη IP να είναι κλειστός ή να μην υπάρχει), τότε επιστρέφεται στην εφαρμογή διαγνωστικό μήνυμα ότι **ο υπολογιστής προορισμού δε μπορεί να προσεγγιστεί** (Destination Host Unreachable).

Το **ARP** αντιστοιχίζει **διεύθυνση IP → διεύθυνση MAC**. είναι ο συνδυασμός κρίκος 3ου και 2ου επιπέδου.

ARP request = broadcast (FF-FF-FF-FF-FF-FF) · **ARP reply = unicast**.

Η **arp cache** μειώνει τη δικτυακή κίνηση· ένας πίνακας ανά δικτυακή διασύνδεση.

3.3.2 Το πρωτόκολλο δυναμικής διευθέτησης υπολογιστή DHCP

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

Το πρωτόκολλο δυναμικής διευθέτησης (απόδοσης ρυθμίσεων) υπολογιστή DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) λειτουργεί όπως το BOOTP, το οποίο και επεκτείνει. Εξακολουθεί να λειτουργεί ως εφαρμογή **πελάτη-εξυπηρετητή** χρησιμοποιώντας πακέτα **UDP** με αριθμό θύρας προορισμού **67** για τον εξυπηρετητή και **68** για τον πελάτη.

Επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να αποκτά τις ρυθμίσεις που χρειάζεται **σε ένα μόνο μήνυμα** και να λαμβάνει μια διεύθυνση γρήγορα και δυναμικά.

Οι τρεις τύποι εκχώρησης διευθύνσεων

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Καθορίζει τρεις τύπους εκχώρησης διευθύνσεων:

- **μη αυτόματη ρύθμιση** (manual configuration), στην οποία ο διαχειριστής ορίζει συγκεκριμένες διευθύνσεις που θα πάρουν συγκεκριμένοι υπολογιστές.
- **αυτόματη ρύθμιση** (automatic configuration), κατά την οποία ο διακομιστής DHCP εκχωρεί μια **μόνιμη** διεύθυνση σε έναν υπολογιστή ο οποίος συνδέεται πρώτη φορά, και
- **δυναμική ρύθμιση** (dynamic configuration) κατά την οποία ο διακομιστής **δανείζει ή μισθώνει** μια διεύθυνση σε έναν υπολογιστή για περιορισμένο χρόνο.

Η **δυναμική ρύθμιση** είναι και η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη.

Τα πλεονεκτήματα του DHCP

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Τα πλεονεκτήματα του DHCP

Οι περισσότεροι χρήστες δεν αντιλαμβάνονται τις τεχνικές λεπτομέρειες της δικτύωσης και οι ρυθμίσεις του TCP/IP για να συνδεθούν σε δίκτυο τους φαίνονται πολύπλοκες. Το DHCP δίνει τη δυνατότητα σ' αυτούς τους χρήστες να συνδεθούν εύκολα στο δίκτυο και στο διαχειριστή το πλεονέκτημα της **κεντρικής διαχείρισης των ρυθμίσεων** και την ευκολία υποστήριξης των χρηστών και συντήρησης του δικτύου.

Το πρωτόκολλο DHCP επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να πάρει επιπλέον ρυθμίσεις πέραν της διεύθυνσης IP, όπως **μάσκα δικτύου, προεπιλεγμένη πύλη, διακομιστές DNS**. Μπορεί να πάρει ρυθμίσεις για το επίπεδο διαδικτύου, για το επίπεδο ζεύξης δεδομένων, για το πρωτόκολλο TCP και για υπηρεσίες όπως διακομιστές χρόνου (NTP), διακομιστές αλληλογραφίας κ.λπ.

Τα τέσσερα μηνύματα της αρχικής διαδικασίας

Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ — ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Ένας υπολογιστής, ρυθμισμένος να χρησιμοποιεί την υπηρεσία DHCP, αμέσως μετά την εκκίνησή του:

- Δημιουργεί ένα πακέτο UDP **DHCPDISCOVER** στη θύρα προορισμού 67.
- Το ενθυλακώνει σε πακέτο IP με διεύθυνση προέλευσης **0.0.0.0** και διεύθυνση προορισμού τη διεύθυνση εκπομπής **255.255.255.255**.
- Στη συνέχεια το ενθυλακώνει σε ένα πλαίσιο με διεύθυνση προέλευσης τη δική του φυσική διεύθυνση και διεύθυνση προορισμού τη διεύθυνση εκπομπής **FF-FF-FF-FF-FF-FF** και στέλνεται στο τοπικό δίκτυο.
- Εάν υπάρχουν εξυπηρετητές DHCP ανταποκρίνονται ο καθένας με ένα πακέτο **DHCPOFFER** στη θύρα 68, ενθυλακωμένο σε πακέτο IP εκπομπής και πλαίσιο εκπομπής.
- Ο πελάτης υπολογιστής επιλέγει τις ρυθμίσεις που προσφέρονται από **έναν** από τους εξυπηρετητές και το δηλώνει αποστέλλοντας ένα πακέτο εκπομπής **DHCPREQUEST** στο οποίο ζητά τις προσφερόμενες ρυθμίσεις.
- Ο εξυπηρετητής DHCP που προσέφερε τις ρυθμίσεις επιβεβαιώνει την προσφορά του με ένα πακέτο **DHCPACK**.

DHCPDISCOVER Πελάτης → όλοι (broadcast). Source IP 0.0.0.0, Dest IP 255.255.255.255.

DHCPOFFER Κάθε εξυπηρετητής → πελάτης. Προσφορά ρυθμίσεων στη θύρα 68.

DHCPREQUEST Πελάτης → όλοι. Δηλώνει ποια προσφορά επέλεξε.

DHCPACK Ο επιλεγμένος εξυπηρετητής επιβεβαιώνει → κατάσταση **BOUND**.

Μίσθωση (lease) και οι χρόνοι T1, T2

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Μίσθωση και ανανέωση

Από τη λήψη της επιβεβαίωσης DHCPACK και στη συνέχεια, ο υπολογιστής λειτουργεί με τις δικτυακές ρυθμίσεις που πήρε (κατάσταση **Δεσμευμένος - BOUND**). Η διεύθυνση IP παραχωρείται στον υπολογιστή για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και χαρακτηρίζεται ως **μίσθωση (lease)**.

Κρατά δύο χρόνους:

- τον **T1**, μετά την παρέλευση του οποίου προσπαθεί να ανανεώσει τη μίσθωση (DHCPREQUEST - **unicast**) από τον διακομιστή ο οποίος έδωσε αρχικά τη διεύθυνση, περνά δηλαδή σε κατάσταση **RENEWING** και
- τον **T2**, μετά την παρέλευση του οποίου αναζητά ανανέωση ή νέα διεύθυνση (DHCPREQUEST - **broadcast**) από οποιονδήποτε διακομιστή DHCP, περνά δηλαδή σε κατάσταση **REBINDING**.

Ο χρόνος **T1** είναι περίπου $(0,5 \times \text{χρόνος_μίσθωσης})$ και ο **T2** περίπου $(0,875 \times \text{χρόνος_μίσθωσης})$. Είναι δηλαδή **T1 < T2**.

Λυμένη άσκηση — Υπολογισμός T1 και T2

Ένας υπολογιστής παίρνει από τον εξυπηρετητή DHCP διεύθυνση IP με χρόνο μίσθωσης 8 ωρών. Πότε θα προσπαθήσει να ανανεώσει τη μίσθωση και σε ποια κατάσταση θα βρεθεί κάθε φορά;

Βήμα 1 — Υπολογισμός του T1

$T1 \approx 0,5 \times \text{χρόνος_μίσθωσης} = 0,5 \times 8 \text{ ώρες} = 4 \text{ ώρες}.$

Βήμα 2 — Υπολογισμός του T2

$T2 \approx 0,875 \times \text{χρόνος_μίσθωσης} = 0,875 \times 8 \text{ ώρες} = 7 \text{ ώρες}.$

Βήμα 3 — Τι γίνεται σε κάθε χρόνο

Στις **4 ώρες** στέλνει DHCPREQUEST **unicast** στον αρχικό διακομιστή και περνά σε κατάσταση **RENEWING**. Αν δεν πάρει απάντηση, στις **7 ώρες** στέλνει DHCPREQUEST **broadcast** σε οποιονδήποτε διακομιστή DHCP και περνά σε κατάσταση **REBINDING**.

Απάντηση: T1 = 4 ώρες (RENEWING, unicast), T2 = 7 ώρες (REBINDING, broadcast). Ισχύει $T1 < T2$.

Τα υπόλοιπα μηνύματα

Μήνυμα	Κατεύθυνση	Πότε στέλνεται
DHCPRELEASE	πελάτης → διακομιστής	Όταν ο υπολογιστής τερματίζει τη λειτουργία του ομαλά (shutdown) πριν λήξει η μίσθωση, απελευθερώνει τη διεύθυνσή του.
DHCPNAK	διακομιστής → πελάτης	Εάν μετά από ένα αίτημα DHCPREQUEST ο διακομιστής δεν επαληθεύσει ως σωστές τις ζητηθείσες ρυθμίσεις, απαντά αρνητικά.
DHCPDECLINE	πελάτης → διακομιστής	Εάν μετά από μια προσφορά DHCPOFFER ο πελάτης διαπιστώσει ότι οι ρυθμίσεις είναι σε σύγκρουση με αυτές άλλου υπολογιστή, τις απορρίπτει και ξεκινά τη διαδικασία από την αρχή με DHCPDISCOVER.
DHCPINFORM	πελάτης → διακομιστής	Από τη στιγμή που ο πελάτης έχει λάβει διεύθυνση IP και θέλει πρόσθετες πληροφορίες ρυθμίσεων , δε μπορεί να στείλει νέο DHCPREQUEST — τις ζητά με DHCPINFORM.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Πράκτορες αναμετάδοσης (DHCP Relay Agents)**

Η λειτουργία του πρωτοκόλλου DHCP υποστηρίζεται και από πράκτορες αναμετάδοσης (DHCP Relay Agents) για την εξυπηρέτηση πελατών οι οποίοι **δε βρίσκονται στο ίδιο φυσικό δίκτυο με τον διακομιστή**. Ο πελάτης, εφόσον δεν έχει δικτυακές ρυθμίσεις σε επίπεδο IP, δεν μπορεί να επικοινωνήσει με υπολογιστές σε άλλα δίκτυα. Ένας υπολογιστής που βρίσκεται στο ίδιο φυσικό δίκτυο με τον πελάτη προωθεί το αίτημά του στο διακομιστή DHCP στο άλλο δίκτυο και του επιστρέφει την απάντηση.

Το DHCP είναι **πελάτη-εξυπηρετητή** πάνω από **UDP**: θύρα **67** εξυπηρετητής, **68** πελάτης.
Σειρά μηνυμάτων: **DISCOVER** → **OFFER** → **REQUEST** → **ACK**.
Τρεις τύποι εκχώρησης: **μη αυτόματη, αυτόματη, δυναμική** (η πιο συχνή).
T1 ≈ **0,5×lease** (RENEWING, unicast) · **T2** ≈ **0,875×lease** (REBINDING, broadcast).

3.4 Διευθύνσεις IP και Ονοματολογία

Γιατί χρειαζόμαστε ονόματα

Η δεκαδική σημειογραφία με τελείες είναι ένας σχετικά εύκολος τρόπος γραφής διευθύνσεων IP. Το να θυμάται ένας χρήστης έναν αριθμό όπως ο 192.168.1.2 είναι σχετικά εύκολο· όμως το να θυμάται έναν τέτοιο αριθμό **για κάθε υπολογιστή** στον οποίο θέλει να συνδεθεί είναι δύσκολο.

Η αναλογία του βιβλίου: είναι σαν να προσπαθεί κάποιος να θυμάται τους αριθμούς τηλεφώνου όλων των φίλων του. Θυμάται τα ονόματά τους μα όχι τους αριθμούς. Όταν πρόκειται να τηλεφωνήσει, χρησιμοποιεί έναν **τηλεφωνικό κατάλογο** στον οποίο αναζητά το όνομα που γνωρίζει και χρησιμοποιεί τον αριθμό που αντιστοιχεί σε αυτό.

Η διαδικασία της ενθυλάκωσης απαιτεί αριθμητικές διευθύνσεις. Για τους ανθρώπους είναι πιο βολικά τα ονόματα.

Το αρχείο HOSTS.TXT

Από την αρχή του Διαδικτύου χρησιμοποιήθηκαν **απλά μονολεκτικά ονόματα** για τους διασυνδεδεμένους υπολογιστές. Έπρεπε όμως να υπάρχει μια λίστα αντιστοιχίας ή μετάφρασης ονομάτων σε διευθύνσεις IP. Τον ρόλο της λίστας αυτής ανέλαβε το αρχείο **HOSTS.TXT**, αντίγραφο του οποίου είχε στη διάθεσή του κάθε υπολογιστής του δικτύου. Το πρωτότυπο ενημερωνόταν **κεντρικά** από έναν διαχειριστικό κόμβο και διανεμόνταν ένα αντίγραφό του σε όλους τους άλλους.

Το αρχείο αυτό υπάρχει και στους σημερινούς υπολογιστές, παρότι δεν ενημερώνεται και δεν χρησιμοποιείται συνήθως: σε windows είναι το %SystemRoot%\System32\drivers\etc\hosts, σε unix/linux το /etc/hosts.

ΓΙΑΤΙ ΔΕΝ ΕΦΤΑΝΕ — ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Το πρόβλημα του επίπεδου χώρου ονομάτων

Με τον καιρό και τη μεγάλη αύξηση του αριθμού των κόμβων του Διαδικτύου, τη δυναμική σύνδεση αλλά και αποσύνδεση των κόμβων, ο **επίπεδος χώρος ονομάτων** και το αρχείο HOSTS.TXT δεν επαρκούσαν για να δώσουν μια σαφή και προπάντων **επικαιροποιημένη** εικόνα των υπολογιστών του δικτύου.

Η λύση: DNS

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Υπηρεσία Ονομάτων Περιοχών (Domain Name System - DNS)

Έτσι, νωρίς ακόμη (1983, RFC882, 883), προτάθηκε και υλοποιήθηκε η Υπηρεσία Ονομάτων Περιοχών (Domain Name System - DNS). Ένα σύστημα ονομάτων το οποίο **δεν είναι επίπεδο αλλά ιεραρχικά δομημένο**, οργανωμένο σε περιοχές και υποπεριοχές σε διάφορα επίπεδα. Στο κατώτερο επίπεδο, στο αριστερό μέρος, βρίσκεται το όνομα του υπολογιστή.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Ανάλυση ονομάτων (name resolve)**

Η διαδικασία αντιστοίχισης-μετάφρασης ονομάτων σε διευθύνσεις IP ονομάζεται ανάλυση ονομάτων (name resolve) και το κομμάτι του λογισμικού που είναι επιφορτισμένο με αυτή, **name resolver**.

Η μορφή ενός ονόματος**ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Η μορφή ενός τέτοιου ονόματος είναι:**

υπολογιστής.υποπεριοχή_η.υποπεριοχή1.περιοχή.περιοχή_TLD
(TLD = Top Level Domain - περιοχή ανώτατου επιπέδου)

Το παράδειγμα του βιβλίου — 2epal-kater.pie.sch.gr

Το πλήρες όνομα του διακομιστή του 2ου ΕΠΑ.Λ. Κατερίνης είναι 2epal-kater.pie.sch.gr. Να αναλυθεί.

Διαβάζουμε **από δεξιά προς αριστερά**, δηλαδή από το ανώτατο προς το κατώτερο επίπεδο:

Τμήμα	Τι είναι
.gr	Όνομα περιοχής ανώτατου επιπέδου (TLD), Ελλάδα.
.sch.gr	Όνομα περιοχής, το σχολικό δίκτυο (.sch.)
.pie.	Όνομα υποπεριοχής, Πιερία
2epal-kater.	Το όνομα ή ψευδώνυμο (alias) του υπολογιστή

Να θυμάσαι: στο DNS το **αριστερότερο** τμήμα είναι ο υπολογιστής και το **δεξιότερο** η περιοχή ανώτατου επιπέδου.

Η διαχείριση του συστήματος DNS είναι και αυτή **ιεραρχική και κατανεμημένη** σε διάφορους διακομιστές της υπηρεσίας για διαφορετικές περιοχές και υποπεριοχές.

Πρώτα υπήρχε το **HOSTS.TXT** — επίπεδος χώρος ονομάτων, κεντρικά ενημερωμένος.

Δεν επαρκούσε λόγω αύξησης των κόμβων και δυναμικών συνδέσεων → **DNS (1983)**, ιεραρχικά δομημένο.

Ανάλυση ονομάτων = μετάφραση ονόματος σε διεύθυνση IP· το λογισμικό λέγεται **name resolver**.

3.6 Δρομολόγηση**Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ****Δρομολόγηση**

Δρομολόγηση είναι το έργο της μετακίνησης (προώθησης, διεκπεραίωσης) της πληροφορίας από την αφετηρία μέσω ενός διαδικτύου και παράδοσης στον προορισμό της.

Το επίπεδο Διαδικτύου, εκτός από τη διευθυνσιοδότηση, είναι επιφορτισμένο και με τη δρομολόγηση των αυτοδύναμων πακέτων ώστε να εξασφαλίσει την επικοινωνία μεταξύ των δυο ακραίων υπολογιστών του δικτύου (**host to host**).

Σημαντική προϋπόθεση: «Η δρομολόγηση έχει έννοια όταν μεταξύ των ακραίων υπολογιστών μεσολαβεί **τουλάχιστον ένας δρομολογητής**. Σε αντίθετη περίπτωση είναι διαθέσιμες και άλλες τεχνικές (**μεταγωγή - switching, γεφύρωση - bridging**) οι οποίες μπορούν να υλοποιηθούν από το 2ο επίπεδο του OSI και αναφέρονται στο ίδιο φυσικό δίκτυο.»

Οι δύο δραστηριότητες της δρομολόγησης

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Η δρομολόγηση περιλαμβάνει δυο διακριτές δραστηριότητες:

- τον **προσδιορισμό της καλύτερης διαδρομής** από την αφετηρία έως τον προορισμό και
- την **μεταφορά (προώθηση - IP forwarding)** της ομαδοποιημένης, σε πακέτα, πληροφορίας στον προορισμό της, διαμέσου του Διαδικτύου.

Η **δεύτερη** δραστηριότητα, η προώθηση των πακέτων, δεν είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη και η υλοποίησή της είναι σχετικά εύκολη. Η **πρώτη** όμως, ο προσδιορισμός της διαδρομής, μπορεί να καταλήξει σε ιδιαίτερα σύνθετο πρόβλημα, το οποίο καλούνται να αντιμετωπίσουν τα **πρωτόκολλα δρομολόγησης**.

Πώς επιλέγεται η «καλύτερη» διαδρομή

Τα πρωτόκολλα δρομολόγησης χρησιμοποιούν **μετρήσιμα χαρακτηριστικά** για να εκτιμήσουν ποια διαδρομή είναι καλύτερη για ένα πακέτο. Τέτοια είναι:

- το **εύρος ζώνης (ταχύτητα)** των γραμμών της διαδρομής
- η **σχετική απόσταση** (αριθμός των αλμάτων ή κόμβων) έως τον προορισμό κ.ά.

Η εκτίμηση της βέλτιστης διαδρομής γίνεται από τους **αλγόριθμους** που χρησιμοποιούνται από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης. Με τη βοήθειά τους συντάσσουν τους **πίνακες δρομολόγησης**, οι οποίοι περιέχουν πληροφορίες δρομολογίων.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Επόμενο άλμα (next hop)

Οι βασικότερες πληροφορίες είναι οι αντιστοιχίσεις **προορισμού και επόμενου άλματος (next hop)**, οι οποίες λένε στο δρομολογητή σε ποια δικτυακή διασύνδεση να προωθήσει ένα εισερχόμενο πακέτο. Όταν ένας δρομολογητής παραλαμβάνει ένα εισερχόμενο πακέτο, εξετάζει την διεύθυνση προορισμού και προσπαθεί να την ταιριάξει με μια εγγραφή επόμενου άλματος στον πίνακα δρομολόγησης. Στη συνέχεια προωθεί το πακέτο από την αντίστοιχη δικτυακή διασύνδεση.

Συνέπεια που ρωτιέται: «Η λήψη αποφάσεων για τη διαδρομή που θα ακολουθήσουν τα αυτοδύναμα πακέτα **επαναλαμβάνεται για κάθε πακέτο χωριστά** και υπάρχει το ενδεχόμενο πακέτα για τον ίδιο προορισμό να ακολουθήσουν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές **διαφορετικές διαδρομές**.»

Τι δεν εγγυάται το IP

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Best effort — τα τέσσερα προβλήματα**

Το πρωτόκολλο IP χρησιμοποιεί αυτοδύναμα πακέτα και είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί σε όλους τους τύπους υλικού δικτύου. Αν και κάνει τη **βέλτιστη προσπάθεια (best effort)** για να επιδώσει το κάθε αυτοδύναμο πακέτο, το υποκείμενο υλικό δικτύου μπορεί να λειτουργήσει λανθασμένα. Έτσι δεν εγγυάται ότι μπορεί να αντιμετωπίσει τα παρακάτω προβλήματα:

- Επανάληψη αυτοδύναμου πακέτου
- Επίδοση με καθυστέρηση ή εκτός σειράς
- Αλλοίωση δεδομένων
- Απώλεια αυτοδύναμου πακέτου

Για την αντιμετώπιση τέτοιων σφαλμάτων υπεύθυνα είναι τα **ανώτερα στρώματα δικτύωσης**.

Δρομολόγηση = μετακίνηση της πληροφορίας από την αφετηρία, μέσω διαδικτύου, στον προορισμό.

Δύο δραστηριότητες: **προσδιορισμός βέλτιστης διαδρομής + προώθηση (IP forwarding)**.

Έχει νόημα μόνο όταν μεσολαβεί **τουλάχιστον ένας δρομολογητής**.

Το IP είναι **best effort** — τα ανώτερα επίπεδα αναλαμβάνουν την αξιοπιστία.

3.6.1 Άμεση / Έμμεση δρομολόγηση

Η βασική αρχή

Στη βασική της αρχή, η δρομολόγηση είναι πολύ απλή. Ο αρχικός υπολογιστής, ο αποστολέας, ο οποίος δημιουργεί τα αυτοδύναμα πακέτα, **εξετάζει τη διεύθυνση IP προορισμού**. Εάν δεν είναι τοπική, τότε ο αποστολέας αναζητά έναν δρομολογητή ο οποίος (ελπίζει να) βρίσκεται στη σωστή κατεύθυνση προς τον προορισμό και στέλνει τα πακέτα σε αυτόν. Κάθε δρομολογητής κατά μήκος της διαδρομής επαναλαμβάνει τη διαδικασία, μέχρι το πακέτο να φτάσει σε έναν δρομολογητή που βρίσκεται στο ίδιο φυσικό δίκτυο με τον υπολογιστή προορισμού. Εκεί παραδίδεται το πακέτο.

Τι κάνει «στην πραγματικότητα» ο αποστολέας

Ο ΕΛΕΓΧΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Ο έλεγχος με λογικό AND**

Αναφέρθηκε ότι ο αρχικός υπολογιστής, ο αποστολέας, εξετάζει τη διεύθυνση IP προορισμού.

Αυτό που κάνει, στην πραγματικότητα, είναι **λογικό ΚΑΙ (AND) της διεύθυνσης IP προορισμού με τη μάσκα δικτύου** για να βρει τη διεύθυνση του δικτύου προορισμού. Στη συνέχεια **τη συγκρίνει με τη δική του διεύθυνση δικτύου**. Αν είναι ίδιες, τότε συμπεραίνει ότι ο υπολογιστής προορισμού βρίσκεται στο ίδιο δίκτυο.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Άμεση δρομολόγηση**

Στη συνέχεια καλεί το πρωτόκολλο ARP για να μάθει τη φυσική διεύθυνση που αντιστοιχεί στη διεύθυνση IP προορισμού, ενθυλακώνει το πακέτο σε ένα πλαίσιο και το στέλνει στον προορισμό του. Στην περίπτωση αυτή οι υπολογιστές προέλευσης και προορισμού βρίσκονται **στο ίδιο δίκτυο, δεν μεσολαβεί δρομολογητής** και η διαδικασία χαρακτηρίζεται **άμεση δρομολόγηση**.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Έμμεση δρομολόγηση**

Εάν κατά την εξέταση της διεύθυνσης IP προορισμού διαπιστώσει ότι ο υπολογιστής προορισμού βρίσκεται σε **διαφορετικό δίκτυο**, τότε αναζητά στον πίνακα δρομολόγησης μια καταχώριση η οποία να αναφέρεται είτε στη διεύθυνση είτε στη διεύθυνση δικτύου προορισμού. Εκεί εντοπίζει τον αντίστοιχο δρομολογητή, καλεί το πρωτόκολλο ARP για να μάθει τη φυσική διεύθυνση που αντιστοιχεί στον δρομολογητή, ενθυλακώνει το πακέτο σε ένα πλαίσιο με προορισμό τη φυσική διεύθυνση του δρομολογητή και του το στέλνει για να συνεχίσει την προσπάθεια παράδοσης του πακέτου προς τον τελικό του προορισμό.

Όταν οι υπολογιστές προέλευσης και προορισμού **δεν βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο** και μεσολαβούν ανάμεσά τους **ένας ή περισσότεροι δρομολογητές**, τότε η διαδικασία χαρακτηρίζεται **έμμεση δρομολόγηση**.

	Άμεση δρομολόγηση	Έμμεση δρομολόγηση
Δίκτυο προέλευσης / προορισμού	Ίδιο	Διαφορετικό
Μεσολαβεί δρομολογητής;	Όχι	Ναι, ένας ή περισσότεροι
Για ποιον ρωτάει το ARP;	Για τον υπολογιστή προορισμού	Για τον δρομολογητή
MAC προορισμού στο πλαίσιο	Του υπολογιστή προορισμού	Του δρομολογητή
Χρειάζεται πίνακας δρομολόγησης;	Όχι	Ναι

Πολύ σημαντικό: και στις δύο περιπτώσεις η **διεύθυνση IP προορισμού μέσα στο πακέτο δεν αλλάζει ποτέ** — είναι πάντα του τελικού παραλήπτη. Αυτό που αλλάζει είναι η **διεύθυνση MAC προορισμού του πλαισίου**: στην έμμεση δρομολόγηση είναι του επόμενου δρομολογητή, όχι του τελικού υπολογιστή.

Προεπιλεγμένος δρομολογητής (default gateway)**ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Default router / default gateway**

Συνήθως υπάρχει ένας προεπιλεγμένος δρομολογητής (default router, default gateway) ώστε, εάν δεν ταιριάζει κάποια από όλες τις άλλες καταχωρίσεις του πίνακα δρομολόγησης με το δίκτυο ή τη διεύθυνση IP προορισμού, να παραδίδεται το πακέτο για διεκπεραίωση σε αυτόν.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Όταν δεν υπάρχει διαδρομή**

Εάν η διεύθυνση προορισμού δεν ανήκει στο ίδιο δίκτυο με τον αποστολέα, δεν υπάρχει καταχώριση γι' αυτήν και το δίκτυό της στον πίνακα δρομολόγησης και δεν έχει οριστεί προεπιλεγμένος δρομολογητής, τότε το δίκτυο αδυνατεί να προχωρήσει τη διαδικασία δρομολόγησης και πληροφορεί τον αποστολέα, κάνοντας χρήση του πρωτοκόλλου **ICMP**, ότι ο **προορισμός δεν είναι προσβάσιμος**.

Λυμένη άσκηση — Άμεση ή έμμεση;

Ο υπολογιστής A με διεύθυνση 192.168.1.20/24 στέλνει πακέτα (α) στον υπολογιστή B με διεύθυνση 192.168.1.200 και (β) στον υπολογιστή Γ με διεύθυνση 192.168.2.5. Σε ποια περίπτωση έχουμε άμεση και σε ποια έμμεση δρομολόγηση;

Βήμα 1 — Η διεύθυνση δικτύου του αποστολέα A

192.168.1.20 AND 255.255.255.0 = **192.168.1.0**

Βήμα 2 — Περίπτωση (α): προορισμός 192.168.1.200

192.168.1.200 AND 255.255.255.0 = **192.168.1.0**

Οι δύο διευθύνσεις δικτύου είναι **ίδιες** → ο B βρίσκεται στο ίδιο δίκτυο. Ο A καλεί το ARP για να μάθει τη MAC **του ίδιου του B** και του στέλνει απευθείας το πλαίσιο.

Βήμα 3 — Περίπτωση (β): προορισμός 192.168.2.5

192.168.2.5 AND 255.255.255.0 = **192.168.2.0**

192.168.1.0 $\neq$ 192.168.2.0 → ο Γ βρίσκεται σε **διαφορετικό** δίκτυο. Ο A ψάχνει στον πίνακα δρομολόγησης, εντοπίζει τον δρομολογητή (ή τον προεπιλεγμένο), καλεί το ARP για τη **MAC του δρομολογητή** και του στέλνει το πλαίσιο.

Απάντηση: (α) **άμεση δρομολόγηση** — ίδιο δίκτυο, χωρίς δρομολογητή. (β) **έμμεση δρομολόγηση** — διαφορετικό δίκτυο, μεσολαβεί δρομολογητής. Και στις δύο περιπτώσεις η IP προορισμού στο πακέτο μένει η ίδια.

Άμεση: ίδιο δίκτυο, δεν μεσολαβεί δρομολογητής, ARP για τον προορισμό.

Έμμεση: διαφορετικό δίκτυο, μεσολαβούν δρομολογητές, ARP για τον δρομολογητή.

Ο έλεγχος γίνεται πάντα με **AND της IP προορισμού με τη μάσκα** και σύγκριση με το δικό μας δίκτυο.

Χωρίς ταίριασμα και χωρίς **default gateway** → μήνυμα **ICMP** ότι ο προορισμός δεν είναι προσβάσιμος.

Λυμένες Ασκήσεις Κεφαλαίου 3

Οι ασκήσεις είναι από το «Ερωτήσεις - Ασκήσεις Κεφαλαίου» του βιβλίου και λύνονται **με τη μέθοδο του βιβλίου**, βήμα-βήμα.

Άσκηση 6 — Υποδικτύωση του 192.168.5.0/24

Δίνεται η διεύθυνση δικτύου 192.168.5.0/24, δηλαδή με μάσκα δικτύου 255.255.255.0.

1) Να χωριστεί το δίκτυο σε τρία (3) τουλάχιστον υποδίκτυα, 2) να δοθούν οι περιοχές διευθύνσεων, 3) οι διευθύνσεις υποδικτύου και εκπομπής για τα δυο πρώτα υποδίκτυα, 4) πόσους υπολογιστές μπορεί να έχει το κάθε υποδίκτυο;

Βήμα 1 — Bit για το Subnet_ID

Ζητούνται 3 υποδίκτυα. Με 1 bit απαριθμούμε 2 (δεν αρκούν), με **2 bit** απαριθμούμε $2^2 = 4$ (αρκούν). Άρα Subnet_ID = **2 bit**, Host_ID = $8 - 2 = 6 \text{ bit}$.

Βήμα 2 — Νέα μάσκα

δυναδικά

Μάσκα δικτύου :	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255. 0
Μάσκα υποδικτ.:	11111111 11111111 11111111 11000000	255.255.255.192

Νέα μάσκα: 255.255.255.192 → 192.168.5.0/26. Βήμα υποδικτύων: $2^6 = 64$.

Βήμα 3 — Περιοχές διευθύνσεων

A/A	Διεύθυνση υποδικτύου	Περιοχή υπολογιστών	Διεύθυνση εκπομπής
0	192.168.5.0	192.168.5.1 – 192.168.5.62	192.168.5.63
1	192.168.5.64	192.168.5.65 – 192.168.5.126	192.168.5.127
2	192.168.5.128	192.168.5.129 – 192.168.5.190	192.168.5.191
3	192.168.5.192	192.168.5.193 – 192.168.5.254	192.168.5.255

Βήμα 4 — Υπολογιστές ανά υποδίκτυο

Host_ID 6 bit → $2^6 - 2 = 64 - 2 = 62$ υπολογιστές.

Απάντηση: μάσκα 255.255.255.192 (/26) · 4 υποδίκτυα (χρησιμοποιούνται τα 3) · 62 υπολογιστές το καθένα. 1ο υποδίκτυο: δίκτυο 192.168.5.0, εκπομπή 192.168.5.63 · 2ο: δίκτυο 192.168.5.64, εκπομπή 192.168.5.127.

Άσκηση 8 — Πόσα bit για έξι υποδίκτυα;

Πόσα ψηφία (bit) πρέπει να δώσουμε στους άσους της μάσκας για να χωριστεί ένα δίκτυο οποιασδήποτε κλάσης (A, B, C) σε τουλάχιστον έξι (6) υποδίκτυα;

Βήμα 1 — Το κριτήριο

Ψάχνουμε το μικρότερο x για το οποίο $2^x \geq 6$.

Βήμα 2 — Δοκιμή

$2^2 = 4 < 6$ (δεν αρκούν) · $2^3 = 8 \geq 6$ (αρκούν).

Βήμα 3 — Γιατί ισχύει για κάθε κλάση

Το πλήθος των υποδικτύων εξαρτάται **μόνο** από το πλήθος των bit του Subnet_ID, όχι από την κλάση. Η κλάση καθορίζει πόσα bit έχει το Host_ID, άρα πόσους υπολογιστές θα έχει το κάθε υποδίκτυο, όχι πόσα υποδίκτυα.

Απάντηση: 3 bit. Η μάσκα γίνεται /11 για κλάση A, /19 για κλάση B και /27 για κλάση C.

Άσκηση 9 — Κατάτμηση πακέτου 2600 bytes

Ένα αυτοδύναμο πακέτο IP συνολικού μήκους 2600 bytes (μαζί με την επικεφαλίδα) και με τιμή στο πεδίο αναγνώρισης 0x12d8 πρόκειται να διέλθει από δίκτυο Ethernet με MTU = 1500 bytes. Το πακέτο IP έχει DF = 0. Να αιτιολογήσετε γιατί θα διασπαστεί το αρχικό πακέτο, να υπολογίσετε σε πόσα τμήματα θα χωριστεί και να συμπληρώσετε τον πίνακα.

Βήμα 1 — Γιατί θα διασπαστεί

Το πλαίσιο του Ethernet μπορεί να μεταφέρει το πολύ **1500 bytes** δεδομένων. Το πακέτο IP είναι **2600 bytes > 1500**, άρα δεν «χωράει» σε ένα πλαίσιο. Επειδή **DF = 0**, η διάσπαση επιτρέπεται.

Βήμα 2 — Δεδομένα του αρχικού πακέτου

Η επικεφαλίδα είναι 20 bytes (IHL = 5). Δεδομένα = $2600 - 20 = 2580$ bytes.

Βήμα 3 — Μήκος δεδομένων κάθε τμήματος

$\text{Payload_Length} = \text{INT}((\text{MTU} - \text{IHL} \times 4) / 8) = \text{INT}((1500 - 20) / 8) = \text{INT}(1480/8) = 185$ οκτάδες $\rightarrow 185 \times 8 = 1480$ bytes.

Βήμα 4 — Πλήθος τμημάτων

$\text{INT}(2580 / 1480) + 1 = \text{INT}(1,743) + 1 = 1 + 1 = 2$ τμήματα: ένα των 1480 bytes και ένα με τα υπόλοιπα, $2580 - 1480 = 1100$ bytes.

Βήμα 5 — Σχετικές θέσεις

$\text{Fragment_offset} = n \times 185$ για $n = 0, 1 \rightarrow 0$ και **185**.

Πεδίο	1ο τμήμα	2ο τμήμα
Μήκος επικεφαλίδας (λέξεις των 32 bit)	5	5
Συνολικό μήκος (bytes)	1500	1120
Μήκος δεδομένων	1480	1100
Αναγνώριση	0x12d8	0x12d8
DF (σημαία)	0	0
MF (σημαία)	1	0
Σχετ. θέση τμήματος (οκτάδες byte)	0	185

Έλεγχος: $1480 + 1100 = 2580$ bytes δεδομένων, όσα και του αρχικού πακέτου. Το συνολικό μήκος του 2ου τμήματος είναι $20 + 1100 = 1120$ bytes.

Άσκηση 10 — Αντίστροφο πρόβλημα: συμπλήρωση πίνακα

Από τη διάσπαση ενός πακέτου IP προέκυψαν τρία τμήματα, όμως από τον πίνακα λείπουν μερικά στοιχεία. Δίνονται: Μήκος επικεφαλίδας 1ου τμήματος = 5 · Συνολικό μήκος 1ου τμήματος = 844 · Συνολικό μήκος 3ου τμήματος = 100 · Αναγνώριση = 0x34b6 · DF = 0 · Σχετ. θέση 3ου τμήματος = 206. Συμπληρώστε τα στοιχεία που λείπουν και απαντήστε: ποιο ήταν το συνολικό μήκος του αρχικού πακέτου;

Βήμα 1 — Το μήκος δεδομένων του 1ου τμήματος

Συνολικό μήκος = επικεφαλίδα + δεδομένα. Η επικεφαλίδα είναι $\text{IHL} \times 4 = 5 \times 4 = 20$ bytes.

Δεδομένα 1ου = $844 - 20 = 824$ bytes. Έλεγχος: $824 / 8 = 103$, ακέραιο πολλαπλάσιο του 8, όπως απαιτείται.

Βήμα 2 — Οι σχετικές θέσεις των τμημάτων

Το 1ο τμήμα έχει πάντα offset 0. Το 2ο έχει offset = $824 / 8 = 103$.

Επαλήθευση με το δοσμένο: το 3ο έχει offset 206 = $103 + 103$, άρα και το 2ο τμήμα μεταφέρει **824 bytes** δεδομένων $\rightarrow$ συνολικό μήκος 2ου = $20 + 824 = 844$ bytes.

Βήμα 3 — Το 3ο τμήμα

Δεδομένα 3ου = $100 - 20 = 80$ bytes. Είναι το τελευταίο, άρα **MF = 0**· στα δύο πρώτα MF = 1.

Βήμα 4 — Το αρχικό πακέτο

Δεδομένα αρχικού = $824 + 824 + 80 = 1728$ bytes.

Συνολικό μήκος αρχικού = 20 (επικεφαλίδα) + $1728 = 1748$ bytes.

Πεδίο	1ο τμήμα	2ο τμήμα	3ο τμήμα
Μήκος επικεφαλίδας (λέξεις των 32 bit)	5	5	5
Συνολικό μήκος (bytes)	844	844	100
Μήκος δεδομένων	824	824	80
Αναγνώριση	0x34b6	0x34b6	0x34b6
DF (σημαία)	0	0	0
MF (σημαία)	1	1	0
Σχετ. θέση τμήματος (οκτάδες byte)	0	103	206

Απάντηση: το συνολικό μήκος του αρχικού πακέτου ήταν **1748 bytes**.

Ασκήσεις 11-16 — Σύντομες θεωρητικές απαντήσεις

11) Αφού το πεδίο MF είναι 0 και σε ένα πακέτο που δε διασπάστηκε αλλά και στο τελευταίο τμήμα ενός διασπασμένου πακέτου, πώς καταλαβαίνουμε για ποια περίπτωση πρόκειται;

Από τη **Σχετική Θέση Τμήματος (Offset)**. Σε μεμονωμένο πακέτο που δεν διασπάστηκε είναι **MF = 0** και **Offset = 0**. Στο τελευταίο τμήμα διασπασμένου πακέτου είναι **MF = 0** αλλά **Offset > 0**.

12) Ποιο είναι το μέγιστο μήκος του αυτοδύναμου πακέτου IPv4;

Το πεδίο **Συνολικό μήκος** είναι **16 bit**. Η μέγιστη τιμή που μπορεί να αναπαραστήσει είναι $2^{16} - 1 = 65535$ bytes. Άρα αυτό είναι και το μέγιστο μέγεθος αυτοδύναμου πακέτου IPv4.

13) Οι επικεφαλίδες δυο τμημάτων του ίδιου αρχικού τεμαχισμένου πακέτου IPv4 έχουν το ίδιο άθροισμα ελέγχου;

Όχι. Το άθροισμα ελέγχου υπολογίζεται πάνω στα πεδία της επικεφαλίδας, και τα τμήματα διαφέρουν τουλάχιστον στο **Συνολικό μήκος**, στη **Σχετική Θέση Τμήματος** και στη σημαία **MF**. Άρα και το άθροισμα ελέγχου διαφέρει.

14) Ένα πακέτο IPv4 διέρχεται από έναν δρομολογητή. Έχει το ίδιο άθροισμα ελέγχου επικεφαλίδας όταν φεύγει με αυτό που είχε όταν ήρθε;

Όχι. Ο δρομολογητής μειώνει το **TTL κατά ένα**, άρα αλλάζει ένα πεδίο της επικεφαλίδας και το άθροισμα ελέγχου πρέπει να υπολογιστεί εκ νέου.

15) Γιατί η σχετική θέση τμήματος (offset) μετριέται σε οκτάδες byte;

Επειδή το πεδίο έχει μόνο **13 bit**, ενώ το συνολικό μήκος του πακέτου φτάνει τα 65535 bytes και απαιτεί 16 bit. Με 13 bit μπορούμε να μετρήσουμε μέχρι $2^{13} - 1 = 8191$ μονάδες· μετρώντας σε **οκτάδες** ($\times 8$) καλύπτουμε $8191 \times 8 = 65528$ bytes, δηλαδή όλο το εύρος του πακέτου.

16) Ένα πακέτο IPv4 διέρχεται από έναν δρομολογητή. Τι συμβαίνει στο πεδίο TTL; Τι θα συμβεί αν το TTL έχει την τιμή 0;

Κάθε δρομολογητής από τον οποίο διέρχεται το πακέτο **μειώνει την τιμή του TTL κατά ένα**. Όταν η τιμή **μηδενιστεί**, το πακέτο **απορρίπτεται** και επιστρέφεται στον αποστολέα διαγνωστικό μήνυμα σφάλματος **υπέρβασης χρόνου (time exceeded)**. Έτσι το πακέτο δεν περιφέρεται άσκοπα στο δίκτυο.

Κεφάλαιο 4: Επίπεδο Μεταφοράς

4.1 Πρωτόκολλα προσανατολισμένα στη σύνδεση - χωρίς σύνδεση

Ο ρόλος του επιπέδου μεταφοράς

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Επίπεδο Μεταφοράς

Το επίπεδο μεταφοράς είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία των δεδομένων που λαμβάνονται από το επίπεδο εφαρμογής μεταξύ του υπολογιστή (κόμβου) αφετηρίας και του υπολογιστή (κόμβου) προορισμού ή αλλιώς **επικοινωνία από-άκρο-σε-άκρο (end-to-end)**, με ή χωρίς εγκατάσταση σύνδεσης.

Στην πρώτη περίπτωση, αρχικά γίνεται εγκατάσταση σύνδεσης και ένα πρόγραμμα στον υπολογιστή αφετηρίας συνομιλεί με ένα παρόμοιο πρόγραμμα του υπολογιστή προορισμού· στη δεύτερη περίπτωση, χωρίς να εγκατασταθεί σύνδεση, το πρόγραμμα στην αφετηρία μεταδίδει άμεσα τα δεδομένα στο πρόγραμμα προορισμού.

Στα **κατώτερα επίπεδα**, τα πρωτόκολλα δημιουργούν συνδέσεις ανάμεσα σε κάθε υπολογιστή που συνδέεται με τους **γειτονικούς** του, και όχι μόνο ανάμεσα στους τερματικούς κόμβους (αφετηρίας και προορισμού).

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Οι λειτουργίες του επιπέδου μεταφοράς

Οι λειτουργίες που αναλαμβάνει το επίπεδο μεταφοράς είναι η **εγκατάσταση και ο τερματισμός των συνδέσεων** διαμέσου δικτύου, ο **έλεγχος της ροής** της πληροφορίας ώστε μια γρήγορη μηχανή να μην υπερφορτώνει μια αργή, καθώς και η **επιβεβαίωση** ότι η πληροφορία έφτασε στο προορισμό της.

Οι δύο κατηγορίες πρωτοκόλλων

Η οικογένεια πρωτοκόλλων TCP/IP διαθέτει στο επίπεδο μεταφοράς τα πρωτόκολλα **TCP** και **UDP**. Διαχωρίζονται σε: **TCP** που είναι πρωτόκολλο προσανατολισμένο σε σύνδεση (Connection oriented) και **UDP** που είναι πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση (Connectionless).

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Πρωτόκολλο προσανατολισμένο στη σύνδεση

Πρωτόκολλο προσανατολισμένο στη σύνδεση είναι αυτό που αρχικά, πριν ξεκινήσει η μετάδοση των δεδομένων, εγκαθιστά μια σύνδεση από άκρο σε άκρο για να εξασφαλιστεί μια διαδρομή (νοητή σύνδεση) για τη μετάδοση των πακέτων. Όλα τα πακέτα μεταδίδονται στην ίδια νοητή σύνδεση. Αφού ξεκινήσει η μετάδοση εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα θα φτάσουν στον παραλήπτη χωρίς σφάλματα.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση**

Πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση είναι αυτό στο οποίο ξεκινά η μετάδοση των δεδομένων χωρίς να έχει προηγηθεί επικοινωνία με τον παραλήπτη. Τα δεδομένα μεταδίδονται σε αυτοδύναμα πακέτα (datagrams) χωρίς την εγκατάσταση σύνδεσης μέσω νοητών κυκλωμάτων. Τα πρωτόκολλα αυτά θεωρούνται **αναξιόπιστα** επειδή δεν εξασφαλίζουν ότι τα δεδομένα θα φτάσουν στο προορισμό τους.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Octet**

Το byte πρωτοεμφανίστηκε στα μέσα της δεκαετίας του '50 από την IBM με την έννοια της μικρότερης ομάδας χρησιμοποιούμενων δυαδικών ψηφίων που αντιστοιχεί σε διευθύνσεις μνήμης σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή και αρχικά δεν αντιστοιχούσε σε 8 ψηφία (bit). Για το λόγο αυτό στο TCP/IP χρησιμοποιείται ο όρος **octet**, που εξ ορισμού αντιστοιχεί σε μονάδα δεδομένων μήκους **8 bit**.

Το επίπεδο μεταφοράς κάνει επικοινωνία **από άκρο σε άκρο (end-to-end)**.

TCP = με σύνδεση (νοητή σύνδεση, χωρίς σφάλματα) · **UDP** = χωρίς σύνδεση (αναξιόπιστο).

Λειτουργίες: **εγκατάσταση/τερματισμός σύνδεσης, έλεγχος ροής, επιβεβαίωση.**

4.1.1 Πρωτόκολλο TCP - Δομή πακέτου**Το παράδειγμα του βιβλίου****Αποστολή e-mail 6000 octets**

Το TCP παραλαμβάνει από την εφαρμογή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου δεδομένα μεγέθους 6000 octets. Ελέγχει το δίκτυο και διαπιστώνει ότι δεν μπορεί να διαχειριστεί datagram μεγαλύτερα από 600 octets. Τι κάνει;

Στην πραγματικότητα τα δύο άκρα δηλώνουν το μεγαλύτερο μέγεθος datagram που μπορούν να διαχειριστούν. Για να αντιμετωπιστεί η κατάσταση, το αρχικό datagram **διασπάται σε 10 μικρότερα των 600 octets** και αποστέλλονται ανεξάρτητα από το ένα άκρο στο άλλο.

6000 / 600 = 10 τμήματα. Όταν φτάσουν στο άλλο άκρο θα επανασυνδεθούν για να διαμορφώσουν το αρχικό μήνυμα των 6000 octets.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Τμήμα (Segment)**

Τα μικρότερα αυτά datagrams συμφωνημένου μεγέθους ονομάζονται Τμήματα (segments). Επομένως στο πρωτόκολλο TCP η μονάδα δεδομένων που διαχειρίζεται (PDU) αναφέρεται ως **Τμήμα (Segment)**.

Βέβαια στο Τμήμα μεταξύ των δύο άκρων μπορεί να χωρά ολόκληρο το datagram, οπότε δεν θα χρειαστεί να διασπαστεί.

Τα ανεξάρτητα τμήματα είναι πολύ πιθανόν να φτάσουν με **διαφορετική σειρά** — για παράδειγμα το όγδοο τμήμα να φτάσει πριν το πρώτο. Επίσης, λόγω σφάλματος δικτύου, είναι πιθανό κάποιο τμήμα να καταστραφεί· στην περίπτωση αυτή **πρέπει να σταλεί ξανά**.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Πολυπλεξία (Multiplexing)

Πολυπλεξία (Multiplexing) είναι η δυνατότητα πολλές διεργασίες μέσα στον ίδιο τερματικό κόμβο (host) να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες επικοινωνίας του TCP ταυτόχρονα.

Πώς το TCP εξασφαλίζει την αξιοπιστία

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Έτσι το TCP εξασφαλίζει την Αξιοπιστία της σύνδεσης με:

- Την **Εγκατάσταση Σύνδεσης** από την προέλευση στον προορισμό.
- **Τεμαχίζει** τα δεδομένα αν επιβάλλεται από το δίκτυο.
- **Επιβεβαιώνει** την παραλαβή δεδομένων.
- **Τοποθετεί στη σειρά** τα τμήματα κατά την παραλαβή.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Επικεφαλίδα (header)

Η επικεφαλίδα (header) είναι ένα σύνολο από octets δεδομένων πριν από τα πραγματικά δεδομένα και προστίθεται στην αρχή του τμήματος.

Η επικεφαλίδα έχει **ελάχιστο μήκος 20 octets** και **μέγιστο 60 octets** μαζί με το προαιρετικό πεδίο options.

Η δομή της επικεφαλίδας TCP

bit 0 - 15	bit 16 - 31	
Αριθμός Θύρας Πηγής	Αριθμός Θύρας Προορισμού	
Αριθμός Σειράς		
Αριθμός Επιβεβαίωσης		
Μέγεθος Επικεφαλίδας	Δεσμευμένο · Σημαίες Ελέγχου	Μέγεθος Παραθύρου
TCP Άθροισμα Ελέγχου	Δείκτης Επείγοντος	
Προαιρετικό (αν υπάρχει)		
Δεδομένα ...		

Τα πεδία ένα-ένα

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Αριθμός Θύρας Προέλευσης / Προορισμού

Οι αριθμοί θύρας χρησιμεύουν στην **ταυτοποίηση των διαφορετικών συνομιλιών** μεταξύ των δύο άκρων.

Έστω ότι δυο διαφορετικοί άνθρωποι στέλνουν από ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου προς ένα τρίτο. Το TCP αποδίδει διαφορετικές θύρες στις διεργασίες των εφαρμογών των αποστολέων (π.χ. 1024 και 2024) και τη **θύρα 25** στην εφαρμογή που θα παραδοθεί το μήνυμα στον υπολογιστή του παραλήπτη. Αν από το άλλο άκρο πρέπει να σταλεί πίσω ένα τμήμα, τότε τα πεδία θύρα προέλευσης και προορισμού **αντιστρέφονται** στην επικεφαλίδα.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Αριθμός Σειράς (Sequence Number)

Ο αριθμός αυτός χρησιμεύει ώστε ο παραλήπτης στο άλλο άκρο να τοποθετεί τα τμήματα **στη σωστή σειρά** καθώς συνθέτει το αρχικό τμήμα, επειδή η σειρά που έχουν παραληφθεί μπορεί να είναι διαφορετική από τη σειρά που έχουν αποσταλεί. Το TCP αριθμεί τα τμήματα **με βάση τα octets**.

Λυμένη άσκηση — Αριθμοί Σειράς και Επιβεβαίωση

Κάθε τμήμα αποτελείται από 600 octets. Ποιοι θα είναι οι αριθμοί σειράς των πρώτων τεσσάρων τμημάτων; Τι σημαίνει επιβεβαίωση με αριθμό 1201;

Βήμα 1 — Η αρίθμηση γίνεται σε octets

Ο αριθμός σειράς κάθε τμήματος είναι η **θέση του πρώτου octet** του μέσα στη συνολική ροή δεδομένων.

Τμήμα	Octets που μεταφέρει	Αριθμός Σειράς
1ο	0 - 599	0
2ο	600 - 1199	600
3ο	1200 - 1799	1200
4ο	1800 - 2399	1800

Βήμα 2 — Τι σημαίνει ACK = 1201

Ο Αριθμός Επιβεβαίωσης δηλώνει το **επόμενο octet που περιμένει** ο παραλήπτης. Στέλνοντας επιβεβαίωση με τον αριθμό 1201, σημαίνει ότι έχουν φτάσει **όλα τα δεδομένα μέχρι και το octet με αριθμό 1200**.

Απάντηση: αριθμοί σειράς **0, 600, 1200, 1800**. ACK 1201 = παραλήφθηκαν όλα μέχρι και το octet 1200. Αν η επιβεβαίωση δεν παραληφθεί μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, **αποστέλλονται ξανά τα δεδομένα**.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Μέγεθος Παραθύρου (Window)**

Για λόγους επιτάχυνσης της επικοινωνίας το TCP **δεν περιμένει την παραλαβή της επιβεβαίωσης** για να στείλει το επόμενο τμήμα. Δεν γίνεται όμως να αποστέλλονται συνεχώς δεδομένα, διότι ένας γρήγορος αποστολέας θα μπορούσε να ξεπεράσει τις δυνατότητες απορρόφησης δεδομένων από έναν αργό παραλήπτη.

Έτσι με το πεδίο Window κάθε άκρο δηλώνει **πόσα νέα δεδομένα μπορεί να απορροφήσει**, τοποθετώντας σ' αυτό το πεδίο τον αριθμό από octets που διαθέτει ελεύθερα ο ενταμιευτής εισόδου (buffer). Αν ο χώρος γεμίσει, πρέπει ο αποστολέας να σταματήσει την αποστολή νέων δεδομένων. Όταν ο παραλήπτης απελευθερώσει χώρο, δηλώνει με το πεδίο Window ότι είναι έτοιμος να δεχτεί νέα δεδομένα.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Άθροισμα Ελέγχου (Checksum)**

Ο αριθμός στο πεδίο αυτό τοποθετείται από τον αποστολέα αφού υπολογίσει το άθροισμα απ' όλα τα octets σε ένα datagram. Το TCP στο άλλο άκρο υπολογίζει ξανά το άθροισμα και το συγκρίνει με αυτό που παρέλαβε. **Αν τα δύο αποτελέσματα δεν είναι ίδια, τότε κάτι συνέβη κατά τη μεταφορά και το datagram απορρίπτεται.**

Οι Σημαίες Ελέγχου (Flags)

Τα πεδία Σημαίες Ελέγχου χρησιμεύουν για τον χειρισμό των συνδέσεων και αντιστοιχούν σε **9 bit**, όπου τα σημαντικότερα από αυτά είναι:

Σημαία	Πλήρες όνομα	Τι κάνει
URG	Urgent Pointer	Επιτρέπει στο ένα άκρο να πληροφορήσει το άλλο για κάτι σημαντικό, όπως να προχωρήσει στην επεξεργασία ενός συγκεκριμένου octet, τη διακοπή της εξόδου με την πληκτρολόγηση κάποιου χαρακτήρα ελέγχου κ.ά.
ACK	Acknowledgment	Δηλώνει ότι ο κόμβος που στέλνει το bit με τιμή 1 (On) επιβεβαιώνει τη λήψη δεδομένων.
PSH	Push	Ενημερώνει τον παραλήπτη ότι πρέπει όσο το δυνατόν γρηγορότερα να προωθήσει τα δεδομένα στο επίπεδο εφαρμογής.
RST	Reset	Επισημαίνει επανεκκίνηση / καθαρισμό της σύνδεσης.
SYN	Synchronize	Χρησιμεύει για τον συγχρονισμό της εγκατάστασης μιας νέας σύνδεσης , χρησιμοποιώντας τα πεδία Αριθμός Σειράς ώστε να ξεκινήσει μία σύνδεση.
FIN	Finalize	Ενημερώνει ότι ο αποστολέας έχει τελειώσει τη μεταφορά δεδομένων.

Τι εξασφαλίζει συνολικά η δομή του πακέτου TCP

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Η δομή του πακέτου TCP αφορά τα εξής:**

- Την **Εγκατάσταση σύνδεσης** με συμφωνημένες προδιαγραφές επικοινωνίας μεταξύ των δυο άκρων.
- Την **Αξιοπιστία** στη μετάδοση των δεδομένων. Απώλεια δεδομένων μετά τον έλεγχο σφαλμάτων απαιτεί αναμετάδοση.
- Τον **Έλεγχο ροής** δεδομένων, δηλαδή τον έλεγχο ώστε να μην πλημμυρίσει ο παραλήπτης με δεδομένα από τον αποστολέα.
- Τον **Έλεγχο Συμφόρησης** δεδομένων, δηλαδή τον έλεγχο ώστε να μην πλημμυρίσει ένα αργό κανάλι επικοινωνίας με δεδομένα, με κίνδυνο κατάρρευσης.

Το PDU του TCP είναι το **Τμήμα (Segment)**· επικεφαλίδα **20 έως 60 octets**.

Αριθμός Σειράς → σωστή σειρά · **Αριθμός Επιβεβαίωσης** → επιβεβαίωση λήψης · **Window** → έλεγχος ροής.

Σημαίες: **URG, ACK, PSH, RST, SYN, FIN** (σε σύνολο 9 bit).

Πολυπλεξία = πολλές διεργασίες του ίδιου host χρησιμοποιούν ταυτόχρονα το TCP.

4.1.2 Πρωτόκολλο UDP - Δομή πακέτου**ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****UDP (User Datagram Protocol)**

Το πρωτόκολλο User Datagram Protocol είναι ένα σχετικά απλούστερο πρωτόκολλο σε σχέση με το TCP που χρησιμοποιείται στο επίπεδο μεταφοράς.

Για την μεταφορά των datagrams **δεν γίνεται εγκατάσταση σύνδεσης** μεταξύ των δύο άκρων και **δεν διασπάται το μήνυμα σε μικρότερα τμήματα** όταν δεν υποστηρίζεται το μέγεθος του datagram. Κάθε αυτοδύναμο πακέτο μεταφέρεται μέσω δικτύων από κόμβο σε κόμβο μέχρι να φτάσει στο προορισμό του, **χωρίς να εγγυάται κανείς ότι δεν θα χαθεί ή θα καταστραφεί**.

ΤΟ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ — ΑΥΤΟΥΣΙΟ**Γιατί το UDP είναι γρήγορο**

Από την άλλη πλευρά όμως αυτή η **απλότητα της δομής του και η έλλειψη ελέγχων** προσδίδει στο UDP το πλεονέκτημα της **αύξησης στην ταχύτητα μετάδοσης** των δεδομένων και την απώλεια σε overhead, δηλαδή της μείωσης χρησιμοποίησης των πόρων του δικτύου για μη ωφέλιμες εργασίες.

Η επικεφαλίδα UDP — μόνο 8 octets

bit 0 - 15	bit 16 - 31
Αριθμός Θύρας Πηγής	Αριθμός Θύρας Προορισμού
Μήκος (Length)	UDP Άθροισμα Ελέγχου
Δεδομένα ...	

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Τα πεδία της επικεφαλίδας UDP**

- Ο αριθμός **Θύρας Προέλευσης** και ο αριθμός **Θύρας Προορισμού** (Source Port & Destination Port)
- Το **μήκος του datagram (Length)**. Το ελάχιστο μήκος είναι **8 octets**, δηλαδή μόνο η επικεφαλίδα, και το μέγιστο μέγεθος φτάνει τα **64534 octets (64Kb)** μαζί με την επικεφαλίδα.
- Το **Άθροισμα Ελέγχου (Checksum)**. Είναι **προαιρετικό** πεδίο 16-bit το οποίο χρησιμοποιείται για επαλήθευση της ορθότητας του datagram κατά την παραλαβή του στην πλευρά του παραλήπτη. Υπολογίζει το άθροισμα της κεφαλίδας και των δεδομένων και η λειτουργία του είναι παρόμοια με του TCP.

TCP εναντίον UDP

	TCP	UDP
Σύνδεση	Προσανατολισμένο σε σύνδεση	Χωρίς σύνδεση
PDU	Τμήμα (Segment)	Αυτοδύναμο πακέτο (Datagram)
Επικεφαλίδα	20 - 60 octets	8 octets
Αξιοπιστία	Ναι (επιβεβαιώσεις, αναμεταδόσεις)	Όχι
Σειρά τμημάτων	Τα τοποθετεί στη σωστή σειρά	Δεν εγγυάται σειρά
Έλεγχος ροής / συμφόρησης	Ναι	Όχι
Τεμαχισμός δεδομένων	Ναι, αν επιβάλλεται από το δίκτυο	Όχι
Ταχύτητα / overhead	Μικρότερη ταχύτητα, μεγαλύτερο overhead	Μεγαλύτερη ταχύτητα, μικρό overhead

Πού χρησιμοποιείται το UDP**ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Τέτοιες εφαρμογές είναι:**

- αυτές οι οποίες μεταδίδουν σε πραγματικό χρόνο **ροές video και ήχου** (real-time audio/video), όπως **IPTV, VoIP**. Εδώ μας ενδιαφέρει τα δεδομένα να φτάνουν **τη σωστή χρονική στιγμή**. Οποιαδήποτε απώλειά τους μας επηρεάζει μόνο στην ποιότητα του αναπαραγόμενου σήματος.
- **Servers**, οι οποίοι απαντούν σε μικρά αιτήματα ενός τεράστιου αριθμού από πελάτες/clients, όπως στα **δικτυακά online παιχνίδια**. Οι Servers, χρησιμοποιώντας UDP, δεν απασχολούνται με το να ελέγχουν την κατάσταση της κάθε σύνδεσης και έτσι μπορούν να εξυπηρετήσουν πολύ μεγαλύτερο αριθμό χρηστών.

Το τίμημα: αν απαιτείται να λυθούν θέματα αξιοπιστίας, ελέγχου ροής, τεμαχισμού των πακέτων κ.λπ., τότε αναλαμβάνει το **επίπεδο εφαρμογής** να τα διαχειριστεί. Επίσης, το πρόβλημα της δικτυακής συμφόρησης πρέπει να αναλάβει το επίπεδο εφαρμογής στην περίπτωση που ένας αποστολέας UDP πλημμυρίσει το δίκτυο με πακέτα.

Το UDP είναι **χωρίς σύνδεση**, δεν τεμαχίζει, δεν επιβεβαιώνει, δεν εγγυάται τίποτα. Επικεφαλίδα μόνο **8 octets**: Θύρα Πηγής, Θύρα Προορισμού, Μήκος, Άθροισμα Ελέγχου (προαιρετικό). Ελάχιστο μήκος **8 octets**, μέγιστο **64534 octets**. Κατάλληλο για **IPTV, VoIP, online παιχνίδια** — όπου μετράει η ταχύτητα, όχι η πληρότητα.

Κεφάλαιο 5: Δίκτυα Ευρείας Περιοχής

5. Εισαγωγή στα Δίκτυα Ευρείας περιοχής

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (WAN)

Τα τοπικά δίκτυα αποτελούν πολύ καλή λύση για επικοινωνία με περιορισμένη, όμως, απόσταση κάλυψης. Για να ικανοποιηθεί η διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για επικοινωνία σε ευρύτερες γεωγραφικές εκτάσεις, αναπτύσσονται τα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks, 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.ά.

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

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Διαφάνεια ως προς τον χρήστη

Ως προς το χρήστη, το WAN εμφανίζεται να λειτουργεί κατά τον ίδιο ακριβώς τρόπο με το LAN. Πραγματικά, αν το WAN έχει υλοποιηθεί με τις κατάλληλες τεχνικές, δεν θα πρέπει να υπάρχει καμία διαφορά στη συμπεριφορά ως προς το LAN.

Επειδή είναι αρκετά δύσκολο π.χ. 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.

Οι τεχνολογίες WAN

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις υπηρεσίες WAN είναι:

- Επιλεγόμενες τηλεφωνικές γραμμές
- Μόνιμες ή μισθωμένες γραμμές
- X.25
- Frame Relay
- ISDN
- ATM
- xDSL
- Τεχνολογίες FTTH και Metro Ethernet
- Ασύρματες και δορυφορικές ζεύξεις

Από τις παραπάνω, οι **X.25 και Frame Relay έχουν ουσιαστικά καταργηθεί**, ενώ η **ATM** έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 2.

WAN = δίκτυα για επικοινωνία σε ευρύτερες γεωγραφικές εκτάσεις.

Επεκτείνονται με **modem**, **γέφυρες**, **δρομολογητές**· οι γραμμές συνήθως **νοικιάζονται** από τηλεπικοινωνιακό φορέα.

Ως προς τον χρήστη, το WAN συμπεριφέρεται **όπως ένα LAN**.

5.1 Εγκατεστημένο Τηλεφωνικό Δίκτυο

Τι υπάρχει ήδη εγκατεστημένο

Μια κανονική τηλεφωνική εγκατάσταση αποτελείται από **ένα ζευγάρι από χάλκινα καλώδια** που εγκαθιστά στο σπίτι μας μια τηλεφωνική εταιρεία.

Η ΒΑΣΙΚΗ ΙΔΕΑ — ΑΥΤΟΥΣΙΑ

Η αναξιοποίητη χωρητικότητα του χαλκού

Τα χάλκινα καλώδια έχουν πολύ χώρο για να μπορούν να μεταφέρουν περισσότερα από τις τηλεφωνικές μας συνομιλίες, δηλαδή έχουν τη δυνατότητα να χειριστούν ένα πολύ μεγαλύτερο εύρος ζώνης (bandwidth) ή μια περιοχή συχνοτήτων, σε σχέση μ' αυτό που απαιτείται για τη μεταφορά της φωνής.

Μια DSL σύνδεση, π.χ., αξιοποιεί αυτήν την **επιπλέον χωρητικότητα** για να μπορέσει να μεταφέρει πληροφορίες μέσω του χάλκινου σύρματος **χωρίς όμως να ενοχλεί τις επικοινωνίες** που γίνονται μέσω της ίδιας γραμμής.

Οι συχνότητες

Τι	Περιοχή συχνοτήτων
Ανθρώπινες φωνές στις κανονικές συνομιλίες	0 έως 3.400 Hz
Περιοχή των περισσότερων στερεοφωνικών ηχείων	~20 Hz έως 20.000 Hz
Δυνατότητα των ίδιων των συρμάτων	έως και αρκετά εκατομμύρια Hz

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Γιατί περιορίζονται οι συχνότητες

Περιορίζοντας τις συχνότητες που μεταφέρονται μέσα από τα σύρματα, το τηλεφωνικό σύστημα μπορεί να πακετάρει πολλά καλώδια σ' έναν πολύ μικρό χώρο χωρίς να ανησυχεί για **παρεμβολές (interference)** ανάμεσα στις γραμμές. Τα σύγχρονα μηχανήματα, που στέλνουν ψηφιακά και όχι αναλογικά δεδομένα, μπορούν να χρησιμοποιήσουν με ασφάλεια πολύ περισσότερη από τη χωρητικότητα της τηλεφωνικής γραμμής.

Η τηλεφωνική εγκατάσταση = **ένα ζευγάρι χάλκινα καλώδια**.

Η φωνή χρειάζεται μόνο **0 - 3.400 Hz**· ο χαλκός αντέχει εκατομμύρια Hz.

Το DSL αξιοποιεί αυτήν την **επιπλέον χωρητικότητα**, χωρίς να ενοχλεί τη φωνή.

5.1.4 Τεχνολογίες Ψηφιακής Συνδρομητικής Γραμμής (xDSL)

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**DSL (Digital Subscriber Line)**

Το DSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Digital Subscriber Line (Ψηφιακή Συνδρομητική Γραμμή) και στην ουσία αποτελεί μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε ένα δίκτυο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems, τα οποία τοποθετούνται στις δυο άκρες της γραμμής.

Ο δίκτυος αυτός μεταφέρει τόσο τις **χαμηλές** όσο και τις **υψηλές** συχνότητες ταυτόχρονα: τις χαμηλές για τη μεταφορά του σήματος της **φωνής** και τις υψηλές για τα **δεδομένα**.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Τα τρία κανάλια**

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**) κι ένα για τη μετάδοση των δεδομένων προς τα κάτω (**downstream**).

Με το DSL επιτυγχάνονται ταχύτητες μέχρι και **52,8 Mbps downstream** (από το Διαδίκτυο προς τον χρήστη) και **2,3 Mbps upstream** (από τον χρήστη προς το Διαδίκτυο), ενώ ταυτόχρονα μεταφέρονται και τα αναλογικά σήματα της φωνής.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Συμμετρική και ασύμμετρη μετάδοση**

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 προς τον χρήστη** (π.χ. πρόσβαση σε ιστοσελίδες) ή **ίδια ταχύτητα και προς τις δύο κατευθύνσεις** (π.χ. υποκατάστατο για γραμμές E1, τηλεδιάσκεψη).

Οι τεχνολογίες xDSL

Τεχνολογία	Σημασία	Αριθμός Ζευγών	Ταχύτητα	Μέγιστη Απόσταση
ADSL	Asymmetric DSL	1	8 Mbps downstream 1,5 Mbps upstream	3 km 6,6 – 7,5 km
ADSL Lite	—	1	1 Mbps downstream 384 Kbps upstream	—
HDSL	High-bit-rate DSL	2 ή 3	2 Mbps full duplex (E1) 1,5 Mbps full duplex (T1)	3,5 – 4,5 km
SDSL	Single-line DSL	1	2 Mbps full duplex (E1) 1,5 Mbps full duplex (T1)	3 km
VDSL	Very-high-bit-rate DSL	1	13 – 52 Mbps downstream 1,5 – 12 Mbps upstream	0,3 – 1,4 km

ADSL

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line)

Η τεχνολογία ADSL εξασφαλίζει πρόσβαση υψηλών ταχυτήτων στο Διαδίκτυο και σε άλλα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα, δίνοντας τη δυνατότητα για **ταυτόχρονη μετάδοση φωνής και δεδομένων** (δεδομένα, κινούμενη εικόνα, γραφικά) μέσω της απλής τηλεφωνικής γραμμής.

Κύριο χαρακτηριστικό της τεχνολογίας είναι ότι η μεταφορά δεδομένων γίνεται με **ασύμμετρο τρόπο**, δηλαδή προσφέρει διαφορετικό ρυθμό για τη λήψη (μέχρι 8 Mbps downstream) και διαφορετικό για την αποστολή δεδομένων (1 Mbps upstream).

Αποκλειστικό εύρος ζώνης

Το εύρος ζώνης **δεν το μοιραζόμαστε**, αλλά είναι εξ ολοκλήρου στη διάθεσή μας.

Μόνιμη σύνδεση (always-on)

Η σύνδεση ADSL είναι **μόνιμη και διαθέσιμη ανά πάσα στιγμή** — δεν απαιτείται σύνδεση και αποσύνδεση όπως στις τηλεφωνικές κλήσεις.

Εξάρτηση από την απόσταση

Η απόδοση εξαρτάται **σημαντικά από την απόσταση** του χρήστη από τον τηλεπικοινωνιακό πάροχο.

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Η απόδοση του ADSL ανά απόσταση**

- 1,5 Mbps για απόσταση **5,5 km**
- 2,0 Mbps για απόσταση **4,9 km**
- 6,3 Mbps για απόσταση **3,6 km**
- 8,4 Mbps για απόσταση **2,7 km**

Εξελιγμένες εκδόσεις του ADSL είναι το **ADSL2** και το **ADSL2+**, οι οποίες παρέχουν μεγαλύτερες ταχύτητες αξιοποιώντας διαφορετικά το εύρος ζώνης του καλωδίου. Η μέγιστη ταχύτητα του ADSL2+ είναι τα **24/1 Mbps** (ή τα 24/3,5 Mbps με το πρότυπο ITU G.992.5 Annex M), αλλά στην πράξη πολύ λίγοι χρήστες συνδέονται σε αυτές τις ταχύτητες, λόγω της απόστασής τους από το τηλεφωνικό κέντρο.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Γιατί περισσότερο εύρος στο download**

Στις απλές τηλεφωνικές συνδέσεις με χάλκινο καλώδιο χρησιμοποιείται μόνο η περιοχή συχνοτήτων **0-4 kHz** για τη μετάδοση της φωνής. Αυτό δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν οι μεγαλύτερες συχνότητες για τη μετάδοση άλλων δεδομένων. Επειδή το εύρος είναι περιορισμένο και οι συνηθισμένοι οικιακοί χρήστες έχουν **μεγαλύτερο όγκο στο κατέβασμα παρά στο ανέβασμα**, χρησιμοποιείται μεγαλύτερο εύρος συχνοτήτων για την αποστολή από τον πάροχο προς τον τελικό χρήστη.

Οι συχνότητες υποδιαιρούνται σε ακόμα μικρότερες περιοχές των **4.3125 kHz**, που συχνά ονομάζονται **bins**. Συνήθως τα modems, κατά την έναρξη της επικοινωνίας, ελέγχουν ξεχωριστά κάθε τέτοια περιοχή για να καθορίσουν ποιες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Για τη δημιουργία πολλαπλών καναλιών, τα ADSL modems χωρίζουν το διαθέσιμο εύρος ζώνης με έναν από τους δυο τρόπους: **α) Πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας (Frequency Division Multiplexing)** ή **β) Καταστολή της ηχούς (Echo Cancellation)**.

HDLSL, SDSL, VDSL**HDLSL**

High-bit-rate DSL. Σε αντίθεση με το ADSL είναι **συμμετρικό** και προσφέρει τον ίδιο ρυθμό (μέχρι 2 Mbps) τόσο για την αποστολή όσο και για τη λήψη. Η μέγιστη απόσταση δεν υπερβαίνει τα **3,5 km** και απαιτείται η εγκατάσταση **2 τηλεφωνικών γραμμών** (2 συνεστραμμένα καλώδια). Νεότερες εκδόσεις: HDLSL2 (1 ζεύγος) και HDLSL4 (2 ζεύγη).

SDSL

Single-line DSL. Παρόμοιο με το HDLSL στον ρυθμό (μέχρι 2 Mbps), απαιτεί όμως **μόνο ένα συνεστραμμένο ζεύγος** χαλκού. Για τον λόγο αυτό η μέγιστη απόσταση δεν ξεπερνά τα **3 km**.

VDSL

Very-high-data-rate DSL. Δίνει ταχύτητες μέχρι **52 Mbps λήψη** και **12 Mbps αποστολή**, με περιορισμό όμως τη μέγιστη απόσταση (δεν ξεπερνά το **1,5 km**). Διάδοχος: το **VDSL2**, με πάνω από 200 Mbps σε πολύ μικρή απόσταση, 100 Mbps στα 500 μέτρα και 50 Mbps στο 1 χιλιόμετρο.

Συσκευές τερματισμού: DSL Modem και DSLAM

Το DSL χρησιμοποιεί **δύο κομμάτια εξοπλισμού**: ένα στην πλευρά του πελάτη και ένα στον πάροχο υπηρεσιών Διαδικτύου.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Πομποδέκτης (Transceiver)

Στην πλευρά του πελάτη υπάρχει ένας πομποδέκτης (transceiver) DSL. Οι περισσότεροι οικιακοί πελάτες τον αποκαλούν «**DSL modem**». Οι τεχνικοί στην τηλεφωνική εταιρεία ή τον ISP τον αποκαλούν **ATU-R**. Είναι το σημείο όπου τα δεδομένα από τον υπολογιστή του χρήστη ή το δίκτυο συνδέονται με την DSL γραμμή.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

DSLAM (DSL Access Multiplexer)

Το Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) είναι ο **πολυπλέκτης/αποπολυπλέκτης των ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών DSL**. Είναι μια συσκευή που τοποθετείται είτε στο Κέντρο Τηλεπικοινωνιακών Παρόχων, είτε σε καμπίνες στο δρόμο, είτε αντικαθιστά τους Καταμεμητές καλωδίων, είτε μέσα σε πολυκατοικίες.

Ένα DSLAM λαμβάνει συνδέσεις από **πολλούς πελάτες** και τις συνενώνει σε **μία σύνδεση υψηλής χωρητικότητας** προς το Διαδίκτυο. Επιπλέον, μπορεί να παρέχει λειτουργίες όπως δρομολόγηση (routing) ή εκχώρηση δυναμικών IP διευθύνσεων για τους πελάτες.

Το DSLAM περιέχει ένα **μοναδικό modem (port) για κάθε συνδρομητή**. Κάθε κάρτα στο DSLAM τυπικά έχει 24 ports. Όταν συνδέσουμε και ανάψουμε το modem/router μας, το πρώτο πράγμα που κάνει είναι να συνδεθεί με το port του DSLAM που μας αντιστοιχεί. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται «**συγχρονισμός**» και συνήθως έχει ειδικό λαμπάκι (ADSL, line ή sync). **Η πραγματική ταχύτητα ADSL για τη σύνδεσή μας είναι η ταχύτητα που θα επιτευχθεί σε αυτόν τον συγχρονισμό.**

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

ADSL έναντι καλωδιακού (cable) modem

Επειδή οι χρήστες των cable modems μοιράζονται συνήθως έναν βρόγχο δικτύου σε μια γειτονιά, η πρόσθεση χρηστών σημαίνει **ελάττωση της απόδοσης**.

Το **ADSL παρέχει μια αφοσιωμένη (dedicated) σύνδεση** από τον κάθε χρήστη έως το DSLAM, πράγμα που σημαίνει ότι οι χρήστες δεν θα διαπιστώσουν ελάττωση της απόδοσης με την προσθήκη νέων χρηστών, μέχρις ότου ο συνολικός αριθμός των χρηστών αρχίσει να παραγεμίζει (κορεσμός) τη σύνδεση υψηλής ταχύτητας προς το Διαδίκτυο.

Συνδεσμολογίες: splitterless και splitter-based

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Ο διαχωριστής σήματος

Ο τηλεπικοινωνιακός πάροχος τοποθετεί μία συσκευή στον πελάτη (Network Interface Device - NID), γνωστή και ως adsl modem/router, η οποία **διαχωρίζει τις συχνότητες της φωνής (0 - 4 kHz) από τις υψηλότερες συχνότητες των DSL σημάτων (25 kHz - 1,1 MHz)**.

Ο διαχωριστής των σημάτων, ένα **χαμηλοπερατό φίλτρο**, είναι μια **παθητική συσκευή** — δηλαδή δεν χρειάζεται επιπλέον παροχή ρεύματος και μπορεί να συνεχίζει να λειτουργεί αν υπάρξει τοπική διακοπή ρεύματος.

	Splitterless (Universal DSL / G.Lite / DSL Lite)	Splitter-based
Διαχωρισμός σημάτων	Δεν έχουμε διαχωρισμό των δύο σημάτων· το modem συνδέεται απευθείας στην τηλεφωνική γραμμή	Το σήμα DSL διαχωρίζεται από τη γραμμή του τηλεφώνου και με διαφορετικό καλώδιο οδεύει προς το modem
Εξοπλισμός	Ειδικά chips μέσα στο modem, που λειτουργούν σε χαμηλότερη ισχύ ώστε να μη δημιουργούν παρεμβολές στη φωνή· απαιτείται φίλτρο (filter) στις τηλεφωνικές συσκευές	Απαιτείται εγκατάσταση διαχωριστή (splitter) από την τηλεφωνική εταιρεία στο χώρο του συνδρομητή
Ταχύτητα	Μικρότερη μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς	Μεγαλύτερη
Κόστος	Χαμηλότερο	Υψηλότερο (επιπλέον καλωδίωση + διαχωριστής)

Το ντεσιμπέλ (dB), Εξασθένιση και SNR

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Το ντεσιμπέλ (decibel, dB)

- Είναι **λογαριθμική (log)** μονάδα. Καθαρός αριθμός.
- Βασική μονάδα είναι το **Bel**. Επειδή είναι πρακτικά μεγάλη, χρησιμοποιείται το deciBel (1 deciBel = 0,1 Bel).
- Εκφράζει **πόσες φορές** είναι ένα μέγεθος μεγαλύτερο (+) ή μικρότερο (–) από ένα άλλο.
- Μηδέν 0 dB** σημαίνει ότι τα δυο συγκρινόμενα μεγέθη είναι **ίσα** (και ΟΧΙ μηδέν).
- Όταν το dB συνοδεύεται και από επιπλέον γράμμα(-τα), παύει να είναι καθαρός αριθμός και δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερο/μικρότερο από το **μέγεθος αναφοράς**.
- +3 dB** σημαίνει διπλάσια ισχύ, **–3 dB** μισή ισχύ.
- +10 dB** σημαίνει δεκαπλάσια ισχύ, **–10 dB** το ένα δέκατο της ισχύος.

Γιατί χρησιμοποιούμε το dB; Επειδή για διαδοχικές βαθμίδες ενισχυτών και εξασθενήσεων ο υπολογισμός του συνολικού κέρδους ανάγεται σε **πρόσθεση και αφαίρεση** των επιμέρους κερδών ή απωλειών σε dB, αντί για πολλαπλασιασμούς και διαιρέσεις.

Λυμένη άσκηση — Εξασθένηση καλωδίου UTP Cat 5e

Ένα καλώδιο UTP Cat 5e σε απόσταση 100 μέτρων παρουσιάζει εξασθένηση 21,0 dB στους 100 MHz. Αν το σήμα ξεκινά με ισχύ 4 mW ή 6 dBm, πόση είναι η ισχύς του σήματος που φτάνει στην άλλη άκρη;

α' τρόπος — κατ' ευθείαν μαθηματικός υπολογισμός

Κάνοντας χρήση της σχέσης που ορίζει το dB για τιμές ισχύος, θέτουμε $P_1 = 4 \text{ mW}$:

$$\text{dB} = 10 \cdot \log(P_2 / P_1) \Rightarrow -21 = 10 \cdot \log(P_2 / P_1) \Rightarrow P_2 / P_1 = 10^{-21/10} \Rightarrow P_2 / 4 = 10^{-2,1} \Rightarrow P_2 = 4 \cdot 0,007943 \Rightarrow P_2 = \mathbf{0,03177 \text{ mW}}$$

β' τρόπος — με πίνακες αντιστοιχίας dB σε λόγους ισχύος

Τα 21 dB είναι $20 + 1 \text{ dB}$, δηλαδή συντελεστής $100 \times 1,26 = \mathbf{126}$. Επειδή είναι εξασθένηση, το πρόσημο είναι αρνητικό, οπότε ο συντελεστής είναι «διά».

Τελική ισχύς = $4 \text{ mW} / 126 = \mathbf{0,03175 \text{ mW}}$ — τιμή σχεδόν ίδια με αυτήν που υπολογίσαμε.

γ' τρόπος — δουλεύοντας απευθείας σε dBm

Το αρχικό σήμα είναι 6 dBm και μετά από εξασθένηση -21 dB φτάνει να είναι $6 - 21 = \mathbf{-15 \text{ dBm}}$. Δεν χρειάζεται να εμπλοκούμε καθόλου με πολύπλοκους υπολογισμούς.

Απάντηση: $\approx \mathbf{0,032 \text{ mW}}$ ή ισοδύναμα $\mathbf{-15 \text{ dBm}}$. Το σήμα ξεκίνησε 4 mW και μετά από εξασθένηση 21 dB φτάνει να είναι μόλις 0,03177 mW.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Εξασθένηση**

Ως εξασθένηση ορίζεται ο λόγος της ισχύος του σήματος που φτάνει στην είσοδο του δέκτη λήψης προς την αρχική ισχύ στην έξοδο του πομπού. Η εξασθένηση μετράται σε **decibel (dB)** σε συγκεκριμένη συχνότητα, π.χ. 15 dB @1kHz.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Θόρυβος**

Το χρήσιμο σήμα της πληροφορίας, παρότι ξεκινά από τον πομπό μόνο του, στη διαδρομή «εμπλουτίζεται» με διάφορα ανεπιθύμητα σήματα τα οποία το επηρεάζουν, το παραμορφώνουν και δυσχεραίνουν την ανάκτηση της πληροφορίας από τον δέκτη. Τα ανεπιθύμητα αυτά σήματα ονομάζονται **θόρυβος**.

Ο ηλεκτρομαγνητικός θόρυβος **δεν επηρεάζει τα οπτικά σήματα και τις οπτικές ίνες**. Στα μεταλλικά-χάλκινα καλώδια ένας παράγοντας που μπορεί να μειώσει τον θόρυβο είναι η **θωράκισή** τους και η γείωση της θωράκισης.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Λόγος σήματος προς θόρυβο (S/N ή SNR)**

Αυτό που ενδιαφέρει περισσότερο είναι η σχετική στάθμη του σήματος πληροφορίας σε σχέση με τη στάθμη του θορύβου. Η παράμετρος αυτή ονομάζεται λόγος σήματος προς θόρυβο (Signal to Noise Ratio, S/N ή SNR) και εκφράζεται σε **decibel (dB)**.

Παράδειγμα: αν σε μια γραμμή η στάθμη του σήματος είναι **χίλιες (1000) φορές** μεγαλύτερη από τη στάθμη του θορύβου, τότε ο λόγος σήματος προς θόρυβο (S/N) είναι **30 dB**.

Η μέτρηση του θορύβου γίνεται **στην είσοδο του δέκτη**, γιατί εκεί ενδιαφέρει η επίδρασή του στο σήμα πληροφορίας. Ο θόρυβος είναι σημαντικός παράγοντας ιδιαίτερα σε **μεγάλου μήκους γραμμές**, όπως οι τηλεφωνικές: το σήμα εκτίθεται για μεγάλες αποστάσεις σε εξωτερικούς θορύβους, ενώ παράλληλα υπόκειται σε μεγαλύτερη εξασθένηση — άρα **χειρότερο λόγο S/N**.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Περιθώριο (margin)

Χαρακτηρίζει το περιθώριο που υπάρχει για τη σχετικά σίγουρη παροχή μιας υπηρεσίας ή λειτουργία με συγκεκριμένο τρόπο. Για παράδειγμα, εάν σε μια ασύρματη σύνδεση, για την επίτευξη σύνδεσης σε συγκεκριμένη ταχύτητα χωρίς συχνές αποσυνδέσεις, απαιτείται στάθμη σήματος τουλάχιστον **-77 dBm** και η πραγματική στάθμη είναι **-65 dBm**, τότε λέμε ότι το περιθώριο είναι **12 dB**.

xDSL: μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε δίαυλο ψηφιακής επικοινωνίας — **3 κανάλια**: φωνή, upstream, downstream.

ADSL ασύμμετρο (8/1 Mbps, 1 ζεύγος, always-on) · **HDSL** συμμετρικό (2 ζεύγη) · **SDSL** συμμετρικό (1 ζεύγος) · **VDSL** έως 52 Mbps σε μικρή απόσταση.

DSLAM στον πάροχο, **DSL modem / ATU-R** στον πελάτη· η ταχύτητα καθορίζεται στον **συγχρονισμό**.

Εξασθένηση = λόγος ισχύος στον δέκτη προς ισχύ στον πομπό · **SNR** = λόγος σήματος προς θόρυβο, και τα δύο σε **dB**.

Κεφάλαιο 6: Επίπεδο Εφαρμογής

6.1 Σύστημα Ονοματολογίας DNS

Το πρόβλημα

Κάθε υπολογιστής (host) που συμμετέχει σε ένα δίκτυο TCP/IP αποκτά μία και μοναδική διεύθυνση IP. Επειδή όμως οι χρήστες βρίσκουν αρκετά δύσκολο να θυμούνται διευθύνσεις αυτής της μορφής, χρησιμοποιούν **συμβολικά ονόματα** με τα οποία αναφέρονται στις συσκευές και στα δίκτυα.

IP διεύθυνση	Όνομα υπολογιστή
128.174.5.1	atlas
128.174.5.2	kronos
128.174.5.3	aris

Αυτή η προσέγγιση δουλεύει καλά σε **μικρά δίκτυα** με περιορισμένο αριθμό συσκευών. Όταν όμως έχουμε συναλλαγές με το Διαδίκτυο, είναι προφανές ότι είναι δύσκολο να απομνημονεύσουμε διευθύνσεις IP. Γι' αυτό αναπτύχθηκε ένα σύστημα ονοματοδοσίας και μια **υπηρεσία καταλόγου** για αναζήτηση των ονομάτων.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

DNS (Domain Name Service — Υπηρεσία Ονομασίας Περιοχών)

Το σύστημα Ονομασίας περιοχών (DNS) είναι μια **κατανεμημένη βάση δεδομένων** στο Διαδίκτυο που επιτρέπει τη μετάφραση ανάμεσα σε ονόματα και διευθύνσεις IP.

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι το DNS είναι ο «**τηλεφωνικός κατάλογος του Διαδικτύου**».

Είναι ο μηχανισμός του Διαδικτύου για την αναφορά μέσω ονομάτων σε ό,τι πόρους χρησιμοποιούμε σε αυτό και που μας επιτρέπει τη **μετάφραση ονομάτων σε διευθύνσεις IP και το αντίστροφο**.

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Το DNS περιλαμβάνει:

- τον **χώρο ονομάτων**
- τους **εξυπηρετητές** μέσω των οποίων γίνεται διαθέσιμος ο χώρος ονομάτων
- τους **αναλυτές (resolvers)** που ερωτούν τους εξυπηρετητές περί του χώρου ονομάτων

Τα δεδομένα της βάσης DNS **διατηρούνται τοπικά, αλλά είναι διαθέσιμα παγκόσμια**. Δεν υπάρχει υπολογιστής με όλη τη βάση DNS.

Πολύ σημαντικό: το DNS είναι πρωτόκολλο **επιπέδου εφαρμογής (Application Layer)** που επιτρέπει σε υπολογιστές (hosts), δρομολογητές (routers) και εξυπηρετητές DNS (Name Servers) να επικοινωνούν για να **αναλύσουν (resolve)** ονόματα. Τα αποτελέσματα από μακρινούς εξυπηρετητές αποθηκεύονται **προσωρινά σε τοπική μνήμη** ώστε να βελτιωθεί η επίδοση.

Το DNS είναι **κατανεμημένη βάση δεδομένων** — ο «**τηλεφωνικός κατάλογος του Διαδικτύου**».

Περιλαμβάνει: **χώρο ονομάτων, εξυπηρετητές, αναλυτές (resolvers)**.

Ανήκει στο **επίπεδο εφαρμογής**· κανένας υπολογιστής δεν έχει όλη τη βάση.

6.1.1 Χώρος ονομάτων του DNS

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Ο χώρος ονομάτων

Το Διαδίκτυο είναι χωρισμένο νοητά σε εκατοντάδες διαφορετικές **περιοχές (domains)** υψηλού επιπέδου που αναλύονται σε **υποπεριοχές (subdomains)**, κ.ο.κ., με πολλούς υπολογιστές (hosts) η καθεμία.

Οι περιοχές μπορεί να παρασταθούν με ένα **δέντρο**. Τα ονόματα των περιοχών απαρτίζουν μια ιεραρχία κατά τρόπο που τα ονόματα να είναι **μοναδικά** και να απομνημονεύονται εύκολα. Ένας οργανισμός είναι αρμόδιος για μέρος του χώρου ονομάτων και μπορεί να προσθέσει επιπλέον επίπεδα στην ιεραρχία.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Ιεραρχία του DNS

Κάθε **κόμβος** στο δένδρο DNS αναπαριστά ένα όνομα DNS (DNS name). Κάθε **κλαδί** κάτω από ένα κόμβο είναι μια περιοχή DNS (DNS domain). Η περιοχή DNS μπορεί να περιέχει hosts ή άλλες περιοχές (subdomains).

δυναδικά

```
. (ρίζα)
├── gr                                περιοχή 1ου επιπέδου (TLD)
│   ├── ntua.gr                     περιοχή 2ου επιπέδου
│   │   ├── tc.ntua.gr              υποπεριοχή 3ου επιπέδου
│   │   └── ece.ntua.gr
│   └── cn.ece.ntua.gr              υποπεριοχή 4ου επιπέδου
```

Η ρίζα και τα επίπεδα

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Η ρίζα (root)

Η κορυφή του δένδρου είναι η ρίζα (root) και συμβολίζεται με **μία τελεία «.»**. Η **IANA** (Internet Assigned Numbers Authority) είναι η επίσημη αρχή που διαχειρίζεται τη ρίζα του DNS.

Επίπεδο	Τι είναι	Παραδείγματα
Ρίζα	Η κορυφή του δένδρου	.
1ου επιπέδου (TLD)	Περιοχές ανωτάτου επιπέδου ή βασικές περιοχές	Αρχικά (1988): edu, gov, com, org, mil, net, int, arpa Αργότερα ανά χώρα (2 γράμματα): gr, nl, uk, us, jp, it, fr Στη συνέχεια: biz, info, post, tel
2ου επιπέδου	Προσδιορίζει συνήθως τον οργανισμό ή την εταιρεία στην οποία ανήκει το δίκτυο· κάθε μία είναι μοναδική	ntua.gr, sch.gr
3ου επιπέδου και κάτω	Υποπεριοχές (subdomains)· κάθε νέο subdomain αντιστοιχεί σε περιοχή ονομάτων του επόμενου επιπέδου	tc.ntua.gr, pie.sch.gr

Η διαχείριση των TLD (εκτός των .int και .arpa) έχει **εκχωρηθεί από την IANA** σε άλλους υπεύθυνους οργανισμούς. Η διαχείριση του χώρου ονομάτων κάτω από τις περιοχές ανωτάτου επιπέδου έχει εκχωρηθεί σε οργανισμούς, που μπορούν να εκχωρήσουν περαιτέρω τη διαχείριση υποπεριοχών τους.

Το παράδειγμα του βιβλίου — ektor.tc.ntua.gr

Να αναλυθεί το όνομα ektor.tc.ntua.gr.

Διαβάζουμε **από δεξιά προς αριστερά**, από το ανώτατο προς το κατώτερο επίπεδο:

Τμήμα	Επίπεδο	Τι δηλώνει
.gr	1ου (βασική περιοχή)	Αφορά την Ελλάδα
ntua	2ου (domain)	Το Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
tc	3ου (subdomain)	Τα μηχανήματα του εργαστηρίου τηλεπικοινωνιών
ektor	κατώτερο	Το συμβολικό όνομα του ηλεκτρονικού υπολογιστή (host)

Κανόνας: στο DNS το **αριστερότερο** τμήμα είναι πάντα ο υπολογιστής και το **δεξιότερο** η περιοχή ανώτατου επιπέδου (TLD).

Ο χώρος ονομάτων είναι **δέντρο**: ρίζα «.» → TLD → 2ου επιπέδου → υποπεριοχές → host.
Η **IANA** διαχειρίζεται τη ρίζα· η διαχείριση εκχωρείται ιεραρχικά προς τα κάτω.
Το όνομα διαβάζεται **από δεξιά προς αριστερά**.

6.1.2 Οργάνωση DNS

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Η οργάνωση**

Το DNS είναι οργανωμένο ως μία **κατανεμημένη βάση δεδομένων** που χρησιμοποιεί το μοντέλο **πελάτη - εξυπηρετητή**. Για να λειτουργήσει, χρησιμοποιεί τους κόμβους της βάσης αυτής, που είναι οι **εξυπηρετητές ονομάτων (Name Servers)**, οι οποίοι βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία του Διαδικτύου, συνεργάζονται μεταξύ τους και μας πληροφορούν σχετικά με το ποιο όνομα αντιστοιχεί σε ποια IP διεύθυνση και αντίστροφα.

Ιεραρχία και ζώνες

Η ιεραρχία του χώρου ονομάτων ανταποκρίνεται σε μία **αντίστοιχη ιεραρχία εξυπηρετητών ονομάτων**.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Ζώνη (zone)**

Κάθε εξυπηρετητής είναι υπεύθυνος για ένα **συμπαγές τμήμα του χώρου ονομάτων DNS** που αποκαλείται ζώνη (zone). Ο εξυπηρετητής ονομάτων απαντά σε ερωτήσεις (queries) για τους υπολογιστές (hosts) της ζώνης του. Κάθε ζώνη είναι εμφωλευμένη σε ένα κόμβο του δένδρου.

Οι ζώνες δεν είναι περιοχές (domains). Η ζώνη είναι τμήμα του χώρου ονομάτων DNS που εν γένει αποθηκεύεται σε ένα αρχείο. Ο εξυπηρετητής ονομάτων μπορεί να χωρίσει μέρος της ζώνης του και να το εκχωρήσει σε άλλους εξυπηρετητές.

Σημείο-παγίδα: «Κανένας εξυπηρετητής DNS δεν έχει όλες τις αντιστοιχίες ονομάτων σε διευθύνσεις IP. Για να βρεθεί μία συγκεκριμένη αντιστοίχιση πιθανόν να πρέπει να γίνουν ερωτήσεις σε **πολλούς** εξυπηρετητές DNS.»

Κύριος και δευτερέων εξυπηρετητής**ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Primary και Secondary server**

Για κάθε ζώνη πρέπει να υπάρχει **ένας κύριος εξυπηρετητής και ένας αριθμός από δευτερεύοντες** εξυπηρετητές.

Ο **κύριος εξυπηρετητής (primary server)** διατηρεί ένα αρχείο ζώνης με την **πρωτότυπη πληροφορία** για τη ζώνη.

Ο **δευτερέων εξυπηρετητής (secondary server)** διατηρεί **αντίγραφα** των δεδομένων που αποθηκεύονται στον κύριο εξυπηρετητή.

Η βάση μπορεί να ενημερωθεί **δυναμικά** με προσθήκη, διαγραφή, τροποποίηση οποιασδήποτε πληροφορίας. Όταν προστίθεται ένας host σε μια ζώνη, ο διαχειριστής προσθέτει την πληροφορία για τον host (διεύθυνση IP και όνομα) σε ένα αρχείο **του κύριου εξυπηρετητή**.

Ο τοπικός (default) εξυπηρετητής

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Πώς απαντιέται μια ερώτηση**

Σχεδόν κάθε οργανισμός, εταιρεία, πανεπιστήμιο, πάροχος έχει έναν **τοπικό εξυπηρετητή ονομάτων**, που είναι γνωστός και ως ο **επιλεγμένος (default)** εξυπηρετητής. Όταν γίνει μια ερώτηση, αυτή αποστέλλεται στον τοπικό εξυπηρετητή, που λειτουργεί ως **ενδιάμεσος** και προωθεί την ερώτηση, εάν απαιτείται.

Αν ο τοπικός εξυπηρετητής ονομάτων δεν έχει καταλήξει στο πού θα βρει τη διεύθυνση που αντιστοιχεί στο όνομα κάποιου υπολογιστή, ρωτά τους εξυπηρετητές άλλων ζωνών, **φτάνοντας μέχρι τους εξυπηρετητές ρίζας, αν χρειαστεί.**

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Ανάλυση ονομάτων (name resolution)**

Ανάλυση ονομάτων (name resolution) είναι η διαδικασία με την οποία αναλυτές και εξυπηρετητές ονομάτων συνεργάζονται ώστε να βρουν δεδομένα εντός του χώρου ονομάτων.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Πρωτόκολλο DNS**

Το πρωτόκολλο DNS είναι του τύπου **πελάτη - εξυπηρετητή** και ανήκει στο **επίπεδο εφαρμογής** του μοντέλου TCP/IP. Ο πελάτης DNS ονομάζεται **αναλυτής (resolver)**. Το πρωτόκολλο DNS υποστηρίζει τη μετατροπή ονομάτων σε διευθύνσεις (ανάλυση, resolution), καθώς και την ενημέρωση των δεδομένων μεταξύ των εξυπηρετητών ονομάτων.

Για την ανεύρεση δεδομένων, ο εξυπηρετητής ονομάτων χρειάζεται **μόνο το όνομα και τη διεύθυνση IP των εξυπηρετητών ονομάτων κορυφής (ρίζας)**. Οι εξυπηρετητές κορυφής γνωρίζουν όλες τις περιοχές ανωτάτου επιπέδου και μπορούν να υποδείξουν τους εξυπηρετητές με τους οποίους μπορεί να γίνει επαφή.

Ζώνη = συμπαγές τμήμα του χώρου ονομάτων για το οποίο ευθύνεται ένας εξυπηρετητής. **Οι ζώνες δεν είναι domains.**

Κάθε ζώνη έχει **έναν κύριο (primary)** και **έναν αριθμό δευτερευόντων (secondary)** εξυπηρετητών.

Ο πελάτης DNS λέγεται **αναλυτής (resolver)**· η διαδικασία λέγεται **ανάλυση ονομάτων**.

Αν ο τοπικός εξυπηρετητής δεν ξέρει, ρωτά προς τα πάνω, **μέχρι τη ρίζα αν χρειαστεί.**

6.2.1 Υπηρεσία ηλεκτρονικού ταχυδρομείου E-mail (POP3 - IMAP/SMTP)**Το μοντέλο Πελάτη - Εξυπηρετητή**

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Το μοντέλο Πελάτη - Εξυπηρετητή**

Όλες οι υπηρεσίες στο Διαδίκτυο στηρίζονται στο μοντέλο Πελάτη - Εξυπηρετητή. Ο **Εξυπηρετητής** οργανώνει, διαχειρίζεται το αρχείο δεδομένων, δέχεται ερωτήματα και απαντά στο πρόγραμμα Πελάτη. Το πρόγραμμα **Πελάτης** θέτει ερωτήματα στον Εξυπηρετητή και μπορεί να αποκωδικοποιεί τις απαντήσεις του.

Υλοποιείται με δύο ανεξάρτητα κομμάτια λογισμικού: το πρόγραμμα του **Εξυπηρετητή (Server)** που εγκαθίσταται σε έναν (ή περισσότερους) υπολογιστή, και το πρόγραμμα του **Πελάτη (Client)** που εγκαθίσταται σε πολλούς υπολογιστές.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο**

Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι ένα **σύστημα για τη μετάδοση μηνυμάτων μεταξύ υπολογιστών**. Τα μηνύματα μπορούν να περιέχουν πληροφορίες σε διάφορες μορφές. Μια ηλεκτρονική επιστολή έχει τη δυνατότητα να περιλαμβάνει, εκτός από κείμενο, εικόνες, ήχους, κινούμενες εικόνες, video, μια εφαρμογή, μέσα στο μήνυμα ή ως **επισυναπτόμενα αρχεία**.

Η μορφή της διεύθυνσης**ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****xxxxx@yyyyy.zzz**

- **xxxxx**: συνήθως αποτελεί το όνομα ή κάποιο ψευδώνυμο του χρήστη
- **yyyyy**: το όνομα της περιοχής (domain name) κάποιας εταιρείας που παρέχει τις υπηρεσίες του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου· μπορεί να είναι ενός ή πολλών επιπέδων χωρισμένα με τελείες
- **zzz**: αναφέρεται στο είδος της εταιρείας (π.χ. .org, .com, .edu) ή τη χώρα προέλευσης (π.χ. .gr, .de, .au)

Παραδείγματα: kostas@hotmail.com, g.papadopoulos@sch.gr, info@teiath.edu.gr

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα**Πλεονεκτήματα**

- Είναι πολύ **γρήγορο**.
- Ο χρήστης δεν χρειάζεται να παρακολουθεί τη μεταφορά του μηνύματος, όπως με την αποστολή fax.
- Είναι πιο **οικονομικό** από το συμβατικό ταχυδρομείο.
- Μπορεί να προσδιοριστεί **μεγάλος αριθμός ταυτόχρονων αποδεκτών**.

Μειονεκτήματα

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

Η δομή ενός μηνύματος**ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ****Ένα μήνυμα αποτελείται από:**

- την **Επικεφαλίδα (header)**, που είναι ένα σύνολο γραμμών όπου κάθε γραμμή αποτελείται από μια **λέξη-κλειδί, άνω και κάτω τελεία, κενό, και μία τιμή**.
- το **σώμα του μηνύματος** που περιέχει ASCII κείμενο. Ακολουθεί το αρχικό μέρος και **διαχωρίζεται από αυτό με μια κενή γραμμή**.

δυσδικά

```
From: nick@aueb.gr
To: john@cs.co.uk
Reply-To: nick@aueb.gr
Subject: Hello
<κενή γραμμή>
... το σώμα του μηνύματος ...
```

Τα τρία πρωτόκολλα

Τα **SMTP**, **POP3** και **IMAP** είναι πρωτόκολλα TCP/IP που χρησιμοποιούνται για την παράδοση και παραλαβή της αλληλογραφίας.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

SMTP

SMTP σημαίνει **Πρωτόκολλο μεταφοράς απλών μηνυμάτων**. Το SMTP χρησιμοποιείται όταν ένα ηλεκτρονικό μήνυμα **παραδίδεται από έναν πελάτη ηλεκτρονικού ταχυδρομείου**, όπως το Outlook, **σε ένα διακομιστή** ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή όταν ένα ηλεκτρονικό μήνυμα παρέχεται **από ένα e-mail server σε ένα άλλο**.

Το SMTP χρησιμοποιεί τη **TCP θύρα 25** ή τη θύρα 465 για κρυπτογραφημένη επικοινωνία (SSL) ή τη 587 (TLS).

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

POP3

POP3 σημαίνει **πρωτόκολλο ταχυδρομικού γραφείου**. Το POP3 επιτρέπει σε ένα e-mail client να **«κατεβάσει»** ένα ηλεκτρονικό μήνυμα από έναν εξυπηρετητή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο σταθμό εργασίας του.

Το πρωτόκολλο POP3 είναι **απλό και δεν προσφέρει πολλές δυνατότητες εκτός από τη λήψη**. Ο σχεδιασμός του υποθέτει ότι ο πελάτης κατεβάζει όλα τα διαθέσιμα μηνύματα από το διακομιστή, **τα διαγράφει από το διακομιστή** και στη συνέχεια αποσυνδέεται — ενώ υπάρχει και η δυνατότητα διατήρησης αντιγράφου στον διακομιστή μέσω ρύθμισης.

Το POP3 κανονικά χρησιμοποιεί τη **TCP θύρα 110** ή τη θύρα 995 για κρυπτογραφημένη επικοινωνία (SSL).

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

IMAP

IMAP σημαίνει **πρωτόκολλο πρόσβασης μηνυμάτων Διαδικτύου**. Έχει πολλά παρόμοια χαρακτηριστικά με το POP3, ωστόσο περιλαμβάνει **πολλές περισσότερες δυνατότητες**.

Το IMAP έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει στους χρήστες να **διατηρούν τα emails τους στο διακομιστή**. Απαιτεί περισσότερο χώρο στο δίσκο στον κεντρικό υπολογιστή (Mail server) και περισσότερους πόρους CPU από το POP3, καθώς όλα τα μηνύματα αποθηκεύονται στο διακομιστή.

Το IMAP συνήθως χρησιμοποιεί τη **TCP θύρα 143** ή τη θύρα 993 για κρυπτογραφημένη επικοινωνία (SSL).

Πρωτόκολλο	Ρόλος	Θύρα TCP	Κρυπτογραφημένη
SMTP	Αποστολή: πελάτης → server και server → server	25	465 (SSL) / 587 (TLS)
POP3	Λήψη: κατεβάζει τα μηνύματα τοπικά και τα διαγράφει από τον server	110	995 (SSL)
IMAP	Λήψη: τα μηνύματα παραμένουν στον server	143	993 (SSL)

Το παράδειγμα του βιβλίου — η διαδρομή ενός μηνύματος

Στέλνετε ένα μήνυμα στη διεύθυνση john@microsoft.com. Ποια πρωτόκολλα χρησιμοποιούνται σε κάθε βήμα;

- 1. Πελάτης → Mail server** Γράφετε το μήνυμα στο Outlook και πατάτε «Αποστολή». Το Outlook παραδίδει το μήνυμα στο Mail server χρησιμοποιώντας το **SMTP**.
- 2. Server → Server** O Mail server παραδίδει το μήνυμα στο διακομιστή της Microsoft (mail.microsoft.com) χρησιμοποιώντας **πάλι το SMTP**.
- 3. Server → Παραλήπτης** O παραλήπτης με το δικό του πρόγραμμα Πελάτη (π.χ. Mozilla Thunderbird) κατεβάζει το μήνυμα χρησιμοποιώντας το **POP3 (ή IMAP)**.

Να θυμάσαι: το **SMTP** στέλνει (και στα δύο πρώτα βήματα), τα **POP3/IMAP** παραλαμβάνουν.

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Web mail

Ένας διαφορετικός τύπος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου είναι το Web mail, που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο **HTTP** για να ολοκληρωθεί η επικοινωνία και διαβάζεται μέσα από φυλλομετρητές (Browsers). Όπως φαίνεται και από το όνομά του, αυτό το είδος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου είναι μία **υπηρεσία του Παγκόσμιου Ιστού** (World Wide Web).

Για να μπορέσει ένας χρήστης να διαβάσει τα μηνύματά του, θα πρέπει να **πιστοποιηθεί** από τον εξυπηρετητή εισερχόμενης αλληλογραφίας. Η πιστοποίηση γίνεται με τον συνδυασμό «**Όνομα Χρήστη**» (User ID ή Login User) και «**Κωδικός Πρόσβασης**» (Password).

SMTP (25) = αποστολή · **POP3 (110)** = λήψη με διαγραφή από τον server · **IMAP (143)** = λήψη με διατήρηση στον server.

Μήνυμα = **επικεφαλίδα** (λέξη-κλειδί: τιμή) + **κενή γραμμή** + **σώμα**.

Το **Web mail** χρησιμοποιεί **HTTP** και είναι υπηρεσία του Παγκόσμιου Ιστού.

6.2.2 Υπηρεσία μεταφοράς αρχείων (FTP, TFTP)

Και τα δύο είναι **πρωτόκολλα εφαρμογών** που διατίθενται για τη μεταφορά αρχείων μεταξύ δύο συστημάτων που συνδέονται σε ένα τυπικό TCP/IP δίκτυο.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**FTP (File Transfer Protocol)**

FTP σημαίνει **πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων**. Χρησιμοποιείται για την αποστολή/λήψη αρχείων από τον απομακρυσμένο υπολογιστή (εξυπηρετητή).

Το FTP δημιουργεί **δύο συνδέσεις** μεταξύ του συστήματος πελάτη και του server συστήματος: **μία για πληροφορίες ελέγχου** και **η άλλη για τα δεδομένα** που πρόκειται να μεταφερθούν. Η σύνδεση για πληροφορίες ελέγχου μεταφέρει εντολές και δέχεται απαντήσεις από το διακομιστή.

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Οι δύο θύρες του FTP**

Όταν ένας πελάτης FTP ζητά να συνδεθεί με το διακομιστή FTP, μια σύνδεση TCP ιδρύεται στη **θύρα 21** του διακομιστή FTP. Μετά τον έλεγχο ταυτότητας που γίνεται, μια άλλη σύνδεση TCP είναι υπό σύσταση για την **πραγματική μεταβίβαση δεδομένων στη θύρα 20** του διακομιστή FTP.

Θύρα 21 — Έλεγχος Ιδρύεται πρώτη. Μεταφέρει **εντολές** και δέχεται **απαντήσεις** από τον διακομιστή.

Ταυτοποίηση Απαιτείται **username** και **password** (Authentication).

Θύρα 20 — Δεδομένα Ιδρύεται μετά την ταυτοποίηση, για την **πραγματική μεταβίβαση** των αρχείων.

Το FTP χειρίζεται τόσο τα **δυναμικά** όσο και τα **αρχεία μορφής κειμένου**. Η μεταφορά μπορεί να γίνει με εντολές: οι **get** (πάρε) και **put** (βάλε) είναι πολύ δημοφιλείς εντολές FTP για λήψη και αποστολή δεδομένων. Υπάρχουν και εφαρμογές FTP σε γραφικό περιβάλλον (GUI based), όπως τα **FTP PRO** και **FileZilla**.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**TFTP (Trivial File Transfer Protocol)**

TFTP σημαίνει **απλό πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων**. Είναι **πιο απλό από το FTP**· κάνει τη μεταφορά αρχείων μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή, αλλά **δεν παρέχει έλεγχο ταυτότητας χρήστη** και άλλες χρήσιμες λειτουργίες που υποστηρίζονται από το FTP. Το TFTP χρησιμοποιεί πρωτόκολλο **UDP**, ενώ το FTP χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο **TCP**.

Διαφορές FTP και TFTP

FTP (File Transfer Protocol)	TFTP (Trivial File Transfer Protocol)
Χρησιμοποιεί το TCP ως πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς	Χρησιμοποιεί το UDP ως πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς
Χρησιμοποιεί ισχυρές εντολές ελέγχου	Χρησιμοποιεί απλές εντολές ελέγχου
Στέλνει τα δεδομένα από μία ξεχωριστή σύνδεση TCP μέσω των εντολών ελέγχου	Δεν χρησιμοποιεί συνδέσεις , γιατί το UDP είναι πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση
Απαιτεί περισσότερη μνήμη και προγραμματιστική ισχύ	Απαιτεί λιγότερη μνήμη και προγραμματιστική ισχύ
Απαιτεί έλεγχο ταυτότητας (username / password)	Δεν παρέχει έλεγχο ταυτότητας χρήστη

Το **FTP** δημιουργεί **δύο συνδέσεις TCP**: **θύρα 21** για έλεγχο, **θύρα 20** για δεδομένα.
Το FTP απαιτεί **ταυτοποίηση** με username/password· το TFTP **όχι**.
FTP → TCP, TFTP → UDP.

6.2.3 Υπηρεσία παγκόσμιου ιστού WWW

Η βασική διάκριση: «Ο ΠΑΓΚΟΣΜΙΟΣ ΙΣΤΟΣ (World Wide Web) **δεν είναι συνώνυμο με το Διαδίκτυο (Internet)**. Το Διαδίκτυο και ο Παγκόσμιος ιστός είναι δύο **ξεχωριστά αλλά σχετιζόμενα** πράγματα. Όταν λέμε Web, εννοούμε τον **τρόπο που έχουμε πρόσβαση στην πληροφορία** μέσω του Διαδικτύου. Είναι ένα μοντέλο διαμοιραζόμενης πληροφορίας που **χτίζεται πάνω από το Διαδίκτυο**.»

Μη γραμμική οργάνωση

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του Παγκόσμιου Ιστού

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του Παγκόσμιου Ιστού είναι η **μη γραμμική οργάνωση και αναζήτηση Πληροφοριών**.

Παράδειγμα: όταν αναζητούμε μια λέξη σε ένα λεξικό, δεν ξεκινάμε από το Α για να φτάσουμε στη λέξη που θέλουμε, αλλά πάμε στο συγκεκριμένο γράμμα και ακολουθούμε τις λέξεις έως ότου φτάσουμε στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Υπερκείμενο (Hypertext)

Υπερκείμενο (Hypertext) ονομάζουμε ένα κείμενο στο οποίο η πληροφορία είναι οργανωμένη με μη γραμμική μορφή, δηλαδή η αναζήτηση της πληροφορίας δε γίνεται με κάποια συγκεκριμένη σειρά, αλλά τυχαία με βάση τους συνδέσμους (links) που υπάρχουν στο σώμα του κειμένου.

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ**Υπερμέσα (Hypermedia)**

Υπερμέσα (Hypermedia) είναι μια συλλογή πολυμεσικών πληροφοριών (κείμενο, εικόνα, ήχο, video, animation) η οποία είναι οργανωμένη με μη γραμμικό τρόπο.

Ο Ιστός χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο **HTTP** (HyperText Transfer Protocol – πρωτόκολλο μεταφοράς Υπερκειμένου) για να μεταφέρει δεδομένα.

Web Servers και ιστοσελίδες

Και ο Ιστός ακολουθεί το μοντέλο **Πελάτη-Εξυπηρετητή**. Τον ρόλο του Εξυπηρετητή αναλαμβάνουν προγράμματα γνωστά ως **Web Servers** (π.χ. Apache) που έχουν ως σκοπό την οργάνωση και διαχείριση των πληροφοριών μέσω **Ιστοσελίδων (Web Pages)**. Οι ιστοσελίδες είναι μια εφαρμογή **Υπερμέσου**, δηλαδή μπορούν να περιέχουν κείμενο, εικόνες, video κ.λπ.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ**Τοποθεσία (site)**

Ένα σύνολο πληροφοριών (π.χ. παρουσίαση μιας εταιρείας) οργανωμένο με ένα σύνολο ιστοσελίδων ονομάζεται τοποθεσία (site).

Η διεύθυνση μιας ιστοσελίδας (URL)**Ανάλυση URL — <http://www.ntua.gr/info/studies.html>**

Να αναλυθούν τα τμήματα της διεύθυνσης (URL - Uniform Resource Locator)
<http://www.ntua.gr/info/studies.html>.

#	Τμήμα	Τι δηλώνει
1	http:	Αναφέρεται στο πρωτόκολλο της υπηρεσίας που ανήκει η ιστοσελίδα.
2	www	Δηλώνει ότι πρόκειται για σελίδα του Ιστού . Πολλές φορές μπορεί και να παραλείπεται.
3	ntua.gr	Είναι η διεύθυνση του Web Server . Ουσιαστικά αναφέρεται σε έναν DNS Server και το όνομα μεταφράζεται σε IP διεύθυνση.
4	/info/	Αναφέρεται σε φάκελο (directory) του Web Server.
5	studies.html	Είναι η ιστοσελίδα που θέλουμε να προσπελάσουμε.

URL = Uniform Resource Locator — η «διεύθυνση» μιας ιστοσελίδας.

Οι ιστοσελίδες έχουν **σημεία σύνδεσης (hyperlinks)** τα οποία μπορεί να είναι κείμενο, εικόνα κ.λπ. και μπορεί να παραπέμπουν σε άλλο σημείο της ίδιας ιστοσελίδας, σε άλλη ιστοσελίδα στον ίδιο Web Server ή ακόμα και σε ιστοσελίδες που βρίσκονται οπουδήποτε στο Διαδίκτυο.

Υπάρχει ρύθμιση στους Web Servers για την **αρχική σελίδα (Home Page)** που θα εμφανίζεται αυτόματα όταν κάποιος προσπελάζει τον συγκεκριμένο Server. Έτσι αρκεί να θυμόμαστε μόνο τη «διεύθυνση» του Web Server.

Οι Φυλλομετρητές (Browsers)

Ο ΚΥΡΙΟΣ ΟΡΙΣΜΟΣ — ΑΥΤΟΥΣΙΟΣ

Φυλλομετρητές (Browsers)

Οι Φυλλομετρητές (Browsers) είναι το **πρόγραμμα Πελάτης** που χρησιμοποιεί ο Ιστός για να απευθύνει «ερωτήματα» στον Εξυπηρετητή (Web Server). Υπάρχουν πολλά προγράμματα Φυλλομετρητών για το ίδιο ή διαφορετικά λειτουργικά συστήματα: Internet Explorer, Firefox, Chrome, Opera κ.λπ.

ΑΥΤΟΥΣΙΑ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

Οι βασικές λειτουργίες που συναντάμε σε όλα τα προγράμματα Φυλλομετρητών είναι να:

- αποστέλλει αιτήματα στους Εξυπηρετητές του Ιστού χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο **HTTP**
- **σχεδιάζει την ιστοσελίδα** σύμφωνα με τις πληροφορίες που του έστειλε ο Εξυπηρετητής
- **τονίζει τα σημεία σύνδεσης**, έτσι ώστε να είναι ευδιάκριτα και να είναι εύκολο να εντοπιστούν στην ιστοσελίδα
- δίνεται η δυνατότητα **αποθήκευσης των διευθύνσεων** των ιστοσελίδων σε καταλόγους
- κρατάει **ιστορικό** με τις διευθύνσεις των ιστοσελίδων που έχουμε επισκεφθεί

ΟΠΩΣ ΣΤΟ ΒΙΒΛΙΟ

HTML

Οι Φυλλομετρητές σχεδιάζουν την Ιστοσελίδα σύμφωνα με τα στοιχεία που τους στέλνει ο Web Server. Τα στοιχεία αυτά είναι σελίδες κειμένου της **Γλώσσας Σήμανσης Υπερκειμένου (Hypertext Markup Language, HTML)** και σύμφωνα με τα στοιχεία αυτής της σελίδας ο Φυλλομετρητής σχεδιάζει αυτό που βλέπουμε στην οθόνη.

Ο **WWW δεν είναι το Internet** — είναι ο τρόπος πρόσβασης στην πληροφορία, χτισμένος πάνω από αυτό.

Υπερκείμενο = μη γραμμικό κείμενο με συνδέσμους · **Υπερμέσα** = μη γραμμική συλλογή πολυμεσικών πληροφοριών.

Πρωτόκολλο: **HTTP** · Γλώσσα σελίδων: **HTML** · Πελάτης: **Φυλλομετρητής** · Εξυπηρετητής: **Web Server**.

URL = πρωτόκολλο + διεύθυνση Web Server + φάκελος + όνομα σελίδας.

Τελική Επανάληψη

Οι ορισμοί της ύλης με μια ματιά

Γιατί αυτή η σελίδα: στα θεωρητικά ερωτήματα των Πανελλαδικών βαθμολογείται με άριστα η **διατύπωση του σχολικού βιβλίου**. Εδώ είναι συγκεντρωμένοι όλοι οι ορισμοί της εξεταστέας ύλης, **αυτούσιοι**, για τελική επανάληψη. Μάθε τους λέξη προς λέξη.

Κεφάλαιο 1 — Αρχιτεκτονική και Διασύνδεση

Διεπαφή (interface)

Ο μηχανισμός επικοινωνίας μεταξύ γειτονικών επιπέδων χαρακτηρίζεται ως διεπαφή (interface). Κάθε επίπεδο παρέχει υπηρεσία στο ανώτερό του.

Επικεφαλίδα

Οι πληροφορίες ελέγχου προστίθενται μπροστά από τα δεδομένα που πρόκειται να αποσταλούν και ονομάζονται επικεφαλίδα.

Ενθυλάκωση (encapsulation)

Η προσθήκη σαν περίβλημα των πληροφοριών ελέγχου στα δεδομένα ονομάζεται ενθυλάκωση (encapsulation).

Κεφάλαιο 2 — Τοπικά Δίκτυα

Φυσικό επίπεδο

Το χαμηλότερο επίπεδο του μοντέλου OSI είναι το φυσικό επίπεδο. Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση bits μέσα από το τηλεπικοινωνιακό κανάλι, το οποίο μπορεί να είναι ένα ενσύρματο μέσο ή και μία ασύρματη ζεύξη. Έτσι, το φυσικό επίπεδο καθορίζει τα ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά της σύνδεσης του σταθμού με το μέσο μετάδοσης.

Επίπεδο σύνδεσης (ζεύξης) δεδομένων

Το επίπεδο αυτό έχει σκοπό να κάνει αξιόπιστη τη φυσική γραμμή σύνδεσης μεταξύ δύο σταθμών. Από τα πακέτα του παραπάνω επιπέδου φτιάχνει πλαίσια δεδομένων (data frames). Ορίζει που αρχίζει και που τελειώνει κάθε πλαίσιο, προσθέτοντας την κατάλληλη επικεφαλίδα (header) και ουρά (trailer), ανιχνεύει τα σφάλματα μετάδοσης, επιδιορθώνει τα αλλοιωμένα δεδομένα ή ζητά την επανεκπομπή τους. Ακόμα, ελέγχει το πότε μπορεί να δεσμεύσει το φυσικό μέσο για την αποστολή των πλαισίων, ώστε να μη γίνει ταυτόχρονη εκπομπή με άλλο σταθμό και τέλος, μεταβάλλει κατά περίπτωση τη ροή των πλαισίων ανάλογα με τους ρυθμούς που μπορεί να δεχτεί ο σταθμός παραλήπτης.

Μέθοδος προσπέλασης (access method)

Το σύνολο των κανόνων που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα εισάγονται στο καλώδιο, ονομάζεται μέθοδος προσπέλασης (access method).

Υποεπίπεδα LLC και MAC

Με βάση το έργο της επιτροπής 802, το δεύτερο επίπεδο του μοντέλου OSI χωρίστηκε σε δύο υποεπίπεδα: στο υποεπίπεδο Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης της γραμμής (Logical Link Control, LLC) και στο υποεπίπεδο Ελέγχου Πρόσβασης στο Μέσο (Medium Access Control, MAC).

Διεύθυνση MAC

Κάθε κόμβος σε ένα δίκτυο Ethernet έχει μια φυσική διεύθυνση ή διεύθυνση υλικού (Hardware Address), ώστε να αναγνωρίζεται μοναδικά σε όλο το δίκτυο. Αναφέρεται και ως διεύθυνση ελέγχου προσπέλασης στο μέσο (MAC Address, Media Access Control). Είναι ένας δυαδικός αριθμός των 48 bit (MAC-48, EUI-48) ή έξι οκτάδων και γράφεται στο δεκαεξαδικό αριθμητικό σύστημα ως έξι διψήφιοι δεκαεξαδικοί αριθμοί χωρισμένοι με παύλες (στα windows) ή με άνω-κάτω τελείες (στο unix/linux).

MTU (Μέγιστη μονάδα εκπομπής)

Το μήκος των δεδομένων του ωφέλιμου φορτίου του πλαισίου μπορεί να φτάσει από 46 μέχρι 1500 οκτάδες και ονομάζεται Μέγιστη μονάδα εκπομπής MTU (Maximum Transmission Unit).

Ασύρματο δίκτυο

Ένα ασύρματο δίκτυο είναι ένα δίκτυο το οποίο δεν χρησιμοποιεί καλώδια για τις συνδέσεις των διαφόρων συσκευών που δικτυώνονται σε αυτό. Αντί του καλωδίου χρησιμοποιείται η μετάδοση ειδικά διαμορφωμένων οπτικών, υπέρυθρων ή ακόμα και ραδιοκυματικών σημάτων μέσω του αέρα.

Ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN)

Τα ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN, Wireless Local Area Network) είναι τα δίκτυα που επιτρέπουν σε ένα χρήστη κινητής συσκευής, όπως είναι ένας φορητός υπολογιστής, ένα έξυπνο τηλέφωνο ή ένα tablet, να συνδέονται σε ένα τοπικό δίκτυο (LAN) μέσω μιας ασύρματης σύνδεσης που χρησιμοποιεί υψηλής συχνότητας ραδιοκύματα.

Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point, AP)

Ένα Ασύρματο Σημείο Πρόσβασης (Access Point, AP) είναι μια συσκευή που αναλαμβάνει τη λειτουργία της ραδιοεπικοινωνίας με τους ασύρματους σταθμούς σε μια κυψέλη.

Κεφάλαιο 3 — Επίπεδο Δικτύου**Διεύθυνση IP**

Το πρωτόκολλο IP ορίζει ότι οι υπολογιστές που συμμετέχουν σε ένα δίκτυο, χρησιμοποιώντας το συγκεκριμένο πρωτόκολλο (την έκδοση 4 - IPv4), αναγνωρίζονται με μοναδικό τρόπο από έναν 32μπιτο δυαδικό αριθμό, την διεύθυνση IP (IP Address).

Net ID και Host ID

Κάθε διεύθυνση IP αποτελείται από δυο τμήματα. Το πρώτο τμήμα είναι αναγνωριστικό του δικτύου (Network ID) ή πρόθεμα (prefix) στο οποίο ανήκει ο υπολογιστής και το δεύτερο το αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host ID) ή επίθεμα (suffix) μέσα στο συγκεκριμένο δίκτυο.

Μάσκα δικτύου

Η μάσκα δικτύου είναι ένας δυαδικός αριθμός 32 ψηφίων, ο οποίος συνοδεύει μια διεύθυνση IP και διευκρινίζει ποια ψηφία της διεύθυνσης ανήκουν στο αναγνωριστικό του δικτύου (Net ID - prefix) και ποια στο αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host ID - suffix) μέσα στο συγκεκριμένο δίκτυο.

Διεύθυνση Δικτύου

Προσδιορίζει το δίκτυο στο οποίο ανήκει μια διεύθυνση. Για μια δεδομένη διεύθυνση IP, η διεύθυνση δικτύου είναι ο αριθμός ο οποίος είναι ίδιος με τη διεύθυνση στο τμήμα που αντιπροσωπεύει το αναγνωριστικό δικτύου, ενώ στο τμήμα που προσδιορίζει τον υπολογιστή έχει μηδενικά. Πρόκειται για το αποτέλεσμα του λογικού AND μεταξύ της διεύθυνσης IP και της μάσκας δικτύου.

Διεύθυνση Εκπομπής (Broadcast)

Αφορά σε όλους τους υπολογιστές που ανήκουν στο ίδιο δίκτυο. Πακέτο με διεύθυνση προορισμού τη διεύθυνση εκπομπής λαμβάνεται από όλους τους υπολογιστές που ανήκουν στο ίδιο δίκτυο ή υποδίκτυο, όπως αυτό προσδιορίζεται από την αντίστοιχη μάσκα. Για μια δεδομένη διεύθυνση IP, η διεύθυνση εκπομπής είναι ο αριθμός ο οποίος είναι ίδιος με τη διεύθυνση στο τμήμα που αντιπροσωπεύει το αναγνωριστικό δικτύου, ενώ στο τμήμα που προσδιορίζει τον υπολογιστή έχει άσους.

Υπερδικτύωση

Στην υποδικτύωση, από το αναγνωριστικό του υπολογιστή (Host_ID) δόθηκαν ψηφία στο αναγνωριστικό του δικτύου (Net_ID) ως Subnet_ID. Αντιθέτως, δίνοντας ψηφία από το (Net_ID) στο αναγνωριστικό υπολογιστή (Host_ID), η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται ως υπερδικτύωση.

Αταξική δρομολόγηση (CIDR)

Όλος ο χώρος των διευθύνσεων IPv4 αντιμετωπίζεται από τα πρωτόκολλα δρομολόγησης ως ενιαίος χώρος, χωρίς τάξεις/κλάσεις (Classless Inter Domain Routing - CIDR).

Πρωτόκολλο ARP

Τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στα δυο επίπεδα, απαντώντας στο ερώτημα «ποια είναι η φυσική διεύθυνση (MAC) του κόμβου με τη συγκεκριμένη διεύθυνση IP;», αναλαμβάνει το πρωτόκολλο ανάλυσης διευθύνσεων ARP (Address Resolution Protocol).

Πρωτόκολλο DHCP

Το πρωτόκολλο δυναμικής διευθέτησης (απόδοσης ρυθμίσεων) υπολογιστή DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) λειτουργεί όπως το BOOTP το οποίο και επεκτείνει. Εξακολουθεί να λειτουργεί ως εφαρμογή πελάτη-εξυπηρετητή χρησιμοποιώντας πακέτα UDP με αριθμό θύρας προορισμού 67 για τον εξυπηρετητή και 68 για τον πελάτη.

Δρομολόγηση

Δρομολόγηση είναι το έργο της μετακίνησης (προώθησης, διεκπεραίωσης) της πληροφορίας από την αφετηρία μέσω ενός διαδικτύου και παράδοσης στον προορισμό της.

Άμεση δρομολόγηση

Οι υπολογιστές προέλευσης και προορισμού βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο, δεν μεσολαβεί δρομολογητής και η διαδικασία χαρακτηρίζεται άμεση δρομολόγηση.

Έμμεση δρομολόγηση

Όταν οι υπολογιστές προέλευσης και προορισμού δεν βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο και μεσολαβούν ανάμεσά τους ένας ή περισσότεροι δρομολογητές, τότε η διαδικασία χαρακτηρίζεται έμμεση δρομολόγηση.

Κεφάλαιο 4 — Επίπεδο Μεταφοράς**Πρωτόκολλο προσανατολισμένο στη σύνδεση**

Πρωτόκολλο προσανατολισμένο στη σύνδεση είναι αυτό που αρχικά, πριν ξεκινήσει η μετάδοση των δεδομένων, εγκαθιστά μια σύνδεση από άκρο σε άκρο για να εξασφαλιστεί μια διαδρομή (νοητή σύνδεση) για τη μετάδοση των πακέτων. Όλα τα πακέτα μεταδίδονται στην ίδια νοητή σύνδεση. Αφού ξεκινήσει η μετάδοση εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα θα φτάσουν στον παραλήπτη χωρίς σφάλματα.

Πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση

Πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση είναι αυτό στο οποίο ξεκινά η μετάδοση των δεδομένων χωρίς να έχει προηγηθεί επικοινωνία με τον παραλήπτη. Τα δεδομένα μεταδίδονται σε αυτοδύναμα πακέτα (datagrams) χωρίς την εγκατάσταση σύνδεσης μέσω νοητών κυκλωμάτων. Τα πρωτόκολλα αυτά θεωρούνται αναξιόπιστα επειδή δεν εξασφαλίζουν ότι τα δεδομένα θα φτάσουν στο προορισμό τους.

Τμήμα (Segment)

Τα μικρότερα datagrams συμφωνημένου μεγέθους ονομάζονται Τμήματα (segments). Επομένως στο πρωτόκολλο TCP η μονάδα δεδομένων που διαχειρίζεται (PDU) αναφέρεται ως Τμήμα (Segment).

Πολυπλεξία (Multiplexing)

Πολυπλεξία (Multiplexing) είναι η δυνατότητα πολλές διεργασίες μέσα στον ίδιο τερματικό κόμβο (host) να χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες επικοινωνίας του TCP ταυτόχρονα.

Επικεφαλίδα (header) στο TCP

Η επικεφαλίδα (header) είναι ένα σύνολο από octets δεδομένων πριν από τα πραγματικά δεδομένα και προστίθεται στην αρχή του τμήματος.

Κεφάλαιο 5 — Δίκτυα Ευρείας Περιοχής**Δίκτυα ευρείας περιοχής (WAN)**

Τα τοπικά δίκτυα αποτελούν πολύ καλή λύση για επικοινωνία με περιορισμένη, όμως, απόσταση κάλυψης. Για να ικανοποιηθεί η διαρκώς αυξανόμενη ανάγκη για επικοινωνία σε ευρύτερες γεωγραφικές εκτάσεις, αναπτύσσονται τα δίκτυα ευρείας περιοχής (Wide Area Networks, WAN).

DSL (Digital Subscriber Line)

Το DSL προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων Digital Subscriber Line (Ψηφιακή Συνδρομητική Γραμμή) και στην ουσία αποτελεί μια τεχνολογία που μετατρέπει το απλό τηλεφωνικό καλώδιο σε ένα δίκτυο ψηφιακής επικοινωνίας μεγάλου εύρους ζώνης με τη χρήση ειδικών modems, τα οποία τοποθετούνται στις δυο άκρες της γραμμής.

DSLAM

Το Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) είναι ο πολυπλέκτης/αποπολυπλέκτης των ψηφιακών συνδρομητικών γραμμών DSL. Ένα DSLAM λαμβάνει συνδέσεις από πολλούς πελάτες και τις συνενώνει σε μία σύνδεση υψηλής χωρητικότητας προς το Διαδίκτυο.

Εξασθένιση

Ως εξασθένιση ορίζεται ο λόγος της ισχύος του σήματος που φτάνει στην είσοδο του δέκτη λήψης προς την αρχική ισχύ στην έξοδο του πομπού. Η εξασθένιση μετράται σε decibel (dB) σε συγκεκριμένη συχνότητα.

Θόρυβος και λόγος σήματος προς θόρυβο (S/N)

Τα ανεπιθύμητα σήματα που επηρεάζουν και παραμορφώνουν το χρήσιμο σήμα ονομάζονται θόρυβος. Η σχετική στάθμη του σήματος πληροφορίας σε σχέση με τη στάθμη του θορύβου ονομάζεται λόγος σήματος προς θόρυβο (Signal to Noise Ratio, S/N ή SNR) και εκφράζεται σε deciBel (dB).

Κεφάλαιο 6 — Επίπεδο Εφαρμογής**DNS**

Το σύστημα Ονομασίας περιοχών (DNS) είναι μια κατανεμημένη βάση δεδομένων στο Διαδίκτυο που επιτρέπει τη μετάφραση ανάμεσα σε ονόματα και διευθύνσεις IP.

Ιεραρχία του DNS

Κάθε κόμβος στο δένδρο DNS αναπαριστά ένα όνομα DNS (DNS name). Κάθε κλαδί κάτω από ένα κόμβο είναι μια περιοχή DNS (DNS domain). Η περιοχή DNS μπορεί να περιέχει hosts ή άλλες περιοχές (subdomains).

Ζώνη (zone)

Κάθε εξυπηρετητής είναι υπεύθυνος για ένα συμπαγές τμήμα του χώρου ονομάτων DNS που αποκαλείται ζώνη (zone). Ο εξυπηρετητής ονομάτων απαντά σε ερωτήσεις (queries) για τους υπολογιστές (hosts) της ζώνης του. Οι ζώνες δεν είναι περιοχές (domains).

Ανάλυση ονομάτων (name resolution)

Ανάλυση ονομάτων (name resolution) είναι η διαδικασία με την οποία αναλυτές και εξυπηρετητές ονομάτων συνεργάζονται ώστε να βρουν δεδομένα εντός του χώρου ονομάτων.

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι ένα σύστημα για τη μετάδοση μηνυμάτων μεταξύ υπολογιστών.

FTP

FTP (File Transfer Protocol) σημαίνει πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων. Χρησιμοποιείται για την αποστολή/λήψη αρχείων από τον απομακρυσμένο υπολογιστή (εξυπηρετητή). Το FTP δημιουργεί δύο συνδέσεις μεταξύ του συστήματος πελάτη και του server συστήματος, μία για πληροφορίες ελέγχου και η άλλη για τα δεδομένα που πρόκειται να μεταφερθούν.

TFTP

TFTP (Trivial File Transfer Protocol) σημαίνει απλό πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων. Είναι πιο απλό από το FTP, κάνει τη μεταφορά αρχείων μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή, αλλά δεν παρέχει έλεγχο ταυτότητας χρήστη και άλλες χρήσιμες λειτουργίες που υποστηρίζονται από το FTP. Το TFTP χρησιμοποιεί πρωτόκολλο UDP, ενώ το FTP χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο TCP.

Υπερκείμενο (Hypertext)

Υπερκείμενο (Hypertext) ονομάζουμε ένα κείμενο στο οποίο η πληροφορία είναι οργανωμένη με μη γραμμική μορφή, δηλαδή η αναζήτηση της πληροφορίας δε γίνεται με κάποια συγκεκριμένη σειρά, αλλά τυχαία με βάση τους συνδέσμους (links) που υπάρχουν στο σώμα του κειμένου.

Υπερμέσα (Hypermedia)

Υπερμέσα (Hypermedia) είναι μια συλλογή πολυμεσικών πληροφοριών (κείμενο, εικόνα, ήχο, video, animation) η οποία είναι οργανωμένη με μη γραμμικό τρόπο.

Τοποθεσία (site)

Ένα σύνολο πληροφοριών οργανωμένο με ένα σύνολο ιστοσελίδων ονομάζεται τοποθεσία (site).

Φυλλομετρητές (Browsers)

Οι Φυλλομετρητές (Browsers) είναι το πρόγραμμα Πελάτη που χρησιμοποιεί ο Ιστός για να απευθύνει «ερωτήματα» στον Εξυπηρετητή (Web Server).

Αριθμοί που πρέπει να ξέρεις απ' έξω

Τι	Τιμή
Διεύθυνση MAC	48 bit (6 οκτάδες) – 24 bit OUI + 24 bit κατασκευαστή
Πλαίσιο Ethernet	Preamble 7 · SFD 1 · Προορισμού 6 · Προέλευσης 6 · Τύπος/Μήκος 2 · Δεδομένα 46–1500 · FCS 4
MTU Ethernet / ελάχιστο πλαίσιο / IPG	1500 byte / 64 byte / 96 bit
Διεύθυνση IPv4	32 bit
Κλάσεις (1η οκτάδα)	A: 1–127 (/8) · B: 128–191 (/16) · C: 192–223 (/24) · D: 224–239 · E: 240–247

Τι	Τιμή
Ιδιωτικές διευθύνσεις	10.0.0.0/8 · 172.16.0.0/12 · 192.168.0.0/16
Επικεφαλίδα IPv4	ελάχιστη 20 byte (5 λέξεις), μέγιστη 60 byte (15 λέξεις)
Μέγιστο πακέτο IPv4	65535 byte
Αριθμοί πρωτοκόλλου στο IP	TCP = 6 · UDP = 17
TTL αρχική τιμή	συνήθως 64
Θύρες DHCP	67 εξυπηρετητής · 68 πελάτης (πάνω από UDP)
Επικεφαλίδα TCP / UDP	TCP: 20-60 octets · UDP: 8 octets
Μέγιστο datagram UDP	64534 octets
Θύρες e-mail	SMTP 25 · POP3 110 · IMAP 143
Θύρες FTP	21 έλεγχος · 20 δεδομένα
DHCP: T1 και T2	$T1 \approx 0,5 \times \text{lease}$ · $T2 \approx 0,875 \times \text{lease}$