



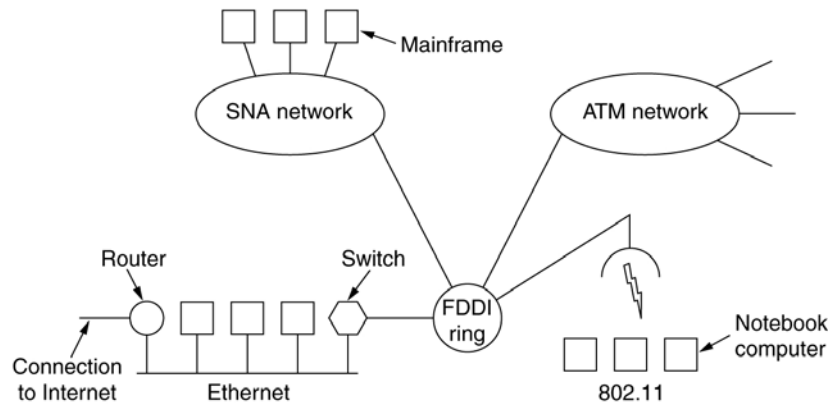
Διαδίκτυα και το Διαδίκτυο (Internetworking and the Internet)

Περίληψη



- Πως τα διάφορα δίκτυα διαφέρουν μεταξύ τους
- Πως συνδέονται ανομοιογενή δίκτυα μεταξύ τους
 - Εικονικά κυκλώματα συνδεδεμένα σε σειρά
 - Διαδικτύωση χωρίς σύνδεση (connectionless)
 -
- Δρομολόγηση Διαδικτύων
- Κατακερματισμός και Επανασύνδεση
- Το Διαδίκτυο
 - Το πρωτόκολλο IP (Internet Protocol)
 - Οι διευθύνσεις στο Διαδίκτυο
 - Προβλήματα και λύσεις

Διαδίκτυα

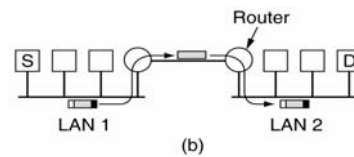
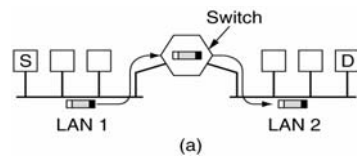


Διαφορετικά δίκτυα με διαφορετικά πρωτόκολλα «**πάντα**» θα χρειάζεται να επικοινωνούν μεταξύ τους!

Πως Διαφέρουν τα διάφορα Δίκτυα;

Item	Some Possibilities
Service offered	Connection oriented versus connectionless
Protocols	IP, IPX, SNA, ATM, MPLS, AppleTalk, etc.
Addressing	Flat (802) versus hierarchical (IP)
Multicasting	Present or absent (also broadcasting)
Packet size	Every network has its own maximum
Quality of service	Present or absent; many different kinds
Error handling	Reliable, ordered, and unordered delivery
Flow control	Sliding window, rate control, other, or none
Congestion control	Leaky bucket, token bucket, RED, choke packets, etc.
Security	Privacy rules, encryption, etc.
Parameters	Different timeouts, flow specifications, etc.
Accounting	By connect time, by packet, by byte, or not at all

Σύνδεση Δικτύων



■ Μεταγωγή (switching)

- Το πλαίσιο μεταφέρεται από το ένα δίκτυο στο άλλο σύμφωνα μόνο με την διεύθυνση MAC

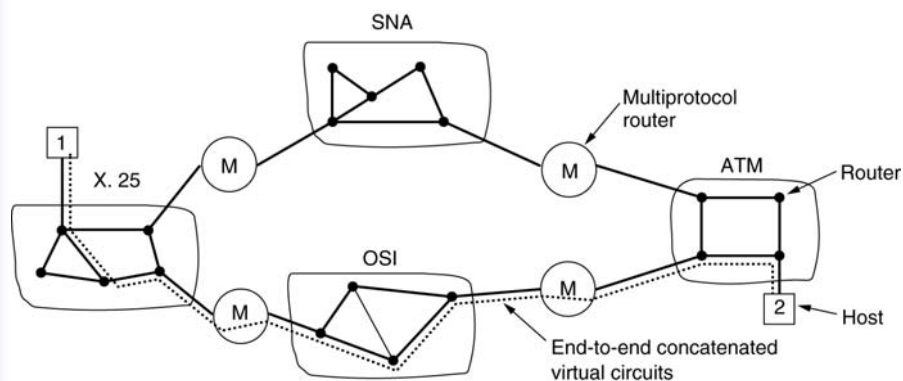
□

■ Δρομολόγηση (routing)

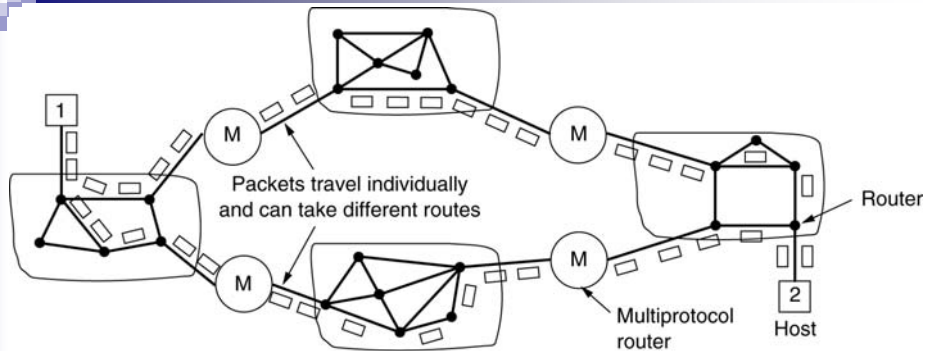
- Το πακέτο βγαίνει από το πλαίσιο, δρομολογείται σύμφωνα με τη διεύθυνση IP, και ξαναμπάνει σε πλαίσιο.

□

Εικονικά Κυκλώματα σε Σειρά (Concatenated Virtual Circuits)



Διαδικτύωση χωρίς Συνδέσεις (Connectionless Internetworking)

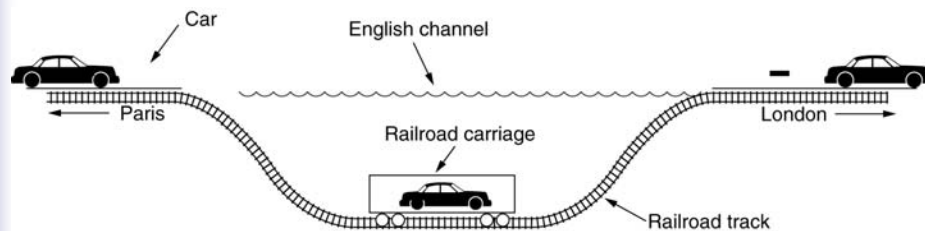


- Διαφορετικά πρωτόκολλα δρομολόγησης
- Διαφορετικές διευθύνσεις

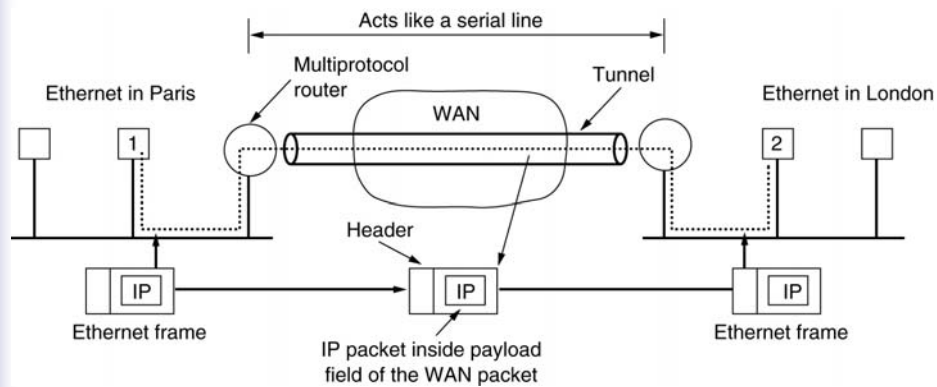
Σύγκριση

- Εικονικά κυκλώματα σε σειρά
 - Υπάρχει σύνδεση και κάθε δρομολογητής πρέπει να διατηρεί πίνακες με την κατάσταση κάθε σύνδεσης
 - Δεν υπάρχουν εναλλακτικά μονοπάτια έτσι τα πακέτα παραδίδονται σε σειρά
 - Προκράτηση πόρων και η δυνατότητα παροχή ποιότητας υπηρεσιών
- Διαδικτύωση χωρίς σύνδεση
 - Κάθε δρομολογητής δεν πρέπει να διατηρεί πίνακες με την κατάσταση κάθε σύνδεσης
 - Υπάρχουν εναλλακτικά μονοπάτια έτσι πακέτα μπορούν να παραδίδονται εκτός σειράς
 -

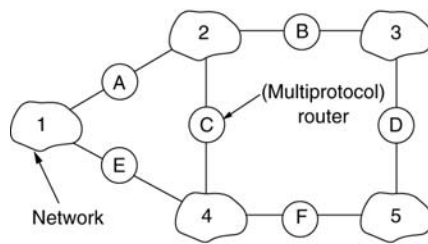
Αναλογία...



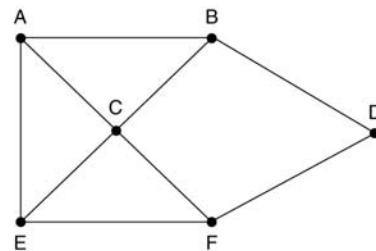
Tunneling



Δρομολόγηση σε Διαδίκτυα.



(a)



(b)

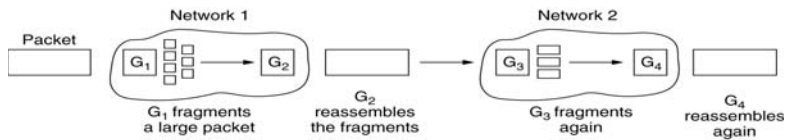
Εσωτερικό και Εξωτερικό Πρωτόκολλο Δρομολόγησης

Κατακερματισμός Πακέτων (Packet Fragmentation)

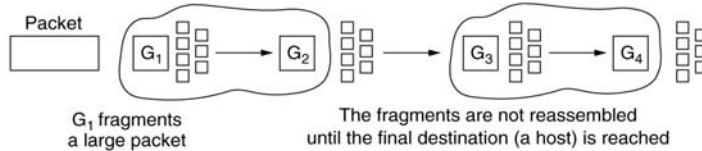
- Γιατί ο κατακερματισμός είναι αναγκαίος;
 - Υλικό (hardware)
 - Λειτουργικό σύστημα (μνήμη)
 -
 - Διεθνή Πρότυπα
 - Αντίκτυπος στην πιθανότητα μετάδοσης χωρίς σφάλματα...
 - Επιθυμία να μην απασχολούμε το κανάλι για μεγάλα χρονικά διαστήματα
 - ...

Κατακερματισμός Πακέτων

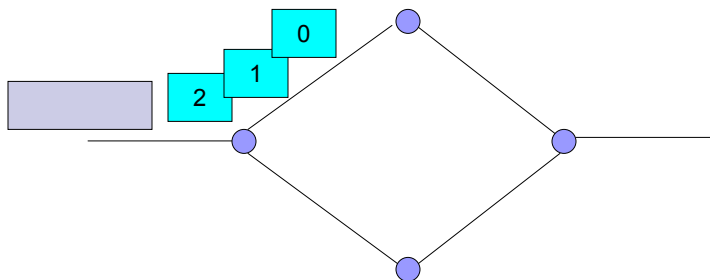
Διαφανής Κατακερματισμός (Transparent Fragmentation)



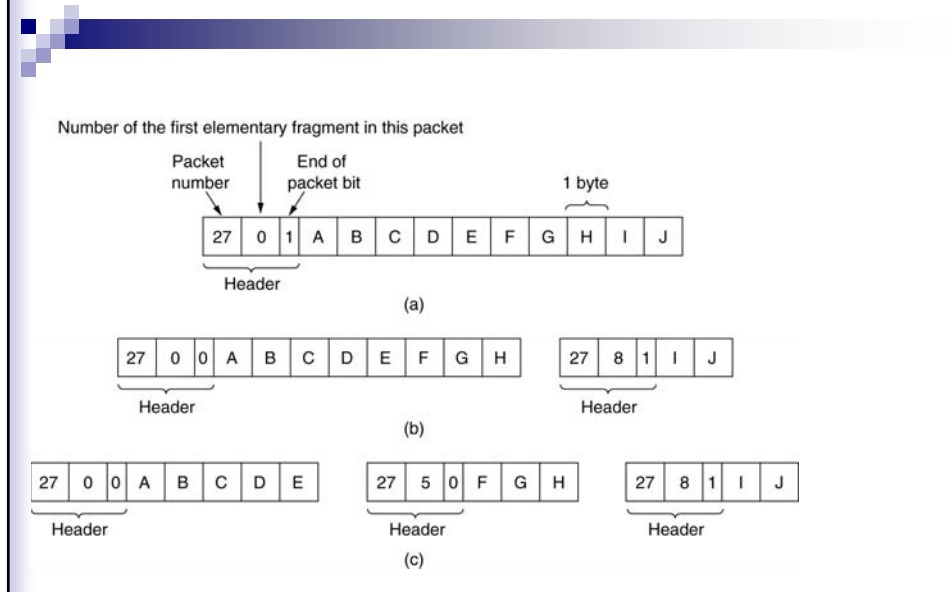
Αδιαφανής Κατακερματισμός (Non-Transparent Fragmentation)



Κατακερματισμός Πακέτων: Πρόβλημα Δικτύων χωρίς Σύνδεση.



Κατακερματισμός Πακέτων



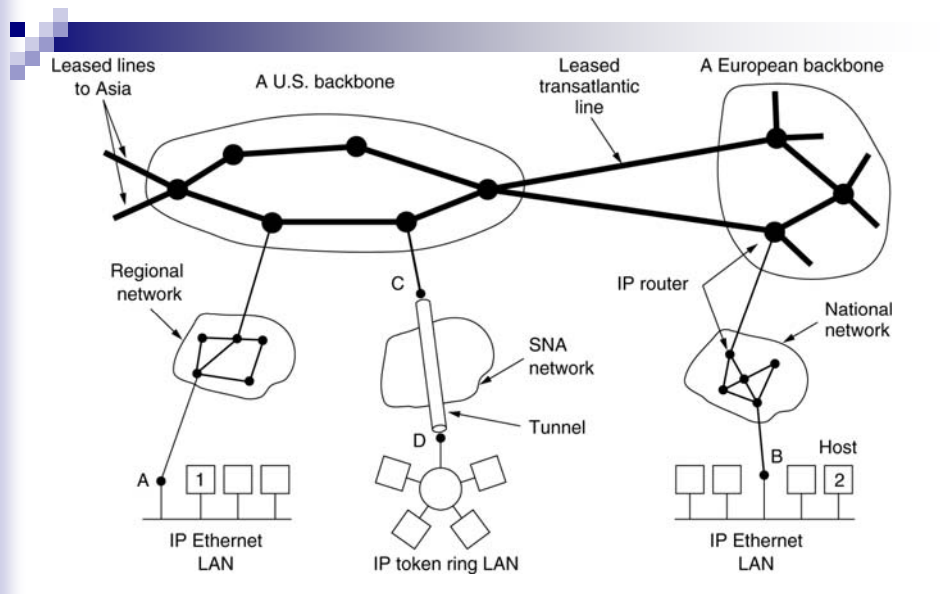
Αρχές Σχεδιασμού Πρωτοκόλλων

1. Ορθή λειτουργία
2. Όσο το δυνατό πιο απλό
3. Καθαρές Επιλογές
 - Όταν υπάρχουν πολλοί τρόποι να επιτύχεις το ίδιο πράγμα, επιλέξτε **ένα**.
4. Χρησιμοποιήστε δομικές μονάδες (modularity)
5. Αναμένετε ανομοιογένεια
 -
 - Ο σχεδιασμός πρέπει να είναι απλός, γενικός και εύκαμπτο (flexible)

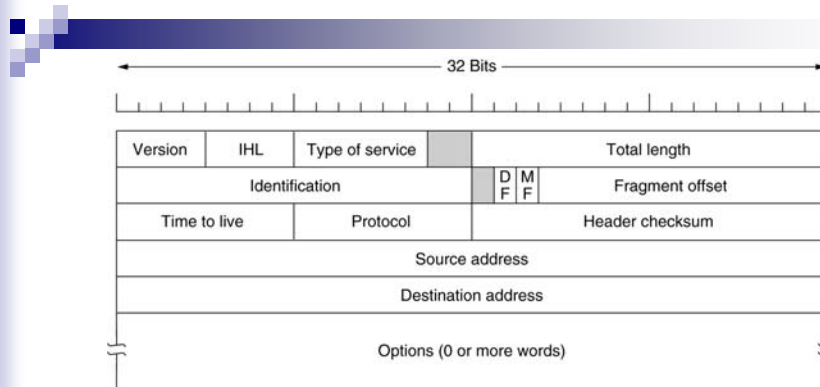
Αρχές Σχεδιασμού Πρωτοκόλλων

1. Αποφύγετε στατικές επιλογές και παραμέτρους
 - Εάν οι παράμετροι είναι υποχρεωτικές, τότε ίσως να συμφωνηθούν μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη.
2.
 - Ιδιάζουσες περιπτώσεις μπορούν να βρουν ιδιάζουσες λύσεις.
3. Ακολουθήστε αυστηρά το πρωτόκολλα όταν εκπέμπετε αλλά μην περιμένετε ότι οι άλλοι ακολουθούν αυστηρά το πρωτόκολλο.
4. Εξελιξιμότητα (scalability)
5. Δώστε έμφαση στην **απόδοση** και το **κόστος**.

Το Διαδίκτυο



Το Πρωτόκολλο IP

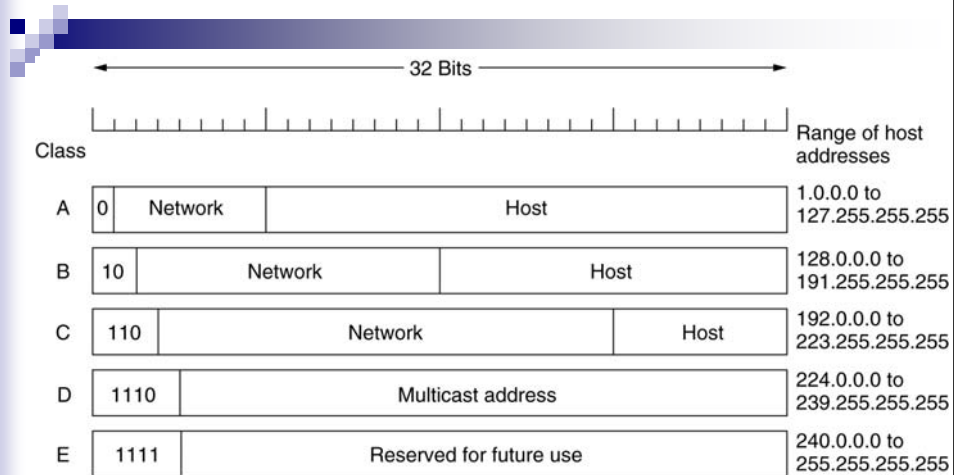


- Version: IPv4, IPv6,...
- IHL: Header Length
- Fragment Identification
- D: Don't, M: More, F: Fragment
- Time to live: seconds vs hops
- Protocol to deliver data to
- Checksum (one's complement)

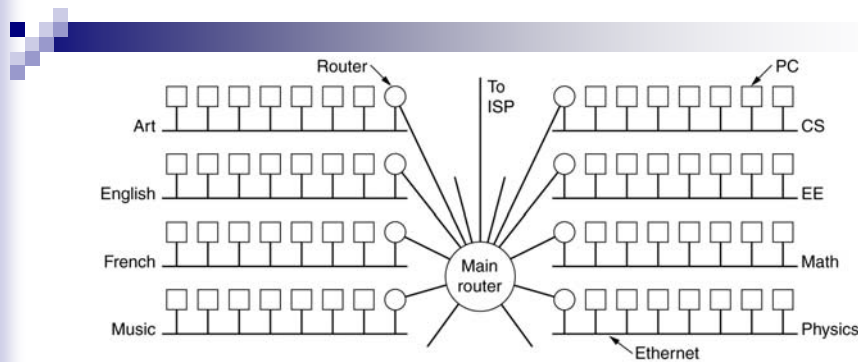
Επιλογές (Options)

- Ασφάλεια (Security)
 - Πόσο ασφαλές είναι το πακέτο
- Αυστηρή Δρομολόγηση Πηγής (Strict Source Routing)
 - Η πηγή καθορίζει **ολόκληρο** το μονοπάτι που πρέπει να ακολουθηθεί.
- Χαλαρή Δρομολόγηση Πηγής (Loose Source Routing)
 - Η πηγή καθορίζει δρομολογητές από τους οποίους **πρέπει** να περάσει το πακέτο.
- Record Route
 - Ο κάθε δρομολογητής καταγράφει τη διεύθυνση του
- Timestamp
 - Ο κάθε δρομολογητής καταγράφει τη διεύθυνση του καθώς και την ώρα που πέρασε το πακέτο.

Οι Διευθύνσεις IP



Υπο-δίκτυα (Subnets)



- Πως ξεχωρίζουμε σε πιο υποδίκτυο να δρομολογηθεί το κάθε πακέτο;

■

Δρομολόγηση και Υποδίκτυα

■ Πίνακας Δρομολόγησης

- $(network, 0)$: Δρομολόγηση σε μακρινά δίκτυα
- $(network, host)$: Δρομολόγηση σε κόμβους του τοπικού δικτύου.

■ Πίνακας Δρομολόγησης σε Υποδίκτυα

-
- $(this\ network, this\ subnet, host)$: Δρομολόγηση σε κόμβους του τοπικού υποδικτύου.

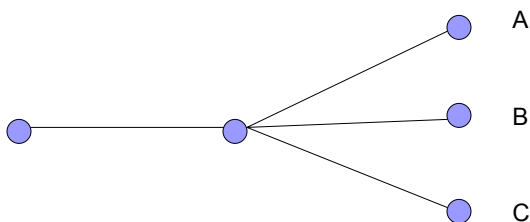
10000010 00110010 00001111 00000110:

11111111 11111111 11111100 00000000: 255.255.252.0

10000010 00110010 00001100 00000000: 130.50.12.0

Δρομολόγηση χωρίς Κλάσεις (Classless InterDomain Routing (CIDR))

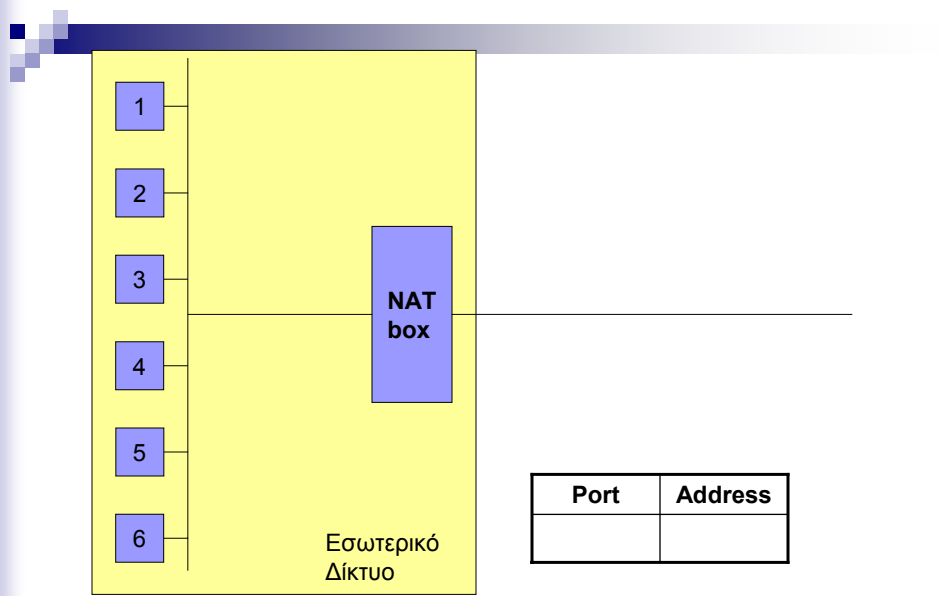
- Οι διευθύνσεις δεν κατανέμονται πλέον σύμφωνα με τις αρχικές κλάσεις A,...,D. Κάθε οργανισμός παίρνει ένα αριθμό από συνεχόμενες διευθύνσεις και η δρομολόγηση γίνεται σύμφωνα με το «mask».
- Χρήση συγκεντρωτικού «mask».



NAT: Network Address Translation

- Λύση η οποία υλοποιήθηκε για επίλυση του προβλήματος της εξάντλησης των διευθύνσεων IP
- Η βασική ιδέα του NAT είναι η χρήση **μιας** μόνο IP διεύθυνση για κάθε οργανισμό.
- Οι εκτός οργανισμού κόμβοι βλέπουν **μόνο αυτή τη διεύθυνση**, ενώ κάθε κόμβος εντός του δικτύου καταλαμβάνει μια **μη επιτρεπτή διεύθυνση**.
 - NAT είναι κάτι ανάλογο των «εσωτερικών» (extension numbers) αριθμών σε τηλεφωνικά κέντρα.
- Μη επιτρεπτές διευθύνσεις
 - 10.0.0.0 – 10.255.255.255 (16,777,216 κόμβοι)
 - 172.16.0.0 – 172.31.255.255 (1,048,576 κόμβοι)
 - 192.168.0.0 – 192.168.255.255 (65,536 κόμβοι)

NAT



NAT: Παράδειγμα προς Αποφυγή!

- **Παραβιάζει** τη βασική υπόθεση του IP ότι κάθε διεύθυνση είναι **μοναδική**.
- Μετατρέπει το χαρακτήρα του IP από ασύνδετο δίκτυο (connectionless) σε **δίκτυο με σύνδεση** (connection oriented).
- **Υποχρεώνει** τις εφαρμογές να χρησιμοποιούν το UDP ή TCP
- Προκαλεί **προβλήματα σε εφαρμογές** που χρησιμοποιούν τη διεύθυνση IP στα δεδομένα ενός πλαισίου (π.χ. FTP)
- Δίνει μια **προσωρινή λύση** και καθυστερεί την ολική εφαρμογή μια σωστής λύσης (IPv6).

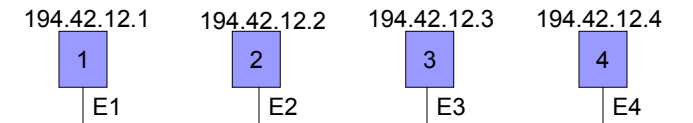
Internet Control Message Protocol (ICMP)

- Πακέτα τα οποία ανταλλάσσονται μεταξύ κόμβων για συγχρονισμό και καλύτερη λειτουργία του δικτύου.
- Παραδείγματα μηνυμάτων:

Message type	Description
Destination unreachable	Packet could not be delivered
Time exceeded	Time to live field hit 0
Parameter problem	Invalid header field
Source quench	Choke packet
Redirect	Teach a router about geography
Echo request	Ask a machine if it is alive
Echo reply	Yes, I am alive
Timestamp request	Same as Echo request, but with timestamp
Timestamp reply	Same as Echo reply, but with timestamp

Address Resolution Protocol (ARP)

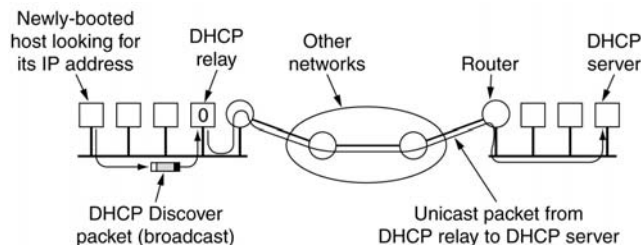
- Πως ένας κόμβος βρίσκει τη διεύθυνση του παραλήπτη στο επίπεδο ζεύξης (MAC);



- Για προορισμούς εκτός του τοπικού δικτύου
 - Είτε απαντά στα ARP μηνύματα δίνοντας τη δική του διεύθυνση
 - Είτε κάθε κόμβος έχει εξ ορισμού (default) διεύθυνση στη οποία αποστέλλει όλα τα μηνύματα εκτός τοπικού δικτύου

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

- Πρωτόκολλά για την ανεύρεση διεύθυνσης IP δεδομένου της διεύθυνσης MAC.
 - RARP (Reverse ARP)
 - BOOTP (Bootstrap Protocol)
- DHCP
 - Ένας εξυπηρετητής είναι υπεύθυνος να καταναίμει δυναμικά τις διευθύνσεις IP σε νέους κόμβους



«Εσωτερική» και Εξωτερική» Δρομολόγηση

■ Εσωτερική Δρομολόγηση

- Interior Gateway Routing Protocol
- Προσπαθεί να μεταφέρει τα πακέτα από τον αποστολέα στον παραλήπτη με **αποδοτικό** τρόπο
-

■ Εξωτερική Δρομολόγηση

- Exterior Gateway Routing Protocol
- Τα κριτήρια με τα οποία γίνεται η δρομολόγηση δεν είναι κατά ανάγκη απόδοση, αλλά πολιτικά, οικονομικά, κλπ. Π.χ.
 - Πακέτα με προσωπικές πληροφορίες δεν πρέπει να εξέρχονται τα όρια μιας περιοχής ή χώρας.
 - Πακέτα που ξεκινούν από ένα οργανισμό δεν πρέπει να περνούν από το δίκτυο κάποιου άλλου οργανισμού
 - Κλπ, κλπ...
-

IPv6

