



Πανεπιστήμιο Κύπρου

Πρόγραμμα Προϋπηρεσιακής Κατάρτισης

ΠΡΥ 017 – Πολυτεχνικά και Τεχνικά Επαγγέλματα

Διάλεξη 8

Δίκτυα Υπολογιστών

Δίκτυο ηλεκτρονικών υπολογιστών



- **Επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ δύο ή περισσότερων τερματικών (endpoints)**
 - Ένα σύνολο ανεξάρτητων διασυνδεδεμένων ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλων ηλεκτρονικών συσκευών (εκτυπωτές, plotters, modem κ.λ.π.) που είναι ικανές να ανταλλάζουν πληροφορίες.
- **Η λειτουργία του δικτύου εξαρτάται**
 - από το είδος της πληροφορίας που επικοινωνεί
 - αν η επικοινωνία πρέπει να είναι αμφίδρομη ή όχι
 - αν η επικοινωνία πρέπει να είναι σε πραγματικό χρόνο
 - πόσους χρήστες θα πρέπει να εξυπηρετεί το δίκτυο ταυτόχρονα
 - αν οι χρήστες πρέπει να «ζευγαρώνονται»
 - αν οι συνδέσεις θα είναι μόνιμες ή προσωρινές
 - από την τυπική διάρκεια μια σύνδεσης





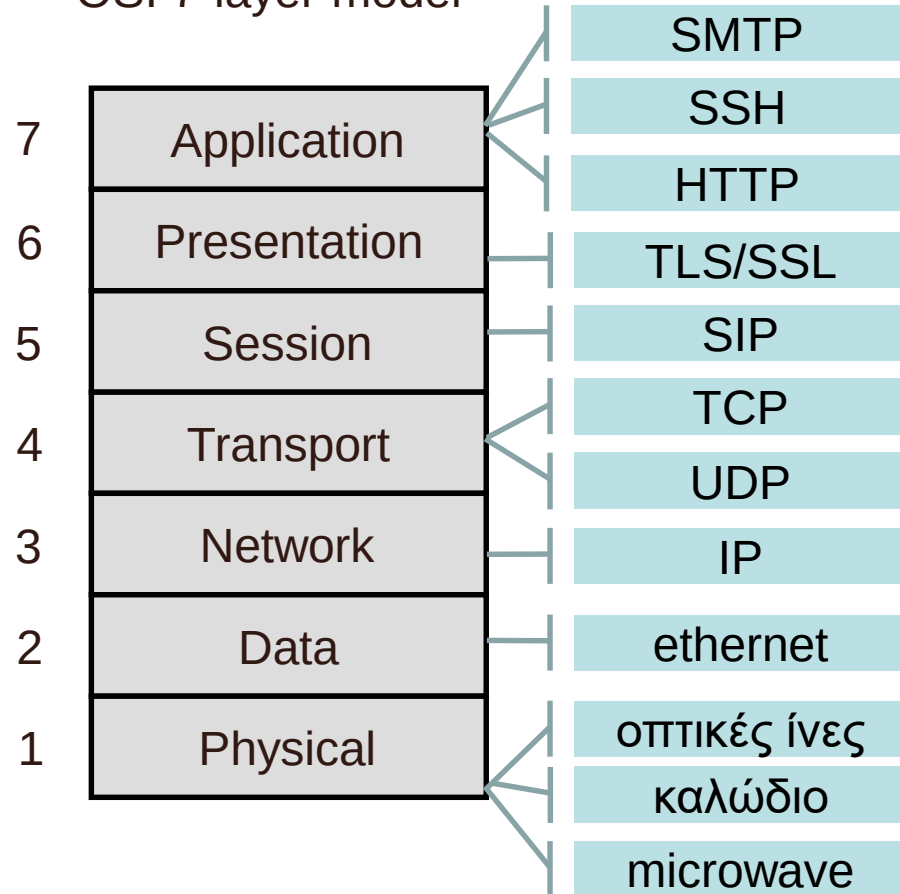
- **OSI (Open Systems Interconnection)**

- Διασύνδεση Ανοιχτών Συστημάτων

- **Επιτρέπουν την έννοια πρωτοκόλλου**

- Κανόνες
- Τι θέλετε να κάνετε
- Πού πηγαίνετε
- Πώς θα φτάσετε εκεί
- Αναφορές (acknowledgements)

OSI 7-layer model



Εύρος ζώνης και Χωρητικότητα



- **Εύρος ζώνης (bandwidth) ενός καναλιού**

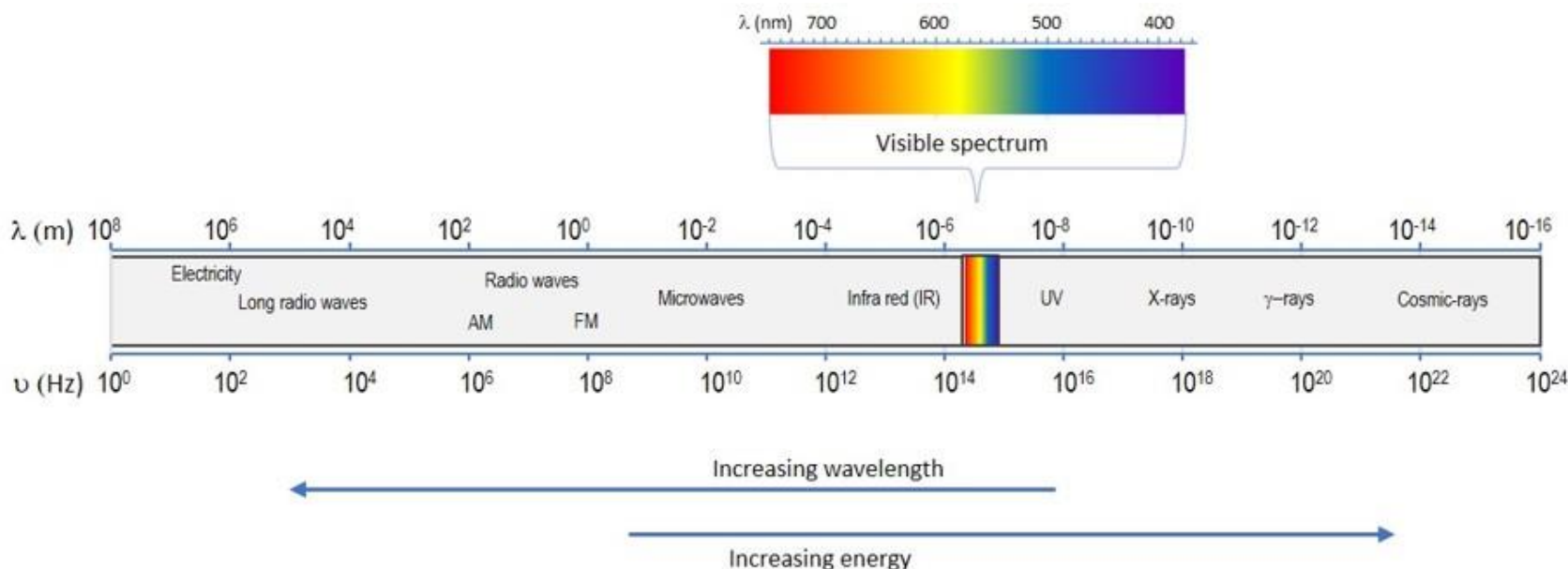
- Η διαφορά ανάμεσα στη μέγιστη και στην ελάχιστη συχνότητα, στην οποία η γραμμή μπορεί να μεταδώσει πληροφορίες (σε μονάδες Hz)
- Κάθε σύστημα έχει ένα πεπερασμένο εύρος ζώνης (finite bandwidth)

- **Χωρητικότητα (capacity) ενός μέσου μετάδοσης**

- Ένα μέτρο της δυνατότητας μεταφοράς δεδομένων από μια γραμμή επικοινωνίας
- Ορίζεται ως ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς δεδομένων που υποστηρίζεται από το κανάλι, χωρίς η μετάδοση να χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση σφαλμάτων
- Μονάδες bit ανά δευτερόλεπτο ή bps – bits per sec.

- **Η χωρητικότητα ενός μέσου μετάδοσης συσχετίζεται με το εύρος ζώνης**

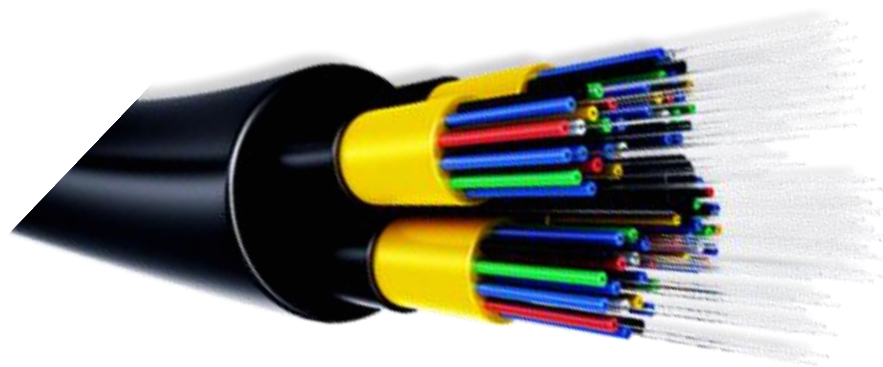
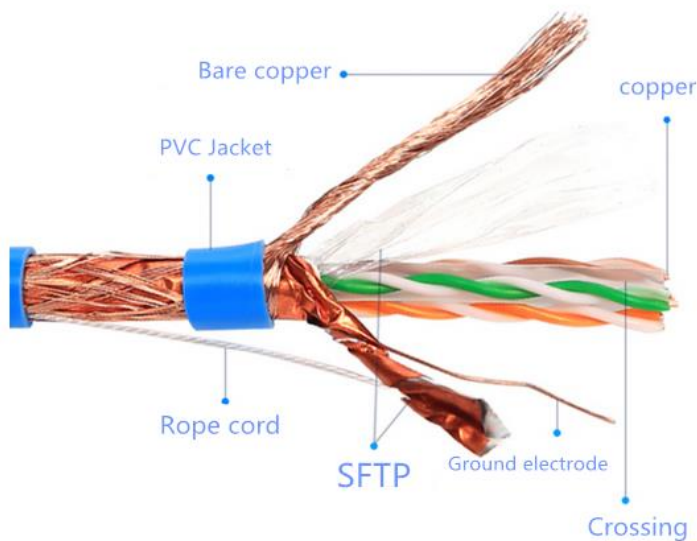
- Ένα μέσο μετάδοσης με μεγάλο εύρος ζώνης έχει αντίστοιχα και μεγάλη χωρητικότητα.





Περιορισμός εύρου ζώνης

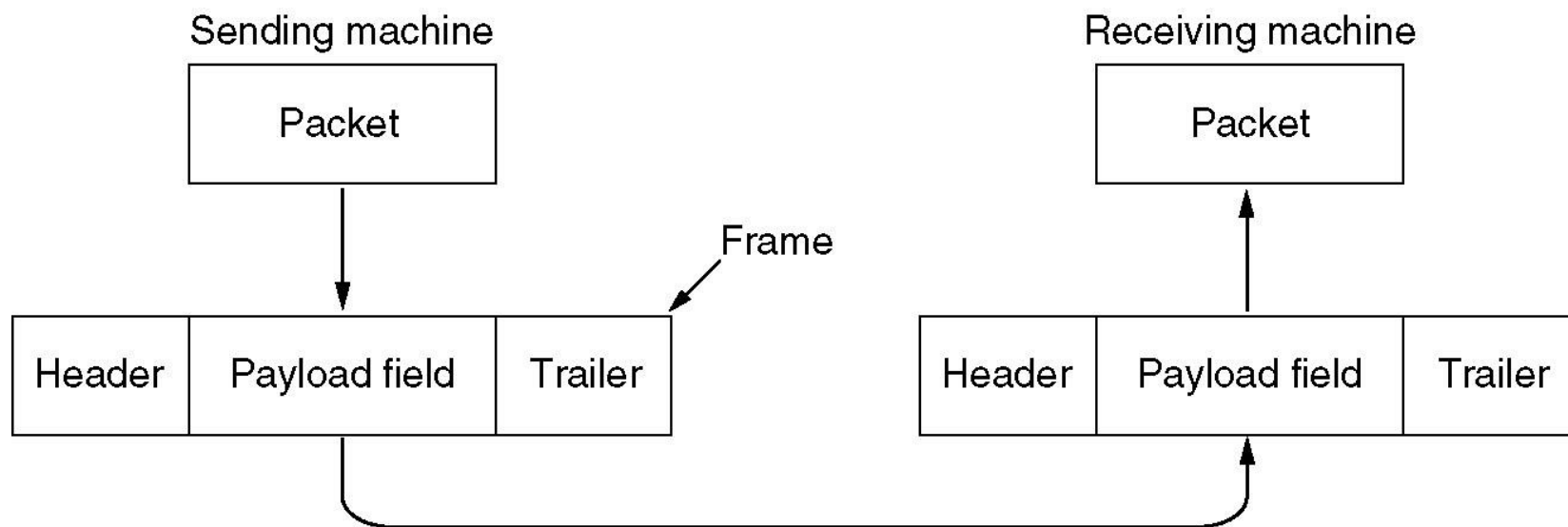
- Σε κάθε εφαρμογή υπάρχει πεπερασμένο εύρος ζώνης
- Για οικονομικούς λόγους, τα μέσα μετάδοσης είναι σχεδιασμένα να επιτρέπουν συγκεκριμένη περιοχή ή ζώνη συχνοτήτων.
 - π.χ. το τηλεφωνικό δίκτυο
 - συνεστραμμένα καλώδια
 - 300 Hz έως 3400 Hz.
 - Επομένως το εύρος ζώνης είναι $3400 \text{ Hz} - 300 \text{ Hz} = 3100 \text{ Hz} = 3.1 \text{ KHz}$
- Η ανάπτυξη του Internet και η ανάγκη για περισσότερο εύρος ζώνης μας οδήγησε στην ανάπτυξη νέων δικτύων τηλεπικοινωνίας:
 - Πχ Οπτικά δίκτυα (πχ PON) και Ασύρματες τεχνολογίες (πχ, Wi-Fi, WiMax)



Επίπεδο σύνδεσης δεδομένων

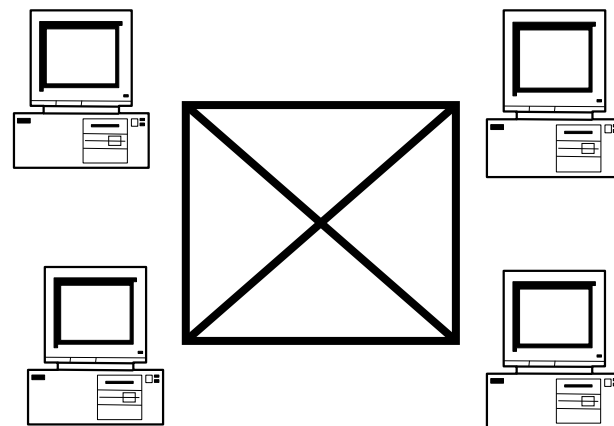


- Παρεχόμενες υπηρεσίες στο επίπεδο δικτύου
- Πλαίσιο δεδομένων (framing)
- Έλεγχος σφαλμάτων
- Έλεγχος ροής

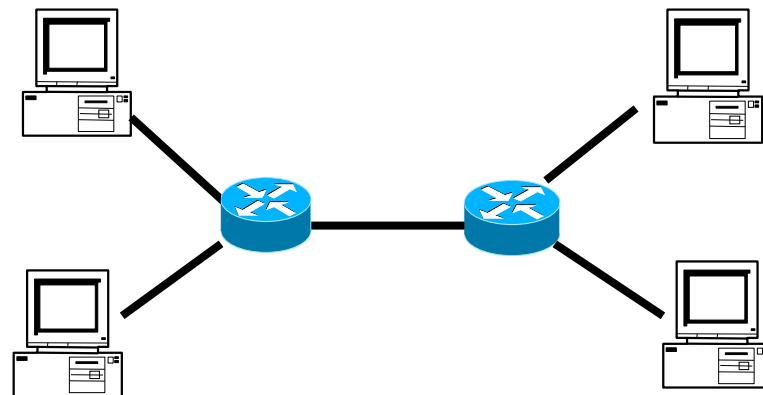




- Το ολοκληρωμένο πλέγμα απαιτεί N^2 συνδέσεις



- Εναλλακτικά, ενδιάμεσοι κόμβοι επιτρέπουν στους κεντρικούς υπολογιστές να μοιράζονται την υποδομή



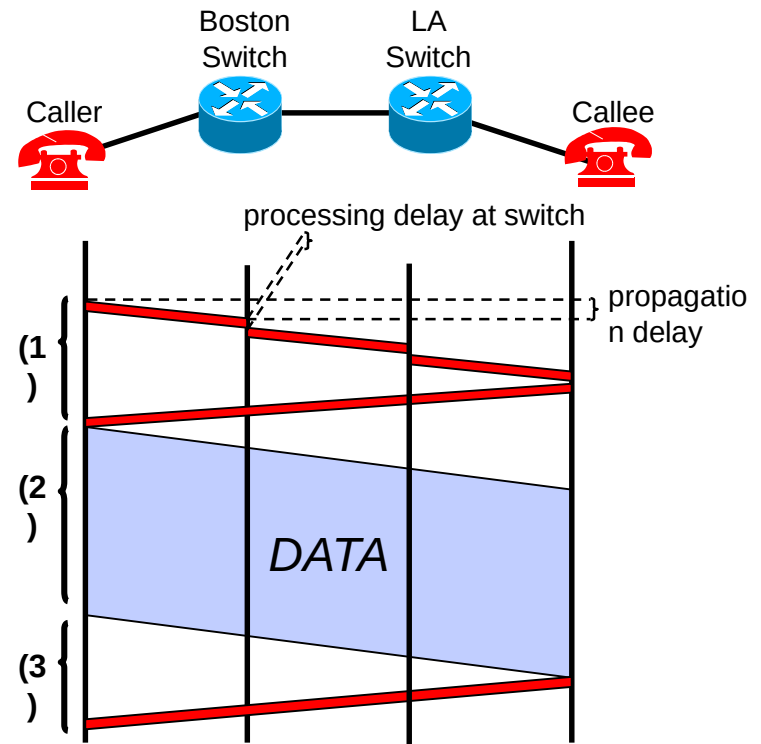
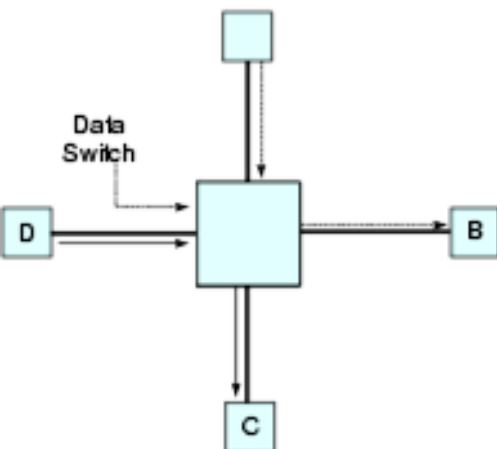


• Δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος

- Προσφέρει αφιερωμένη γραμμή / διαδρομή (path) μεταξύ των χρηστών για την διάρκεια της κλήσης
- Χρησιμοποιείται στα τηλεφωνικά δίκτυα
- Είναι σαν να χρησιμοποιείς ένα «ιδιωτικό δρόμο»

Δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος

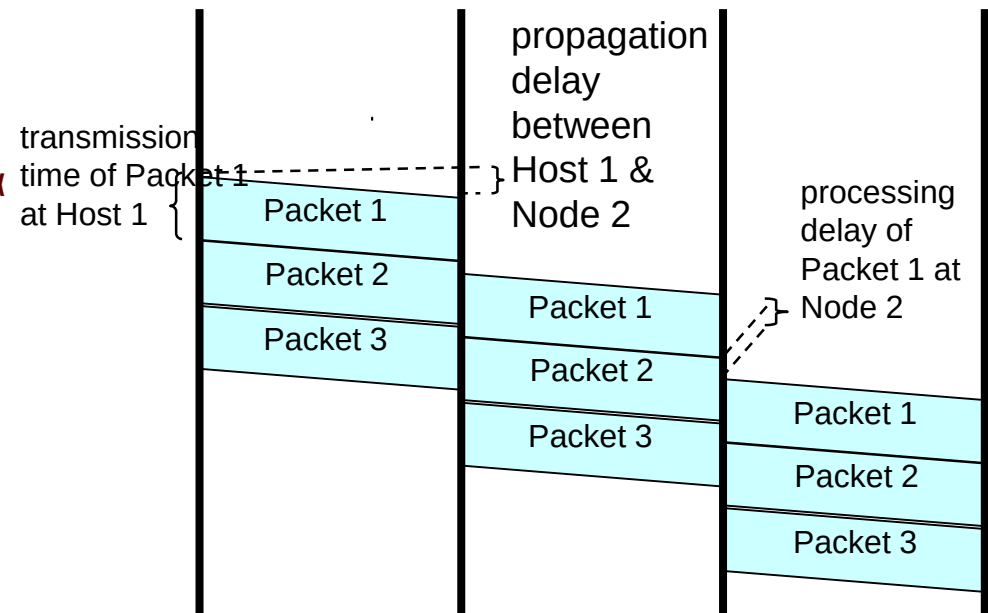
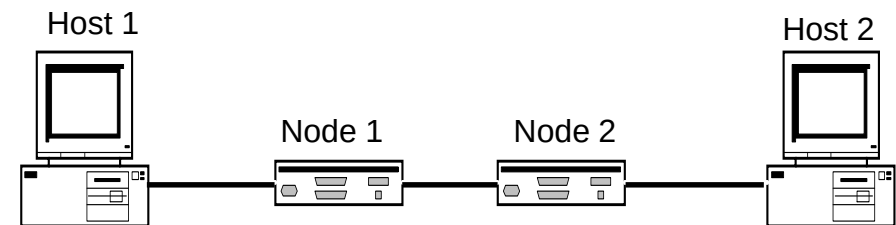
(a) Circuit Switching Based System



Δίκτυο Μεταγωγής Πακέτων



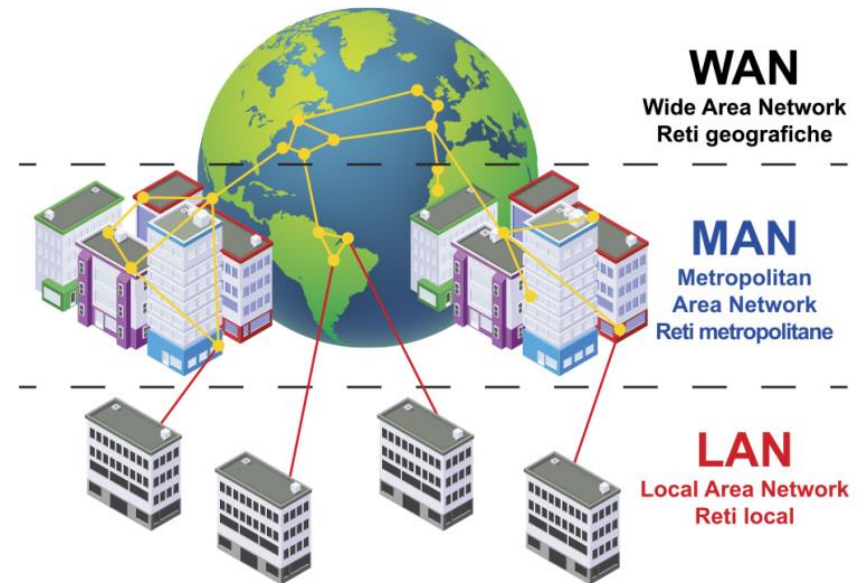
- Κάθε μήνυμα χωρίζετε σε πακέτα
- Τα πακέτα μεταφέρονται ανεξάρτητα ακολουθώντας ακαθόριστες διαδρομές μέσω διαθέσιμων κόμβων του δικτύου
 - διαφορετικά πακέτα μπορούν να πάρουν διαφορετικές διαδρομές και χρόνο
 - το μήνυμα συναρμολογείτε στον προορισμό του
 - το μήνυμα μπορεί να μην μεταφερθεί με την μεγαλύτερη ταχύτητα αλλά η πιθανότητα ότι θα μεταφερθεί είναι μεγάλη
- Είναι σαν να χρησιμοποιείς μία «κοινή λεωφόρο»
- Σύγκρινε με την τηλεφωνική επικοινωνία που βασίζεται σε αποκλειστικές γραμμές



Κατηγορίες δικτύων



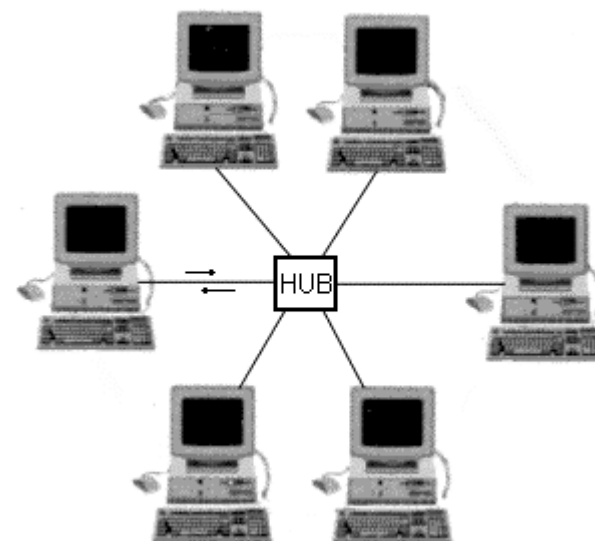
- Σύμφωνα με τη γεωγραφική κατανομή
 - Τοπικό δίκτυο (Local Area Network – LAN)
 - Ένα μικρό δίκτυο, το οποίο συνενώνει ηλεκτρονικούς υπολογιστές που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση.
 - Συνήθως στο ίδιο γραφείο, στο ίδιο κτίριο ή σε κοντινά κτίρια.
 - Μητροπολιτικό δίκτυο (Metropolitan Area Network – MAN)
 - Ένα δίκτυο στο οποίο είναι διασυνδεδεμένος εξοπλισμός που κατανέμεται σε μια πόλη.
 - Δίκτυο ευρείας περιοχής (Wide Area Network – WAN)
 - Είναι δίκτυο το οποίο συνενώνει ηλεκτρονικούς υπολογιστές που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση.
 - Συνήθως είναι συνένωση τοπικών δικτύων που βρίσκονται σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές.





- **Σύμφωνα με την τοπολογία**

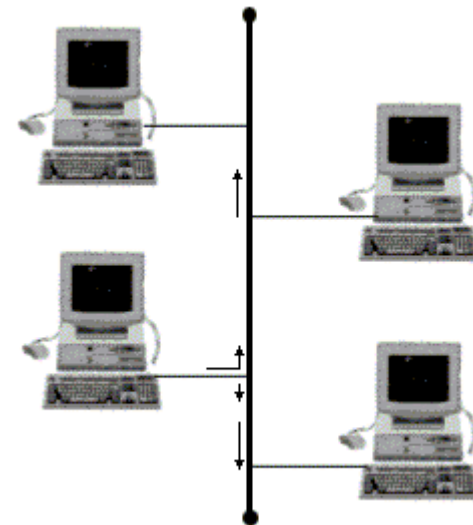
- Τοπολογία αστέρα
 - Οι υπολογιστές συνδέονται με ένα μεγάλο κεντρικό υπολογιστή αυξημένης ισχύος.
 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:
 - είναι γρήγορο δίκτυο
 - εάν ένας υπολογιστής παρουσιάσει πρόβλημα σύνδεσης, δεν επηρεάζει το δίκτυο και εντοπίζεται εύκολα
 - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:
 - εάν ο κεντρικός υπολογιστής χαλάσει δεν λειτουργεί κανένας υπολογιστής





- **Σύμφωνα με την τοπολογία**

- Τοπολογία αρτηρία
 - Οι υπολογιστές (σταθμοί) συνδέονται σε σειρά πάνω σε ένα κεντρικό καλώδιο το οποίο είναι και το μοναδικό μέσο μετάδοσης.
 - Κάθε σταθμός έχει μια μοναδική ταυτότητα (διεύθυνση).
 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:
 - εύκολος και φθηνός τρόπος σύνδεσης
 - ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:
 - είναι σχετικά αργό
 - εάν το καλώδιο χαλάσει σε ένα σημείο το δίκτυο δεν λειτουργεί σωστά





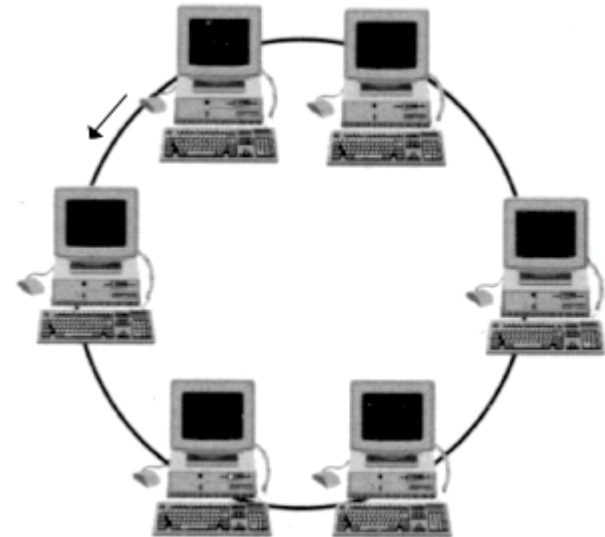
- **Σύμφωνα με την τοπολογία**

- **Τοπολογία δακτυλίου**

- Η τοπολογία δακτυλίου είναι μια σύνδεση από σημείο σε σημείο η οποία δημιουργεί σε κλειστό κύκλωμα.
 - Η ροή της πληροφορίας είναι πάντα προς μια κατεύθυνση
 - **ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ:**
 - αν το μήνυμα χαθεί ποτέ δεν επιστρέφει στον αρχικό κόμβο άρα ποτέ ο κόμβος δεν θα μπορούσε να προχωρήσει στην επανεκπομπή του.
 - όχι αξιοπιστία αφού η κατάρρευση ενός σταθμού μπορεί να παραλύσει το δίκτυο

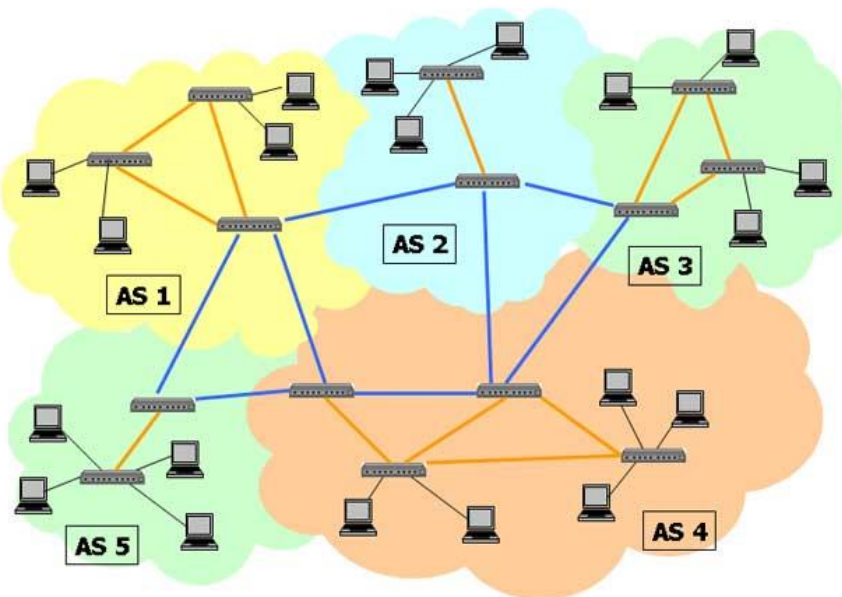
- **Υπάρχουν κι' άλλες σύνθετες τοπολογίες**

- π.χ. τοπολογία δέντρου, διασταυρωμένων δακτυλίων, πλήρης διασύνδεσης, ακανόνιστης κ.α.





- Είναι ένα παγκόσμιο δίκτυο πολλών δικτύων υπολογιστών
- Συνδέει εκατομμύρια Η/Υ παγκοσμίως
 - κάθε Η/Υ μπορεί να επικοινωνήσει με ένα άλλο Η/Υ αρκεί να είναι και οι δύο συνδεδεμένοι στο διαδίκτυο
 - κάθε Η/Υ στο διαδίκτυο ονομάζεται κόμβος ή host και είναι ανεξάρτητος
- Ο χειριστής του Η/Υ αποφασίζει ποιες τοπικές λειτουργίες θα είναι διαθέσιμες σ' διαδίκτυο και ποιες λειτουργίες του διαδικτύου μπορεί να χρησιμοποιεί.
- Το διαδίκτυο είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να μην υπάρχει κεντρικός έλεγχος.
 - δηλ. δεν υπάρχει κεντρικός υπολογιστής που ελέγχει το διαδίκτυο.
- Το Διαδίκτυο θεωρείται το πιο σημαντικό επιστημονικό όργανο στο τέλος του 20ου αιώνα
- Προσοχή:
 - Δεν βρίσκουμε κάτι στο διαδίκτυο (στο Internet). Βρίσκουμε κάτι μέσω του διαδικτύου ή χρησιμοποιώντας το διαδίκτυο.



Η Εξέλιξη του Διαδικτύου

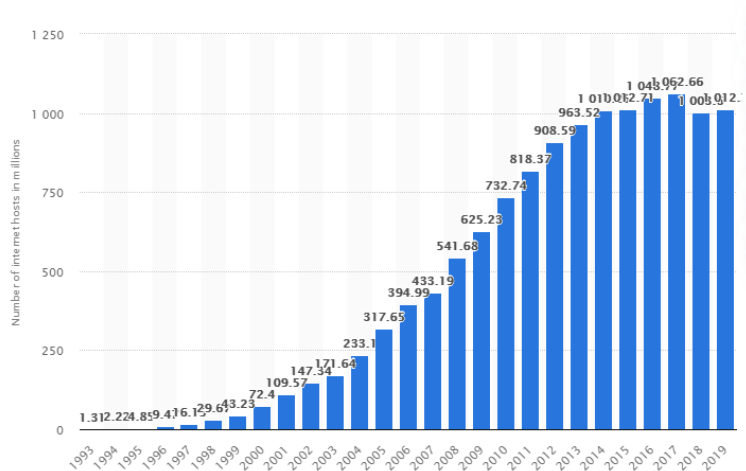


Χρόνος	Γεγονός
1952	Δημιουργία του Advanced Research Projects Agency (ARPA) στις ΗΠΑ
1968-1969	Κατασκευή του πρώτου δικτύου (ARPANET) μεταξύ τεσσάρων σημείων τοποθετημένων στα πανεπιστήμια UCLA, Stanford, UCSB και University of Utah. (Εληξε το 1989 και συνεχίζεται με το Διαδίκτυο)
1972	Ο Ray Tomlinson του BBN γράφει τον κωδικό για το πρώτο πρόγραμμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail). Το Network Control Protocol (NCP) χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων στο ίδιο δίκτυο.
1973-1974	Δημιουργείται το TCP/IP για μεταφορά δεδομένων μεταξύ δικτύων. Χρησιμοποιείται για πρώτη φορά ο όρος διαδίκτυο. (TCP - Vinton Cerf)
1976	Μεταφορά δεδομένων μέσω ομοαξονικού καλωδίου. Χρησιμοποιείται το TCP/IP στο ARPANET.
1979-1981	Η IBM κατασκευάζει το BITNET για ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και listserve (αποστολή μηνυμάτων σε μέλη καταλόγων).
1983	Το University of Wisconsin δημιουργεί το Domain Name System (DNS) για την ευκολότερη μεταφορά δεδομένων μεταξύ κεντρικών υπολογιστών (servers).
1985-1988	Κατασκευάζονται οι γραμμές μεταφοράς T1 (μέχρι και 1.5 Mbps).
1990	Το σύστημα υπερκείμενου (Hypertext) δημιουργείται για τη μεταφορά δεδομένων στο διαδίκτυο. (Tim Berners-Lee (CERN -Geneva))
1992	Εισαγωγή του Παγκόσμιου Ιστού (World Wide Web (WWW)). (1993 – Mosaic)
1996-present	Εμφανίζονται οι Ανεξάρτητοι Παροχές Υπηρεσιών Διαδικτύου (Independent Internet Service Providers (ISPs)).

Η εξάπλωση του Διαδικτύου

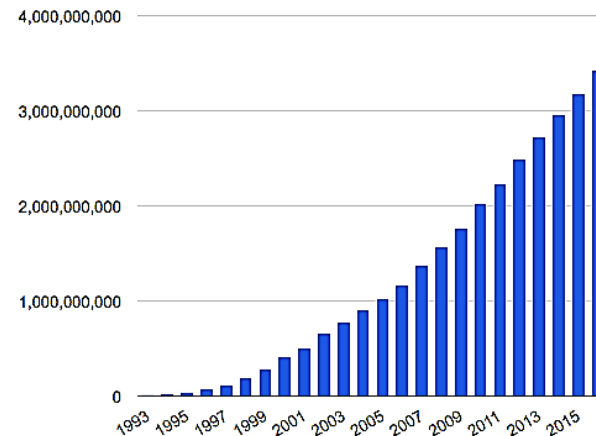


Number of worldwide internet hosts in the domain name system (DNS) from 1993 to 2019(in millions)

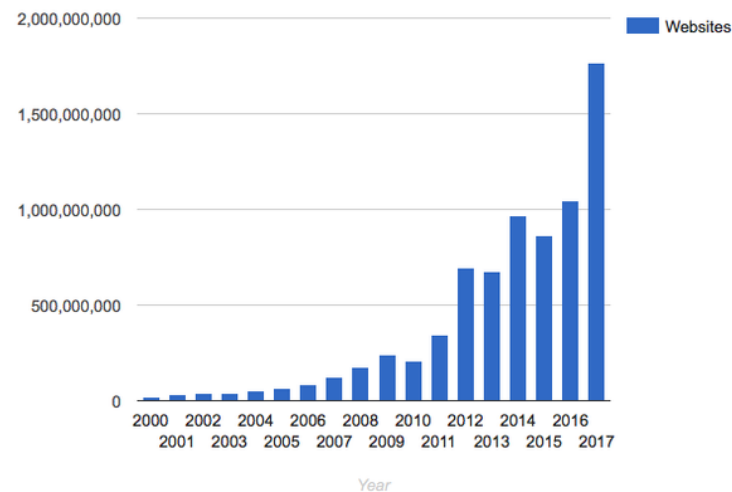


Host = υπολογιστής με εγγεγραμμένη διεύθυνση στο Διαδίκτυο

Internet Users in the World

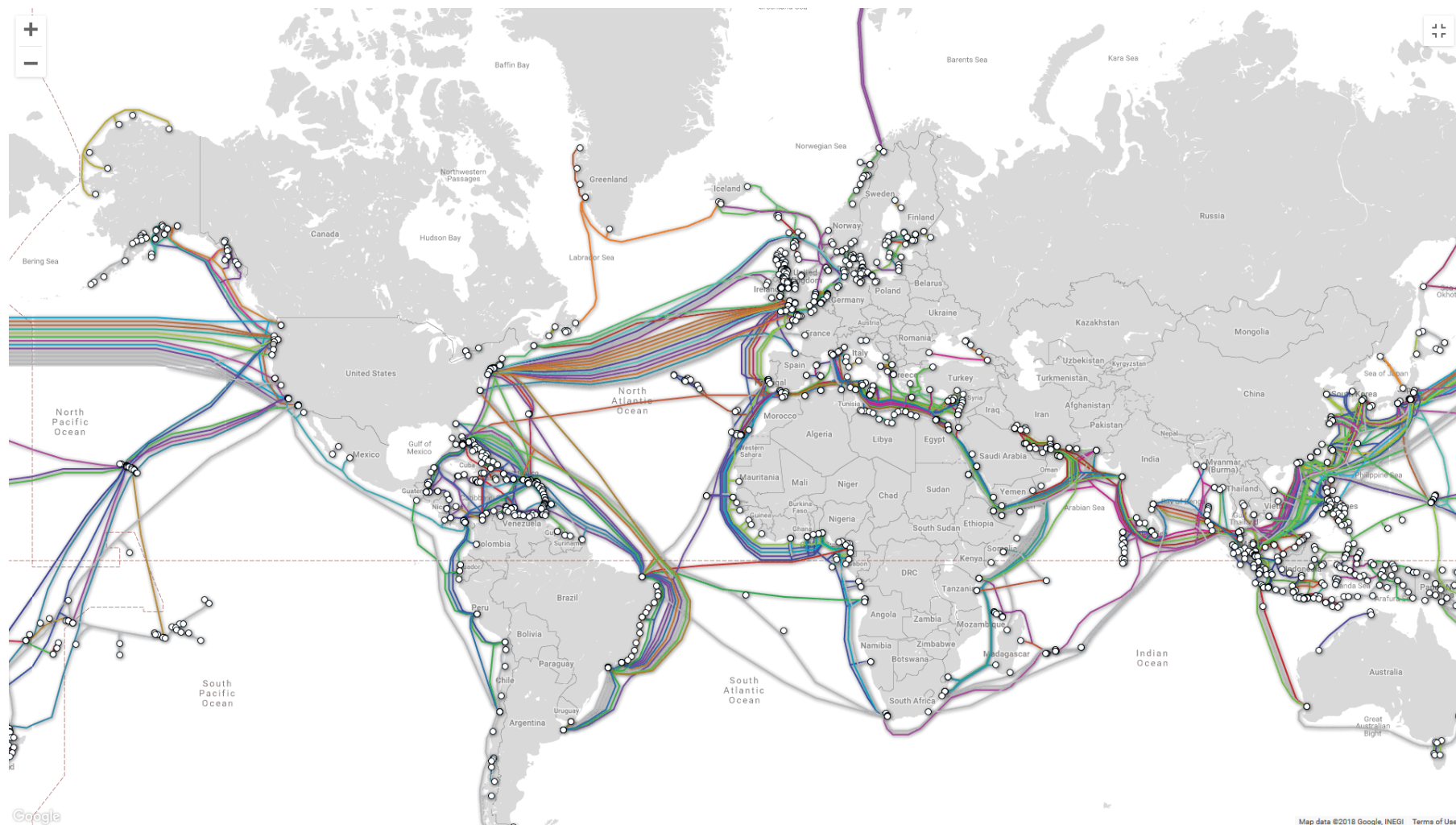


Total number of Websites





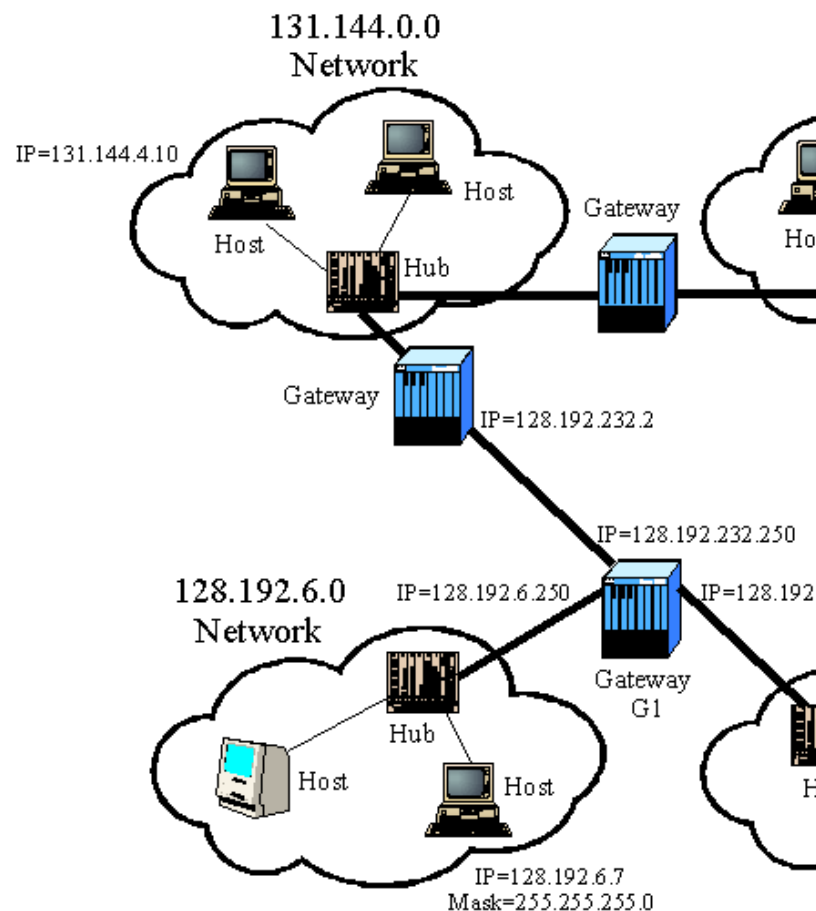
Διαδίκτυο στον Κόσμο



Internet Protocol (IP)



- **IP είναι το κυρίως πρωτόκολλο λειτουργίας:**
 - Παρέχει δρομολόγηση στο δίκτυο
 - Παρέχει πληροφορίες για λάθη και τεμαχισμό και «επανασυγκρότηση» πακέτων (error reporting and fragmentation and reassembly of datagrams).
- **Διευθύνσεις IP**
 - Ξεχωριστές, 32-bits και προσδιορίζονται από το Network Information Center.
 - Χωρίζονται σε 3 μέρη (χρησιμοποιείται ιεραρχία):
 - διεύθυνση δικτύου,
 - διεύθυνση «υποδικτύου» (subnet),
 - διεύθυνση host

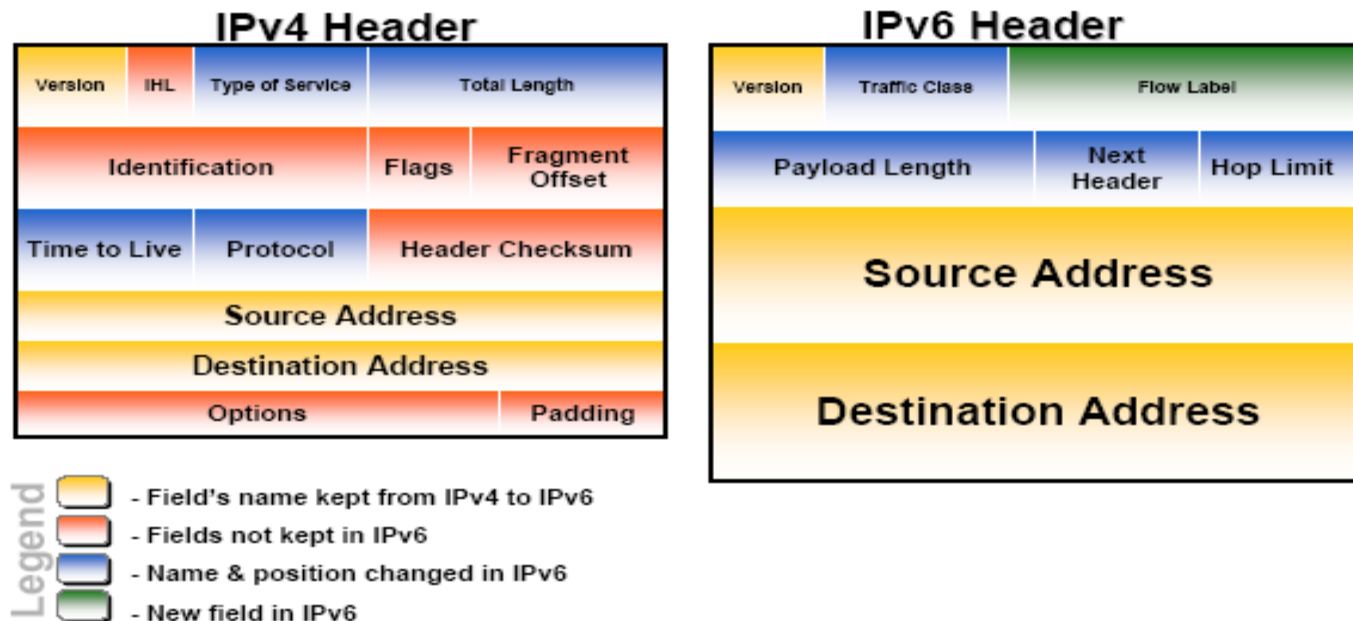




Internet Protocol (IP)

- Ο χώρος για διευθύνσεις του IPv4 είναι 2^{32} δηλ. ~4M διευθύνσεις
- IPv6 = 128 bits για την διεύθυνση → Θεωρητικά, 10^{38} hosts

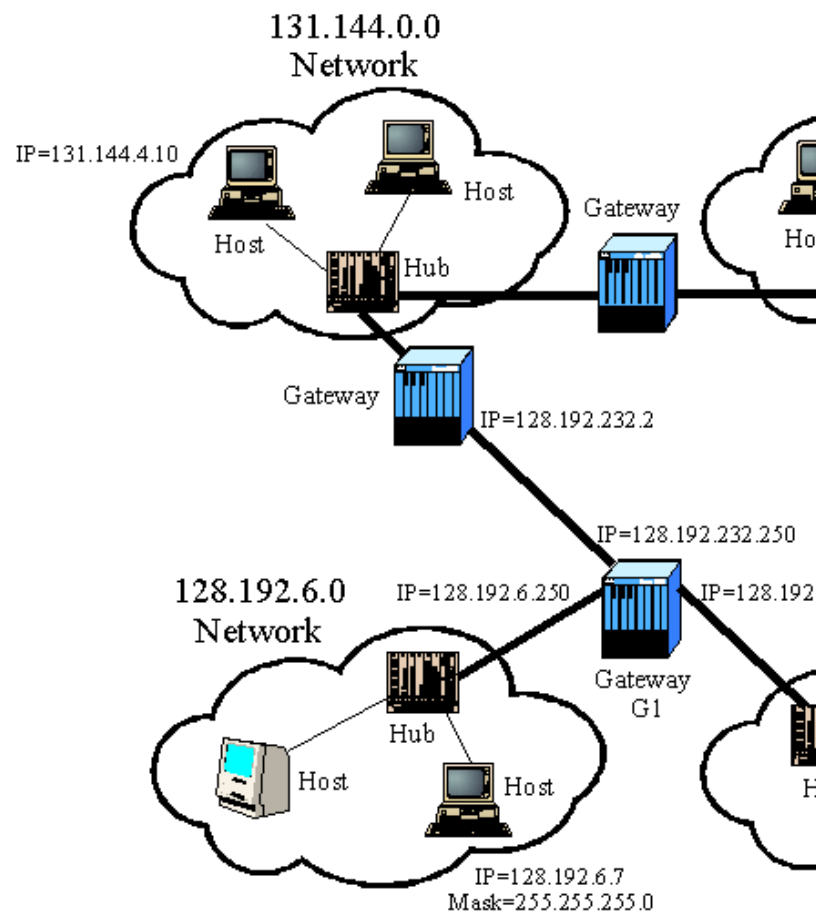
IPv4 & IPv6 Header Comparison





Internet Protocol (IP)

- Δυναμικά πρωτόκολλα δρομολόγησης.
- Δυναμικοί αλγόριθμοι δρομολόγησης που προσαρμόζονται στις αλλαγές στο δίκτυο και διαλέγουν τα «καλύτερα» δρομολόγια
- Οι πίνακες δρομολόγησης περιέχουν πληροφορίες για τον «επόμενο κόμβο» με βάση την διεύθυνση του δέκτη.
- Ολόκληρη η διαδρομή δεν είναι γνωστή από την αρχή. Μόνο ο επόμενος κόμβος.
- Το πρωτόκολλο IP δεν παρέχει πληροφορίες για λάθη πίσω στην πηγή. Αυτό γίνεται από το πρωτόκολλο Internet Control Message Protocol (ICMP.)





- Η χρήση του ARPANET άλλαξε γρήγορα

- Δεν περιορίστηκε στην έρευνα
- Ανταλλαγή ειδήσεων και προσωπικών μηνυμάτων
- Μεγάλη ανάπτυξη κόμβων

- Οι κόμβοι χωρίστηκαν σε τομείς (Domains) που δηλώνονται στο όνομα του κάθε Η/Υ

- Μερικοί κόμβοι ονομάστηκαν ανάλογα με την γεωγραφική τους τοποθεσία
- χρησιμοποιούνται 2 γράμματα για να δηλώσουν την χώρα στην οποία ανήκει ο υπολογιστής π.χ.
 - gr – Greece
 - cy – Cyprus
- Στις ΗΠΑ χρησιμοποιούνται 3 γράμματα και δηλώνουν:
 - gov -government (κυβέρνηση)
 - mil - military (στρατός)
 - edu -educational institutions (εκπαιδευτικά ιδρύματα)
 - com - commercial institutions (εμπορικά ιδρύματα)
 - net - πύλες μεταξύ υπολογιστές

National Top Level Domains
in Europe



© 1994-2008 Klaus Wörle - klaus@woerle.net

DNS: Domain Name System (Σύστημα ονομασίας τομέων)



- **Διαδικτυακοί Υπολογιστές (Internet hosts):**
 - Διεύθυνση IP (32 bit) – χρησιμοποιείται για την μεταγωγή των πακέτων
 - “όνομα”, πχ, www.google.com – χρησιμοποιείται από τους ανθρώπους.
- **Γιατί χρειάζεται η ονομασία**
 - Οι διευθύνσεις χρησιμεύουν στο να βρίσκουμε κάτι.
 - Τα ονόματα τα θυμόμαστε πιο εύκολα παρά τους αριθμούς.
 - Μια διεύθυνση σε καθοδηγεί πως να φτάσει στον προορισμό. Τις περισσότερες φορές είναι ιεραρχική:
 - 950 Charter Street, Redwood City CA, 94063
 - 204.152.187.11, +1-650-381-6003
 - Ένα όνομα είναι η αναφορά στον προορισμό
 - “David”, “Tokyo”, “itu.int”



DNS: Domain Name System

(Σύστημα ονομασίας τομέων)



- **Domain names**
 - Ονόματα για computers στο Internet (πχ., amazon.com)
- **Συσχετισμός των Domain names με τα Internet Protocol numbers (IP numbers) (πχ, 98.37.241.130)**
 - Χρησιμοποιούνται σαν διευθύνσεις δρομολόγησης στο Internet
- **Το DNS δημιουργήθηκε το 1983 από τον Paul Mockapetris**
- **DNS: μετάφραση μεταξύ της διεύθυνσης IP και του ονόματος**
 - Κατανεμημένη δομή δεδομένων (αξιοπιστία και ευελιξία επέκτασης)
 - Χρησιμοποιεί υπολογιστές εξυπηρέτησης δικτύου (Servers) για να συσχετίσει ένα όνομα με την διεύθυνση IP.



DNS: Domain Name System (Σύστημα ονομασίας περιοχών)



Map of DNS Root Name Servers



13 root name servers

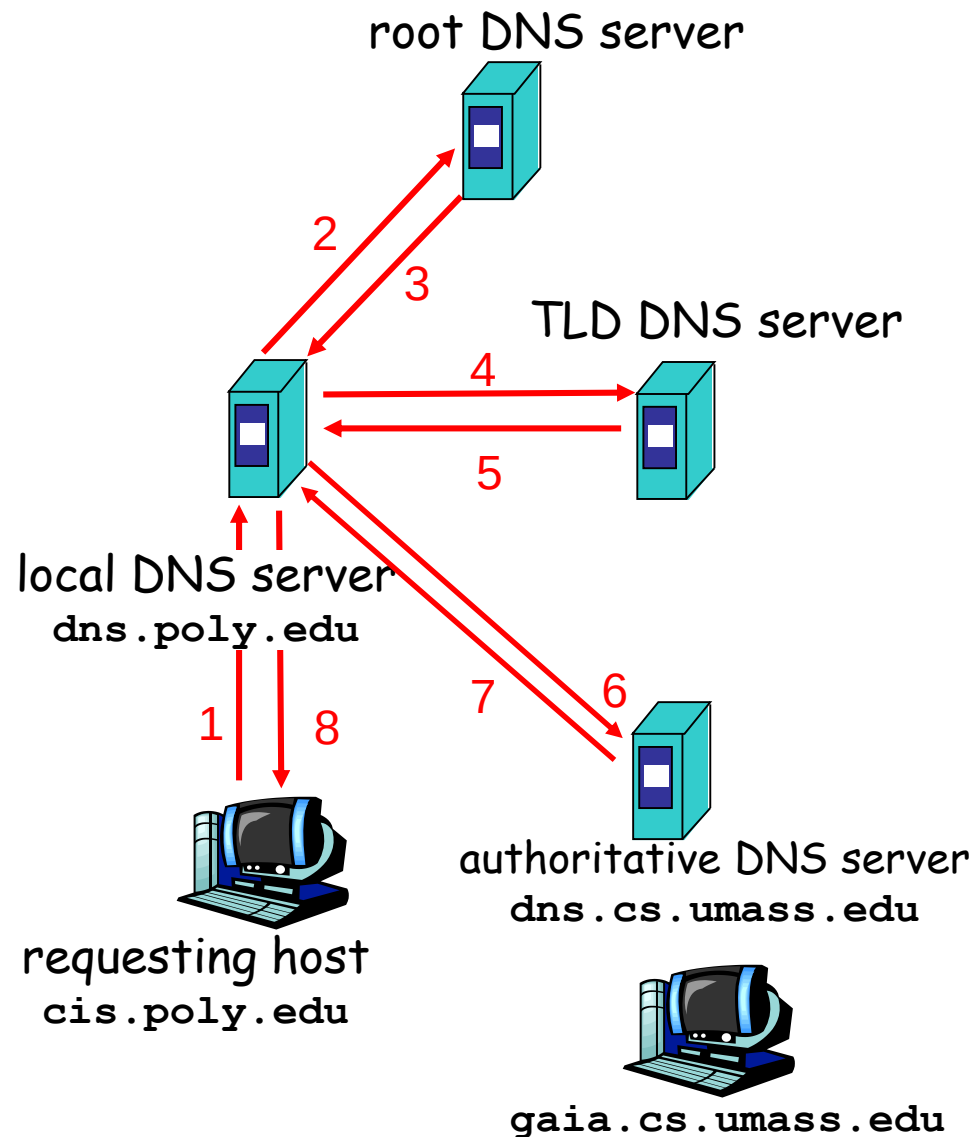
DNS: Domain Name System (Σύστημα ονομασίας περιοχών)



- Host στο `cis.poly.edu` ζητά διεύθυνση IP για το `gaia.cs.umass.edu`

- Υποδομή:

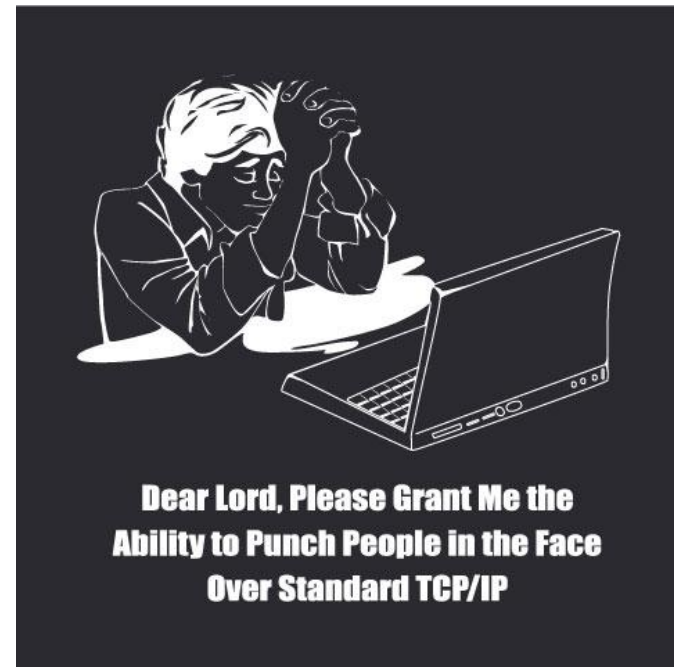
- Client resolver
- Local DNS server
- Authoritative DNS Server
- Root DNS Server
- Top-Level Domain DNS Server





- **TCP (Transmission Control Protocol)** είναι το πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την μετάδοση πληροφορίας στο Διαδίκτυο.

- Ένας κοινός τρόπος να «μιλούν» όλοι οι Η/Υ την ίδια γλώσσα
- Στέλνει δεδομένα σαν μια ροή από bytes.
- Χρησιμοποιεί αύξων αριθμούς και πακέτα επιβεβαίωσης (sequence numbers and acknowledgment messages).
- Εάν χαθούν δεδομένα από την πηγή προς τον δέκτη, TCP μεταδίδει τα δεδομένα ξανά μέχρι ενός ορισμένου χρονικού σημείου (timeout condition) ή μέχρι να παρθεί επιβεβαίωση ότι το πακέτο έχει παραδοθεί με επιτυχία.
- Το TCP αναγνωρίζει διπλά (duplicate) πακέτα και τα αγνοεί.
- Το TCP χρησιμοποιεί έλεγχο ροής (flow control)



Χρήση του Διαδικτύου



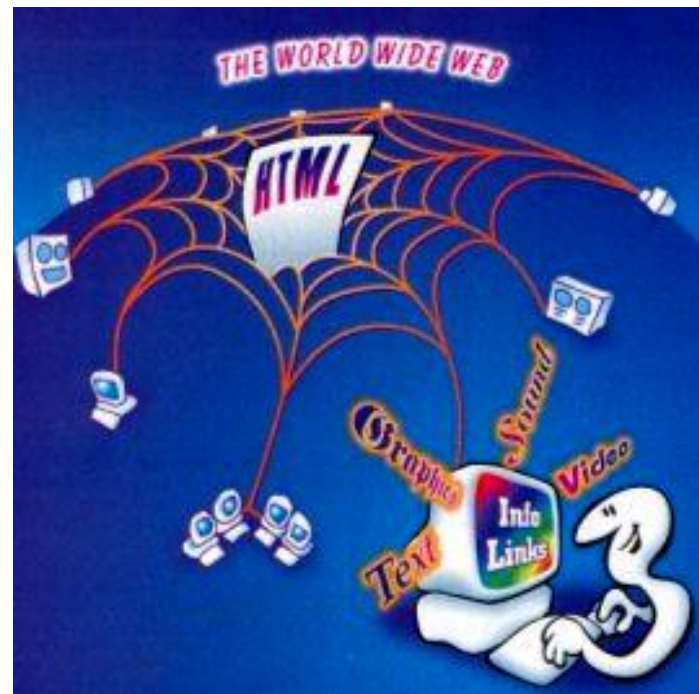


- Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (email) επιτρέπει στους χρήστες να στέλνουν μηνύματα.
- Το telnet: επιτρέπει στους χρήστες να συνδέονται στον υπολογιστή ενός άλλου χρήστη.
- Το ftp (file transfer protocol) επιτρέπει στους χρήστες να συνδέονται σε έναν άλλο υπολογιστή με μόνο σκοπό την μεταφορά αρχείων.
- Ο παγκόσμιος ιστός (world wide web) ενοποιεί τις παραπάνω τεχνολογίες και επιτρέπει με φιλικό στον χρήστη τρόπο πρόσβαση σε μεγάλη ποσότητα και ποικιλία πληροφορίας.

Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web, WWW)



- Το διαδίκτυο (Internet) και ο Παγκόσμιος Ιστός (WWW) δεν είναι συνώνυμα
- Το διαδίκτυο είναι ένα δίκτυο δικτύων (υποδομή)
- Ο Παγκόσμιος Ιστός είναι ένας τρόπος πρόσβασης πληροφοριών μέσω του διαδικτύου
 - Χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο HTTP (μία από τις γλώσσες του διαδικτύου) για τη μεταφορά δεδομένων
 - Χρησιμοποιεί πλοηγούς (browsers) όπως τον Internet Explorer και τον Firefox για την πρόσβαση σε ιστοσελίδες





- Η αρχή λειτουργίας του WWW βασίζεται στην γλώσσα προγραμματισμού HTML
- HTML (Hypertext Markup Language)
 - “Hypertext”
 - Μπορούν να δημιουργηθούν υπερκείμενα (κείμενα με δυνατότητα σύνδεσης σε άλλες ιστοσελίδες, κουμπιά, γραφικά, ήχο και εικόνα)
 - Μπορούν να δημιουργηθούν με οποιονδήποτε κειμενογράφο ή με εξειδικευμένα λογισμικά πακέτα
 - Μετακίνηση στον ιστό πατώντας κάποιο κείμενο που ονομάζεται “hyperlink” (σύνδεσμος υπερκειμένου).
 - Το “hyper” σημαίνει ότι η ενέργεια μετακίνησης δεν είναι γραμμική.
 - Είναι δυνατό να μεταφερθούμε σε οποιοδήποτε σημείο του ιστού χωρίς κάποια συγκεκριμένη σειρά ή διαδικασία.





- Η αρχή λειτουργίας του WWW βασίζεται στην γλώσσα προγραμματισμού HTML
- HTML (Hypertext Markup Language)
 - “Markup”
 - Επισήμανση με ετικέτες (tags) του HTML που σημαδεύουν το κείμενο το οποίο βρίσκεται ανάμεσα τους.
 - “Language”
 - Τέλος, είναι γλώσσα διότι αποτελείται από κωδικές λέξεις και έχει συντακτικό.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<title>Page Title</title>
</head>
<body>

<h1>This is a Heading</h1>
<p>This is a paragraph.</p>

</body>
</html>
```

This is a Heading

This is a paragraph.

Δικτυακή διεύθυνση (URL)



- **URL: Uniform Resource Locator**
 - Παράδειγμα:
 - `ftp://www.host.domain/path/filename`
 - `http://www.host.domain/path/filename`
- **Είναι η διεύθυνση μιας πηγής ή ενός αρχείου στο διαδίκτυο**
 - Το πρώτο μέρος είναι το πρωτόκολλο πρόσβασης στο δίκτυο (http ή ftp)
 - Το δεύτερο μέρος είναι η τοποθεσία του βασικού υπολογιστή (IP address ή host domain name)
 - Το τρίτο μέρος είναι το έγγραφο με τη διαδρομή καταλόγου (directory path)
- **Παράδειγμα:**
- **`http://www.ece.ucy.ac.cy/`**

