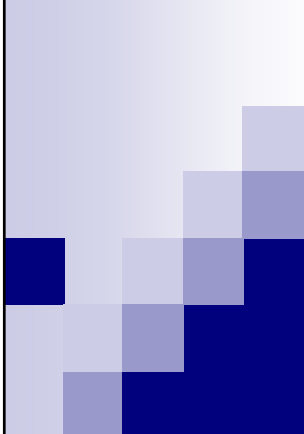




ΗΜΥ 654: Δίκτυα Υπολογιστών. Εισαγωγή

Διδάσκων: Χρίστος Παναγιώτου

Γιατί Δίκτυα Υπολογιστών;



- Επιχειρησιακές Εφαρμογές
 - Π.χ., εξ αποστάσεως πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων.
 - Εξοικονόμηση χρημάτων από τον καταμερισμό πόρων (research sharing)
 - Βελτίωση αξιοπιστίας (reliability)
- Οικιακές Εφαρμογές
 - Π.χ. πρόσβαση στο Διαδίκτυο
- Κινητοί Χρήστες
 - Πρόσβαση σε πληροφορίες μέσω κινητού τηλεφώνου ή φορητού υπολογιστή.
- Επικοινωνιακό μέσο
 - Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (Email), news-groups, chat-groups, instant messaging, τηλεδιάσκεψη (teleconferencing)...

Πρόβλημα

- Θέλουμε να κτίσουμε ένα δίκτυο το οποίο
 - Θα μπορεί να μεγαλώνει σε παγκόσμια κλίμακα (επεκτάσιμο - scalable).
 - Θα μπορεί να υποστηρίζει ένα εύρος εφαρμογών από μεταφορά αρχείων (file transfer), τηλεδιάσκεψη (teleconferencing), ηλεκτρονικό εμπόριο (electronic commerce), ψηφιακές βιβλιοθήκες (digital libraries) ...
- Πως σχεδιάζουμε ένα τέτοιο δίκτυο (υλικό και λογισμικό – hardware and software);
- ΗΜΜΥ 654: Ο στόχος του μαθήματος είναι ακριβώς να δώσει απάντηση στην πιο πάνω ερώτηση!

Τι θα καλύψουμε;

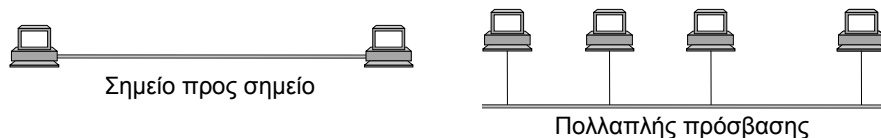
- L.L. Peterson and B.S. Davie, “Computer Networks: A System Approach”
 - [Περίληψη μαθήματος](#)
- Επιπρόσθετες Πληροφορίες
 - www.eng.ucy.ac.cy/christos/courses/ECE654

Απαιτήσεις από τα δίκτυα

- Ποιοι θέτουν τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς του δικτύου;
 - Προγραμματιστές (application programmers) θέλουν υπηρεσίες τις οποίες θα αξιοποιήσουν οι εφαρμογές τους, π.χ. παράδοση πακέτων μέσα σε δεδομένα χρονικά πλαίσια ή αξιόπιστη παράδοση πακέτων (reliable delivery).
 - Σχεδιαστές (network designers) επιδιώκουν παραγωγική χρήση των πόρων του δικτύου
 - Παροχέας υπηρεσιών (network provider) επιδιώκει δίκτυο το οποίο είναι εύκολο στη λειτουργία και στη συντήρηση.

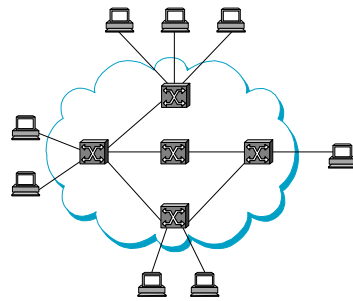
Απαιτήσεις: Συνεκτικότητα (connectivity)

- Επικοινωνία μεταξύ συνόλου υπολογιστών
- Βασικές δομικές μονάδες
 - Κόμβοι
 - Υπολογιστές (computers, hosts, servers), δρομολογητές (routers), μεταγωγείς (switches) κλπ.
 - Ζεύξεις
 - Ομοαξονικές, ασύρματες, οπτικές κλπ.
 - Σημείο προς σημείο (point-to-point) ή πολλαπλής πρόσβασης (multiple access)

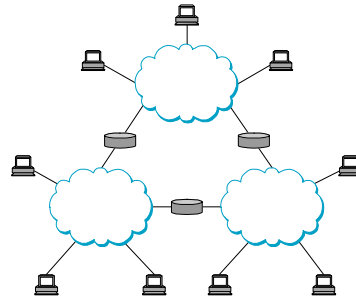


Απαιτήσεις: Συνεκτικότητα (connectivity)

■ Δίκτυα και Διαδίκτυα



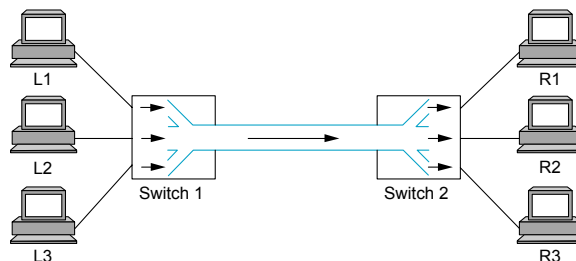
Δύο ή περισσότεροι συνδεδεμένοι κόμβοι



Δύο ή περισσότερα συνδεδεμένα δίκτυα

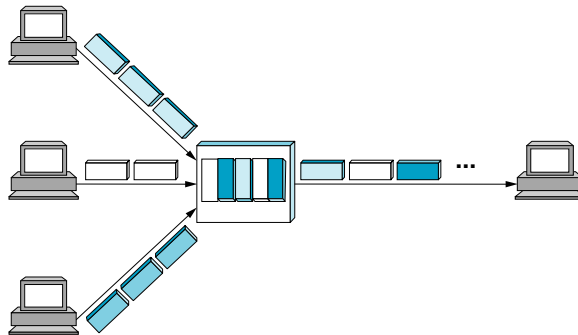
Απαιτήσεις: Αποδοτικός καταμερισμός πόρων (resource sharing)

- Πολυπλεξία με διαίρεση χρόνου (Synchronous Time Division Multiplexing)
- Πολυπλεξία με διαίρεση συχνότητας (Frequency Division Multiplexing)



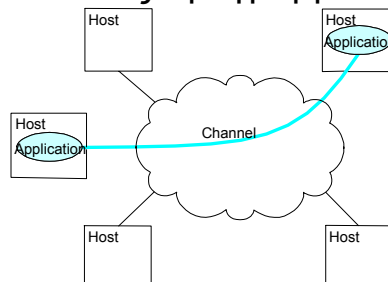
Απαιτήσεις: Αποδοτικός καταμερισμός πόρων (resource sharing)

- Στατιστική πολυπλεξία (Statistical multiplexing)
 - Κατανομή χρονο-διαστημάτων (time slots) βάση της ζήτησης



Απαιτήσεις: Υποστήριξη κοινών υπηρεσιών

- Κανάλια που να μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες όπως
 - Αξιόπιστη επικοινωνία (reliable communication)
 - Επικοινωνία με μικρή καθυστέρηση (low delay)
- Το κανάλι κρύβει την πολυπλοκότητα του δικτύου από τους προγραμματιστές



Απαιτήσεις: Αποδοτικότητα (Performance)

- Εύρος Ζώνης (bandwidth, throughput)

- Hz vs. bps

- Καθυστέρηση (latency or delay)

Latency = Propagation + Transmission + Queue

Propagation = Distance / Speed of light

Transmission = Packet size / Bandwidth

Throughput = TransferSize / TransferTime

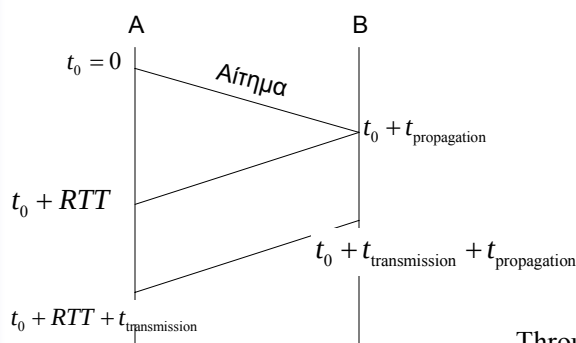
TransferTime = RTT + TransferSize / Bandwidth

- Απώλεια πακέτων (packet loss)

- Διακύμανση καθυστέρησης (jitter)

Παράδειγμα 1

Δύο υπολογιστές βρίσκονται σε απόσταση 100Km. Πόσος χρόνος χρειάζεται για τη μετάδοση 1MB από τον ένα στον άλλο δεδομένου ότι συνδέονται με ζεύξη χωρητικότητας 100Mbps στην οποία ηλεκτρομαγνητικά κύματα ταξιδεύουν με ταχύτητα 3×10^8 m/s



$$t_{\text{propagation}} = \frac{10^5 \text{ m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 333 \mu\text{s}$$

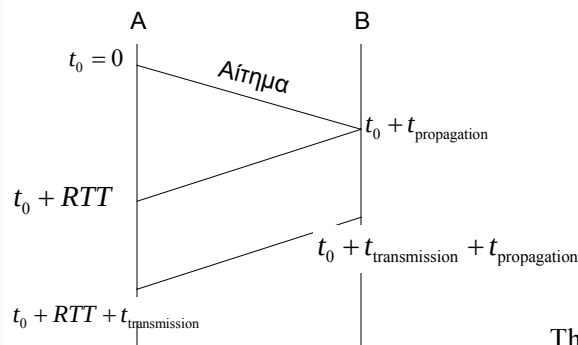
$$RTT = 2t_{\text{propagation}} = 666 \mu\text{s}$$

$$t_{\text{transmission}} = \frac{8 \times 10^6 \text{ b}}{10^8 \text{ b/s}} = 80 \text{ ms}$$

$$\text{Throughput} = \frac{8 \times 10^6 \text{ b}}{80.667 \text{ ms}} \approx 99 \text{ Mbps}$$

Παράδειγμα 2

Δύο υπολογιστές βρίσκονται σε απόσταση 100Km. Πόσος χρόνος χρειάζεται για τη μετάδοση 1KB από τον ένα στον άλλο δεδομένου ότι συνδέονται με ζεύξη χωρητικότητας 100Mbps στην οποία ηλεκτρομαγνητικά κύματα ταξιδεύουν με ταχύτητα 3×10^8 m/s



$$t_{\text{propagation}} = \frac{10^5 \text{ m}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 333 \mu\text{s}$$

$$RTT = 2t_{\text{propagation}} = 666 \mu\text{s}$$

$$t_{\text{transmission}} = \frac{8 \times 10^3 \text{ b}}{10^8 \text{ b/s}} = 80 \mu\text{s}$$

$$\text{Throughput} = \frac{8 \times 10^3 \text{ b}}{747 \mu\text{s}} \approx 11 \text{ Mbps}$$

Απαιτήσεις: Αποδοτικότητα (Performance)

- Γινόμενο καθυστέρησης × Εύρος Ζώνης (Delay × Bandwidth product)
 - Ο αριθμός των διαδίκων ψηφίων (bits) που χωρούν μέσα στο κανάλι. (Amount of data “in flight” or “in the pipe”)
- Παράδειγμα: $100\text{ms} \times 45\text{Mbps} = 560\text{KB}$



Μοντέλα Μεταγωγής

■ Μεταγωγή Κυκλώματος (circuit switching)

- Πρώτα εξασφαλίζεται και προκρατείται (reserved) φυσική σύνδεση μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη
- Μετά ξεκινά η μετάδοση των πληροφοριών
- Το κύκλωμα που συνδέει το αποστολέα και παραλήπτη χρησιμοποιείται **αποκλειστικά** για την επικοινωνία των δύο.
- Παρέχει προκαθορισμένη ποιότητα υπηρεσίας
- Μη αποδοτική χρήση των πόρων του δικτύου

■ Μεταγωγή Πακέτου (packet switching)

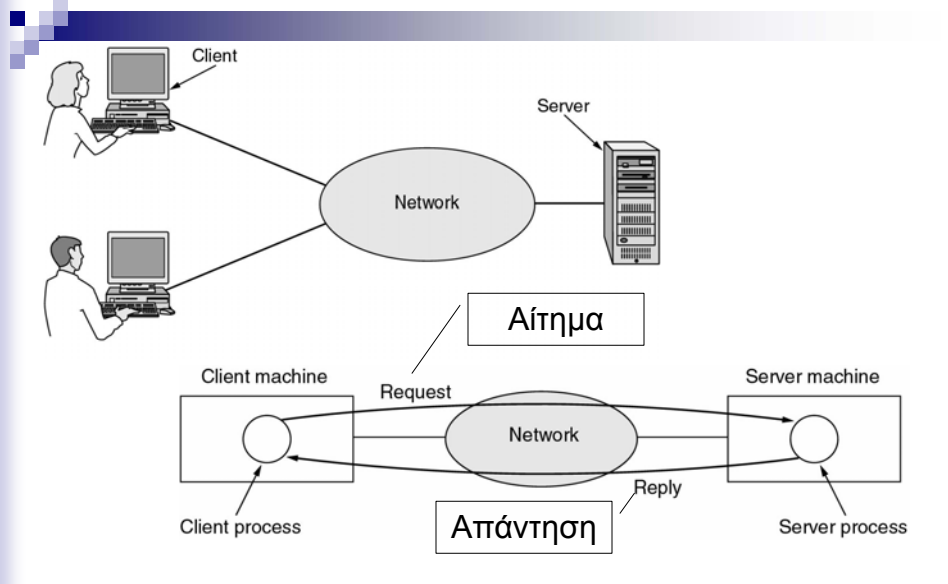
- Δεν υπάρχει απευθείας σύνδεση μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη. Ο αποστολέας ξεκινά αμέσως να στέλνει πληροφορίες.
- Κάθε πακέτο «βρίσκει το δρόμο του» μέσα στο δίκτυο
- Πιο αποδοτική χρήση των πόρων του δικτύου.
- Δύσκολη η παροχή εγγυήσεων για την ποιότητα υπηρεσίας.

■ Εικονική Μεταγωγή Κυκλώματος (virtual circuit switching)

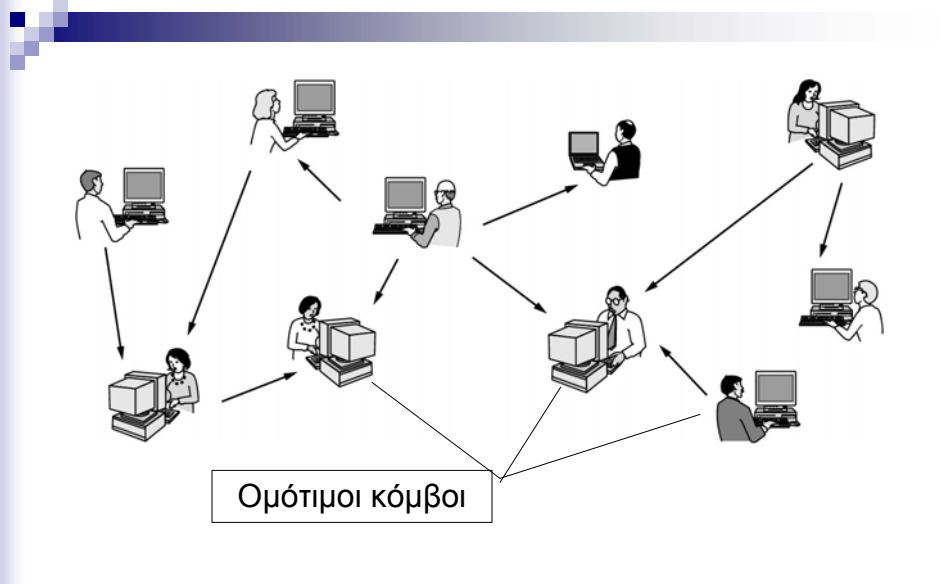
Πρωτόκολλο (protocol)

- Η Συμφωνία ανάμεσα σε δύο επικοινωνούντα μέρη, ως προς τον τρόπο με τον οποίο θα προχωρήσει η επικοινωνία.

Μοντέλο Πελάτη-Εξυπηρετητή (Client-Server model)



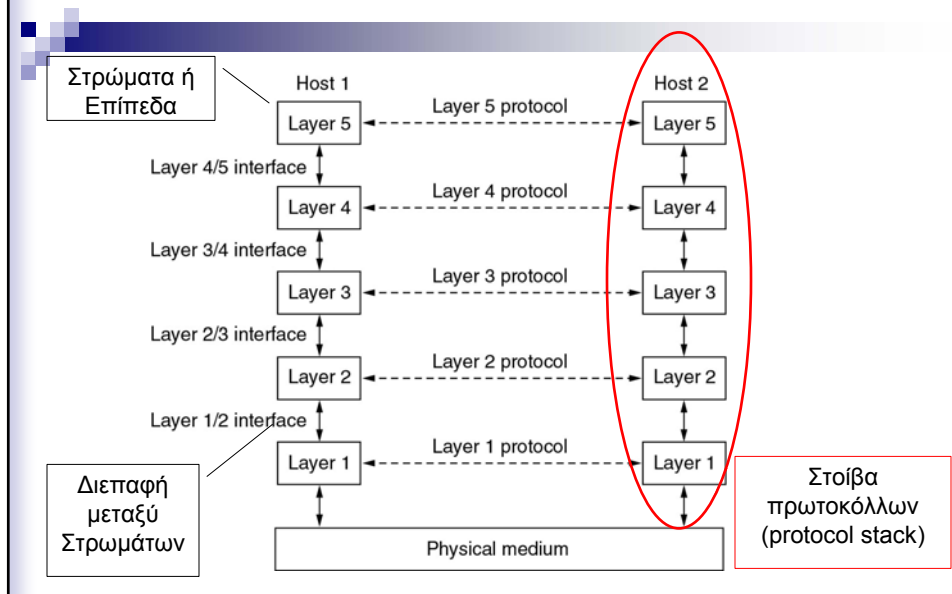
Μοντέλο Επικοινωνίας Ομότιμων Κόμβων (Peer-to-peer Communication)



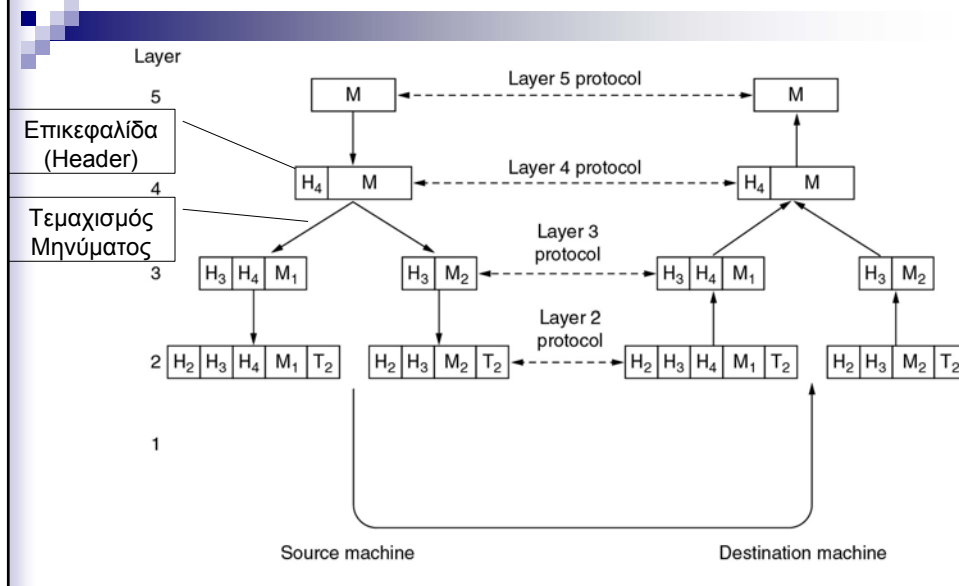
Τι μπορεί να πάει λάθος;

- Λάθη στο φυσικό επίπεδο (bit errors)
- Απώλεια πακέτων εξ' αιτίας συμφόρησης (congestion and buffer overflow)
- Απώλεια ζεύξεων ή κόμβων
- Πακέτα φτάνουν στον δέκτη καθυστερημένα
- Πακέτα φτάνουν στον δέκτη εκτός σειράς (out-of-order)
- Κάποιος τρίτος υποκλέπτει ή παρεμβαίνει στην συνδιαλλαγή μεταξύ δύο κόμβων.
- ...

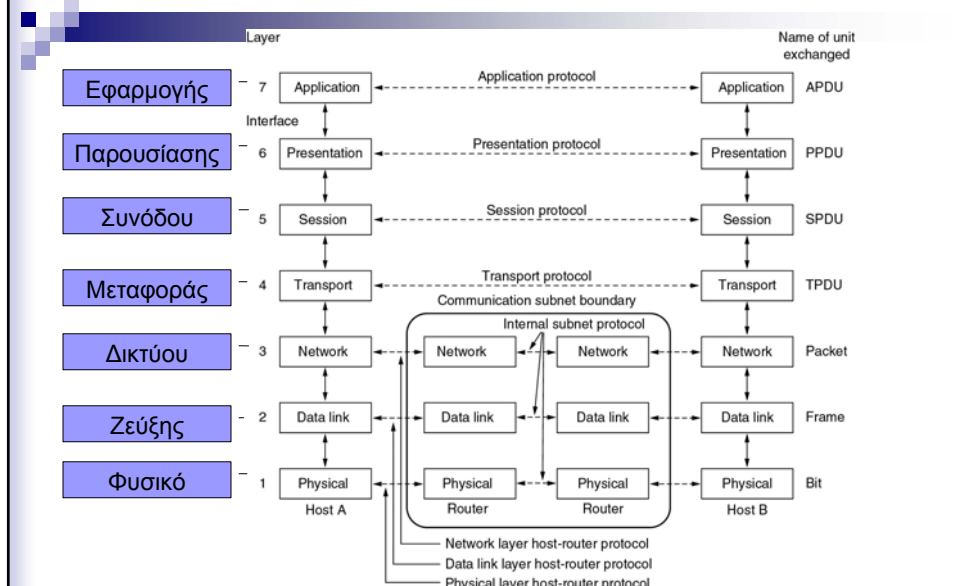
Αρχιτεκτονική Δικτύου



Παράδειγμα Ροής Μηνυμάτων μεταξύ Στρωμάτων



Μοντέλο Αναφοράς: OSI (Open System Interconnection)



Μοντέλο OSI

■ Φυσικό στρώμα (Physical Layer)

- Μετάδοση ακατέργαστων bits (0 ή 1) από τον αποστολέα στον δέκτη.

■ Στρώμα Ζεύξης Δεδομένων (Data Link Layer)

- Τεμαχίζει τα δεδομένα σε πλαίσια δεδομένων (frames)
- Επιβεβαιώνει ότι η επικοινωνία του Φυσικού στρώματος είναι αξιόπιστη (Πλαίσια επαλήθευσης - acknowledgement frames)
- Ανίχνευση και επιδιόρθωση λαθών (Error detection and correction).
- Έλεγχος ροής (flow control).

Μοντέλο OSI

■ Στρώμα Δικτύου (Network Layer)

- Δρομολόγηση πακέτων
- Έλεγχος συμφόρησης
- Έκδοση λογαριασμών (billing)

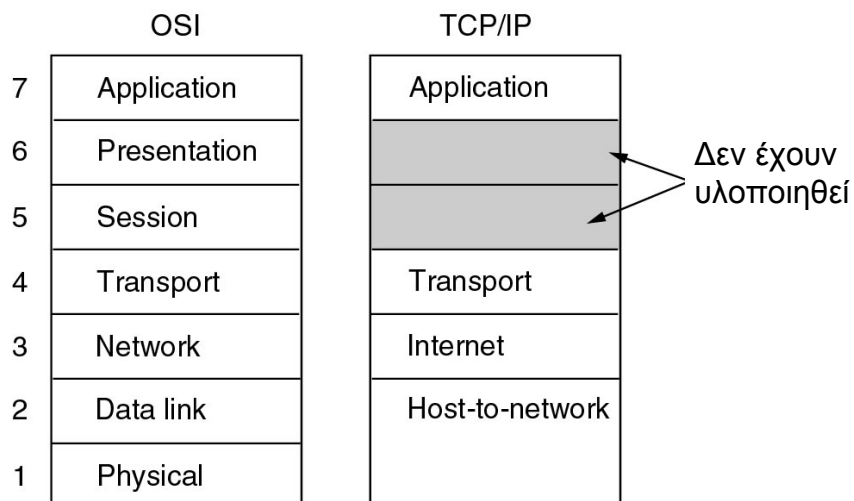
■ Στρώμα Μεταφοράς (Transport Layer)

- Τεμαχίζει τα μηνύματα σε μικρότερες μονάδες
- Επιβεβαιώνει ότι όλες οι μονάδες φτάνουν στο άλλο άκρο και επανασυναρμολογεί το μήνυμα.
- Πολυπλεξία συνδέσεων/συρμών (steams)
- Υπηρεσίες μεταφοράς πακέτων από άκρο σε άκρο (end-to-end). (π.χ., αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων στον δέκτη).
- Έλεγχος συμφόρησης (congestion) και ροής πακέτων

Μοντέλο OSI

- Στρώμα Συνόδου (Session Layer)
 - Αποκατάσταση συνόδων μεταξύ διαφόρων μηχανών (sessions)
 - Διαχείριση σκυτάλης (token management)
 - Συγχρονισμός (synchronization)
- Στρώμα Παρουσίασης (Presentation Layer)
 - Κωδικοποίηση δεδομένων
- Στρώμα Εφαρμογή (Application Layer)
 - Συμβατότητα μεταξύ εφαρμογών

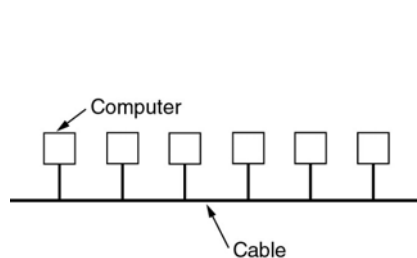
Μοντέλο Αναφοράς: TCP/IP



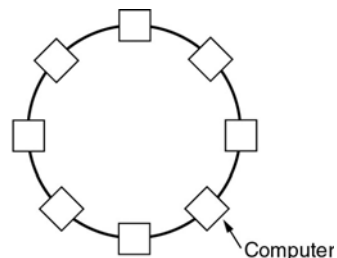
Κατηγοριοποίηση Δικτύων

Απόσταση επεξεργαστών	Περιοχή υλοποίησης	Παράδειγμα
1m	Τετραγωνικό μέτρο	Προσωπικά υπολογιστικά συστήματα (personal network)
10m	Δωμάτιο	Τοπικά Δίκτυα (Local Area Networks)
100m	Κτίριο	
1Km	Σύμπλεγμα κτιρίων	
10Km	Πόλη	Μητροπολιτικό Δίκτυο (Metropolitan Network)
100Km	Χώρα	Δίκτυο Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network)
1000Km	Ήπειρος	
10,000Km	Πλανήτης	Το Διαδίκτυο (The Internet)

Τοπικό Δίκτυο (Local Area Network)



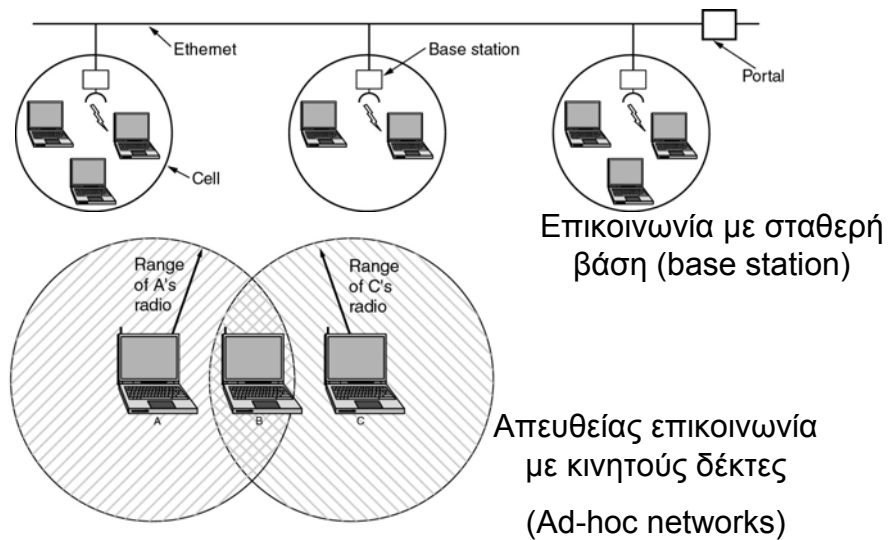
Ethernet



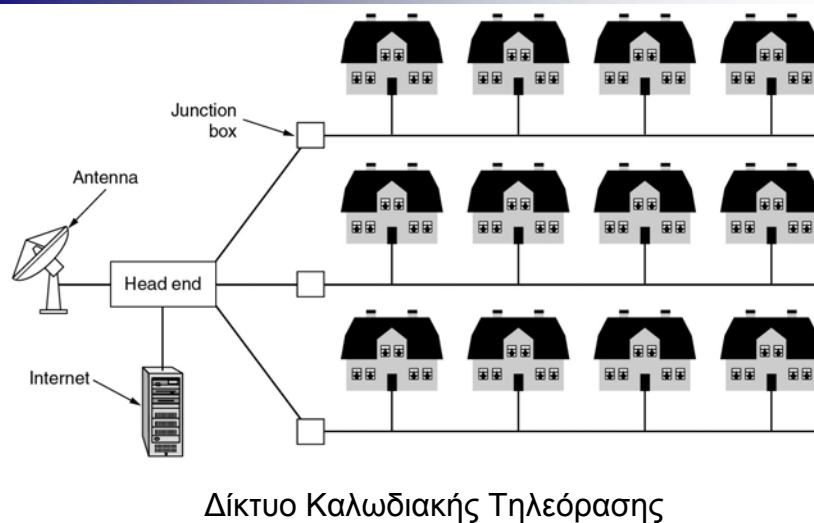
Δακτύλιος (Ring)

Δίκτυα Εκπομπής

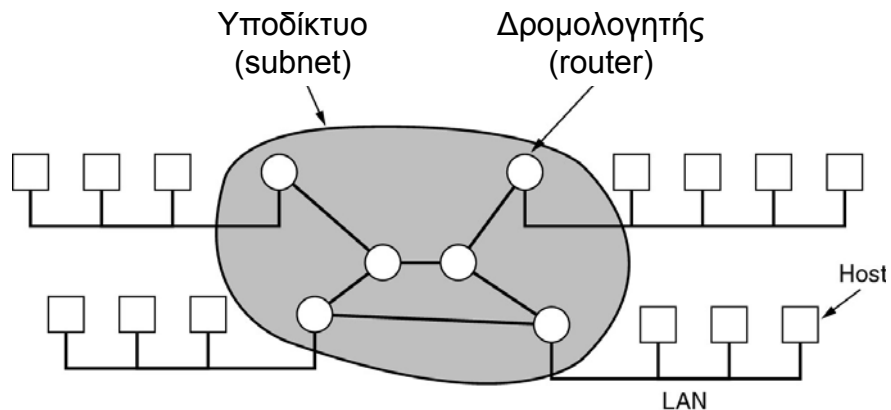
Ασύρματο Τοπικό Δίκτυο (Wireless Local Area Network)



Μητροπολιτικό Δίκτυο (Metropolitan Network)



Δίκτυο Ευρείας Περιοχής (Wide Area Network)



Το Μοντέλο του Διαδικτύου

