

Ι.Ε.Κ. Κέρκυρας

Δίκτυα Υπολογιστών Ι
Σημειώσεις Θεωρίας Μαθήματος

Ειδικότητα: Τεχνικός Δικτύων και Τηλεπικοινωνιών

Κέρκυρα, 2013-2014

Σκοπός & Διδακτικές Ενότητες Μαθήματος – Δίκτυα Υπολογιστών I	4
Σκοπός του μαθήματος	4
Διδακτική Ενότητα 1: Εισαγωγή στα Δίκτυα Υπολογιστών	4
Διδακτική Ενότητα 2: Πρότυπα Αναφοράς Δικτύων.....	4
Διδακτική Ενότητα 3: Επίπεδο Διασύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer)	4
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή στα Δίκτυα Υπολογιστών	5
Χρήση Δικτύων Υπολογιστών	5
Χρήση των δικτύων στην κοινωνία της πληροφορίας	5
Ταξινόμηση Δικτύων	6
Ταξινόμηση ως προς την τοπολογία	6
Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία μετάδοσης των δεδομένων	9
Ταξινόμηση ως προς τη γεωγραφική κάλυψη – κλίμακα	9
Οργανισμοί Τυποποίησης.....	9
Λογισμικό Δικτύων	10
Η έννοια του επιπέδου (layer) σε ένα δίκτυο.....	10
Πρωτόκολλα επικοινωνίας και αρχιτεκτονική δικτύου	10
Κατεύθυνση μετάδοσης δεδομένων σε ένα δίκτυο	11
Διεπαφές και υπηρεσίες δικτύων	12
Κεφάλαιο 2ο: Πρότυπα Αναφοράς Δικτύων	13
Το Πρότυπο Αναφοράς OSI (Open Systems Interconnection).....	13
Τα επτά επίπεδα του OSI	14
Φυσικό επίπεδο (Physical layer).....	14
Επίπεδο διασύνδεσης δεδομένων (Data Link layer).....	14
Επίπεδο δικτύου (Network layer)	14
Επίπεδο μεταφοράς (Transport layer)	15
Επίπεδο συνόδου (Session layer).....	15
Επίπεδο παρουσίασης (Presentation layer)	16
Επίπεδο εφαρμογής (Application layer)	16
Το Πρότυπο Αναφοράς TCP/IP.....	17
Τα τέσσερα επίπεδα του TCP/IP	18
Επίπεδο πρόσβασης δικτύου (Network Accesss layer)	18
Επίπεδο Διαδικτύου (Internet layer)	18
Επίπεδο Μεταφοράς (Transport layer)	19
Επίπεδο Εφαρμογής (Application layer).....	19
Αξιολόγηση και Σύγκριση των Προτύπων Αναφοράς OSI & TCP/IP.....	20
Ομοιότητες.....	20
Διαφορές	20
Κεφάλαιο 3ο: Επίπεδο Διασύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer).....	21
Μέσα Μετάδοσης Δεδομένων.....	21
Καλώδια Συνεστραμμένου Ζεύγους (Twisted Pair – Unshielded Twisted Pair CAT5).....	21
Ομοαξονικά Καλώδια Βασικής Ζώνης (Baseband Coaxial Cable)	21
Ομοαξονικά Καλώδια Ευρείας Ζώνης (Broadband Coaxial Cable)	21
Οπτικές Ίνες.....	21
Ασύρματη Μετάδοση (Wireless Transmission), Radio Microwave Infrared & Millimetre Lightwave Transmission.....	21
Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο (Public Switched Telephone Network – PSTN).....	22
Αρχιτεκτονική και Λειτουργία του PSTN	22
Modems, Πρωτόκολλα V90, V34bis.....	22
Μισθωμένες Γραμμές και Baseband Modems, Σύγχρονη / Ασύγχρονη Μετάδοση.....	22
Ολοκληρωμένο Ψηφιακό Δίκτυο Μεταγωγής ISDN (Integrated Switched Digital Network)	22
Αρχιτεκτονική ISDN	22
Υπηρεσίες ISDN	22
Αξιολόγηση και σύγκριση του ISDN με το PSTN	22
Δίκτυα Μεταγωγής Δεδομένων (Packet Switched Networks)	22

Δίκτυα X25	22
Δίκτυα Frame Relay	22
Δίκτυα ATM	22
Πρωτόκολλο Σημείου σε Σημείο (Point-to-Point Protocol PPP)	22
Αναγκαιότητα και λόγοι ύπαρξης του ppp (μέσω του ppp οποιοσδήποτε Η/Υ σε ένα σπίτι μπορεί να γίνει host στο Διαδίκτυο, ενώ παλιά κάθε Η/Υ χρησιμοποιούνταν σαν ένα απλό τερματικό)	22
Αρχιτεκτονική του ppp (LCP, NCP)	22
Μέθοδοι authentication του ppp (Char, Pap)	22
Ευρεία Χρήση του ppp σε WAN δίκτυα	22
Multilink ppp.....	22
Μηχανισμοί ελέγχου προσπέλασης του φυσικού μέσου.....	23
Ο μηχανισμός CSMA/CD	23
Ο μηχανισμός CSMA/CA	23
Το Πέρασμα Κουπονιού	24
Πρωτόκολλα Τοπικού Δικτύου	24
Ethernet, Fast Ethernet, CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), MAC Address, IEEE Standard 802.3.....	24
Token Bus, Token Ring	24
FDDI	24
Ερωτήσεις Πιστοποίησης	25
Βιβλιογραφία.....	29

Σκοπός & Διδακτικές Ενότητες Μαθήματος – Δίκτυα Υπολογιστών Ι

Σκοπός του μαθήματος

Σκοπός του μαθήματος είναι η κατανόηση από τους καταρτιζόμενους των βασικών αρχών που διέπουν τα Δίκτυα Υπολογιστών και ειδικότερα τα Δίκτυα πρωτοκόλλου TCP/IP. Η διδακτέα ύλη καλύπτει το γενικό υπόβαθρο που πρέπει να έχει κάποιος καταρτιζόμενος των ΙΕΚ, σχετικά με Δίκτυα Η/Υ (Πρότυπα Αναφοράς OSI & TCP/IP) και τις βασικές τηλεπικοινωνιακές γνώσεις που πρέπει να έχει ώστε να είναι σε θέση πλήρως τη βασική λειτουργία Δικτύων Η/Υ.

Διδακτική Ενότητα 1: Εισαγωγή στα Δίκτυα Υπολογιστών

Στόχοι: Ο καταρτιζόμενος να κατανοήσει την αναγκαιότητα της «Δικτύωσης» στη σύγχρονη κοινωνία και τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από αυτή. Επίσης είναι σκόπιμη η εις βάθος κατανόηση από τον καταρτιζόμενο των διαφόρων κατηγοριών των Δικτύων Η/Υ, ανάλογα με την προσέγγιση που ακολουθείται και τέλος η κατανόηση θεμελιωδών εννοιών, όπως επίπεδο Δικτύου, η έννοια του Πρωτοκόλλου και της Αρχιτεκτονικής Δικτύου.

Περιεχόμενα:

1. Χρήση Δικτύων Υπολογιστών στη σημερινή εποχή, αναγκαιότητα, πλεονεκτήματα, Κοινωνικές Προεκτάσεις
2. Ταξινόμηση Δικτύων
 - a. Ανάλογα με την Τοπολογία τους, Δίκτυα Αστέρα (Star), Δίκτυα Αρτηρίας (Bus)
 - b. Ανάλογα με την Τεχνολογία Μετάδοσης των Δεδομένων, Δίκτυα Εκπομπής (Broadcast Networks) – Δίκτυα Σημείου σε Σημείο (Point-to-Point Networks)
 - c. Ανάλογα με την Κλίμακά τους, Τοπικά Δίκτυα (Local Area Networks – LAN), Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (Wide Area Networks – WAN)
3. Λογισμικό Δικτύων
 - a. Η έννοια του επιπέδου (layer) σε ένα Δίκτυο
 - b. Η έννοια του πρωτοκόλλου
 - c. Η έννοια της Αρχιτεκτονικής Δικτύου
 - d. Κατεύθυνση Μετάδοσης Δεδομένων σε ένα Δίκτυο, Απλή (Simplex), Ημιδιπλή (Half-Duplex), Πλήρης Διπλή (Full-Duplex)
 - e. Connection Oriented Service, Connectionless Service

Διδακτική Ενότητα 2: Πρότυπα Αναφοράς Δικτύων

Στόχοι: Ο καταρτιζόμενος να κατανοήσει τη δομή και τη λειτουργία των δύο πιο σημαντικών Πρότυπων Αναφοράς Δικτύων, το Πρότυπο OSI και το Πρότυπο TCP/IP. Επίσης είναι σημαντική η εις βάθος κατανόηση από τον καταρτιζόμενο των διαφορετικών φιλοσοφιών που διέπουν τις δύο αυτές διαφορετικές προσεγγίσεις στα Πρότυπα Αναφοράς Δικτύων Η/Υ.

Περιεχόμενα:

1. Το Πρότυπο Αναφοράς OSI (Open Systems Interconnection), Συνοπτική Περιγραφή της λειτουργίας κάθε επιπέδου
2. Το Πρότυπο Αναφοράς TCP/IP, συνοπτική περιγραφή της λειτουργίας κάθε επιπέδου
3. Αξιολόγηση και σύγκριση των Προτύπων Αναφοράς OSI & TCP/IP
4. Υιοθέτηση του Πρότυπου Αναφοράς TCP/IP σε αυτό το εγχειρίδιο και λόγοι για τους οποίους ακολουθήθηκε η προσέγγιση αυτή και όχι το Πρότυπο Αναφοράς OSI

Διδακτική Ενότητα 3: Επίπεδο Διασύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer)

Στόχοι: Ο καταρτιζόμενος να κατανοήσει πολύ καλά το υλικό των Δικτύων καθώς και τις αρχές και τη λειτουργία της Τηλεφωνίας (αναλογικής και ψηφιακής), τα Δημόσια Δίκτυα Μεταγωγής Δεδομένων και τέλος τα Πρωτόκολλα Σημείου σε Σημείο (ppp) και τα Πρωτόκολλα Τοπικού Δικτύου (Ethernet).

Περιεχόμενα:

1. Μέσα Μετάδοσης Δεδομένων
 - a. Καλώδια Συσσυστραμμένου Ζεύγους (Twisted Pair – Unshielded Twisted Pair CAT5)
 - b. Ομοαξονικά Καλώδια Βασικής Ζώνης (Baseband Coaxial Cable)
 - c. Ομοαξονικά Καλώδια Ευρείας Ζώνης (Broadband Coaxial Cable)
 - d. Οπτικές Ίνες

2. Ασύρματη Μετάδοση (Wireless Transmission), Radio Microwave Infrared & Millimetre Lightwave Transmission
3. Δημόσιο Τηλεφωνικό Δίκτυο (Public Switched Telephone Network – PSTN)
 - a. Αρχιτεκτονική και Λειτουργία του PSTN
 - b. Modems, Πρωτόκολλα V90, V34bis
 - c. Μισθωμένες Γραμμές και Baseband Modems, Σύγχρονη / Ασύγχρονη Μετάδοση
4. Ολοκληρωμένο Ψηφιακό Δίκτυο Μεταγωγής ISDN (Integrated Switched Digital Network)
 - a. Αρχιτεκτονική ISDN
 - b. Υπηρεσίες ISDN
 - c. Αξιολόγηση και σύγκριση του ISDN με το PSTN
5. Δίκτυα Μεταγωγής Δεδομένων (Packet Switched Networks)
 - a. Δίκτυα X25
 - b. Δίκτυα Frame Relay
 - c. Δίκτυα ATM
6. Πρωτόκολλο Σημείου σε Σημείο (Point-to-Point Protocol PPP)
 - a. Αναγκαιότητα και λόγοι ύπαρξης του rpp (μέσω του rpp οποιοσδήποτε Η/Υ σε ένα σπίτι μπορεί να γίνει host στο Διαδίκτυο, ενώ παλιά κάθε Η/Υ χρησιμοποιούνταν σαν ένα απλό τερματικό)
 - b. Αρχιτεκτονική του rpp (LCP, NCP)
 - c. Μέθοδοι authentication του rpp (Chap, Pap)
 - d. Ευρεία Χρήση του rpp σε WAN δίκτυα
 - e. Multilink rpp
7. Πρωτόκολλα Τοπικού Δικτύου
 - a. Ethernet, Fast Ethernet, CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), MAC Address, IEEE Standard 802.3
 - b. Token Bus, Token Ring
 - c. FDDI

Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή στα Δίκτυα Υπολογιστών

Χρήση Δικτύων Υπολογιστών

(Ερ.Πιστ.: Τι είναι το δίκτυο υπολογιστών; Ποιους στόχους εξυπηρετεί; Πού βρίσκουν εφαρμογή τα δίκτυα υπολογιστών;)

Δίκτυο είναι ένα σύνολο υπολογιστών και συσκευών που διασυνδέονται για ανταλλαγή δεδομένων και επιτρέπουν σε πολλούς χρήστες να διαμοιράζονται κοινές βάσεις δεδομένων. Ο βασικότερος στόχος είναι η επικοινωνία κι η μεταφορά δεδομένων από τον διπλανό χρήστη μέχρι τον πιο μακρινό υπολογιστή του κόσμου. Εφαρμογές σε: σχολεία, πανεπιστήμια, τράπεζες, αστυνομικά κέντρα, ταχυδρομείο, Υπουργεία, εταιρείες εθνικές και διεθνής, επιχειρήσεις, οργανισμούς, στα στρατόπεδα κα. Κυρίως βρίσκουν εφαρμογή σε σπίτια. Σε άλλα για εκπαιδευτικούς σκοπούς και σε άλλα για επαγγελματικούς από το σπίτι.

Ορισμός: Δίκτυο υπολογιστών είναι ένα σύνολο συνδεδεμένων μεταξύ τους ηλεκτρονικών υπολογιστών και άλλων τερματικών διατάξεων, που επικοινωνούν με συγκεκριμένους κανόνες. Οι κανόνες αυτοί λέγονται πρωτόκολλα επικοινωνίας και είναι υπεύθυνα για την ποιότητα και την πιστότητα των πληροφοριών που μεταδίδονται στο κανάλι επικοινωνίας. Η αποτελεσματικότητα αυτών των κανόνων καθορίζει και την αποδοτικότητα του δικτύου.

Μερικά πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι τα TCP/IP, ISO/OSI, SNMP, POP3, SMTP, FTP, TELNET κλπ.

Χρήση των δικτύων στην κοινωνία της πληροφορίας

Η ευρύτατη χρήση των δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει επιφέρει ριζικές ολλογές σε πολλους τομείς της οικονομικής και της κοινωνικής ζωής, η νέα (ηλεκτρονική) οικονομία, εκπαιδευτική διαδικασία, η υγεία, η ψυχαγωγία κτλ. Τα οφέλη των δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Διαμοιρασμός πόρων δικτύου. Η διασύνδεση των υπολογιστών έχει μεγάλη επίδραση στον εργασιακό χώρο, αφού αυξάνει τη λειτουργικότητά του, καθώς προσθέτει τα ακόλουθα:

- ο Ο διαμοιρασμός εφαρμογών. Οι εφαρμογές λογισμικού υψηλού κόστους, όπως ένας προσομοιωτής ή ένα στατιστικό ή σχεδιαστικό πακέτο, μπορούν να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα από διαφορετικούς χρήστες στο δίκτυο, χωρίς να είναι απαραίτητη η εγκατάστασή τους σε καθέναν υπολογιστή ξεχωριστά.
- ο Ο διαμοιρασμός περιφερειακών συσκευών. Όλα τα συστήματα ενός δικτύου μπορούν να χρησιμοποιούν οποιαδήποτε περιφερειακή συσκευή, όπως έναν έγχρωμο εκτυπωτή λέιζερ κτλ.
- ο Ο διαμοιρασμός αρχείων. Διάφορα κοινόχρηστα αρχεία μπορούν να αποθηκεύονται σε ένα μόνο υπολογιστή του δικτύου, έτσι ώστε να είναι δυνατή η πρόσβασή τους σε όλους τους υπολογιστές των ενδιαφερόμενων χρηστών.
- ο Επικοινωνία και πληροφόρηση. Οι υπηρεσίες του Διαδικτύου αποτελούν εύχρηστους και άμεσους τρόπους επικοινωνίας μεταξύ των χρηστών. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η οπτική τηλεδιάσκεψη, οι ειδήσεις, τα κοινωνικά δίκτυα κτλ. είναι σήμερα πραγματικότητα για εκατομμύρια ανθρώπους σε όλο τον κόσμο. Ταυτόχρονα παραδοσιακές και νέες πηγές πληροφόρησης, όπως οι εφημερίδες, η τηλεόραση, το ραδιόφωνο, τα περιοδικά, είναι διαθέσιμα στο Διαδίκτυο για τους συνδρομητές - χρήστες του.

Η αύξηση της επεξεργαστικής δυνατότητας και η συνεχιζόμενη τεχνολογική εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει επιτρέψει την ανάπτυξη δικτυακών εφαρμογών ιδιαίτερης πολυπλοκότητας που απαιτούν μεγάλη ικανότητα μεταφοράς δεδομένων όπως: η τηλεδιάσκεψη, η αναγνώριση φωνής, η επεξεργασία εικόνας, οι μηχανολογικές και επιστημονικές εφαρμογές, τα συστήματα προσομοίωσης.

Επιπλέον εφαρμογές που αναπτύσσονται στα δίκτυα νέων τεχνολογιών επηρεάζουν σημαντικά αρκετούς τομείς της κοινωνικής και της οικονομικής δραστηριότητας, όπως: η τηλεϊατρική, η τηλεεκπαίδευση, το ηλεκτρονικό εμπόριο, τα ψυχαγωγικά προγράμματα.

(Ερ. Πιστ.: Ποια είναι τα βασικά συστατικά στοιχεία ενός δικτύου; Δώστε παραδείγματα ανά κατηγορία.)

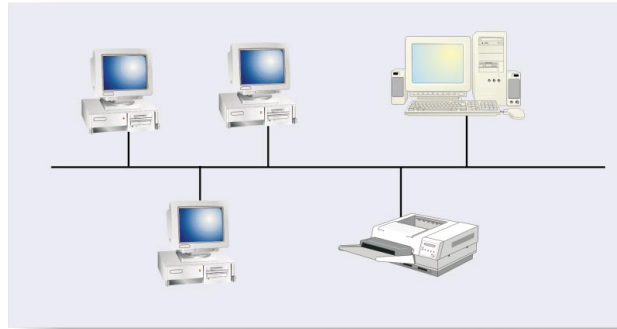
Τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου υπολογιστών είναι τα ακόλουθα:

- ο Κόμβοι επικοινωνίας: ηλεκτρονικά συστήματα που διαθέτουν τουλάχιστον επεξεργαστή και μνήμη, π.χ. Η/Υ, δικτυακοί εκτυπωτές, επίγειοι δορυφορικοί σταθμοί αναμετάδοσης
- ο Φυσικό μέσο μετάδοσης ή σύνδεσμος: το μέσο μέσα από το οποίο θα περάσουν τα δεδομένα υπό μορφή σημάτων επικοινωνίας, π.χ. χάλκινα καλώδια, οπτικές ίνες, μικροκύματα
- ο Διατάξεις σύνδεσης: μονάδες υλικού που εξασφαλίζουν τη διασύνδεση των συσκευών και τη μεταφορά των πληροφοριών ανάμεσα στους κόμβους του δικτύου, π.χ. hubs, switches, routers, bridges
- ο Λογισμικό δικτύου: το σύνολο των προγραμμάτων που εξασφαλίζουν τη σύνδεση και ελέγχουν την επικοινωνία των υπολογιστών του δικτύου, π.χ. Windows NT, Unix, Windows 2000 Server, Windows XP, Linux
- ο Λογισμικό εφαρμογών δικτύου: προγράμματα εφαρμογών που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που τους προσφέρει ένα δίκτυο υπολογιστών, π.χ. Kerberos, HyperTerminal, Netscape, Firewall

Ταξινόμηση Δικτύων

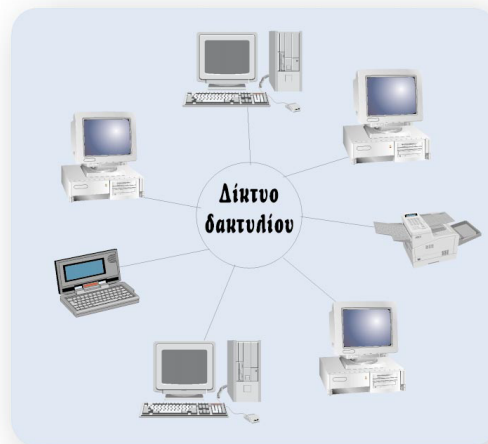
Ταξινόμηση ως προς την τοπολογία

Τοπολογία δικτύου χαρακτηρίζεται η φυσική διάταξη των καλωδίων που συνδέουν τους κόμβους του δικτύου. Οι πιο γνωστές τοπολογίες είναι οι εξής:



Δίκτυο τοπολογίας Διαύλου

- Διαύλου, λεωφόρου ή αρτηρίας (bus): οι κόμβοι του δικτύου συνδέονται μέσω ενός καλωδίου του οποίου τα άκρα είναι ανοιχτά. Όλοι οι κόμβοι του δικτύου συνδέονται άμεσα, χωρίς τη μεσολάβηση άλλων διατάξεων σε μία κοινή γραμμή επικοινωνίας που λέγεται δίαυλος (bus). Τα πακέτα μεταδίδονται σε όλο το μήκος του φυσικού μέσου και μπορεί να παραληφθούν από όλους τους άλλους κόμβους. Κάθε κόμβος βλέπει το μήνυμα, ελέγχει τη διεύθυνση του παραλήπτη και αν τον αφορά το αντιγράφει. Επειδή οι κόμβοι βρίσκονται κοντά σε αυτόν που εκπέμπει, λαμβάνουν ισχυρότερο σήμα από αυτούς που βρίσκονται μακρύτερα, τίθεται περιορισμοί που αφορούν το υλικό του καλωδιακού μέσου, το μήκος του, τον αριθμό των συνδεδεμένων κόμβων και τα προσαρμοστικά υλικά που χρησιμοποιούνται στις συνδέσεις, ώστε να μην αποδυναμώνεται η ισχύς των σημάτων. Τα δίκτυα διαύλου δεν παρουσιάζουν κατασκευαστική πολυπλοκότητα και μπορούν εύκολα να αναδιαταχθούν ή να επεκταθούν προσθέτοντας ή αφαιρώντας διατάξεις. Επίσης, βλάβη σε κάποιον κόμβο δεν επηρεάζει το δίκτυο, αφού αυτός μπορεί εύκολα να απομονωθεί. Η χρήση της τοπολογίας διαύλου είναι κατάλληλη για μικρά τοπικά δίκτυα, δηλαδή δίκτυα όπου ο αριθμός των κόμβων είναι μικρός και η κυκλοφορία μικρή. Τα δίκτυα διαύλου παρουσιάζουν χαμηλή απόδοση σε κάθε ενέργεια που προκαλεί αύξηση της κυκλοφορίας. Και βασικό μειονέκτημα αυτής της τοπολογίας είναι ότι εάν το καλώδιο της αρτηρίας κοπεί σε κάποιο σημείο το δίκτυο δεν μπορεί να λειτουργήσει.



Δίκτυο τοπολογίας Δακτυλίου

- Δακτυλίου (ring): οι υπολογιστές του δικτύου συνδέονται επίσης μέσω ενός μόνο καλωδίου, τα άκρα του όμως είναι μεταξύ τους ενωμένα. Στην τοπολογία δακτυλίου το δίκτυο αποτελείται από ένα σύνολο διαδοχικών κόμβων με συνδέσεις σημείου προς σημείο, ώστε να σχηματίζεται ένας κλειστός βρόχος. Κάθε κόμβος συνδέεται στο δίκτυο διαμέσου μιας διάταξης που λέγεται αναμεταδότης. Η διάταξη αυτή έχει στόχο την ενίσχυση του σήματος και την αποστολή του στον κόμβο με τον οποίο είναι συνδεδεμένη. Οι συνδέσεις είναι μίας κατεύθυνσης, δηλαδή η ροή των πληροφοριών έχει την ίδια πάντα φορά επάνω στο δίαυλο (είτε αυτήν των δεικτών του ρολογιού είτε την αντίστροφη). Τα πακέτα μεταδίδονται από κόμβο σε κόμβο χωρίς ιδιαίτερη καθυστέρηση και χωρίς επιβάρυνση του δικτύου με πληροφορίες δρομολόγησης, όπως

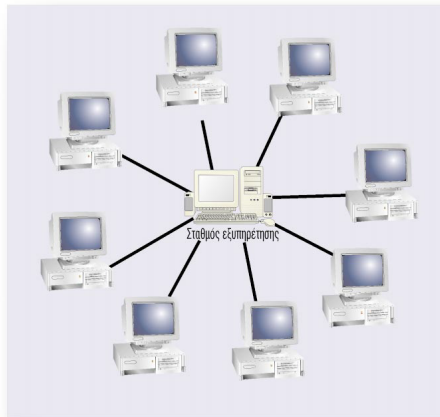
η διεύθυνση του παραλήπτη. Κάθε κόμβος που βλέπει το μήνυμα ελέγχει τη διεύθυνση του παραλήπτη και αν τον αφορά το αντιγράφει. Από τη στιγμή που πολλοί κόμβοι μοιράζονται το ίδιο μέσο μετάδοσης απαιτείται έλεγχος προκειμένου να καθοριστεί πότε κάθε σταθμός μπορεί να μεταδώσει πακέτα. Ο έλεγχος αυτός μπορεί να είναι κεντρικός ή κατακεντρωμένος. Καταστροφή ενός κόμβου δε σημαίνει απαραίτητα και διακοπή της κυκλοφορίας, αφού υπάρχουν μέθοδοι απομόνωσής τους. Η τοπολογία δακτυλίου είναι καλή επιλογή όταν

- ο απαιτείται ισοκατανομή της χωρητικότητας στους κόμβους του δικτύου
- ο υπάρχει σε μικρές αποστάσεις μικρός αριθμός κόμβων οι οποίοι απαιτούν υψηλούς ρυθμούς μετάδοσης
- ο κάθε κόμβος πρέπει να μεταδώσει οπωσδήποτε πριν από κάποιο συγκεκριμένο χρονικό διάστημα

Τα δίκτυα δακτυλίου παρουσιάζουν:

- ο Σημαντική μέση καθυστέρηση μετάδοσης, ακόμη και στην περίπτωση μικρών φορτίων κίνησης.
- ο Μη αναλογική με το φορτίο αύξηση της μέσης καθυστέρησης μετάδοσης.
- ο Σταθερή χρησιμοποίηση του καναλιού της μέσης καθυστέρησης μετάδοσης.

Επέκταση της τοπολογίας του δακτυλίου αποτελεί ο διπλός δακτύλιος, με αντίθετες κατευθύνσεις μετάδοσης σε κάθε δακτύλιο που χρησιμοποιείται στα δίκτυα υψηλών επιδόσεων.



- ο Αστέρα (star): σε αυτή την τοπολογία υπάρχει ένας κατακεντρωμένος ή κεντρικός υπολογιστής, ο οποίος συνδέεται με κάθε υπολογιστή του δικτύου απευθείας με μία μόνιμη γραμμή σύνδεσης. Δύο υπολογιστές ενός τέτοιου δικτύου συνδέονται μόνο μέσω του κεντρικού υπολογιστή. Η τοπολογία αυτή έχει όλα τα χαρακτηριστικά της τοπολογίας διαύλου, επειδή η μετάδοση κάποιου κόμβου γνωστοποιείται σε όλους τους άλλους κόμβους και επειδή μόνο ένας κόμβος μπορεί να μεταδώσει επιτυχημένα κάθε χρονική στιγμή. Τα μηνύματα των κόμβων μεταδίδονται στον κεντρικό κόμβο, ο οποίος ενεργεί ανάλογα με τη μορφή ελέγχου που ασκείται. Υπάρχουν τρεις μορφές ελέγχου που μπορούν να υλοποιηθούν:
 - ο Στην πρώτη περίπτωση ο κεντρικός κόμβος είναι υπεύθυνος για όλες τις διαδικασίες δρομολόγησης των μηνυμάτων. Τα μηνύματα που φθάνουν στον κεντρικό κόμβο υφίστανται επεξεργασία και αποστέλλονται σε κάποιον από τους κόμβους προκειμένου να σταλούν στον παραλήπτη.
 - ο Στη δεύτερη περίπτωση ο έλεγχος ασκείται από κάποιον περιφερικό κόμβο, ενώ ο κεντρικός κόμβος λειτουργεί σαν διακόπτης μεταγωγής (επαναλήπτης), που εγκαθιστά συνδέσεις μεταξύ των κόμβων, αποστέλλοντας τα μηνύματα σε όλους τους κόμβους.
 - ο Στην τρίτη περίπτωση ο έλεγχος είναι ισοκατακεντρωμένος στους κόμβους, ενώ ο κεντρικός κόμβος είναι υπεύθυνος για τη δρομολόγηση και την αποφυγή των συγκρούσεων.

Η τοπολογία άστρου αποτελεί καλή επιλογή όταν:

- ο Απαιτούνται ολοκληρωμένες υπηρεσίες φωνής-δεδομένων.
- ο Απαιτούνται υψηλοί ρυθμοί μετάδοσης.

Η υλοποίηση των δικτύων άστρου είναι πολύπλοκη, αφού ορισμένοι κόμβοι μπορεί να είναι απλές περιφερειακές μονάδες και άλλοι να ασκούν έλεγχο. Σε περίπτωση κεντρικού ελέγχου ο κεντρικός κόμβος λειτουργεί παρόμοια με ένα ιδιωτικό κέντρο μεταγωγής, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται στην τηλεφωνία. Πολλά χαρακτηριστικά του δικτύου εξαρτώνται από τις δυνατότητες του κεντρικού κόμβου. Τέτοια χαρακτηριστικά είναι η χωρητικότητα του δικτύου, η δυνατότητα επέκτασής του όσον αφορά τον αριθμό των κόμβων που μπορεί να υποστηρίξει, ο ρυθμός μεταφοράς των γραμμών επικοινωνίας, η αξιοπιστία του κτλ.

- ο Δέντρου (tree): έχει ιεραρχική δομή σχήματος δέντρου, η ρίζα έχει την κύρια ευθύνη και μοιράζεται ιεραρχικά τους κόμβους των κλάδων του δέντρου.
- ο Δικτυωτού (mesh): λέγεται και πλέγμα και δεν έχει κάποια συγκεκριμένη μορφή.
- ο Μεικτή (mixed): αποτελεί συνένωση πολλών διαφορετικών τοπολογιών.

Οι κόμβοι του δικτύου που συνδέονται μεταξύ τους με γραμμές υψηλού ρυθμού μετάδοσης σχηματίζουν το λεγόμενο κορμό (backbone) του δικτύου, και οι κόμβοι αυτοί συχνά λειτουργούν ως πύλες (gateways) για δίκτυα χαμηλότερου ρυθμού μετάδοσης.

Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία μετάδοσης των δεδομένων

Με κριτήριο το είδος της σύνδεσης τα δίκτυα διακρίνονται στις ακόλουθες δύο κατηγορίες:

- ο Δίκτυα σημείου προς σημείο (Point-to-Point Networks): ο σύνδεσμος συνδέει δύο μόνο κόμβους κάθε φορά. Είναι η απλούστερη μορφή επικοινωνίας μεταξύ δύο κόμβων που επιτυγχάνεται με απευθείας σύνδεσή τους με κάποια γραμμή επικοινωνίας. Όταν δύο κόμβοι δεν επικοινωνούν με απευθείας σύνδεση, επικοινωνούν μέσω άλλων κόμβων του δικτύου. Για αυτά τα δίκτυα υπάρχουν διάφορες τεχνικές δρομολόγησης. Γνωστά δίκτυα με συνδέσεις σημείου προς σημείο είναι το τηλεφωνικό δίκτυο, τα δίκτυα δεδομένων ευρείας περιοχής και το διαδίκτυο.
- ο Δίκτυα ανοικτής ακρόασης ή ευρείας εκπομπής (Broadcast Networks): ο σύνδεσμος συνδέει δύο ή και περισσότερους κόμβους ταυτόχρονα. Τα δίκτυα ευρείας εκπομπής διαθέτουν ένα μόνο κανάλι επικοινωνίας, το οποίο μοιράζονται όλοι οι κόμβοι που είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Κάθε μήνυμα που στέλνεται παραλαμβάνεται από όλους ανεξαιρέτως τους χρήστες που βρίσκονται στο δίκτυο και για αυτό είναι εφοδιασμένο με τη διεύθυνση του παραλήπτη. Γνωστά δίκτυα ευρείας εκπομπής είναι αυτά του ραδιοφώνου, της τηλεόραση και τοπικά δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών.

Ταξινόμηση ως προς τη γεωγραφική κάλυψη – κλίμακα

(Ερ. Πιστ.: Πώς ταξινομούνται τα δίκτυα υπολογιστών με βάση τη γεωγραφική έκταση που καλύπτουν;)

- ο Τοπικά δίκτυα (LAN – Local Area Networks): δίκτυα των οποίων η γεωγραφική κάλυψη είναι περιορισμένη. Ενσύρματα δίκτυα αυτής της κατηγορίας δεν εκτείνονται πέρα από τα 100Km και οι ρυθμοί μετάδοσης είναι μέχρι τα 2Gbps. Τοπικό δίκτυο είναι το δίκτυο ενός ή περισσότερων δωματίων, ενός κτιρίου ή και κοντινών κτιρίων. Τα κυριότερα πρότυπα τοπικών δικτύων είναι το Ethernet και το Token Ring.
- ο Μητροπολιτικά δίκτυα (MAN – Metropolitan Area Networks): η κλίμακά τους είναι μεταξύ των τοπικών και των δικτύων ευρείας περιοχής και καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές αποστάσεις με χαρακτηριστικά τοπικών δικτύων. Ενσύρματα δίκτυα αυτής της κατηγορίας δεν υπερβαίνουν σε μήκος τα 200Km και οι ρυθμοί κυμαίνονται έως 100Mbps. Συνήθως πρόκειται για ιδιόκτητα δίκτυα.
- ο Ευρείας Περιοχής δίκτυα (WAN – Wide Area Networks): πρόκειται για υπεραστικά ή διεθνή δίκτυα, των οποίων οι ρυθμοί μετάδοσης πάνω από 622Mbps και φτάνουν και το 1Gbps. Το πλήθος των υπολογιστών σε ένα τέτοιο δίκτυο είναι τεράστιο και μπορεί να εξυπηρετήσει αρκετά εκατομμύρια χρήστες.

Οργανισμοί Τυποποίησης

(Ερ. Πιστ.: Αναφέρατε δύο (2) από τους κυριότερους διεθνείς οργανισμούς, υπεύθυνους για τις τυποποιήσεις στον τομέα των δικτύων υπολογιστών)

Μερικοί από τους κυριότερους οργανισμούς που παράγουν διεθνή πρότυπα για τα δίκτυα και τις τηλεπικοινωνίες είναι:

- ISO (International Standards Organization) – Διεθνής Οργανισμός Τυποποιήσεων: έχει δώσει σημαντικά πρότυπα στις επικοινωνίες δεδομένων όπως το μοντέλο αναφοράς OSI (www.iso.ch)
- ITU (International Telecommunication Union) – Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών: διακυβερνητικός οργανισμός υπεύθυνος για την υιοθέτηση διεθνών συμβάσεων, ρυθμίσεων και προτύπων που αφορούν τις τηλεπικοινωνίες. (www.itu.org)
- IETF (Internet Engineering Task Force): ο κύριος οργανισμός προτύπων για το Internet. (www.ietf.org)
- IAB (Internet Architecture Board): συμβουλευτική ομάδα που ασχολείται με το Internet, και επιβλέπει την IETF (www.iab.org)
- ETSI (European Telecommunications Standards Institute) – Ευρωπαϊκό Ινστιτούτο Τυποποιήσεων στον τομέα των τηλεπικοινωνιών: σκοπός του η ενιαία πολιτική στις τηλεπικοινωνίες στις χώρες της Ευρώπης (www.etsi.org)
- IEEE (Institute of Electronics and Electrical Engineers) – Ινστιτούτο Ηλεκτρονικών και Ηλεκτρολόγων Μηχανικών: μη κερδοσκοπικός οργανισμός στον τομέα της τεχνολογικής ανάπτυξης, ο οποίος κυριαρχεί στη παγκόσμια βιβλιογραφία σε θέματα σχετικά με ηλεκτρονικούς υπολογιστές μέσα από τις τεχνολογικές αναφορές, τα συνέδρια και τη δημιουργία προτύπων.
- ΕΛΟΤ (Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης) (www.elot.gr)

Λογισμικό Δικτύων

Η έννοια του επιπέδου (layer) σε ένα δίκτυο

Ο σχεδιασμός των πρώτων δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών έγινε δίνοντας βάρος στο υλικό. Με την πάροδο του χρόνου και την αλμυρώδη εξέλιξη των επικοινωνιών τόσο ο σχεδιασμός όσο και η λειτουργία των δικτύων βασίστηκε περισσότερο στην ανάπτυξη λογισμικού δικτύων. Για να μειωθεί η πολυπλοκότητα και να βελτιωθεί η λειτουργία των δικτύων, το λογισμικό σχεδιάστηκε υπό μορφή επιπέδων ή στρωμάτων (layers), κάθε ένα από τα οποία δομείται επανω στο άλλο. Ο αριθμός, η λειτουργία και το όνομα κάθε επιπέδου διαφέρουν από δίκτυο σε δίκτυο. Σκοπός ενός επιπέδου είναι να προσφέρει κάποιες υπηρεσίες στα επίπεδα που βρίσκονται επανω από αυτό, έτσι ώστε να εξασφαλιστεί η ομαλή και ασφαλής μετάδοση των πληροφοριών από υπολογιστή σε υπολογιστή. Σημειώνεται ότι κάθε επίπεδο δεχεται τις υπηρεσίες που του προσφέρουν τα κοτώτερα από αυτό επίπεδο, χωρίς να ονομαζόμαστε τον τρόπο με τον οποίο προσφέρονται αυτές οι υπηρεσίες.

Πρωτόκολλα επικοινωνίας και αρχιτεκτονική δικτύου

(Ερ. Πιστ.: Τι είναι πρωτόκολλο επικοινωνίας και τι εννοούμε με τον όρο «ομότιμες διεργασίες»;)

Για να ανταλλάξουν δεδομένα δύο σταθμοί, εκτός από την ύπαρξη διαδρομής μεταξύ τους, είτε απευθείας είτε μέσω δικτύου επικοινωνιών, χρειάζεται να ακολουθήσουν επιπλέον κάποιες συγκεκριμένες διαδικασίες, οι οποίες βασίζονται σε ένα σύνολο κανόνων.

Ορισμός: Πρωτόκολλο επικοινωνίας (communication protocol) ή απλά πρωτόκολλο (protocol) είναι ένα σύνολο κανόνων ή παραδοχών που πρέπει να ακολουθήσουν δύο τουλάχιστον υπολογιστές προκειμένου να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας αποτελεί την κοινή γλώσσα (κοινό κώδικα) μεταξύ των σταθμών σε ένα δίκτυο.

Κάθε πρωτόκολλο επικοινωνίας διεθέτει ένα σύνολο κανόνων οι οποίοι καθορίζουν ένα σύνολο βασικών λειτουργιών και κύρια σημεία τους είναι:

- Σύνταξη: περιλαμβάνει σημεία όπως η μορφή των δεδομένων και τα επίπεδα του σήματος
- Σημασιολογία: πληροφορίες ελέγχου για το χειρισμό των σφαλμάτων
- Συγχρονισμός: εναρμονισμός της ταχύτητας και της ακολουθίας των πακέτων

Μερικά παραδείγματα γνωστών πρωτοκόλλων είναι τα

- TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol): Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης και πρωτόκολλο Internet
- HTTP (Hyper Text Transfer Protocol): Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένων

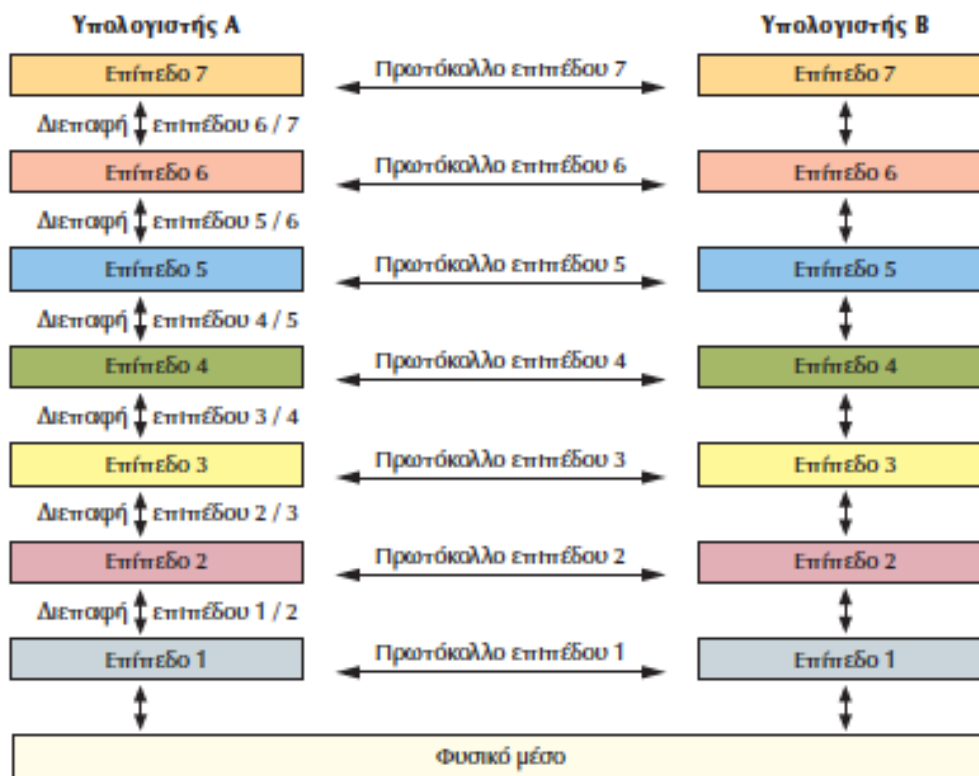
Τα δίκτυα οργανώνονται σε επίπεδα προκειμένου να μειωθεί η πολυπλοκότητα του σχεδιασμού τους. Έτσι, όταν λέμε ότι δύο ηλεκτρονικοί υπολογιστές επικοινωνούν, στην ουσία εννοούμε

ότι αυτό επιτυγχάνεται λόγω της επικοινωνίας των αντίστοιχων επιπέδων τους. Δηλαδή, αν κάποιος δίκτυο έχει οργανωθεί σε n επίπεδα, τότε κάθε επίπεδο του ενός υπολογιστή επικοινωνεί με το αντίστοιχο επίπεδο του άλλου υπολογιστή, με κοινό σκοπό να προσφέρουν τις υπηρεσίες τους. Οι κανόνες που χρησιμοποιούνται για να λειτουργήσει αυτή η επικοινωνία μεταξύ των αντίστοιχων επιπέδων των δύο υπολογιστών, αποτελούν το πρωτόκολλο του συγκεκριμένου επιπέδου.

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η σχέση μεταξύ επιπέδων και πρωτοκόλλων σε ένα δίκτυο του οποίου η επικοινωνία βασίζεται σε επτά επίπεδα.

Ορισμός: Τα αντίστοιχα επίπεδα σε κάθε υπολογιστή ονομάζονται ομότιμα, ενώ οι διεργασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτά ονομάζονται ομότιμες διεργασίες.

Τα ομότιμα επίπεδα επικοινωνούν χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο πρωτόκολλο. Το πρωτόκολλο ενός επιπέδου δεν είναι μονοσήμαντα ορισμένο. Πολλές φορές σε ένα επίπεδο χρησιμοποιούνται περισσότερα από ένα πρωτόκολλα, αναλογα με την υπηρεσία που το επίπεδο αυτό είναι προγραμματισμένο να προσφέρει στο ανώτερο επίπεδο.



Ορισμός: το σύνολο των επιπέδων και των πρωτοκόλλων αποτελεί την αρχιτεκτονική του δικτύου (network architecture).

Ο ρόλος των διαφόρων τμημάτων του λογισμικού και του υλικού στη διεργασία της επικοινωνίας, η μεταξύ τους σχέση, και τα πρωτόκολλα τα οποία πρέπει να ακολουθούνται, καθορίζονται από την αρχιτεκτονική δικτύου. Μάλιστα, με σκοπό να γίνει πιο εύκολη η σχεδίαση και η υλοποίηση ενός δικτύου, χρησιμοποιούνται τα επίπεδα ή στρώματα, τα οποία λειτουργούν ως ανεξάρτητα δομικά στοιχεία. Σε αυτή την περίπτωση, όπως στο παραπάνω σχήμα, έχουμε στρωματοποιημένη αρχιτεκτονική δικτύου.

Κατεύθυνση μετάδοσης δεδομένων σε ένα δίκτυο

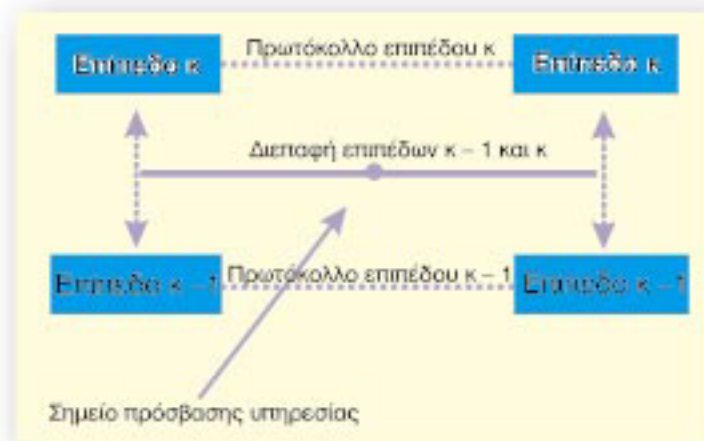
(Ερ. Πιστ.: Ποια η κατεύθυνση μετάδοσης στην Απλή (Simplex), Ημίδιπλη (Half-Duplex) και Πλήρως Διπλή (Full-Duplex) επικοινωνία; Να αναφέρετε από ένα παράδειγμα μετάδοσης σήματος για κάθε κατηγορία.)

- Μονόπλευρη κατεύθυνση ή Απλή (simplex): Τα δεδομένα κινούνται πάντα προς μια κατεύθυνση, όπου ο ένας σταθμός είναι ο πομπός και ο άλλος ο δέκτης πχ. ραδιόφωνο
- Μη ταυτόχρονη αμφίπλευρη ή Ημίδιπλη (half-duplex): Τα δεδομένα μπορούν να κινούνται και προς τις δύο κατευθύνσεις, αλλά όχι ταυτόχρονα. Και οι 2 σταθμοί είναι και πομποί, αλλά κάθε φορά μεταδίδει μόνο ο ένας, πχ. ασύρματος

- ο Ταυτόχρονη αμφίπλευρη ή Διπλή (full-duplex): Τα δεδομένα μπορούν ταυτόχρονα να μεταδίδονται προς τις δυο κατευθύνσεις. Οι 2 σταθμοί μεταδίδουν ταυτόχρονα (το μέσο μετάδοσης μεταφέρει σήματα ταυτόχρονα και προς τις 2 κατευθύνσεις), πχ. τηλέφωνο

Διεπαφές και υπηρεσίες δικτύων

Σε ένα σύστημα επιπέδων επικοινωνίας κάθε επίπεδο επιτελεί ορισμένες λειτουργίες και προσφέρει πρωτογενείς υπηρεσίες στο αμέσως ανώτερο του μέσω μιας διεπαφής. Επειδή οι διεπαφές των επιπέδων είναι αυτές που καθορίζουν την ποιότητα και την ποσότητα της επικοινωνίας, είναι σημαντικό να ορίζονται με ευκρίνεια από τους κατασκευαστές. Για να μπορεί ένα επίπεδο να προσφέρει τις υπηρεσίες του στο αμέσως ανώτερο του είναι ενδεχόμενο να χρησιμοποιεί υπηρεσίες που του προσφέρονται από το αμέσως κατώτερο του. Οι υπηρεσίες κάποιου επιπέδου προσφέρονται στο αμέσως ανώτερο στο σημείο πρόσβασης υπηρεσίας, τα οποία βρίσκονται επάνω στη διεπαφή των δύο επιπέδων, όπως απεικονίζεται στο ακόλουθο



σχήμα.

Ένα σύστημα επικοινωνίας χρειάζεται απαραίτητα μία τουλάχιστον υπηρεσία με συνδεση. Η υπηρεσία αυτή είναι προγραμματισμένη να επιβεβαιώνει ότι τα δεδομένα που σταλθηκαν από τον πομπό παραλήφθηκαν πράγματι από το δέκτη, δηλαδή ότι δεν υπήρξαν απώλειες δεδομένων για οποιονδήποτε λόγο. Σημειώνεται ότι η απώλεια δεδομένων κατά τη διέλευση τους μέσα από το δίκτυο, η οποία συμβαίνει είτε λόγω καταστροφής τους είτε λόγω ανεπανόρθωτα λανθασμένης λήψης τους, καθιστά μία υπηρεσία μη αξιόπιστη, δηλαδή χαρακτηρίζει την ποιότητα της. Επομένως κάποιες υπηρεσίες θεωρούνται λιγότερο αξιόπιστες από κάποιες άλλες, αναλογα με τον όγκο των δεδομένων που χάνουν. Οι πιο αξιόπιστες δε χάνουν ποτέ δεδομένα και συνήθως είναι αυτές που ο πομπός λαμβάνει μια επιβεβαίωση από το δέκτη ότι πράγματι έλαβε τα δεδομένα που εκείνος έστειλε. Όμως η συνεπής επιβεβαίωση λήψης δημιουργεί καθυστερήσεις, αφού αυξάνει την ποσότητα των δεδομένων που περιμένουν να μεταβιβαστούν από το ένα μέρος στο άλλο, μειώνοντας έτσι την απόδοση του όλου συστήματος επικοινωνίας. Οι πλεοναστικές αυτές πληροφορίες, αν και είναι πολύ χρήσιμες για την αξιόπιστη μετάδοση των πληροφοριών, στην πράξη όμως δεν ενδιαφέρουν το χρήστη.

Οι υπηρεσίες που προσφέρονται κάθε φορά από το ένα επίπεδο επικοινωνίας στο άλλο εξαρτώνται από τις ανάγκες των χρηστών για αξιόπιστη επικοινωνία. Για παράδειγμα κατά τη μεταφορά ενός αρχείου χρειαζόμαστε αξιόπιστη επικοινωνία, γιατί η απώλεια ακόμα και ελάχιστων bits μπορεί να αποδειχτεί καταστροφική για την ολοκληρωμένη και σωστή μεταφορά του αρχείου. Στην περίπτωση όμως της τηλεδιάσκεψης ή της τηλεφωνικής επικοινωνίας, δεν αποτελεί καταστροφή, αφού αυτό που ενδιαφέρει περισσότερο είναι ο ρυθμός μετάδοσης και όχι η απόλυτη ακρίβεια των δεδομένων που μεταφέρονται.

Ένα επίπεδο μπορεί να προσφέρει στο ανώτερό του επίπεδο δύο ειδών υπηρεσίες:

- ο Προσανατολισμένες στη σύνδεση υπηρεσίες (COS: Connection Oriented Service): οι υπηρεσίες αυτές διακρίνονται σε υπηρεσίες με σύνδεση και σε υπηρεσίες νοητού κυκλώματος. Βασίζονται στις αρχές του τηλεφωνικού συστήματος, σύμφωνα με το οποίο, πριν αρχίσει η μετάδοση των δεδομένων απαιτείται να έχει αποκατασταθεί η μεταξύ των δύο μερών σύνδεση με ένα κανάλι επικοινωνίας. Παράδειγμα υπηρεσίας με σύνδεση είναι η πραγματοποίηση μίας τηλεφωνικής συνομιλίας, όπου οι επιμέρους

συνδέσεις παραμένουν ενεργές σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας έστω και αν στην πράξη δε μεταδίδονται δεδομένα συνεχώς.

- ο Μη προσανατολισμένες στη σύνδεση υπηρεσίες (CLS: Connectionless Service): οι υπηρεσίες αυτές δεν απαιτούν την εγκατάσταση κάποιας συγκεκριμένης από άκρο σε άκρο γραμμή επικοινωνίας και έχουν βασιστεί στις αρχές του ταχυδρομικού συστήματος. Για παράδειγμα σε μία υπηρεσία χωρίς σύνδεση το πακέτο δεδομένων πρέπει να εφοδιαστεί με τα στοιχεία διεύθυνσης του παραλήπτη και να αποσταλεί, χωρίς να είναι προκαθορισμένη η διαδρομή που θα ακολουθήσει. Ο παραλήπτης δε γνωρίζει για την αποστολή των δεδομένων, και αν το πακέτο χαθεί ο μόνος που μπορεί να μάθει εάν έφτασε στον προορισμό του είναι ο αποστολέας.

Οι παραπάνω υπηρεσίες λειτουργούν και με τις ακόλουθες παραλλαγές:

- ο Επιβεβαιωμένα μη προσανατολισμένες στη σύνδεση υπηρεσίες (ALS: Acknowledged connectionless Service): είναι υπηρεσίες παρόμοιες με αυτές χωρίς σύνδεση με τη διαφορά ότι ο παραλήπτης επιβεβαιώνει τον αποστολέα ότι πράγματι έλαβε ότι του εστάλη. Συνήθως αυτές οι υπηρεσίες προσφέρονται από συστήματα που διαθέτουν τη μέγιστη δυνατή αξιοπιστία.
- ο Ανεπιβεβαιώτα προσανατολισμένες στη σύνδεση υπηρεσίες (UOS: Unconfirmed connection Oriented Service): αναφέρονται (με χιούμορ) και ως υπηρεσίες "στείλε και προσευχήσου". Η διαφορά με τις υπηρεσίες με σύνδεση είναι ότι ο αποστολέας ζητά σύνδεση και στέλνει τα δεδομένα ανεξάρτητα από την κατάσταση του παραλήπτη, ο οποίος μπορεί να μην είναι διαθέσιμος για επικοινωνία.

Κεφάλαιο 2ο: Πρότυπα Αναφοράς Δικτύων

Το Πρότυπο Αναφοράς OSI (Open Systems Interconnection)

(Ερ. Πιστ.: Περιγράψτε την αρχιτεκτονική διασύνδεσης ISO/OSI.)

Το μοντέλο αναφοράς διασύνδεσης ανοικτών συστημάτων (OSI) αναπτύχθηκε από το διεθνή οργανισμό τυποποίησης ISO και ονομάστηκε έτσι, γιατί αποτέλεσε τη βάση αναφορών και το πλαίσιο καθορισμού των προτύπων διασύνδεσης ανοικτών συστημάτων. Στόχος της ανάπτυξης αυτού του μοντέλου ήταν η δυνατότητα επικοινωνίας των συστημάτων που προέρχονταν από διαφορετικούς κατασκευαστές και η υποστήριξη εφαρμογών καταμετρημένης επεξεργασίας, ανεξάρτητα από το χρησιμοποιούμενο υλικό και λογισμικό.

Το μοντέλο αναφοράς OSI αποτελείται από επτά ανεξάρτητα μεταξύ τους επίπεδα ή στρώματα, καθένα από τα οποία υλοποιεί ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο. Το μοντέλο αναφοράς OSI ακολουθεί την αρχιτεκτονική των στρωμάτων ή επιπέδων (layered architecture), σύμφωνα με την οποία οι λειτουργίες του ανοικτού συστήματος στο οποίο αναφέρεται διαμοιράζονται σε ένα σύνολο κατακόρυφα διαρθρωμένων επιπέδων. Κάθε επίπεδο χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες του αμέσως χαμηλότερου επιπέδου, ενώ παρέχει υπηρεσίες στο αμέσως υψηλότερο από αυτό επίπεδο. Ο αριθμός των επιπέδων είναι τέτοιος, ώστε η αρχιτεκτονική να παραμένει απλή και διακριτές λειτουργίες να τοποθετούνται σε διαφορετικό επίπεδο.

Το σύνολο των επιπέδων που υλοποιούνται στο μοντέλο αναφοράς OSI, αρχίζοντας από το χαμηλότερο (επίπεδο 1) και προχωρώντας προς το υψηλότερο (επίπεδο 7), είναι το ακόλουθο:

1. Επίπεδο 1 ή φυσικό επίπεδο: Αναλαμβάνει τη μεταφορά των σημάτων στο μέσο μετάδοσης. Το επίπεδο αυτό καθορίζει τις λειτουργίες του μέσου μετάδοσης.
2. Επίπεδο 2 ή επίπεδο γραμμής δεδομένων: Αναλαμβάνει την προσαρμογή και τη μεταφορά των δεδομένων στο κανάλι μετάδοσης. Παραδίδει τα δεδομένα στο επίπεδο 1 (φυσικό επίπεδο) προκειμένου να μεταδοθούν.
3. Επίπεδο 3 ή επίπεδο δικτύου: Είναι υπεύθυνο για τις λειτουργίες δρομολόγησης και διευθυνσιοδότησης.
4. Επίπεδο 4 ή επίπεδο μεταφοράς: Αναλαμβάνει, χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες των χαμηλότερων επιπέδων, τη μεταφορά δεδομένων απ' άκρη σ' άκρη στο δίκτυο.
5. Επίπεδο 5 ή επίπεδο συνόδου: Ελέγχει τη δημιουργία και τον τερματισμό των συνδέσεων του επιπέδου 4 (επιπέδου μεταφοράς)
6. Επίπεδο 6 ή επίπεδο παρουσίασης: Αναλαμβάνει τη μορφοποίηση και την κωδικοποίηση των δεδομένων.
7. Επίπεδο 7 ή επίπεδο εφαρμογής: Πρόκειται για την εφαρμογή που εμφανίζεται στο χρήστη (το πρόγραμμα που χρησιμοποιεί).

Τα επτά επίπεδα του OSI

Φυσικό επίπεδο (*Physical layer*)

Το φυσικό επίπεδο είναι το πρώτο επίπεδο του μοντέλου και είναι υπεύθυνο για τη μετατροπή των δυαδικών ψηφίων που παραλαμβάνονται από το δέκτη σε σήμα κατάλληλο για μετάδοση από το μέσο επικοινωνίας, τη μετάδοσή τους και την επαναφορά τους σε δυαδική μορφή. Είναι το επίπεδο που είναι υπεύθυνο για τη μετάδοση των bits μέσα από το τηλεπικοινωνιακό κανάλι, το οποίο μπορεί να είναι ένα ομοαξονικό καλώδιο, μία οπτική ίνα ή και ασύρματη ζεύξη. Το φυσικό επίπεδο ορίζει τις στάθμες οι οποίες χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση των δυαδικών ψηφίων μέσα από το κανάλι, καθώς και τον τρόπο κωδικοποίησης της πληροφορίας. Αναλαμβάνει τον καθορισμό των ηλεκτρικών και μηχανικών χαρακτηριστικών της σύνδεσης του σταθμού με το μέσο μετάδοσης, π.χ. αν χρησιμοποιείται καλώδιο ως μέσο μετάδοσης οι προδιαγραφές του φυσικού επιπέδου καθορίζουν πόσους ακροδέκτες έχει ο συνδετήρας, το ρόλο του κάθε ακροδέκτη, κλπ.

Το φυσικό επίπεδο επικοινωνεί μόνο με το επίπεδο διασύνδεσης δεδομένων και έχει την υποχρέωση να του παρέχει μία σειρά δυαδικών ψηφίων χωρίς να ελέγχει την ορθότητά τους.

Συνοψίζοντας, οι υπηρεσίες που προσφέρει το φυσικό επίπεδο είναι:

- Ενεργοποιεί τη φυσική σύνδεση.
- Απενεργοποιεί τη φυσική σύνδεση.
- Μεταφέρει τα δεδομένα σε μορφή δυαδικού ψηφίου.
- Επισημαίνει τα σφάλματα στη μετάδοση.

Επίπεδο διασύνδεσης δεδομένων (*Data Link layer*)

Το επίπεδο διασύνδεσης δεδομένων είναι υπεύθυνο για τη διόρθωση των σφαλμάτων των δεδομένων και πρέπει να παραδίδει στο φυσικό επίπεδο μία σειρά από δυαδικά ψηφία χωρίς σφάλματα. Φροντίζει να επιβεβαιώνει ότι τα δεδομένα πράγματι παραλήφθηκαν από την άλλη πλευρά, το οποίο γίνεται με τα πλαίσια επιβεβαίωσης λήψης που στέλνονται από τον δέκτη. Είναι υποχρέωση του επιπέδου διασύνδεσης δεδομένων να καθορίζει τα όρια των πλαισίων που στέλνει και να αναγνωρίζει τα όρια των πλαισίων που δέχεται.

Στόχος του επιπέδου αυτού είναι να κάνει αξιόπιστη τη φυσική γραμμή σύνδεσης και από τα πακέτα του επιπέδου δικτύου να φτιάχνει πλαίσια δεδομένων, ορίζοντας που αυτά αρχίζουν και τελειώνουν προσθέτοντας τις κατάλληλες επικεφαλίδες και ουρές, να ανιχνεύει τα σφάλματα μετάδοσης, να επιδιορθώνει τα αλλοιωμένα δεδομένα ή να ζητά την επανεκπομπή τους.

Συνοψίζοντας, οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο γρομμής δεδομένων είναι:

- Αποκαθιστά και ελευθερώνει τη ζεύξη των δεδομένων.
- Μεταφέρει δεδομένα.
- Αριθμεί και συγχρονίζει τα πλαίσια που διοχετεύονται στο φυσικό επίπεδο.
- Ανιχνεύει και διορθώνει τα σφάλματα των πλαισίων.
- Ελέγχει τη ροή των πλαισίων.

Επίπεδο δικτύου (*Network layer*)

Το επίπεδο δικτύου ασχολείται με τη μεταφορά των πακέτων από τον πομπό προς το δέκτη, διαδικασία η οποία απαιτεί τη δρομολόγηση των πακέτων από ενδιάμεσους κόμβους, καθώς επίσης την απαρίθμηση και ταξινόμησή τους. Είναι επίσης υπεύθυνο για τον έλεγχο της συμφόρησης στο δίκτυο και μερικές φορές για τη χρέωση των πελατών που χρησιμοποιούν το υποδίκτυο. Τέλος, το επίπεδο δικτύου είναι υπεύθυνο για τη λύση των προβλημάτων που δημιουργούνται, όταν ετερογενή δίκτυα προσπαθούν να επικοινωνήσουν μεταξύ τους.

Επομένως οι βασικές λειτουργίες του επιπέδου δικτύου είναι:

- η διευθυνσιοδότηση (ένας τρόπος αντιστοίχισης μίας μοναδικής διεύθυνσης σε καθέναν υπολογιστή που συμμετέχει στο δίκτυο),
- η δρομολόγηση των δεδομένων,
- η οργάνωσή τους σε πακέτα,
- η απαρίθμηση και
- η ταξινόμησή τους.
- η τοξινόμησή τους.

Για να επιτελέσει τις παραπάνω λειτουργίες, το επίπεδο αυτό πρέπει να γνωρίζει την τοπολογία του δικτύου και να επιλέγει τις κατάλληλες διαδρομές. Όταν ο πομπός και ο δέκτης ανήκουν σε διαφορετικά δίκτυα, είναι αρμοδιότητα του επιπέδου δικτύου να μεσολαβήσει για την ορθή

μετάδοση των πακέτων και να κάνει τη διασύνδεση μεταξύ των διαφορετικών δικτυων. Τέλος, το επίπεδο δικτυου ασχολείται και με τον έλεγχο της συμφορησης, όπου προκύπτει το πρόβλημα όταν σε έναν υπολογιστή (κόμβο) φτάνουν περισσότερα πακέτα απο αυτά που μπορεί να δεχτεί. Ένας τρόπος επίλυσης του προβλήματος είναι ο έλεγχος της κυκλοφορίας των δεδομένων σε καθε υπολογιστη και η απαγόρευση μεταβίβασης τους σε άλλον υπολογιστή, όταν αυτός δεν μπορεί να τα δεχτεί και να τα επεξεργαστεί.

Συνοψίζοντας, οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο δικτυου είναι:

- Αποκαθιστά και τερματίζει τις συνδέσεις μεταξύ διάφορων ηλεκτρονικών υπολογιστών συνδεδεμένων στο δίκτυο.
- Προσδιορίζει, με τη χρήση του συστήματος διευθυνσιοδότησης, τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές που επιθυμουν να επικοινωνήσουν.
- Μεταφέρει τα δεδομένα σε μορφή πακέτων ή μηνυμάτων.
- Ελέγχει για σφάλματα.
- Ελέγχει τη ροή των δεδομένων.

(Ερ. Πιστ.: Σε ποιο επίπεδο του μοντέλου OSI των επτά επιπέδων λειτουργεί ένας δρομολογητής (router);)

Ένας δρομολογητής λειτουργεί στο επίπεδο δικτύου του μοντέλο OSI.

Επίπεδο μεταφοράς (Transport layer)

(Ερ. Πιστ.: Ποιες είναι οι λειτουργίες του επιπέδου Μεταφοράς (transport layer) στο μοντέλο αναφοράς OSI; Πώς αυτό συνδέεται με τα επίπεδα Δικτύου και Συνόδου;)

Η βασική λειτουργία του επιπέδου μεταφοράς είναι η παραλαβή των δεδομένων από το αμέσως υψηλότερο επίπεδο (το επίπεδο συνόδου), ο τεμαχισμός τους (αν χρειαστεί σε μικρότερες μονάδες, η παράδοσή τους στο αμέσως χαμηλότερο επίπεδο (το επίπεδο δικτύου) και η διασφάλιση ότι όλες οι μονάδες θα φτάσουν σωστά στην άλλη πλευρά. Όλα αυτά πρέπει να γίνονται έτσι ώστε να μην επηρεάζεται το επίπεδο συνόδου από τις αλλαγές της τεχνολογίας υλικού. Το επίπεδο μεταφοράς είναι αυτό που συνδέει τα χαμηλότερα επίπεδα, τα οποία υλοποιούνται μέσω του υλικού, με τα υψηλότερα επίπεδα, τα οποία υλοποιούνται κυρίως μέσω του λογισμικού. Επομένως το επίπεδο μεταφοράς, αποτελεί το σύνορο μεταξύ των τριών χαμηλότερων και των τριών υψηλότερων επιπέδων και έχει ως σκοπό να παρέχει μια ομοιογενή διασύνδεση επικοινωνίας στο επίπεδο συνόδου, ανεξάρτητα από την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών από το επίπεδο δικτύου.

Γενικά το επίπεδο μεταφοράς είναι υπεύθυνο για τη συνολικά επιτυχημένη και χωρίς λάθη μετάδοση δεδομένων. Πάρ' ότι το επίπεδο δικτύου ελέγχει τη μεταφορά των πληροφοριών από κόμβο σε κόμβο, το επίπεδο μεταφοράς είναι αυτό που εξασφαλίζει την αξιοπιστία της μετάδοσης και την αποφυγή δυσμενών καταστάσεων, όπως είναι η δημιουργία σφαλμάτων σε ενδιάμεσους κόμβους της γραμμής επικοινωνίας. Για να επιτευχθεί η καλύτερη αξιοποίηση του δικτύου και για να εξασφαλιστεί η ποιότητα των υπηρεσιών που το επίπεδο συνόδου μπορεί να ζητηθεί από το επίπεδο μεταφοράς, επιτελούνται διάφορες λειτουργίες σ' αυτό το επίπεδο, όπως είναι ο κατακερματισμός και η επανασυγκόλληση των δεδομένων. Το επίπεδο μεταφοράς επιτελεί επίσης εκείνες τις λειτουργίες οι οποίες συμβάλλουν:

- στη σωστή λήψη των πακέτων, ακόμη και αν έχει συμβεί κάποιο προσωρινό λάθος, κάτι που διορθώνεται με αναμετάδοση του λονθασμένου πακέτου,
- στον έλεγχο ροής των δεδομένων απο τον αποστολέα προς τον παραλήπτη, η οποίο σταματά ή περιορίζεται με ενέργειες του δέκτη
- στον έλεγχο ακολουθίας των πακέτων.

Συνοψίζοντας, οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο μεταφοράς είναι:

- Αποκαθιστά και τερματίζει τη σύνδεση στο επίπεδό του.
- Μεταδίδει τα δεδομένα στο βαθμό αξιοπιστίας που απαιτεί ο χρήστης.
- Επιτρέπει στο χρήστη να επιλέξει την ποιότητα εξυπηρέτησης της σύνδεσης.
- Ελέγχει τη ροή των δεδομένων.
- Παρέχει τη δυνατότητα πολυπλεξίας μέσω της ίδιας ζεύξης.

Επίπεδο συνόδου (Session layer)

Το επίπεδο συνόδου επιτρέπει στους χρήστες διαφορετικών υπολογιστών να δημιουργούν συνόδους μεταξύ τους. Μια σύνοδος, για παραδειγμα, μπορεί να είναι η σύνδεση ενός χρήστη με ένα απομακρυσμένο σύστημα ή η μεταφορα αρχείων ανάμεσα σε δύο υπολογιστές. Το επίπεδο συνόδου ελέγχει επίσης την κυκλοφορία αναμεσα στις δύο κατευθύνσεις, ενώ πολλές

φορές παρέχει υπηρεσίες διαχείρισης κουπονιού, καθώς επίσης και υπηρεσίες συγχρονισμού ανάμεσα στις δύο πλευρές. Στην ουσία το επίπεδο αυτό δεν ασχολείται με τη μεταφορά των δεδομένων, για την οποία ευθύνη έχουν άλλα επίπεδα, αλλά αναλαμβάνει κυρίως τη διαχείριση και το συγχρονισμό του διαλόγου μεταξύ των εφαρμογών.

Έτσι το επίπεδο συνόδου αναλαμβάνει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- ο Την εγκατάσταση μίας συνόδου με έναν ή περισσότερους σταθμούς.
- ο Την εξακρίβωση του χρήστη.
- ο Την εξακρίβωση της ποιότητας της συνόδου.
- ο Τον έλεγχο της ανταλλαγής δεδομένων.
- ο Τη διαχείριση της κατεύθυνσης της πληροφορίας. Οι σύνοδοι μπορούν να επιτρέψουν την ταυτόχρονη και προς τις δύο κατευθύνσεις ροή δεδομένων μεταξύ δύο σταθμών ή προς τη μία κατεύθυνση κάθε στιγμή.
- ο Τον τερματισμό της σύνδεσης. Ο τερματισμός μπορεί να είναι είτε ομαλός είτε αποτελεσματικά κάποιου προβλήματος ή σφάλματος του χρήστη ή του δικτύου. Στην περίπτωση μη ομαλού τερματισμού πιθανόν να υπάρξει και απώλεια δεδομένων.
- ο Το συγχρονισμό των δεδομένων. Στόχος είναι η εισαγωγή σημείων ελέγχου μέσα στη διαδικασία μεταφοράς δεδομένων, ώστε σε περίπτωση σφάλματος ή προβλήματος κατά τη μετάδοση να μη χρειαστεί η επανεκπομπή όλων των δεδομένων, αλλά μόνο αυτών που δεν παραλήφθηκαν μετά το τελευταίο σημείο ελέγχου που είχε αποσταλεί πριν από το σφάλμα.
- ο Τη διαχείριση κουπονιού (token management). Για να μην παρουσιάζεται το φαινόμενο και οι δύο πλευρές σε μια σύνδεση να προσπαθούν να κάνουν ταυτόχρονα την ίδια ενέργεια, με αποτέλεσμα να δημιουργείται πρόβλημα, κάθε πλευρά πριν προχωρήσει σε μια λειτουργία, ζητά άδεια από το επίπεδο συνόδου, το οποίο της παρέχει ένα ειδικό πακέτο που ονομάζεται κουπόνι (token) και της επιτρέπει τη συγκεκριμένη λειτουργία. Επομένως, εάν η άλλη πλευρά σκοπεύει να κάνει την ίδια ενέργεια, το κουπόνι το έχει ο άλλος στάθμος και αποτρέπεται έτσι η σύγκρουση. Βέβαια η λειτουργία με τη χρήση κουπονιού δε συναντάται σε όλα τα δίκτυα.

Συνοψίζοντας, οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο συνόδου είναι:

- ο Αποκοιτάει και συντηρεί το διάλογο μεταξύ των δύο πλευρών, ώστε να εξοσφολιζέται η επιτυχής μεταφορά των δεδομένων.
- ο Διαχειρίζεται και ελέγχει την πρόσβαση σε έναν απομακρυσμένο ηλεκτρονικό υπολογιστή.
- ο Κάνει επανορθωτικές διαδικασίες σε επίπεδο διαλόγου.

Επίπεδο παρουσίασης (Presentation layer)

Το επίπεδο παρουσίασης ασχολείται με την ορθότητα της σύνταξης των δεδομένων που μεταδίδονται, αντίθετα με τα άλλα επίπεδα που ασχολούνται με την αξιόπιστη μεταβίβαση των δυαδικών ψηφίων από το ένα μέρος στο άλλο. Επομένως το επίπεδο αυτό δίνει τις απαραίτητες πληροφορίες για την αναπαράσταση και σύνταξη των δεδομένων, έτσι ώστε να μπορούν να επικοινωνούν οι εφαρμογές των σταθμών. Μια άλλη βασική λειτουργία του επιπέδου παρουσίασης είναι η συμπίεση και η αποσυμπίεση των δεδομένων, με την οποία μπορεί να ελαττωθεί ο όγκος των δεδομένων που μεταδίδονται προσαρμόζοντας το ρυθμό μετάδοσης στο διαθέσιμο εύρος ζώνης του καναλιού. Μ' αυτό τον τρόπο γίνεται οικονομία στο ευρος ζώνης του καναλιού αλλά και στο χρόνο μετάδοσης. Τελος, μια σημαντική λειτουργία του επιπέδου παρουσίασης είναι η κρυπτογράφηση των δεδομένων, η οποία αποσκοπεί στο να διασφαλιστεί το απόρρητο των διακινουμένων πληροφοριών, πράγμα που συχνά επιβαλλεται στις επικοινωνίες (τραπεζες, αγορες, τηλεδιασκειψεις κ.α.).

Συνοψίζοντας, οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο παρουσίασης είναι:

- ο Μετατρέπει τη σύνταξη των δεδομένων
- ο Συμπιέζει και αποσυμπιέζει τα δεδομένα
- ο Κρυπτογραφεί τα δεδομένα

Επίπεδο εφαρμογής (Application layer)

Το υψηλότερο επίπεδο του μοντέλου OSI είναι το επίπεδο εφαρμογής. Είναι ουσιαστικά το επίπεδο, το οποίο περιέχοντας τις κατάλληλες εφαρμογές κάνει το δίκτυο χρήσιμο. Παρέχει λειτουργίες και μηχανισμούς για την υποστήριξη και διαχείριση καταναμημένων εφαρμογών. Προσδιορίζει το πρωτόκολλο στο οποίο αναφέρονται οι εφαρμογές και δημιουργεί τα κατάλληλα μηνύματα, για να διαπιστώσει εάν είναι διαθέσιμη η αντίστοιχη εφαρμογή από την

άλλη πλευρά του δικτύου. Παραδείγματα εφαρμογών είναι το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, η μεταφορά αρχείων, η τηλεδιάσκεψη, κτλ.

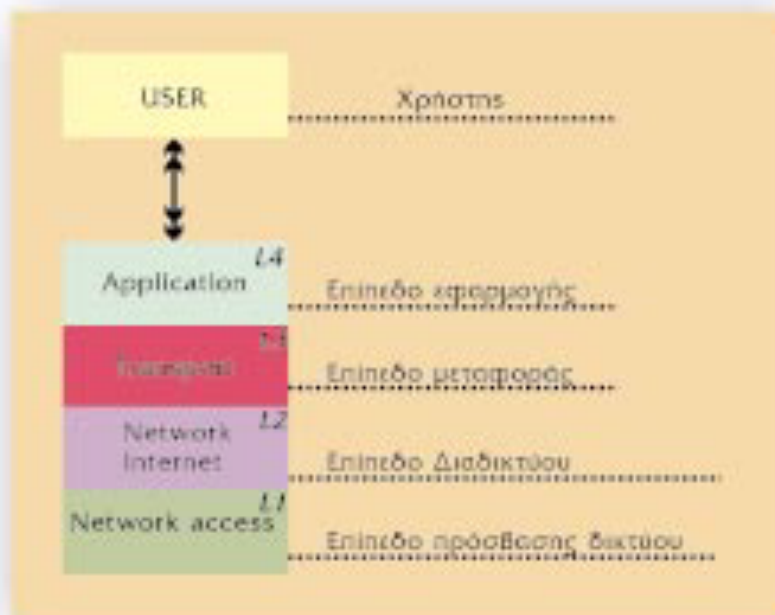
Συνοπτικά οι υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο εφαρμογής είναι:

- Εξακριβώνει την ταυτότητα των εφαρμογών που θέλουν να επικοινωνήσουν.
- Επιβεβαιώνει το κατά πόσο οι εφαρμογές είναι διαθέσιμες για το διάλογο που πρόκειται να ακολουθήσει.
- Παρέχει επιβεβαίωση και έλεγχο στο δικαίωμα διαλόγου.

Το Πρότυπο Αναφοράς TCP/IP

Η δημιουργία του μοντέλου αναφοράς TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), μίας εναλλακτικής πρότασης του μοντέλου διασύνδεσης ανοικτών συστημάτων OSI, οφείλεται στη λειτουργία του ARPANET, ενός δικτύου που προηγήθηκε του Internet και το οποίο αργότερα μετεξελιχθηκε στη μορφή που γνωρίζουμε σήμερα. Το ARPANET ήταν ένα δίκτυο που δημιουργήθηκε για λογαριασμό του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ την εποχή του ψυχρού πολέμου. Η ιδέα ήταν τα διάφορα πολιτικά και στρατιωτικά κέντρα των ΗΠΑ να έχουν τη δυνατότητα επικοινωνίας οποιαδήποτε χρονική στιγμή, έστω και αν ένα μέρος του δικτύου επικοινωνίας είχε τεθεί για διάφορους λόγους εκτός λειτουργίας.

Το μοντέλο αναφοράς TCP/IP πήρε το όνομά του από τα δύο κυριότερα πρωτόκολλα του μοντέλου, το TCP και το IP. Σε αντιστοιχία με την αρχιτεκτονική του OSI, το πρότυπο αναφοράς TCP/IP αποτελείται από τέσσερα επίπεδα, ενώ κάθε επίπεδο υλοποιεί ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο. Τα επίπεδα του TCP/IP είναι το επίπεδο πρόσβασης δικτύου, το επίπεδο διαδικτύου, το επίπεδο μεταφοράς και το επίπεδο εφαρμογής, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Καθώς είναι μία αρχιτεκτονική στρωμάτων ή επιπέδων, κάθε επίπεδο χρησιμοποιεί τις υπηρεσίες του αμέσως χαμηλότερους επιπέδου, ενώ παρέχει υπηρεσίες στο αμέσως υψηλότερο από αυτό επίπεδο. Ο αριθμός των επιπέδων είναι ο πλέον πρόσφορος, ώστε η αρχιτεκτονική να παραμένει απλή και ταυτόχρονα αυστηρά προσδιορισμένες λειτουργίες να τοποθετούνται σε διαφορετικά επίπεδα.

Το σύνολο των επιπέδων που υλοποιούνται στο μοντέλο αναφοράς TCP/IP, αρχίζοντας από το χαμηλότερο (επίπεδο 1) και προχωρώντας προς το υψηλότερο (επίπεδο 4), είναι το ακόλουθο:

1. Επίπεδο 1 ή επίπεδο πρόσβασης δικτύου. Αναλαμβάνει τη μετάφορά των σημάτων στο μέσο μετάδοσης. Το επίπεδο αυτό καθορίζει τις λειτουργίες του μέσου μετάδοσης και είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με το δίκτυο.
2. Επίπεδο 2 ή επίπεδο Διαδικτύου ή δικτύου. Είναι υπεύθυνο για τις λειτουργίες δρομολόγησης και διευθυνσιοδότησης.

3. Επίπεδο 3 ή επίπεδο μεταφοράς. Αναλαμβάνει, χρησιμοποιώντας τις υπηρεσίες των χαμηλότερων προς αυτό επιπέδων, τη μεταφορά δεδομένων απ' ακρη σ' ακρη στο δίκτυο.
4. Επίπεδο 4 ή επίπεδο εφαρμογής. Πρόκειται για την εφαρμογή που εμφανίζεται στο χρήστη (το πρόγραμμα που χρησιμοποιεί).

Τα επίπεδα 1 έως και 3 αφορούν τις υπηρεσίες - λειτουργίες που προσφέρονται από το δίκτυο, ενώ το επίπεδο 4 είναι προσανατολισμένο στις λειτουργίες της εφαρμογής του χρήστη.

Η επικοινωνία δύο υπολογιστών που χρησιμοποιούν το μοντέλο αναφοράς TCP/IP πραγματοποιείται μέσω των ακόλουθων δύο μορφών διευθυνσιοδότησης:

- ο Μέσω μίας μοναδικής διεύθυνσης για κάθε υπολογιστή που συνδέεται στο δίκτυο, η οποία είναι γνωστή ως διεύθυνση IP και αποτελείται από 32 δυαδικά ψηφία.
- ο Μέσω μίας μοναδικής διεύθυνσης για κάθε εφαρμογή που λειτουργεί στον κάθε υπολογιστή. Αυτό επιτρέπει στο επίπεδο μεταφοράς να παραδίδει τα δεδομένα στη σωστή εφαρμογή. Οι διευθύνσεις αυτές είναι γνωστές ως θύρες (ports).

Τα τέσσερα επίπεδα του TCP/IP

Επίπεδο πρόσβασης δικτύου (Network Accesss layer)

Το επίπεδο πρόσβασης δικτύου είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία του στοθμού με το δίκτυο. Ανιχνεύει την αρχιτεκτονική του δικτύου και ανάλογα διοχετεύει το πακέτο στο κανάλι επικοινωνίας. Επίσης είναι υπεύθυνο για την ποροχή μιας διεπαφής που θα του επιτρέψει την επικοινωνία με το επίπεδο Διαδικτύου.

Το επίπεδο αυτό καθορίζει το φυσικό μέσο που χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση των συσκευών μετάδοσης δεδομένων (σταθμών εργασίας ή προσωπικών υπολογιστών) με το δίκτυο. Το κυριο τμήμα του Διαδικτύου αποτελείται από έναν αριθμο υπολογιστών ειδικού σκοπού, που διασυνδέονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας γραμμές επικοινωνίας παντός τύπου. Όλοι οι υπόλοιποι υπολογιστές και τα τοπικά δίκτυα συνδέονται στη συνέχεια σ' αυτούς τους ειδικού σκοπού υπολογιστές. Κατ' αυτό τον τρόπο διασυνδέονται μεταξύ τους οι υπολογιστές, χρησιμοποιώντας μια μεγάλη ποικιλία φυσικών μέσων, από τηλεφωνικές γραμμές (κοινές ή μισθωμένες) έως δορυφορικές ζεύξεις, κτλ.

Το μοντέλο ονομαστικό TCP/IP δεν περιγράφει αναλυτικά το συγκεκριμένο επίπεδο ούτε τα πρωτόκολλα που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, για να επιτευχθεί η πρόσβαση στο δίκτυο, με αποτέλεσμα τα χρησιμοποιούμενα σ' αυτό το επίπεδο πρωτόκολλα να ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο του μηχανήματος ή το είδος του δικτύου.

Επίπεδο Διαδικτύου (Internet layer)

Το επίπεδο Διαδικτύου είναι το ζωτικό επίπεδο του μοντέλου. Ο σκοπός του είναι η δρομολόγηση και η παράδοση των μονάδων πληροφορίας (PDU – Protocol Data Unit) στον παραλήπτη. Προσθέτει στις PDUs τη διεύθυνση του παραλήπτη και τις στέλνει στο δίκτυο, προκειμένου αυτές να φθάσουν, ανεξάρτητα η μία από την άλλη, στον προορισμό τους, περνώντας από διάφορους ενδιάμεσους σταθμούς οι οποίοι είναι εφοδιασμένοι με το αντίστοιχο πρωτόκολλο. Στις περιπτώσεις που δύο συστήματα είναι συνδεδεμένα σε διαφορετικά δίκτυα, απαιτούνται διαδικασίες οι οποίες θα επιτρέψουν τη μετάβαση των δεδομένων στον προορισμό τους διαμέσου πολλαπλών διασυνδεδεμένων δικτύων.

(Ερ. Πιστ.: Τι γνωρίζετε για το IP (Internet Protocol); Ποιες είναι οι λειτουργίες του;)

Το πρωτόκολλο της οικογένειας TCP/IP που είναι υπεύθυνο για την παροχή υπηρεσιών σ' αυτό το επίπεδο είναι το IP (Internet Protocol). Η μονάδα μεταφερόμενων δεδομένων σ' αυτό το επίπεδο είναι το πακέτο IP, ή όπως συνήθως λέγεται, IP datagram, εμπεριέχοντας έτσι την έννοια του αυτοδύναμου πακέτου, αυτού δηλαδή που διανύει ανεξάρτητα και με δικές του δυνάμεις προς τον προορισμό του. Το πακέτο IP περιέχει τόσο τη διεύθυνση του αποστολέα όσο και τη διεύθυνση του παραλήπτη, έτσι ώστε να μπορεί να διανεμηθεί και να δρομολογηθεί ανεξάρτητα από τα άλλα.

Καθεμία από τις διευθύνσεις IP έχει μήκος 32 δυαδικά ψηφία. Επειδή η απομνημόνευσή τους είναι εξαιρετικά δύσκολη, έχει επινοηθεί η παράσταση της διεύθυνσης με έναν απλούστερο τρόπο χρησιμοποιώντας δεκαδικούς αριθμούς. Μία IP διεύθυνση 32 δυαδικών ψηφίων χωρίζεται με τελείες σε τέσσερα πεδία των 8 δυαδικών ψηφίων. Κάθε πεδίο μετατρέπεται στον ισοδύναμο δεκαδικό αριθμό, ώστε τελικά η IP διεύθυνση να περιγράφεται από τέσσερις δεκαδικούς αριθμούς χωρισμένους με τελείες. Στην πράξη έχει επικρατήσει αυτός ο τρόπος παρουσίασης των IP διευθύνσεων, ο οποίος εκτός από την ευκολία απομνημόνευσης έχει και

το πλεονέκτημα της ιεράρχησης των διευθύνσεων αυτών. Παράδειγμα μίας IP διεύθυνσης είναι η 179.228.73.12 .

Συνοπτικά το IP πρωτόκολλο υποστηρίζει τις ακόλουθες λειτουργίες:

- ο Καθορίζει τη διευθυνσιοδότηση, τη δρομολόγηση, την τμηματοποίηση και την επανασυναρμολόγηση των δεδομένων.
- ο Παρέχει ένα στοιχειώδη τρόπο ελέγχου ροής, όταν π.χ. μία πηγή δεδομένων αποστέλλει με μεγαλύτερους ρυθμούς από αυτούς που μπορεί να διαχειριστεί ο δέκτης.
- ο Παραλαμβάνει από το επίπεδο μεταφοράς δεδομένα μεγέθους 64Kbytes το πολύ, τα τεμαχίζει σε μικρότερα τμήματα και τα μεταδίδει στο δίκτυο.
- ο Το IP δεν εγγυάται ότι οι μονάδες δεδομένων θα διανεμηθούν οπωσδήποτε ή ότι θα διανεμηθούν σωστά.

Άλλα πρωτόκολλα που συνήθως χρησιμοποιούνται στο επίπεδο Διαδικτύου, εκτός από το IP, είναι το ICMP (Internet Control Messaging Protocol), το ARP (Address Resolution Protocol), το RARP (Reverse Address Resolution Protocol), κ.α.

Επίπεδο Μεταφοράς (Transport layer)

Το επίπεδο μεταφοράς παρέχει τους μηχανισμούς που εξασφαλίζουν την αξιόπιστη ανταλλαγή δεδομένων. Είναι υπεύθυνο για την παραλαβή των δεδομένων από το επίπεδο εφαρμογής, τη διάσπασή τους σε μικρότερα μηνύματα, αν χρειαστεί, την παράδοσή τους στο αμέσως χαμηλότερο επίπεδο του Διαδικτύου και τη διασφάλιση ότι όλα τα μηνύματα φτάνουν σωστά στην άλλη πλευρά. Είναι ευθύνη των πρωτοκόλλων αυτού του επιπέδου να τοποθετήσουν σε σωστή σειρά τα PDUs ή να ζητήσουν την επαναμετάδοση των λανθασμένων ή χαμένων PDUs. Οι υπηρεσίες αυτού του επιπέδου παρέχονται από δύο πρωτόκολλα, το TCP και το UDP (User Datagram Protocol – Πρωτόκολλο διαγράμματος δεδομένων χρήση).

(Ερ. Πιστ.: Τι γνωρίζετε για το TCP (Transmission Control Protocol); Ποιες λειτουργίες εξυπηρετεί;)

Το πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης (TCP Transmission Control Protocol) είναι το κυριότερο πρωτόκολλο του επιπέδου μεταφοράς στο μοντέλο σαναφορός TCP/IP. Παραλαμβάνει τα δεδομένα από το επίπεδο εφαρμογής και τα τεμαχίζει σε τμήματα των 64Kbytes το πολύ, τα οποία στέλνει μέσω του δικτύου στο ομότιμο επίπεδο ως ξεχωριστά πακέτα. Το TCP έχει τις ακόλουθες ιδιότητες:

- ο Είναι προσανατολισμένο στη σύνδεση (connection-oriented) και φροντίζει για τη δύνδεση δύο σημείων και τη μεταξύ τους επικοινωνίας εξασφαλίζοντας την αποστολή και την λήψη των PDUs.
- ο Η σύνδεση παρέχεται από το ένα άκρο στο άλλο Κάθε PDU του TCP έχει ένα συγκεκριμένο σημείο προορισμού και κατά τη διάρκεια της διαδρομής τους το PDU αγνοείται από όλα τα ενδιάμεσα σημεία από τα οποία περνάει.
- ο Είναι αξιόπιστο. Το TCP δροντίζει να εξασφαλιστεί όχι μόνο η άφιξη των PDUs που στέλνονται στον προορισμό τους, αλλά και ότι αυτές φτάνουν εκεί με τη σωστή σειρά που στάλθηκαν.

Το TCP υποστηρίζει τις παρακάτω λειτουργίες:

- ο τη λογική σύνδεση και αποσύνδεση με το ομότιμό του πρωτόκολλο,
- ο τη μετάδοση των δεδομένων σε πακέτα που δεν υπερβαίνουν τα 64 Kbytes
- ο την αξιοπιστία της μετάδοσης,
- ο τον έλεγχο ροής των δεδομένων,
- ο την ολικά αμφίδρομη επικοινωνία

Προκειμένου το TCP να επικοινωνήσει με το επίπεδο εφαρμογής αλλά και οι εφαρμογές μεταξύ τους, χρησιμοποιείται η έννοια της θύρας ή πόρτας (port). Η θύρα είναι ένα πεδίο στην επικεφαλίδα του TCP και σε κάθε εφαρμογή αντιστοιχεί και μια ορισμένη τιμή. Οι πιο συνηθισμένες εφαρμογές έχουν μία συγκεκριμένη τιμή θύρας, όπως π.χ. το FTP τη θύρα 21, το SMTP τη θύρα 25, το Telnet τη θύρα 23.

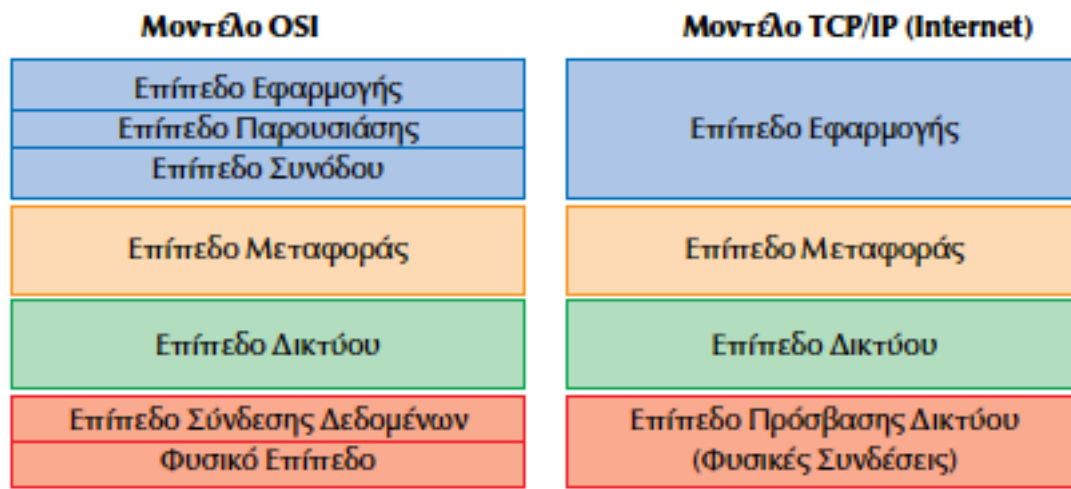
Επίπεδο Εφαρμογής (Application layer)

Επάνω από το επίπεδο μεταφοράς στο μοντέλο TCP/IP είναι το επίπεδο εφαρμογών, δεν υπάρχουν δηλαδή στο TCP/IP τα επίπεδα συνόδου και παρουσίασης όπως στο OSI, τα οποία η εμπειρία έχει δείξει ότι ελάχιστα χρησιμοποιούνται. Στο επίπεδο εφαρμογής υπάρχουν πολλά ευρέως διαδεδομένα πρωτόκολλα, όπως τα εξής:

- Πρωτόκολλο εξομοίωσης τερματικού (terminal emulator protocol – Telnet: επιτρέπει σε κάποιον χρήστη να συνδεθεί από τον υπολογιστή του με κάποιο απομακρυσμένο μηχάνημα.
- Πρωτόκολλο μεταφοράς αρχείων (FTP – File Transfer Protocol): χρησιμοποιείται για μεταφορά αρχείων από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο.
- Πρωτόκολλο μεταφοράς απλού ταχυδρομείου (SMTP – Simple Mail Transfer Protocol): αφορά την αποστολή και λήψη ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.
- Πρωτόκολλο HTTP (Hyper Text Transfer Protocol): αφορά τη μεταφορά ιστοσελίδων από το Διαδίκτυο στον υπολογιστή μας.

Αξιολόγηση και Σύγκριση των Προτύπων Αναφοράς OSI & TCP/IP

Συγκρίνοντας τα δύο μοντέλα αναφοράς, OSI και TCP/IP, πρέπει να διευκρινιστεί ότι δε συγκρίνονται τα πρωτόκολλα που λειτουργούν στα διάφορα επίπεδα των μοντέλων.



Ομοιότητες

- Και τα δύο μοντέλα αναφοράς περιγράφονται υπό μορφή επιπέδων.
- Σε κάθε επίπεδο δρουν κάποια πρωτόκολλα, που αναφέρονται και ως πρωτόκολλα του αντιστοιχού επιπέδου, πχ. στο TCP/IP στο επίπεδο μεταφοράς μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορα πρωτόκολλα, όπως το TCP ή το UDP. Συνεπώς η αντιστοιχία πρωτοκόλλων - επιπέδων δεν είναι μονοσήμαντα ορισμένη.
- Συνήθως κάθε επίπεδο περιλαμβάνει περισσότερα από ένα πρωτόκολλα. Το ποιο πρωτόκολλο θα χρησιμοποιηθεί εξαρτάται από τις απαιτήσεις των χρηστών και της εφαρμογής που επιλέγουν για να επικοινωνήσουν.
- Και στα δύο μοντέλα αναφοράς τα πρωτόκολλα των υψηλότερων επιπέδων από το επίπεδο μεταφοράς (του επιπέδου μεταφοράς συμπεριλαμβανομένου) είναι ανεξάρτητα από το δίκτυο που χρησιμοποιείται για να επιτευχθεί η επικοινωνία.

Διαφορές

- Η περιγραφή του OSI θεωρείται πληρέστερη από αυτήν του TCP/IP. Η μεγαλύτερη προσφορά του OSI είναι το γεγονός ότι κάνει ένα σαφή διαχωρισμό ανάμεσα στις έννοιες της υπηρεσίας, της διεπαφής και του πρωτοκόλλου. Στο TCP/IP ο διαχωρισμός αυτός δεν είναι ευδιάκριτος. Το OSI μοντέλο είναι θεωρητικό, καθώς πρώτα περιγράφηκε και στη συνέχεια γράφτηκαν τα πρωτόκολλα και όλο το λογισμικό που αφορούσε τη λειτουργία των διεπαφών και των υπηρεσιών. Στο TCP/IP πρώτα δημιουργήθηκαν τα πρωτόκολλα και με βάση τα υπάρχοντα πρωτόκολλα δημιουργήθηκε και το μοντέλο.
- Στο TCP/IP δεν υπάρχει πρόβλημα συμφωνίας πρωτοκόλλων-μοντέλου, καθώς το μοντέλο περιγράφηκε με βάση τα υπάρχοντα πρωτόκολλα.
- Στο OSI το μοντέλο περιγράφηκε κάνοντας σαφή διαχωρισμό στις έννοιες που υιοθετήθηκαν από τα πρωτόκολλα. Η ανυπαρξία έτοιμων πρωτοκόλλων οδήγησε σε ένα αρκετά γενικό μοντέλο. Όταν υλοποιήθηκαν δίκτυα με βάση το OSI εμφανίστηκαν

προβλήματα, όπως π.χ. στο επίπεδο γραμμής διασύνδεσης το OSI αρχικά αναφερόταν μόνο σε δίκτυα σημείου προς σημείο και δεν είχε λάβει υπόψη του τα δίκτυα εκπομπής με αποτέλεσμα να προστεθεί στη συνέχεια ένα υποεπίπεδο που να ασχολείται με τα δίκτυα εκπομπής.

- Στο OSI μοντέλο έχουμε επτά επίπεδα, ενώ στο TCP/IP έχουμε τέσσερα. Η χρήση των επτά επιπέδων σήμερα κρίνεται υπερβολική, ενώ την εποχή που έγινε φαινόταν ως η καλύτερη λύση. Η επιτροπή του ISO που πρότεινε το OSI δεν κατάφερε να περιγράψει ένα μοντέλο διαφορετικό από τη λύση των επτά επιπέδων που πρότεινε τότε η IBM από το φόβο μήπως αυτό αποτύχει.
- Το επίπεδο συνόδου του OSI έχει στην πραγματικότητα πολύ μικρή εφαρμογή, ενώ το επίπεδο παρουσίασης απουσιάζει εντελώς από τις περισσότερες εφαρμογές. Δικαιώνεται έτσι η περιγραφή του TCP/IP με τα λιγότερα επίπεδα.
- Το TCP/IP δεν κάνει σαφή διαχωρισμό μεταξύ του φυσικού επιπέδου και του επιπέδου διασύνδεσης δεδομένων, το οποίο αποτελεί μειονέκτημα για το TCP/IP, καθώς ο διαχωρισμός τους είναι απαραίτητος.
- Στο επίπεδο δικτύου του OSI υποστηρίζει τόσο την προσανατολισμένη όσο και τη μη προσανατολισμένη στη σύνδεση επικοινωνία. Όμως στο επίπεδο μεταφοράς υποστηρίζει μόνο την προσανατολισμένη στη σύνδεση επικοινωνία. Το μοντέλο TCP/IP υποστηρίζει στο επίπεδο Διαδικτύου μόνο τη μη προσανατολισμένη στη σύνδεση επικοινωνία, ενώ υποστηρίζει και τους δύο τρόπους επικοινωνίας στο επίπεδο μεταφοράς.
- Το OSI είναι ένα γενικό μοντέλο αναφοράς μέσα από το οποίο μπορούν να υλοποιηθούν και να περιγραφούν και άλλες σειρές πρωτοκόλλων. Στο TCP/IP είναι αδύνατη η περιγραφή άλλων πρωτοκόλλων, καθώς αυτό φτιάχτηκε για να περιγράψει συγκεκριμένα πρωτόκολλα.
- Το TCP/IP έτυχε ευρύτερης αποδοχής από τον κόσμο σε σύγκριση με το OSI για τους εξής λόγους:
 - Το OSI προσπάθησε να αναπτυχθεί όταν το TCP/IP ήδη χρησιμοποιούνταν
 - Λόγω της αναλυτικής περιγραφής του OSI και του σαφή διαχωρισμού που έκανε μεταξύ των εννοιών του πρωτοκόλλου, της διεπαφής και της υπηρεσίας, οι πρώτες εφαρμογές που γράφτηκαν στα πλαίσιά του ήταν πολύπλοκες, δύσχρηστες και ακριβές. Αντίθετα τα βασικά πρωτόκολλα του TCP/IP (το TCP και το IP) ήταν καλογραμμένα και εύχρηστα.
 - Οι βασισμένες στο μοντέλο TCP/IP εφαρμογές ήταν και είναι δωρεάν διαθέσιμες και μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν και να ενσωματωθούν στα δίκτυα υπολογιστών.
 - Το OSI αποτελεί χρήσιμο εκπαιδευτικό εργαλείο αν και δεν έχει την καθολική αποδοχή που απολαμβάνει το TCP/IP λόγω και του ότι η λειτουργία του Διαδικτύου βασίζεται σε αυτό.

Κεφάλαιο 3ο: Επίπεδο Διασύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer)

Μέσα Μετάδοσης Δεδομένων

Καλώδια Συνεστραμμένου Ζεύγους (Twisted Pair – Unshielded Twisted Pair CAT5)

Ομοαξονικά Καλώδια Βασικής Ζώνης (Baseband Coaxial Cable)

Ομοαξονικά Καλώδια Ευρείας Ζώνης (Broadband Coaxial Cable)

Οπτικές Ίνες

Ασύρματη Μετάδοση (Wireless Transmission), Radio Microwave Infrared & Millimetre Lightwave Transmission