

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ – ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΔΙΚΤΥΟ

Ορισμός Δικτύου: Δίκτυο είναι ένα σύνολο συσκευών (υπολογιστών, εκτυπωτών, τερματικών, δορυφόρων,...) συνδεδεμένων μεταξύ τους με κανάλια επικοινωνίας (φυσικές συνδέσεις) τα οποία μπορούν να παράγουν, να στέλνουν, να προωθούν και να λαμβάνουν πληροφορίες (απλά δεδομένα, ήχος, βίντεο, εικόνα...).

Σκοποί:

- 1.
2. Καταμερισμός πόρων (υλικού – λογισμικού)
3. Υψηλή αξιοπιστία (ασφάλεια)
4. Ταχύτητα επίλυσης προβλημάτων
5. Επικοινωνία – Συνεργασία χρηστών
6. Περιορισμός κόστους

Εφαρμογές Δικτύων:

1. Τηλεπικοινωνίες (σταθερή/κινητή τηλεφωνία, καλωδιακή τηλεόραση, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, τηλεγραφία, τηλεδιάσκεψη)
2. Οικονομικές Υπηρεσίες
3. Βιομηχανική παραγωγή (π.χ. κατασκευές)
4. Πωλήσεις – Marketing – Διαφήμιση
5. Υπηρεσίες καταλόγου ...

1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.2.1 ΔΙΚΤΥΩΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

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

Η ανάγκη για δικτύωση πολλών υπολογιστών που βρίσκονται εξαπλωμένοι σε διάφορες γεωγραφικές περιοχές οδήγησε τις εταιρείες τηλεφωνίας να μετατρέψουν το τηλεφωνικό τους δίκτυο PSTN σε μια μορφή PSDN (Public Switched Data Network) για να προσαρμοστεί στην μεταφορά τόσο των δεδομένων όσο και της φωνής. Η τεχνολογία PSDN εξελίχθηκε με τη σειρά της στην μορφή ISDN (Integrated Services Digital

Networks), η οποία επιτρέπει την μεταφορά των δεδομένων χωρίς την χρησιμοποίηση modem και βρίσκεται σήμερα σε ευρεία χρήση.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για την δικτύωση των Η/Υ θα αναλυθούν σε επόμενη παράγραφο.

1.2.2 ΔΟΜΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

Όπως έχει αναφερθεί ένα δίκτυο αποτελείται από διάφορες συσκευές (hardware – δορυφόροι, δρομολογητές, τερματικά, γέφυρες, ...). Οι συσκευές αυτές συνδέονται μεταξύ τους με γραμμές μετάδοσης (links). Υπάρχουν στη βιβλιογραφία πολλές ορολογίες που αφορούν τα παραπάνω στοιχεία υλικού με αποτέλεσμα να υπάρχει κάποια σύγχυση. Παρακάτω γίνεται μια προσπάθεια ταξινόμησης του hardware σε διάφορες κατηγορίες:

- Κεντρικοί Υπολογιστές (hosts): Παίζουν το ρόλο του πομπού ή του δέκτη. Στη βιβλιογραφία αναφέρονται και ως τερματικά συστήματα (end systems). Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι είτε προσωπικοί υπολογιστές (PCs), είτε διάφορα κεντρικά, ισχυρά υπολογιστικά συστήματα (Mainframes) που λειτουργούν ως εξυπηρετητές (servers) πολλών τελικών χρηστών. Πολλά τέτοια συστήματα είναι γνωστά και ως: Τερματικές Συσκευές Ευρείας Ζώνης Εκπομπής (Broadband Terminal Equipment).
- Γραμμές Μετάδοσης (Transmission Lines, Links): Πρόκειται για τα φυσικά μονοπάτια επικοινωνίας διαμέσου των οποίων μεταφέρονται τα δεδομένα από τη μια συσκευή στην άλλη. Ένα τέτοιο μονοπάτι συνδέει δύο (point-to-point line configuration) ή περισσότερες (multipoint line configuration) συσκευές και μπορεί να παρέχει σε αυτές είτε μονόδρομη (simplex), είτε αμφίδρομη όχι ταυτόχρονη (half-duplex), είτε αμφίδρομη και ταυτόχρονη (full-duplex) επικοινωνία.
- Στοιχεία Μεταγωγής (Switching Elements): Πρόκειται για τις ενδιάμεσες συσκευές που συνδέουν τις γραμμές μετάδοσης και επιφορτίζονται με το έργο της δρομολόγησης των δεδομένων από την μια γραμμή στην άλλη ή από το ένα δίκτυο στο άλλο. Αυτά τα στοιχεία είναι γνωστά με διάφορες ορολογίες όπως: Επεξεργαστές Μηνύματος Διασύνδεσης (Interface Message Processors - IMPs), Κόμβοι Μεταγωγής Πακέτων (Packet Switch Nodes), Ενδιάμεσα Συστήματα (Intermediate Systems) και Κέντρα Μεταγωγής Δεδομένων (Data Switching Exchange). Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν οι Γέφυρες (Bridges), οι μεταγωγείς ATM, οι Δρομολογητές (Routers) για διαδικτυακή επικοινωνία, οι Κυψέλες (cells) κινητής τηλεφωνίας και οι δορυφόροι.

Οι κυριότερες συσκευές θα αναλυθούν σε ξεχωριστή παράγραφο, αφού προηγουμένως γίνει η μελέτη της αρχιτεκτονικής δικτύων, έτσι ώστε να δοθεί μια γενική εικόνα για το πώς (δηλαδή σε τι επίπεδο) λειτουργούν αυτές.

Το λογισμικό (Software) που χρησιμοποιείται στα δίκτυα, το οποίο πραγματοποιεί τις διάφορες λειτουργίες (όπως δρομολόγηση, έλεγχο σφαλμάτων, τμηματοποίηση πληροφορίας, κρυπτογράφηση πληροφορίας,...) είναι οργανωμένο μαζί με όλους τους

κανόνες λειτουργίας των δικτύων σε διάφορα σύνολα που ονομάζονται πρωτόκολλα. Τα πρωτόκολλα είναι ιεραρχημένα σύμφωνα με την αρχιτεκτονική των δικτύων, η οποία αναλύεται σε επόμενη παράγραφο.

1.2.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΤΟΠΟΛΟΓΙΕΣ

Ορισμός: Τοπολογία του δικτύου είναι η γεωμετρική αναπαράσταση των γραμμών (links) και των συνδεδεμένων συσκευών του δικτύου.

Υπάρχουν 5 βασικές τοπολογίες δικτύων, οι οποίες είναι οι εξής:

1.2.3.1 Τοπολογία Πλέγματος (Mesh Topology)

Είναι γνωστή και ως τοπολογία δικτύου (Network Topology). Για κάθε ζεύγος συσκευών, υπάρχει μια γραμμή σύνδεσης (point-to-point link). Έτσι, αν υπάρχουν n συσκευές τότε πρέπει να έχουν $n-1$ θύρες εισόδου/εξόδου (I/O Ports) και $n(n-1)/2$ κανάλια επικοινωνίας (δηλ. φυσικές συνδέσεις, π.χ. καλώδια).

Πλεονεκτήματα: 1) Μηδαμινά έως ελάχιστα προβλήματα κυκλοφορίας.

2) Μέγιστη Ασφάλεια.

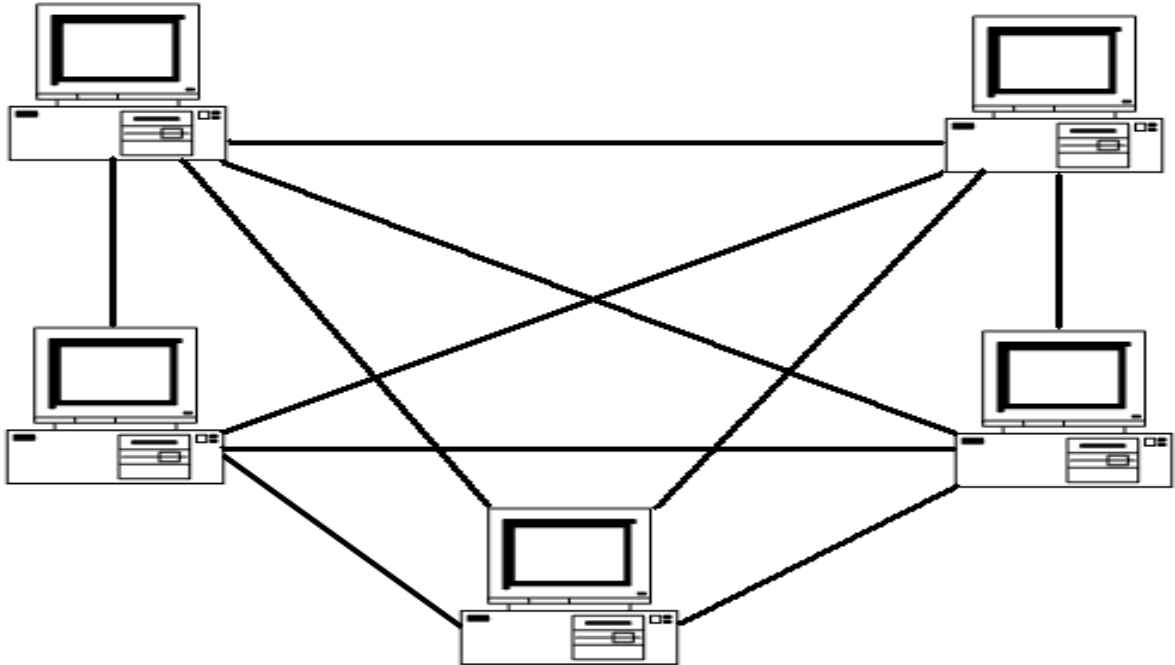
3) Αχρήστευση μιας γραμμής δεν οδηγεί σε αχρήστευση του συστήματος.

4) Εύκολη ανίχνευση-απομόνωση σφαλμάτων

5) Δυνατότητες δρομολόγησης για αποφυγή των αχρηστεμένων γραμμών.

Μειονεκτήματα: 1) Υψηλό έως απαγορευτικά υψηλό κόστος σε hardware και καλωδιώσεις.

2) Δυσκολίες στην εγκατάσταση του συστήματος λόγω καλωδιώσεων και στενότητας χώρων.



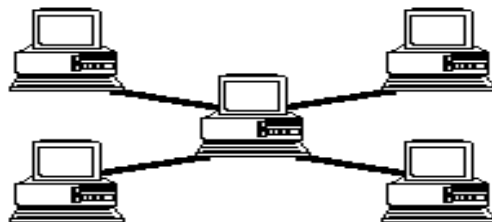
Εικόνα 1.1: Τοπολογία πλέγματος

1.2.3.2 Τοπολογία Αστέρα (Star Topology)

Σε αυτήν την τοπολογία, υπάρχει ένας κεντρικός κόμβος (Hub) για τον έλεγχο της κυκλοφορίας και όλες οι συσκευές συνδέονται με αυτόν με μια φυσική σύνδεση.

Πλεονεκτήματα: 1) Μικρό κόστος και πολύ λιγότερες καλωδιώσεις.
2) Καλή λειτουργία στην αναγνώριση και απομόνωση σφαλμάτων.

Μειονεκτήματα: 1) Δυσλειτουργία ή καταστροφή του κεντρικού κόμβου ελέγχου οδηγεί σε κατάρρευση του συστήματος.



Εικόνα 1.2: Τοπολογία Αστέρα

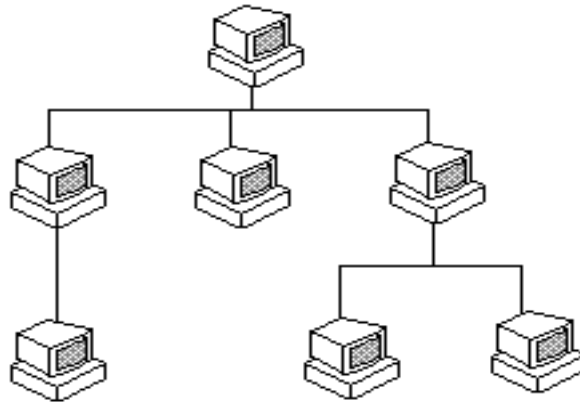
1.2.3.3 Τοπολογία Δέντρου (Tree Topology)

Η τοπολογία αυτή αποτελεί επέκταση του Αστέρα. Υπάρχει ένας κεντρικός κόμβος ελέγχου και πολλοί άλλοι δευτερεύοντες κόμβοι (ή και τερματικά) συνδεδεμένοι με τον κεντρικό. Ο κεντρικός κόμβος περιέχει μια συσκευή επαναλήπτη (repeater) που αναπαράγει τις πληροφορίες, προτού τις προωθήσει. Αυτός βοηθάει στην αποστολή των πληροφοριών σε μακρύτερες περιοχές. Οι δευτερεύοντες κόμβοι λειτουργούν κυρίως σε φυσικό επίπεδο, δρομολογώντας τα bits.

Αυτή η τοπολογία βρίσκει κυρίως εφαρμογές σε δίκτυα καλωδιακής τηλεόρασης.

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της δεντρικής τοπολογίας είναι τα ίδια με του αστέρα. Κάποια επιπλέον πλεονεκτήματα είναι τα εξής:

- Πλεονεκτήματα:
- 1) Δυνατότητα σύνδεσης ακόμα μεγαλύτερων συσκευών που βρίσκονται σε ακόμα μεγαλύτερες αποστάσεις.
 - 2) Παροχή υπηρεσιών προτεραιότητας στην αποστολή πληροφοριών.



Εικόνα 1.3: Τοπολογία δέντρου

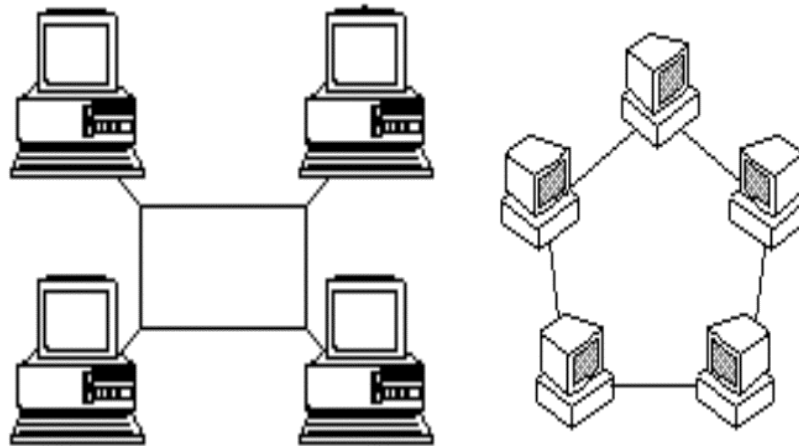
1.2.3.4 Τοπολογία Δακτυλίου (Ring Topology)

Σε αυτή την τοπολογία, η κάθε συσκευή συνδέεται με μια γραμμή (point-to-point link) με τις δύο διπλανές της.

- Πλεονεκτήματα:
- 1) Εύκολη εγκατάσταση και αναβάθμιση του συστήματος.
 - 2) Ευκολία στην ανίχνευση και απομόνωση των σφαλμάτων.

- Μειονεκτήματα:
- 1) Περιορισμένος αριθμός συνδεδεμένων συσκευών.
 - 2) Κίνδυνος κατάρρευσης συστήματος από την κατάρρευση ενός σταθμού.

Για την καλύτερη λειτουργία του συστήματος πολλές φορές χρησιμοποιούνται διπλής κατεύθυνσης δακτύλιοι.



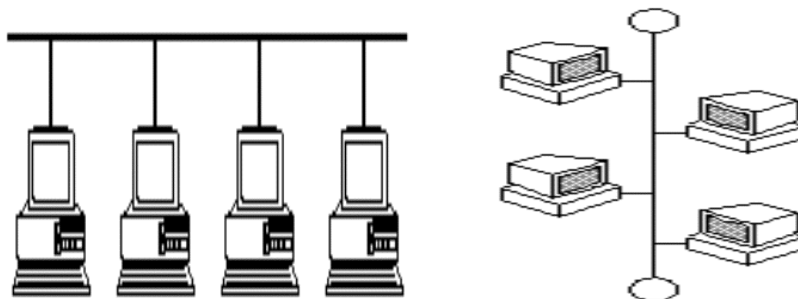
Εικόνα 1.4: Τοπολογίες Δακτυλίου με 4 και 5 υπολογιστές

1.2.3.5 Τοπολογία Διαύλου (Bus Topology)

Στην τοπολογία αυτή, υπάρχει μια γραμμή (καλώδιο) που αποτελεί τη ραχοκοκαλιά (backbone) του δικτύου και όλες οι συσκευές είναι συνδεδεμένες σε αυτήν. Υπάρχουν δύο ειδών σύνδεσης: Η πρώτη χρησιμοποιεί μια ένωση T, ενώ κατά τη δεύτερη, που ονομάζεται ‘Διακλάδωση του βρικόλακα (vampire tap)’, πραγματοποιείται μια τρύπα στο κεντρικό καλώδιο έως τον πυρήνα αυτού.

Πλεονεκτήματα: 1) Ακόμα λιγότερες καλωδιώσεις.

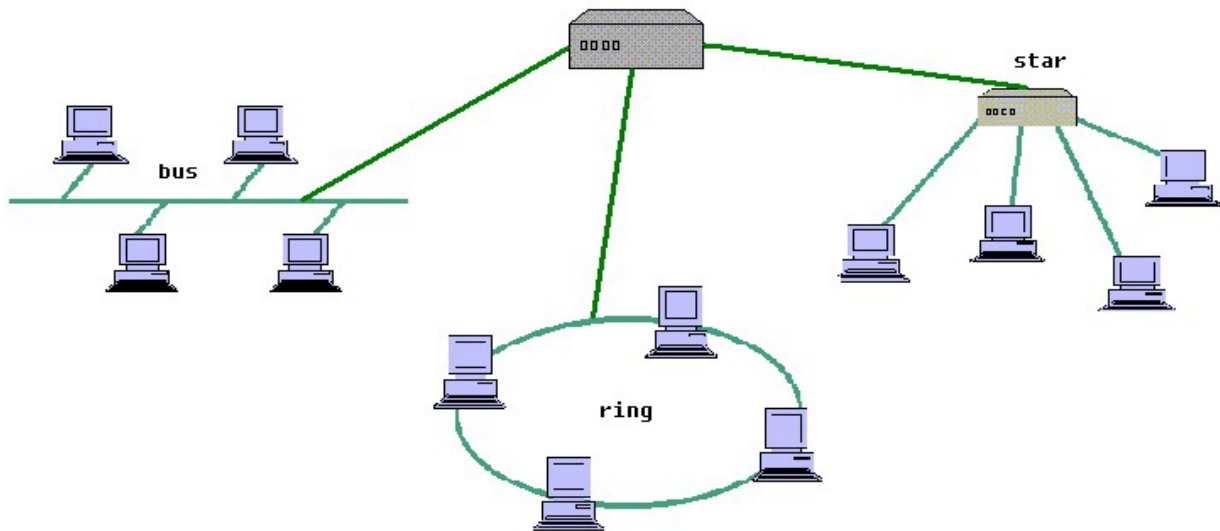
- Μειονεκτήματα:
- 1) Δυνατότητα σύνδεσης περιορισμένου αριθμού συσκευών.
 - 2) Δυσκολία στην απομόνωση σφαλμάτων και στην ανάκαμψη του δικτύου.
 - 3) Εξασθένηση σήματος ανάλογη με το μήκος του κεντρικού καλωδίου.



Εικόνα 1.5: Τοπολογίες Διάυλου

1.2.3.6 Σύνθετες Τοπολογίες (Hybrid Topologies)

Πολλές φορές χρησιμοποιούνται συνδυασμοί των 5 παραπάνω κύριων τοπολογιών. Αυτό εξαρτάται από τις δικτυακές ανάγκες που προκύπτουν κάθε φορά.

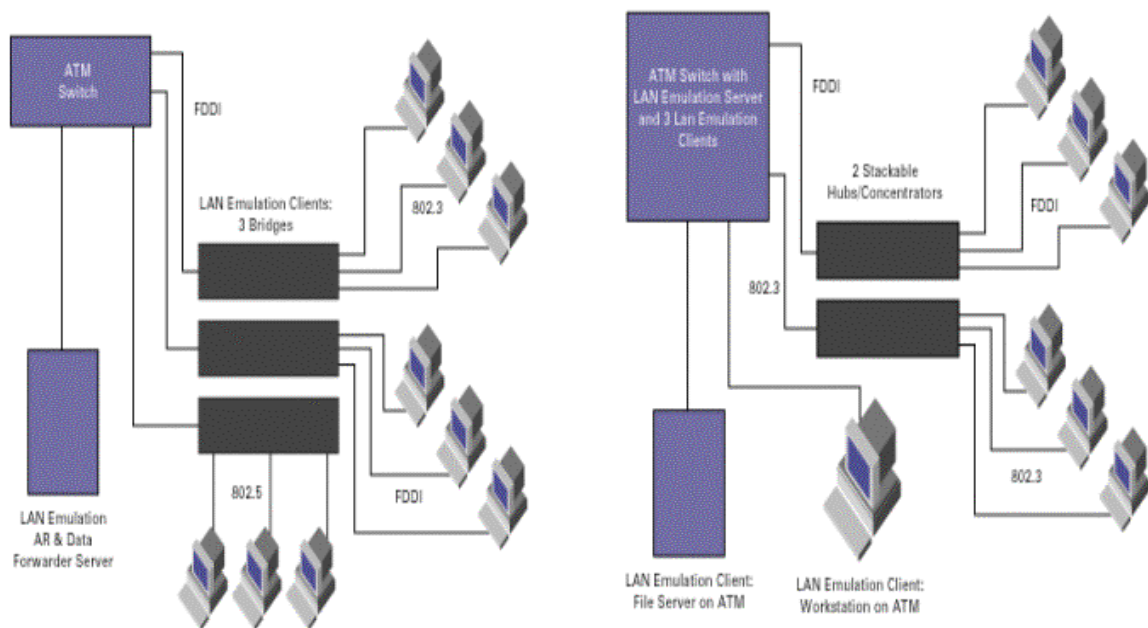


Εικόνα 1.6: Σύνθετη τοπολογία που αποτελείται από ένα διάυλο, ένα δακτύλιο και έναν αστέρα

1.2.4 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

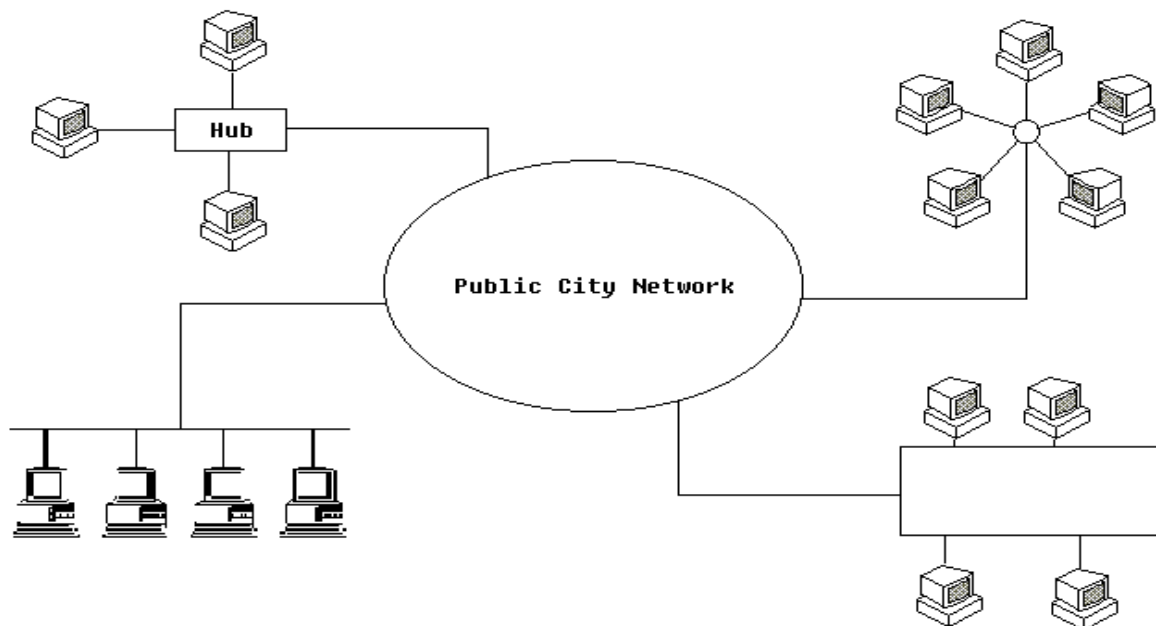
Όλα τα δίκτυα υπολογιστών ανήκουν σε μια από τις παρακάτω τρεις κύριες κατηγορίες:

- Τοπικά Δίκτυα (LAN – Local Area Network): Τα δίκτυα αυτά οφείλουν το όνομά τους στην μικρή έκταση που καλύπτουν. Γενικά, συνδέουν συσκευές που βρίσκονται σε ένα δωμάτιο ή ένα κτήριο. Στην καλύτερη περίπτωση μπορούν να εξαπλωθούν σε ένα συγκρότημα κτηρίων. Είναι κυρίως ιδιωτικής χρήσης δίκτυα. Χαρακτηρίζονται από ένα συγκεκριμένο τύπο μέσου μετάδοσης και οι τοπολογίες που σχηματίζουν είναι συνήθως της μορφής διαύλου, δακτυλίου, ή αστέρα. Στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελούνται από έναν κεντρικό ισχυρό υπολογιστή που λειτουργεί σαν server διαφόρων τερματικών.



Εικόνα 1.7: Διαμορφώσεις 2 δικτύων LAN για 2 κτήρια επιχειρήσεων. Αποτελούνται από 2 ή 3 υποδίκτυα LAN (Γραφεία) που συνδέονται με τον server διαμέσου ενός μεταγωγέα (Switch) ATM

- Μητροπολιτικά Δίκτυα (MAN – Metropolitan Area Networks): Τα δίκτυα αυτής της μορφής εκτείνονται στο περιβάλλον μιας ολόκληρης πόλης και χρησιμοποιούνται για την διασύνδεση των δικτύων LAN. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων είναι ένα τοπικό τηλεφωνικό δίκτυο ή μια καλωδιακή τηλεόραση.

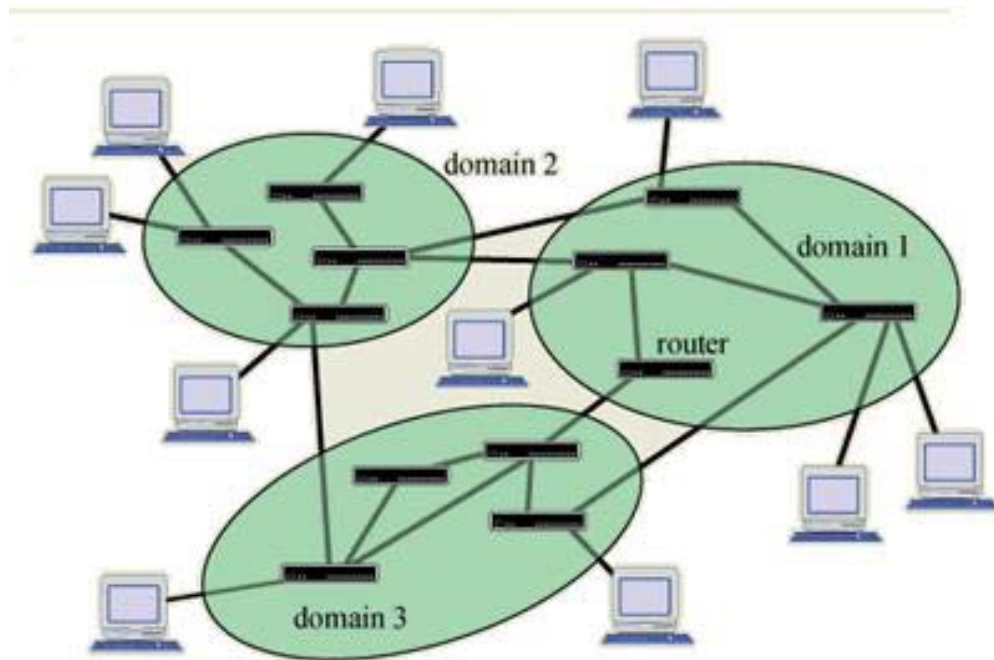


Εικόνα 1.8: Ένα μητροπολιτικό δίκτυο στο οποίο είναι συνδεδεμένα 4 υποδίκτυα LAN

- Ευρείας Περιοχής (WAN – Wide Area Network): Αυτά τα δίκτυα επεκτείνονται σε μεγάλες γεωγραφικές περιοχές που αποτελούνται από διάφορες χώρες ή ακόμα και ηπείρους. Χρησιμοποιούν διάφορες συσκευές, όπως είναι οι δορυφόροι, ακόμα και κάποια υπάρχοντα τηλεφωνικά δίκτυα.

1.2.5 ΔΙΑΔΙΚΤΥΑ

Ορισμός: Διαδίκτυο (internet ή internetwork) είναι ένα σύνολο από δύο ή περισσότερα δίκτυα (LAN, MAN, WAN) που συνδέονται μεταξύ τους με διάφορες συσκευές (π.χ. routers).



Εικόνα 1.9: Παράδειγμα ενός διαδικτύου που αποτελείται από 3 δίκτυα (LAN ή MAN ή WAN)

Σημείωση: Η λέξη *internet* που σημαίνει διαδίκτυο δεν πρέπει να συγχέεται με το *Internet* που είναι το όνομα του γνωστού παγκοσμίας εμβέλειας διαδικτύου. Για την αποφυγή τέτοιας σύγχυσης μπορεί να χρησιμοποιείται ο όρος *internetwork* για αναφορά σε διαδίκτυο.

1.3 ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ – ΠΡΟΤΥΠΑ

Σε όλους τους επιστημονικούς κλάδους, η επισταμένη έρευνα πάνω στα υπό μελέτη αντικείμενα οδηγεί στη δημιουργία προτύπων, δηλαδή γενικών και κυρίως θεωρητικών μοντέλων. Τα πρότυπα αυτά αποτελούν τα θεμέλια πάνω στα οποία κτίζεται, αναπτύσσεται και εξελίσσεται ο συγκεκριμένος κλάδος.

Στην έρευνα των δικτύων (τηλεπικοινωνίες + υπολογιστές) έχουν συμβάλλει μια σειρά από αναγνωρισμένους οργανισμούς τυποποίησης. Οι σημαντικότεροι από αυτούς είναι οι ακόλουθοι:

- Institution of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Electrical Industries Association (EIA).
- European Computer Manufacturers Association (ECMA).
- America National Standards Institute (ANSI).
- Conference European of Post and Telecommunications (CEPT).
- International Telecommunications Union (ITU).
- International Telegraph and Telephone Consultative Committee (CCITT).
- International Standards organization (ISO).

Από τους παραπάνω οργανισμούς, οι πρώτοι 3 (IEEE, EIA, ECMA) ασχολούνται με τα πρότυπα στην βιομηχανία των υπολογιστών. Οι επόμενοι 4 (ITU, ANSI, CEPT, CCITT) εμβαθύνουν στις τηλεπικοινωνίες. Με τα πρότυπα στα δίκτυα υπολογιστών ασχολούνται κυρίως οι CCITT, ITU και ISO.

Στο παρόν, έχουν ήδη αναφερθεί τα 3 αναγνωρισμένα πρότυπα για τη σύνδεση συσκευών με τα διάφορα δίκτυα. Αυτά είναι το PSTN (Σειρά V), το PSDN (Σειρά X) και το ISDN (Σειρά I).

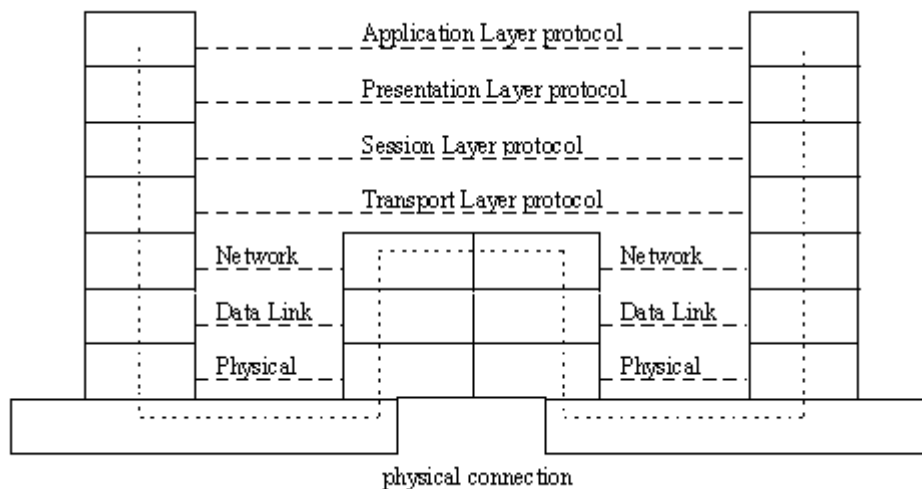
1.4 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΔΙΚΤΥΩΝ

1.4.1 ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ OSI ΤΗΣ ISO

Η προσπάθεια για την μοντελοποίηση των δικτύων οδήγησε στην ανάπτυξη του προτύπου OSI (Open Systems Interconnection) από τον οργανισμό ISO, το οποίο θεωρείται ως το πλέον αντιπροσωπευτικό μοντέλο δικτύου. Η βασική ιδέα που οδήγησε στην ανάπτυξη του μοντέλου αυτού είναι η ομαδοποίηση και ταξινόμηση όλων των λειτουργιών που εκτελούνται σε ένα δίκτυο σε διάφορα επίπεδα, ανάλογα με τη φύση και το είδος της εξυπηρέτησης που προσφέρουν οι λειτουργίες αυτές. Τα επίπεδα αυτά είναι 7 και παρουσιάζονται παρακάτω (σε μια top-down προσέγγιση). Το κάθε ένα από τα 6 κατώτερα επίπεδα προσφέρει τις υπηρεσίες του στο ανώτερό του. Οι υπηρεσίες και οι πληροφορίες που παρέχονται στο ανώτερο επίπεδο προσδιορίζονται από διασυνδέσεις (Interfaces) ανάμεσα στα επίπεδα.

Οι συσκευές του δικτύου εκτελούν τις λειτουργίες ενός αριθμού επιπέδων του OSI (π.χ. οι περισσότεροι ενδιάμεσοι κόμβοι των τριών πρώτων επιπέδων). Ανάμεσα στις διάφορες συσκευές, κάποιες διεργασίες από αντίστοιχα επίπεδα επικοινωνούν μεταξύ τους (peer-to-peer processes) με βάση κάποιους κανόνες και διατάξεις. Τα σύνολα αυτών των κανόνων σχηματίζουν τα πρωτόκολλα των επιπέδων.

Ορισμός: Το πρωτόκολλο είναι ένα σύνολο από κανόνες και διατάξεις που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν τα διάφορα επικοινωνούντα μέρη του δικτύου.



Εικόνα 1.10: Το μοντέλο OSI της ISO. Τα όρια του υποδικτύου επικοινωνίας προσδιορίζονται από τα 3 κατώτερα επίπεδα

1.4.1.1 Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer)

Το επίπεδο αυτό είναι το φιλικό προσκεείμενο προς τον χρήστη επίπεδο, παρέχοντάς του ένα σύστημα διεπαφής (User Interface) ώστε να μπορέσει να εκτελέσει τις διάφορες εφαρμογές του (E-mail, File Transfer,...). Κάποιες από τις υπηρεσίες που προσφέρει το επίπεδο εφαρμογής είναι:

- Συμφωνία για τους μηχανισμούς ασφάλειας (μηχανισμοί κρυπτογράφησης, κωδικοποίησης, αυθεντικοποίησης του επικοινωνούντος, ...)
- Προσδιορισμός της ταυτότητας αυτών που επιθυμούν να επικοινωνήσουν, με βάση το όνομα ή τη διεύθυνσή τους.
- Συμφωνία για την υπευθυνότητα στους μηχανισμούς ανάκαμψης και χειρισμού σφαλμάτων.
- Προσδιορισμός του εάν είναι διαθέσιμος αυτός με τον οποίο επιθυμεί ο χρήστης να επικοινωνήσει.
- Ανάκτηση της άδειας για επικοινωνία....

1.4.1.2 Επίπεδο Παρουσίασης (Presentation Layer)

Το επίπεδο παρουσίασης ασχολείται με τη μορφή που στέλνονται τα δεδομένα και αν θα πρέπει αυτή να αλλάζει ώστε να είναι κατανοητά και από τις δύο πλευρές. Δηλαδή, το επίπεδο αυτό επιφορτίζεται με θέματα όπως: η σύνταξη των δεδομένων, αν αυτά στέλνονται σε συμπιεσμένη μορφή, αν είναι κωδικοποιημένα ή κρυπτογραφημένα και διάφορα άλλα μέτρα ασφαλείας.

1.4.1.3 Επίπεδο Συνόδου (Session Layer)

Το επίπεδο αυτό χρησιμοποιείται στον έλεγχο του διαλόγου που ανοίγεται ανάμεσα στους επικοινωνούντες. Παρέχει λειτουργίες δημιουργίας, διατήρησης και συγχρονισμού του διαλογικού περιβάλλοντος. Ως επίπεδο πολλές φορές είναι προαιρετικό επειδή οι λειτουργίες του καλύπτονται από τις λειτουργίες στα πιο κάτω επίπεδα (φυσικό, σύνδεσης δεδομένων, δικτύου και μεταφοράς).

Από τις πιο σημαντικές δραστηριότητες του επιπέδου αυτού είναι η δυνατότητα να κρατάει κάποια σημεία ελέγχου κατά την αποστολή μεγάλων αρχείων, με αποτέλεσμα να διασφαλίζει την μη απώλεια του αρχείου σε περιπτώσεις σφαλμάτων.

1.4.1.4 Επίπεδο Μεταφοράς (Transport Layer)

Το επίπεδο μεταφοράς επιβλέπει την μεταφορά των δεδομένων από τον πομπό στον δέκτη. Οι υπηρεσίες που προσφέρει αποσκοπούν στην ακρίβεια και στην καλή ποιότητα της μεταφοράς. Οι κυριότερες υπηρεσίες του επιπέδου είναι οι ακόλουθες:

- Διευθυνσιοδότηση Διεργασιών (Service – point Addressing): πρόκειται κατά κάποιον τρόπο για την ταυτότητα των προγραμμάτων που επικοινωνούν και ανταλλάσσουν τις πληροφορίες. Τα προγράμματα αυτά τρέχουν στις τερματικές συσκευές.
- Τμηματοποίηση & Επανασύνδεση Δεδομένων (Segmentation & Reassembly): Οι πληροφορίες που στέλνονται διασπώνται σε μικρότερα τμήματα από τον πομπό και συνδέονται ξανά στον δέκτη. Αυτό διευκολύνει την καλύτερη διαχείριση των δεδομένων.
- Έλεγχος Σύνδεσης (Connection Control): Υπάρχουν δύο δυνατότητες, η προσφορά υπηρεσιών χωρίς σύνδεση (connectionless transport) και οι υπηρεσίες με σύνδεση (connection oriented transport). Η διαφορά είναι ότι στην δεύτερη περίπτωση δημιουργείται μια σύνδεση ανάμεσα σε πομπό και δέκτη, την οποία ακολουθούν όλα τα πακέτα. Στην δεύτερη περίπτωση, υπάρχει εγγύηση για την αξιοπιστία στην μεταφορά, αφού το επίπεδο μεταφοράς μπορεί να ελέγξει καλύτερα την ροή, την αλληλουχία, τα σφάλματα, κ.τ.λ.
- Αξιόπιστη Παράδοση (Reliable Delivery): Αυτό σημαίνει ότι γίνεται έλεγχος της ροής των πακέτων που φθάνουν, έλεγχος για την ύπαρξη σφαλμάτων, ή για τυχόν διπλές παραδόσεις ίδιων πακέτων, ή έλεγχος για απώλειες πακέτων, κ.α.

1.4.1.5 Επίπεδο Δικτύου (Network Layer)

Το επίπεδο του δικτύου εξασφαλίζει τη σύνδεση των τερματικών συσκευών (πομπού και δέκτη) είτε σε ένα δίκτυο (WAN που εκτείνεται σε διάφορες πόλεις μιας χώρας ή σε διάφορες χώρες) είτε σε διαδίκτυο και επιφορτίζεται με την μεταφορά και δρομολόγηση των πακέτων δεδομένων, διαμέσου των διάφορων κόμβων (routers, gateways, ATM switches,...) που παρεμβάλλονται. Οι κυριότερες υπηρεσίες που προσφέρει είναι:

- Λογική Διευθυνσιοδότηση (Logical Addressing): Πρόκειται για τις διευθύνσεις του πομπού και του δέκτη μέσα σε διαδικτυακό ή σε ένα ευρύ δικτυακό περιβάλλον. Προφανώς, ο πομπός και ο δέκτης ανήκουν σε διαφορετικά δίκτυα ή στο ίδιο πολύπλοκο δίκτυο (π.χ. το WAN μιας πολυεθνικής που εκτείνεται σε διάφορες χώρες και είναι γνωστό και ως Intranets) όπου απαιτείται δρομολόγηση με βάση λογικές διευθύνσεις, ώστε να είναι ωφέλιμη αυτή η διευθυνσιοδότηση.
- Δρομολόγηση (Routing): Είναι ο μηχανισμός με τον οποίο γίνεται η προώθηση των πακέτων από τον πομπό στον δέκτη, διαμέσου των κομβικών συσκευών του διαδικτύου ή του δικτύου WAN.
- Έλεγχος Ροής – Συμφόρησης (Flow – Congestion Control): Δηλαδή ελέγχεται από το σύστημα αν κάποια ενδιάμεση συσκευή (router) είναι συνωστισμένη με πακέτα, έτσι ώστε να δρομολογηθούν κάποια πακέτα από άλλο μονοπάτι ή να ελαττωθεί ο ρυθμός αποστολής κάποιων πακέτων.

1.4.1.6 Επίπεδο Σύνδεσης Δεδομένων (Data Link Layer)

Το επίπεδο αυτό εξασφαλίζει την αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων, είτε στον δέκτη (περίπτωση απλού τοπικού δικτύου) είτε σε μια κομβική συσκευή, διαμέσου μιας γραμμής (node-to-node delivery). Και στην περίπτωση αυτή, παρέχονται υπηρεσίες με σύνδεση ή χωρίς σύνδεση, καθώς και λειτουργίες όπως έλεγχος ροής και λαθών. Κάποιες επιπλέον λειτουργίες του επιπέδου αυτού είναι:

- Πλαισίωση (Framing): Είναι η διάσπαση σε ακόμα πιο μικρά και εύχρηστα πακέτα (Frames).
- Φυσική Διευθυνσιοδότηση (Physical Addressing): Στο κάθε πλαίσιο αναγράφονται οι διευθύνσεις των κόμβων (nodes) αφετηρίας και προορισμού του. Οι κόμβοι, που συνδέονται στην ίδια γραμμή (με διαμόρφωση είτε point-to-point είτε multipoint) ή σε διαφορετικές γραμμές που συνδέονται με γέφυρες, μπορεί να είναι ο πομπός, ο δέκτης, ή κάποιες ενδιάμεσες συσκευές (π.χ. κάποιος δρομολογητής).
- Έλεγχος Πρόσβασης (Access Control): Για συσκευές που συνδέονται στην ίδια γραμμή (link) ελέγχεται το ποια από όλες έχει την πρόσβαση στην γραμμή, την κάθε χρονική στιγμή.

Σημείωση: Είναι προφανές ότι, για τα τοπικά δίκτυα (LAN) στα οποία δεν απαιτείται δρομολόγηση με βάση τη λογική διευθυνσιοδότηση, το επίπεδο σύνδεσης δεδομένων είναι αρκετό για την μεταφορά, ενώ το επίπεδο δικτύου δε χρειάζεται.

1.4.1.7 Φυσικό Επίπεδο (Physical Layer)

Πρόκειται για το κατώτατο επίπεδο, το οποίο ασχολείται με τις φυσικές ιδιότητες του δικτύου. Το φυσικό επίπεδο επιφορτίζεται με την μετατροπή των bits σε ηλεκτρικά ή οπτικά σήματα, το ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων, τον συγχρονισμό πομπού και δέκτη. Άλλα θέματα που αφορούν το φυσικό επίπεδο είναι τα φυσικά χαρακτηριστικά του μέσου μετάδοσης, η τοπολογία του κάθε δικτύου, η διαμόρφωση της γραμμής (Line Configuration) που μπορεί να είναι είτε point-to-point είτε multipoint, η κατάσταση μετάδοσης (Transmission mode) που μπορεί να είναι simplex, half-duplex, full-duplex, το είδος της σύνδεσης των συσκευών (PSDN ή ISDN) κ.α.

Σημείωση: Οι όροι πομπός και δέκτης, παραπάνω, αναφέρονται σε διαφορετικά πράγματα, ανάλογα με το επίπεδο και την διευθυνσιοδότηση αυτού. Έτσι, στο επίπεδο μεταφοράς, αναφέρονται στις διεργασίες που επικοινωνούν, ενώ στο επίπεδο δικτύου αναφέρονται στις τερματικές συσκευές του αποστολέα και του δέκτη.

1.4.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ TCP/IP

Η αρχιτεκτονική TCP/IP χρησιμοποιήθηκε σε πειραματικό στάδιο σε δίκτυα μεταγωγής πακέτων (packet-switching networks) και η πιο σημαντική εφαρμογή της ήταν στο ARPANET. Σήμερα, έχει εξελιχθεί σε μεγάλο βαθμό και χρησιμοποιείται στις περισσότερες εφαρμογές δικτύων. Η λειτουργία του σημερινού Internet στηρίζεται πάνω σε αυτήν την αρχιτεκτονική, ενώ η ανάπτυξη μιας σειράς επιπλέον συμβατών πρωτοκόλλων για δίκτυα (όπως τα δίκτυα ATM και MPLS) έχει οδηγήσει σε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα όσον αφορά τις επιδόσεις του Internet.

Συγκριτικά με το πρότυπο OSI, η αρχιτεκτονική TCP/IP είναι απλούστερη όσο αφορά τον αριθμό των επιπέδων που χρησιμοποιεί. Περιλαμβάνει τα παρακάτω 5 επίπεδα λειτουργίας:

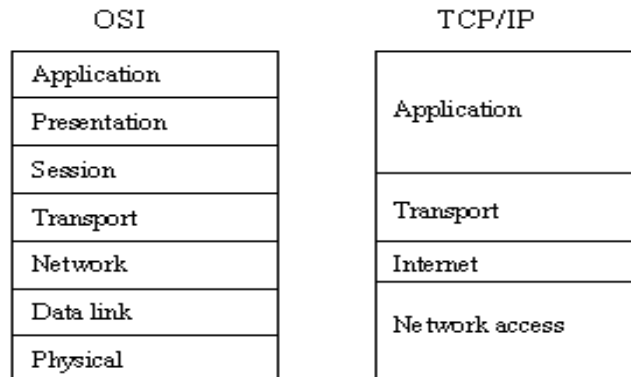
- Επίπεδο Εφαρμογής (Application Layer)
- Επίπεδο Μεταφοράς (Host-to-host, ή Transport Layer)
- Επίπεδο Διαδικτύου (Internet Layer ή Internetwork Layer)
- Επίπεδο Πρόσβασης Δικτύου (Network Access Layer)
- Φυσικό Επίπεδο (Physical Layer)

Από τον αριθμό των επιπέδων διαπιστώνεται ότι, κάποια από τα επίπεδα του TCP/IP καλύπτουν τις λειτουργίες των πλεοναζόντων επιπέδων του OSI. Πιο συγκεκριμένα το επίπεδο εφαρμογής του TCP/IP καλύπτει τόσο το αντίστοιχό του όσο και τα επίπεδα παρουσίασης και συνόδου, στο OSI. Κάποιες από τις λειτουργίες του επιπέδου συνόδου πραγματοποιούνται στο επίπεδο μεταφοράς του TCP/IP, στο οποίο κυριαρχεί η παρουσία του πρωτοκόλλου TCP (Transmission Control Protocol).

Κάτι που πρέπει να τονιστεί είναι ότι, η αρχιτεκτονική TCP/IP διαχωρίζει την διαδικτυακή λειτουργία από τη λειτουργία σε επίπεδο δικτύου. Η πρώτη εκτελείται στο επίπεδο διαδικτύου, όπου το κυρίαρχο πρωτόκολλο είναι το IP (Internet Protocol). Το επίπεδο διαδικτύου επιφορτίζεται με το έργο της δρομολόγησης ανάμεσα στα διάφορα

δίκτυα που παρεμβάλλονται ανάμεσα στην πηγή και τον προορισμό. Με το πώς θα κινηθούν τα πακέτα μέσα στα δίκτυα αυτά ασχολείται το επίπεδο πρόσβασης δικτύου, στο οποίο δεσπόζει η παρουσία του πρωτοκόλλου που κάθε φορά χρησιμοποιείται, ανάλογα με το δίκτυο (π.χ. ATM, Ethernet, X.25,...). Το επίπεδο πρόσβασης δικτύου ασχολείται και με την μετακίνηση από το ένα άκρο της γραμμής στο άλλο (Node-to-node delivery).

Τέλος, το φυσικό επίπεδο του TCP/IP καλύπτει τις ίδιες λειτουργίες όπως και στο OSI.



Εικόνα 1.11: Αντιπαράθεση των αρχιτεκτονικών OSI και TCP/IP

Σημείωση: Υπάρχουν και άλλες αρχιτεκτονικές δικτύων, η πιο σημαντική από τις οποίες είναι η SNA (System Network Architecture) της IBM. Το μοντέλο OSI θεωρείται επέκταση του SNA, όσον αφορά τον αριθμό των επιπέδων και διάφορες λειτουργίες αυτών.

1.5 ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΔΙΚΤΥΩΣΗΣ - ΔΙΑΔΙΚΤΥΩΣΗΣ

1.5.1 MODEM

Όπως είναι γνωστό, η μόνη σύνδεση των απομακρυσμένων υπολογιστών είναι δυνατή μόνο με τη χρήση του υπάρχοντος τηλεφωνικού δικτύου. Τα σήματα που εκπέμπονται στις γραμμές αυτού είναι συνεχή και ανήκουν σε μια ζώνη συχνοτήτων εύρους από 300 Hz έως 3100 Hz. Η μεταφορά της ψηφιακής (δύο καταστάσεων – 0 και 1) πληροφορίας των υπολογιστών είναι αδύνατη σε τέτοιου είδους γραμμές. Για το λόγο αυτό, οι υπηρεσίες τηλεφωνίας προχώρησαν στην εκπομπή ενός ειδικά διαμορφωμένου συνεχούς σήματος (φέρων ημιτονικό κύμα – sine wave carrier) στην περιοχή από 1000 Hz – 2000 Hz, μέσω του οποίου να μπορεί να μεταφερθεί η ψηφιακή πληροφορία. Η συσκευή που μετατρέπει την ψηφιακή πληροφορία σε ένα φέρον ημιτονικό κύμα είναι το modem (modulator/demodulator = διαμορφωτής/ αποδιαμορφωτής).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η τεχνολογία έχει εξελιχθεί σε σημείο που η χρήση του modem να μην είναι υποχρεωτική (ISDN δίκτυα).



Εικόνα 1.12: Modems διαφόρων εταιριών. Το τελευταίο είναι εσωτερικό, ενώ τα άλλα είναι εξωτερικά

1.5.2 ΕΠΑΝΑΛΗΠΤΗΣ (REPEATER)

Η συσκευή αυτή λειτουργεί σε φυσικό επίπεδο και ο ρόλος της είναι να ενισχύει την αξιοπιστία στη μεταφορά του σήματος διαμέσου μιας γραμμής. Εγκαθίσταται σε καίρια σημεία της γραμμής, δέχεται στην είσοδό του ένα σήμα (ακολουθία bits) προτού αυτό αλλοιωθεί (π.χ. λόγω θερμότητας των καλωδίων) και το αναπαράγει στέλνοντας το αντίγραφο του στην έξοδο.

Επομένως, ο επαναλήπτης είναι μια συσκευή που καθαρίζει εντελώς το σήμα από τυχόν θορύβους, προτού αυτοί το αλλοιώσουν τελείως. Αυτή είναι και η διαφορά του επαναλήπτη από τον ενισχυτή. Δηλαδή, ο ενισχυτής δεν μπορεί να διακρίνει αποκόψει το θόρυβο από το μήνυμα και απλά ενισχύει το ολικό (και πιθανώς αλλοιωμένο) σήμα.

Οι επαναλήπτες μπορεί να είναι εγκατεστημένοι στους δορυφόρους και σε κεραίες μετάδοσης σημάτων (antennas).



Εικόνα 1.13: Μοντέλα επαναλήπτη της εταιρείας IMC για περιβάλλον LAN

1.5.3 ΔΙΑΝΟΜΕΑΣ (HUB)

Ο διανομέας θεωρείται ‘αδερφή’ συσκευή του επαναλήπτη, επειδή πραγματοποιεί ακριβώς την ίδια λειτουργία με αυτόν. Δηλαδή, λειτουργεί σε φυσικό επίπεδο, ενισχύοντας το σήμα. Η ποιοτική του διαφορά με τον επαναλήπτη είναι στο ότι επιτρέπει τους σταθμούς ή τα συστατικά LANs, που συνδέει, να ενώνονται σε τοπολογία αστέρα. Έτσι, οποτεδήποτε δημιουργηθεί πρόβλημα σε κάποιο από τα συστατικά LANs (ή σε σταθμό), ο κεντρικός διανομέας (Backbone Hub) μπορεί να το απομονώσει προσωρινώς, ώσπου να διορθωθεί η βλάβη. Πέρα από την αύξηση του collision domain, ο διανομέας (όπως και ο επαναλήπτης) δεν μπορούν να συνδέσουν τοπικά δίκτυα με διαφορετική τεχνολογία (π.χ. ένα Ethernet και ένα Token Ring, ή ένα 10Base5 Ethernet με ένα 100BaseT Ethernet).

1.5.4 ΓΕΦΥΡΑ (BRIDGE)

Οι γέφυρες λειτουργούν τόσο σε φυσικό επίπεδο (επομένως, εκτελούν τις λειτουργίες του επαναλήπτη), όσο και σε επίπεδο σύνδεσης δεδομένων. Χωρίζουν ένα σχετικά περιορισμένης έκτασης δίκτυο σε μικρότερα δίκτυα LAN (π.χ. το LAN ενός οργανισμού, που βρίσκεται σε ένα κτίριο ή συγκρότημα κτιρίων, στα επιμέρους LAN των διάφορων τμημάτων του οργανισμού), τα οποία είναι δυνατό να χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα σύνδεσης δεδομένων.

Η γέφυρα δέχεται την ακολουθία των bits του σήματος και συνθέτει τα στοιχειώδη πλαίσια (frames) του επιπέδου σύνδεσης δεδομένων. Στη συνέχεια διαβάζει τη φυσική διεύθυνση (physical address) του προορισμού και αφού ελέγξει τον πίνακα (ή τους πίνακες) φυσικών διευθύνσεων που διαθέτει, στέλνει τα δεδομένα στο κατάλληλο υποδίκτυο LAN. Αν το LAN του πομπού και το LAN του δέκτη χρησιμοποιούν διαφορετικό πρωτόκολλο σύνδεσης δεδομένων, η γέφυρα πραγματοποιεί τις απαραίτητες αλλαγές στα δεδομένα.

Οι κυριότερες κατηγορίες γεφυρών είναι οι παρακάτω:

- Απλές Γέφυρες (Simple Bridges): Συνδέουν μόνο δύο υποδίκτυα και χρησιμοποιούν έναν πίνακα φυσικών διευθύνσεων για όλες τις συσκευές και των δύο υποδικτύων. Ο πίνακας αυτός δημιουργείται από έναν διαχειριστή της γέφυρας. Ο διαχειριστής πρέπει να ενημερώνει τον πίνακα κάθε φορά που συνδέεται ή αποσυνδέεται μια συσκευή σε οποιοδήποτε υποδίκτυο.
- Γέφυρες Πολλαπλών Θυρών (Multiport Bridges): Αυτές μπορούν να συνδέσουν περισσότερα από 2 υποδίκτυα και περιλαμβάνουν ισάριθμους πίνακες, ως προς τις θύρες εξόδου. Ο κάθε πίνακας περιέχει τις φυσικές διευθύνσεις των συσκευών του υποδικτύου που είναι προσπελάσιμο από την αντίστοιχη θύρα.
- Διαφανείς Γέφυρες (Transparent Bridges): Αυτές είναι έξυπνες γέφυρες που έχουν την ικανότητα να μαθαίνουν από μόνες τους τις φυσικές διευθύνσεις των συσκευών, ενημερώνοντας τον πίνακα διευθύνσεων. Για να το κάνουν αυτό διαβάζουν την διεύθυνση της πηγής κάθε φορά που λαμβάνουν ένα πακέτο (frame), δεδομένου ότι είναι γνωστό για μια γέφυρα, το υποδίκτυο στο οποίο βρίσκεται η πηγή. Έπειτα, η διεύθυνση αυτή και τα στοιχεία του υποδικτύου τοποθετούνται στον πίνακα. Όταν, λοιπόν, σε κάποιο μελλοντικό frame διαβαστεί στο πεδίο προορισμού η παραπάνω διεύθυνση, η γέφυρα γνωρίζει που να το στείλει. Αν κάποια διεύθυνση δεν έχει καταγραφεί ακόμα, η γέφυρα στέλνει το αντίστοιχο frame σε όλα τα υποδίκτυα. Η διαδικασία αυτή λέγεται πλημμύρισμα (flooding) και κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες (π.χ. όταν δύο LANs συνδέονται με δύο ή περισσότερες γέφυρες) μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα δημιουργίας βρόγχων (loops). Για την αποφυγή αυτών των φαινομένων χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος δέντρου συνδέσεως (Spanning Tree Algorithm). Λόγω αυτού του αλγορίθμου, οι γέφυρες αυτής της κατηγορίας είναι γνωστές και ως γέφυρες δέντρου συνδέσεως (Spanning Tree Bridges).
- Γέφυρες Πηγαίας Δρομολόγησης (Source Routing Bridges): Το δίκτυο με αυτές τις συσκευές λειτουργεί ως εξής: Στο κάθε frame, το πρώτο bit της διεύθυνσης προορισμού δηλώνει, πάντοτε, το αν η πηγή και ο προορισμός βρίσκονται στο ίδιο LAN. Αν η πηγή και ο προορισμός ανήκουν σε διαφορετικά LANs, η επικεφαλίδα του frame διαμορφώνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να αναφέρεται το μονοπάτι (path) με τις διαδοχικές γέφυρες και τα διαδοχικά LANs που οδηγούν στον προορισμό. Για να επιτευχθεί αυτό, οι γέφυρες που συνδέονται άμεσα με κάποια LANs χαρακτηρίζονται μονομερώς από έναν αριθμό για τα LANs αυτά, και το κάθε LAN περιγράφεται από ένα μοναδικό αριθμό. Είναι φανερό ότι, αυτού του είδους οι γέφυρες εμποδίζουν τη δημιουργία βρόγχων (loops).



Εικόνα 1.14: Μοντέλα γεφυρών από διάφορες εταιρείες

1.5.5 Μεταγωγείς (Switches)

Είναι παρόμοιες συσκευές με τις γέφυρες, αλλά πιο αποτελεσματικές. Χρησιμοποιούν ενταμιευτές (buffers) στους οποίους αποθηκεύουν τα πλαίσια προτού τα προωθήσουν. Άλλοι μεταγωγείς δέχονται τα πλαίσια και τα αποθηκεύουν στο buffer εισόδου περιμένοντας να συμπληρωθεί το πακέτο ώστε να το προωθήσουν στην έξοδο (**stop-and-forward switches**) και άλλοι στέλνουν το πακέτο σε buffer εξόδου (**cut-through switches**). Στην δεύτερη κατηγορία, όταν ο μεταγωγέας δεχθεί κάποιο πλαίσιο, το δρομολογεί αμέσως μόλις διαβάσει τη διεύθυνση προορισμού του και χωρίς να περιμένει να το λάβει ολόκληρο, με την προϋπόθεση ότι ο ενταμιευτής εξόδου είναι άδειος. Αυτό σημαίνει ότι, με την παραπάνω προϋπόθεση, οι καθυστερήσεις στο μεταγωγέα είναι λιγότερες συγκριτικά με τις καθυστερήσεις στη γέφυρα. Η τεχνολογία των μεταγωγέων έχει εξελιχθεί και σήμερα αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν συνδυαστικά ως δρομολογητές και γέφυρες (**brouters**), και μάλιστα πολύ πιο γρήγορα από τους κοινούς δρομολογητές.

Ο μεταγωγέας αποτελεί την καλύτερη, αλλά συγχρόνως πιο δαπανηρή, λύση στην διασύνδεση τοπικών δικτύων. Συνδυάζει όλα τα πλεονεκτήματα των προαναφερόμενων συσκευών και επιπλέον έρχεται να προσθέσει και κάποια άλλα θετικά σημεία. Συγκεκριμένα, ο μεταγωγέας διαθέτει πολλές περισσότερες υποδοχές, συγκριτικά με μια γέφυρα, η οποίες του επιτρέπουν να δημιουργεί διασυνδέσεις με διαφορετικούς ρυθμούς. Έτσι, ο αγοραστής μπορεί να αγοράσει διανομείς που να δημιουργούν διασυνδέσεις των 10 Mbps, των 100 Mbps και του 1 Gbps, ταυτόχρονα. Επιπλέον, οι συνδέσεις αυτές λειτουργούν σε full-duplex μορφή, πράγμα που δίνει την δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ πομπού και δέκτη. Δηλαδή, η κάθε συσκευή που είναι συνδεδεμένη με τον μεταγωγέα μπορεί να στέλνει και να λαμβάνει πλαίσια συγχρόνως.



Εικόνα 1.15: Μεταγωγείς ATM διαφόρων χωρητικότητων της εταιρείας Hitachi

1.5.6 ΔΡΟΜΟΛΟΓΗΤΗΣ (ROUTER)

Πρόκειται για μια ακόμα πιο εξελιγμένη συσκευή που λειτουργεί σε φυσικό επίπεδο, επίπεδο σύνδεσης δεδομένων και επίπεδο δικτύου (κατά OSI). Συνδέει τα δίκτυα ενός

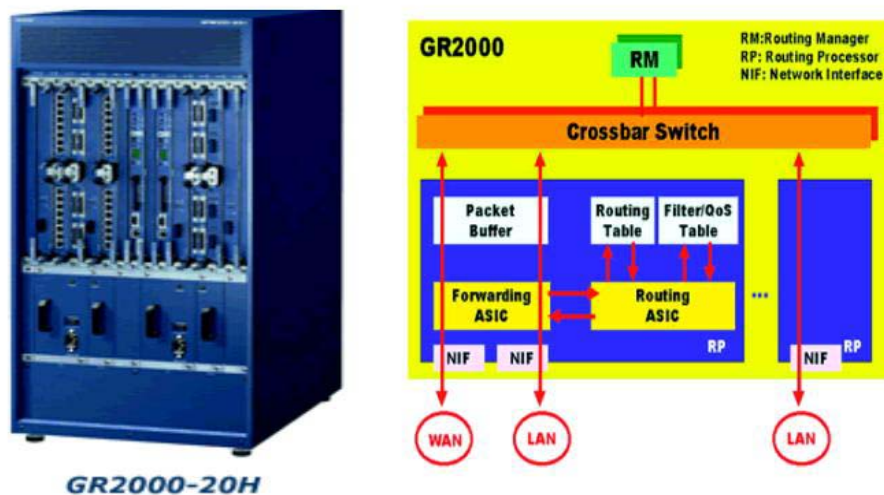
διαδικτύου, τα υποδίκτυα ενός WAN που απλώνεται σε μεγάλης έκτασης γεωγραφικές περιοχές. Γενικά, χρησιμοποιείται σε τέτοια δικτυακά περιβάλλοντα, όπου οι συσκευές αναγνωρίζονται με βάση τη λογική τους διεύθυνση (logical address).

Ο δρομολογητής ανακατασκευάζει τα πακέτα δικτύου από τα πλαίσια που λαμβάνει. Έπειτα, εξετάζει τη λογική διεύθυνση και ανάλογα δρομολογεί τα πακέτα στο κατάλληλο δίκτυο, ώστε να φθάσουν στον προορισμό. Οι δρομολογητές μπορούν να συνδέουν ταυτόχρονα περισσότερα από δύο δίκτυα και διαθέτουν εξελιγμένο λογισμικό που μπορεί να εξετάζει το βέλτιστο μονοπάτι, κάνοντας χρήση ενός πίνακα δρομολόγησης, για να προωθή τα πακέτα στον προορισμό. Το βέλτιστο μονοπάτι είναι το μονοπάτι λιγότερου κόστους (Least Cost Routing) και τα κριτήρια με τα οποία επιλέγεται διαφέρουν ανάλογα με τα δίκτυα που συνδέει ένας router. Ένα κριτήριο, ίσως το πιο συνηθισμένο, είναι ο αριθμός των βημάτων που απαιτούνται ως τον προορισμό (hop-count routing). Υπάρχουν και άλλα κριτήρια όπως για παράδειγμα σε στρατιωτικά δίκτυα όπου επιλέγεται το μονοπάτι με την μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια.

Ένας δρομολογητής μπορεί να χρησιμοποιεί το ίδιο μονοπάτι για όλα τα πακέτα της ίδιας εφαρμογής προς τον προορισμό (Nonadaptive Routing). Μπορεί επίσης να δρομολογεί τα πακέτα της ίδιας εφαρμογής από διαφορετικά μονοπάτια (Adaptive Routing), ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο διαδίκτυο.

Για να αποφεύγονται τα φαινόμενα looping, τα πακέτα φέρουν μια μεταβλητή που ονομάζεται Χρόνος Ζωής Πακέτου (Time to Live – TTL, ή Packet Lifetime). Αυτός εκφράζει ένα μέγιστο όριο βημάτων που αν ξεπεραστεί, κάποιος δρομολογητής απορρίπτει το πακέτο. Ο κάθε δρομολογητής αφαιρεί μια μονάδα από το όριο αυτό ώσπου να μηδενιστεί, οπότε και απορρίπτεται το πακέτο.

Ένας δρομολογητής μπορεί να είναι συσκευή διασύνδεσης τοπικών δικτύων. Στην πράξη, όμως τέτοιες συσκευές είναι ασύμφορες. Υπάρχουν αρκετοί λόγοι για αυτό. Ο κυριότερος λόγος είναι ότι, ο δρομολογητής λειτουργεί σε επίπεδο δικτύου και αυτό σημαίνει μεγάλες καθυστερήσεις στην επεξεργασία πακέτων και δρομολόγηση. Τέτοιου μεγέθους καθυστερήσεις είναι αδικαιολόγητες σε τοπικά δίκτυα. Επιπλέον, ο κάθε δρομολογητής απαιτεί και έναν διαχειριστή συστήματος, αφού δεν διαθέτει το απαραίτητο λογισμικό για την ενημέρωση του πίνακα δρομολόγησής του.



Εικόνα 1.16: Ο δρομολογητής GR2000-20H της Hitachi και το σχεδιάγραμμα της λειτουργίας του, όπως το έδωσε η εταιρεία

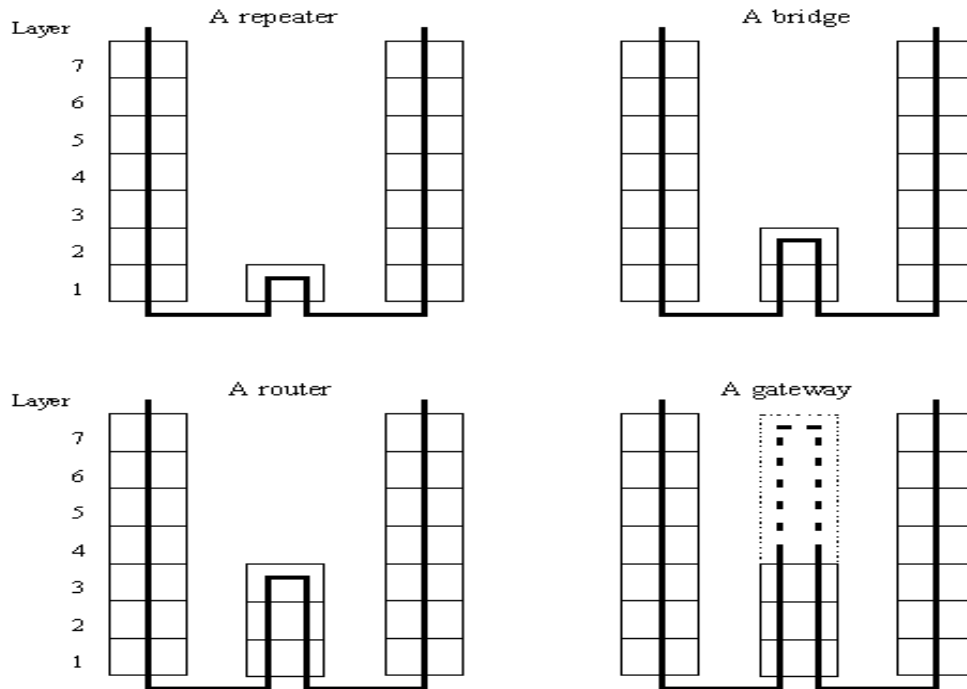
1.5.7 ΠΥΛΗ (GATEWAY)

Η πύλη είναι η πιο εξελιγμένη συσκευή διαδικτύωσης, αφού λειτουργεί και στα επτά επίπεδα OSI. Χρησιμοποιείται για να ενώνει δίκτυα τα οποία λειτουργούν με βάση διαφορετικές αρχιτεκτονικές (π.χ. μπορεί να ενώσει ένα δίκτυο αρχιτεκτονικής TCP/IP με ένα δίκτυο αρχιτεκτονική OSI).

Σε ορισμένες βιβλιογραφίες ως πύλη (gateway) αναφέρεται η συσκευή που περιγράφεται, στο παρόν, ως δρομολογητής (router).



Εικόνα 1.17: Πύλη



Εικόνα 1.18: Επίπεδα λειτουργίας επαναλήπτη, γέφυρας, δρομολογητή και πύλης ως προς το μοντέλο OSI

1.5.8 ΑΛΛΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Κάποιες άλλες συσκευές δικτύωσης είναι οι ακόλουθες:

- Δρομολογητές Πολλαπλών Πρωτοκόλλων (Multiprotocol routers): Πρόκειται για δρομολογητές που συνδέουν δίκτυα, τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικό πρωτόκολλο δικτύου (π.χ. IP του Internet και IPX του Novell). Για να το επιτύχουν αυτό πρέπει να διατηρούν δύο (ή περισσότερους) διαφορετικούς πίνακες δρομολόγησης. Οι απλοί δρομολογητές λειτουργούν μόνο για τις περιπτώσεις δικτύων με ίδια πρωτόκολλα επιπέδου δικτύου.
- Brouters (Bridge/Router): Είναι συσκευές που λειτουργούν ως δρομολογητές και άλλοτε ως γέφυρες. Δηλαδή, πρώτα προσπαθούν να προωθήσουν τα πακέτα με βάση τη λογική διεύθυνση και αν αποτύχει τα προωθεί με βάση τη φυσική διεύθυνση των πλαισίων (frames) που τα απαρτίζουν.

Σημείωση: Στα πλαίσια ενός τοπικού δικτύου κορμού που διακλαδίζεται σε 2 ή περισσότερα υποδίκτυα LANs, σε γέφυρα δεν αντιστοιχεί κάποια φυσική διεύθυνση. Αντίθετα, αν κάποιος δρομολογητής (router) ανήκει στο LAN για να του δώσει πρόσβαση σε κάποιο WAN, πρέπει οπωσδήποτε να διαθέτει φυσική διεύθυνση.

1.6 ΒΑΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ - INTERNET

Στο σημείο αυτό, γίνεται μια ιστορική αναδρομή για την ανάλυση της εξελικτικής πορείας των δικτύων. Ακολουθεί, λοιπόν, μια σειρά από κάποια αντιπροσωπευτικά και πλέον σημαντικά δίκτυα που αναπτύχθηκαν και υλοποιήθηκαν στο παρελθόν, τα οποία αποτέλεσαν τους προδρόμους του σημερινού Internet:

1.6.1 ARPANET

Το ARPANET αναπτύχθηκε το 1969 από το υπουργείο άμυνας των ΗΠΑ και συγκεκριμένα την υπηρεσία ARPA (σήμερα ονομάζεται DARPA - (Defense) Advanced Research Project Agency). Από την αρχική του μορφή (μόνο 4 κόμβοι) εξελίχθηκε σταδιακά σε ένα παγκόσμιας εμβέλειας διαδίκτυο, εξαιτίας της σύνδεσης άλλων δευτερευόντων δικτύων, όπως των: MILNET και MINET (στρατιωτικά δίκτυα), WIDEBAND και SATNET (δορυφορικά δίκτυα), καθώς και πολλών LANs.

Στο ARPANET οφείλεται η ανάπτυξη του πρωτοκόλλου μεταφοράς TCP (Transmission Control Protocol – Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης) και του πρωτοκόλλου δικτύου IP (Internet Protocol – Πρωτόκολλο Διαδικτύου) και για το λόγο αυτό θεωρείται ως ο κατεξοχήν πρόδρομος του σημερινού Internet. Βέβαια, το σημερινό TCP είναι πρωτόκολλο δεύτερης γενεάς.

Το ARPANET δεν χρησιμοποιούσε πρωτόκολλα συνόδου και μεταφοράς και οι κυριότερες υπηρεσίες που προσέφερε ήταν: ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μεταφορά αρχείων και απομακρυσμένη σύνδεση.

1.6.2 USENET

Το USENET δημιουργήθηκε από τα πανεπιστήμια Duke και North Carolina των ΗΠΑ. Αρχικά παρείχε μια υπηρεσία ειδήσεων δικτύου σε ένα παγκοσμίας κλίμακας δίκτυο από μηχανές UNIX. Το δίκτυο αυτό είναι γνωστό ως UUCP, ενώ στην Ευρωπαϊκή εκδοχή του ονομάστηκε EUnet, και παρείχε μόνο υπηρεσίες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Σήμερα, το ολικό δίκτυο των συσκευών UNIX, που παρέχει και τις δύο υπηρεσίες, επικράτησε με το όνομα USENET. Στην κάθε χώρα που συμμετέχει, υπάρχει μια κεντρική Πύλη (Gateway), όπου φθάνουν οι πληροφορίες. Αυτές διανέμονται στη συνέχεια διαμέσου των εθνικών δικτύων.

1.6.3 CSNET

Το CSNET αποτελεί πανεπιστημιακό δίκτυο που εξειδικεύεται στον κλάδο των υπολογιστών και δημιουργήθηκε από Το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών των ΗΠΑ. Στην πραγματικότητα είναι ένα είδος μεταδικτύου, αφού χρησιμοποιεί ένα μόνο πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής που δίνει την ψευδαίσθηση ενός ολοκληρωμένου δικτύου στον χρήστη. Το CSNET καλύπτει περίπου τις απαιτήσεις 150 πανεπιστημίων.

1.6.4 BITNET

Το δίκτυο αυτό είναι επίσης πανεπιστημιακό και πρώτο–αναπτύχθηκε από τα πανεπιστήμια της Νέας Υόρκης και του Yale, το 1981. Τώρα έχει εξαπλωθεί σε πάνω από 400 πανεπιστήμια στην Ευρώπη και στις ΗΠΑ. Το Ευρωπαϊκό τμήμα του δικτύου είναι γνωστό με την ονομασία EARN (European Academic Research Network – Ευρωπαϊκό Ακαδημαϊκό Ερευνητικό Κέντρο). Η διαφορά με το CSNET έγκειται στο ότι το BITNET καλύπτει ακαδημαϊκά θέματα για διάφορους επιστημονικούς κλάδους και όχι αποκλειστικά για τον κλάδο των υπολογιστών.

1.6.5 INTERNET

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, το Internet αποτελεί εξέλιξη του ARPANET και αναπτύχθηκε κατά το χρονικό διάστημα 1995 – 1996. Το ARPANET είχε ήδη αποσυρθεί από το 1990. Τη ραγδαία ανάπτυξη του Internet ωφέλησε η δημιουργία του World Wide Web (WWW), δηλαδή του παγκοσμίου ιστού με σελίδες που μπορούν να μεταφέρουν και να συνδέονται δυναμικά με πληροφορίες οποιασδήποτε φύσεως (δεδομένα, εικόνα, βίντεο, ήχος).

Όπως και το ARPANET, το Internet χρησιμοποιεί κυρίως την τεχνική μεταγωγής πακέτων (Packet Switching) για την επικοινωνία μεταξύ των διαφόρων τερματικών συστημάτων (end systems). Η τοπολογία του είναι δεντρικά ιεραρχημένη σε διάφορα επίπεδα. Στο κατώτερο επίπεδο βρίσκονται τα τερματικά και οι τοπικοί σταθμοί παροχής υπηρεσιών Internet (Local ISPs – Internet Service Providers), που είναι γνωστοί και ως δίκτυα πρόσβασης (Access Networks). Αυτοί οι τοπικοί σταθμοί μπορεί να είναι δίκτυα LAN ή οποιασδήποτε άλλης φύσεως, ή ακόμα και μια τηλεφωνική γραμμή που χρησιμοποιεί modem για να έρθει σε επαφή με κάποιο PC. Τα τοπικά ISPs συνδέονται με περιφερειακά ISPs, τα οποία βρίσκονται σε ανώτερο επίπεδο της δεντρικής τοπολογίας του Internet. Τέλος, τα περιφερειακά ISPs συνδέονται, με τη σειρά τους, με τα εθνικά ή τα διεθνή ISPs που βρίσκονται στο ανώτατο επίπεδο της ιεραρχίας.

Στην ουσία, λοιπόν, το Internet είναι ένα δημόσιο διαδίκτυο (όπως φανερώνει άλλωστε και το όνομά του) με δεντρική τοπολογία, στα “κλαδιά” του οποίου μπορούν να συνδεθούν οποιασδήποτε μορφής δίκτυα, δημόσια ή ιδιωτικά.

Όπως έχει επίσης αναφερθεί, το Internet χρησιμοποιεί την αρχιτεκτονική TCP/IP. Το πρωτόκολλο IP είναι αυτό που ασχολείται με την δρομολόγηση ανάμεσα στα διάφορα δίκτυα – κλαδιά που συνδέονται με τους διάφορους routers. Το TCP ασχολείται με την αξιοπιστία της μεταφοράς ανάμεσα στις διεργασίες και λειτουργεί στα τερματικά συστήματα. Τα διάφορα δίκτυα κλαδιά μπορούν να είναι οποιασδήποτε μορφής όπως ATM, Ethernet, κ.α., χρησιμοποιώντας τα αντίστοιχα πρωτόκολλα.

Στα πλαίσια του Internet, υπάρχει ένας ξεχωριστός οργανισμός τυποποίησης, ο IETF (Internet Engineering Task Force), ο οποίος έχει αναπτύξει άνω των 2000 προτύπων που επιλύουν όλα τα λειτουργικά προβλήματα του Internet. Τα πρότυπα αυτά είναι γνωστά ως RFCs (Request For Comments) και ορίζουν πρωτόκολλα όπως το TCP, το FTP, το SMTP, το HTTP κ.τ.λ.

Σημείωση: Εκτός από το δημόσιο Internet, υπάρχουν και τα intranets. Αυτά είναι διαδίκτυα που λειτουργούν όπως και το Internet, άλλα είναι κυρίως ιδιωτικής ή κρατικής φύσεως και δεν μπορούν να έχουν πρόσβαση όλοι.

Ορισμός: **Μεταγωγή Πακέτων (Packet Switching)** είναι η τεχνική με την οποία ένα μονοπάτι (Path) είναι δυνατόν να διαμοιράζεται ανάμεσα σε πολλαπλούς σταθμούς επικοινωνίας.

Ορισμός: **Μεταγωγή Κυκλώματος (Circuit Switching)** είναι η τεχνική κατά την οποία ανάμεσα σε δύο σταθμούς επικοινωνίας αφιερώνεται από το δίκτυο ένα ξεχωριστό μονοπάτι (Path)