
Κατανεμημένα Συστήματα Επικοινωνία

Χάρης Μανιφάβας
Τμήμα Εφ. Πληροφορικής & Πολυμέσων
ΤΕΙ Κρήτης

Δίκτυα Υπολογιστών

- Δίκτυο είναι
 - Ένα σύνολο συσκευών (υπολογιστών, εκτυπωτών, τερματικών, δορυφόρων κτλ.)
 - Συνδεδεμένων μεταξύ τους με κανάλια επικοινωνίας (φυσικές συνδέσεις)
 - Τα οποία μπορούν να παράγουν, να στέλνουν, να προωθούν και να λαμβάνουν πληροφορίες (απλά δεδομένα, ήχος,βίντεο, εικόνα)
- Σκοποί
 - Καταμερισμός πόρων (υλικού – λογισμικού)
 - Υψηλή αξιοπιστία (ασφάλεια)
 - Ταχύτητα επίλυσης προβλημάτων
 - Επικοινωνία – Συνεργασία χρηστών
 - Περιορισμός κόστους

Δίκτυα Υπολογιστών

- Εφαρμογές
 - Τηλεπικοινωνίες
 - Σταθερή/κινητή τηλεφωνία, καλωδιακή τηλεόραση, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τηλεγραφία, τηλεδιάσκεψη
 - Οικονομικές Υπηρεσίες
 - Βιομηχανική παραγωγή
 - Πωλήσεις – Marketing – Διαφήμιση
 - Υπηρεσίες καταλόγου

Δίκτυα Υπολογιστών

■ Δικτύωση

- Για να συνδεθούν, μεταξύ τους, δύο υπολογιστές που βρίσκονται στο ίδιο δωμάτιο, απαιτείται η χρήση ενός καλωδίου (point-to-point wire link)
- Αν οι υπολογιστές βρίσκονται απομακρυσμένοι σε διαφορετικά μέρη μιας πόλης ή μιας χώρας, τότε απαιτείται η χρήση του υπάρχοντος τηλεφωνικού δικτύου της περιοχής (PSTN – Public Switched Telephone Network) και ενός modem

Δίκτυα Υπολογιστών

- Δομή Δικτύων – h/w
 - Ένα δίκτυο αποτελείται από διάφορες συσκευές (δορυφόροι, δρομολογητές, τερματικά, γέφυρες κτλ.)
 - Οι συσκευές αυτές συνδέονται μεταξύ τους με γραμμές μετάδοσης (links)

- Δομή Δικτύων – s/w
 - Το λογισμικό (Software) που χρησιμοποιείται στα δίκτυα, το οποίο πραγματοποιεί τις διάφορες λειτουργίες (όπως δρομολόγηση, έλεγχο σφαλμάτων, τμηματοποίηση πληροφορίας, κρυπτογράφηση πληροφορίας κτλ.) είναι οργανωμένο μαζί με όλους τους κανόνες λειτουργίας των δικτύων σε διάφορα σύνολα που ονομάζονται πρωτόκολλα

Δίκτυα Υπολογιστών

- Ταξινόμηση του hardware σε διάφορες κατηγορίες:
 - Κεντρικοί Υπολογιστές (hosts)
 - Παίζουν το ρόλο του πομπού ή του δέκτη, αναφέρονται και ως τερματικά συστήματα (end systems)
 - Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι είτε προσωπικοί υπολογιστές (PCs), είτε διάφορα κεντρικά, ισχυρά υπολογιστικά συστήματα (Mainframes) που λειτουργούν ως εξυπηρετητές (servers) πολλών τελικών χρηστών
 - Γραμμές Μετάδοσης (Transmission Lines, Links)
 - Πρόκειται για τα φυσικά μονοπάτια επικοινωνίας διαμέσου των οποίων μεταφέρονται τα δεδομένα από τη μια συσκευή στην άλλη
 - Στοιχεία Μεταγωγής (Switching Elements)
 - Πρόκειται για τις ενδιάμεσες συσκευές που συνδέουν τις γραμμές μετάδοσης και επιφορτίζονται με το έργο της δρομολόγησης των δεδομένων από την μια γραμμή στην άλλη ή από το ένα δίκτυο στο άλλο

Επικοινωνία

- Βασίζεται στη μεταβίβαση μηνυμάτων (λόγω απουσίας διαμοιραζόμενης μνήμης)
- Απαιτείται συμφωνία φόρμας μηνυμάτων
- Πρότυπο
 - Στόχος τυποποίησης = Συνεργασία μεταξύ κόμβων από διαφορετικούς κατασκευαστές
 - Μοντέλο Αναφοράς για τη Διασύνδεση Ανοικτών Συστημάτων (International Standardization Organization -Open System Interconnection, ISO-OSI) ή Μοντέλο OSI
 - Η βασική ιδέα που οδήγησε στην ανάπτυξη του μοντέλου αυτού είναι η ομαδοποίηση και ταξινόμηση όλων των λειτουργιών που εκτελούνται σε ένα δίκτυο σε διάφορα επίπεδα, ανάλογα με τη φύση και το είδος της εξυπηρέτησης που προσφέρουν οι λειτουργίες αυτές

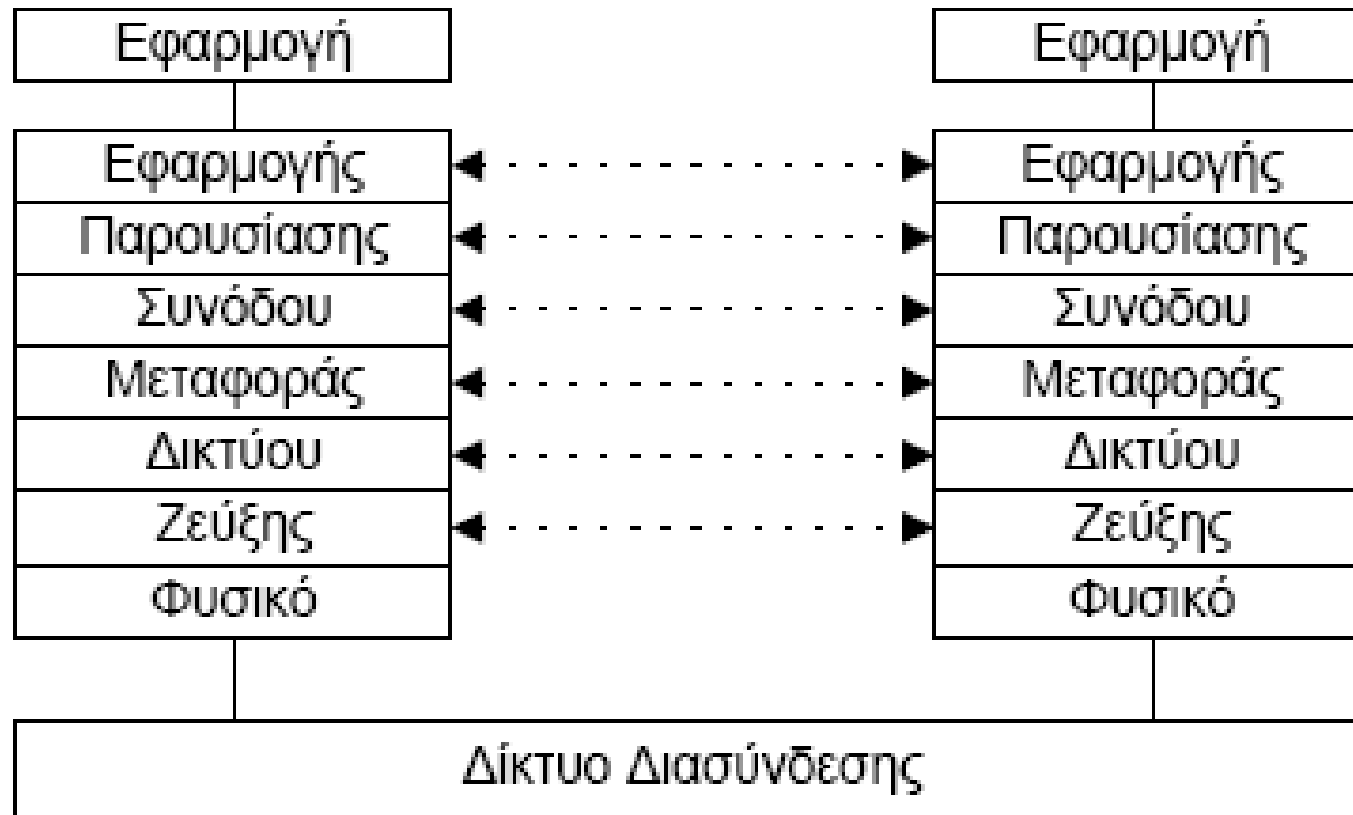
Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Γενικό Μοντέλο Δικτύωσης OSI
 - 1977 International Organization for Standardization (ISO)

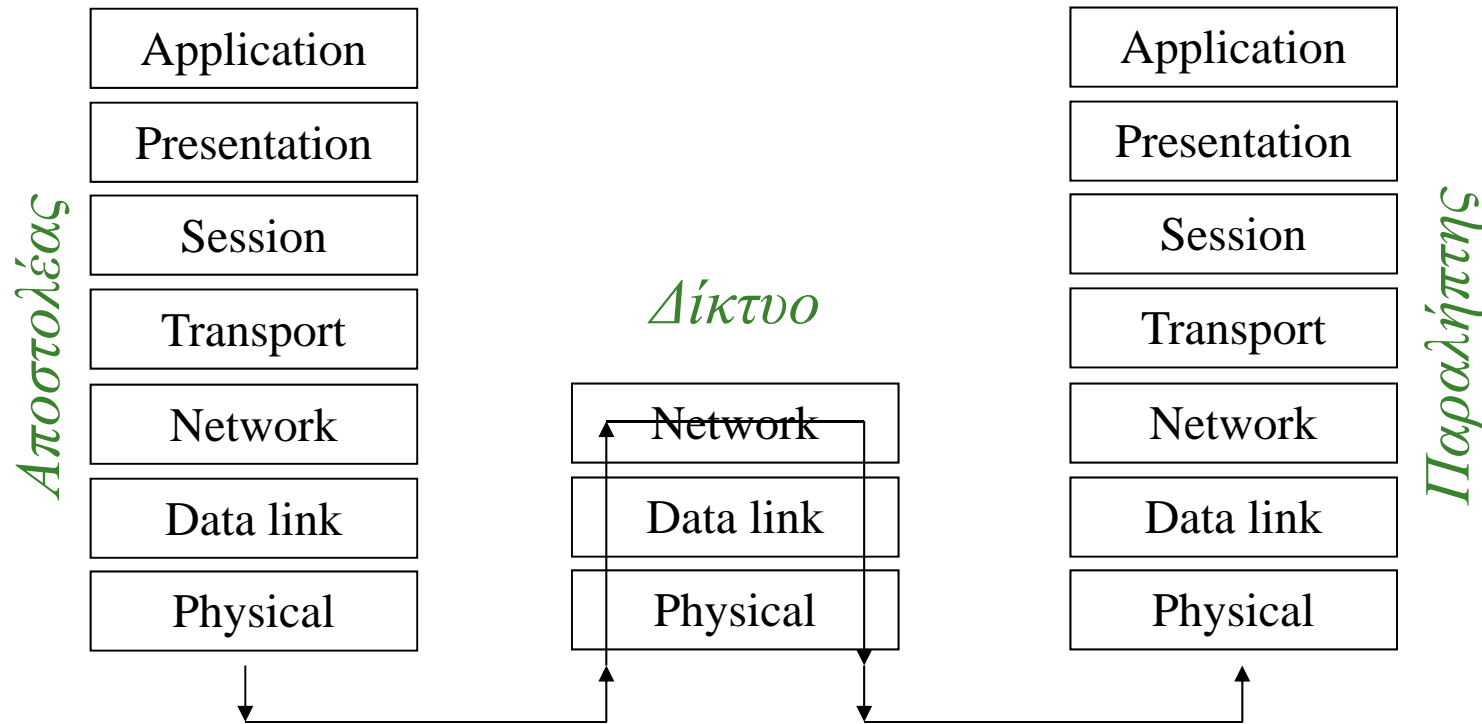
- Προτάθηκε ως γενικό μοντέλο των δικτύων
 - Περιορισμένη επιτυχία στην αγορά
 - Η ορολογία του χρησιμοποιείται παντού
 - Κάθε επίπεδο προσθέτει επικεφαλίδα
 - Μόνο το φυσικό επίπεδο επικοινωνεί μέσω δικτύου

- Το μοντέλο αποτελείται από 7 επίπεδα
 - Το κάθε ένα από τα 6 κατώτερα επίπεδα προσφέρει τις υπηρεσίες του στο ανώτερό του
 - Οι υπηρεσίες και οι πληροφορίες που παρέχονται στο ανώτερο επίπεδο προσδιορίζονται από διασυνδέσεις (Interfaces) ανάμεσα στα επίπεδα

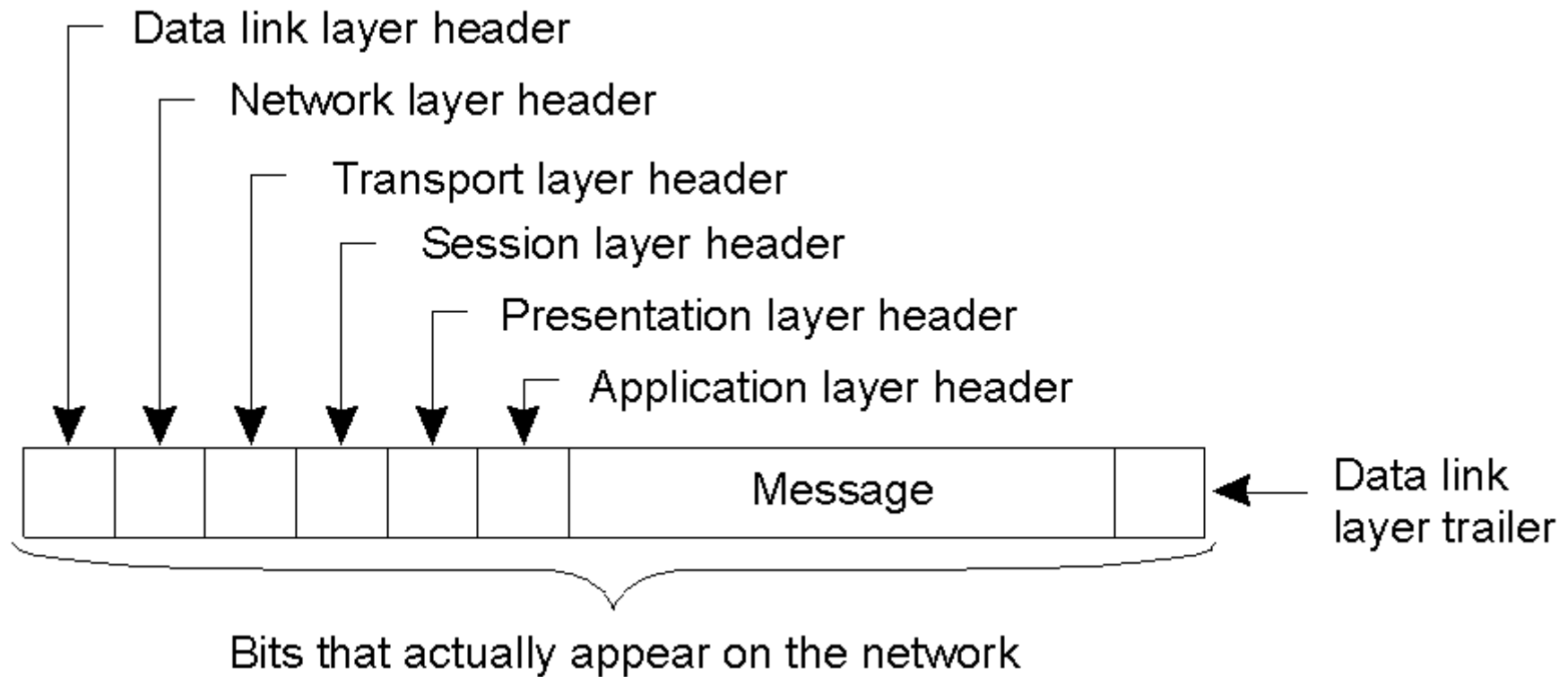
Μοντέλο Αναφοράς OSI



Μοντέλο Αναφοράς OSI



Μοντέλο Αναφοράς OSI



- Τυπικό πακέτο μηνύματος με όλες τις επικεφαλίδες

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Τα κατώτερα στρώματα (συνόδου έως φυσικό) ασχολούνται με την αξιόπιστη και αποδοτική μεταφορά των bits
- Τα δύο ανώτερα στρώματα ασχολούνται με την έννοια των bits

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer)
 - Συλλογή από πρωτόκολλα για συνήθεις δραστηριότητες όπως ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μεταφορά αρχείων και σύνδεσης απομακρυσμένων τερματικών σε υπολογιστές
 - Το επίπεδο αυτό είναι το φιλικά προσκείμενο προς τον χρήστη επίπεδο, παρέχοντάς του ένα σύστημα διεπαφής (User Interface) ώστε να μπορέσει να εκτελέσει τις διάφορες εφαρμογές του (Email, File Transfer,...).
 - Κάποιες από τις υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο εφαρμογής είναι:
 - Συμφωνία για τους μηχανισμούς ασφάλειας (μηχανισμοί κρυπτογράφησης, κωδικοποίησης, αυθεντικοποίησης του επικοινωνούντος)
 - Προσδιορισμός της ταυτότητας αυτών που επιθυμούν να επικοινωνήσουν, με βάση το όνομα ή τη διεύθυνσή τους
 - Συμφωνία για την υπευθυνότητα στους μηχανισμούς ανάκαμψης και χειρισμού σφαλμάτων

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer)
 - Ασχολείται με το νόημα των bits έτσι ώστε να δίνεται η δυνατότητα επικοινωνίας υπολογιστών με διαφορετικές εσωτερικές αναπαραστάσεις των δεδομένων
 - Ασχολείται με τη μορφή που στέλνονται τα δεδομένα και αν θα πρέπει αυτή να αλλάζει ώστε να είναι κατανοητά και από τις δύο πλευρές.
 - Δηλαδή, το επίπεδο αυτό επιφορτίζεται με θέματα όπως: η σύνταξη των δεδομένων, αν αυτά στέλνονται σε συμπιεσμένη μορφή, κλπ

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Επίπεδο Συνόδου (Session Layer)
 - Το επίπεδο αυτό χρησιμοποιείται στον έλεγχο του διαλόγου που ανοίγεται ανάμεσα στους επικοινωνούντες
 - Παρέχει λειτουργίες δημιουργίας, διατήρησης και συγχρονισμού του διαλογικού περιβάλλοντος
 - Ως επίπεδο πολλές φορές είναι προαιρετικό επειδή οι λειτουργίες του καλύπτονται από τις λειτουργίες στα πιο κάτω επίπεδα (φυσικό, σύνδεσης δεδομένων, δικτύου και μεταφοράς)
 - Από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες του επιπέδου αυτού είναι η δυνατότητα να κρατάει κάποια σημεία ελέγχου κατά την αποστολή μεγάλων αρχείων, με αποτέλεσμα να διασφαλίζει την μη απώλεια του αρχείου σε περιπτώσεις σφαλμάτων

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer)
 - Επιβλέπει την μεταφορά των δεδομένων από τον πομπό στον δέκτη. Οι υπηρεσίες που προσφέρει αποσκοπούν στην ακρίβεια και στην καλή ποιότητα της μεταφοράς.
 - Οι κυριότερες υπηρεσίες του επιπέδου είναι οι ακόλουθες:
 - Διευθυνσιοδότηση Διεργασιών (Service – point Addressing)
 - Πρόκειται κατά κάποιον τρόπο για την ταυτότητα των προγραμμάτων που επικοινωνούν και ανταλλάσσουν τις πληροφορίες
 - Τμηματοποίηση & Επανασύνδεση Δεδομένων (Segmentation & Reassembly)
 - Οι πληροφορίες που στέλνονται διασπώνται σε μικρότερα τμήματα από τον πομπό και συνδέονται ξανά στον δέκτη. Αυτό διευκολύνει την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer)

- Οι κυριότερες υπηρεσίες του επιπέδου είναι οι ακόλουθες:

- Έλεγχος Σύνδεσης (Connection Control)

- Υπάρχουν δύο δυνατότητες, η προσφορά υπηρεσιών χωρίς σύνδεση (connectionless transport) και οι υπηρεσίες με σύνδεση (connection oriented transport)

- Αξιόπιστη Παράδοση (Reliable Delivery)

- Αυτό σημαίνει ότι γίνεται έλεγχος της ροής των πακέτων που φθάνουν, έλεγχος για την ύπαρξη σφαλμάτων, ή για τυχόν διπλές παραδόσεις ίδιων πακέτων, ή έλεγχος για απώλειες πακέτων, κ.ά

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Επίπεδο Δικτύου (Network Layer)
 - Το επίπεδο του δικτύου εξασφαλίζει τη σύνδεση των τερματικών συσκευών (πομπού και δέκτη)
 - Επιφορτίζεται με την μεταφορά και δρομολόγηση (δηλ. για την αναζήτηση της βέλτιστης διαδρομής) των πακέτων δεδομένων, διαμέσου των διάφορων κόμβων (routers, gateways, ATM switches,...) που παρεμβάλλονται.
 - Οι κυριότερες υπηρεσίες που προσφέρει είναι:
 - Λογική Διευθυνσιοδότηση (Logical Addressing)
 - Πρόκειται για τις διευθύνσεις του πομπού και του δέκτη μέσα σε διαδικτυακό ή σε ένα ευρύ δικτυακό περιβάλλον
 - Δρομολόγηση (Routing)
 - Είναι ο μηχανισμός με τον οποίο γίνεται η προώθηση των πακέτων από τον πομπό στον δέκτη, διαμέσου των κομβικών συσκευών του διαδικτύου ή του δικτύου WAN
 - Έλεγχος Ροής – Συμφόρησης (Flow – Congestion Control)
 - Δηλαδή ελέγχεται από το σύστημα αν κάποια ενδιαμέση συσκευή (router) είναι συνωστισμένη με πακέτα, έτσι ώστε να δρομολογηθούν κάποια πακέτα από άλλο μονοπάτι ή να ελαττωθεί ο ρυθμός αποστολής κάποιων πακέτων

Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Επίπεδο Σύνδεσης (data-link layer)
 - Κάποιες λειτουργίες του επιπέδου αυτού είναι:
 - Πλαισίωση (Framing)
 - Είναι η διάσπαση σε ακόμα πιο μικρά και εύχρηστα πακέτα (Frames)
 - Ελέγχει εάν κάθε πλαίσιο έχει ληφθεί σωστά
 - Φυσική Διευθυνσιοδότηση (Physical Addressing)
 - Στο κάθε πλαίσιο αναγράφονται οι διευθύνσεις των κόμβων (nodes) αφετηρίας και προορισμού του
 - Έλεγχος Πρόσβασης (Access Control)
 - Για συσκευές που συνδέονται στην ίδια γραμμή (link) ελέγχεται το ποια από όλες έχει την πρόσβαση στην γραμμή, την κάθε χρονική στιγμή

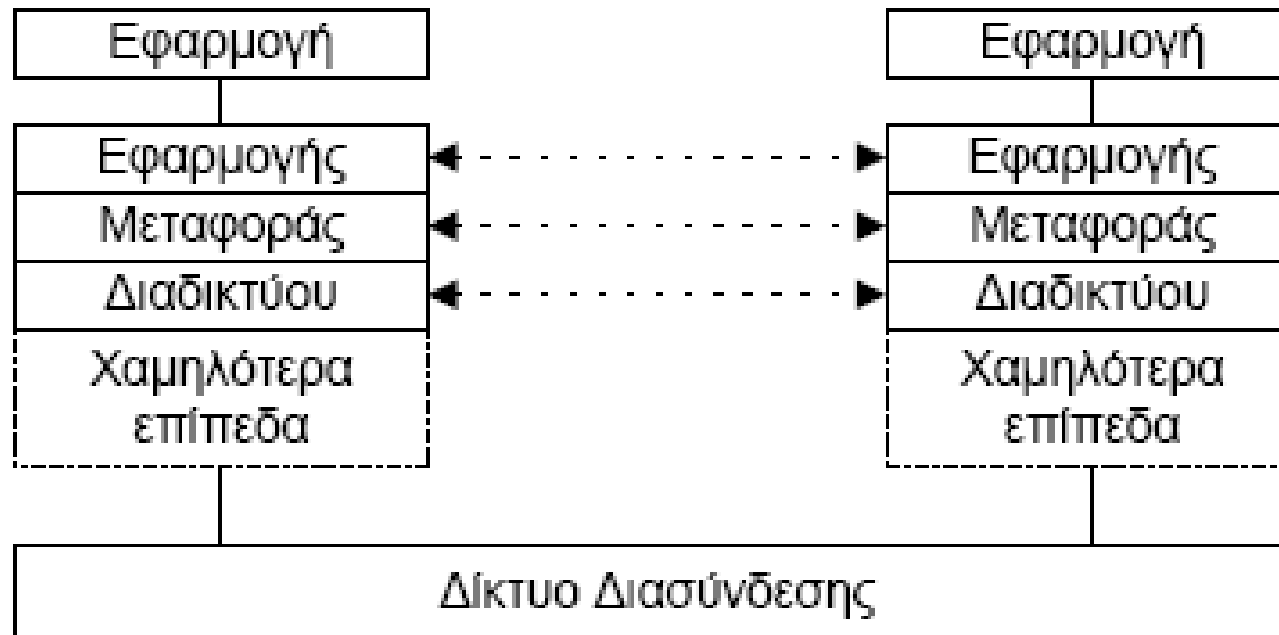
Μοντέλο Αναφοράς OSI

- Φυσικό Επίπεδο (physical layer)
 - Πρόκειται για το κατώτατο επίπεδο, το οποίο ασχολείται με τις φυσικές ιδιότητες του δικτύου
 - Μετάδοση των bits 0 & 1
 - Το φυσικό επίπεδο επιφορτίζεται με
 - Την μετατροπή των bits σε ηλεκτρικά ή οπτικά σήματα
 - Το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων
 - Τον συγχρονισμό πομπού και δέκτη

Μοντέλο Αναφοράς OSI

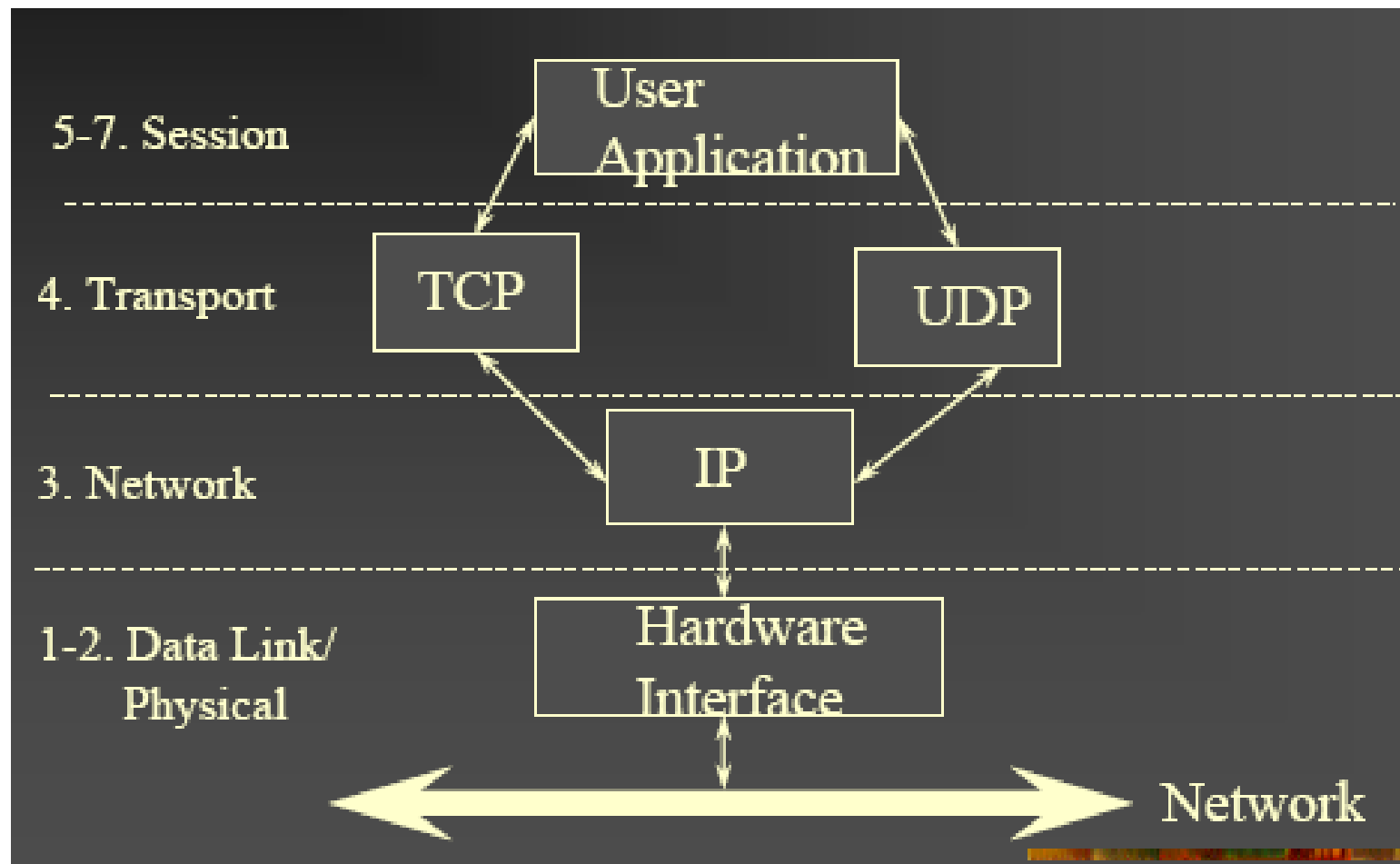
- Προβλήματα
 - Καθυστέρηση λόγω επεξεργασίας των μηνυμάτων σε πολλά επίπεδα
 - Στα δίκτυα ευρείας περιοχής, δεδομένου το χαμηλού μεγέθους μετάδοσης, η καθυστέρηση δεν είναι τόσο εμφανής
 - Στα τοπικά δίκτυα, όμως, η καθυστέρηση είναι εμφανής και για το λόγο αυτό τα κατακεκομημένα συστήματα τοπικών δικτύων χρησιμοποιούν μόνο ένα μέρος της στοίβας των πρωτοκόλλων

Μοντέλο Αναφοράς TCP/IP



- Προτάθηκε ως περιγραφή του διαδικτύου
 - Επίπεδο διαδικτύου: IP και πρωτόκολλα δρομολόγησης
 - Επίπεδο μεταφοράς: TCP ή UDP
 - Επίπεδο εφαρμογής: FTP, SMTP, HTTP, NNTP, TELNET
 - Τα κατώτερα επίπεδα εξαρτώνται από το συγκεκριμένο δίκτυο

Μοντέλο Αναφοράς TCP/IP



Μοντέλο Αναφοράς TCP/IP

- TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol)
 - Το IP αντιπροσωπεύει το στρώμα του δικτύου του μοντέλου OSI
 - Σε κάθε σύστημα δίνεται μια μοναδική διεύθυνση στο δίκτυο, εφ' όσον το σύστημα είναι συνδεδεμένο σε κάποιο LAN ή κάποιον WAN
 - Το TCP παρέχει υπηρεσίες μεταφοράς στο TCP/IP
 - Απαιτεί την επικοινωνία μεταξύ των δύο τμημάτων για να προσφέρει τις υπηρεσίες του
 - Εξασφαλίζει την μετάδοση των δεδομένων, την διόρθωση των σφαλμάτων και τον πλήρη έλεγχο κατά την διεργασία

Μοντέλο Αναφοράς TCP/IP

- Άλλα παραδείγματα

- Το FTP χρησιμοποιεί TCP για να παράσχει δυνατότητα μεταφοράς αρχείων σε εφαρμογές
 - Ο server του FTP περιμένει την έναρξη της επικοινωνίας με τον client του FTP, περιμένοντας την αίτηση του τελευταίου
 - Η μεταφορά των αρχείων μπορεί να πραγματοποιηθεί και από τις δυο κατευθύνσεις
- Το Telnet είναι μια εφαρμογή που χρησιμοποιεί TCP
 - Αποτελείται από δυο διαφορετικά τμήματα: τον client και τον server
 - Κάθε λειτουργικό σύστημα μπορεί να προσφέρει υποστήριξη για την υπηρεσία Telnet, επιτρέποντας σε έναν απόμακρο χρήστη να συνδεθεί και να χρησιμοποιήσει αυτή την μέθοδο

Επίπεδο Δικτύου - IP

- Μεταγωγή πακέτων

- Στη μεταγωγή πακέτων δεν δεσμεύονται πόροι του δικτύου προκαταβολικά
- Αντίθετα, οι διάφοροι σύνοδοι (Sessions) ανταγωνίζονται μεταξύ τους, για τη δέσμευση των πόρων
- Αυτό έχει ως συνέπεια, στους κόμβους των δικτύων να δημιουργούνται ουρές δεδομένων, ή ακόμα, κάποια από τα δεδομένα να απορρίπτονται

Επίπεδο Δικτύου - IP

■ Μεταγωγή πακέτων

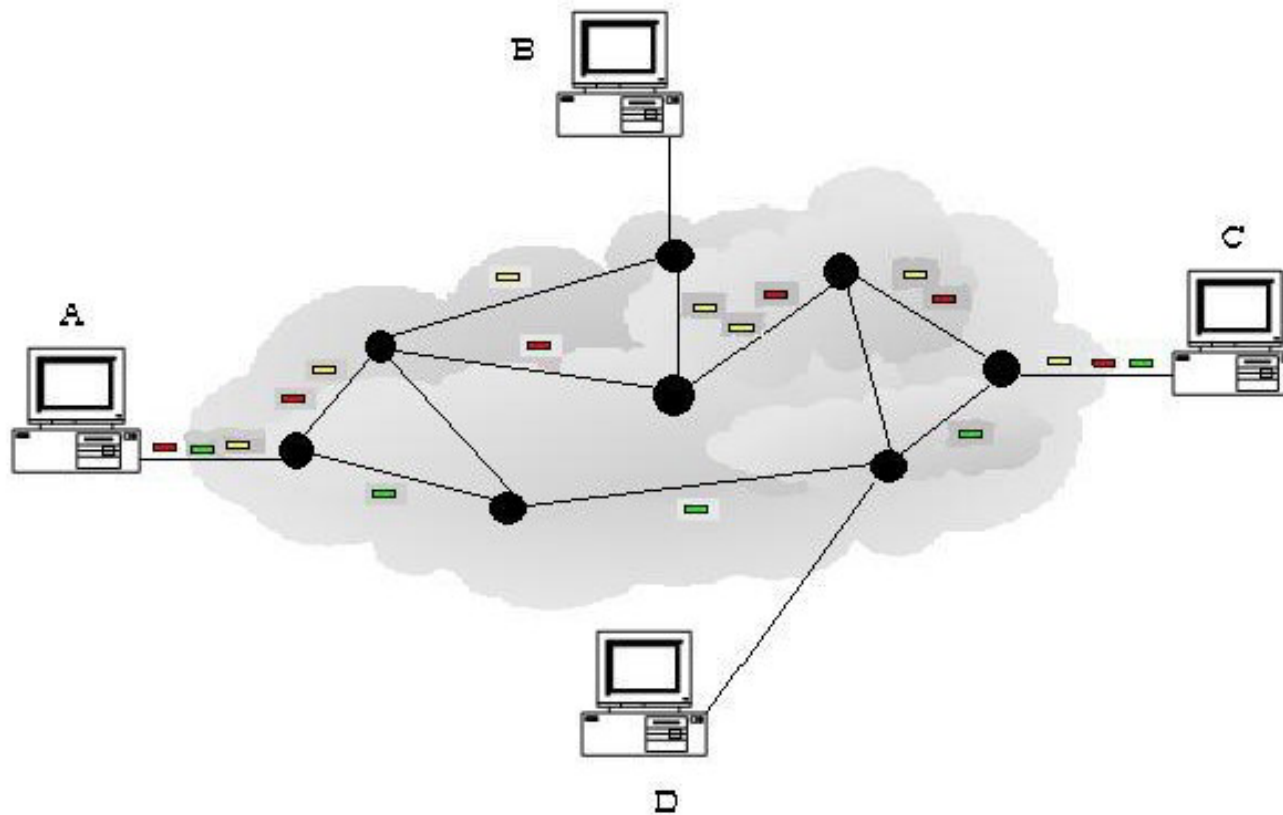
□ Προσέγγιση Αυτοδύναμων Πακέτων (Datagram Approach)

- Το δίκτυο χειρίζεται το κάθε πακέτο δεδομένων χωριστά, χωρίς να λαμβάνει υπόψη του αν κάποια πακέτα ανήκουν ή όχι στο ίδιο μήνυμα
- Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, τα πακέτα του ίδιου μηνύματος να φθάνουν στον προορισμό εκτός σειράς, δεδομένου ότι περνάνε από διαφορετικά μονοπάτια (paths).
- Το επίπεδο μεταφοράς είναι υπεύθυνο για την ταξινόμηση των εκτός σειράς πακέτων

□ Προσέγγιση Νοητού Κυκλώματος (Virtual Circuit Approach)

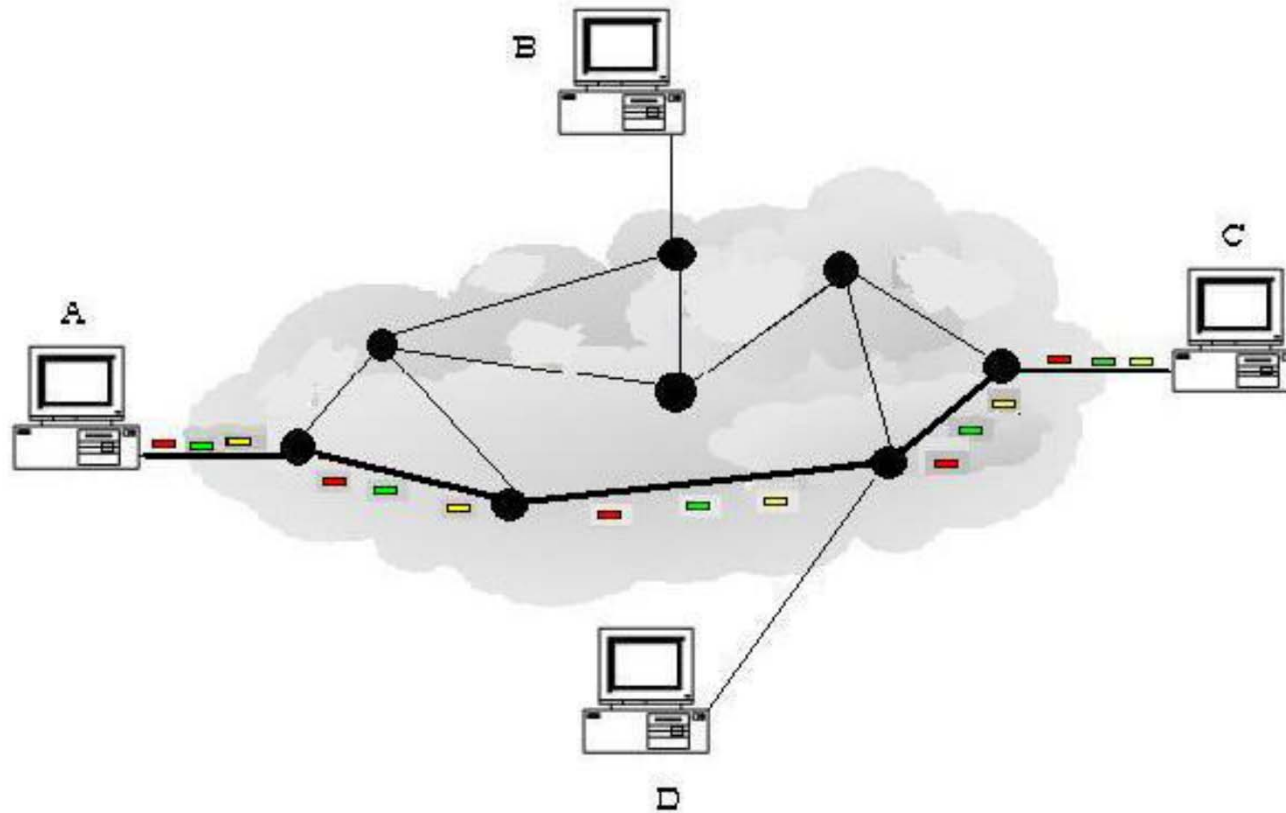
- Δημιουργείται ένας δρόμος (Route) μεταξύ των 2 τελικών συστημάτων
- Όλα τα πακέτα του μηνύματος ή της συνόδου (Session) ακολουθούν το δρόμο αυτό

Επίπεδο Δικτύου - IP



Εικόνα 18: Η προσέγγιση των αυτοδύναμων πακέτων

Επίπεδο Δικτύου - IP



Εικόνα 19: Η προσέγγιση νοητού κυκλώματος

Επίπεδο Δικτύου - IP

■ Δρομολόγηση

- Η δρομολόγηση είναι η βασικότερη λειτουργία που πραγματοποιείται στο επίπεδο δικτύου
 - Πρόκειται για την ικανότητα των κόμβων του δικτύου να αποφασίζουν, με βάση κάποια κριτήρια, σε ποια γραμμή εξόδου θα σταλεί το εισερχόμενο πακέτο
- Στην περίπτωση των αυτοδύναμων πακέτων (Datagrams), ο αλγόριθμος δρομολόγησης εφαρμόζεται στο καθένα ξεχωριστά
 - Στην περίπτωση νοητών κυκλωμάτων, ο αλγόριθμος δρομολόγησης εφαρμόζεται κατά την εγκατάσταση του νοητού κυκλώματος (Δρομολόγηση Συνόδου – Session Routing)
- Τα κριτήρια με βάση τα οποία γίνεται η δρομολόγηση χαρακτηρίζουν τους διάφορους αλγόριθμους
 - Όλοι, όμως, οι αλγόριθμοι δρομολόγησης πρέπει να διέπονται από κάποιες βασικές αρχές
- Οι δρομολογητές πρέπει να έχουν τη δυνατότητα, όποτε χρειάζεται, να μετατρέπουν τα πακέτα του ενός δικτύου σε πακέτα του άλλου

Επίπεδο Δικτύου - IP

■ Δρομολόγηση

- Στο Διαδίκτυο η δρομολόγηση χρειάζεται να είναι ιεραρχική
 - Δεν μπορούν να είναι όλοι οι δρομολογητές ίδιοι και στο ίδιο επίπεδο επειδή λόγω του μεγέθους του Διαδικτύου (αποτελείται από σχεδόν μισό δισεκατομμύριο hosts) είναι ουσιαστικά αδύνατο ο κάθε δρομολογητής να διατηρεί και να ανανεώνει ένα πίνακα δρομολόγησης με τις πιθανές διαδρομές για όλους τους άλλους δρομολογητές
 - Επίσης θα είχαμε μεγάλη σπατάλη πόρων αφού όλο το εύρος ζώνης θα καταναλωνόταν στην αποστολή αυτού του πίνακα δρομολόγησης

- Το Διαδίκτυο είναι χωρισμένο σε διάφορα αυτόνομα συστήματα (AS's)
 - Ο κάθε δρομολογητής μέσα στο αυτόνομο σύστημα χρειάζεται να ξέρει μόνο τους άλλους δρομολογητές του συστήματός του
 - Ένας από τους δρομολογητές του αυτόνομου συστήματος γνωρίζει κάποιους δρομολογητές άλλων συστημάτων

Επίπεδο Δικτύου - IP

■ Δρομολόγηση

- Στο Διαδίκτυο, για εξυπηρέτηση εφαρμογών που έχουν απαιτήσεις για ποιότητα υπηρεσίας, χρειάζεται να αναζητείται ένα μονοπάτι το οποίο να έχει αρκετούς πόρους έτσι ώστε να μπορεί να ικανοποιήσει τους περιορισμούς που θέτει η ανάγκη για ποιότητα υπηρεσίας
- Ένα τέτοιο μονοπάτι ονομάζεται εφικτό μονοπάτι (Feasible Path).
- Ένας αλγόριθμος δρομολόγησης που υποστηρίζει ποιότητα υπηρεσίας έχει σαν κύρια λειτουργία του να βρει ένα τέτοιο εφικτό μονοπάτι
- Αφού βρει τα διάφορα εφικτά μονοπάτια, ψάχνει να βρει αυτό με το λιγότερο κόστος
- Έτσι τελικά ένας αλγόριθμος δρομολόγησης με ποιότητα υπηρεσίας έχει σαν στόχο να βρεθεί το μονοπάτι με το λιγότερο κόστος μεταξύ όλων των εφικτών μονοπατιών

Επίπεδο Δικτύου - IP

■ Δρομολόγηση

- Ο αλγόριθμος RIP θεωρεί ότι το κάθε βήμα έχει κόστος = 1 και έτσι μετρά σαν κόστος διαδρομής τον αριθμό των hops
- Έχει σαν μέγιστο αριθμό hops τα 15
- Κάθε 30 δευτερόλεπτα γίνεται ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ γειτονικών κόμβων έτσι ώστε να μπορεί να γίνει ενημέρωση του πίνακα δρομολόγησης
- Αν σε ένα δρομολογητή περάσουν 180 δευτερόλεπτα χωρίς να πάρει μήνυμα από κάποιο γειτονικό του, τότε τον θεωρεί “νεκρό”

Επίπεδο Δικτύου - IP

- Πρωτόκολλο IP

- Σήμερα, οι διαδικτυακές ανάγκες του INTERNET καλύπτονται από την τέταρτη έκδοση του πρωτοκόλλου IP (IPv4)
- Οι αυξανόμενες, όμως, απαιτήσεις, εξαιτίας του αυξανόμενου αριθμού δικτύων στο INTERNET, θα οδηγήσουν στην αντικατάσταση του IPv4 από το IPv6
- Έτσι, ένα μεγαλύτερο εύρος διευθύνσεων θα μπορέσει να καλυφθεί (128 bits διευθυνσιοδότησης στο IPv6, σε αντίθεση με 32 bits στο IPv4)

Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP

- Το επίπεδο μεταφοράς εποπτεύει την μεταφορά των δεδομένων από το υπολογιστή του αποστολέα στο υπολογιστή του παραλήπτη
 - Δηλαδή την μεταφορά μεταξύ των δύο τελικών υπολογιστικών συστημάτων (end-to-end communication)
 - Προσφέρει δύο ειδών υπηρεσίες στο ανώτερο επίπεδο
 - α. Υπηρεσίες συνδεσμικού χαρακτήρα (TCP)
 - β. Υπηρεσίες ασυνδεσμικού χαρακτήρα (UDP)
 - Στις υπηρεσίες συνδεσμικού χαρακτήρα ο αποστολέας ειδοποιεί το παραλήπτη ότι ετοιμάζεται να στείλει δεδομένα, ώστε ο δεύτερος να είναι έτοιμος για την παραλαβή τους
 - Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως διαδικασία χαιρετισμού (handshaking) ανάμεσα στα δύο τελικά συστήματα επικοινωνίας (End Systems ή Hosts)
 - Όταν η διαδικασία χαιρετισμού ολοκληρωθεί, λέμε ότι μια 'σύνδεση' αποκαταστάθηκε ανάμεσα στους δύο κεντρικούς υπολογιστές που επικοινωνούν

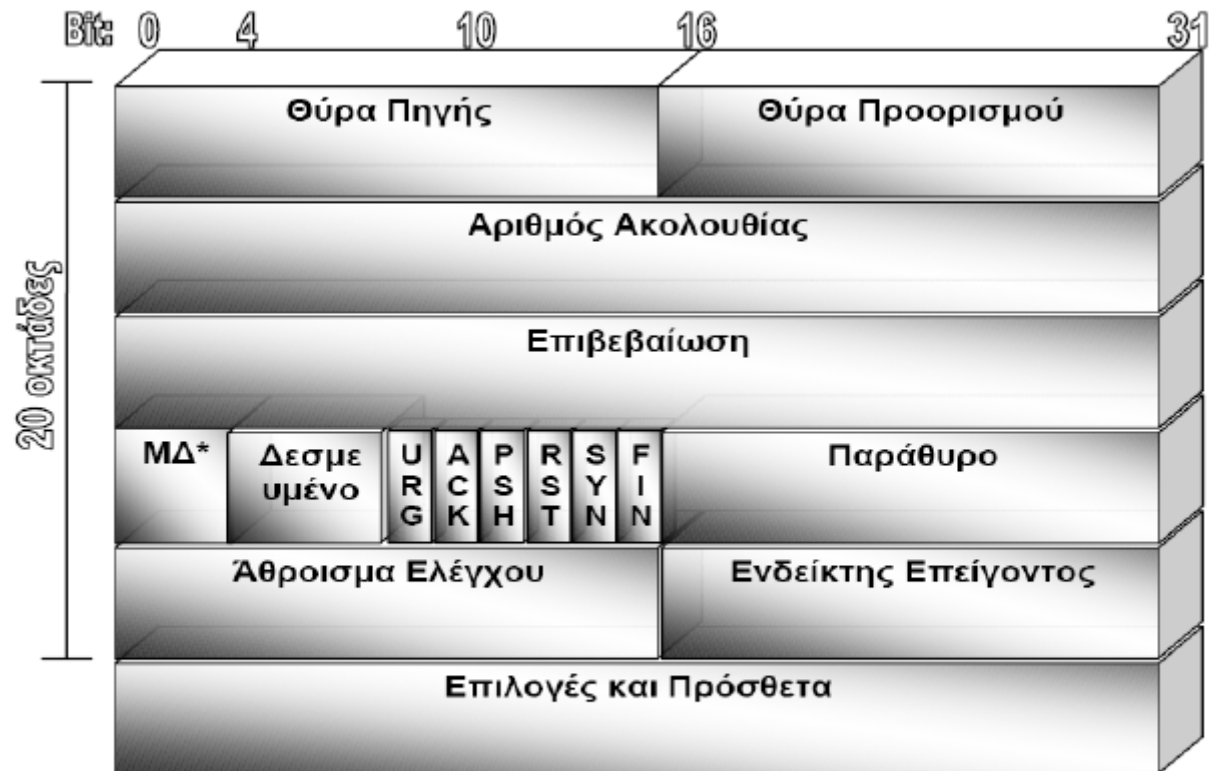
Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP

■ TCP

- Ο όρος ‘συνδεδεσμένου χαρακτήρα (connection-oriented)’ οφείλεται στο γεγονός ότι, στην πραγματικότητα δεν υπάρχει κάποια στενή σύνδεση μεταξύ των υπολογιστών, αλλά γίνεται μια συμφωνία για τον τρόπο μετάδοσης ανάμεσά τους

- Οι υπηρεσίες συνδεδεσμένου χαρακτήρα έχουν ως αντικειμενικό σκοπό:
 - **Αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων (Reliable Data Transfer)**
 - Η δυνατότητα να παραδίδονται στο παραλήπτη τα δεδομένα χωρίς να έχουν υποστεί σφάλματα (errors) και στην σωστή σειρά
 - **Έλεγχος ροής (Flow Control)**
 - Ο αποστολέας θα πρέπει να στέλνει τα δεδομένα με τέτοιο ρυθμό ώστε να μην κατακλύζεται από αυτά ένας ενδεχομένως αργός στην επεξεργασία τους παραλήπτης
 - **Έλεγχος συμφόρησης (Congestion Control)**
 - Τα δύο τελικά συστήματα που επικοινωνούν πρέπει να έχουν την δυνατότητα να ενημερώνονται για τυχόν συμφόρηση πακέτων δεδομένων στο Διαδίκτυο, ώστε να ελαττώνουν το ρυθμό αποστολής δεδομένων για να αποφεύγονται κρούσματα απώλειας κάποιων εξ αυτών

Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP



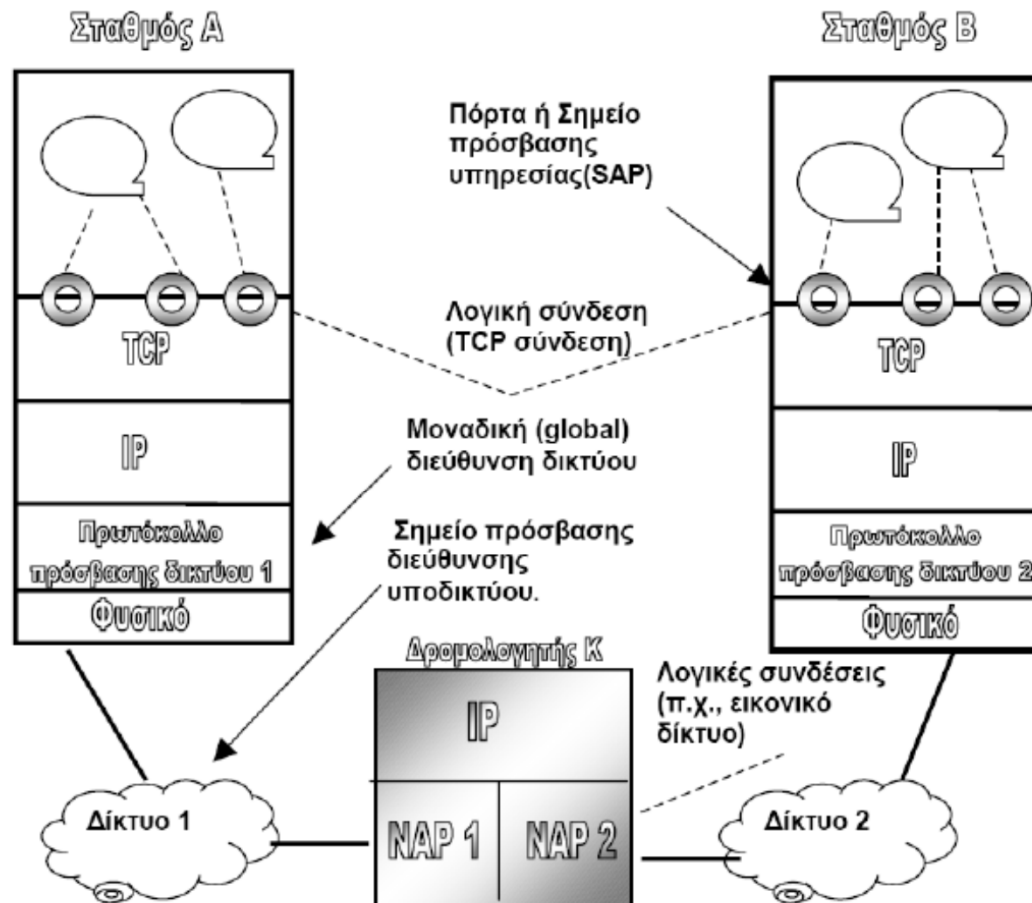
*ΜΔ: Μετατόπιση δεδομένων

Εικόνα 22: Η επικεφαλίδα του TCP

Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP

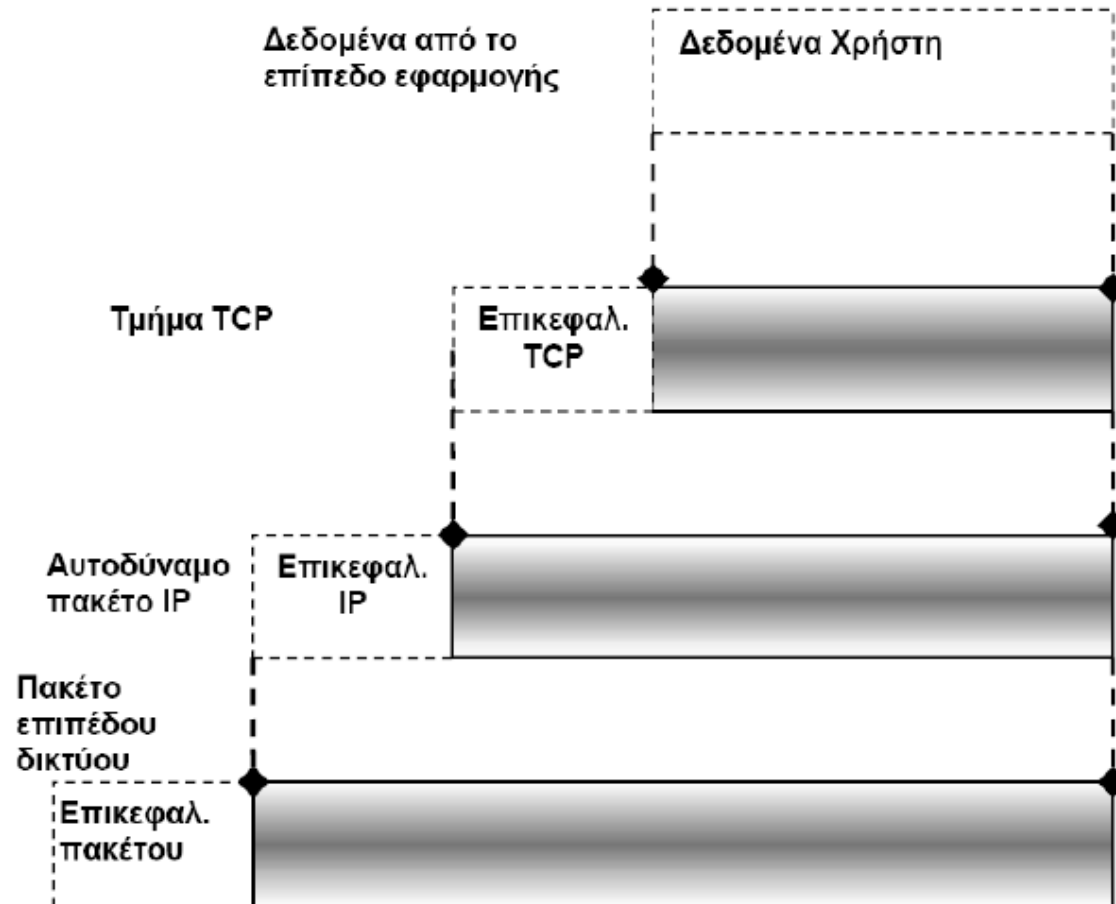
- Μεταφορά δεδομένων στο TCP/IP
 - Το πρωτόκολλο TCP υλοποιείται μόνο στους ακραίους υπολογιστές και παρακολουθεί και υποστηρίζει την μετακίνηση των πακέτων επιβεβαιώνοντας την αξιόπιστη μεταφορά τους στον προορισμό τους
 - Το πρωτόκολλο IP υλοποιείται σε όλα τα ακραία συστήματα και στους δρομολογητές προσφέροντας τη μεταφορά των μηνυμάτων από ένα χρήστη σε έναν άλλο μέσω των διαφόρων δρομολογητών
 - Χρησιμοποιούνται δύο επίπεδα διευθύνσεων (IP/port)

Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP



Εικόνα 23: Παράδειγμα λειτουργίας της αρχιτεκτονικής TCP/IP

Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP

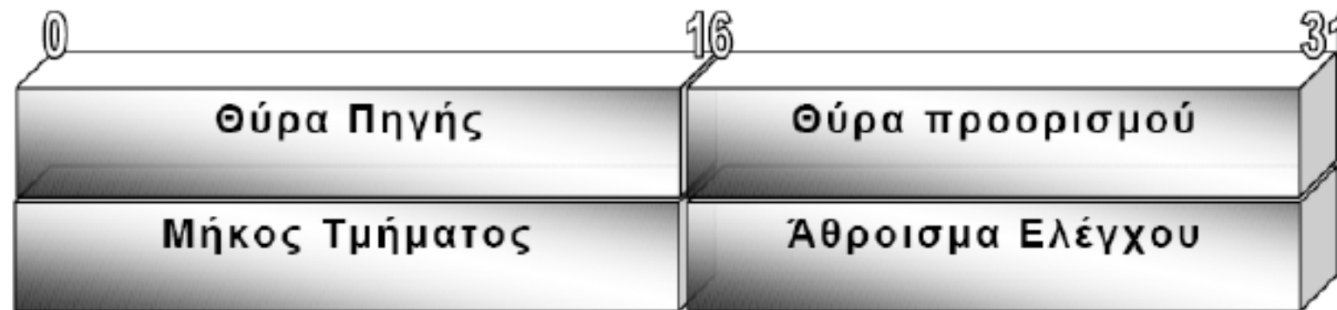


Εικόνα 24: Διαδικασία σχηματισμού πακέτων στο TCP/IP

Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP

- UDP (User Datagram Protocol)
 - Εκτός από το TCP – το οποίο παρέχει αξιόπιστη μεταφορά – στο επίπεδο μεταφοράς υπάρχει και το UDP (Πρωτόκολλο Αυτοδύναμου Πακέτου Χρήστη)
 - Προσφέρει υπηρεσία χωρίς σύνδεση (connectionless) και δεν προσφέρει καμία εγγύηση για την ακεραία μεταφορά δεδομένων, τη διασφάλιση της μεταφοράς σε σειρά ή την προστασία από μεταφορά διπλών πακέτων
 - Ωστόσο το UDP προσφέρει μια «ελαφριά» και «γρήγορη» λύση σε σύγκριση με το TCP, για εφαρμογές που θέλουν γρήγορους μηχανισμούς χωρίς μεγάλες καθυστερήσεις αλλά και χωρίς μεγάλες απαιτήσεις ποιότητας
 - Τέτοιες εφαρμογές είναι π.χ. το SNMP (Simple Network Management Protocol) το οποίο χρησιμοποιείται για τη μεταφορά πληροφορίας διαχείρισης δικτύου στο TCP/IP
 - Επίσης το UDP είναι ιδιαίτερα αποδοτικό σε πολυμεσικές εφαρμογές όταν η υψηλή ποιότητα ήχου και εικόνας δεν αποτελούν βασική προϋπόθεση για τον χρήστη

Επίπεδο Μεταφοράς – TCP/UDP



Εικόνα 25: Η επικεφαλίδα του UDP