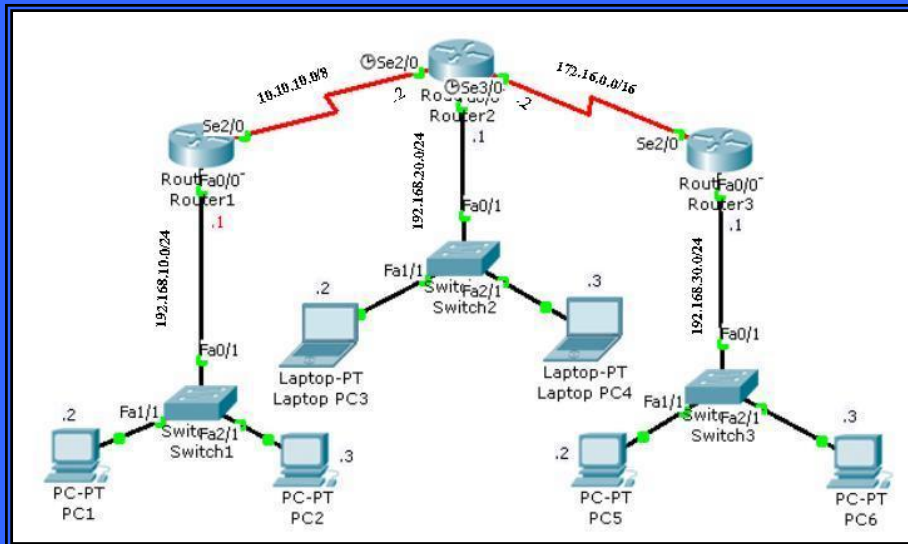



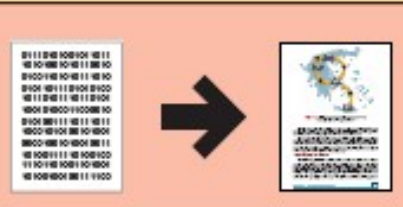

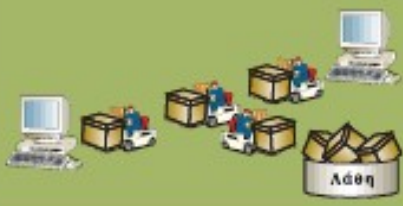


ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΔΙΚΤΥΩΝ

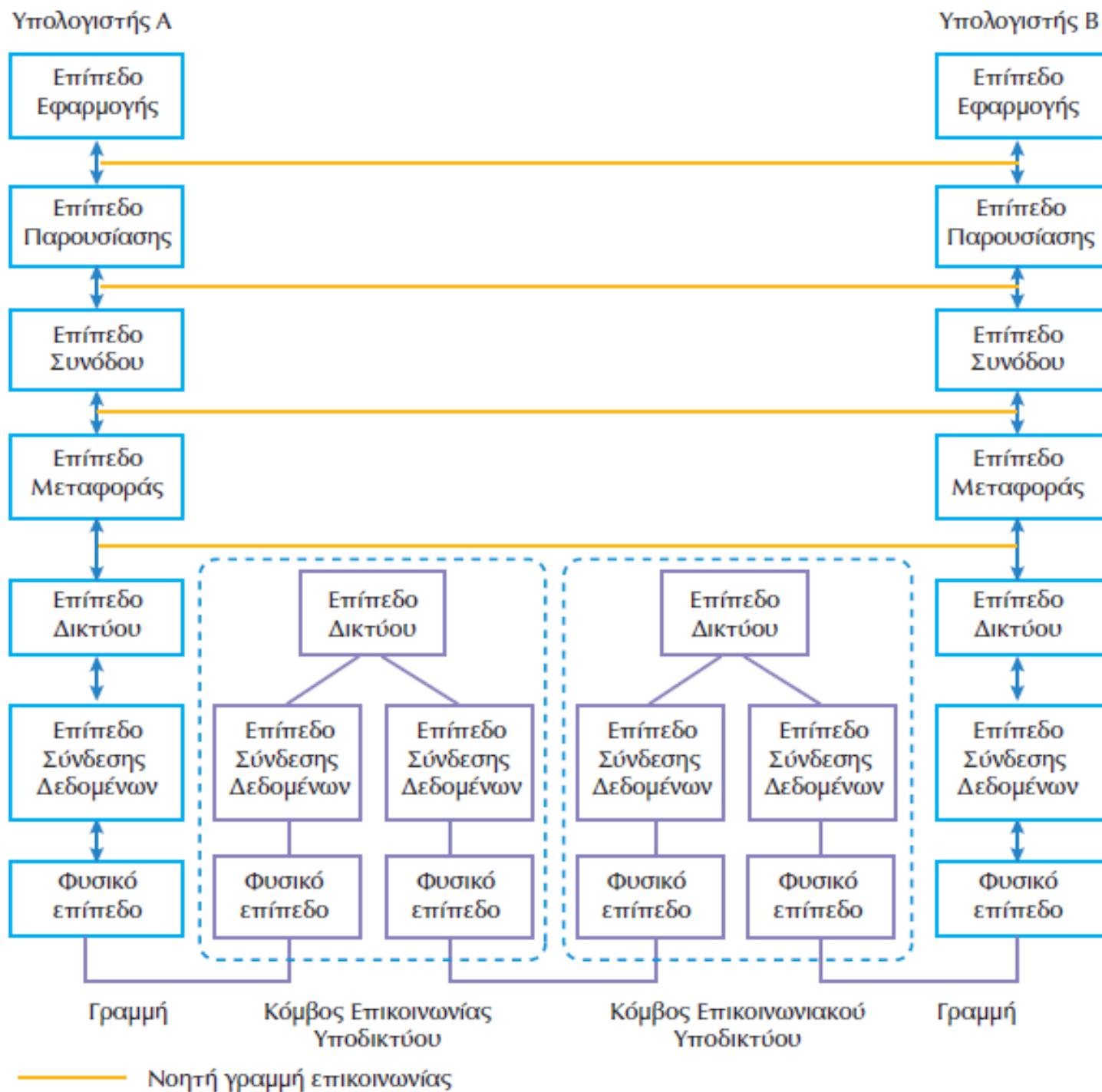
ΜΑΡΤΙΟΣ – ΜΑΙΟΣ 2010



ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ

ΑΜΠΑΡΙΩΤΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ
ΓΙΑΜΜΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ
ΛΕΒΑΝΤΗΣ ΟΔΥΣΣΕΑΣ
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΜΑΡΙΟΣ
ΨΙΑΧΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

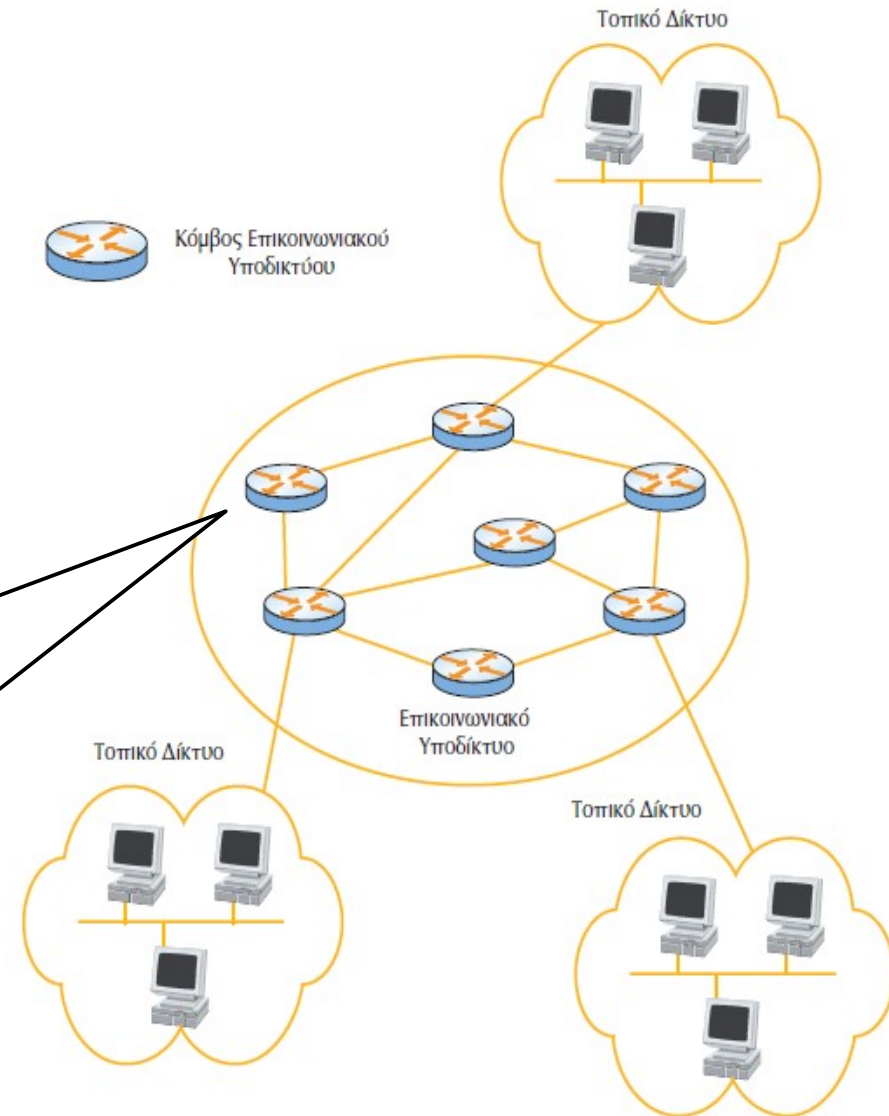
Λογισμικό	Δεδομένα	<p>Επίπεδο Εφαρμογής Παρέχει στους χρήστες πρόσβαση στις υπηρεσίες δικτύων.</p> 
		<p>Επίπεδο Παρουσίασης Φροντίζει για την κατάλληλη αναπαράσταση των δεδομένων.</p> 
		<p>Επίπεδο Συνόδου Ελέγχει τη διαδικασία της επικοινωνίας, εγκαθιστά, διαχειρίζεται και τερματίζει τις συνδέσεις.</p> 
	Πακέτο	<p>Επίπεδο Μεταφοράς Φροντίζει για την αξιόπιστη μεταφορά δεδομένων, για τον από άκρη έλεγχο λαθών και για τον έλεγχο ροής.</p> 
	Υλικό	Πακέτο
Πλαίσιο		<p>Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων Εξασφαλίζει την αξιόπιστη μεταφορά πληροφορίας στη φυσική γραμμή σύνδεσης. Μεταδίδει πλαίσια με τον κατάλληλο συγχρονισμό, έλεγχο λαθών και έλεγχο ροής.</p> 
Bit		<p>Φυσικό Επίπεδο Ασχολείται με θέματα καλωδίωσης και φυσικής μετάδοσης των bits.</p> 



Σχήμα 7-1 Αρχιτεκτονική του μοντέλου του OSI

Επίπεδο δικτύου

- Συνεργασία όλων των οντοτήτων επίπεδου δικτύου, των κόμβων που παρεμβάλλονται μεταξύ πηγής και προορισμού.
- Η συνεργασία φτάνει μέχρι το επίπεδο δικτύου (OSI).

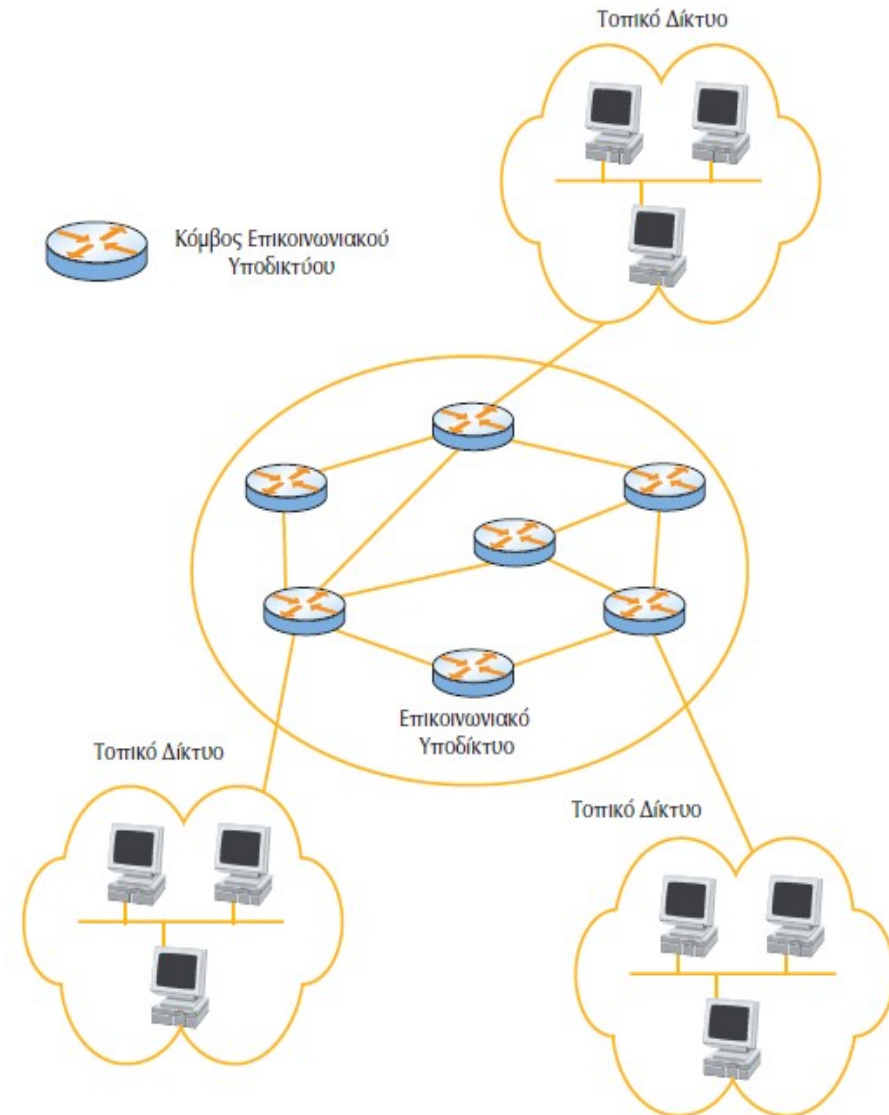


Σχήμα 7-2 Γενική εικόνα δικτύου υπολογιστών

Επίπεδο δικτύου: επικοινωνιακό υποδίκτυο

Επικοινωνιακό υποδίκτυο: σύνολο όλων των ενδιάμεσων κόμβων που εξασφαλίζουν την επικοινωνία.

- Γίνεται η μεταφορά των πακέτων από την πηγή στον προορισμό.
- Λογικός διαχωρισμός μεταξύ καθαρά επικοινωνιακών θεμάτων => αρμοδιότητα επικοινωνιακού υποδικτύου.
- Επίπεδο δικτύου: καθορίζει την διαδρομή του πακέτου μέχρι να φτάσει στον επόμενο κόμβο \leq πληροφορία τοπολογίας δικτύου, κατάσταση γραμμών.



Σχήμα 7-2 Γενική εικόνα δικτύου υπολογιστών

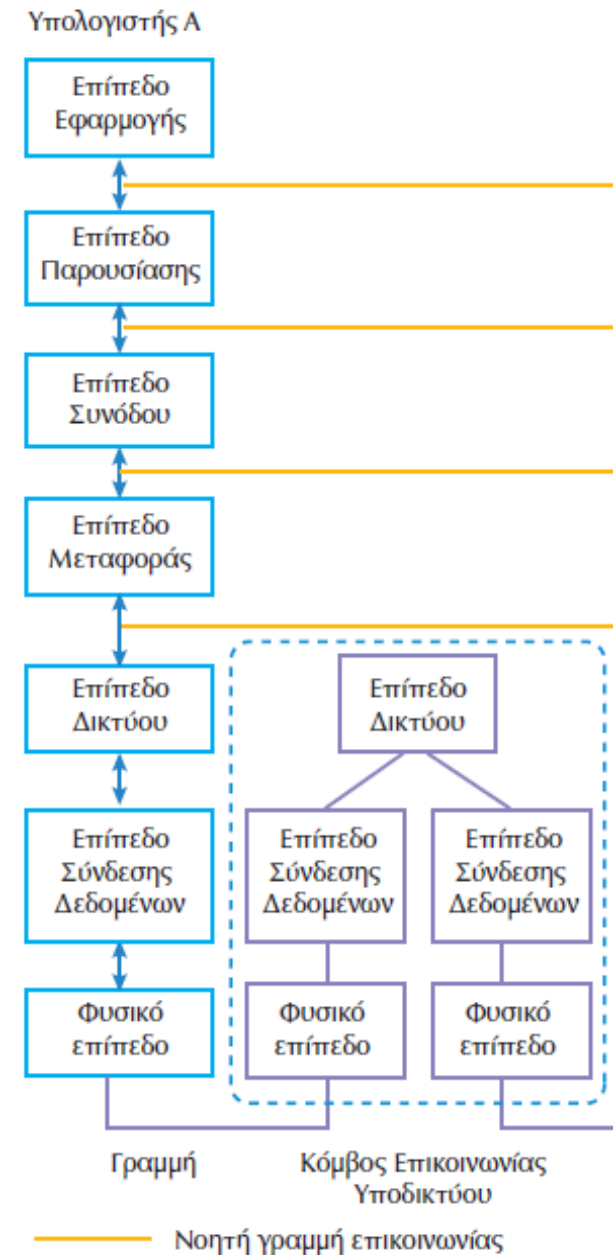
Επίπεδο δικτύου: επικοινωνιακό υποδίκτυο

Υπηρεσίες επίπεδου δικτύου -> επίπεδο μεταφοράς.

- Υπηρεσίες χωρίς σύνδεση.
- Υπηρεσίες προσανατολισμένες σε σύνδεση.

Εσωτερική οργάνωση επικοινωνιακού υποδικτύου:

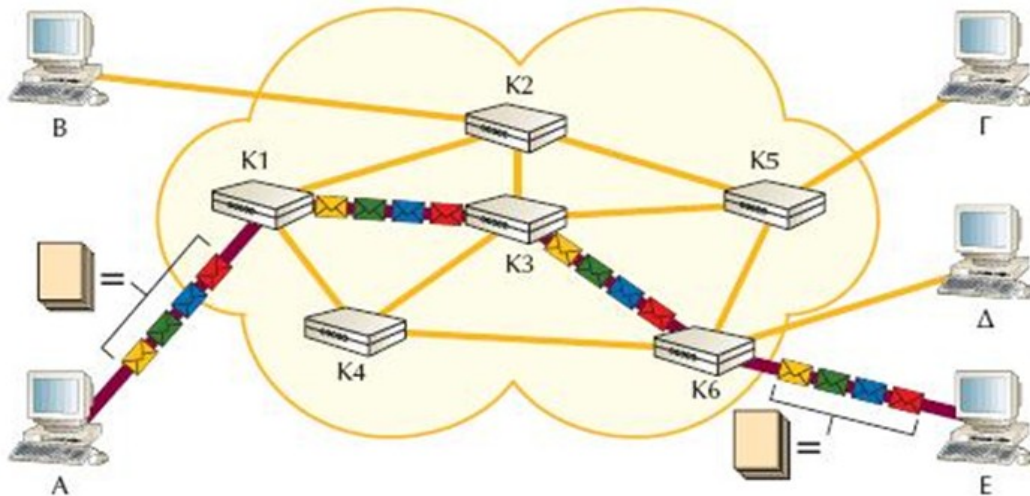
- Νοητά κυκλώματα (Virtual Circuits VCs)
- Αυτοδύναμα πακέτα (datagrams).



Επίπεδο δικτύου: επικοινωνιακό υποδίκτυο – Νοητά κυκλώματα

Νοητά κυκλώματα - VCs (υπηρεσία σύνδεσης):

- Όλες οι αποφάσεις που αφορούν την διαδρομή, δηλαδή θα ακολουθήσουν τα πακέτα, λαμβάνονται στην εγκατάσταση της σύνδεσης => όλα τα πακέτα ακολουθούν τον ίδιο δρόμο.
- Οι κόμβοι του επικοινωνιακού υποδικτύου θυμούνται σε ποιον κόμβο θα προωθήσουν τα πακέτα της ίδιας σύνδεσης.



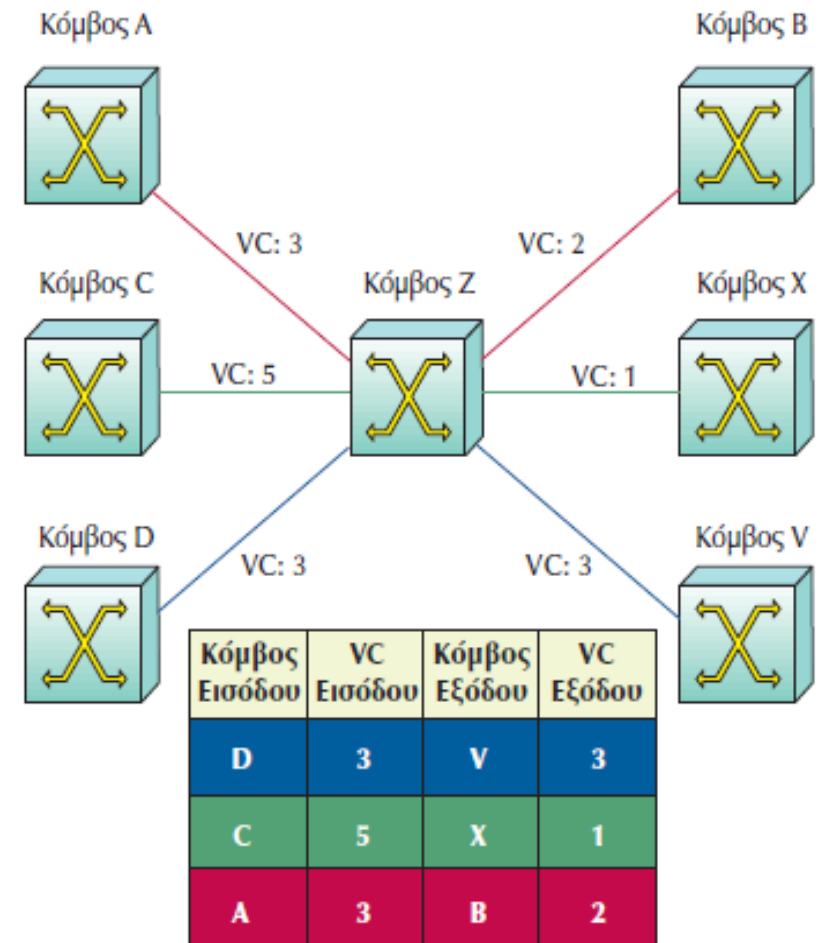
Επίπεδο δικτύου: επικοινωνιακό υποδίκτυο

– Νοητά κυκλώματα

Ο κάθε κόμβος του επικοινωνιακού υποδικτύου διατηρεί ένα πίνακα με μία καταχώρηση για κάθε νοητό κύκλωμα:

- Αριθμό εισερχόμενου νοητού κυκλώματος.
- Γραμμή εισόδου.
- Αριθμός εξερχόμενου νοητού κυκλώματος.
- Γραμμή εξόδου.

Αναγνωριστικός αριθμός νοητού κυκλώματος στην εγκατάσταση σύνδεσης.

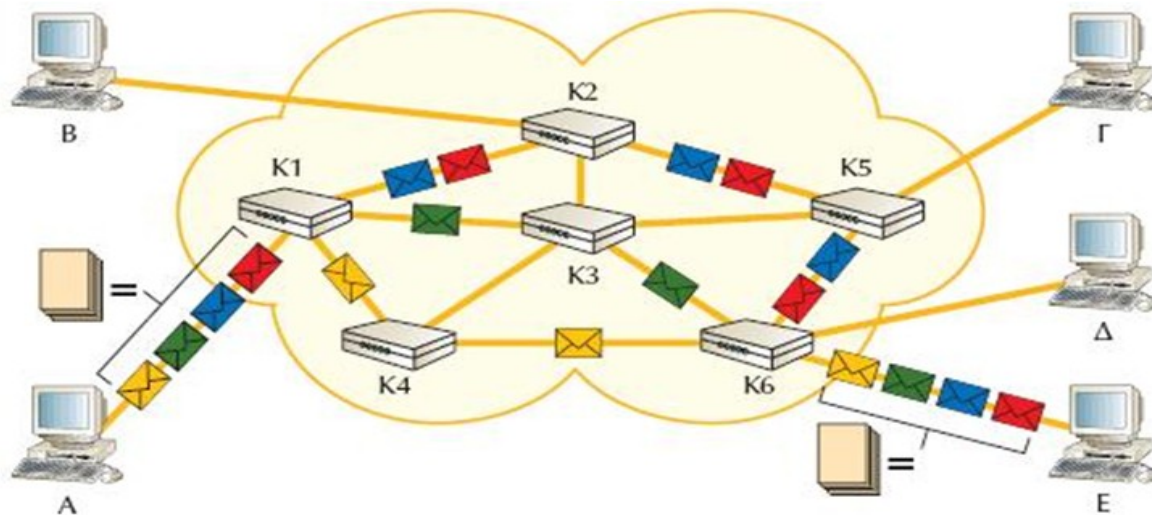


Πίνακας Νοητών Κυκλωμάτων Κόμβου Z

Σχήμα 7-3 Λειτουργία νοητών κυκλωμάτων

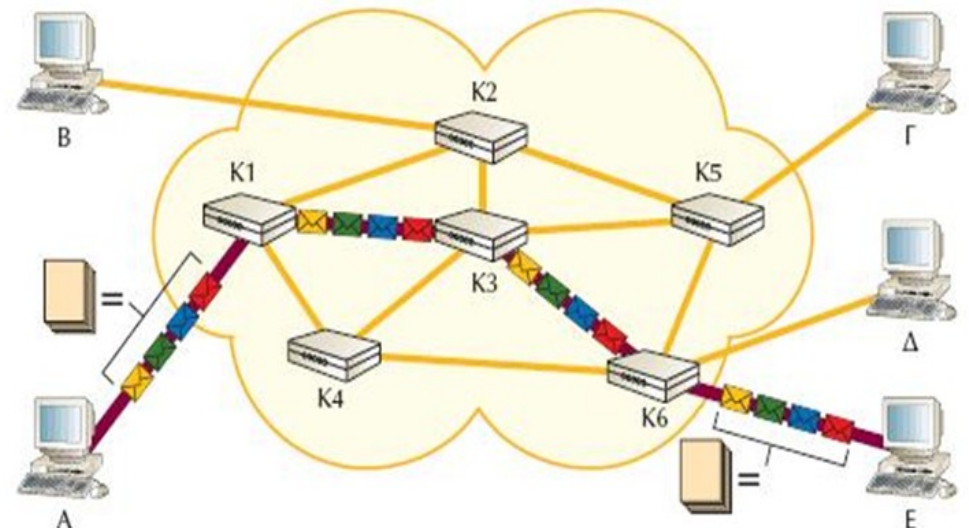
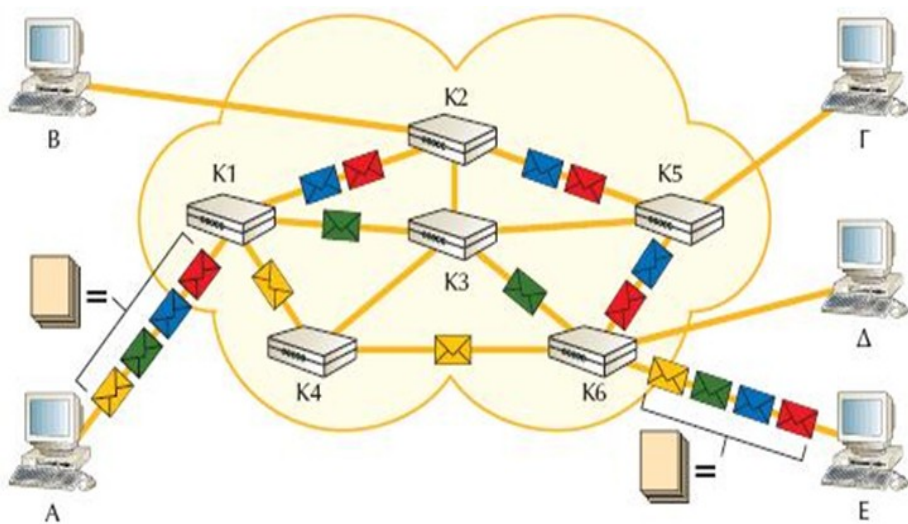
Επίπεδο δικτύου: επικοινωνιακό υποδίκτυο – Αυτοδύναμα πακέτα

Το κάθε πακέτο ακολουθεί την δική του διαδρομή. Οι κόμβοι διατηρούν πίνακες, που προσδιορίζουν σε ποια γραμμή (κόμβο) πρέπει να σταλθεί το πακέτο για κάθε πιθανό προορισμό.



Οργάνωση επικοινωνιακού υποδικτύου => υπηρεσίες

ΠΡΟΣΟΧΗ: Ανεξάρτητα τον τρόπο οργάνωσης του επικοινωνιακού υποδικτύου (νοητά κυκλώματα ή αυτοδύναμα πακέτα) προσφέρεται στο επίπεδο μεταφοράς 2 υπηρεσίες: με σύνδεση και χωρίς σύνδεση.

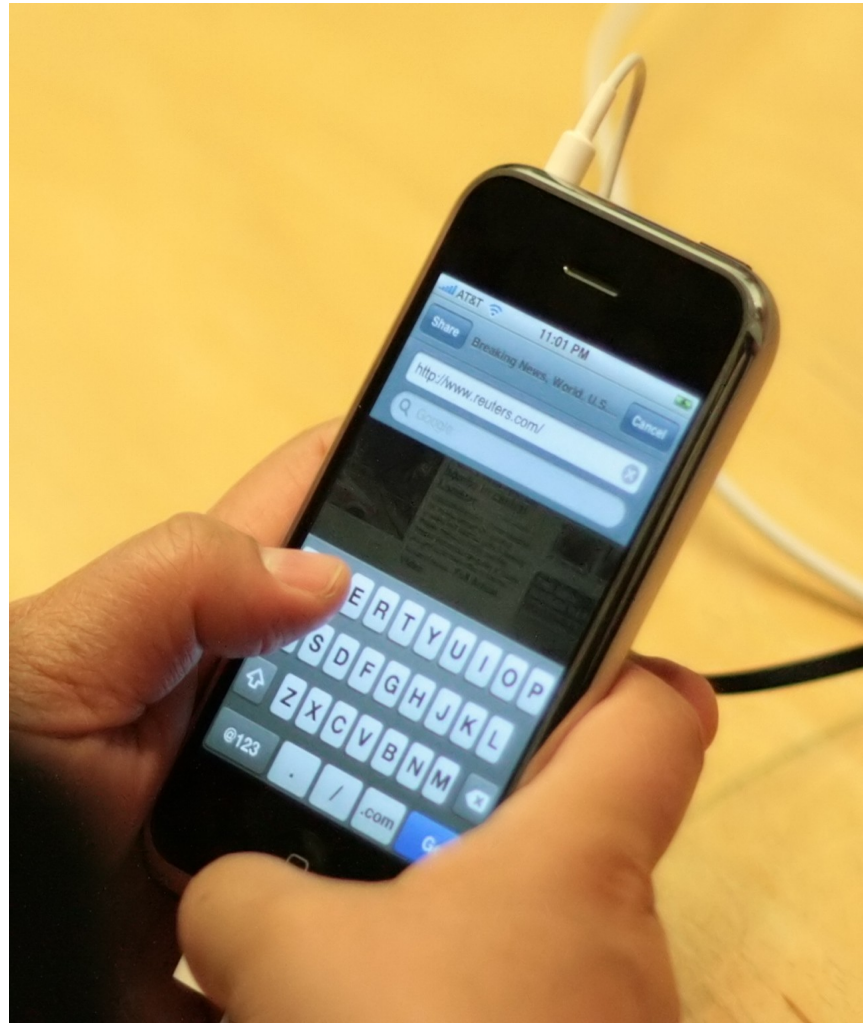


Τι είναι το TCP/IP;

TCP/IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol
ή Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης / Πρωτόκολλο
Διαδικτύου ή καλύτερα τεχνολογία TCP/IP ή τεχνολογία
Διαδικτύου (internet).

Το TCP/IP είναι ανοικτό πρωτόκολλο το οποίο υιοθέτησαν πολλοί κατασκευαστές υλικού και χρησιμοποιείται για την δικτύωση συσκευών στο διαδίκτυο. Ένα κινητό τηλέφωνο που τρέχει το λογισμό της Apple (iPhone) μπορεί να επικοινωνήσει (μέσω internet) με ένα άλλο που τρέχει το Android – (linux της google για κινητά – π.χ. Κάποια μοντέλα κινητών HTC) και αυτά να επικοινωνήσουν με ένα υπολογιστή που τρέχει Windows ή Linux ή Mac OS.

Κινητό με Android (linux), κινητό με λογισμικό Apple (iPhone), PC με debian linux, PC με MS Windows Tablet επικοινωνούν μέσω internet με το πρωτόκολλο TCP/IP



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Android_home.png

http://en.wikipedia.org/wiki/File:IPhone_keyboard_unblurred.jpg

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Asus_eeePC_4G_with_Debian_in_greek_fosscomm1.jpg

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tablet.jpg>

Σχέση OSI με TCP/IP

Μοντέλο OSI



Μοντέλο TCP/IP (Internet)



Σχέση OSI με TCP/IP

- Το OSI και το TCP/IP αναπτύχθηκαν παράλληλα.
- Πλήρη αντιστοιχία υπάρχει (OSI - TCP/IP) στο επίπεδο δικτύου και μεταφοράς.
- Το TCP/IP υλοποιεί πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση δεδομένων, έτσι το *Επίπεδο Σύνδεση Δεδομένων & Φυσικό Επίπεδο (OSI)* **=== γίνεται ένα επίπεδο ===>** *Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου (TCP/IP)* (υλοποιείται σε ένα ευφυή ελεγκτή δηλαδή την κάρτα δικτύου μας).

TCP/IP ή απλούστερα τεχνολογία διαδικτύου

Το πρωτόκολλο TCP/IP είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας η οποία περιλαμβάνει πλήθος άλλων πρωτοκόλλων όπως:

- **HTTP** (hypertext transfer protocol – πρωτόκολλο για μεταφορά σελίδες υπερκειμένου ή απλά σελίδων www).
- **FTP** (file transfer protocol – πρωτόκολλο για μεταφορά αρχείων).
- **SMTP** (simple mail transfer protocol – πρωτόκολλο για μεταφορά emails).

Σημείωση τα παραπάνω πρωτόκολλα είναι πρωτόκολλα επιπέδου εφαρμογής (1ο Επίπεδο στο OSI – TCP/IP).

intranet -> Internet

Ιδιωτικά δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο TCP/IP ονομάζονται διαδίκτυα - intranets.

Διαδίκτυο (με 'Δ' κεφαλαίο γράμμα) – internet είναι το μεγαλύτερο δίκτυο στο κόσμο με εκατομμύρια Η/Υ συνδεδεμένους σε όλους του ηπείρους και η λειτουργία τους βασίζεται στο πρωτόκολλο TCP/IP.

Ιστορία του διαδικτύου

Μέσα δεκαετίας 60: Δημιουργία του Διαδικτύου από την Υπηρεσία Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων του Υπουργείου Άμυνας της ΗΠΑ (ARPA: Advanced Research Project Agency). Σχεδιάστηκε ώστε να επικοινωνούν υπολογιστές διαφορετικών αρχιτεκτονικών / κατασκευαστών. Σχεδιάστηκε ώστε να λειτουργεί και κάτω από συνθήκες πολέμου (υπήρχε φόβος επίθεσης με πυρηνικά από την Κούβα).

1971: Το 1971 το ARPANET τίθεται σε λειτουργία με υπηρεσίες μεταφοράς αρχείων, απομακρυσμένης σύνδεσης.

1974: TCP/IP, αρχιτεκτονική δρομολογητών.

1982: Το TCP/IP καθιερώνεται ως βασικό πρωτόκολλο.

Το ARPANET δικτύωσε πανεπιστήμια και ερευνητικά κέντρα, εταιρίες και χρήστες και καθιερώθηκε ως Διαδίκτυο (Internet).

Πρωτόκολλα TCP/IP

Στο επίπεδο εφαρμογής, δηλαδή πάνω από το το TCP και το IP βρίσκονται οι υπηρεσίες και τα πρωτόκολλα εφαρμογής. Αυτά τα πρωτόκολλα είναι φτιαγμένα ώστε να χρησιμοποιούν για την επικοινωνία τους τα πρωτόκολλα **Ελέγχου Μετάδοσης (TCP)** ή **Αυτοδύναμων Πακέτων Χρήστη** (User Datagram Protocol UDP) στο επίπεδο μεταφοράς, και τα **πρωτόκολλα Διαδικτύου (IP)** και **Μηνύματος Ελέγχου** Διαδικτύου (Internet Control Message Protocol **ICMP**) στο επίπεδο δικτύου.

	Εφαρμογές	Εφαρμογές
Επίπεδο Εφαρμογής	(Telnet, FTP, SMTP)	(TFTP)
Επίπεδο Μεταφοράς	TCP	UDP
Επίπεδο Δικτύου	IP / ICMP	

Σχήμα 7-5 Στοίβα πρωτοκόλλων του μοντέλου TCP/IP

Πρωτόκολλα TCP/IP

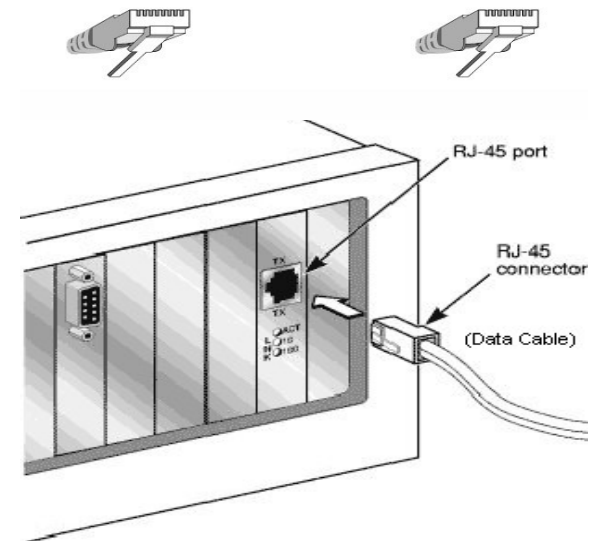
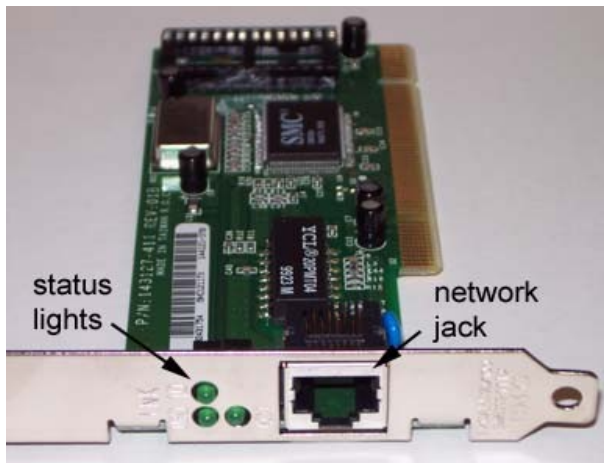
Το πρωτόκολλο TCP/IP είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας η οποία περιλαμβάνει πλήθος άλλων πρωτοκόλλων όπως:

- **Telnet** (Telecommunications Network – απομακρυσμένη σύνδεση και χειρισμό (σε περιβάλλον γραμμών εντολών) ενός υπολογιστή από ένα άλλο. Σήμερα έχει αντικατασταθεί από το ssh (Secure Shell)):
- **FTP** (file transfer protocol – πρωτόκολλο για μεταφορά αρχείων).
- **SMTP** (simple mail transfer protocol – πρωτόκολλο για μεταφορά emails).
- **TFTP** (Trivial FTP – πρωτόκολλο όπως το ftp αλλά με μικρότερες δυνατότητες).

Στα windows μπορούμε να ανοίξουμε το telnet / ftp μέσω του command line ή εκτελώντας Έναρξη -> Εκτέλεση -> telnet.exe / ftp.exe

Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου

Πρόσβαση στο φυσικό μέσο, στο οποίο μεταδίδεται η πληροφορία με μορφή πακέτων και αντιπροσωπεύει το χαμηλότερο λογικό επίπεδο λειτουργικότητας.. καλώδια, αναμεταδότες, κάρτες δικτύου, πρωτόκολλα πρόσβασης τοπικών δικτύων.



Μοντέλο TCP/IP (Internet)



Επίπεδο Δικτύου

Υπεύθυνο για την μετάδοση στο φυσικό δίκτυο των πακέτων που δημιουργούνται από το TCP/UDP (Επίπεδο Μεταφοράς). Χρησιμοποιείται το IP ή πρωτόκολλο Διαδικτύου. Παροχή λογικών διευθύνσεων (γνωστών IP διευθύνσεων) στα σημεία διεπαφής με το φυσικό δίκτυο (δηλ. Συσκευής που διαθέτεις την δικής διεύθυνση).

Αντιστοιχίζει λογικές (IP) με φυσικές διευθύνσεις.

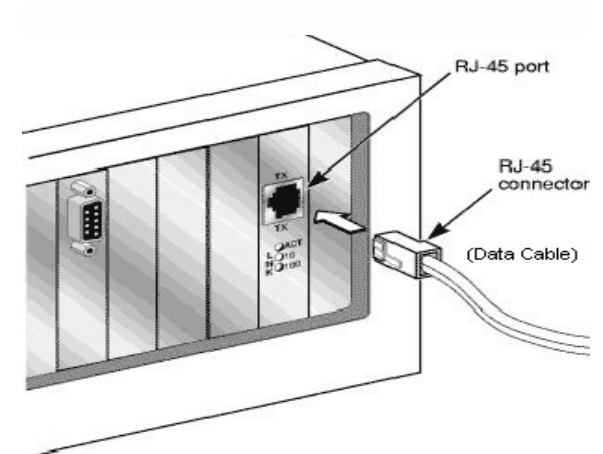
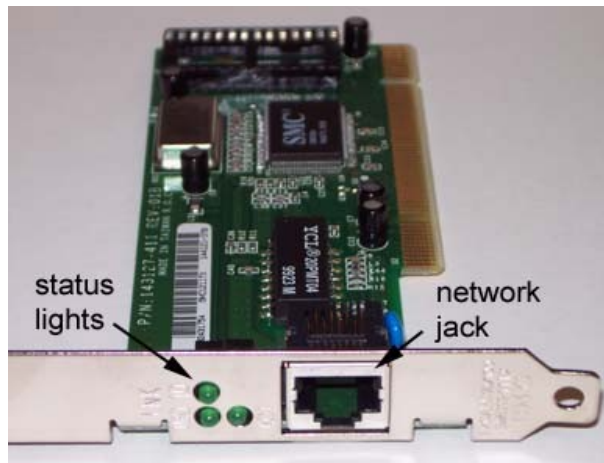
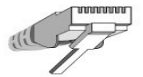
Μοντέλο TCP/IP (Internet)

Επίπεδο Εφαρμογής

Επίπεδο Μεταφοράς

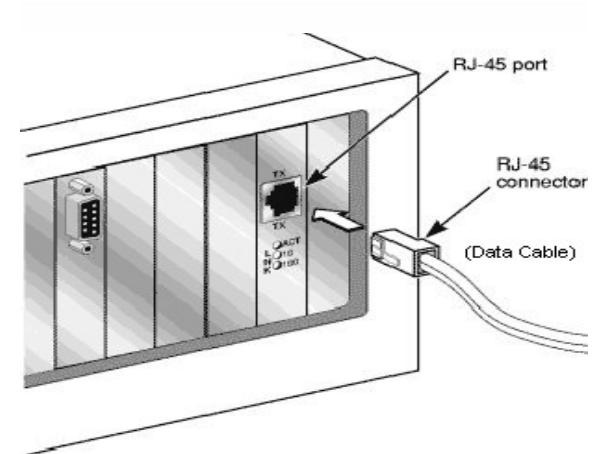
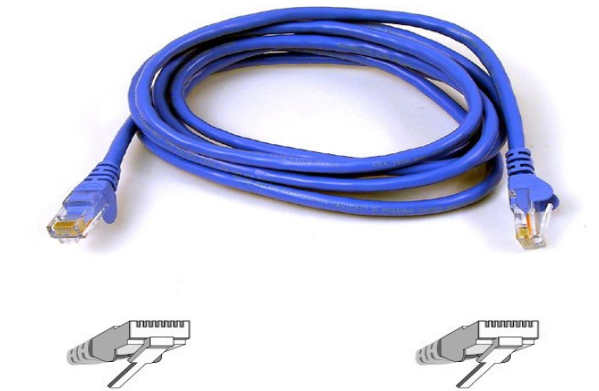
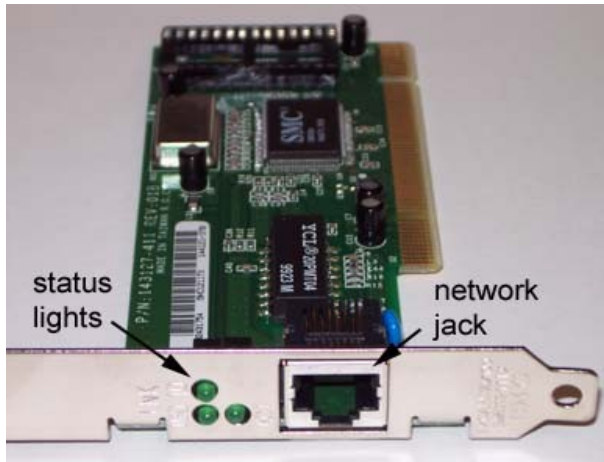
Επίπεδο Δικτύου

Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου
(Φυσικές Συνδέσεις)



Επίπεδο Δικτύου

Φυσική διεύθυνση: Κάθε συσκευή έχει δυνατότητα να διαθέτει μια διεύθυνση IP (π.χ. μια κάρτα δικτύου Η/Υ), έχει επίσης και ένα μοναδικό χαρακτηριστικό αναγνωριστικό αριθμό, την φυσική διεύθυνση ή **διεύθυνση MAC** ή οποία δίνεται από το κατασκευαστή της και είναι σταθερή.



Μοντέλο TCP/IP (Internet)

Επίπεδο Εφαρμογής

Επίπεδο Μεταφοράς

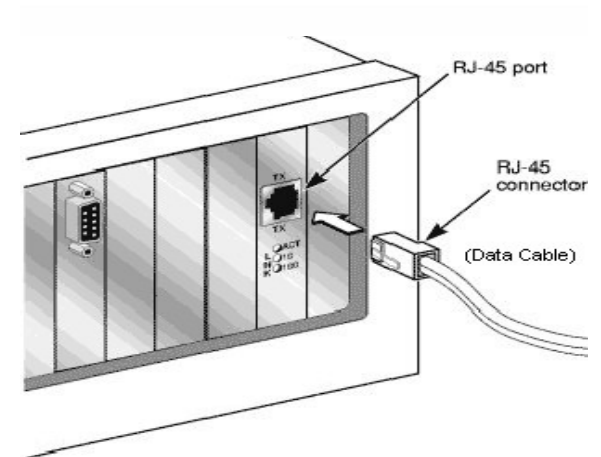
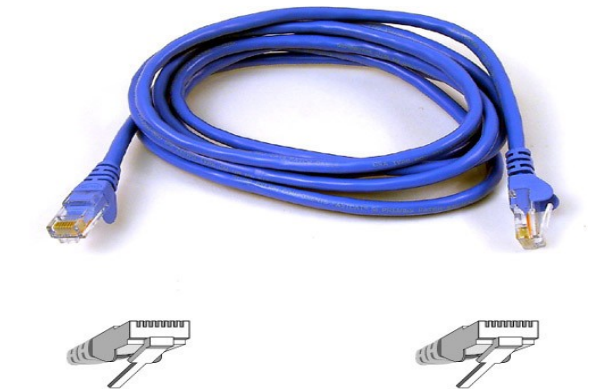
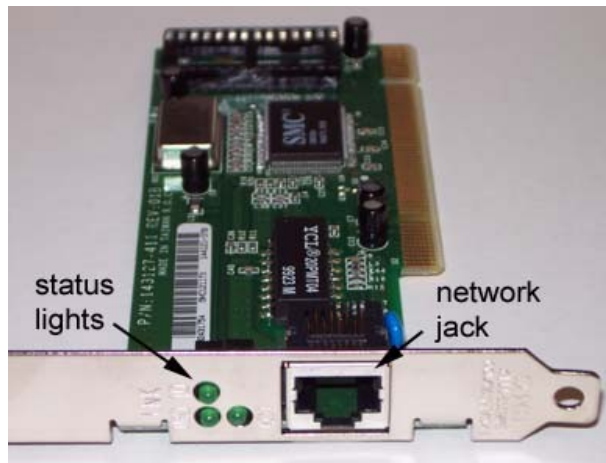
Επίπεδο Δικτύου

Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου
(Φυσικές Συνδέσεις)

Επίπεδο Δικτύου

ARP (Address Resolution Protocol) ή **Πρωτόκολλο Μετατροπής Διευθύνσεων**: Μετατρέπει τις λογικές διευθύνσεις (IP) σε φυσικές διευθύνσεις.

RARP (Reverse Address Resolution Protocol) ή **Ανάστροφης Μετατροπή Διευθύνσεων**: Μετατρέπει τις φυσικές διευθύνσεις σε λογικές διευθύνσεις (IP), αντίστροφο του ARP.



Μοντέλο TCP/IP (Internet)

Επίπεδο Εφαρμογής

Επίπεδο Μεταφοράς

Επίπεδο Δικτύου

Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου
(Φυσικές Συνδέσεις)

Επίπεδο Δικτύου

ICMP (Internet Control Message Protocol) ή **Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς Μηνυμάτων**. Χρησιμοποιείται για να αναφέρει προβλήματα και ασυνήθιστες καταστάσεις που σχετίζονται με το πρωτόκολλο IP. Δημιουργεί και μεταφέρει μηνύματα που έχουν να κάνουν με την κατάσταση και λειτουργία των συσκευών του δικτύου δηλαδή λειτουργία του TCP/IP και όχι κάποιας εφαρμογής που χρησιμοποιεί ο χρήστης. Π.χ. αν κάποιος προσπαθεί να συνδεθεί σε ένα Η/Υ που δεν λειτουργεί (π.χ. είναι κλειστός ή δεν υπάρχει σύνδεση δικτύου) θα λάβει ένα μήνυμα ότι ο Η/Υ είναι “απρόσιτος”.

Παράδειγμα από το Εργαστήριό μας

```
$ ping 10.14.28.11
Pinging 10.14.28.11 with 32 bytes of data:
Destination host unreachable.
Destination host unreachable.
Destination host unreachable.
Destination host unreachable.
Ping statistics for 10.14.28.11:
    Packets: Sent = 4, Received = 0, Lost = 4 (100% loss)
```

Αντίθετα, μια επικοινωνία που λειτουργεί θα έχει το παρακάτω αποτέλεσμα:

```
$ ping www.freebsdgr.org
PING www.freebsdgr.org (94.71.112.109): 56 data bytes
64 bytes from 94.71.112.109: icmp_seq=0 ttl=62 time=21.849 ms
64 bytes from 94.71.112.109: icmp_seq=1 ttl=62 time=21.325 ms
64 bytes from 94.71.112.109: icmp_seq=2 ttl=62 time=20.689 ms
```

Μοντέλο TCP/IP (Internet)



Επίπεδο Μεταφοράς – TCP πρωτόκολλο

Υπεύθυνο για την υλοποίηση των συνδέσεων μεταξύ των Η/Υ ενός δικτύου. Βασικό πρωτόκολλο είναι το **TCP (πρωτόκολλο με σύνδεση)** αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το **UDP (πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση)**.

TCP: υπεύθυνο για αποκατάσταση αξιόπιστων ταυτόχρονων συνδέσεων διπλής κατεύθυνσης. Τυχόν λάθη μετάδοσης πακέτων => έχουμε νέα αποστολή των πακέτων.

Διπλή κατεύθυνση σημαίνει ότι ταυτόχρονα μεταδίδονται / λαμβάνονται δεδομένα.

Το επίπεδο εφαρμογής θεωρεί ότι οι υπηρεσίες του επιπέδου μεταφοράς είναι αξιόπιστες.

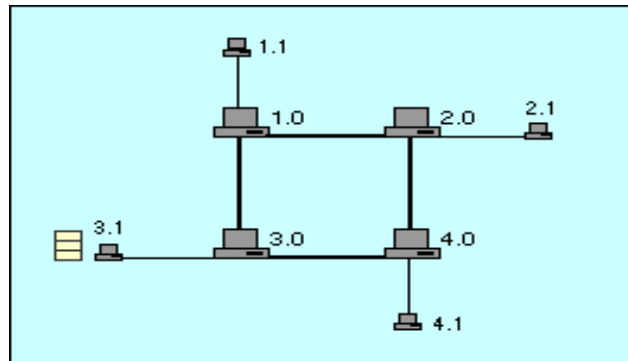
Μοντέλο TCP/IP (Internet)



Επίπεδο Μεταφοράς – UDP πρωτόκολλο

Το πρωτόκολλο αυτοδύναμων πακέτων **UDP** είναι **πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση** => λιγότερο πολύπλοκο στην υλοποίηση => χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που η αξιοπιστία δεν είναι κρίσιμη αλλά και όταν δεν είναι επιθυμητή η χρήση του TCP (πρωτόκολλο με σύνδεση).

Π.χ. Ραδιόφωνο μέσω internet: η ραδιοφωνική εκπομπή μπορεί να μεταδοθεί με το πρωτόκολλο UDP. Αν πακέτα χαθούν ή αλλοιωθούν θα έχει μόνο προσωρινή διακοπή ή παραμόρφωση του ήχου.



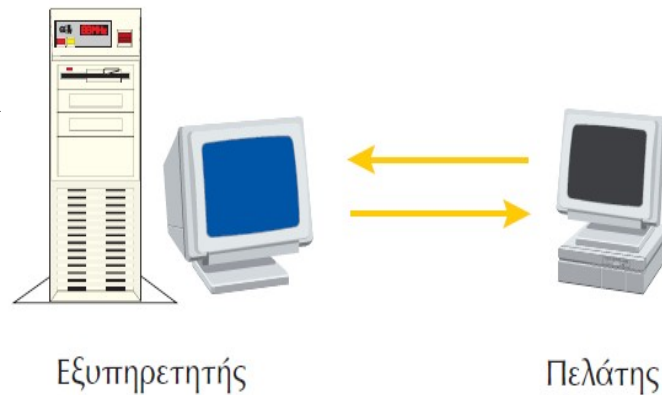
Μοντέλο TCP/IP (Internet)



Επίπεδο Εφαρμογής

Παρέχει τις εφαρμογές (προγράμματα – π.χ. Firefox – html πρωτόκολλο, thunderbird – smtp/pop3 πρωτόκολλα για emails, μtorrent – πρωτόκολλο bit-torrent για διαμοιρασμό αρχείων) που χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα του επίπεδου μεταφοράς. Ο τελικός χρήστης εδώ έρχεται σε επαφή με την στοίβα πρωτοκόλλων (html, smtp/pop3, bit-torrent κλπ) της τεχνολογίας TCP/IP.

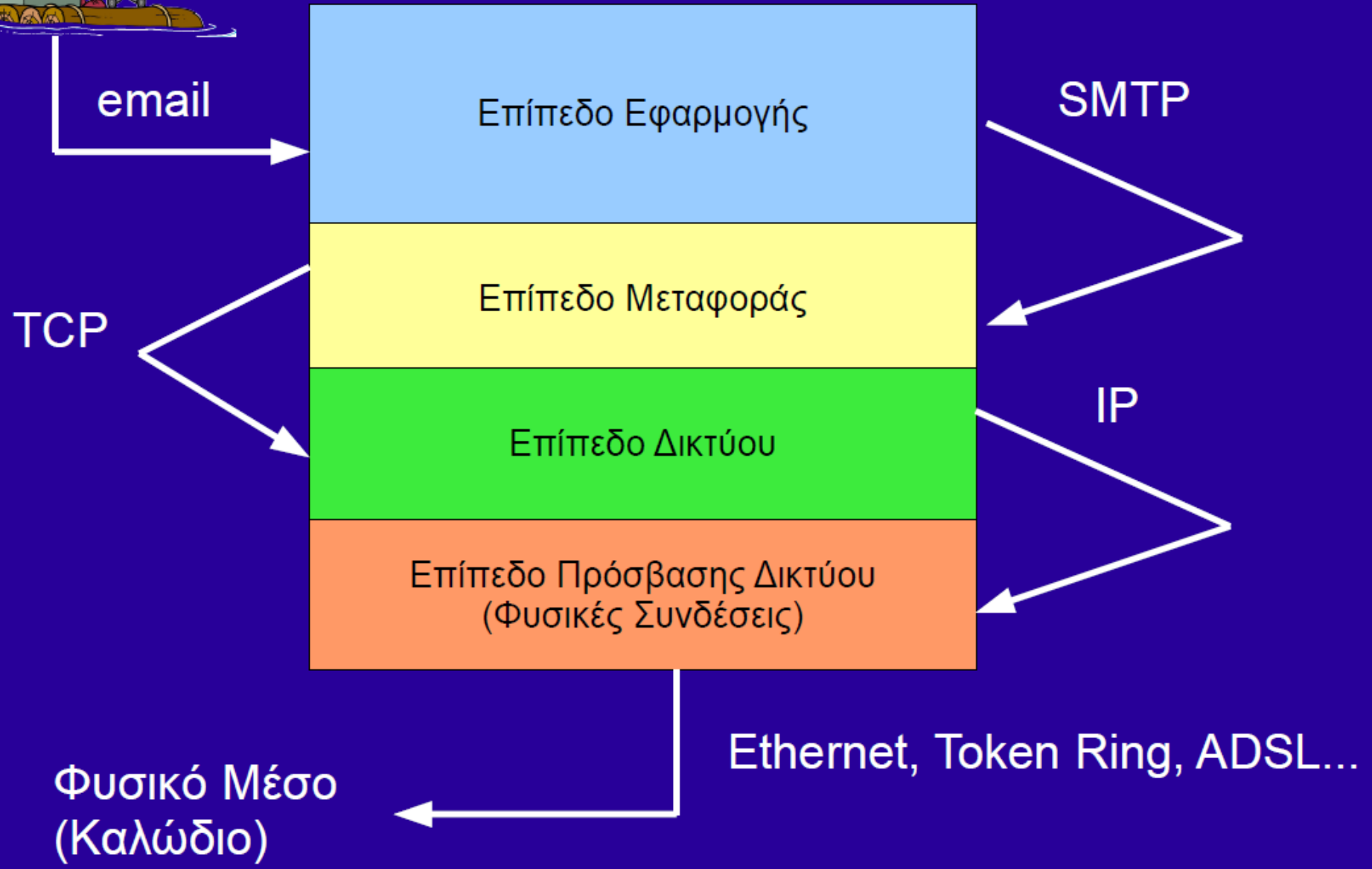
Ανοίγω την εφαρμογή firefox και συνδέομαι στην σελίδα www.sch.gr που βρίσκεται σε ένα εξυπηρετητή / server.



Μοντέλο TCP/IP (Internet)



Ροή Δεδομένων στο TCP/IP



emails / πρωτόκολλο smtp / pop3

SMTP: Simple Mail Transfer Protocol (αποστολή email)

POP3: Post Office Protocol version 3 (λήψη email που σταλεί από έναν απομακρυσμένο Η/Υ μέσω του SMTP)

- **ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ:** Τα αρχικά δεδομένα παράγονται από την εφαρμογή email του χρήστη (thunderbird) και παραδίδονται στο πρωτόκολλο στο επίπεδο εφαρμογής (SMTP). Το SMTP προσθέτει εντολές και μηνύματα για την αποστολή του email στον απομακρυσμένο εξυπηρετητή.
- **ΕΠΙΠΕΔΟ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ:** Τα δεδομένα στέλνονται στο επίπεδο μεταφοράς όπου μετατρέπονται σε πακέτα (TCP ή UDP ανάλογα με εφαρμογή) => στο SMTP μετατρέπονται σε πακέτα TCP.
- **ΕΠΙΠΕΔΟ ΔΙΚΤΥΟΥ:** Κατόπιν εισέρχονται στο επίπεδο δικτύου όπου προστίθονται οι πληροφορίες διεύθυνσης IP => απαιτούνται για δρομολόγηση.
- **ΕΠΙΠΕΔΟ ΦΥΣΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ:** Μεταφέρονται στο επίπεδο πρόσβασης δικτύου (ethernet, ADSL κλπ).

emails / πρωτόκολλο smtp / pop3

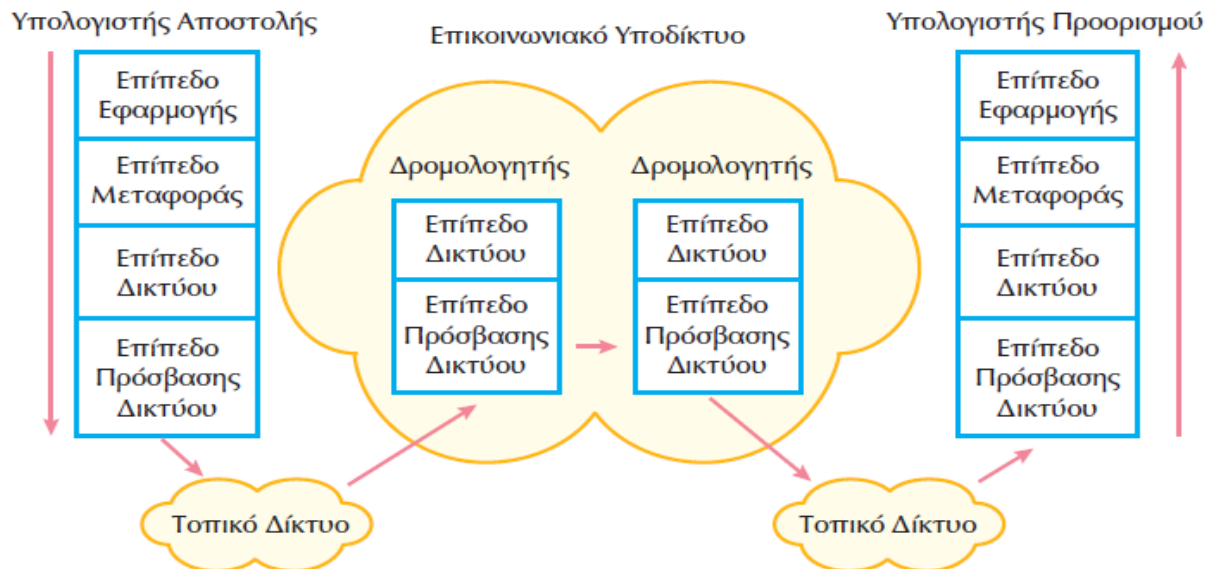
ΠΡΟΣΟΧΗ: Το επίπεδο εφαρμογής θεωρεί ότι το επίπεδο μεταφοράς και δικτύου που ακολουθεί είναι αξιόπιστα για την ορθή μετάδοση (τον έλεγχο λαθών – χαμένα πακέτα - τον αναλαμβάνει το επίπεδο μεταφοράς => πρωτόκολλο TCP).

Τα πρωτόκολλα TCP/IP: αναλαμβάνουν να μεταφέρουν τα δεδομένα και είναι υπεύθυνα για την δρομολόγηση και παράδοσή τους στον Η/Υ προορισμού.

Η τεχνολογία θεωρεί ότι ο μεγάλος αριθμός δικτύων διασυνδέονται μέσω **δρομολογητών** => δηλαδή τα δεδομένα θα ταξιδέψουν από ένα αριθμό ενδιάμεσων μηχανημάτων πριν φτάσουν στον προορισμό.

Δρομολογητής

Ο δρομολογητής μπορεί να είναι εξειδικευμένη συσκευή ή κανονικός Η/Υ ο οποίος εκτελεί αυτή την διαδικασία με το κατάλληλο λογισμικό. Οι δρομολογητές δουλεύουν χωρίς να γίνεται αντιληπτό από τους χρήστες. Διαβάζουν την διεύθυνση προορισμού (IP δίνεται στο επίπεδο δικτύου) κάθε πακέτου και την δρομολογούν στον επόμενο δρομολογητή / δίκτυο.

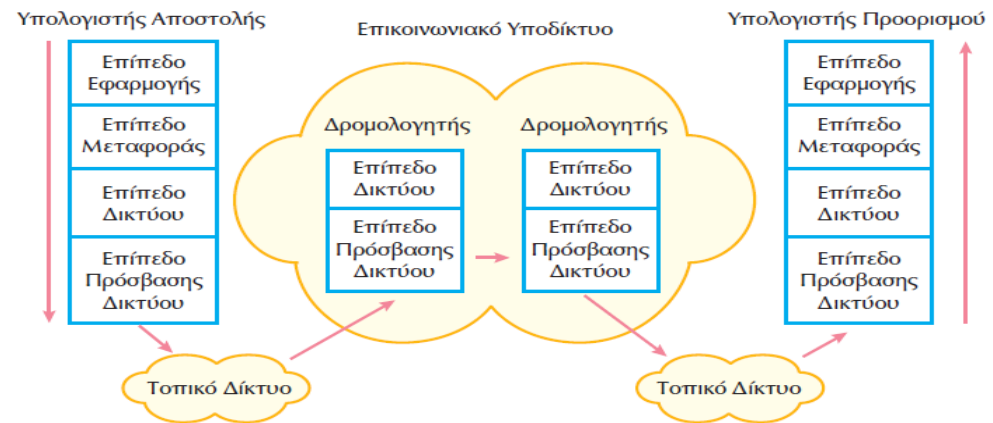


Παράδειγμα αποστολής δεδομένων μεταξύ δύο Η/Υ

Παράδειγμα

Ας υποθέσουμε, ότι θέλουμε να μεταδώσουμε αρχείο 15.000 οκτάδων (bytes). Τα περισσότερα δίκτυα δεν μπορούν να υποστηρίξουν πακέτα τέτοιου μεγέθους. Έτσι, τα πρωτόκολλα σπάνε το αρχείο, για παράδειγμα σε 30 πακέτα των 500 οκτάδων. Καθένα από αυτά τα πακέτα θα σταλεί στον προορισμό του και εκεί θα τοποθετηθούν πάλι μαζί, ώστε να σχηματίσουν το αρχικό πακέτο των 15.000 οκτάδων. Κατά τη μεταφορά των πακέτων το δίκτυο δεν γνωρίζει, ότι υπάρχει κάποια σχέση μεταξύ τους. Έτσι, είναι πολύ πιθανό το πακέτο με αύξοντα αριθμό 14 να φθάσει στον προορισμό, πριν από το πακέτο με αύξοντα αριθμό 13. Επίσης, είναι πολύ πιθανό κάπου στο δίκτυο να συμβεί κάποιο σφάλμα και κάποια πακέτα να μην φθάσουν ποτέ στον προορισμό τους. Σε αυτές τις περιπτώσεις τα πακέτα πρέπει να ξανασταλούν. Οι ενέργειες αυτές αποτελούν διεργασίες του πρωτοκόλλου TCP.

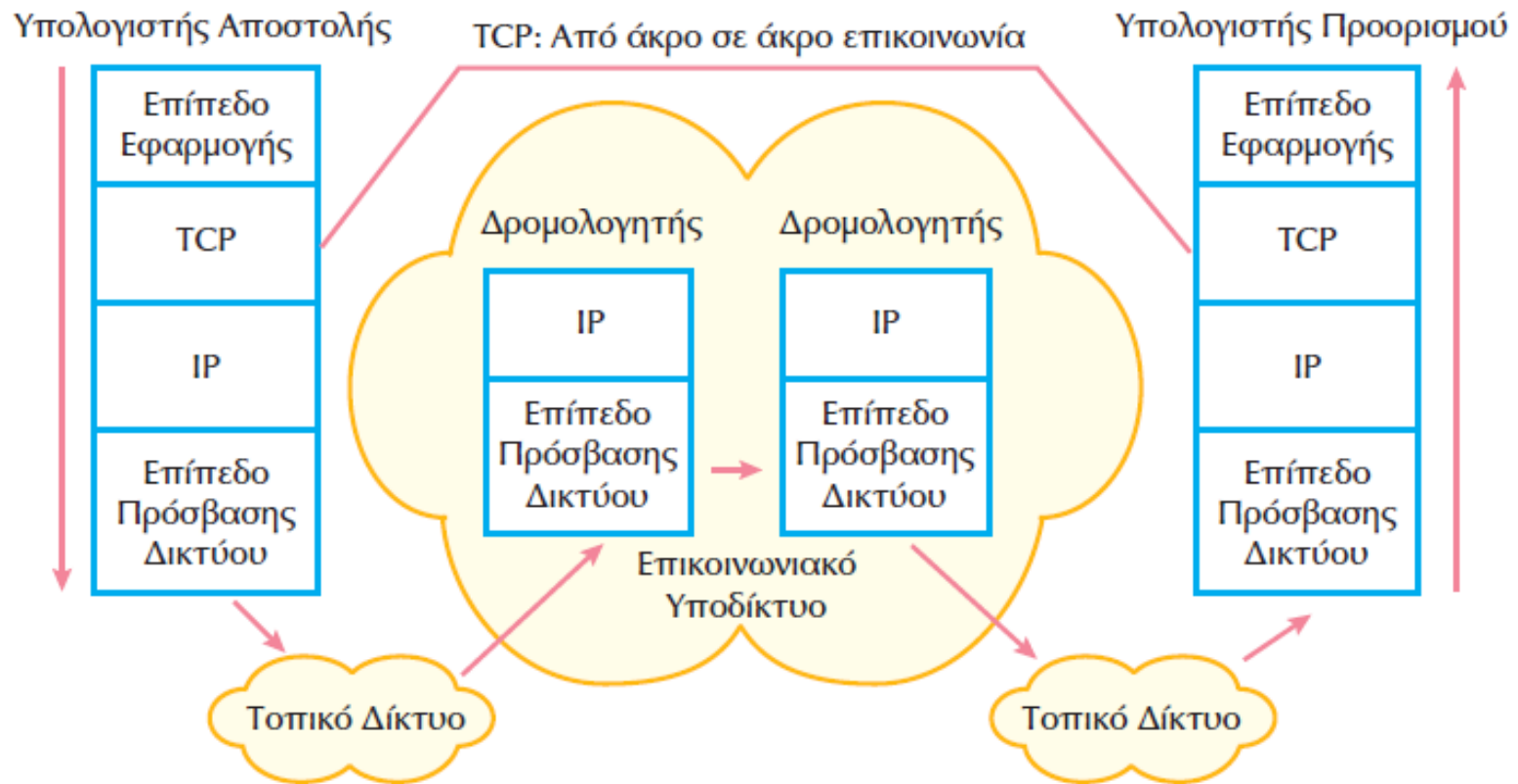
Αποστολή δεδομένων μεταξύ 2 Η/Υ



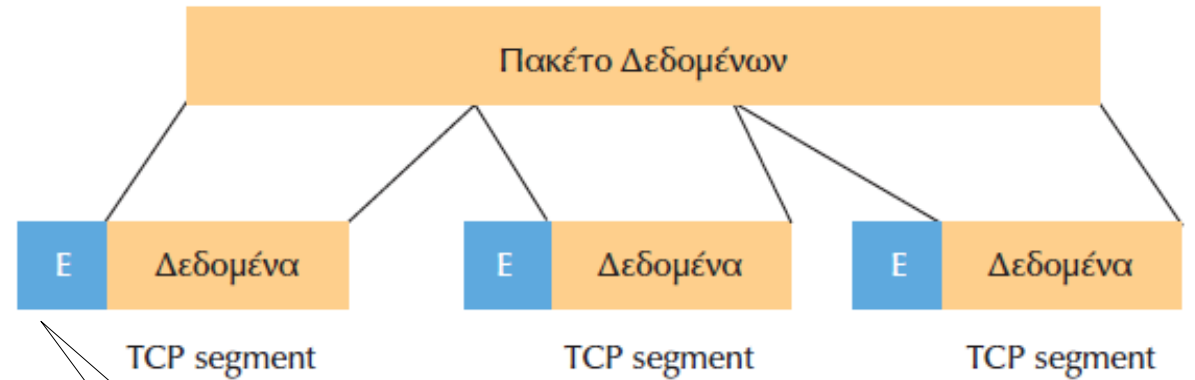
- Τα δεδομένα δημιουργούνται στο επίπεδο εφαρμογής του Η/Υ αποστολής, “κατεβαίνουν” τα επίπεδα προς τα κάτω, σχηματίζοντας το/α πακέτο/α που θα μεταδοθούν.
- Το κάθε πακέτο δρομολογείται στο δρομολογητή του τοπικού δικτύου, ο οποίος αναγνωρίζει ότι έχει προορισμό το Διαδίκτυο και το προωθεί (είναι συνδεδεμένος πχ με την ADSL σε κάποιο δρομολογητή του Διαδικτύου).
- Το πακέτο ταξιδεύει από δρομολογητή σε δρομολογητή μέχρι να φτάσει στο προορισμό. Ο κάθε δρομολογητής διαβάσει την επικεφαλίδα (IP) του πακέτου και αποφασίζει αν είναι για το δικό του δίκτυο ή στο στέλνει σε επόμενο δρομολογητή.
- Το πακέτο φτάνει στο δίκτυο προορισμού όπου “ανεβαίνει” ανάποδα τα επίπεδα του TCP/IP μέχρι να φτάσει στην εφαρμογή.

TCP παρέχει αξιόπιστες υπηρεσίες, προσανατολισμένες σε σύνδεση, από άκρο σε άκρο επικοινωνία.

Από τα πρωτόκολλα ανώτερου επιπέδου (πχ. Εφαρμογή Thunderbird για email / πρωτόκολλο SMTP) λαμβάνει τα δεδομένα προς μετάδοση και τα μεταδίδει σε πακέτα με μέγεθος ίσο με αυτό που έχει συμφωνηθεί κατά την εγκατάσταση σύνδεσης.



TCP – τμήμα (segment)



Κάθε τμήμα αποτελείται:

- α) Επικεφαλίδα (header)
- β) Δεδομένα (data).

Βοηθητικά δεδομένα που προσθέτει το TCP απαραίτητα για την μετάδοση. Τα δεδομένα αυτά είναι πραγματικά δεδομένα του χρήστη που θα μεταφερθούν από το συγκεκριμένο τμήμα.

- Αριθμό σειράς (sequence number) : προσδιορίζει την θέση του τμήματος στο αρχικό πακέτο.
- Αριθμός επιβεβαίωσης (Acknowledgment number): Μόλις ο παραλήπτης θελήσει να επικοινωνήσει πίσω στέλνει πίσω τον αριθμό αυτό που δηλώνει ότι όλα τα δεδομένα μέχρι αυτόν τον αριθμό οκτάδας (byte) έχουν φτάσει σωστά στον παραλήπτη.
- Παράθυρο (window size): για έλεγχο ροής μετάδοσης οκτάδων (bytes).
- Θύρες (ports) tcp αφετηρίας / προορισμού.

TCP επικεφαλίδα (header)

TCP επικεφαλίδα

+	Bits 0 - 3	4 - 9	10 - 15	16 - 31
0	Source Port Θύρα Προέλευσης		Destination Port Θύρα Προορισμού	
32	Sequence Number Αριθμός ακολουθίας			
64	Acknowledgment Number Αριθμός επιβεβαίωσης			
96	Data Offset	Reserved	Flags Σημαίεις	Window Παράθυρο
128	Checksum Άθροισμα ελέγχου		Urgent Pointer Επείγοντα δεδομένα	
160	Options Επιλογές (προαιρετικές)			
160/192+	Data Δεδομένα			

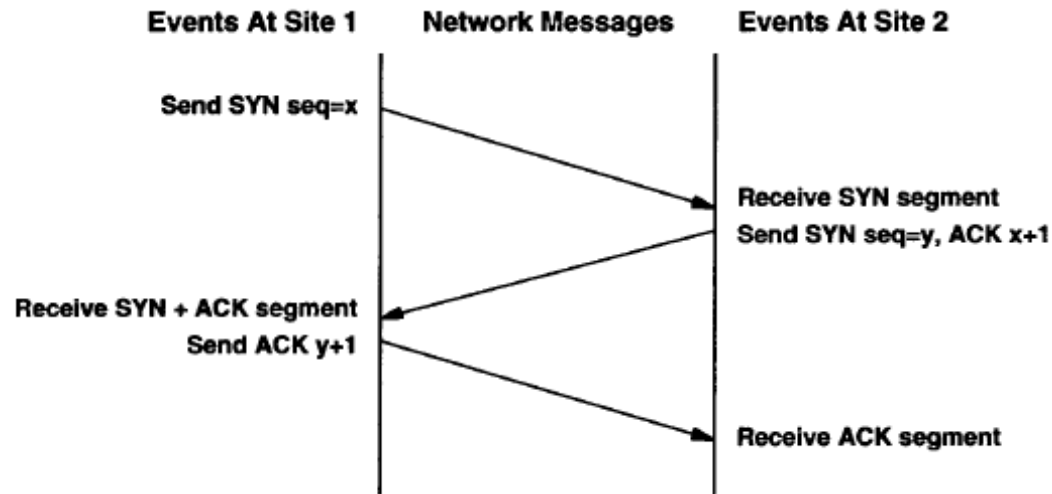
<http://el.wikipedia.org/wiki/TCP>

Αριθμός επιβεβαίωσης TCP

Για να δούμε ότι ένα τμήμα έφτασε στον προορισμό του, ο παραλήπτης πρέπει να στείλει πίσω επιβεβαίωση.

π.χ. Στέλνοντας ένα τμήμα με επιβεβαίωση 1.500 σημαίνει ότι έχουμε λάβει όλα τα δεδομένα μέχρι τον αριθμό οκτάδας (byte) 1.500. Αν ο αποστολέας δεν λάβει επιβεβαίωση εντός λογικού χρονικού ορίου στέλνει τα δεδομένα ξανά.

3 way handshake



Η αξιοπιστία των συνδέσεων εξασφαλίζεται μέσω μιας διαδικασίας αρχικοποίησης συνδέσεων που ονομάζεται **τριπλή χειραψία (3 way handshake)**. Εξασφαλίζει τη δυνατότητα αναγνώρισης χαμένων segments αλλιώς και αναδιάταξης αυτών σε περίπτωση που παραληφθούν με λανθασμένη σειρά. Η διαδικασία συνοπτικά είναι η εξής:

1. Η πηγή (η συσκευή που ξεκινάει τη σύνδεση) στέλνει το SYN, ένα ειδικό segment συγχρονισμού με έναν αρχικό αριθμό ακολουθίας (sequence number)
2. Όταν αυτό φτάσει στον προορισμό, η απομακρυσμένη συσκευή στέλνει το SYN/ACK segment. Αυτό περιλαμβάνει αναγνώριση ότι έλαβε το πρώτο segment καθώς και ένα καινούριο SYN με το δικό του sequence number.
3. Η πρώτη συσκευή στέλνει αναγνώριση (ACK) ότι έλαβε το SYN segment.

Παράθυρο – window / έλεγχος ροής

Δεν περιμένουμε να πάρουμε επιβεβαίωση σε ένα τμήμα για να σταλεί αμέσως το επόμενο (για να έχουμε γρήγορο ρυθμό μετάδοσης). Από την άλλη πλευρά δεν μπορούμε να στέλνουμε συνεχώς χωρίς να γνωρίζουμε ότι ο αποδέκτης τα λαμβάνει (μπορεί να γεμίσει η μνήμη προσωρινής αποθήκευσης εισερχόμενων δεδομένων => και να απορριφθούν τα δεδομένα από το υπολογιστή προορισμού). Βάζουμε την παράμετρο “παράθυρο” υποδεικνύοντας πόσα δεδομένα μπορεί ο αποδέκτης να δεχτεί.

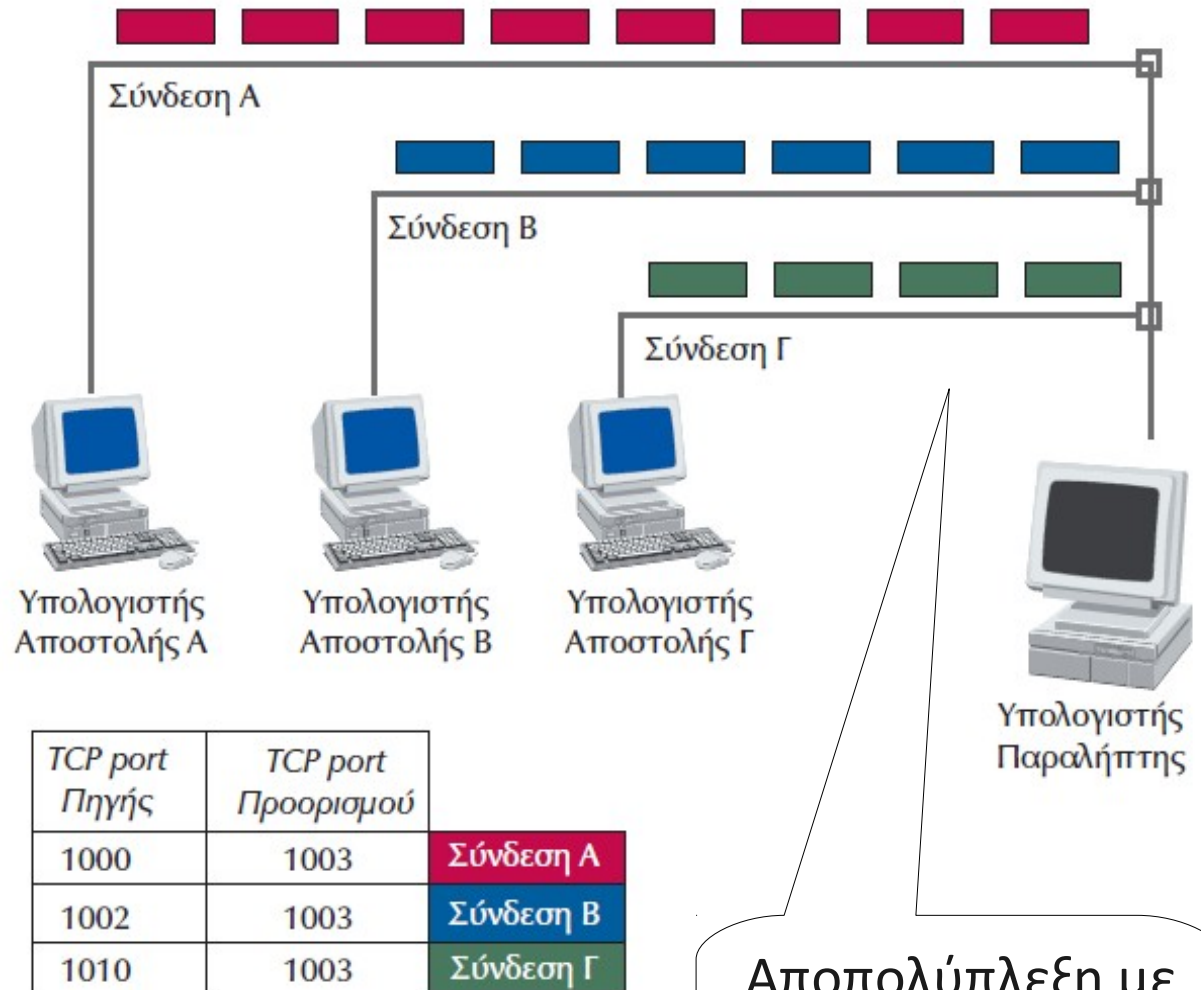
Παράδειγμα

Εάν το πεδίο Παράθυρο έχει τεθεί σε 1.000 και το πεδίο Επιβεβαίωση σε 12.000, σημαίνει, ότι το άκρο, που έχει δηλώσει αυτές τις τιμές είναι σε θέση να δεχθεί δεδομένα, που βρίσκονται στην περιοχή από 12.000 οκτάδες έως $12.000 + 1.000 = 13.000$ οκτάδες.

12.001
έως
13.001
σωστότερα

TCP θύρες (ports)

Είναι ένας αριθμός που δηλώνει το κάθε τμήμα που ακριβώς πηγαίνει στον προορισμό. Είναι αφηρημένα σημεία επικοινωνίας που καθένας είναι ένας θετικός ακέραιος αριθμός των 16bits.

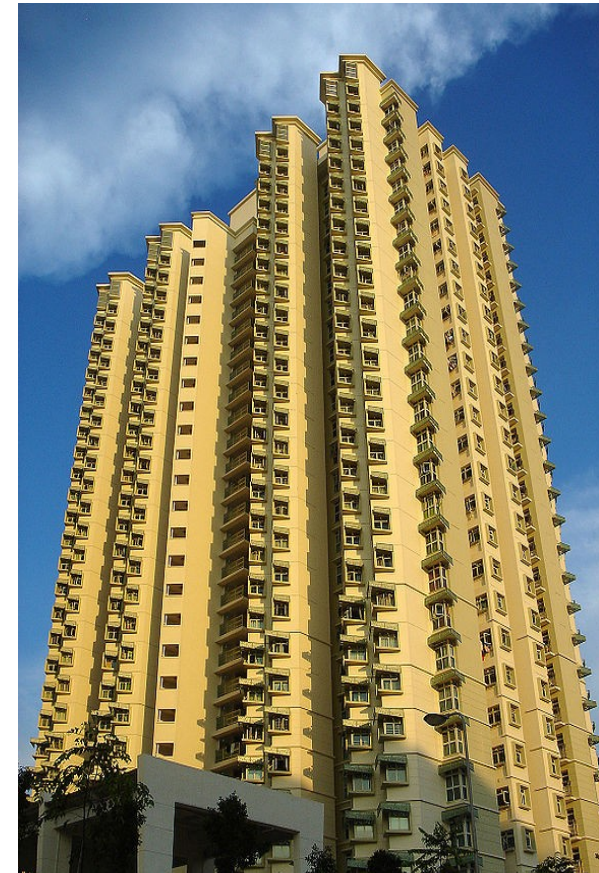


Αποπολύπλεξη με βάση την σύνδεση / θύρα.

TCP θύρες (ports)

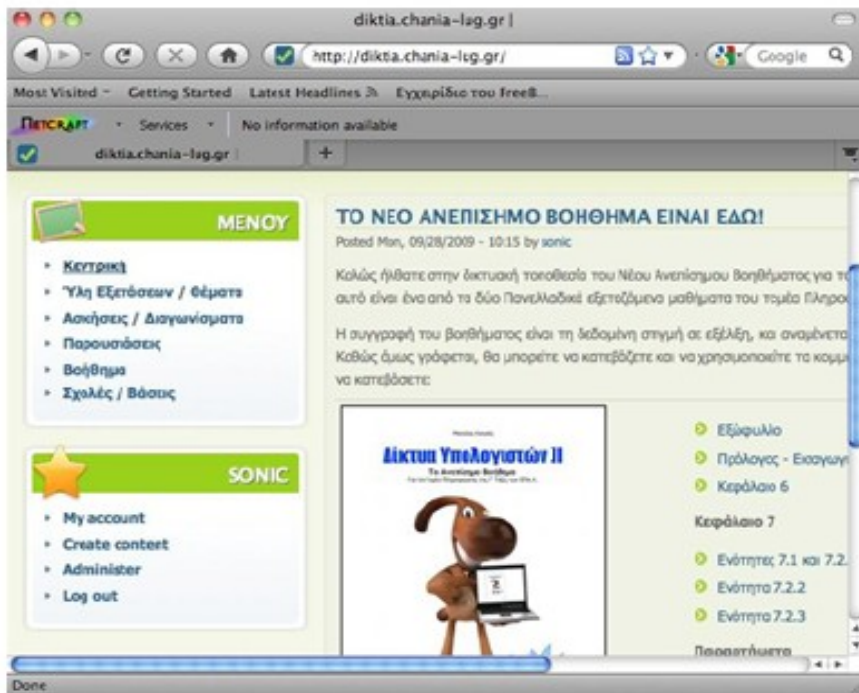
Παράδειγμα από την καθημερινότητα:

Αν όλοι κατοικούσαμε σε μονοκατοικίες, ο ταχυδρόμος δεν θα χρειαζόταν παρά μόνο η διεύθυνσή μας (οδός/αριθμός) για να παραδώσει ένα δέμα. Η διεύθυνση σε αυτήν την περίπτωση αντιστοιχεί στην IP διεύθυνση του παραλήπτη. Επειδή όμως οι περισσότεροι μένουμε σε πολυκατοικίες, ο ταχυδρόμος πρέπει επίσης να ξέρει και όροφο/όνομα. Η διεύθυνση δύο παραληπτών (οδός/αριθμός, IP) μπορεί να είναι ίδια, διαφοροποιούνται όμως με βάση το όνομα/όροφο (αριθμός θύρας προορισμού).



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Singapore_HDB_001.jpg

Πολυκατοικία στην Σιγκαπούρη



1043

1043

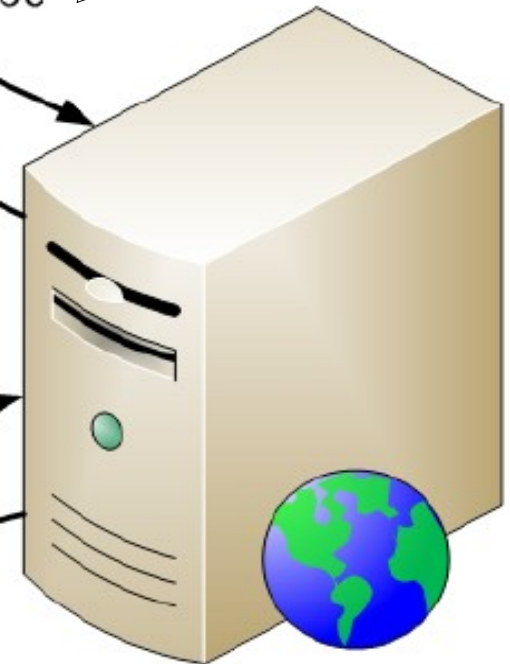
Η θύρα προορισμού 80 είναι για http πρωτόκολλο, για το ftp είναι η 21, το smtp η θύρα 25 κ.ο.κ.

80

80

80

80



Εξυπηρετητής Ιστοσελίδων (Web Server)



φ

1091

1091

Οι αριθμοί αντιπροσωπεύουν θύρες αφετηρίας και προορισμού

Υπολογιστής Χρήστη

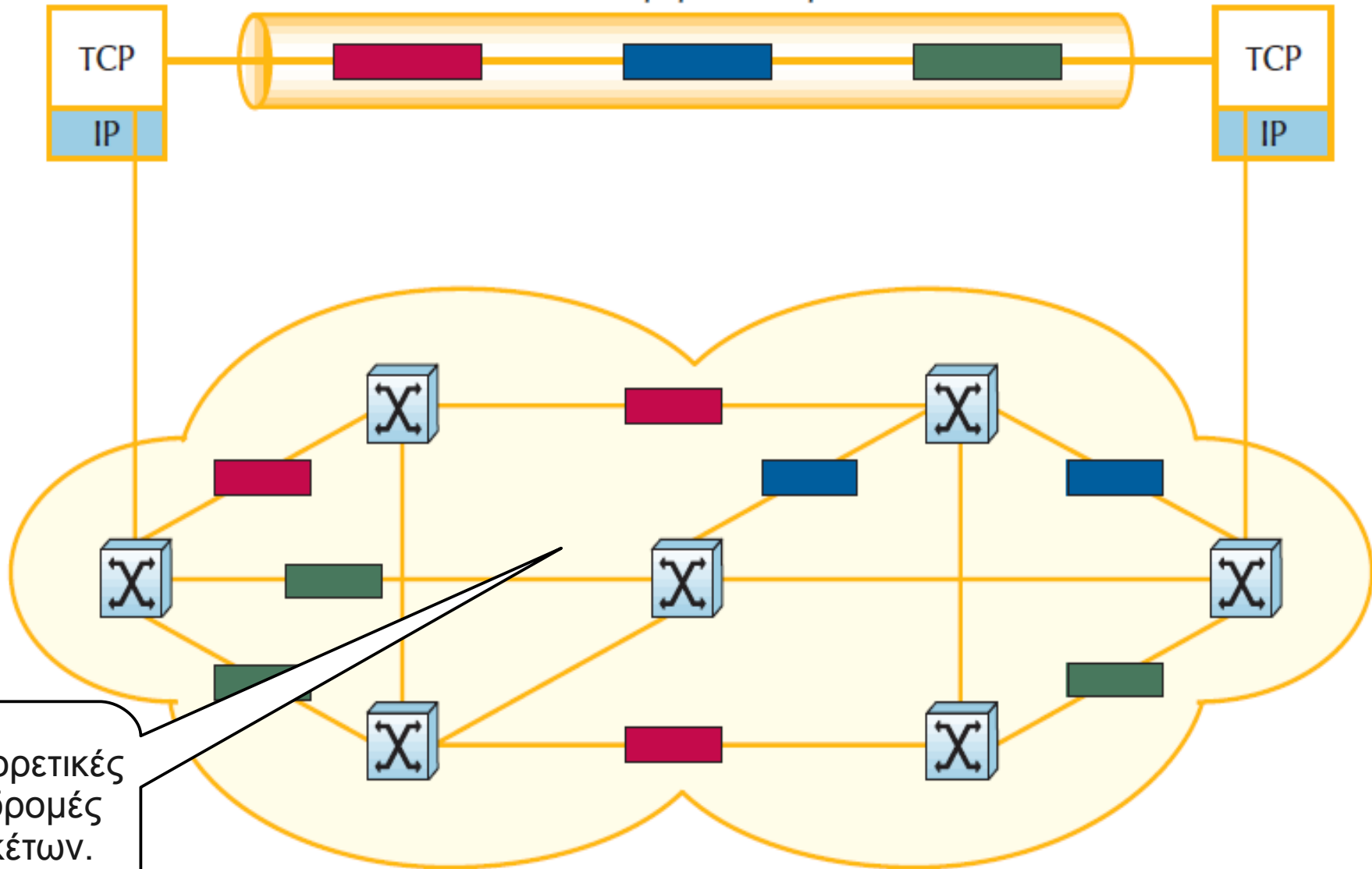
TCP θύρες (ports)

Συνήθως όταν γίνεται μια σύνδεση TCP προσδιορίζονται αρχικά οι θύρες πηγής και προορισμού και γνωστοποιούνται στα δύο άκρα. Στην πράξη τα προγράμματα στον πελάτη (π.χ. ο φυλλομετρητής firefox για να ανοίξουμε μια σελίδα) επιλέγουν μια τυχαία θύρα TCP η οποία αλλάζει δυναμικά σε κάθε σύνδεση (ονομάζονται θύρες μη-προνομιούχες και έχουν αριθμό πάνω από 1024). Στον εξυπηρετητή οι θύρες έχουν αριθμούς κάτω από 1024 και είναι συγκεκριμένες / προ-συμφωνημένες και λέγονται προνομιούχες.

TCP συνδέσεις

Η σύνδεση γίνεται μέσω του ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΚΟΥ ΥΠΟΔΙΚΤΥΟΥ.

Νοητή Σύνδεση



Διαφορετικές διαδρομές πακέτων.

TCP συνδέσεις

TCP: Πρωτόκολλο
προσανατολισμένο στην **σύνδεση**
=> **νοητή σύνδεση**, γιατί δεν
υπάρχει κάποιος συγκεκριμένος
δρόμος που ακολουθούν όλα τα
τμήματα προκειμένου να
φτάσουν από από την πηγή στον
προορισμό.

TCP επικεφαλίδα

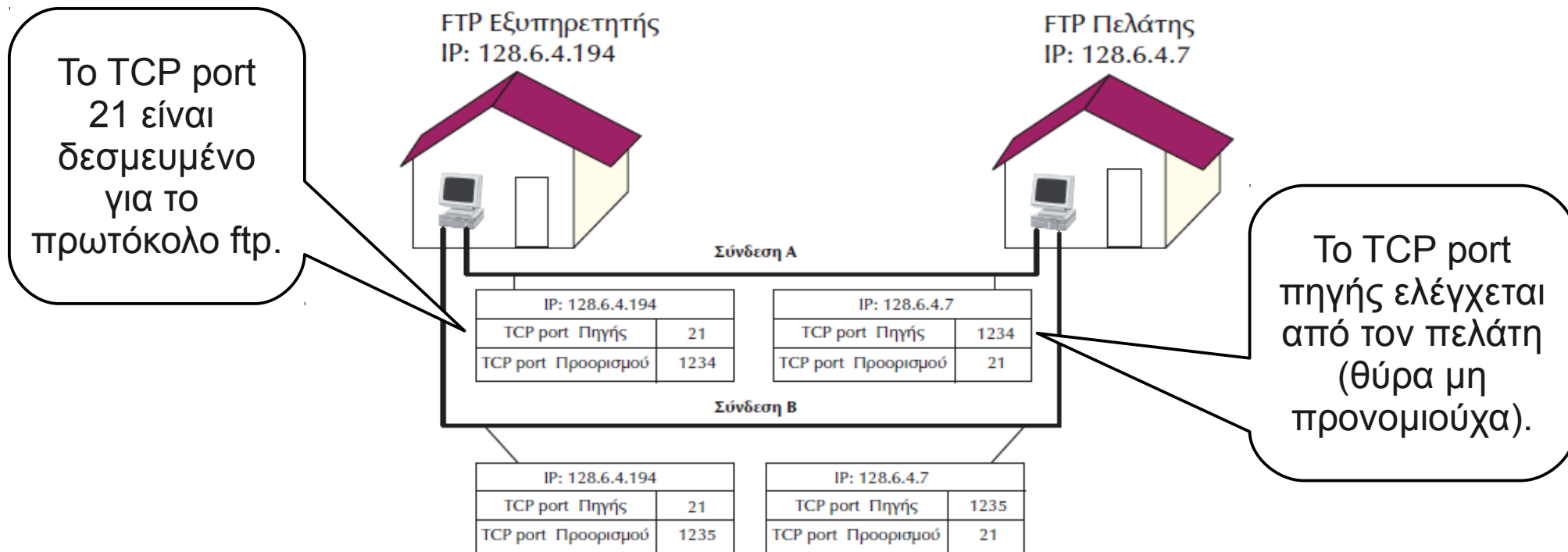
+	Bits 0 - 3	4 - 9	10 - 15	16 - 31
0	Source Port Θύρα Προέλευσης		Destination Port Θύρα Προορισμού	
32	Sequence Number Αριθμός ακολουθίας			
64	Acknowledgment Number Αριθμός επιβεβαίωσης			
96	Data Offset	Reserved	Flags Σημαίες	Window Παράθυρο
128	Checksum Άθροισμα ελέγχου		Urgent Pointer Επείγοντα δεδομένα	
160	Options Επιλογές (προαιρετικές)			
160/192+	Data Δεδομένα			

Το TCP αναλαμβάνει με βάση ορισμένα χαρακτηριστικά
στοιχεία (επικεφαλίδα TCP) να προσδιορίσει τα
τμήματα που ανήκουν σε κάθε σύνδεση και να τα
παραδώσει στην ανάλογη εφαρμογή.

Παράδειγμα TCP συνδέσεων

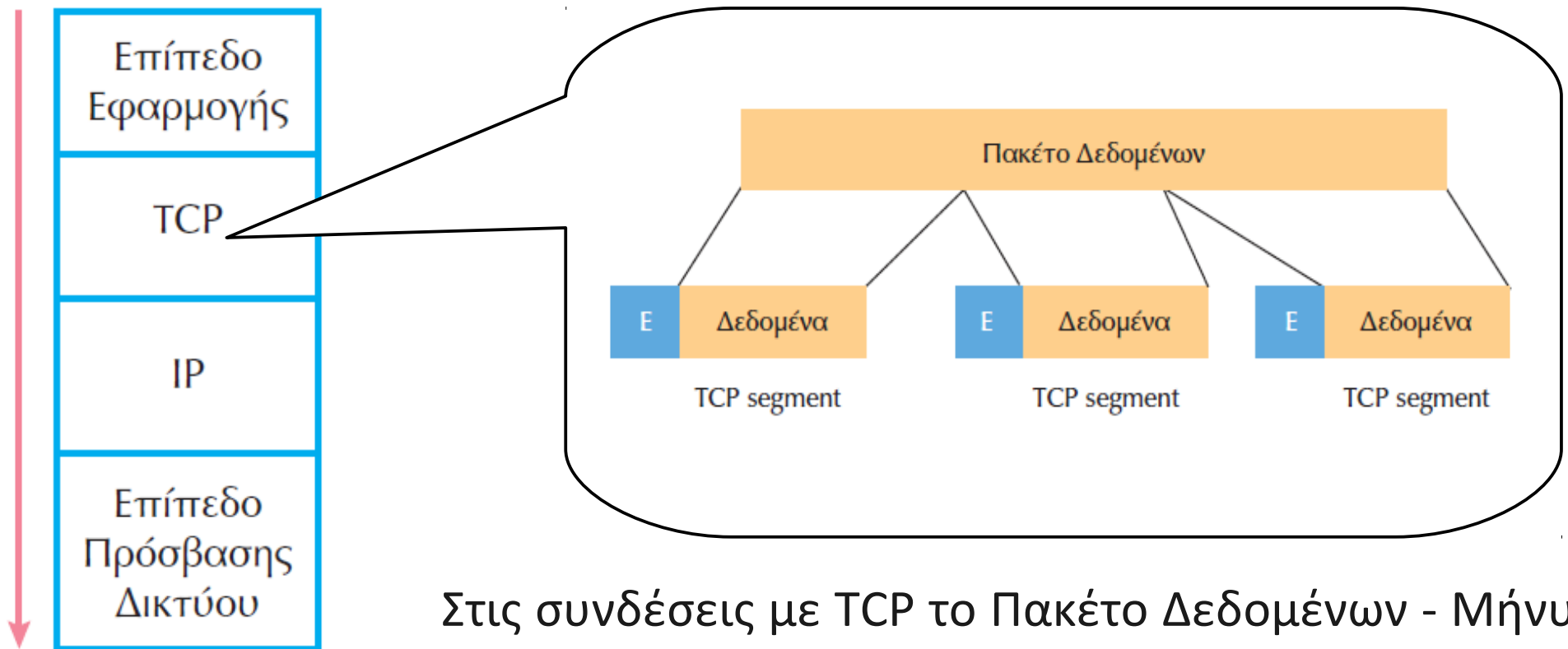
	Internet διευθύνσεις πηγής και προορισμού	TCP ports πηγής και προορισμού
Σύνδεση A	128.6.4.7, 128.6.4.194	1234, 21
Σύνδεση B	128.6.4.7, 128.6.4.194	1235, 21

Πίνακας 7.1. Internet διευθύνσεις και TCP ports.



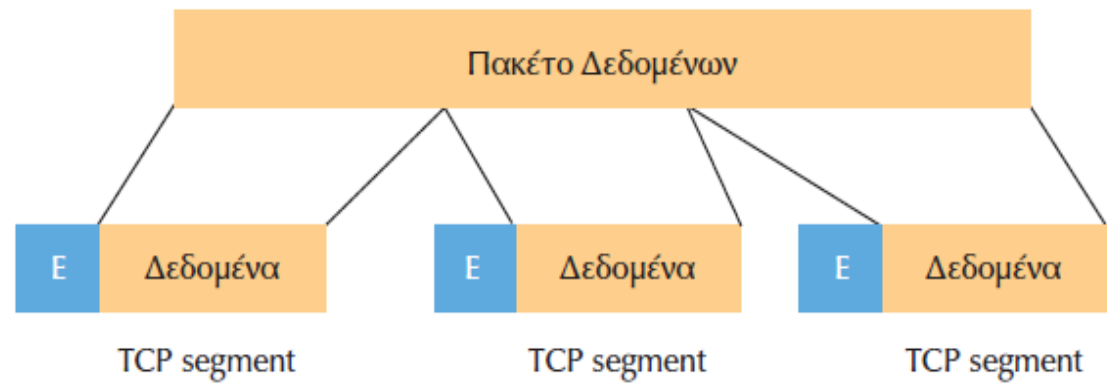
IP πηγής/προορισμού ίδιες αλλά η σύνδεση διαχωρίζεται με βάση τα TCP ports. Το port 21 παραπάνω δεσμευμένο ως TCP port προορισμού για το πρωτόκολλο ftp: file transfer protocol (π.χ. Το TCP port 80 είναι για το http).

TCP – διαίρεση σε τμήματα (χρειάζεται πάντα;)



Στις συνδέσεις με TCP το Πακέτο Δεδομένων - Μήνυμα (που έρχεται από το Επίπεδο Εφαρμογής) τεμαχίζεται σε πακέτα TCP. Το TCP επίσης φροντίζει την αξιόπιστη μετάδοση των πακέτων. Σε πολλές εφαρμογές έχουμε μηνύματα οποία χωράνε σε ένα πακέτο TCP και δεν χρειάζεται όλη η πολυπλοκότητα του πρωτοκόλλου TCP.

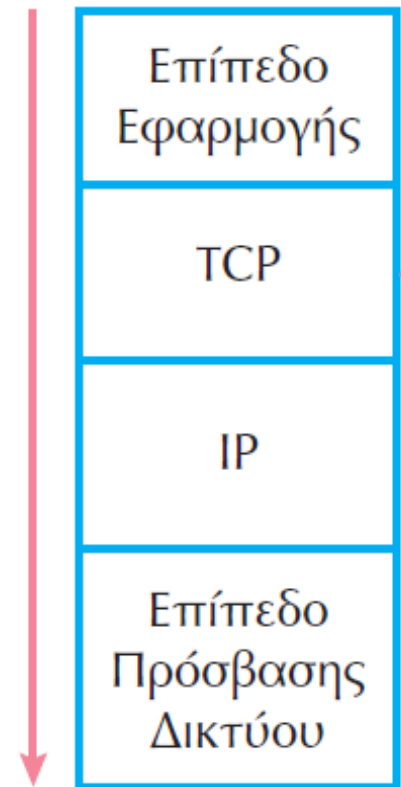
TCP πρωτόκολλο πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα.



- Το TCP είναι υπεύθυνο για τον **τεμαχισμό** των μηνυμάτων σε τμήματα και **επανασύνδεση** αυτών στο προορισμό.
- Το TCP είναι πρωτόκολλο **με σύνδεση** και προσφέρει **αξιόπιστη επικοινωνία** => εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα θα φτάσουν σωστά αλλιώς φροντίζει την αναμετάδοσή τους.

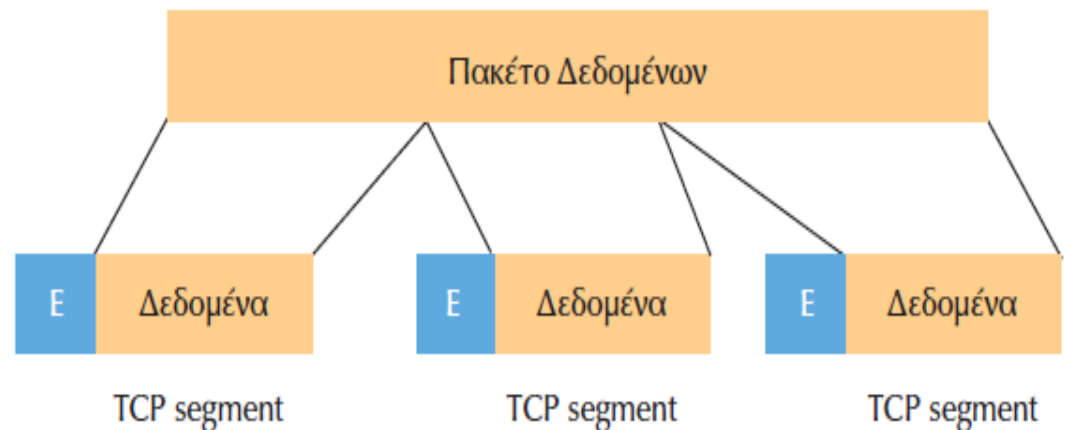
Παράδειγμα: Στην μεταφορά αρχείων ftp αν κάποια τμήματα δεν φτάσουν σωστά φροντίζει να τα μεταδώσει ξανά χωρίς να ενημερωθεί η εφαρμογή ftp για αυτό.

Τα πλεονεκτήματα του TCP έρχονται με κόστος την **πολυπλοκότητα** (τεμαχισμός, έλεγχος λαθών, έλεγχος σειράς κλπ) => **καθυστερήσεις στην επικοινωνία!** Επίσης στην αρχή προϋποθέτει σύνδεση μεταξύ των 2 Η/Υ => καθυστέρηση έναρξης μετάδοσης.



TCP πρωτόκολλο: πακέτα / επικεφαλίδα

TCP επικεφαλίδα				
+	Bits 0 - 3	4 - 9	10 - 15	16 - 31
0	Source Port Θύρα Προέλευσης		Destination Port Θύρα Προορισμού	
32	Sequence Number Αριθμός ακολουθίας			
64	Acknowledgment Number Αριθμός επιβεβαίωσης			
96	Data Offset	Reserved	Flags Σημαίες	Window Παράθυρο
128	Checksum Άθροισμα ελέγχου		Urgent Pointer Επείγοντα δεδομένα	
160	Options Επιλογές (προαιρετικές)			
160/192+	Data Δεδομένα			



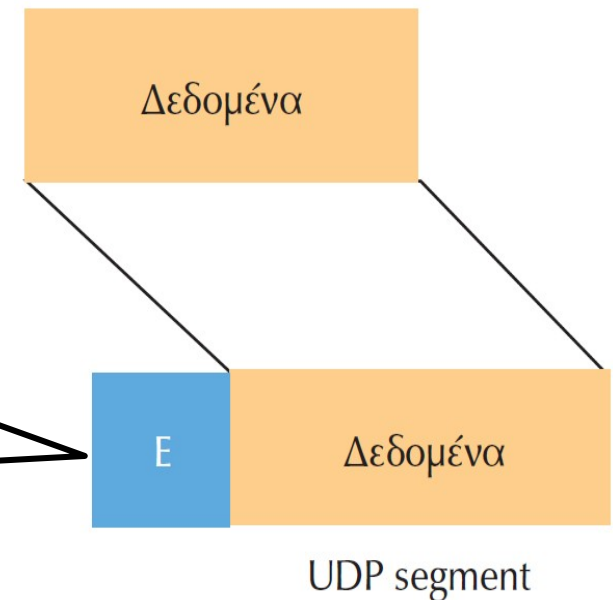
UDP (User Datagram Protocol)

Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων

- Δεν κάνει τεμαχισμό μηνύματος σε πακέτα => έχουμε 1 πακέτο!
- Πρωτόκολλο χωρίς σύνδεση => η αποστολή ξεκινάει αμέσως χωρίς καθυστέρηση.
- Δεν γίνεται έλεγχος λαθών => δεν κρατάει αντίγραφο πακέτων για αναμετάδοση σε περίπτωση σφάλματος => τον έλεγχο πρέπει να το κάνει η εφαρμογή => δεν παρέχει αξιόπιστη μετάδοση.

Επικεφαλίδα UDP

bits	0 - 15	16 - 31
0	Source Port	Destination Port
32	Length	Checksum
64	Data	



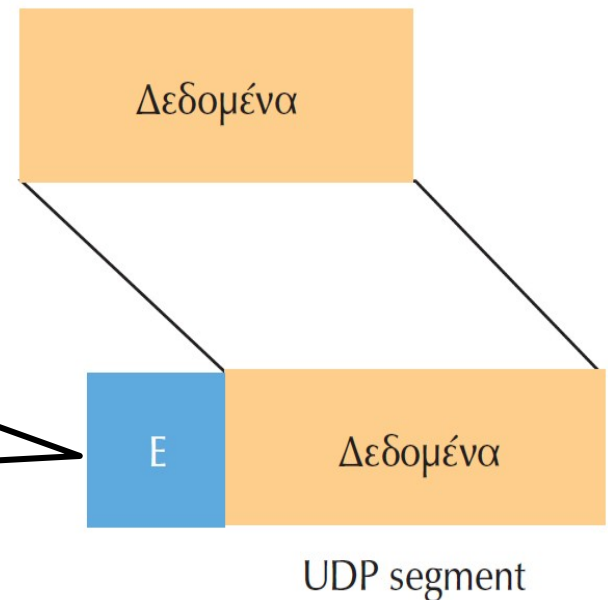
UDP (User Datagram Protocol)

Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων

Το UDP χρησιμοποιεί θύρες (ports) με αντίστοιχο τρόπο όπως το TCP. Οι θύρες στην επικεφαλίδα αντιστοιχούν σε ένα αριθμό 16bits, δηλαδή παίρνουν τιμές 0 έως 65535 ($2^{16} = 65536$). Ανάλογα με το πρωτόκολλο της εφαρμογής έχουν ανατεθεί οι αντίστοιχες θύρες προορισμού (destination port). Οι θύρες πηγής (source ports) αντιστοιχούν σε αριθμούς που δίδονται δυναμικά σε κάθε εφαρμογή που χρησιμοποιεί το UDP.

Επικεφαλίδα UDP

bits	0 - 15	16 - 31
0	Source Port	Destination Port
32	Length	Checksum
64	Data	

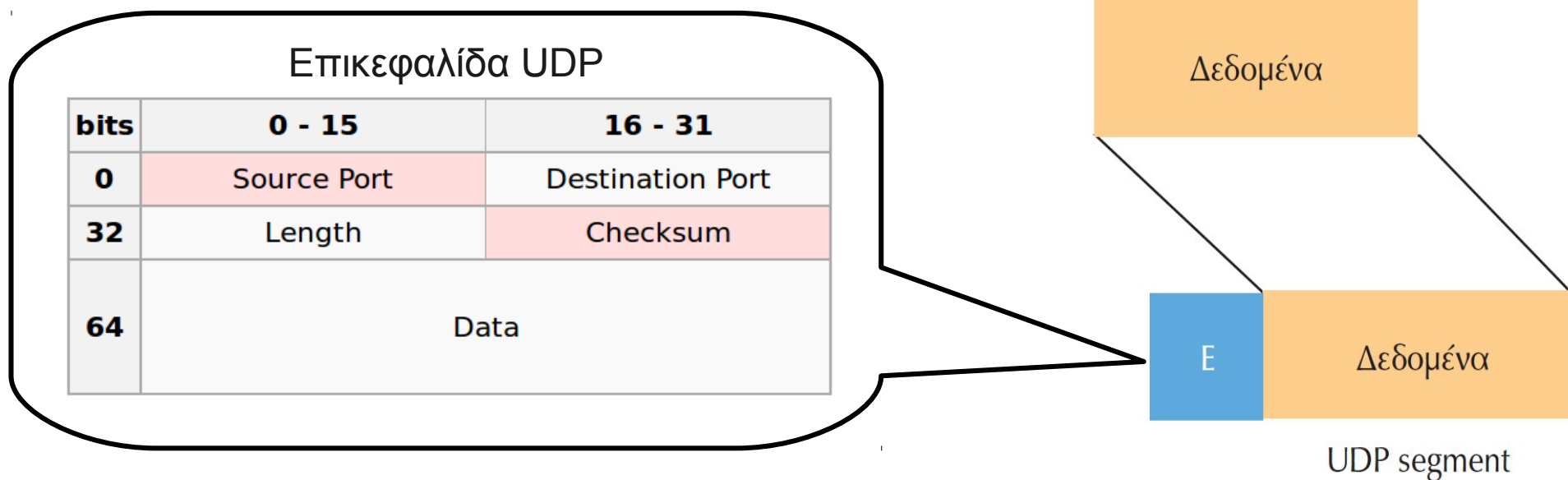


UDP (User Datagram Protocol)

Πρωτόκολλο Αυτοδύναμων Πακέτων

Για παράδειγμα το πρωτόκολλο SNMP (Απλό Πρωτόκολλο Διαχείρισης Δικτύου) χρησιμοποιεί την θύρα UDP 161, ενώ για το DNS (Σύστημα Ονομάτων Περιοχών) χρησιμοποιείται η θύρα UDP 53.

Π.χ. Όταν βάζουμε την διεύθυνση www.sch.gr αυτή μετατρέπεται στην IP 194.63.238.40 με την βοήθεια του DNS / UDP πρωτοκόλλου και θύρα UDP 53.



Το πρωτόκολλο **TCP** λειτουργεί εγκαθιδρύοντας συνδέσεις μεταξύ του αποστολέα και του παραλήπτη των πακέτων. Από την στιγμή που μία σύνδεση εγκαθιδρυθεί με επιτυχία, όλα τα δεδομένα αποστέλλονται από τον έναν υπολογιστή στον άλλο με την μορφή πακέτων χρησιμοποιώντας την σύνδεση αυτή. Τα κύρια χαρακτηριστικά του TCP είναι τα εξής:

- **Αξιοπιστία** - Το TCP χρησιμοποιεί διάφορους μηχανισμούς ούτως ώστε να διασφαλιστεί ότι τα πακέτα που μεταδίδονται από τον αποστολέα θα φτάσουν σίγουρα στον παραλήπτη και στην σωστή σειρά. Οι μηχανισμοί αυτοί περιλαμβάνουν την επιβεβαίωση λήψης πακέτου από τον παραλήπτη, την επαναποστολή πακέτων που χάθηκαν και τον καθορισμό ενός ελάχιστου χρονικού διαστήματος μέσα στο οποίο κάθε αποστέλλόμενο πακέτο θα πρέπει να έχει παραληφθεί (timeout).
- **Σειρά πακέτων** - Εάν δύο πακέτα αποσταθούν σε μία σύνδεση το ένα μετά το άλλο, τότε το πρωτόκολλο TCP εγγυάται ότι θα φτάσουν στον παραλήπτη με την ίδια σειρά με την οποία στάλθηκαν. Στην περίπτωση που λείπει ένα πακέτο και έρθουν μελλοντικά πακέτα, τότε αυτά κατακρατούνται στην προσωρινή μνήμη (buffer) μέχρις ότου φτάσει το πακέτο που λείπει. Τότε αναδιατάσσονται και εμφανίζονται με την σωστή σειρά στον παραλήπτη.
- **Βαρύτητα** - Το πρωτόκολλο TCP θεωρείται ιδιαίτερα βαρύ, δεδομένου του γεγονότος ότι χρειάζονται τουλάχιστον 3 πακέτα για την εγκαθίδρυση της σύνδεσης, πριν ακόμη μεταδοθεί οποιοδήποτε πακέτο δεδομένων. Επίσης, οι μηχανισμοί αξιοπιστίας που υλοποιεί το κάνουν ακόμη πιο βαρύ, πράγμα που έχει φυσικά σημαντικό αντίκτυπο στην ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων.

Το UDP είναι ένα πιο απλό και ελαφρύ πρωτόκολλο, στο οποίο δεν υπάρχει η έννοια της σύνδεσης. Κάθε πακέτο UDP διανύει το δίκτυο σαν μία ξεχωριστή αυτόνομη μονάδα και όχι σαν μία σειρά πακέτων σε μία σύνδεση, όπως στο TCP. Τα κύρια χαρακτηριστικά του UDP είναι τα εξής:

- **Αναξιόπιστο** - Κατά την αποστολή ενός πακέτου, ο αποστολέας δεν είναι σε θέση να γνωρίζει εάν το πακέτο θα φτάσει σωστά στον προορισμό του ή εάν θα χαθεί μέσα στο δίκτυο. Δεν έχει προβλεφθεί η δυνατότητα επιβεβαίωσης λήψης πακέτου από τον παραλήπτη, ούτε η επαναμετάδοση ενός χαμένου πακέτου.
- **Δεν υπάρχει σειρά** - Τα πακέτα UDP, σε αντίθεση με το TCP, δεν αριθμούνται και κατά συνέπεια δεν υπάρχει κάποια συγκεκριμένη σειρά με την οποία θα πρέπει να φτάσουν στον παραλήπτη.
- **Ελαφρύ** - Το πρωτόκολλο αυτό καθ' αυτό είναι πολύ ελαφρύ σε σύγκριση με το TCP διότι δεν εφαρμόζει όλους τους μηχανισμούς αξιοπιστίας επικοινωνίας που υπάρχουν στο δεύτερο. Αυτό έχει ως συνέπεια να είναι αρκετά πιο γρήγορο.
- **Datagrams** - Κάθε πακέτο UDP ονομάζεται επίσης και "datagram", θεωρείται δε ως μεμονωμένη οντότητα που θα πρέπει να μεταδοθεί ολόκληρη. Κατά συνέπεια δεν υφίσταται η έννοια της διοχέτευσης πακέτων μέσα σε ένα κανάλι/σύνδεση.

Σύνοψη: Πότε χρησιμοποιείται το UDP πρωτόκολλο και όχι το TCP.

- Σε εφαρμογές που τα μηνύματά του χωράνε σε ένα μόνο τμήμα (η λειτουργία του τεμαχισμού που παρέχει το TCP δεν χρειάζεται).
- Όταν δεν μας ενοχλεί να χαθούν κάποια δεδομένα στην μετάδοση ή δεν έχει νόημα η επαναμετάδοσή τους => πχ. εφαρμογές φωνής, ραδιόφωνο => το σημαντικό είναι η μετάδοση να προχωράει χωρίς καθυστερήσεις.
- Όταν θέλουμε να μεταδώσουμε με τις μικρότερες δυνατές καθυστερήσεις και **μεγαλύτερη ταχύτητα** και **όχι με ακρίβεια και αξιοπιστία.**

Βιβλιογραφία

- Άεâëβι Äéêôýìí ÔÅÅ
- <http://el.wikipedia.org/wiki/TCP> Άρθρο για το TCP στην el.wikipedia.org.
- http://en.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol Άρθρο για το UDP στο en.wikipedia.org.