

Διαχείριση Δικτύων Διάλεξη (Διαφάνειες)

2020

Σκοπός του Μαθήματος

- Οι φοιτητές αποκτούν το θεωρητικό και πρακτικό υπόβαθρο που θα τους βοηθήσει στην κατανόηση λειτουργίας και την αντιμετώπιση προβλημάτων στην διαχείριση δικτύων υπολογιστών που βασίζονται στην στοίβα πρωτοκόλλων TCP/IP.

Προαπαιτούμενη Γνώση

- Οι φοιτητές πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τις έννοιες των μοντέλων δικτύων (OSI, TCP/IP) και των πρωτοκόλλων δικτύων.
- Θα πρέπει να έχουν κάποια εξοικείωση με την λειτουργία του φυσικού επιπέδου και του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων.
- Απαιτείται γνώση και χειρισμός αριθμητικών συστημάτων (δυαδικό, δεκαεξαδικό) και μετατροπή αριθμών μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.

Περιγραφή

- Γίνεται σύντομη παρουσίαση των μοντέλων δικτύων (OSI, TCP/IP) και του επιπέδου πρόσβασης δικτύου. Παρουσιάζεται η ιεραρχική ενθυλάκωση πακέτων από τα διαφορετικά επίπεδα της στοίβας πρωτοκόλλων.
- Γίνεται εκτενέστερη παρουσίαση των επιπέδων Διαδικτύου (IP) και Μεταφοράς (TCP) και των επικεφαλίδων που χρησιμοποιούν.
- Παρουσιάζονται οι λειτουργίες και υπηρεσίες διευθυνσιοδότησης, υποδικτύωσης, υπερδικτύωσης, δρομολόγησης, επίλυσης ονομάτων (DNS), αυτόματης διαμόρφωσης (DHCP) και των πρωτοκόλλων ελέγχου και διαχείρισης ARP, ICMP και SNMP.

Εκπαιδευτικοί Στόχοι

- Οι φοιτητές μαθαίνουν την σημασία και χρήση κλάσεων διευθύνσεων και την χρήση διευθύνσεων χωρίς κλάσεις, την σημασία και την λειτουργία των πρωτοκόλλων TCP/IP, ICMP, ARP.
- Οι φοιτητές μαθαίνουν να οργανώνουν ένα δίκτυο σε υποδίκτυα, τις διαφορές των πρωτοκόλλων TCP / IP, την λειτουργία της δρομολόγησης και τις διαφορές μεταξύ αλγορίθμων διανυσματικής απόστασης και κατάστασης σύνδεσης.
- Οι φοιτητές αποκτούν κατανόηση του συστήματος ονομάτων τομέας (domain names) και της δομής και λειτουργίας των διακομιστών ονομάτων (DNS Servers) και των διακομιστών δυναμικής εκχώρησης διευθύνσεων (DHCP).
- Οι φοιτητές εισάγονται στην χρήση και λειτουργία του πρωτοκόλλου SNMP και την δομή των βάσεων MIB και της ονοματολογίας ASN.1

Εργαστήριο

- Το εργαστήριο συμπληρώνει την θεωρητική κατάρτιση με πρακτικές ασκήσεις εφαρμογής και δοκιμασίες.
- Οι φοιτητές παρακολουθούν περιγραφές και επιδείξεις εντολών δικτυακής διαχείρισης με παράλληλη εξάσκηση σε υπολογιστή. Ακολουθούν γραπτά σενάρια χρήσης εντολών και διαδικασιών για την κατανόηση της λειτουργίας και της εφαρμογής τους. Υποβάλλονται σε γραπτές δοκιμασίες και ασκήσεις για την εξάσκηση εννοιών του μαθήματος.
- Οι φοιτητές μαθαίνουν να χρησιμοποιούν διαχειριστικές εντολές κυρίως της στοίβας πρωτοκόλλων TCP/IP όπως οι ping, ipconfig, hostname, netstat, nslookup, ftp, ssh, tracert, route, telnet και να τις χρησιμοποιούν για διαχειριστικές ανάγκες, διαγνωστικούς σκοπούς και για επίλυση προβλημάτων.
- Οι φοιτητές εξασκούνται στην χρήση διευθυνσιοδότησης και στην εφαρμογή κανόνων για οργάνωση τοπικών δικτύων σε υποδίκτυα καθώς και στην οργάνωση δικτύων χωρίς κλάσεις (CIDR). Οι φοιτητές εξασκούνται στην κατανόηση της λειτουργίας της δρομολόγησης και των σχετικών αλγορίθμων (κυρίως αλγορίθμων διανυσματικής απόστασης).

Βιβλιογραφία

- Μάθετε το TCP-IP σε 24 ώρες, Joe Cassad, Εκδόσεις Μ Γκιούρδας 4^η Έκδοση.
- Δικτύωση υπολογιστών (Προσέγγιση από Πάνω προς τα Κάτω), James Kurose, Keith Ross, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας (Έκδοσεις 6^η & 7^η)
- Διαδίκτυα με TCP/IP Αρχές Πρωτόκολλα και Αρχιτεκτονικές, Douglas Comer, Κλειδάριθμος
- Δίκτυα και Διαδίκτυα Υπολογιστών, Douglas Comer, Κλειδάριθμος

Εξετάσεις - Πρόοδοι

- Συνήθως δίνονται μία ή δύο κοινές πρόοδοι Θεωρίας – Εργαστηρίου.

Dimitris Liarokapis
PO Box 1111
San Diego, CA 92130
USA

Δημήτρης Λιαροκάπης
ΤΕΙ Ηπείρου
Κωστακιοί
47100 Άρτα
GREECE

Η διαδικασία αποστολής ενός γράμματος έχει πολλά κοινά σημεία με την επικοινωνία υπολογιστών και μπορεί να αποτελέσει κάποιο φυσικό ανάλογο.

Χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε ένα **φάκελο** που θα περιέχει το γράμμα μας. Αυτό **προστατεύει** το περιεχόμενο του.

Χρειάζεται να σημειώσουμε **διευθύνσεις αποστολέα και παραλήπτη**. Πολλές φορές έχουν διαφορετική μορφή, άλλη γλώσσα και πολλά επίπεδα.

Το γράμμα θα χειριστεί από πολλές διαφορετικές υπηρεσίες και οι περισσότερες από αυτές δεν έχουν γνώση ή μια για την άλλη εκτός εάν είναι γειτονικές.

Μπορείτε να εντοπίσετε άλλες ομοιότητες;

TCP/IP - OSI

TCP/IP Transmission Control Protocol/ Internet Protocol		OSI (Open Systems Interconnection)	
Επίπεδο Εφαρμογής		Επίπεδο Εφαρμογής	
		Επίπεδο Παρουσίασης	
		Επίπεδο Συνόδου	
	Επίπεδο Μεταφοράς (TCP, UDP)		Επίπεδο Μεταφοράς
	Επίπεδο Internet (IP)		Επίπεδο Δικτύου
Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου		Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων	
		Φυσικό Επίπεδο	

Τα επτά επίπεδα OSI

- **Φυσικό Επίπεδο:** Μετατρέπει τα δεδομένα σε ηλεκτρικές ροές ή αναλογικούς παλμούς που θα διοχετευθούν στο μέσο μετάδοσης και παρακολουθεί την μετάδοση των δεδομένων.
- **Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων:** Παρέχει μια διεπαφή με τον Προσαρμογέα Δικτύου. Χειρίζεται φυσικές διευθύνσεις (MAC)
- **Επίπεδο Δικτύου:** Υποστηρίζει λογική διευθυνσιοδότηση και δρομολόγηση.
- **Επίπεδο Μεταφοράς:** Παρέχει έλεγχο λαθών και έλεγχο ροής
- **Επίπεδο Συνόδου:** Δημιουργεί συνεδρίες (sessions) μεταξύ εφαρμογών που επικοινωνούν.
- **Επίπεδο Παρουσίασης:** Μεταφράζει τα δεδομένα σε κανονικές (standard) μορφές. Διαχειρίζεται κρυπτογράφηση και συμπίεση των δεδομένων.
- **Επίπεδο Εφαρμογής:** Παρέχει μια διεπαφή δικτύου για εφαρμογές. Υποστηρίζει δικτυακές εφαρμογές για ανταλλαγή αρχείων, προσπέλαση του web, επικοινωνία με απομακρυσμένους χρήστες

Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων (OSI)

- Το Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer) του OSI υποδιαιρείται σε δύο άλλα υπο-επίπεδα
 - Το υπο-επίπεδο Ελέγχου Λογικής Σύνδεσης (Logical Link Control Sublayer) παρέχει πολυπλεξία πρωτοκόλλων επιπέδου δικτύου προς το επίπεδο MAC και έλεγχο ροής και λαθών του επιπέδου Σύνδεσης Δεδομένων
 - Το υπο-επίπεδο Ελέγχου Προσπέλασης Μέσου (Media Access Control Sublayer) ελέγχει πως οι συσκευές δικτύου αποκτούν πρόσβαση το μέσο. Ενθυλάκωση πακέτου σε πλαίσιο με ενσωμάτωση φυσικών διευθύνσεων.

Επίπεδα TCP/IP

Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου: Παρέχει διασύνδεση στο δίκτυο. Βασίζεται στις φυσικές διευθύνσεις του υλικού. Παρέχει ορισμένο έλεγχο λαθών

Επίπεδο Internet: Παρέχει λογική διευθυνσιοδότηση. Παρέχει δρομολόγηση. Συσχετίζει λογικές διευθύνσεις με φυσικές διευθύνσεις.

Επίπεδο Μεταφοράς: Παρέχει έλεγχο ροής, έλεγχο λαθών. Διασυνδέει τις εφαρμογές με το διαδίκτυο. TCP, UDP

Επίπεδο Εφαρμογής: Παρέχει εφαρμογές για αντιμετώπιση προβλημάτων δικτύου, μεταφορά αρχείων απομακρυσμένο έλεγχο κλπ. HTTP, FTP, SMTP, DNS, SNMP

Τι βολεύουν τα επίπεδα (ή η διαστρωμάτωση (layering))

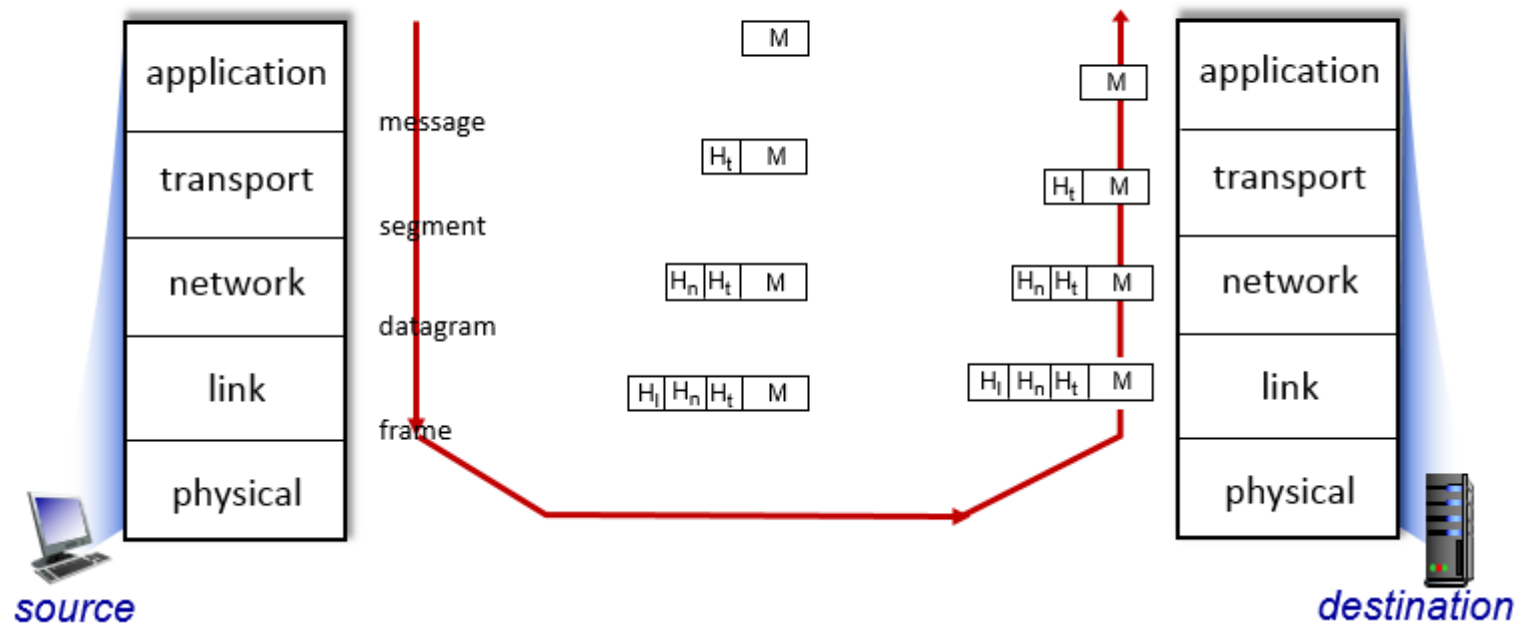
- Βοηθούν την ανάπτυξη των συστημάτων ξεχωρίζοντας διακριτές λειτουργίες που μπορούν να συνδυαστούν.
- Μπορούν να υπάρχουν εναλλακτικές υπηρεσίες/υλοποιήσεις για κάποιο επίπεδο που μπορούν να συνδυάζονται με λειτουργίες άλλων επιπέδων (πχ TCP με IP ή UDP με IP).
- Επιτρέπουν την συμμετοχή διαφόρων κατασκευαστών οι οποίοι μπορούν να εστιάσουν σε συγκεκριμένες περιοχές.

Σχέση των Επιπέδων

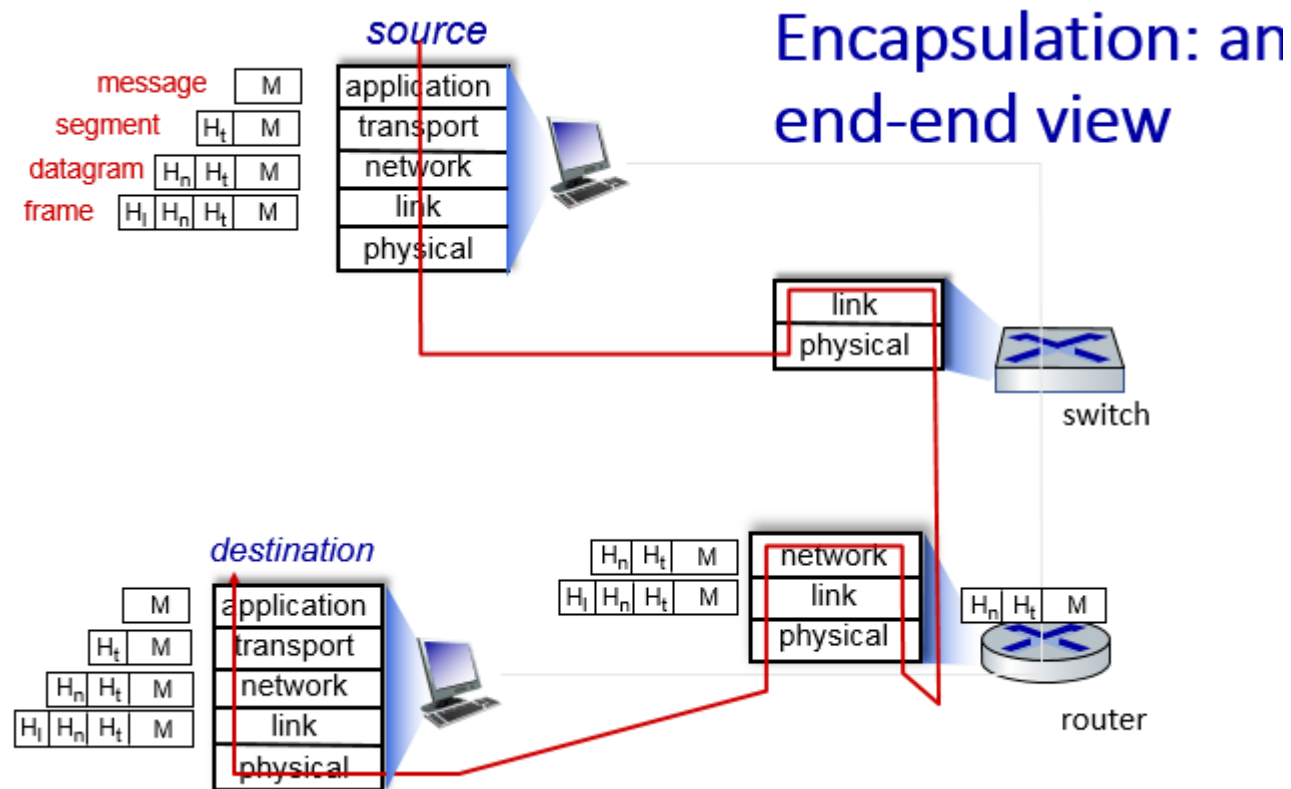
- Στο ίδιο κόμβο δικτύου. Ένα επίπεδο λαμβάνει ή παρέχει υπηρεσία σε ένα γειτονικό επίπεδο.
- Μεταξύ διαφορετικών κόμβων. Ένα επίπεδο θεωρείται ότι επικοινωνεί με το αντίστοιχο επίπεδο στον απομακρυσμένο κόμβο.

Διαστρωμάτωση και Ενθυλάκωση μεταξύ των δύο άκρων

Services, Layering and Encapsulation

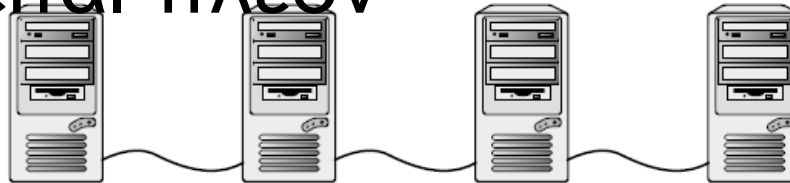


Ενθυλάκωση και ενδιάμεσοι σταθμοί

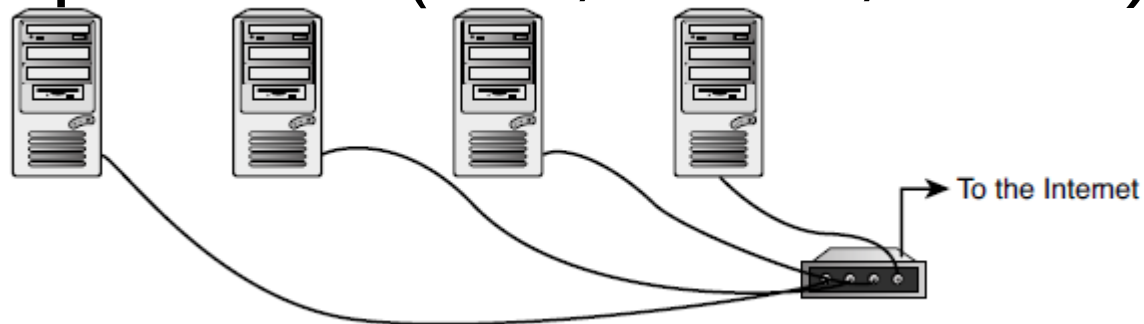


Τοπολογίες Τοπικών Δικτύων

- Τοπολογία Διαύλου (Όταν είχε ανακαλυφθεί το Ethernet μέχρι και το 90)-Υπολογιστές συνδεόταν σε ένα ομοαξονικό καλώδιο. Δεν χρησιμοποιείται πλέον



- Τοπολογία Αστέρα. Υπολογιστες συνδέονται σε μια συσκευή δικτύου (hub, switch, router)



Πακέτα Δεδομένων

- Κάθε Επίπεδο στη στοίβα πρωτοκόλλων αντιλαμβάνεται τα δεδομένα σαν πακέτα που αποτελούνται από μια επικεφαλίδα και τα δεδομένα του προηγούμενου επιπέδου (όταν αποστέλλονται)
- Επίπεδο Εφαρμογής : **Μήνυμα** (Message)
- Επίπεδο Μεταφοράς (TCP): **Τμήμα** (Segment)
- Επίπεδο Μεταφοράς (UDP): **Datagram**
- Επίπεδο Internet : **Datagram**
- Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου: **Πλαίσιο** (Frame)

Επικεφαλίδες Πλαισίου (Ethernet)

- Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου
 - Προοίμιο (Preamble 8 bytes (101010 11))
 - Φυσική Διεύθυνση (MAC) Παραλήπτη
 - Φυσική Διεύθυνση (MAC) Αποστολέα
 - Μήκος Δεδομένων (Φορτίου) ή Τύπος (Ethernet II)
 - Στο τέλος τοποθετείται ένας κώδικας FCS (Frame Check Sequence) που υπολογίζεται με την μέθοδο CRC (Cyclic Redudancy Check). Ο παραλήπτης υπολογίζει ξανά τον κωδικό και αν είναι διαφορετικός απορρίπτει το πακέτο.
- Σύνηθες μήκος 64-1500 bytes (ειδική περίπτωση Jumboframes 9000 bytes)

Παραδείγματα Φυσικών Διευθύνσεων Ethernet (MAC)

- Τις MAC διευθύνσεις (48 bit) για το Ethernet τις συμβολίζουμε με έξι διψήφιους δεκαεξαδικούς αριθμούς και είναι μοναδικοί για κάθε κάρτα δικτύου από το εύρος διευθύνσεων που έχουν δοθεί στον κατασκευαστή της καρτας.

πχ DF-A0-13-4E-FF-21

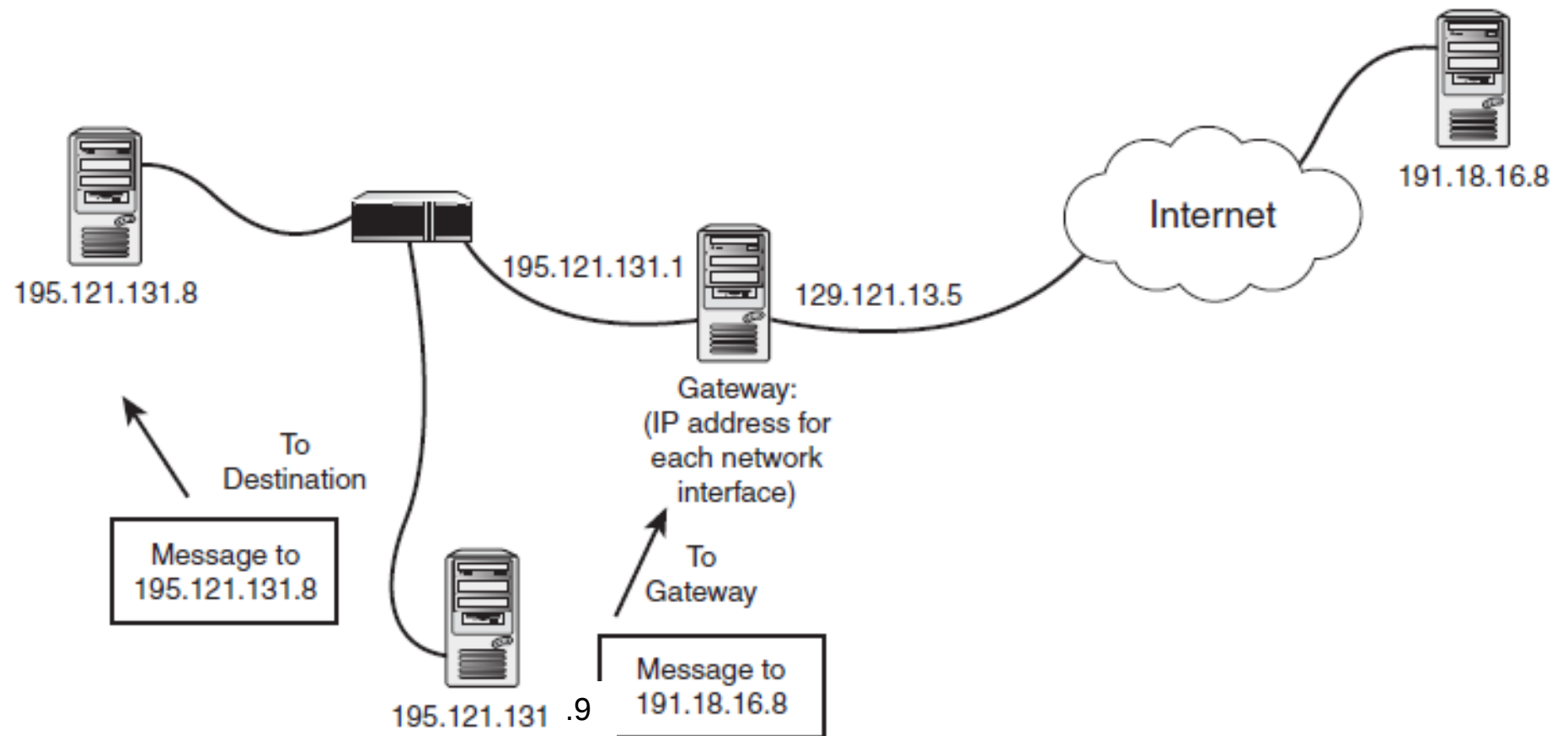
- Η διεύθυνση FF-FF-FF-FF-FF-FF είναι μια ειδική διεύθυνση εκπομπής (broadcast) και χρησιμοποιείται για να στέλνονται μηνύματα σε όλους του υπολογιστές ενός τοπικού δικτύου.

2^η Διάλεξη

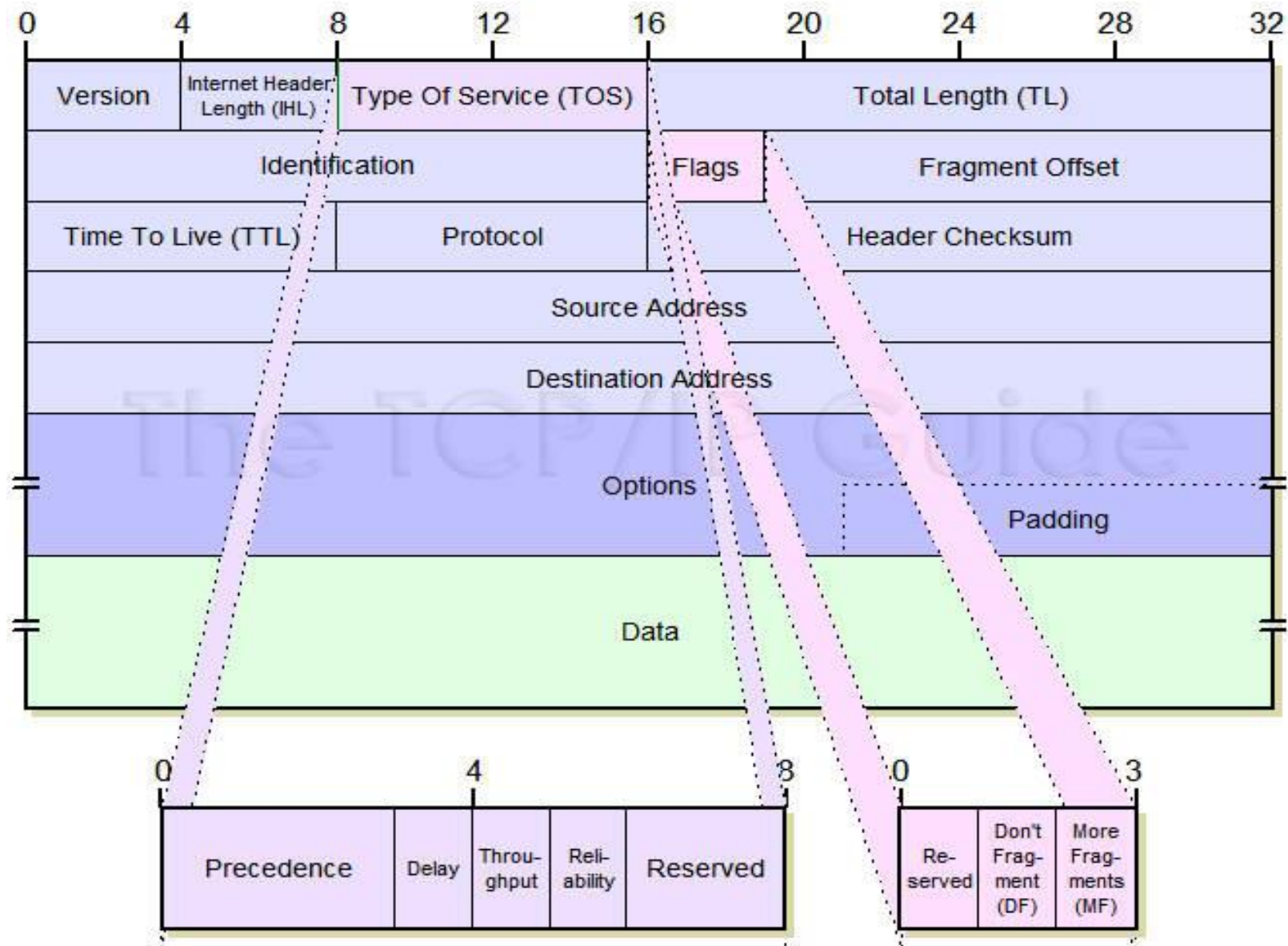
- Έχουμε δει:
 - Επίπεδα OSI – TCP/IP
 - Λειτουργία πρόσβασης δικτύου
 - Επικεφαλίδα Ethernet (Φυσικές Διευθύνσεις, MAC)
- Θα δούμε :
 - Επικεφαλίδα IP (IP Header)
 - Διευθύνσεις IP (Λογικές Διευθύνσεις)
 - Πρωτόκολλο ARP
 - Πρωτόκολλο ICMP

Στόχοι Επιπέδων TCP/IP

- Επίπεδο πρόσβασης δικτύου. Στόχος είναι η μεταφορά ενός πακέτου στον επόμενο σταθμό στην διαδρομή για τον τελικό προορισμό
- Επίπεδο IP. Στόχος η μεταφορά του πακέτου στον απομακρυσμένο υπολογιστή ακολουθώντας κάποια διαδρομή.
- Επίπεδο TCP/UDP (Επίπεδο Μεταφοράς). Στόχος η μεταφορά του πακέτου σε κάποια εφαρμογή που εκτελείται στον απομακρυσμένο υπολογιστή.



IP Datagram



Επικεφαλίδα Επιπέδου Internet

- Έκδοση (Version)
- Μήκος Κεφαλίδας (Header Length)
- Τύπος υπηρεσίας (Type of Service)
 - Ειδικές πληροφορίες δρομολόγησης για παροχή Ποιότητας Υπηρεσιών (Quality Of Service). Μπορεί να καθορίσει προτεραιότητα. Δρομολογητές μπορεί να το αγνοήσουν
- Συνολικό μήκος (Total Length) (2 byte)

Επικεφαλίδα Επιπέδου Internet (συνέχεια)

- Αναγνωριστικό (Identification) (16 bit)
 - Ο ίδιος (σειριακός) αριθμός για τμήματα του ίδιου διαγράμματος (datagram). Χρησιμοποιείται για συναρμολόγηση του μηνύματος αν κερματιστεί
- Σημαίες (Flags) (3 bit)
 - DF (Do not Fragment)
 - MF (More Fragments)
- Μετατόπιση Τμήματος (Fragment Offset) (13 bit)
 - Αριθμός που εκφράζει την ομάδα των 8-byte με την οποία αρχίζει το κερματισμένο πακέτο

Επικεφαλίδα Επιπέδου Internet (συνέχεια)

- Χρόνος Ζωής/Μεταπηδήσεις (Time to Live) (8 bit)
 - Χρονικό Διάστημα σε δευτερόλεπτα ή Μέγιστος αριθμός μεταπηδήσεων που επιτρέπεται να ακολουθήσει ένα διάγραμμα πριν απορριφθεί
- Πρωτόκολλο (Protocol) 8 bit
 - ICMP 1, TCP 6, UDP 17
- Άθροισμα Ελέγχου Κεφαλίδας (Header Checksum)

Επικεφαλίδα Επιπέδου Internet (συνέχεια)

- Διεύθυνση Προέλευσης (Source Address) (4 byte)
- Διεύθυνση Προορισμού (Destination Address) (4 byte)
- Επιλογές (IP Options)
 - Μπορεί να περιέχονται επιπλέον πληροφορίες (όπως πλήρης προτεινόμενη διαδρομή, διαδρομή που ακολουθήθηκε, χρόνοι διαδρομής (timestamp))
- Δεδομένα / Φορτίο (Data Payload)
 - Τα δεδομένα που προέρχονται από το προηγούμενο επίπεδο.

IP Διευθυνση

- Μοναδική (με εξαιρέσεις)
- Ανεξάρτητη από υλικό
- 32-bit, 4 δεκαδικοί (στην έκδοση IPv4)
- 2 τμήματα: Δικτύου, Κύριου Υπολογιστή (host)
- Κλάσεις Διευθύνσεων A, B, C
- A – 0, B -10, C -110, D -1110, E -11110
- A 0-127, B 128 – 191, C 192-223
- D 1110 (multicasting) E 11110 (πειραματικά)

Ειδικές IP Διευθύνσεις

- ID Host = 0 → Διεύθυνση Δικτύου,
- HostID = 1111 → Διεύθυνση αναμετάδοσης
- Διευθύνσεις βρόγχου επιστροφής (loopback)
 - Ξεκινούν με 127, 127.0.0.1
- Ιδιωτικές Διευθύνσεις
 - 10.0.0.0 εως 10.255.255.255
 - 172.16.0.0 εως 172.31.255.255
 - 192.168.0.0 εως 192.168.255.255
- Αυτόματη Διαμόρφωση (πχ APIPA)
 - 169.254.0.0 εως 169.254.255.255

Μετατροπή Αριθμών

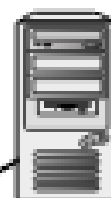
- Από Δυαδικό σε Δεκαδικό
 $01011001 \Rightarrow 89$
- Από Δεκαδικό σε Δυαδικό
 $204 \Rightarrow 11001100$
- Από Δεκαεξαδικό σε Δυαδικό
 $A1 \Rightarrow 10100001$
- Από Δυαδικό σε Δεκαεξαδικό
 $01011010 \Rightarrow 5A$

Παράδειγμα ARP

IP: 206.154.13.82
physical: 00-E0-98-07-8E-39



IP: 206.154.13.83
physical: 35-00-21-01-31



IP: 206.154.13.84
physical: 44-45-53-54-00-00



IP: 206.154.13.85
physical: 91-03-20-51-09-26

206.154.13.82	00-E0-98-07-8E-39
206.154.13.83	35-00-21-01-3B-14
206.154.13.84	44-45-53-54-00-00

ARP

Address Resolution Protocol

- Πρωτόκολλο Επίλυσης Διευθύνσεων
- Αναφέρεται στο Επίπεδο Δικτύου
- Απεικονίζει IP Διευθύνσεις σε Φυσικές Διευθύνσεις
- ARP Πίνακας (cache) κρατά τις απεικονίσεις
- ARP Request Frame (Αίτηση για πλαίσιο ARP)
 - Περιέχει IP Διεύθυνση προς Επίλυση και
 - IP & Φυσική Διεύθυνση Αποστολέα
- Περιεχόμενα ARP Πίνακα έχουν ημ/νια λήξης

Δομή Πακέτου ARP

Hardware type (16 bits)	
Protocol type (16 bits)	
Length of hardware address	Length of protocol address
Operator (16 bits)	
Hardware address of the sender	
IP address of the sender	
Hardware address of the receiver	
IP address of the receiver	

Hardware Type: 1 για Ethernet

Protocol Type : 0x0800 (Ipnv4)

Operator: 1 για ερώτηση, 2 για απάντηση

RARP

Reverse ARP

- Αντιστοιχίζει Φυσικές Διευθύνσεις σε IP Διευθύνσεις
- Χρησιμοποιείται συνήθως για ανεύρεση της IP Διεύθυνσης υπολογιστή που ξεκινά με λειτουργικό σύστημα προερχόμενο από το Δίκτυο, αντί τοπικού Δίσκου
- ...σε συνδυασμό με την λειτουργία BOOTP (Boot PROM firmware).
- Η χρήση του έχει μειωθεί λόγω του DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

ICMP

Internet Control Message Protocol

- Πρωτόκολλο Μηνυμάτων Ελέγχου Διαδικτύου
- Δρομολογητές στέλνουν μηνύματα ICMP για να ενημερώνουν την IP Διεύθυνση προέλευσης.
- Echo Request, Echo Reply (ping)
- Source Quench (μήνυμα επιβράδυνσης)
- Destination Unreachable
- Time Exceeded (TTL = 0)
- Fragmentation Needed

Κωδικοί Μηνυμάτων ICMP

- 0 - Echo Reply
- 1 - Reserved
- 2 - Reserved
- 3 - Destination Unreachable
- 4 - Source Quench
- 5 - Redirect Message
- 6 - Alternate Host Address
- 7 - Reserved
- 8 - Echo Request
- 9 - Router Advertisement
- 10 - Router Solicitation
- 11 - Time Exceeded
- 12 - Parameter Problem

Δομή πακέτου ICMP

Type

Ο κωδικός του τύπου μηνύματος ICMP

Code

Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται ως επέκταση του προηγούμενου. Για παράδειγμα εάν το πεδίο Type περιέχει την τιμή 3 (Destination Unreachable), τότε το πεδίο αυτό μπορεί να περιέχει έναν κωδικό από το 1 έως το 15 που να δίνει τον λόγο για τον οποίο ο υπολογιστής που ψάχνουμε είναι εκτός δικτύου.

Checksum

Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται για τον έλεγχο σφαλμάτων κατά την μετάδοση του πακέτου.

ID (Για Μηνύματα Echo Request και Echo Reply)

Η τιμή ID του πακέτου, η οποία επιστρέφεται στον υπολογιστή που δημιούργησε το πακέτο στην περίπτωση που έχουμε απάντηση ECHO REPLY.

Sequence (Για Μηνύματα Echo Request και Echo Reply)

Αυτό το πεδίο περιέχει την τιμή σειράς του πακέτου και επιστρέφεται στον υπολογιστή που δημιούργησε το πακέτο στην περίπτωση που έχουμε απάντηση ECHO REPLY.

Υποδικτύωση

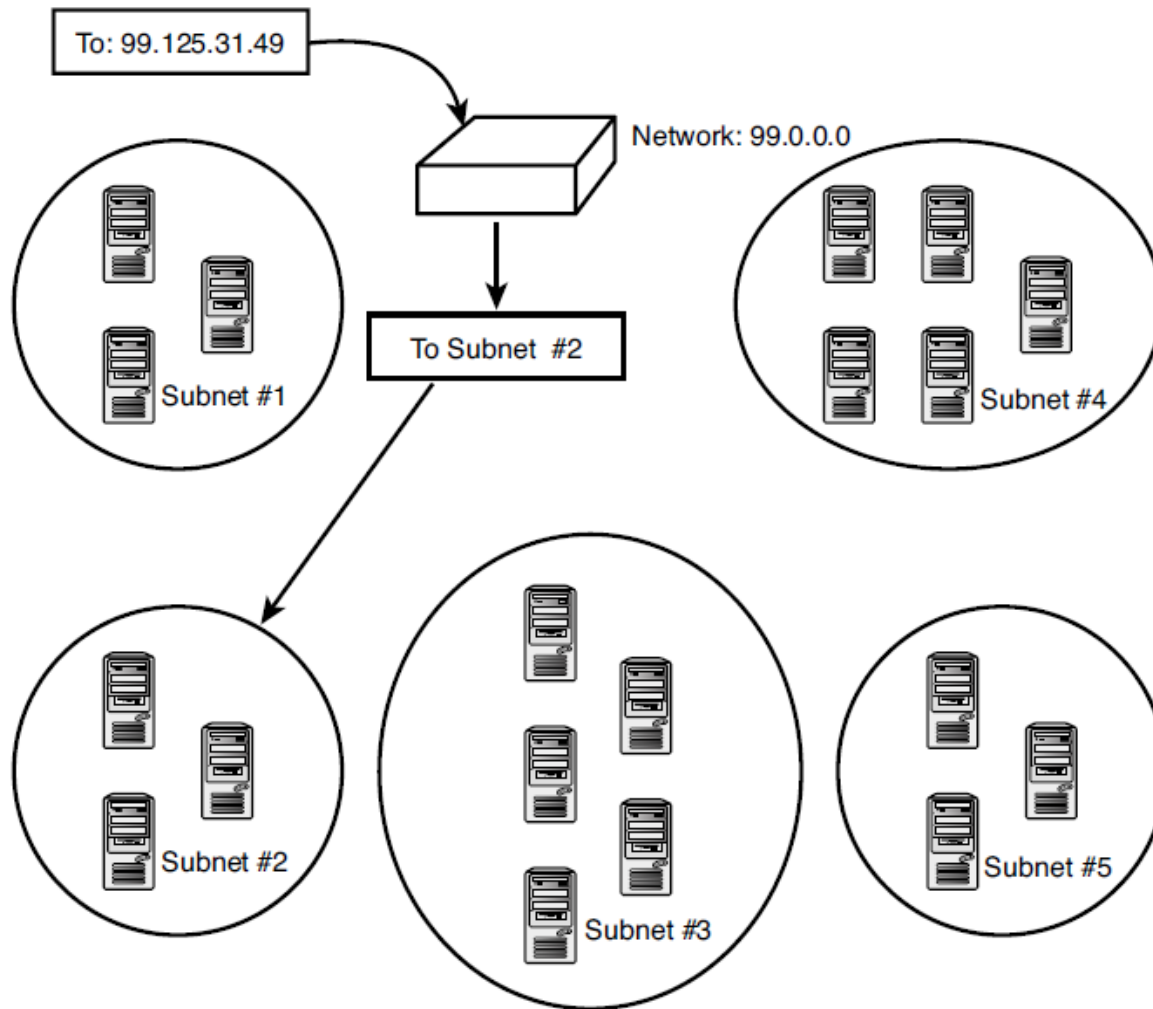


FIGURE 5.2
Organizing the
network for effi-
cient delivery.

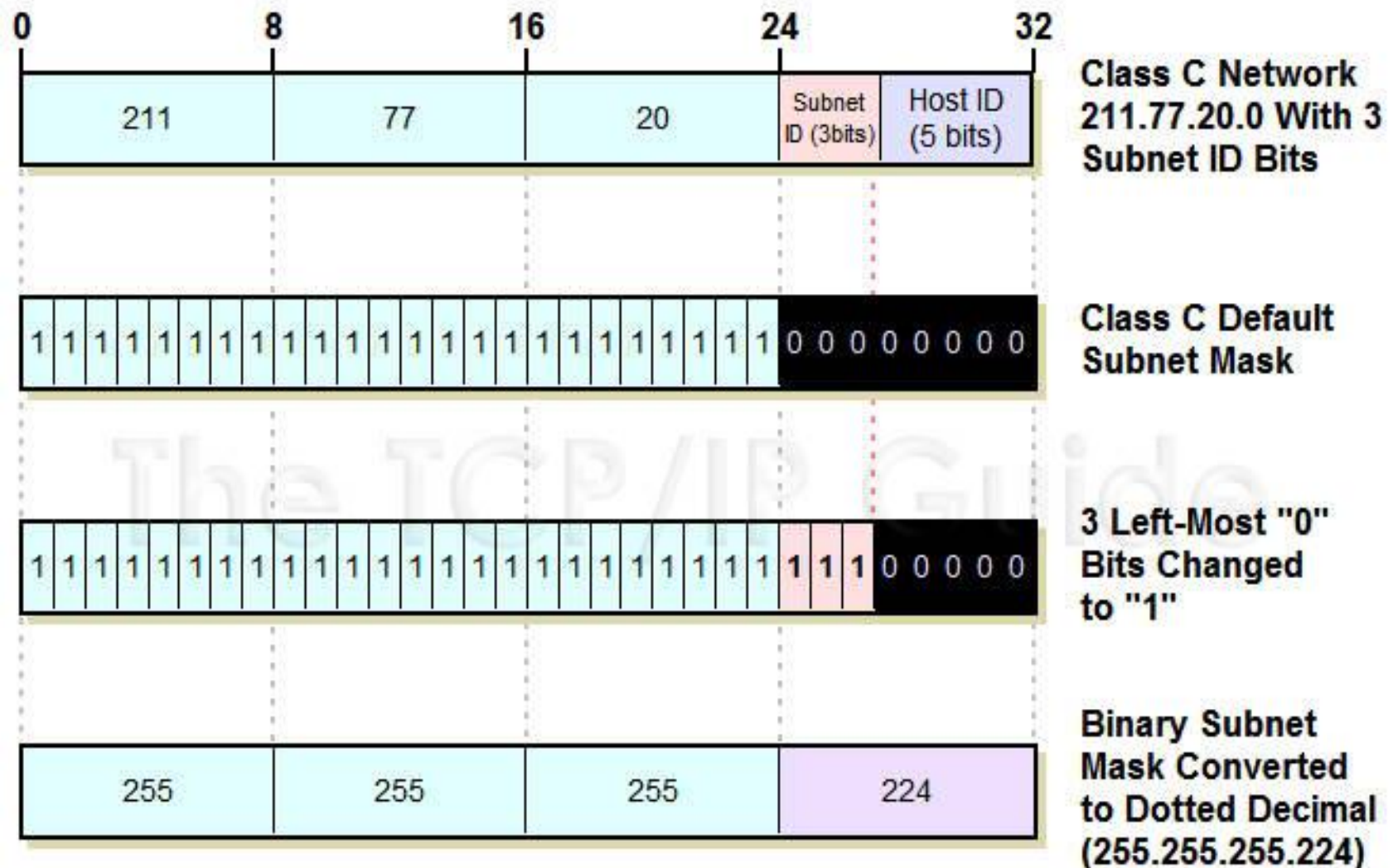
Η ανάγκη της υποδικτύωσης

- Ένα υποδίκτυο είναι μια ομάδα συσκευών που συνδέονται με ένα φυσικό μέσο δικτύωσης.
- Στην κίνηση μεταξύ τους δεν παρεμβάλλεται κάποιος δρομολογητής (router)
- Θέλουμε οι διευθύνσεις IP των συσκευών να μοιράζονται ένα κοινό πρόθεμα (δηλ να έχουν κοινά τα πρώτα bit)
- Τα υπόλοιπα bit μπορεί να προσδιορίζουν τις συσκευές

Υποδικτύωση

- IP Διεύθυνση = Αρ. Δικτύου + Αρ. Υπολογιστή
- Κλάση A: 1 byte (net id), 3 bytes (host id) 16m
- Κλάση B : 2 bytes (net id), 2 bytes (host id)
- Κλάση C : 3 bytes (net id), 1 byte (host id)
- Μάσκες υποδικτύου χωρίζουν το εύρος των Host ID σε υποδίκτυα.

Μάσκα Υποδικτύου (Παράδειγμα Κλάσης C)



Συμβάσεις Υποδικτύωσης

- Αρχικά πολλοί δρομολογητές απαιτούσαν ότι τα bit που προσδιορίζουν τα υποδίκτυα δεν θα έπρεπε να είναι όλα 0 ή όλα 1
- Σήμερα επιτρέπεται από πολλούς δρομολογητές (πχ cisco) η χρήση των 000... και 111... για υποδίκτυα . Θα ακολουθήσουμε αυτή την σύμβαση.
- Εξακολουθεί να ισχύει ότι το μέρος της διεύθυνσης του HostID ο αριθμός με όλα τα bit 0 χρησιμοποιείται για την διεύθυνση υποδικτύου
- Ο αριθμός HostID με όλα τα bit 1 εκφράζει την διεύθυνση εκπομπής (broadcast) του υποδικτύου.

Τυπικά Προβλήματα

- Πόσα bit θα πρέπει να αφιερώσουμε για την υποστήριξη ενός αριθμού υποδικτύων (subnetid);
- Πόσα bit θα πρέπει να αφιερώσουμε για την υποστήριξη ενός αριθμού συσκευών (HostID) σε κάθε υποδίκτυο;
- Πόσα υποδίκτυα υποστηρίζονται από μια μάσκα υποδικτύου;
- Πόσες συσκευές μπορούμε να διευθυνσιοδοτήσουμε με μια μάσκα υποδικτύου;

CIDR

(Classless Inter-Domain Routing)

- Πολλές φορές εκχωρούνται σε έναν οργανισμό πολλές διευθύνσεις (συνήθως κλάσης C).
- Το CIDR χρησιμοποιεί μάσκες υπερδικτύου για ομαδοποίηση πολλών διευθύνσεων μιας κλάσης (συνήθως C). Είναι γνωστές με το όνομα VLSM (Variable Length Subnet Masks).

204.21.128.0 (11001100.00010101.10000000.00000000

204.21.255.255 (11001100.00010101.11111111.11111111

204.21.128.0/17 (17 κοινά bit)

CIDR (Example)

212.100.192.0/20

Από

11010100.01100100.11000000.00000000

Εως

11010100.01100100.11001111.11111111

212.100.192.0 – 212.100.207.255

Επίλυση Ονομάτων

[Αναφερόμαστε στο Κεφ. 11 από το βιβλίο του Casade]

- Διευθύνσεις IP προσδιορίζουν μοναδικά έναν υπολογιστή ή κάποια άλλη συσκευή δικτύου.
- Δύσκολο να απομνημονεύονται από ανθρώπους.
- Υπάρχει ανάγκη από ένα επιπλέον σύστημα ονοματοδοσίας με χρήση λεκτικών προσδιορισμών.
- Πιο εύκολο να θυμάται κάποιος το Dimitris-PC από κάτι σαν 175.34.26.13

Hostname

- Αρχικά κάθε υπολογιστής / συσκευή μπορούσε να διαμορφωθεί με ένα όνομα (hostname)
- Η εντολή **hostname** το εμφανίζει.
- Κάθε υπολογιστής μπορούσε να διατηρεί ένα αρχείο κειμένου **hosts** με αντιστοίχιση IP διευθύνσεων σε ονόματα υπολογιστών (hostnames)

```
127.0.0.1    localhost
```

```
198.1.14.2   lab1
```

```
198.1.14.128 costas
```

- Για επικοινωνία βάση hostname μπορεί να εξαχθεί η αντίστοιχη IP.

Μετατροπή Hostname σε IP

Host: BobPC
IP: 192.134.14.6



Host: EdPC
IP: 192.134.14.8



Host: BridgetPC
IP: 192.134.14.10



DATA

Hosts file

```
.  
.   
.   
.   
192.134.14.6   BobPC  
192.134.14.8   EdPC  
192.134.14.10  BridgetPC  
.   
.   
. 
```

Bridget PC?

192.134.14.10



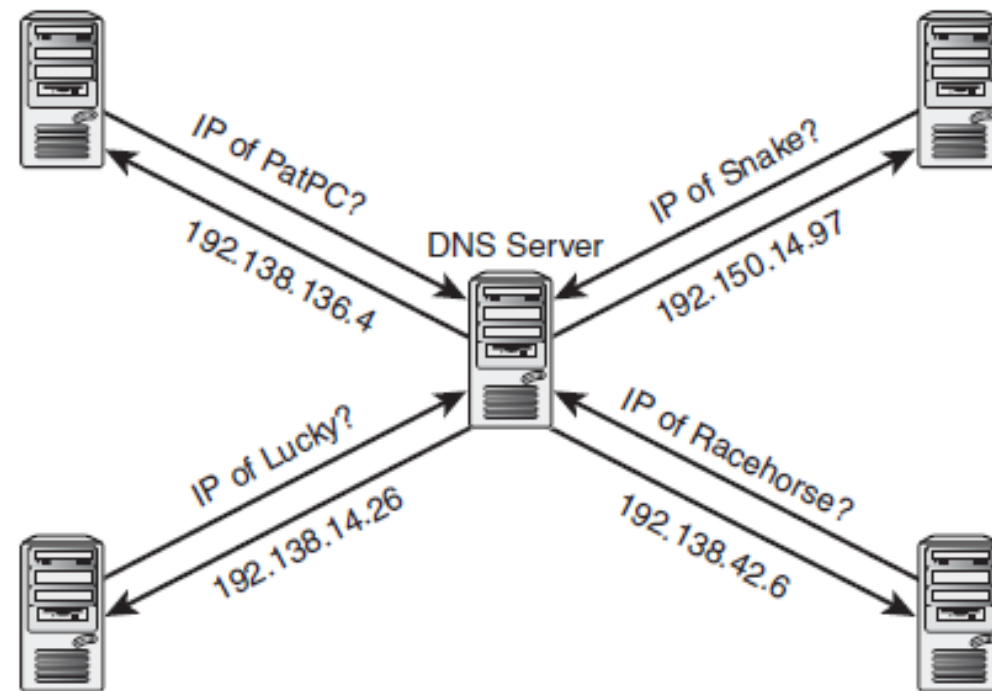
Πλήρως Πιστοποιήσιμα Ονόματα

- Ένα απλό όνομα είναι αρκετό για προσδιορισμό ενός υπολογιστή σε ένα μικρό τοπικό δίκτυο.
- Για δημιουργία μοναδικών ονομάτων στο διαδίκτυο (internet) χρειαζόμαστε μια επέκταση των ονομάτων με προσθήκη ενός ονόματος τομέα (domain name)
- Fully Qualified Names
 - hostname.domainname
 - (πχ lab1.dit.uoi.gr
 - host=lab1, domain=dit.uoi.gr)

Από host σε DNS

- Η λύση του αρχείου host δεν ήταν αρκετή για μεγάλα δίκτυα.
- Προβλήματα :
 - Ενημέρωση του αρχείου (το αρχείο θα έπρεπε να ενημερώνεται συνεχώς για νέους υπολογιστές ή αλλαγές στα ονόματα)
 - Μέγεθος του αρχείου (Φανταστείτε ένα αρχείο με όλες τις IP του διαδικτύου)

Από host σε DNS



Το DNS είναι ένα κατανεμημένο Σύστημα

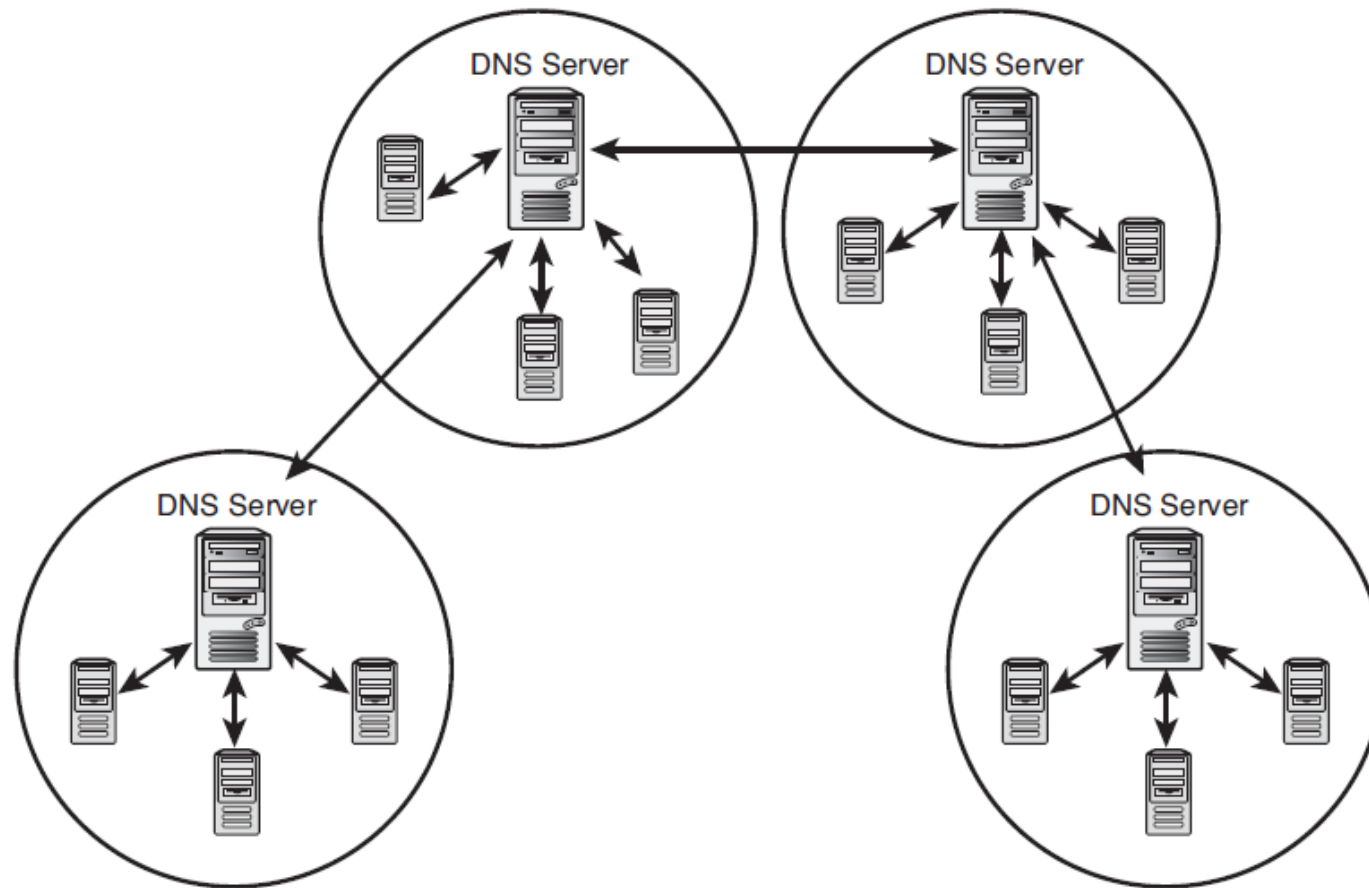


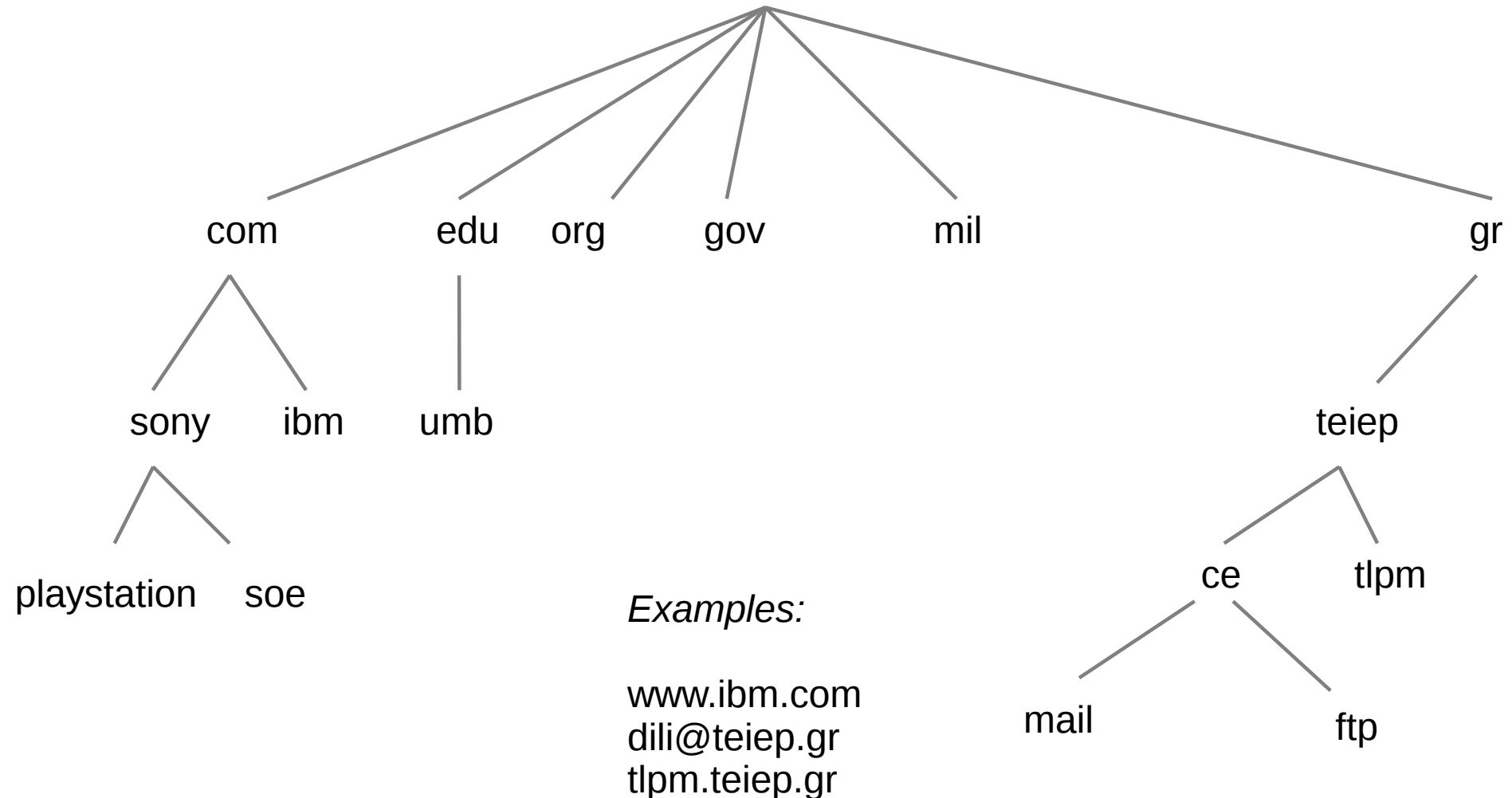
FIGURE 10.3
On large networks, DNS servers communicate with each other to provide name resolution services.

DNS

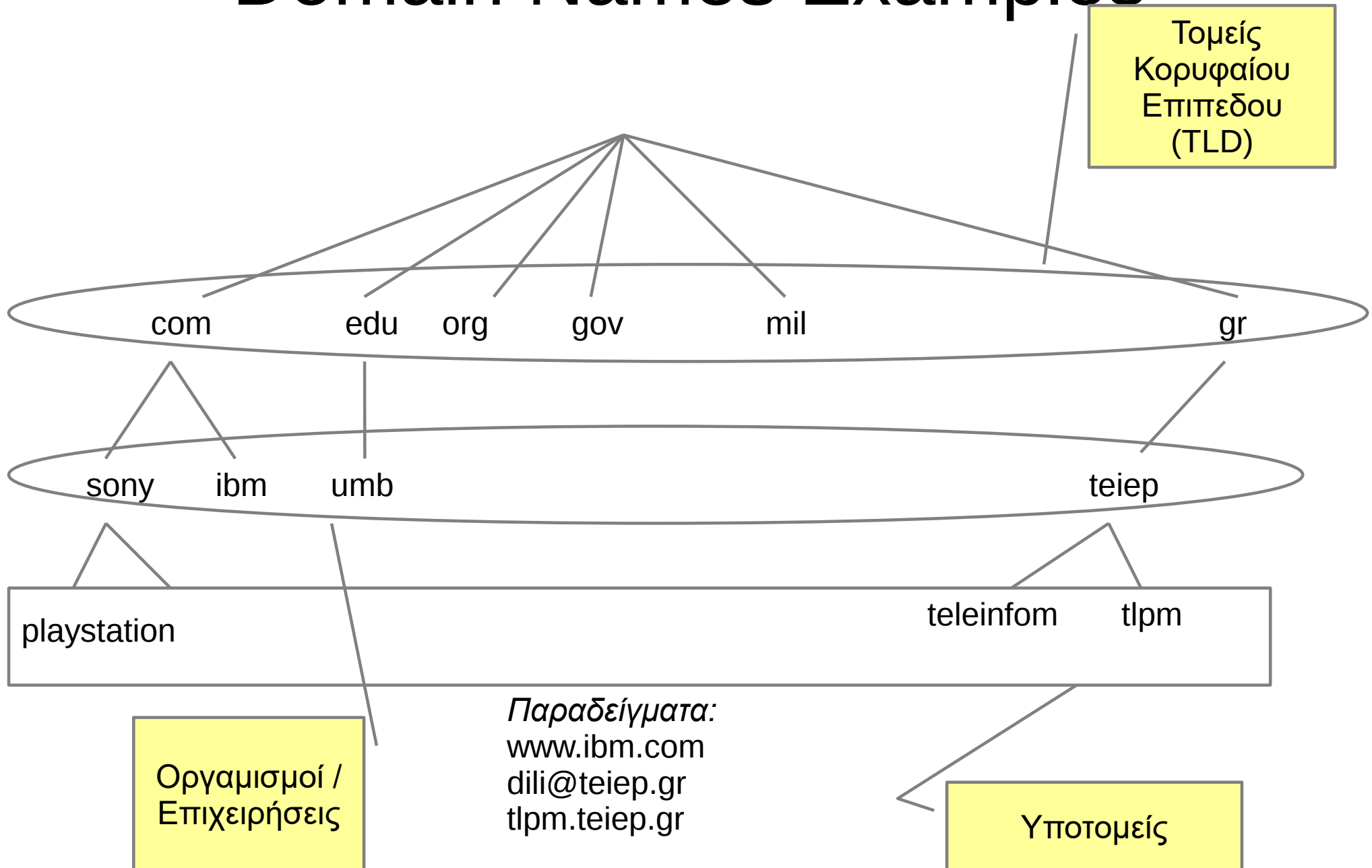
Domain Name System

- Σύστημα Ονομάτων Τομέων (Περιοχών)
- Ανάγκη Χρήσης λεκτικών ονομάτων αντί αριθμητικών διευθύνσεων
- Απεξάρτηση διευθύνσεων παραληπτών από συγκεκριμένες διευθύνσεις IP
- Ανάγκη ιεραρχικής και κατανεμημένης οργάνωσης λόγω μεγάλου πιθανού αριθμού προορισμών
- Ανάγκη αποφυγής ενός κεντροποιημένου συστήματος.

Domain Names Examples

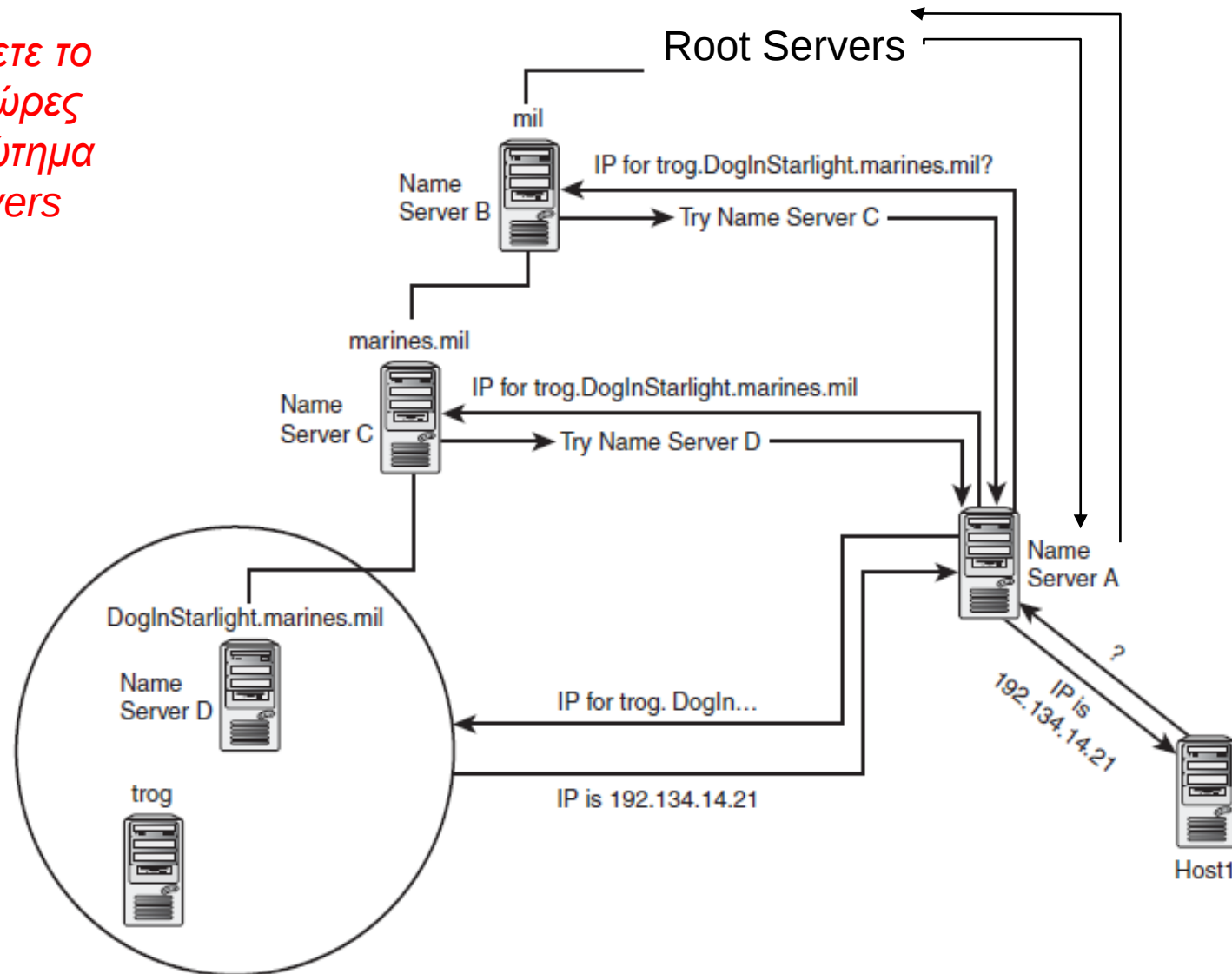


Domain Names Examples



Διαδικασία Επίλυσης Ονόματος

Το βιβλίο Μάθετε το TCP IP σε 24 ώρες δεν έχει το ερώτημα σε ROOT Servers



The process for DNS name resolution is as follows (refer to Figure 11.6):

Πρωτόκολλο DNS

- Αναδρομικό Ερώτημα
 - Υπολογιστής στέλνει ερώτημα σε διακομιστή DNS
 - DNS επιστρέφει απάντηση βάση πληροφοριών που διατηρεί ή ρωτά άλλους διακομιστές (DNS) και τελικά επιστρέφει απάντηση
- Επαναληπτικό Ερώτημα
 - Υπολογιστής στέλνει ερώτημα επίλυσης σε διακομιστή
 - Διακομιστής απαντά με την επίλυση ή με αναφορά σε άλλο διακομιστή για να ερωτηθεί.

Ζώνες

- Ζώνη είναι η περιοχή ευθύνης (σύνολο υπολογιστών) επίλυσης ονομάτων ενός διακομιστή ονομάτων (DNS Server)
- Παράδειγμα
- teiep.gr έχει έναν DNS server
- tlpm.teiep.gr έχει άλλον dns server (αποτελεί ζώνη)
- Ζώνη και τομέας/υποτομέας μπορούν να συμπίπτουν αλλά όχι αναγκαστικά

Εγγραφές Πόρων

- Εγγραφές που διατηρούν οι διακομιστές ονομάτων για την ζώνη ευθύνης τους
- Τύποι Εγγραφών
 - A : Διεύθυνση IP (Μετατροπή ονόματος σε IP)
 - NS : Name Server (Επίσημοι name servers)
 - SOA : Αρχή μιας ζώνης / κύριος DNS
 - CNAME : Canonical Name (Αντιστοιχίζει ψευδώνυμο σε όνομα)
 - MX : Mail eXchange (Κατευθύνει αλληλογραφία σε mail server)
 - PTR : Δείκτης. Χρησιμοποιείται για αντιστοίχιση διεύθυνσης σε τομέα.

Κατηγορίες Διακομιστών Ονομάτων

- Πρωτεύων διακομιστής Ονομάτων (Primary Domain Server)
 - Αποθηκεύει όλες τις εγγραφές για μια ζώνη και είναι υπεύθυνος για αλλαγές
- Δευτερεύων διακομιστής
 - Διατηρεί αντίγραφο εγγραφών ζώνης άλλου πρωτεύοντα διακομιστή και χρησιμοποιείται για απάντηση ερωτημάτων όταν ο πρωτεύων είναι εκτός λειτουργίας
- Διακομιστές Προσωρινής μνήμης
 - Διατηρούν σε cache επιλύσεις ονομάτων.

nslookup

(Εμφάνιση εγγραφών ζώνης)

```
C:\Users\Dimitris>nslookup
Default Server:  teiep.teiep.gr
Address:  195.130.72.1
```

```
> ls -d teleinfom.teiep.gr
```

```
[teiep.teiep.gr]
```

teleinfom.teiep.gr.	SOA	pdcc.teleinfom.teiep.gr
administrator.teleinfom.teiep.gr.	(72 900 600 86400 3600)	
sns0.grnet.gr.	A	83.212.5.18
dns.teiep.gr.	A	195.130.72.1
teleinfom.teiep.gr.	NS	dns.teiep.gr
teleinfom.teiep.gr.	NS	pdcc.teleinfom.teiep.gr
teleinfom.teiep.gr.	NS	sns0.grnet.gr
teleinfom.teiep.gr.	A	195.130.72.177
teleinfom.teiep.gr.	MX	10 mail.teleinfom.teiep.gr
biosis	CNAME	ictela.teleinfom.teiep.gr
eclass	A	195.130.72.189
ftp	CNAME	pdcc.teleinfom.teiep.gr
ictela	A	195.130.72.182
ilab	CNAME	ictela.teleinfom.teiep.gr
kic	A	195.130.72.183
mail	A	195.130.72.179

```
.....
infom.teiep.gr. (72 900 600 86400 3600)
```

```
>
```

SOA (Start of Authority)

```
>set type=SOA
```

```
> teiep.gr
```

```
Server: teiep.teiep.gr
```

```
Address: 195.130.72.1
```

```
teiep.gr
```

```
    primary name server = teiep.teiep.gr
```

```
    responsible mail addr = root.teiep.gr
```

```
    serial = 2012110101
```

```
    refresh = 28800 (8 hours)
```

```
    retry = 7200 (2 hours)
```

```
    expire = 604800 (7 days)
```

```
    default TTL = 86400 (1 day)
```

```
teiep.gr    nameserver = sns1.grnet.gr
```

```
teiep.gr    nameserver = teiep.teiep.gr
```

```
teiep.gr    nameserver = sns0.grnet.gr
```

```
sns0.grnet.gr  internet address = 83.212.5.18
```

```
sns0.grnet.gr  AAAA IPv6 address = 2001:648:2ffc:111::2
```

```
sns1.grnet.gr  internet address = 83.212.5.22
```

```
sns1.grnet.gr  AAAA IPv6 address = 2001:648:2ffc:112::2
```

```
teiep.teiep.gr internet address = 195.130.72.1
```

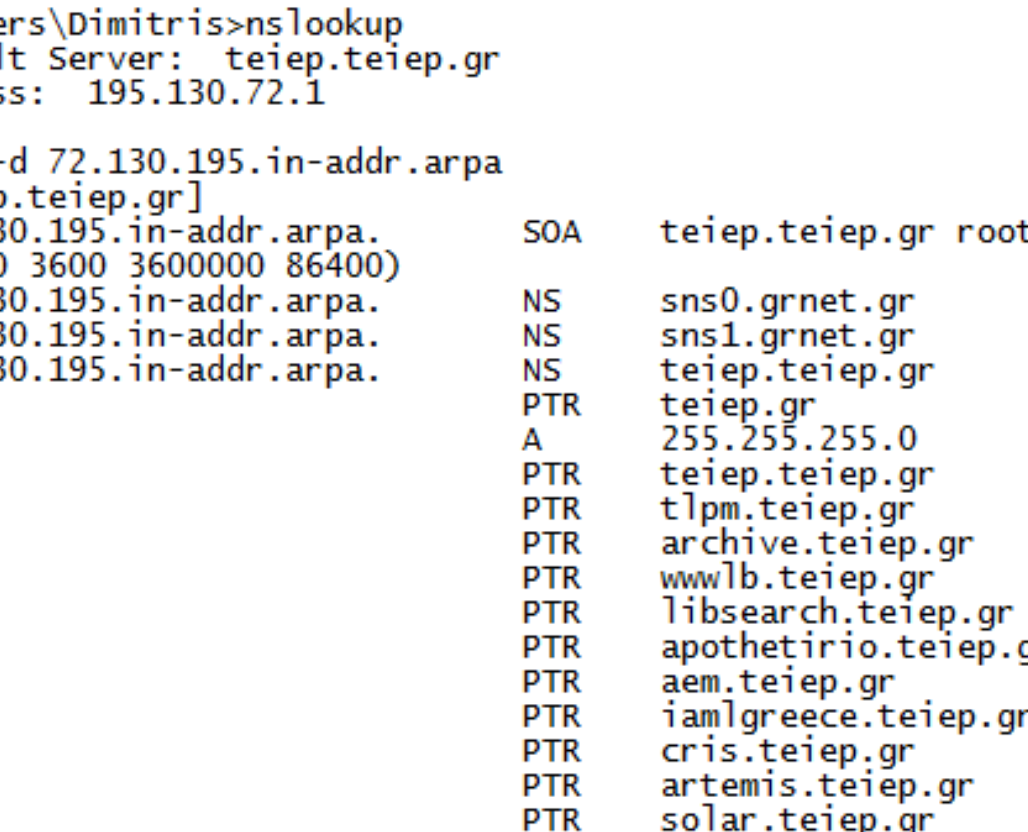
Χρόνοι εγγραφής SOA

- Κάθε εγγραφή SOA συσχετίζεται με 5 αριθμούς
 - **Serial** (Σειριακός αριθμός ενημέρωσης. Κάθε φορά που αλλάζει πληροφορία στην ζώνη τροποποιείται)
 - **Refresh** (Σε πόσο χρόνο ένας δευτερεύων διακομιστής ονομάτων θα προσπαθήσει να αντιγράψει την ζώνη από τον πρωτεύοντα)
 - **Retry** (Σε πόσο χρόνο ο δευτερεύων θα προσπαθήσει ξανά αν αποτύχει να αντιγράψει την ζώνη)
 - **Expire** (Αν ο δευτερεύων δεν ενημερωθεί μέχρι τότε να παρέχει έγκυρες (authentic) απαντήσεις)
 - **Default TTL** (Μέχρι τότε απαντήσεις μπορεί να παραμένουν σε προσωρινές μνήμες (cache))

Διευθύνσεις Αντίστροφου Τομέα

- Μια IP διεύθυνση αποτελείται από ένα τμήμα NetId και ένα τμήμα Host Id
- π.χ. 195.130.72.177 (netid = 195.130.72, hostid =177)
- Η διεύθυνση αντίστροφου τομέα είναι:
- **177.72.130.195.in-addr.arpa**
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εγγραφές πόρων τύπου PTR

Εμφάνιση Αντίστροφου Τομέα



```
C:\Windows\system32\cmd.exe - nslookup

C:\Users\Dimitris>nslookup
Default Server:  teiep.teiep.gr
Address:  195.130.72.1

> ls -d 72.130.195.in-addr.arpa
[teiep.teiep.gr]
 72.130.195.in-addr.arpa.      SOA      teiep.teiep.gr root.teiep.gr. (
32400 3600 3600000 86400)
 72.130.195.in-addr.arpa.      NS       sns0.grnet.gr
 72.130.195.in-addr.arpa.      NS       sns1.grnet.gr
 72.130.195.in-addr.arpa.      NS       teiep.teiep.gr
 0 PTR teiep.gr
 0 A 255.255.255.0
 1 PTR teiep.teiep.gr
105 PTR tlpn.teiep.gr
105 PTR archive.teiep.gr
106 PTR wwwlb.teiep.gr
107 PTR libsearch.teiep.gr
108 PTR apothetirio.teiep.gr
114 PTR aem.teiep.gr
116 PTR iamlgreece.teiep.gr
122 PTR cris.teiep.gr
123 PTR artemis.teiep.gr
124 PTR solar.teiep.gr
125 PTR apollonios.teiep.gr
179 PTR mail.teleinfom.teiep.gr
182 PTR ictela.teiep.gr
188 PTR gmteiepgr.gm.teiep.gr
189 PTR www.teleinfom.teiep.gr
```

Συσκευές Σύνδεσης/Δρομολόγηση

- Συσκευές Σύνδεσης
- Δρομολόγηση

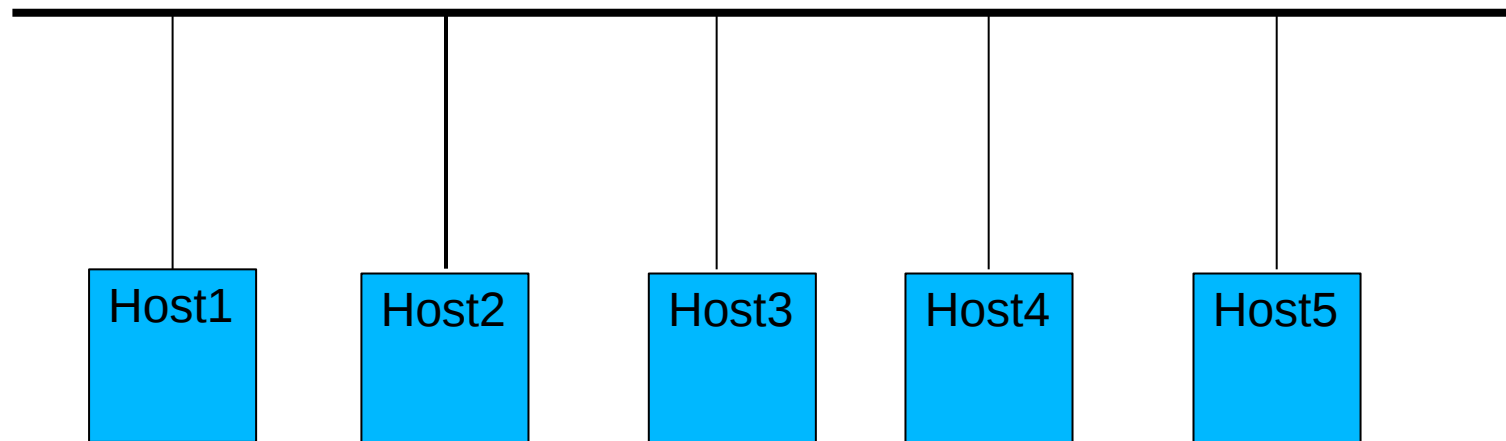
Ethernet

Αρχική υλοποίηση : Ένα ομοαξονικό καλώδιο στο οποίο συνδεόταν συσκευές.

Βασική Αρχή Λειτουργίας : CSMA/CD

Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection – Παρακολούθηση Μέσου
Πολλαπλής Πρόσβασης με ανίχνευση συγκρούσεων.

Συσκευή ελέγχει αν το μέσο είναι ελεύθερο και στέλνει κάποιο πακέτο. Αν αντιληφθεί ότι έγινε σύγκρουση (collision) με άλλο πακέτο σταματά, περιμένει ένα τυχαίο διάστημα και προσπαθεί ξανά.



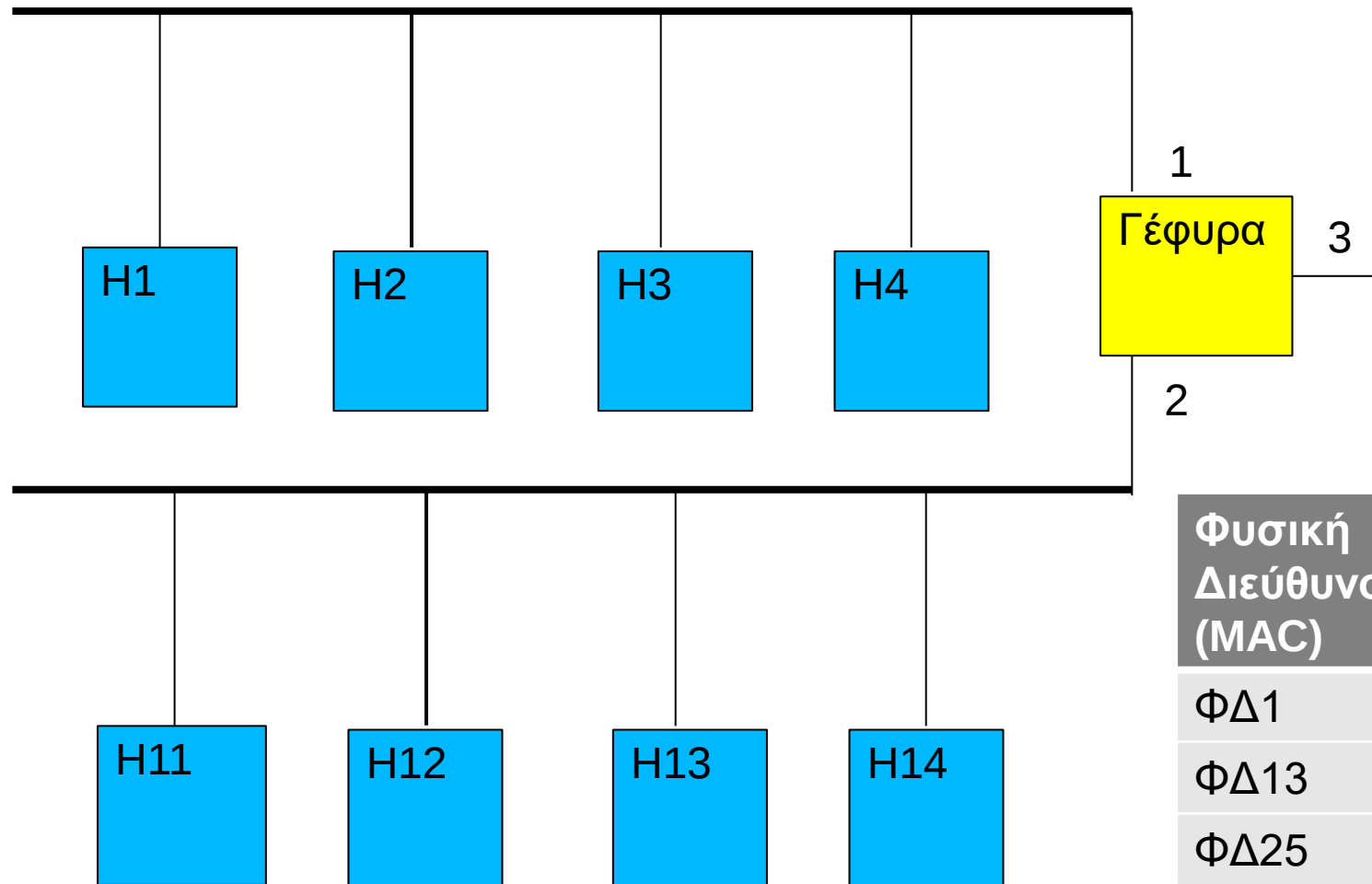
Ανάγκες

- Προσθήκη πολλών και απομακρυσμένων συσκευών
- Διασύνδεση δικτύων (με ανόμοια πολλές φορές φυσική υλοποίηση πχ (Ethernet με Token Ring)
- Αναδημιουργία σήματος (Ένα πακέτο δεν μπορεί να μεταφερθεί σε ένα καλώδιο απεριορίστου μήκους)
- Έλεγχος Κίνησης (Αποφυγή κίνησης πακέτων σε τμήματα δικτύου όταν δεν απαιτείται)
- Υποστήριξη ιεραρχικής διευθυνσιοδότησης (Net_Id, SubNet_Id, Host_Id)

Συσκευές Δικτύων

- Γέφυρες (bridges)
- Διανομείς (hubs)
- Διακόπτες / Μεταγωγείς (switches)
- Δρομολογητές (routers)

Γέφυρα



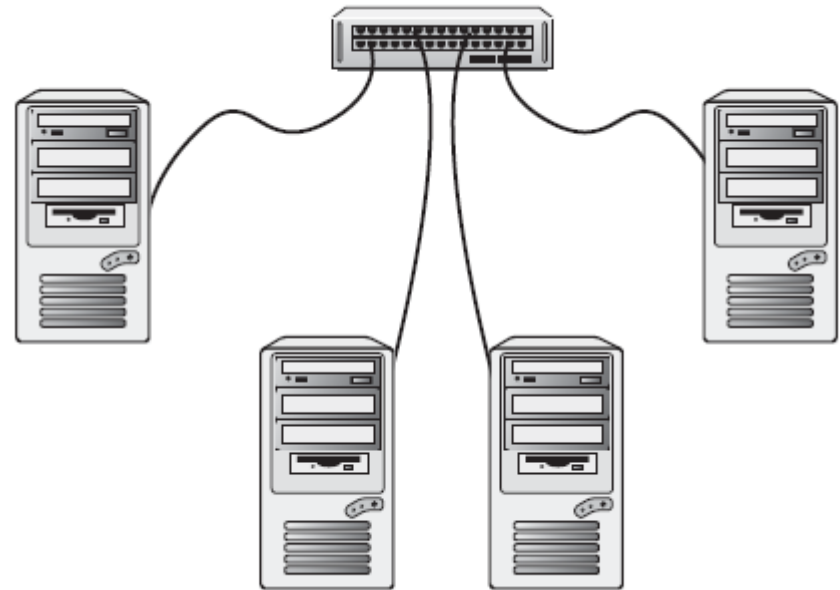
Φυσική Διεύθυνση (MAC)	Επαφή
ΦΔ1	1
ΦΔ13	2
ΦΔ25	3
ΦΔ4	1

Γέφυρες (Bridges)

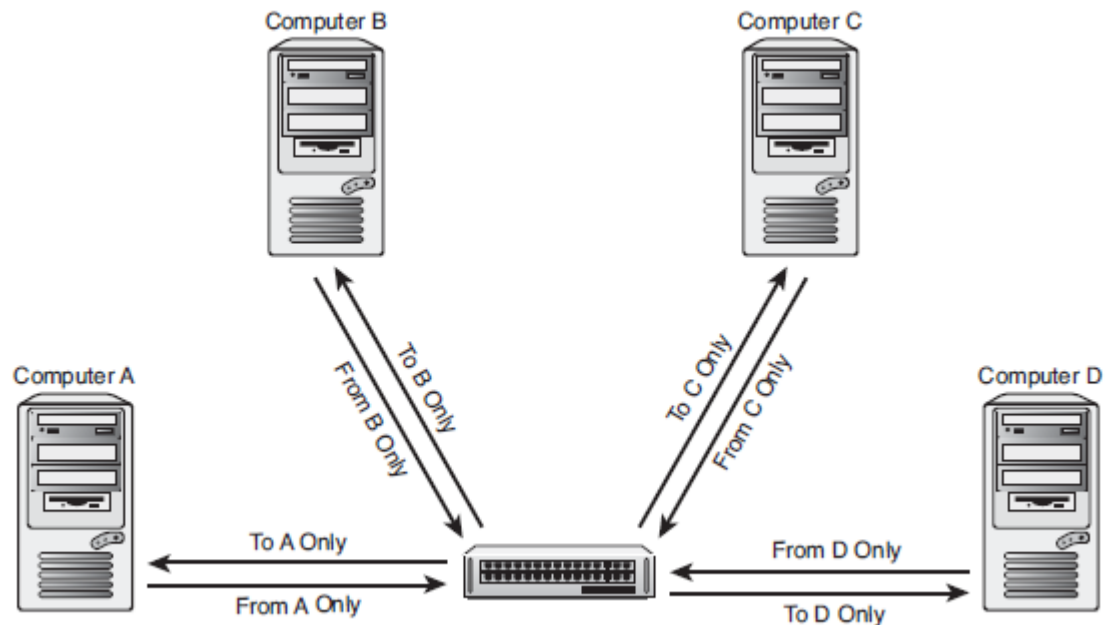
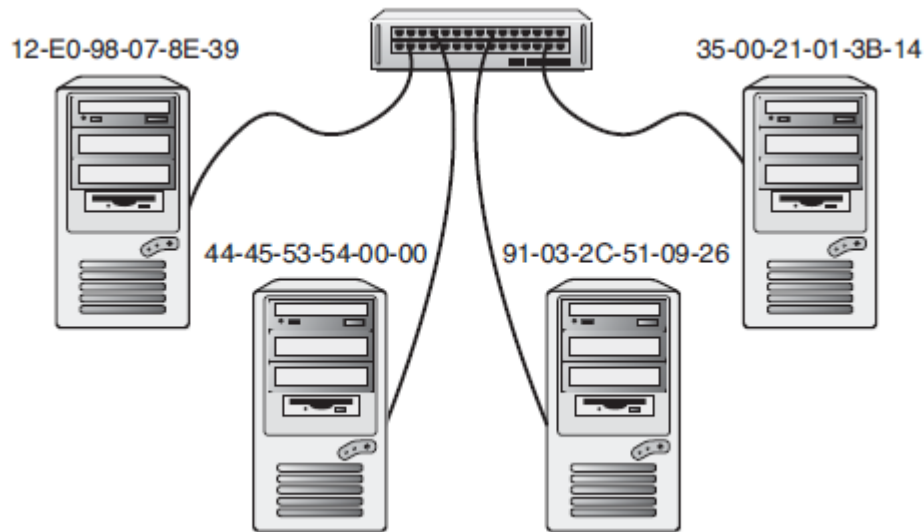
- Διατηρούν εσωτερικό πίνακα δρομολόγησης βασισμένο σε φυσικές διευθύνσεις.
- Όταν ακούσουν κάποιο πλαίσιο με φυσική διεύθυνση προορισμού σε άλλο τμήμα του δικτύου το αναμεταδίδουν σε εκείνο το τμήμα
- Όταν η φυσική διεύθυνση προορισμού βρίσκεται στο ίδιο το τμήμα αποστολής το πλαίσιο δεν αναμεταδίδεται
- Όταν η διεύθυνση προορισμού δεν είναι γνωστή αναμεταδίδεται σε όλα τα τμήματα
- Οι γέφυρες λειτουργούν στο επίπεδο πρόσβασης δικτύου. Δεν χρησιμοποιούνται πλέον συχνά. Ποιο συχνά με 10Base-2/5 ομοαξονικά καλώδια.

Διανομείς (Hubs)

- Παρέχουν πολλαπλές θύρες για σύνδεση συνεστραμμένων καλωδίων (twisted pair) (πχ 10BaseT/TF, 100BaseT, 10GBaseT)
- Αναμεταδίδει όλα τα πλαίσια σε όλες τις θύρες
- Έξυπνοι Διανομείς: Ανιχνεύουν προβλήματα σύνδεσης και μπλοκάρουν μια θύρα.



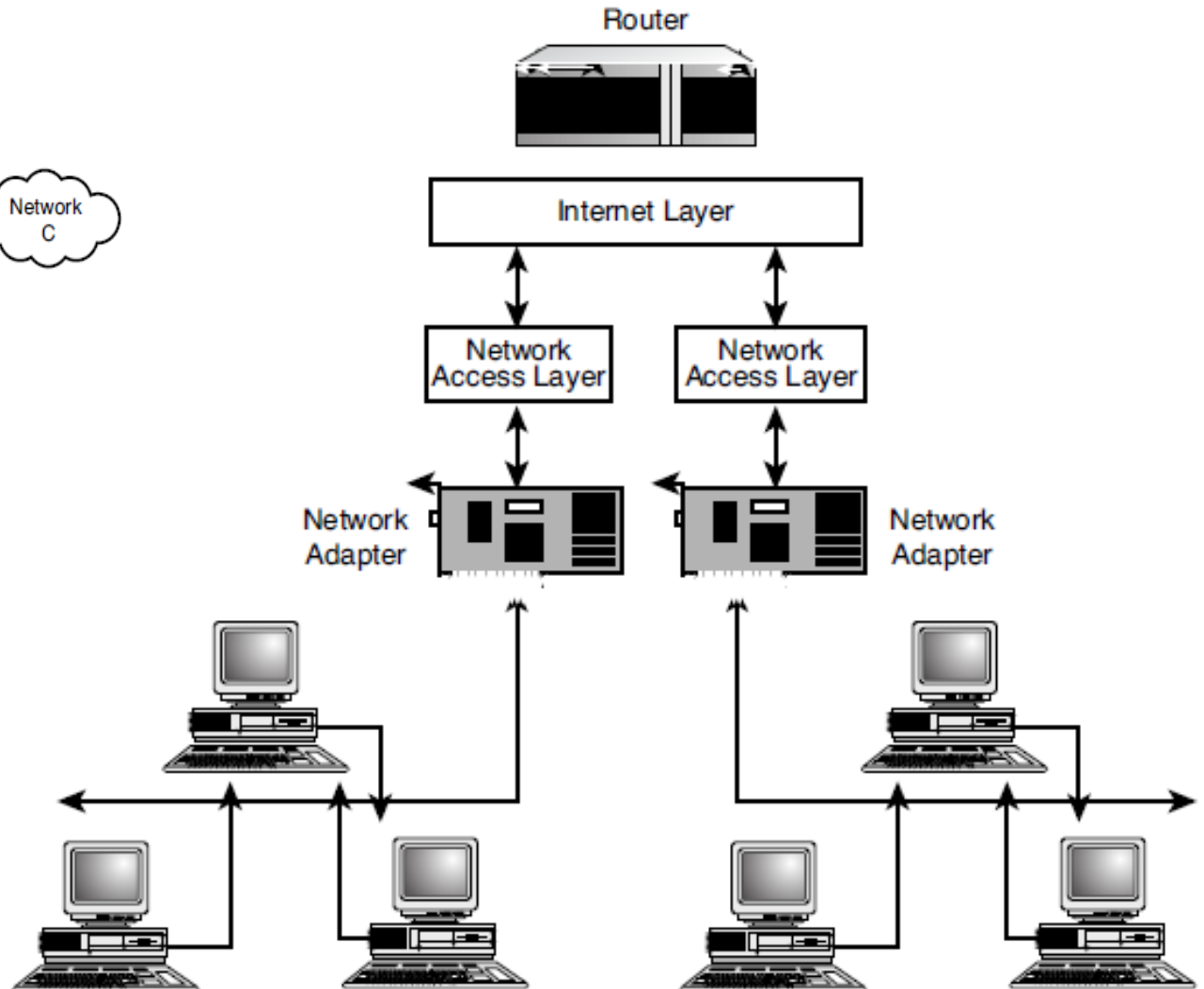
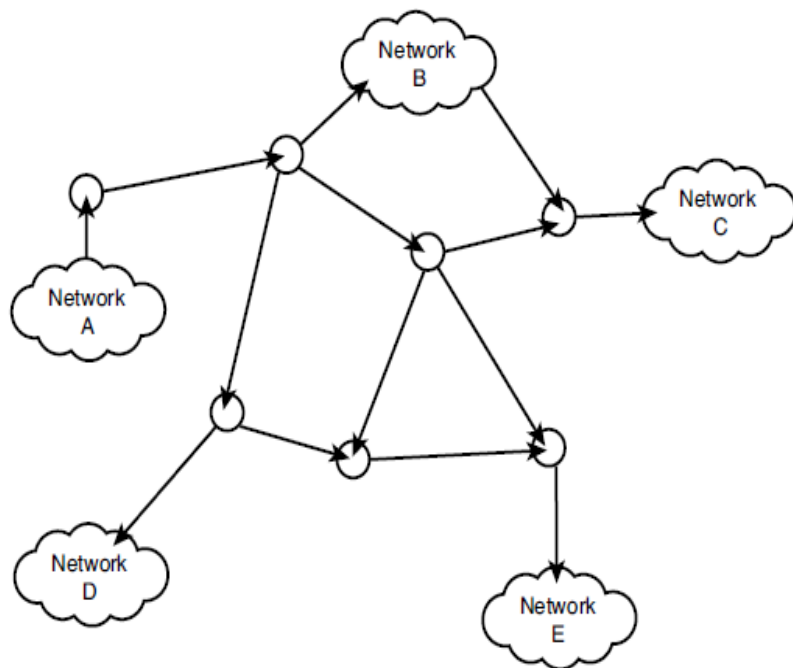
Διακόπτες / Μεταγωγείς (Switches)



Διακόπτες (Switches)

- Παρέχουν παρόμοια συνδεσμολογία με τους διανομείς
- Αντιστοιχίζουν τις θύρες με φυσικές διευθύνσεις των αντίστοιχων προσαρμογέων δικτύου και προωθούν μόνο τα πλαίσια με αυτές τις διευθύνσεις. Συσκευές επιπέδου 2.
- Μειώνουν τον αριθμό πλαισίων που πρέπει να εξεταστούν από τους προσαρμογείς δικτύων
- Δύο κατηγορίες
 - Άμεσης Προώθησης (Cut through)
 - Αποθήκευση και Προώθηση (store and forward)

Δρομολογητές (Routers)



Δρομολογητές (Routers)

- Φιλτράρουν κίνηση σύμφωνα με λογική διεύθυνση
- Λειτουργούν στο Επίπεδο Δικτύου (OSI, TCP/IP). Συσκευές Επιπέδου 3.
- Χρησιμοποιούν τις διευθύνσεις IP στην επικεφαλίδα του επιπέδου δικτύου.
- Περνούν πακέτα από ένα δίκτυο σε άλλο (που μπορεί να έχουν διαφορετική τεχνολογία) αντικαθιστώντας την φυσική διεύθυνση στην επικεφαλίδα πλαισίου.

Πίνακας Δρομολόγησης

Προορισμός	Επόμενη Μεταπήδηση	Διασύνδεση Θύρα Δρομολογητή
129.14.0.0	'Άμεση Σύνδεση	1
150.27.0.0	131.100.18.6	3
155.111.0.0	'Άμεση Σύνδεση	2
165.48.0.0	129.14.16.1	1

Συσκευές NAT

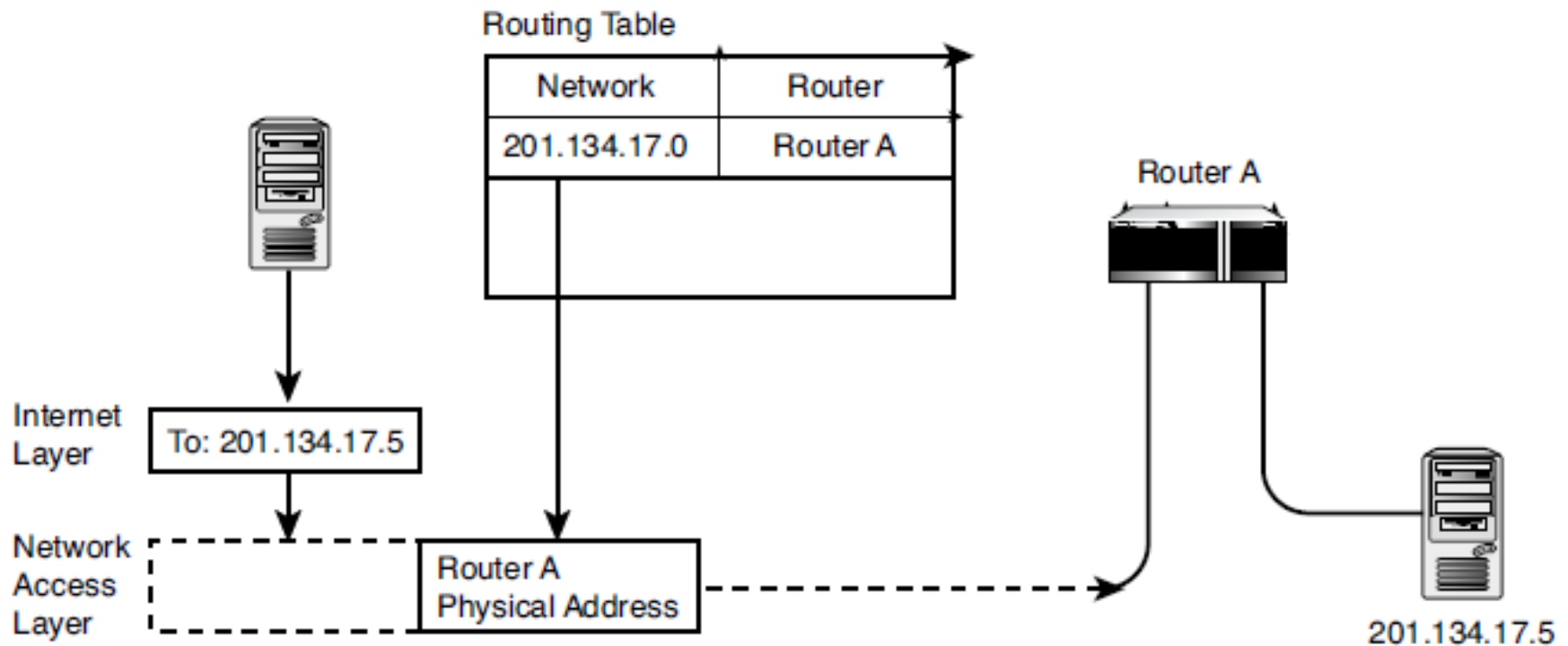
(Network Address Translation)

- Αποκρύπτουν υπολογιστές τοπικού δικτύου
- Υπολογιστές τοπικού δικτύου χρησιμοποιούν ιδιωτικές διευθύνσεις.
- Πακέτα που βγαίνουν προς το Internet χρησιμοποιούν την IP διεύθυνση της συσκευής NAT
- Πλεονεκτήματα:
 - Χρήση ιδιωτικών διευθύνσεων αντί πραγματικών
 - Αυξημένη ασφάλεια λόγω μη ορατότητας υπολογιστών δικτύου.

Σημασία Δρομολογητών

- Παρέχουν IP παράδοση προς υπολογιστές που δεν είναι άμεσα συνδεδεμένοι
- Αποκρύπτουν κίνηση από υπολογιστές που δεν τους ενδιαφέρει.
- Μπορούν να συνδέουν ανόμοια φυσικά δίκτυα (πχ Ethernet, Token Ring)

Διαδικασία Δρομολόγησης



Διαδικασία Δρομολόγησης

- 1) Αν ο υπολογιστής θέλει να στείλει πακέτο σε απομακρυσμένο υπολογιστή εξάγει την IP διεύθυνση ενός δρομολογητή από το πίνακα δρομολόγησης
- 2) Η IP διεύθυνση του δρομολογητή μετατρέπεται σε μια φυσική διεύθυνση μέσω του πρωτοκόλλου ARP
- 3) Το πακέτο (datagram) που περιέχει την IP διεύθυνση του παραλήπτη τοποθετείτε σε πλαίσιο με την φυσική διεύθυνση του Δρομολογητή και βγαίνει στο δίκτυο
- 4) Ο προσαρμογέας δικτύου του δρομολογητή λαμβάνει το πακέτο και το επεξεργάζεται. Αν η IP διεύθυνση είναι δικιά του δεν το προωθεί.
- 5) Διαφορετικά ο Δρομολογητής εξετάζει τον πίνακα δρομολόγησης. Αν η IP διεύθυνση ανήκει σε υπολογιστή άμεσα συνδεδεμένο το πακέτο στέλνεται εκεί. Διαφορετικά στέλνεται σε άλλο δρομολογητή και επαναλαμβάνεται η διαδικασία.

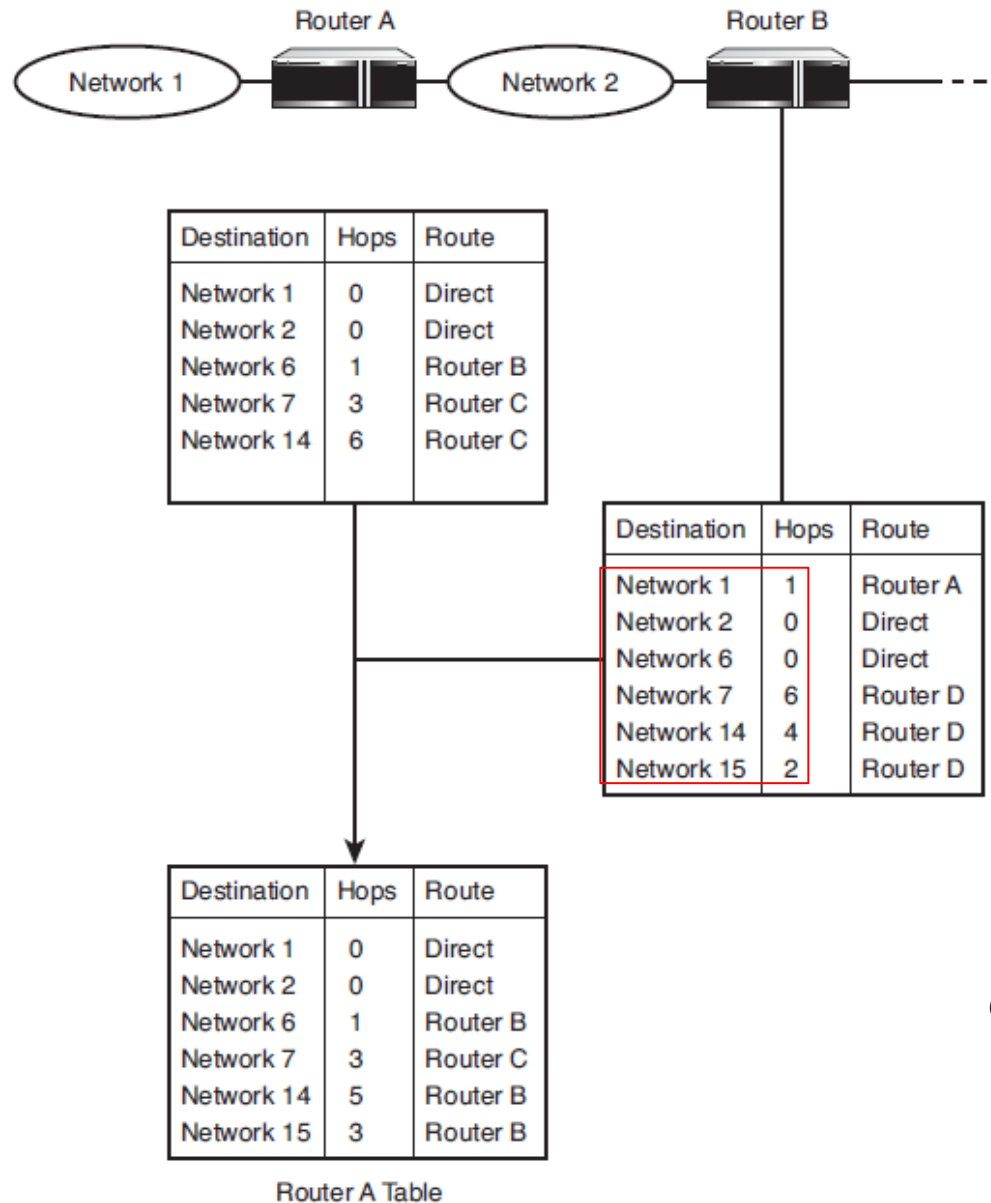
Τύποι Δρομολόγησης

- Άμεση Δρομολόγηση (Δρομολογητής συνδέεται άμεσα με όλα τα δίκτυα προορισμού)
- Έμμεση Δρομολόγηση (Δρομολογητής μπορεί να προωθήσει πακέτα σε απομακρυσμένα δίκτυα μέσω άλλων δρομολογητών)
- Στατική Δρομολόγηση (Πίνακες Δρομολόγησης ενημερώνονται από διαχειριστές)
- Δυναμική Δρομολόγηση (Πίνακες Δρομολόγησης ενημερώνονται από γειτονικούς δρομολογητές)

Τύποι Δυναμικής Δρομολόγησης

- Δρομολόγηση **Διανυσματικής Απόστασης** (Bellman-Ford) (Χρησιμοποιείται από πρωτόκολλα RIP (Routing Information Protocol), RIP 2 κλπ. (Πολύ συνηθισμένη στο παρελθόν, εξακολουθεί να υπάρχει))
- Δρομολόγηση **Κατάστασης Σύνδεσης** (Χρησιμοποιείται από πρωτόκολλο OSPF (Open Shortest Path First) (Πιο σύγχρονη))

Αλγόριθμος Διανυσματικής Απόστασης



*Υπάρχει ένα λάθος
στο αντίστοιχο σχήμα
του βιβλίου μάθετε το
TCP σε 24 ώρες*

Διανυσματική Απόσταση

- Ο Δρομολογητής A τοποθετεί τα τμήματα δικτύου που είναι άμεσα συνδεδεμένος στον πίνακα δρομολόγησης με αριθμό μεταπηδήσεων 0
- Σε περιοδικά διαστήματα ο δρομολογητής A λαμβάνει μηνύματα από γειτονικούς δρομολογητές για τα δίκτυα που γνωρίζουν και τον αριθμό μεταπήδησης για να φτάσουν τον προορισμό
- Ο Δρομολογητής A ενοποιεί τις πληροφορίες με τον δικό του πίνακα δρομολόγησης.

Διανυσματική Απόσταση (συνεχεια)

- Αν ο Δρομολογητής A λάβει από τον δρομολογητή B ένα προορισμό που δεν γνωρίζει τον προσθέτει στον πίνακα δρομολόγησης αυξάνοντας τον αριθμό μεταπηδήσεων κατά 1.
- Αν ο Δρομολογητής A λάβει ένα προορισμό που γνωρίζει συγκρίνει τον νέο αριθμό μεταπηδήσεων συν ένα με τον αριθμό που έχει και αν είναι μικρότερος ανανεώνει την εγγραφή με προορισμό μέσω Δρομολογητή B.
- Διαφορετικά ο A δεν χρησιμοποιεί την νέα εγγραφή.

RIP (Routing Information Protocol)

- Πρωτόκολλο διανυσματικής απόστασης
- Μέγιστος αριθμός μεταπηδήσεων: 15
- Ενεργοί – Παθητικοί συμμετέχοντες
- Μηνύματα ενημέρωσης κάθε 30 sec
 - Ή μετά από αίτηση
- Δεν υποστηρίζει CIDR διευθύνσεις
- Αντικαθίσταται απο το RIP2 (πρόβλημα σύγκλισης)

Προβλημα Αργής Σύγκλισης

- Ένας Δρομολογητής A χάνει την σύνδεση με κάποιο δίκτυο $\Delta 1$
- Άλλος Δρομολογητής B διατηρεί την προηγούμενη ενημέρωση και την αποστέλλει στον Δρομολογητή A. Ο Δρομολογητής A πιστεύει ότι μπορεί να φτάσει στο $\Delta 1$ μέσω B.
- Πρέπει να γίνει διαδοχική ανταλλαγή μηνυμάτων μέχρι ο αριθμός μεταπηδήσεων να γίνει ο μέγιστος ώστε ο B να αντιληφθεί ότι το $\Delta 1$ δεν είναι προσβάσιμο
- Λύση: Ένας δρομολογητής δεν στέλνει δεδομένα στην πηγή των εγγραφών. Ενημέρωση χωριστού ορίζοντα (split horizon update) (RIP2)

OSPF (Open Shortest Path First)

- Πρωτόκολλο κατάστασης σύνδεσης
- Δρομολογητές στέλνουν μηνύματα σε όλους τους υπολογιστές του δικτύου σχετικά με τις άμεσες συνδέσεις τους.
- Παραλήπτες των μηνυμάτων δημιουργούν εσωτερική αναπαράσταση της τοπολογίας του δικτύου δημιουργώντας ένα δένδρο συντομότερης διαδρομής.
- Δρομολογητές δεν χρειάζονται να διατηρούν πίνακες με όλες τις διευθύνσεις προορισμού.
- Υποστηρίζει CIDR (Classless Internet Domain Routing)

Οργάνωση με Αυτόνομα Συστήματα

- Το διαδίκτυο οργανώνεται σαν ένα σύνολο αυτόνομων δικτύων που επικοινωνούν μέσω ενός κύριου δικτύου.
- Οι δρομολογητές του κύριου δικτύου (core routers, κύριοι δρομολογητές) διατηρούν πληροφορίες για άλλους κύριους δρομολογητές αλλά όχι λεπτομέρειες για αυτόνομα δίκτυα. Επικοινωνούν με πρωτόκολλα GGP και SPREAD
- Οι δρομολογητές αυτόνομων δικτύων διακρίνονται σε εξωτερικούς (exterior routers – χρησιμοποιούν πρωτόκολλα EGP, BGP) και εσωτερικούς (interior routers, χρησιμοποιούν πρωτόκολλα RIP, OSFP).

DHCP

Dynamic Host Configuration Protocol

- Πρωτόκολλο Δυναμικής Εκχώρησης Διευθύνσεων
- Στατική Εκχώρηση Διεύθυνσης: Υπολογιστής διαμορφώνεται με κάποια στατική διεύθυνση. (Παραμένει η ίδια και δεν εκχωρείται σε άλλον υπολογιστή).
- DHCP : Ένας υπολογιστής μπορεί να λάβει κάποια “προσωρινή” διεύθυνση IP από κάποιον διακομιστή DHCP.

Πλεονεκτήματα DHCP

- Ένας περιορισμένος αριθμός διευθύνσεων IP μπορεί να μοιράζεται από έναν μεγάλο αριθμό υπολογιστών που δεν απαιτούν μόνιμη σύνδεση με κάποιο δίκτυο.
- Φορητοί υπολογιστές μπορούν να παίρνουν κάποια διεύθυνση IP ανάλογα με το δίκτυο που συνδέονται.
- Δεν είναι απαραίτητη η διαμόρφωση λεπτομερειών (π.χ. μάσκα υποδικτύου, πύλη εξόδου (gateway), DNS διακομιστής, διότι μπορεί να οριστούν δυναμικά από τον DHCP server

Πως λειτουργεί το DHCP

- DHCPDISCOVER : Ο πελάτης στέλνει κάποιο μήνυμα αναζήτησης. Χρησιμοποιείται μήνυμα αναμετάδοσης. Χρησιμοποιούνται οι θύρες UDP 68 (client) UDP 67 (server) (λάθος στο βιβλίο Μάθετε TCP σε 24 ώρες)
- DHCPOFFER: Κάποιος DHCP διακομιστής στέλνει ένα μήνυμα αναμετάδοσης. Περιέχει την προτεινόμενη διεύθυνση (και την φυσική και IP διεύθυνση του DHCP διακομιστή). Επίσης περιέχει και την φυσική διεύθυνση (MAC) του αιτούντα.
- DHCPREQUEST: Ο πελάτης διαλέγει την προσφορά από έναν DHCP διακομιστή και στέλνει μια αίτηση παροχής IP διεύθυνσης (ταυτόχρονα άλλοι DHCP servers ενημερώνονται ότι η προσφορά τους δεν έγινε αποδεκτή)
- DHCPACK: Ο DHCP διακομιστής που επιλέχθηκε στέλνει ένα μήνυμα ACK (acknowledgement - αναγνώρισης). Περιέχει την IP διεύθυνση που εκχωρείται, την μάσκα υποδικτύου και πιθανώς άλλες ρυθμίσεις (Πύλη εξόδου, DNS Server κλπ)

Χρόνοι DHCP

- Χρόνος Εκμίσθωσης (Ο χρόνος που ο πελάτης μπορεί να χρησιμοποιεί την IP διεύθυνση)
- T1: Χρόνος Ανανέωσης Εκμίσθωσης (συνήθως το μισό του χρόνου εκμίσθωσης). Ο πελάτης ξεκινά διαδικασία ανανέωσης (αν η πρώτη απόπειρα αποτύχει, επαναλαμβάνεται στο 75% του χρόνου και στο 87,5%)
- T2: Αν όλες οι προσπάθειες με τον τρέχων DHCP αποτύχουν, ο πελάτης στέλνει μηνύματα αναμετάδοσης για ανεύρεση άλλου διακομιστή που μπορεί να ανανεώσει την εκμίσθωση.
- Αν όλες οι προσπάθειες αποτύχουν ο πελάτης πρέπει να σταματήσει την χρήση της IP διεύθυνσης στο τέλος του χρόνου εκμίσθωσης και να κάνει αίτηση για νέα IP

Πράκτορες Αναμετάδοσης DHCP Relay Agents

- Χρησιμοποιούνται όταν ο πελάτης DHCP και ο διακομιστής DHCP δεν βρίσκονται στο ίδιο δίκτυο (μπορεί να παρεμβάλλεται κάποιος άλλος δρομολογητής)
- Ακούν στην θύρα UDP 67. Γνωρίζουν την IP διεύθυνση του DHCP διακομιστή. Αναμεταδίδουν κάποιο μήνυμα αίτησης DHCP από πελάτη στο δίκτυό τους. Αν λάβουν απάντηση από τον DHCP server μεταδίδουν το μήνυμα στον πελάτη.

Επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer)

- Υπεύθυνο για μεταφορά μηνυμάτων από/προς εφαρμογές / διεργασίες.
- Κάνει χρήση πολύπλεξης/αποπολύπλεξης (multiplexing/demultiplexing)
- Παρέχει έλεγχο λαθών, έλεγχο ροής και επαλήθευσης.

TCP vs UDP

- TCP (Transmission Control Protocol – Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης). Μερικές φορές αναφέρεται και σαν Transport Control Protocol. Χρησιμοποιεί συνδέσεις. Παρέχει εκτενή έλεγχο λαθών και ροής. Αναδιάταξη πακέτων για να παραδοθούν στην εφαρμογή με την σειρά που στάλθηκαν.
- UDP (User Datagram Protocol – Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων πακέτων Χρήστη). Πρωτόκολλο χωρίς συνδέσεις. Παρέχει έλεγχο ακεραιότητας μηνυμάτων με χρήση checksum

Πρωτοκολλα με/χωρις Σύνδεση

- Με Σύνδεση: Εξασφαλίζει ότι ΟΛΑ τα πακέτα θα παραληφθούν. Για κάθε πακέτο που παραλαμβάνεται στέλνεται και κάποια αναγνώριση. Αν ένα πακέτο δεν μεταφερθεί θα πρέπει να σταλεί πάλι. Όταν τελειώσει η επικοινωνία η σύνδεση πρέπει να κλείσει ομαλά.
- Χωρίς Σύνδεση: Ο υπολογιστής προέλευσης στέλνει πακέτα, αλλά δεν ενημερώνεται επίσημα ότι παρελήφθησαν.

Θύρες (Ports)

- Θύρα (port) είναι ένας αριθμός (εσωτερική διεύθυνση). Αντιστοιχίζεται σε μια εφαρμογή.
- Χρησιμοποιείται από TCP & UDP
- Ο οργανισμός ICANN έχει προδιαγράψει ορισμένες θύρες για συγκεκριμένες εφαρμογές.
πχ:
- TCP: ftp->21, ftp-data->20, telnet->23,
http->80, domain->53, smtp->25, ssh->22
- UDP: tftp->69, snmp->161, snmp-trap->162

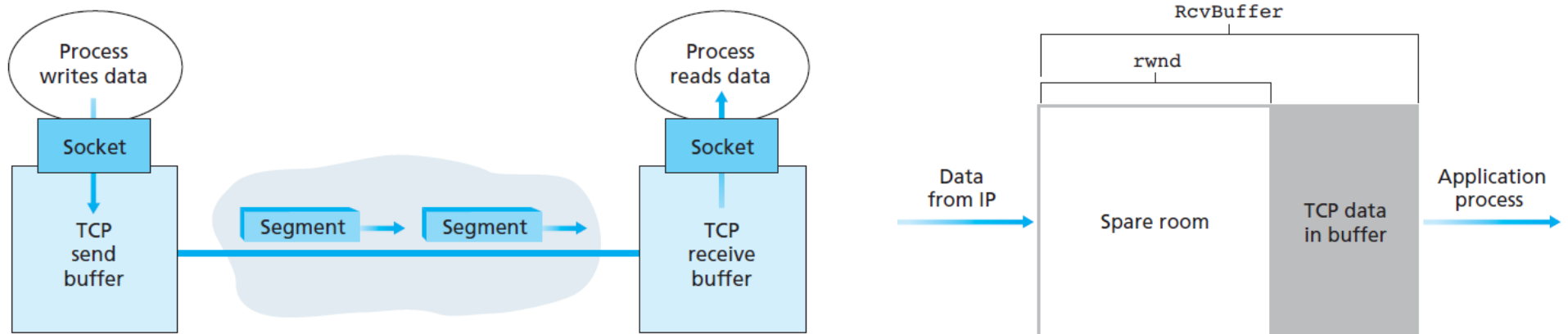
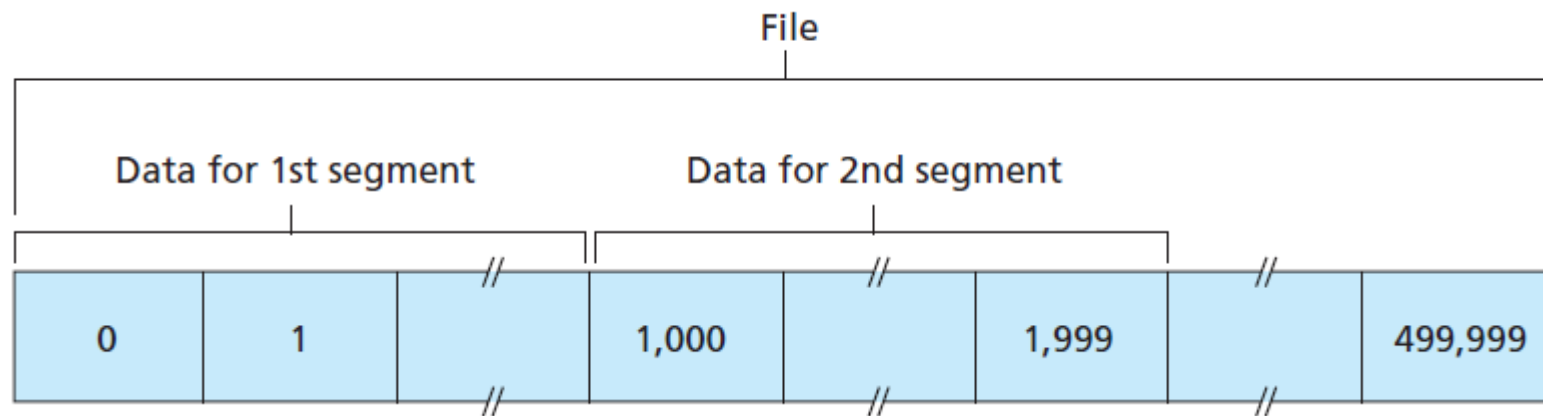
Υποδοχές (Sockets)

- Υποδοχή είναι μια εκτεταμένη διεύθυνση που αποτελείται από μια Διεύθυνση IP και μια θύρα.
- Μια εφαρμογή σε ένα κύριο υπολογιστή μπορεί να επικοινωνήσει με μια άλλη εφαρμογή σε έναν άλλο υπολογιστή χρησιμοποιώντας μια Υποδοχή (socket)

Τύποι TCP Συνδέσεων

- **Παθητική Ανοικτή** : Εφαρμογή ενημερώνει το TCP ότι είναι έτοιμη να λάβει συνδέσεις σε μια θύρα (Εφαρμογή Διακομιστή – Server). Unix: daemon διεργασίες, Windows: Service - Υπηρεσία
- **Ενεργητικά Ανοικτή** : Εφαρμογή (Πελάτης/Client) ζητά να ανοίξει σύνδεση με άλλο υπολογιστή που είναι παθητικά ανοικτός. Το TCP μπορεί να ανοίξει σύνδεση και με άλλη ενεργητικά ανοικτή σύνδεση.

Διαδικασία Λειτουργίας TCP



Επικεφαλίδα TCP

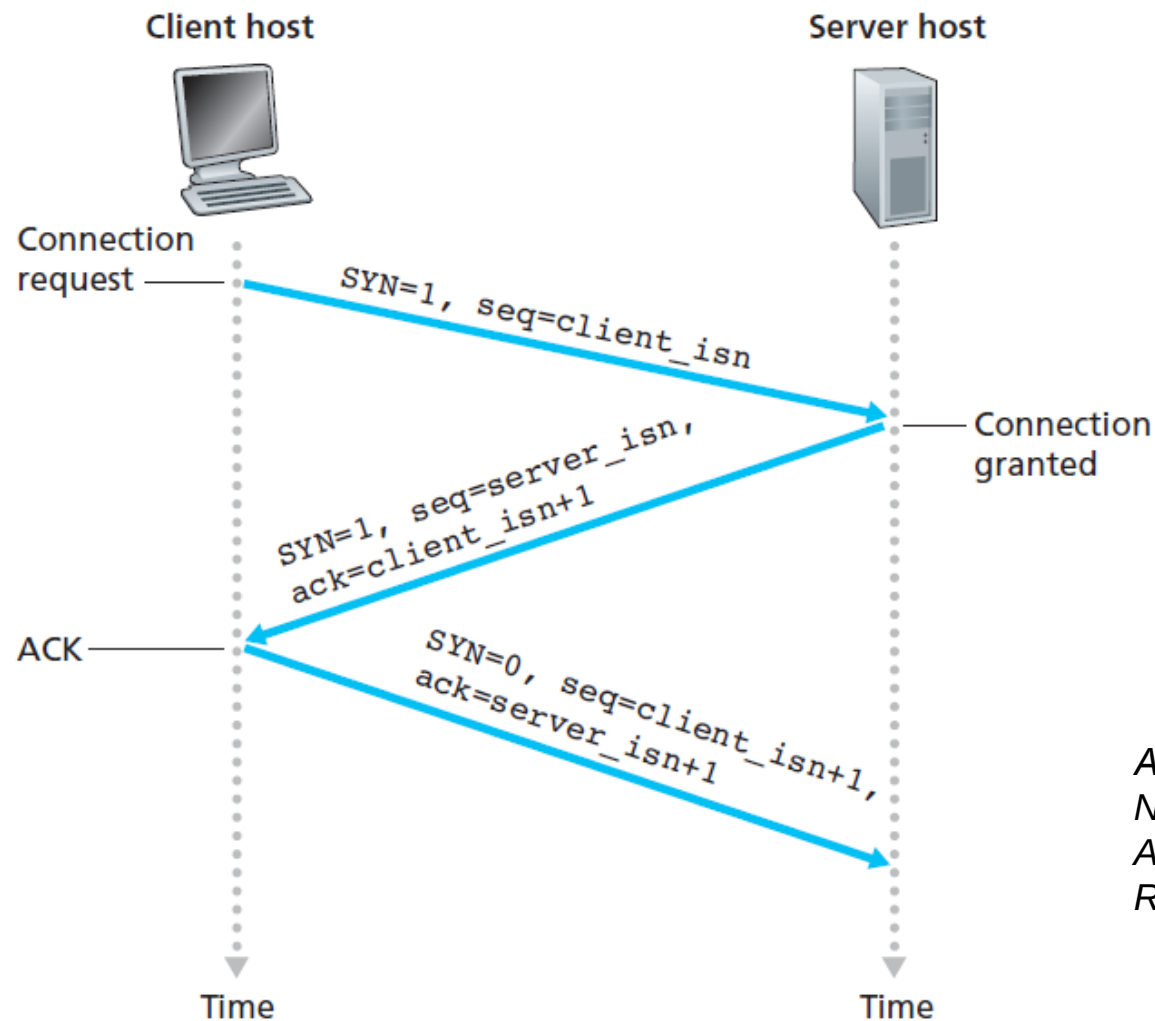
- Θύρα Προέλευσης (Source Port)
- Θύρα Προορισμού (Destination Port)
- Αριθμός Σειράς (Sequence Number)
- Αριθμός Αναγνώρισης (Ack Number)
- Σημαίες Ελέγχου (Flags)
 - ACK, SYN, FIN, κλπ
- Παράθυρο - Window (Εύρος επιτρεπτής μετάδοσης χωρίς αναγνώριση – buffer size)
- Checksum

(Υπάρχουν και ορισμένα άλλα πεδία λιγότερο σημαντικά)

TCP Χειραψία Τριών Βημάτων (3 Step Handshake)

- Βήμα 1: Υπολογιστής A στέλνει απόσπασμα με:
 $SYN = 1$, $ACK = 0$, Αριθμός Σειράς = M
- Βήμα 2: Υπολογιστής B στέλνει απόσπασμα με:
 $SYN = 1$, $ACK = 1$, Αριθμός Σειράς = N , Αριθμός Αναγνώρισης = $M + 1$
- Βήμα 3: Υπολογιστής A στέλνει απόσπασμα με:
 $SYN = 0$, $ACK = 1$, Αριθμός Σειράς = $M + 1$, Αριθμός Αναγνώρισης = $N + 1$

Χειραψία τριών βημάτων με διάγραμμα χρονισμού

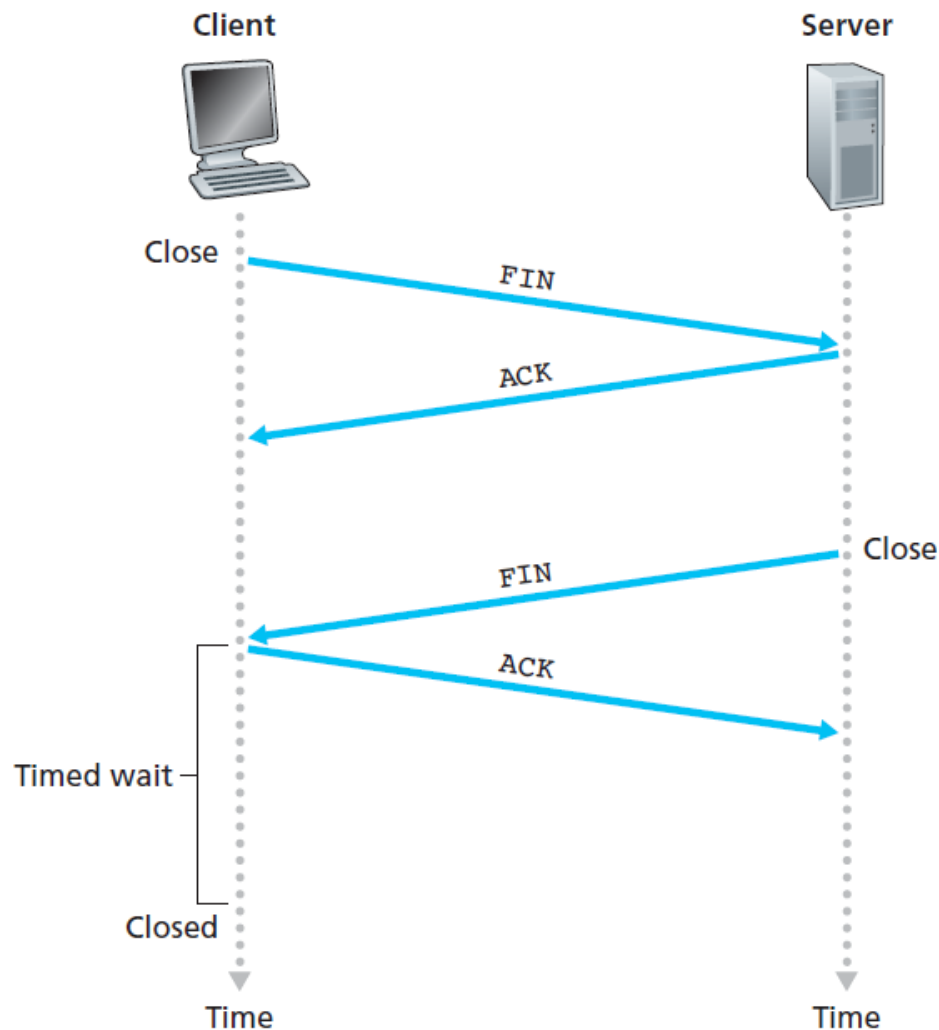


Από βιβλίο *Computer Networking Top Down Approach*, Kurose and Ross

Διακοπή Σύνδεσης

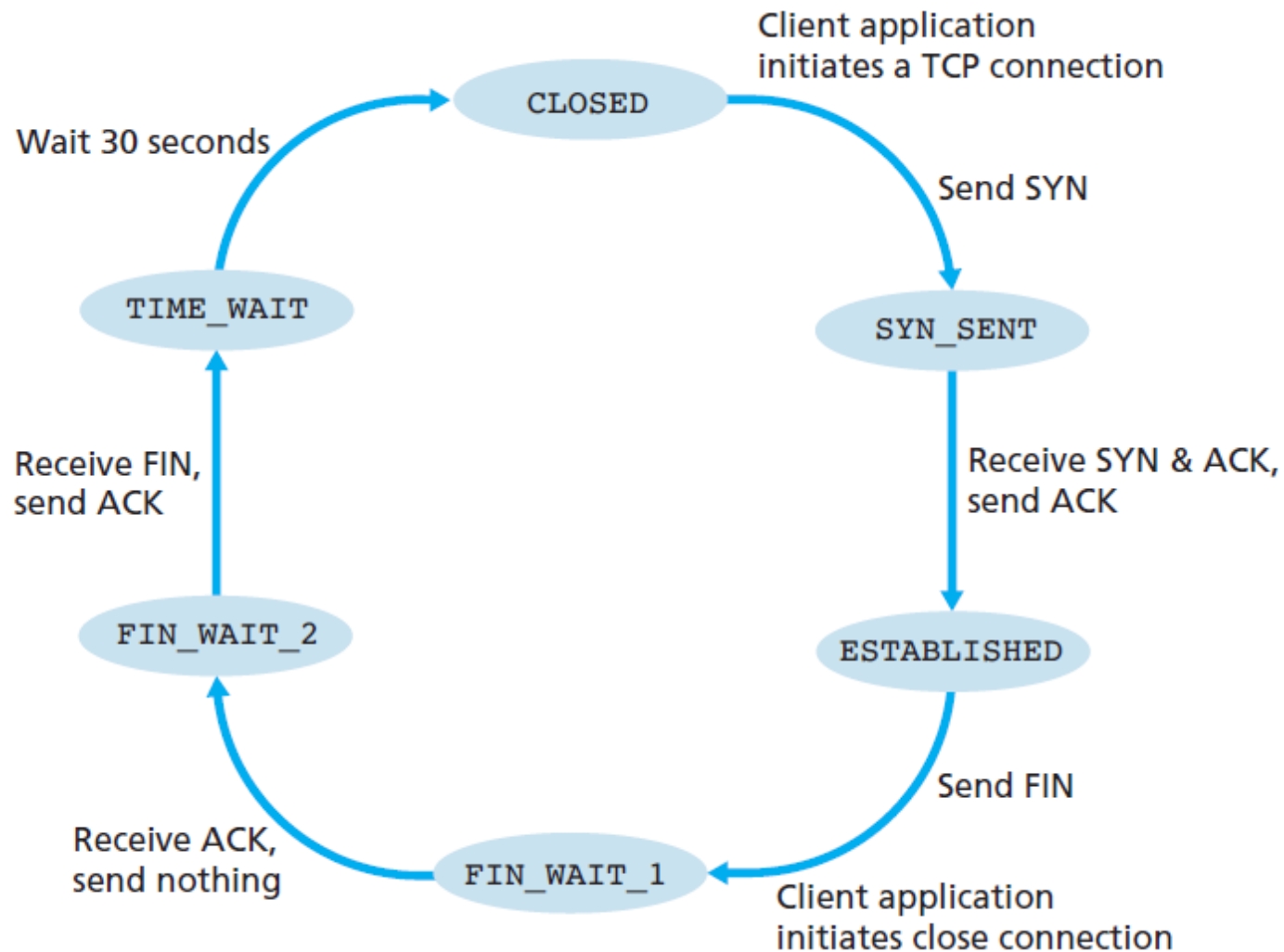
- Αν ο πελάτης (client) θέλει να διακόψει την σύνδεση
 - Στέλνει ένα πακέτο με την σημαία FIN=1. Εισέρχεται σε κατάσταση FIN wait. Το TCP εξακολουθεί να επεξεργάζεται πακέτα αλλά η εφαρμογή στον πελάτη δεν τα χρησιμοποιεί.
 - Server στέλνει μια αναγνώριση (ACK) στον πελάτη και ενημερώνει την εφαρμογή για τον τερματισμό στέλνοντας τα υπόλοιπα δεδομένα. Στην συνέχεια στέλνει πακέτο με FIN=1 στον πελάτη
 - Ο πελάτης στέλνει αναγνώριση στο FIN και αφού περιμένει ένα μικρό διάστημα (μέχρι να φθάσει η αναγνώριση στο server) τερματίζει την σύνδεση.

Διακοπή Σύνδεσης με διάγραμμα χρονισμού



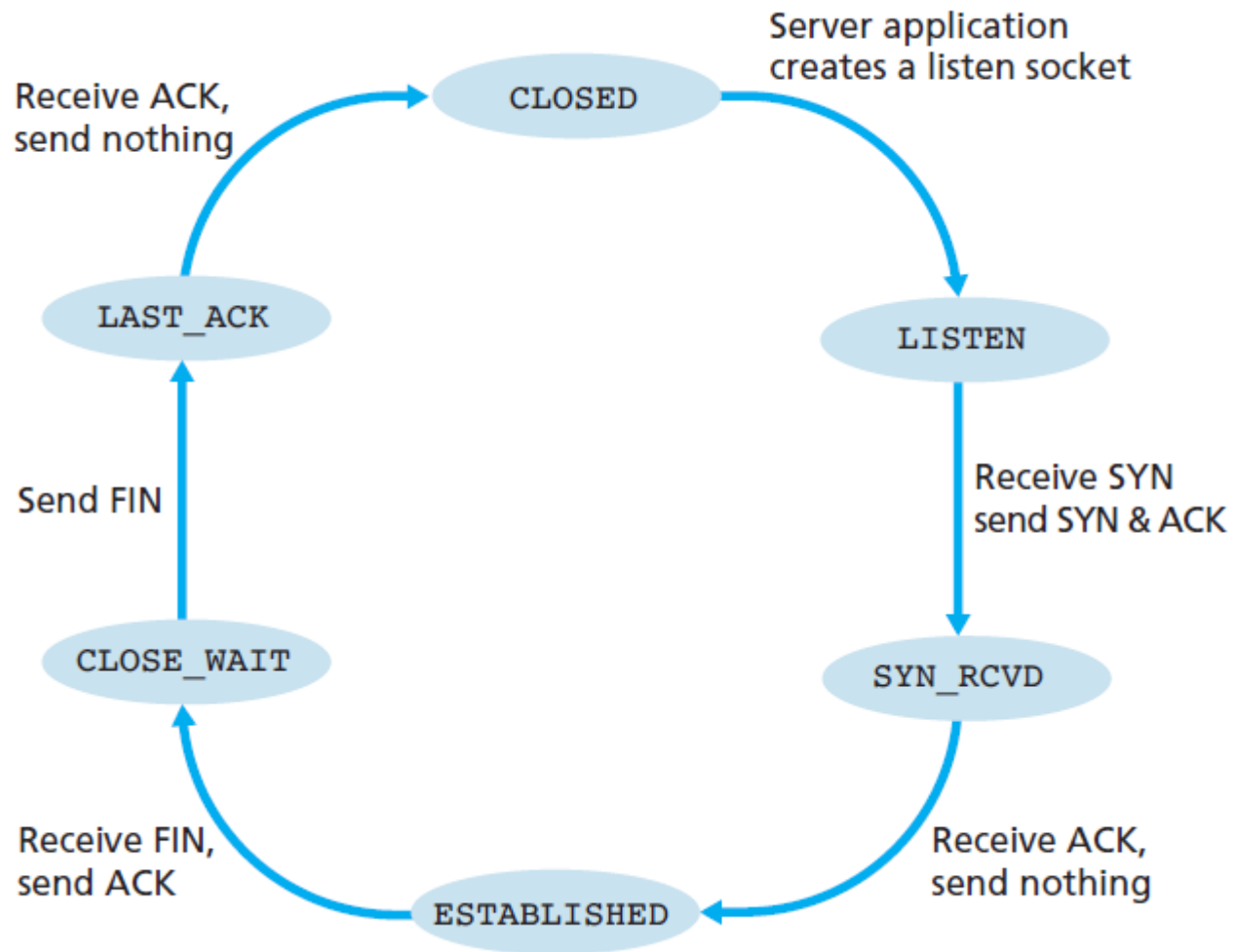
Από βιβλίο *Computer Networking Top Down Approach*, Kurose and Ross

Διάγραμμα Καταστάσεων TCP στον πελάτη



Από βιβλίο *Computer Networking Top Down Approach*, Kurose and Ross

Διάγραμμα Καταστάσεων TCP στον Server



UDP Επικεφαλίδα

- Θύρα Προέλευσης
- Θύρα Προορισμού
- Μήκος
- Checksum

Χαρακτηριστικά του UDP

- Δεν ξανά-μεταδίδει χαμένα ή χαλασμένα πακέτα
- Δεν γνωστοποιεί λήψη πακέτων
- Δεν απαλείφει διπλά πακέτα
- Δεν ξεκινά ή τερματίζει συνδέσεις
- Η εφαρμογή που χρησιμοποιεί το UDP μπορεί να παρέχει ορισμένες από αυτές τις λειτουργίες.

TCP vs UDP

- Βασικό πλεονέκτημα TCP (Ασφάλεια εγκυρότητα μετάδοσης πληροφοριών. Δημιουργία ροής. Κατάλληλο για διαλογικές εφαρμογές).
- Βασικό πλεονέκτημα UDP. Ταχύτητα λόγω απλότητας πρωτοκόλλου.

Firewall - Θύρες

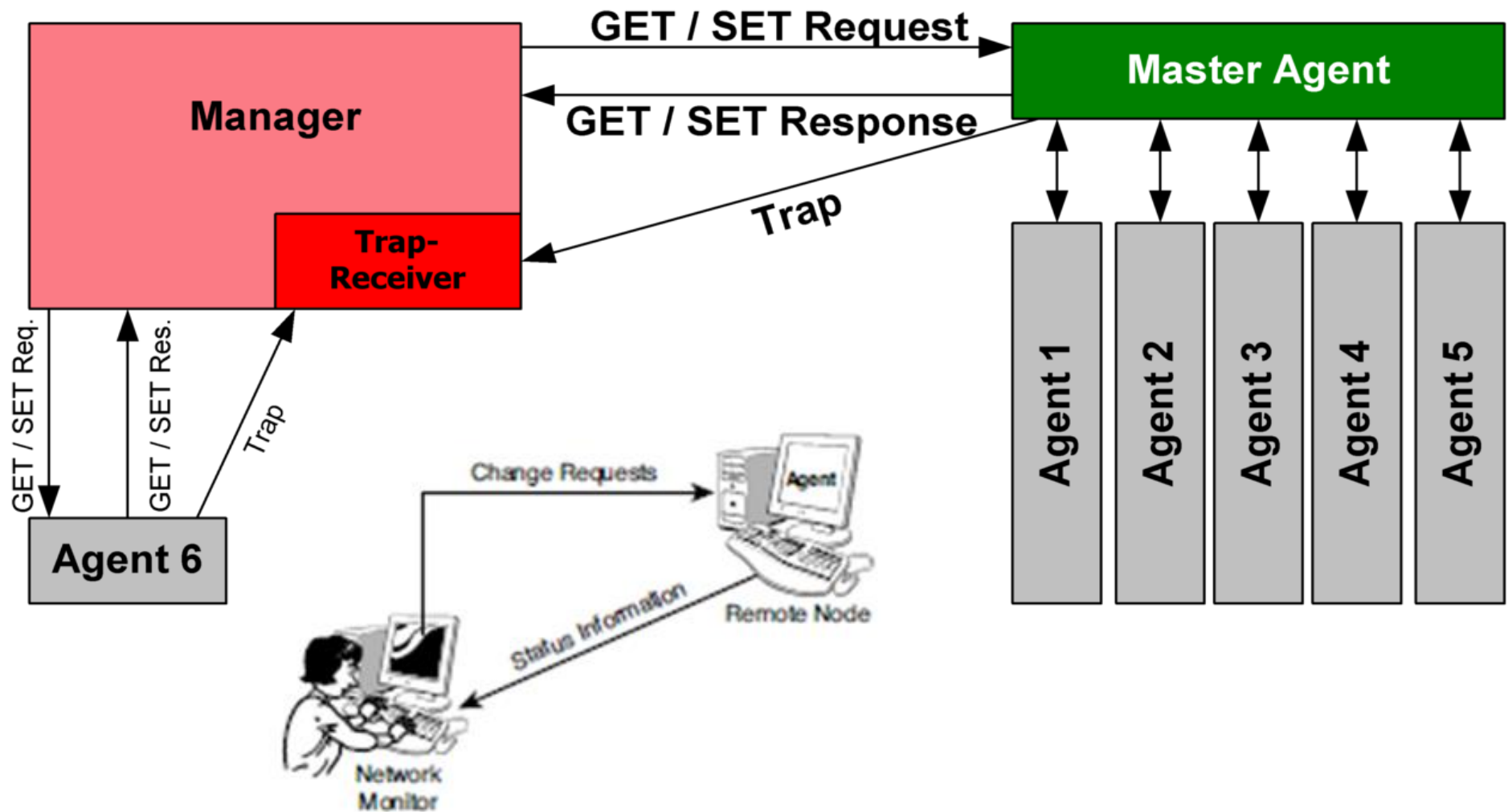
- Με την χρήση firewall μπορούμε να μπλοκάρουμε κίνηση προς κάποιες θύρες (είτε στο εσωτερικό δίκτυο είτε στο διαδίκτυο).

SNMP

(Simple Network Management Protocol)

- Πρωτόκολλο για ανταλλαγή πληροφοριών για διαχείριση συσκευών δικτύου.
- Πληροφορίες συλλέγονται από εφαρμογές πρακτόρων (agents) που εγκαθίστανται σε διάφορες συσκευές δικτύων (δρομολογητές, πύλες, διακόπτες κλπ)
- Κεντρικές εφαρμογές (οθόνες, monitors, NMS - Network Management Systems) συλλέγουν τις πληροφορίες από τους πράκτορες για περαιτέρω ανάλυση ή παρουσίαση.

SNMP Process



Εκδόσεις SNMP

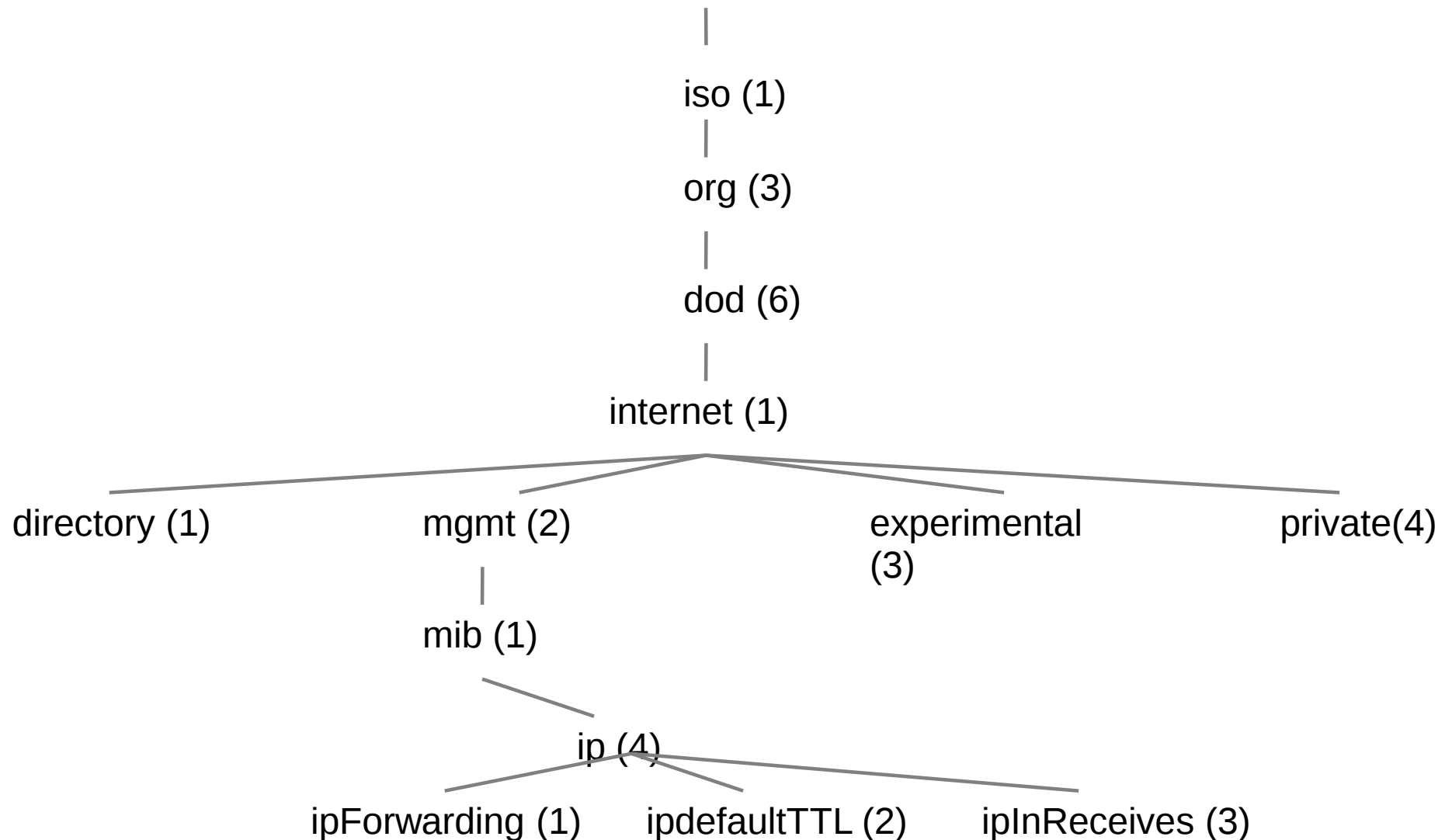
- SNMPv1
 - Πρώτη Έκδοση. Χρησιμοποιεί την έννοια μιας κοινότητας για αυθεντικοποίηση. Περιορίζεται σε μετρητές 32 bit (RFC 1157)
- SNMPv2c
 - Επέκταση της SNMPv1 για υποστήριξη μετρητών 64bit. Χρησιμοποιεί αυθεντικοποίηση με κοινότητες. Παροχή επιπλέον εντολών (getbulk) RFC 1901-1908 (SNMPv2, SNMPv2u άλλες εκδόσεις με μικρή υιοθέτηση προσπαθούν να λύσουν προβλήματα ασφάλειας)
- SNMPv3
 - Αντιμετωπίζει θέματα ασφάλειας. Χρήση username/password (RFC 3411- RFC 3418)

Management Information Base (MIB)

- Το SNMP παρέχει ένα πολύ μεγάλο αριθμό παραμέτρων διαχείρισης.
- Αυτές καθορίζονται στην Βάση Πληροφοριών Διαχείρισης (Management Information Base – MIB).
- Η MIB ακολουθεί μια συγκεκριμένη δομή ώστε κάθε παράμετρος να μπορεί να προσδιορισθεί με ακρίβεια με την βοήθεια ενός ιεραρχικού συστήματος ονοματοδοσίας (ή διευθυνσιοδότησης) όπως αυτό φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.

MIB

(Management Information Base)



Ονόματα Αντικειμένων MIB

- Η κονσόλα και οι πράκτορες θα πρέπει να μοιράζονται την ίδια MIB για να μπορούν να επικοινωνούν.
- Τα ονόματα των παραμέτρων ή οι διευθύνσεις τους μπορούν να σχηματιστούν σαν ένα μονοπάτι με τα ονόματα των κόμβων στον δέντρο ή τους αντίστοιχους αριθμούς τους.
- Η ιεραρχική δομή επιτρέπει την κατανεμημένη υποστήριξη με την έννοια ότι διαφορετικοί οργανισμοί μπορεί να είναι υπεύθυνοι για διαφορετικά τμήματα του δέντρου.
- Οι περισσότερες παράμετροι είναι τύπου μετρητών αλλά μπορεί να περιέχουν και κείμενο, αριθμούς, IP διευθύνσεις κλπ.

Παραδείγματα Παραμέτρων

- `ipForwarding` : Αριθμός πακέτων που έχουν προωθηθεί από ένα δρομολογητή.
- `ipInReceives` : Αριθμός πακέτων που έχουν παραληφθεί (από την στιγμή που ξεκίνησε το λογισμικό ή από τότε που αρχικοποιήθηκε ο μετρητής).
- `ipDefaultTTL` : Ο προεπιλεγμένος αριθμός μεταπηδήσεων που έχουν τα πακέτα που φεύγουν από την συσκευή.

Παραδείγματα MIB ονομάτων

- Για καθορισμό κάποιου ονόματος (διεύθυνσης) ξεκινούμε με τα ονόματα που υπάρχουν από την κορυφή του δένδρου και τα χωρίζουμε με τελείες.

.iso.org.dod.internet.mgmt.mib.ip.ipDefaultTTL

.iso.org.dod.internet.mgmt.mib.ip.ipInReceives

- Κάθε θέση στο δέντρο έχει και μια αριθμητική διεύθυνση. Είναι αυτή που στην πράξη χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή μηνυμάτων.

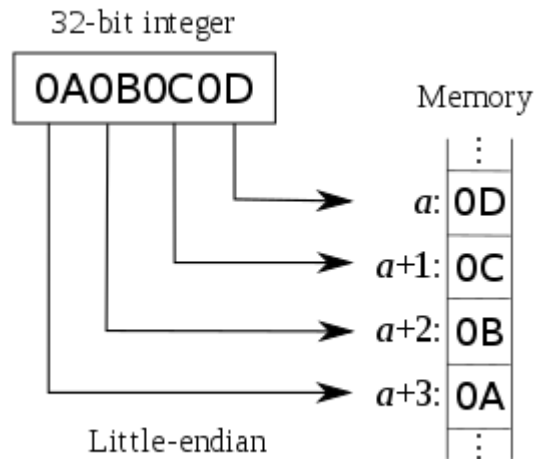
.1.3.6.1.2.1.4.2

.1.3.6.1.2.1.4.3

Σχέση MIB, SMI, ASN.1

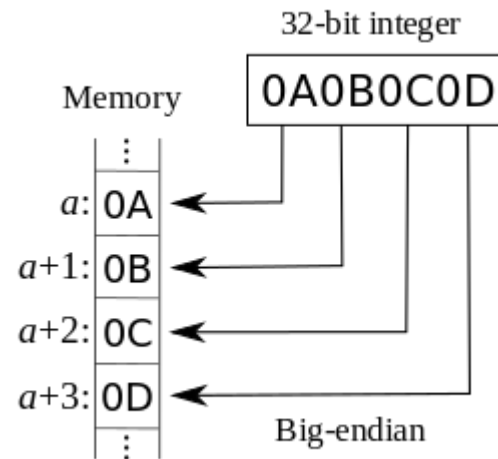
- SMI (Structure of Management Information)
 - Πρότυπο για τον καθορισμό αντικειμένων MIB.
 - Εκδόσεις: SMIn1, SMIn2 (RFC 2578, 2579, 2580)
 - Υποσύνολο της ASN.1
- ASN.1 (Abstract Syntax Notation One)
 - Πρότυπο ISO – Γλώσσα Περιγραφής Διασυνδέσεων (Interface Description Language)
 - Καθορίζει δομές δεδομένων και τον τρόπο κωδικοποίησής τους σε ροές bytes για μεταφορά σε ετερογενή συστήματα (πρόβλημα big endian / little endian)

Little Endian / Big Endian



Little Endian

Το λιγότερο σημαντικό byte αποθηκεύεται στην μικρότερη θέση μνήμης (Χρησιμοποιείται από επεξεργαστές Intel)



Big Endian

Το περισσότερο σημαντικό byte αποθηκεύεται στην μικρότερη θέση μνήμης

Εντολες SNMP και τρόποι επικοινωνίας

- get
- getnext
- set
- Οθόνη (Κονσόλα) στέλνει εντολές get στους Πράκτορες και πράκτορες απαντούν με την πληροφορία (Θύρα UDP 161)
- Πράκτορας ορίζει παγίδες (traps) και ενημερώνει Οθόνη όταν ενεργοποιούνται (Θύρα UDP 162)
- Οθόνη μπορεί να θέτει αρχικές τιμές σε μετρητές και να καθορίζει άλλες ρυθμίσεις στους πράκτορες (Θύρα UDP 161)

Μειονεκτήματα του SNMP

- Απαιτεί πλήρη λειτουργία της στοίβας πρωτοκόλλων
- Μπορεί να δημιουργήσει μεγάλη κίνηση στο δίκτυο
- Παρέχει πολλά δεδομένα αλλά «μικρή εικόνα»
- Παρέχει περισσότερες πληροφορίες των συσκευών και όχι των δικτύων

Net-SNMP

- Net-SNMP είναι μια ομάδα εφαρμογών που υποστηρίζει τα πρωτόκολλα SNMP (SNMPv1, SNMPv2c, SNMP3)
- <http://www.net-snmp.org/>
- Μερικές Εφαρμογές (εντολές)
 - snmpget
 - snmpgetnext
 - snmpset
 - snmpwalk

Net SNMP Examples 1/2

```
% snmpget -v 2c -c demopublic test.net-snmp.org  
sysUpTime.0  
SNMPv2-MIB::sysUpTime.0 = Timeticks: (586731977) 67  
days, 21:48:39.77
```

Net-SNMP Examples 2/2

```
% snmpgetnext -v 2c -c demopublic test.net-snmp.org  
sysORDescr
```

```
SNMPv2-MIB::sysORDescr.1 = STRING: The MIB module for  
SNMPv2 entities
```

```
% snmpgetnext -v 2c -c demopublic test.net-snmp.org  
sysORDescr.1
```

```
SNMPv2-MIB::sysORDescr.2 = STRING: The MIB module to  
describe generic objects for network interface sub-  
layers
```

RMON

- Remote Monitoring (Απομακρυσμένη Παρακολούθηση)
- Επεκτείνει τον χώρο MIB με αντικείμενα για πληροφορίες που σχετίζονται με απομακρυσμένα δίκτυα.
- RMON1 (Παρέχει ομάδες αντικειμένων για παρακολούθηση Φυσικού Επιπέδου, Επιπέδου Σύνδεσης Δεδομένων, RFC 1757)
- RMON2 (Επεκτείνει το RMON1 με ομάδες αντικειμένων για παρακολούθηση των ανωτέρων επιπέδων OSI, RFC 2021 2034)

IPv6

Internet Protocol Version 6

- IPv4 Η πιο διαδεδομένη έκδοση
- IPv5 Δεν υιοθετήθηκε
- IPv6 Έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται
 - Βασική ανάγκη : Προσφορά περισσότερων IP διευθύνσεων (128 bit αντί 32)
 - Άλλες βελτιώσεις:
 - Απλοποίηση επικεφαλίδας
 - Υποστήριξη διευθύνσεων anycast
 - Ασφάλεια Κρυπτογράφηση

IPv6 Επικεφαλίδα

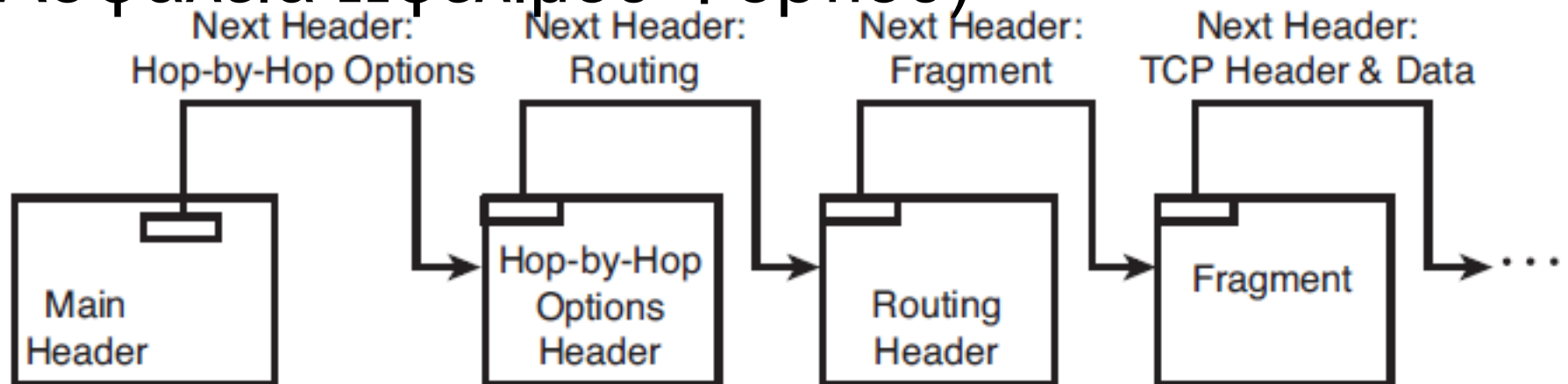
Version	Traffic Class	Flow Label		
Payload Length		Next Header	Hop Limit	
Source Address				
Destination Address				

IPv6 Επικεφαλίδα

- Version (Έκδοση) 4 bit
- Traffic Class (Κλάση Κίνησης) 8 bit Παρόμοια λειτουργία με το ToS, καθορίζει τύπο πακέτου
- Flow Label (Ετικέτα Ροής) 20 bit. Χρησιμοποιείται για αριθμό σειράς των πακέτων
- Payload Length (Μήκος Δεδομένων) 16 bit
- Next Header (Επόμενη Κεφαλίδα) 8 bit
- Hop Limit (Όριο Μεταπήδησης) 8 bit
- Source Address (Διεύθυνση Προέλευσης) 128 bit
- Destination Address (Διεύθυνση Προορισμού) 128 bit

IPv6 Κεφαλίδες Επέκτασης

- Hop by Hop options (Επιλογές Μεταπήδησης)
- Destination Options (Επιλογές Προορισμού)
- Routing (Δρομολόγηση)
- Fragment (Τμήμα)
- Authentication (Έλεγχος Ταυτότητας)
- Encrypted Security Payload (Κρυπτογραφημένη Ασφάλεια Ωφέλιμου Φορτίου)



Παραδείγματα Διευθύνσεων IPv6

- 2001:DB8:0:0:8:800:200C:417A
- 8 τμήματα χωρισμένα με : αποτελούμενα από 4 δεκαεξαδικά ψηφία. Τα αρχικά 0 μπορούν να παραληφθούν
- Συνεχόμενα τμήματα με 0 μπορούν να αντικατασταθούν με :: (αλλά μια μόνο φορά)
- 2001:DB8::8:800:200C:417A
- FF01::101
- 2001:0DB8:0:CD30::/60 (Μπλοκ Διευθύνσεων)

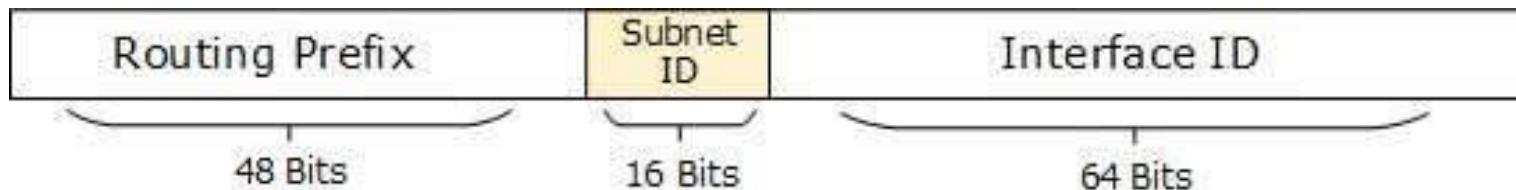
Εύρη Διευθύνσεων

TABLE 13.2 IPv6 Address Ranges per RFC 4291

Address Type	Binary Prefix	IPv6 Notation	Description
Unspecified	0...00 (all 0s)	::/128	Must never be assigned. Indicates the absence of an address.
Loopback	0...01 (127 0s)	::1/128	Diagnostic address used for a host to send a packet to itself.
Mapped IPv4	0...0:FFFF (80 0s)	::FFFF/96	IPv6 equivalent for existing IPv4 address.
Multicast	11111111	FF00::/8	Identifies a group of hosts.
Link-local unicast	1111111010	FE80::/10	Use for automatic address configuration.
Gobal unicast	(Everything else)		

IPv6 Υποδικτύωση

- Τα 128 bit χωρίζονται σε δύο τμήματα. 64 bit για ID δικτύου και 64 bit για Host ID
- Από 64 bit δικτύου μπορούν να αφιερωθούν 16 bit για υποδίκτυα (αν χρειάζονται περισσότερα μπορεί να χρησιμοποιηθεί τμήμα του host id)



IPv6 Πολυεκπομπή (Multicasting)

- Το IPv6 δεν υποστηρίζει διευθύνσεις εκπομπής (broadcast addresses) (πχ 255.255.255.255)
- Παρέχει υποστήριξη για διευθύνσεις πολυεκπομπής (multicasting)
- Οι υπολογιστές μπορούν να συμμετέχουν σε ομάδες που προσδιορίζονται από μια διεύθυνση πολυεκπομπής.
- Διάφοροι τύποι:
 - FF02::/16 (Link Local Multicast) (Πολυεκπομπή Τοπικής Σύνδεσης)

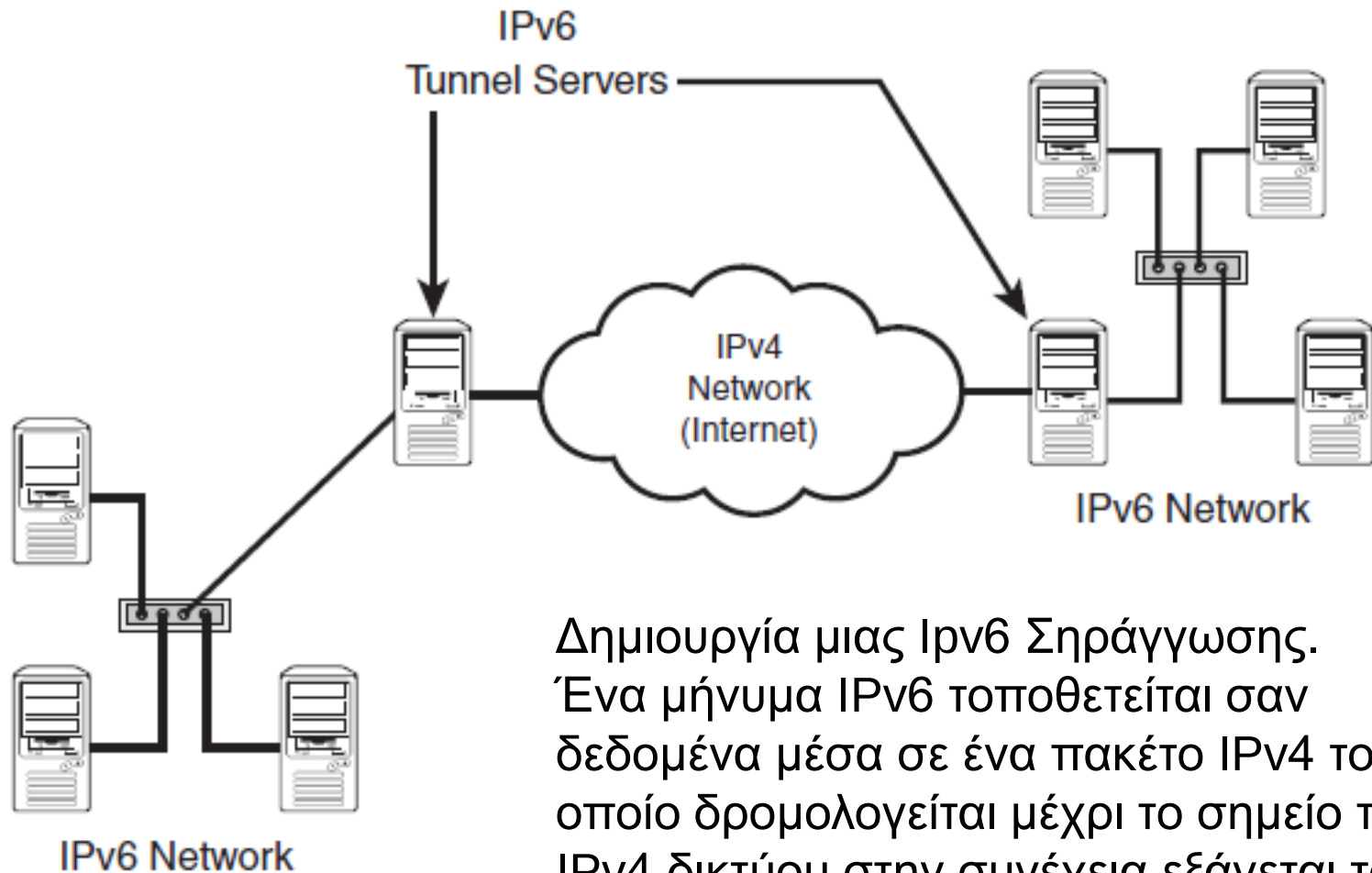
Ανακάλυψη Γειτόνων (Neighbor Discovery)

- Δεν γίνεται χρήση του πρωτοκόλλου ARP .
- Το πρωτόκολλο ICMP έχει ανανεωθεί στην έκδοση ICMPv6 και χρησιμοποιείται για αντιστοίχιση Λογικών σε Φυσικές Διευθύνσεις
- Για ανίχνευση γειτόνων στέλνεται ένα μήνυμα σε μια διεύθυνση πολυεκπομπής (multicast)
- Αυτή έχει σαν πρόθεμα ένα τμήμα πολυεκπομπής και περιέχει την διεύθυνση που θέλουμε να επιλυθεί. Ο αποστολέας στέλνει και την φυσική διεύθυνση του για να επικοινωνήσει ο παραλήπτης. Ο κάτοχος της διεύθυνσης στέλνει και ένα μήνυμα που περιέχει την φυσική του διεύθυνση και την τοπική του διεύθυνση (link-local address).
- Με τον τρόπο αυτό οι υπολογιστές χτίζουν έναν πίνακα αντιστοίχισης.

IPv6 & IPv4

- Για κάποιο διάστημα το IPv6 και το IPv4 πρέπει να συνυπάρχουν σαν δύο διαφορετικές στοίβες πρωτοκόλλων.
- Για την λειτουργία του IPv6 είχε προταθεί να ξεκινήσει να υποστηρίζει διευθύνσεις που προέρχονταν από τις IPv4 διευθύνσεις. Μια αντιστοίχιση είναι γνωστή σαν IPv4 compatible IPv6 address. `::<ipn4>`
- Αυτή αντικαταστάθηκε από την IPv4 mapped IPv6 διεύθυνση: `::FFFF:<ipn4>`

IPv6 Σηράγγωση (Tunneling)



Δημιουργία μιας IPv6 Σηράγγωσης.
Ένα μήνυμα IPv6 τοποθετείται σαν δεδομένα μέσα σε ένα πακέτο IPv4 το οποίο δρομολογείται μέχρι το σημείο του IPv4 δικτύου στην συνέχεια εξάγεται το IPv6 πακέτο και μεταφέρεται στο προορισμό του.