

ΕΝΟΤΗΤΑ Ι



Δικτυακή τεχνολογία και Διαδίκτυο



Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στα δίκτυα και στο Διαδίκτυο



Ενότητα I: Δικτυακή τεχνολογία και Διαδίκτυο

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στα δίκτυα και στο Διαδίκτυο

Μάθημα 1.1:	Έννοιες δικτύων υπολογιστών	11
1.1.1	Γενικά στοιχεία	11
1.1.2	Δομικά στοιχεία δικτύου	12
1.1.3	Διαμοιρασμός πόρων-Χρήσεις δικτύων υπολογιστών	13
Μάθημα 1.2:	Χαρακτηριστικά – Ταξινόμήσεις δικτύων	16
1.2.1	Ταξινόμηση ως προς το μέσο μετάδοσης	16
1.2.2	Ταξινόμηση ως προς το είδος σύνδεσης	17
1.2.3	Ταξινόμηση ως προς τη γεωγραφική κάλυψη	17
1.2.4	Ταξινόμηση ως προς το είδος της τοπολογίας	19
1.2.5	Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία	20
Μάθημα 1.3:	Τεχνολογίες μεταγωγής δεδομένων	23
1.3.1	Δίκτυα μεταγωγής	23
1.3.2	Δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος	24
1.3.3	Δίκτυα μεταγωγής πακέτων	25
1.3.4	Διευθυνσιοδότηση	26
1.3.5	Δρομολόγηση	26
1.3.6	Δίκτυα μεταγωγής πακέτων με ιδεατά κυκλώματα	27
1.3.7	Δίκτυα μεταγωγής με αυτοδύναμα πακέτα	28
Μάθημα 1.4:	Πρωτόκολλα επικοινωνίας	29
Μάθημα 1.5:	Επικοινωνιακός εξοπλισμός δικτύων	31
1.5.1	Τερματικά	31
1.5.2	Διαποδιαμορφωτές	31
1.5.3	Πολυπλέκτες	31
1.5.4	Σταθμοί εξυπηρέτησης	32
1.5.5	Μετωπικοί επεξεργαστές	32
1.5.6	Κάρτες δικτύου	33



1.5.7	Επαναλήπτες	33
1.5.8	Διανομείς	33
Μάθημα 1.6:	Διασύνδεση δικτύων - Το Διαδίκτυο	35
1.6.1	Ιστορική αναδρομή	36
1.6.2	Δομικά στοιχεία και χαρακτηριστικά	37
1.6.3	Υπηρεσίες του Διαδικτύου	38
Μάθημα 1.7:	Αρχιτεκτονική του Διαδικτύου	41
1.7.1	Δομή του Προτύπου Αναφοράς <i>TCP/IP</i>	41
1.7.1.1	Επίπεδο φυσικού μέσου - διασύνδεσης	41
1.7.1.2	Επίπεδο δικτύου	42
1.7.1.3	Επίπεδο μεταφοράς	43
1.7.1.4	Επίπεδο εφαρμογής	44
Μάθημα 1.8:	Λειτουργία του Διαδικτύου	45
1.8.1	Αρχές διευθυνσιοδότησης	45
1.8.2	Μετάδοση δεδομένων στο <i>TCP/IP</i>	48
1.8.3	Τρόποι διασύνδεσης δικτύων	49
Μάθημα 1.9:	Έλεγχος επικοινωνίας - Ασφάλεια	51
1.9.1	Το πρότυπο Πελάτης - Εξυπηρέτηση	51
1.9.2	Εφαρμογή: Η υπηρεσία <i>ping</i>	53
1.9.3	Ασφάλεια	57
Ανακεφαλαίωση		59
Ερωτήσεις		60
Βιβλιογραφία		61
Διευθύνσεις Διαδικτύου		62



ΕΝΟΤΗΤΑ Ι



ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ





ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή στα δίκτυα και στο Διαδίκτυο

Μαθήματα

Μάθημα 1.1:	Εισαγωγή στα Δίκτυα Υπολογιστών
Μάθημα 1.2:	Χαρακτηριστικά – Ταξινομήσεις δικτύων
Μάθημα 1.3:	Τεχνολογίες μεταγωγής δεδομένων
Μάθημα 1.4:	Πρωτόκολλα επικοινωνίας
Μάθημα 1.5:	Επικοινωνιακός εξοπλισμός δικτύων
Μάθημα 1.6:	Διασύνδεση δικτύων - Το Διαδίκτυο
Μάθημα 1.7:	Αρχιτεκτονική του Διαδίκτυου
Μάθημα 1.8:	Λειτουργία του Διαδίκτυου
Μάθημα 1.9:	Έλεγχος επικοινωνίας - Ασφάλεια



ΕΝΟΤΗΤΑ I



ΔΙΚΤΥΑΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ





Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στα δίκτυα και στο Διαδίκτυο

✓ Σκοπός:

Στην ενότητα αυτή θα αναλυθούν οι γενικές αρχές των δικτύων υπολογιστών καθώς και οι απαιτήσεις που θα πρέπει να ικανοποιούνται, έτσι ώστε να είναι δυνατή η υποστήριξη ενός τυπικού συνόλου δικτυακών εφαρμογών. Επίσης, θα μελετηθούν οι γενικές αρχές του Διαδικτύου με αιχμή την αρχιτεκτονική, τη λειτουργία και τη χρηστικότητα του.



✓ Προσδοκώμενα Αποτελέσματα:

Με την ολοκλήρωση της μελέτης αυτού του κεφαλαίου οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν:

- Να παρουσιάσουν τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου υπολογιστών.
- Να ταξινομήσουν τα δίκτυα ως προς το μέσο μετάδοσης, το είδος της σύνδεσης, τη γεωγραφική έκταση την οποία καταλαμβάνουν, την τοπολογία και την τεχνολογία.
- Να περιγράψουν τις βασικές τεχνικές διαμοιρασμού πόρων στα δίκτυα υπολογιστών.
- Να δώσουν στοιχειώδη παραδείγματα τυπικών δικτυακών εφαρμογών.
- Να περιγράψουν και συγκρίνουν τις διάφορες τεχνικές μεταγωγής.
- Να περιγράψουν τα βασικά πρωτόκολλα επικοινωνίας.
- Να παρουσιάσουν τις συσκευές επικοινωνίας ενός δικτύου.
- Να εξηγήσουν την έννοια της διασύνδεσης δικτύων και να δώσουν σχετικά παραδείγματα.
- Να περιγράψουν τις γενικές αρχές στις οποίες στηρίζεται το Διαδίκτυο.
- Να παρουσιάσουν τα δομικά στοιχεία του Διαδικτύου.
- Να αναφέρουν τις βασικές υπηρεσίες του Διαδικτύου και τα πρωτόκολλα που τις εξυπηρετούν.
- Να κατανοήσουν την αρχιτεκτονική του Διαδικτύου και να περιγράψουν τα επίπεδα του προτύπου αναφοράς *TCP/IP*.
- Να κατανοήσουν τη λειτουργία του Διαδικτύου και ειδικότερα τον τρόπο διευθυνσιοδότησης.
- Να εξηγήσουν τον τρόπο μετάδοσης δεδομένων στο *TCP/IP*.





- Να περιγράψουν τους τρόπους διασύνδεσης δικτύων και να καθορίσουν τον απαιτούμενο πρόσθετο δικτυακό εξοπλισμό.
- Να παρουσιάσουν το πρότυπο πελάτη - εξυπηρέτηση, να εξηγήσουν τον τρόπο λειτουργίας του και αναφερθούν στη χρησιμότητά του.
- Να συνδέσουν τις υπηρεσίες του Διαδικτύου με το πρότυπο πελάτη - εξυπηρέτηση και να δώσουν ένα παράδειγμα χρησιμοποίησής του.



Προερωτήσεις

1. Ποιους τρόπους επικοινωνίας γνωρίζεις;
2. Τι είναι ένα σύστημα επικοινωνίας και ποια νομίζεις ότι είναι τα δομικά χαρακτηριστικά του;
3. Ποια νομίζεις ότι είναι τα πλεονεκτήματα και ποιά τα μειονεκτήματα των σύγχρονων μορφών επικοινωνίας;
4. Γνωρίζεις τι είναι δίκτυο υπολογιστών και πώς λειτουργεί;
5. Γνωρίζεις τη χρησιμότητα των δικτύων υπολογιστών και ειδικότερα του Διαδικτύου;
6. Γνωρίζεις πώς μπορείς να συνδεθείς στο Διαδίκτυο και ποια είναι τα στοιχεία που πρέπει να πρέπει να λάβεις υπόψη σου;
7. Γνωρίζεις τον τρόπο λειτουργίας και αποστολής των πληροφοριών μέσα από το Διαδίκτυο;



Μάθημα 1.1: Έννοιες δικτύων υπολογιστών

1.1.1 Γενικά στοιχεία

Όπως είναι γνωστό, διάφορες μορφές δικτύων έχουν δημιουργηθεί και έχουν λειτουργήσει σε ποικίλες εφαρμογές της οικονομικής και κοινωνικής ζωής των λαών, όπως είναι, για παράδειγμα, το ταχυδρομικό δίκτυο, το δίκτυο ύδρευσης, το δίκτυο ηλεκτρισμού, τα πάσης φύσεως δίκτυα μεταφοράς, τα οδικά δίκτυα κ.ά.

Τα δίκτυα υπολογιστών ανήκουν στη γενικότερη κατηγορία των **τηλεπικοινωνιακών δικτύων** (*telecommunication networks*), δηλαδή ανήκουν σε εκείνα τα συστήματα που επιτρέπουν στους χρήστες τους να μεταβιβάζουν ή να ανταλλάσσουν πληροφορίες, ενώ βρίσκονται σε απόσταση. Τα πιο γνωστά και εκτεταμένα τηλεπικοινωνιακά δίκτυα είναι το τηλεφωνικό δίκτυο και το δίκτυο της τηλεόρασης. Τα σημαντικά και κοινά στοιχεία που έχουν τα δίκτυα αυτά είναι ότι έχουν σχεδιαστεί ειδικά για την εξυπηρέτηση μιας συγκεκριμένης υπηρεσίας, δηλαδή για τη μετάδοση φωνής και την εκπομπή κινούμενης εικόνας και ήχου, αντίστοιχα, καθώς και ότι απαιτούν ειδικό τερματικό εξοπλισμό για τη λειτουργία τους, δηλαδή τις συσκευές τηλεφώνου και τηλεόρασης, αντίστοιχα.

Σήμερα, τα δίκτυα τηλεπικοινωνιών έχουν εισβάλει στη ζωή μας και έχουν αλλάξει με την επίδρασή τους την οικονομική, κοινωνική, πολιτική και πολιτισμική ζωή των ανθρώπων. Στις ανεπτυγμένες κοινωνίες, η διασύνδεση των υπολογιστών είναι μια καθημερινή πραγματικότητα, όχι μόνο σε επίπεδο οργανισμών και επιχειρήσεων αλλά και για τον απλό χρήστη, που από το σπίτι του έχει τη δυνατότητα να επικοινωνήσει με απομακρυσμένους υπολογιστές. Η αλματώδης και παράλληλη ανάπτυξη των επικοινωνιών και των υπολογιστικών συστημάτων οδήγησε στην ανάπτυξη διάφορων τύπων δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών που έχουν την ευθύνη για τη γρήγορη και ασφαλή μετάδοση διάφορων τύπων δεδομένων (κείμενο, φωνή, εικόνα, γραφικά, βίντεο κτλ.) μεταξύ υπολογιστών οι οποίοι απέχουν λίγα μόνο μέτρα μέχρι και χιλιάδες χιλιόμετρα.

Τα δίκτυα υπολογιστών λειτουργούν κυρίως με προγραμματιζόμενες συσκευές γενικής χρήσης. Για παράδειγμα, μία τερματική συσκευή δικτύου υπολογιστών μπορεί να είναι ένας προσωπικός υπολογιστής ή, γενικότερα, μια συσκευή που έχει σχεδιαστεί για την εξυπηρέτηση πολλών διαφορετικών μορφών αναπαράστασης της πληροφορίας. Με τον τρόπο αυτό, τα δίκτυα υπολογιστών μπορούν και υποστηρίζουν μία μεγάλη και ολοένα αυξανόμενη ποικιλία υπηρεσιών και εφαρμογών.

Χαρακτηριστικά παραδείγματα προσφοράς τέτοιων υπηρεσιών και εφαρμογών μπορεί να αναζητηθούν από το παγκόσμιο δίκτυο διασύνδεσης υπολογιστών, γνωστό και ως **Διαδίκτυο** (*Internet*), το οποίο συνδέει φυσικά πρόσωπα, εταιρείες, οργανισμούς κτλ., παρέχοντας ένα πλήθος νέων δυναμικών υπηρεσιών που θα μελετη-



Η ιστορία των δικτύων επικοινωνιών αρχίζει από τα αρχαία χρόνια, με τους τρόπους που είχαν επινοήσει οι άνθρωποι της εποχής, για να μεταφέρουν γρήγορα και σωστά κάποια πληροφορία. Οι Αρχαίοι Έλληνες χρησιμοποιούσαν φωτιές που άναβαν από βουνό σε βουνό, για να μεταδώσουν κάποια πληροφορία. Άλλοι λαοί χρησιμοποιούσαν τον ήχο των τύμπανων ή τα σήματα του καπνού, για να μεταφέρουν κάποια πληροφορία.

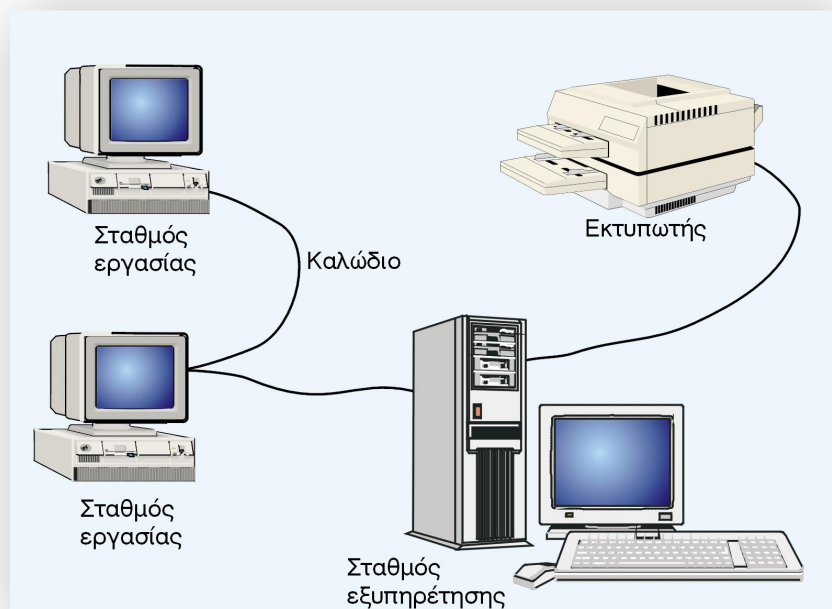
θούν αναλυτικά στο βιβλίο αυτό. Η βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών του Διαδικτύου, ώστε να εξασφαλιστεί η γρήγορη και ασφαλής μετάδοση όλων των διαφορετικών τύπων δεδομένων, καθώς και η ανάπτυξη των ψηφιακών δικτύων παροχής ολοκληρωμένων υπηρεσιών, θα επιτρέψει στο άμεσο μέλλον τη σύγκλιση όλων των υπάρχοντων δικτύων, όπως τηλεφωνικών, τηλεοπτικών, ραδιοφωνικών κτλ., προς ένα και μοναδικό δίκτυο, μέσα από το οποίο θα γίνεται η συνολική διαχείριση και χρήση όλων των παρεχόμενων υπηρεσιών, με μειωμένο κόστος σύνδεσης.

1.1.2 Δομικά στοιχεία δικτύου

Σε ένα οποιοδήποτε δίκτυο είναι διακριτά τα στοιχεία που επικοινωνούν μεταξύ τους, οι λογικές ή φυσικές οντότητες που ανταλλάσσονται, καθώς και το κανάλι διά μέσου του οποίου διενεργείται η επικοινωνία. Για παράδειγμα, το οδικό δίκτυο συνδέει πόλεις, το κανάλι επικοινωνίας είναι οι δρόμοι, και οι οντότητες που μεταφέρονται από το κανάλι είναι τα οχήματα και οι άνθρωποι.

Σε αναλογία, ένα δίκτυο υπολογιστών μπορεί να συνδέει συστήματα υπολογιστών, αυτόνομους υπολογιστές, άλλες περιφερειακές συσκευές, και γενικώς κάθε είδους τερματικές διατάξεις που διαθέτουν επεξεργαστή. Το κανάλι επικοινωνίας μπορεί να είναι καλώδια, χαλκού ή οπτικές ίνες, λέιζερ, μικροκύματα κτλ., μέσω των οποίων μεταφέρονται από τον έναν υπολογιστή στον άλλο διάφορες μορφές πληροφοριών (σχήμα 1.1).

Ένα **δίκτυο υπολογιστών** είναι ένα σύνολο συνδεδεμένων μεταξύ τους υπολογι-



Σχήμα 1.1: Δίκτυο ηλεκτρονικών υπολογιστών



στών και άλλων τερματικών διατάξεων, που επικοινωνούν με συγκεκριμένους κανόνες. Ασφαλώς, η αποτελεσματικότητα αυτών των κανόνων καθορίζει την απόδοση και την ποιότητα του δικτύου.

Τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου υπολογιστών είναι τα ακόλουθα:

- ✓ **Οι κόμβοι επικοινωνίας:** Γενικά, οι κόμβοι συνίστανται από ηλεκτρονικά συστήματα που διαθέτουν τουλάχιστον επεξεργαστή και μνήμη. Στην πράξη, ένας κόμβος μπορεί να είναι ένα σύστημα υπολογιστών ή ένας υπολογιστής οποιουδήποτε είδους και μεγέθους.
- ✓ **Το φυσικό μέσο μεταφοράς ή ο σύνδεσμος:** Είναι το μέσο από όπου θα περάσουν τα δεδομένα με τη μορφή σημάτων επικοινωνίας. Τέτοιου είδους μέσα μπορεί να είναι καλώδια διάφορων τύπων, οπτικές ίνες, ασύρματες ζεύξεις κτλ.
- ✓ **Οι διατάξεις διασύνδεσης:** Πρόκειται για μονάδες υλικού που εξασφαλίζουν τη σύνδεση των κόμβων και τη μεταφορά των πληροφοριών στο δίκτυο. Οι διατάξεις αυτές συνήθως παρεμβάλλονται μεταξύ του κόμβου και του φυσικού μέσου μετάδοσης. Τυπικές λειτουργίες που εκτελούν τέτοιου είδους διατάξεις, όπως, για παράδειγμα, ο διαμοδιαμορφωτής (*modem*), είναι η διαμόρφωση και η αποδιαμόρφωση καθώς και ο έλεγχος της ορθότητας των δεδομένων που μεταφέρονται.
- ✓ **Το λογισμικό δικτύου:** Πρόκειται για το σύνολο των προγραμμάτων που εξασφαλίζουν τη σύνδεση. Υλοποιούν και ελέγχουν την επικοινωνία των συστημάτων υπολογιστών - μελών του δικτύου. Βασικές λειτουργίες τους είναι ο έλεγχος και η εκχώρηση δικαιωμάτων πρόσβασης στους χρήστες του δικτύου.
- ✓ **Το λογισμικό εφαρμογών δικτύου:** Πρόκειται για προγράμματα εφαρμογών που είναι ειδικά σχεδιασμένα για να εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες που τους προσφέρει ένα δίκτυο υπολογιστών. Προγράμματα αυτής της μορφής είναι ενδεχόμενο να αποτελούν απλές ή σύνθετες επεκτάσεις τυποποιημένων δικτυακών εφαρμογών που έχουν αναπτυχθεί σε περιβάλλον αυτόνομων συστημάτων υπολογιστών.

1.1.3 Διαμοιρασμός πόρων – Χρήσεις δικτύων υπολογιστών

Η διασύνδεση των υπολογιστών έχει μεγάλη επίδραση στον εργασιακό χώρο, αφού αυξάνει τη λειτουργικότητά τους προσφέροντας δυνατότητες **διαμοιρασμού των πόρων** του δικτύου. Ο διαμοιρασμός αυτός μπορεί να κατηγοριοποιηθεί ως εξής:

- ✓ **Διαμοιρασμός εφαρμογών:** Οι εφαρμογές λογισμικού υψηλού κόστους, όπως ένας προσομοιωτής ή ένα στατιστικό ή σχεδιαστικό πακέτο, μπορούν να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα από διάφορους χρήστες στο εταιρικό δίκτυο, χωρίς να είναι απαραίτητη η εγκατάστασή τους σε κάθε υπολογιστή χωριστά.
- ✓ **Διαμοιρασμός περιφερειακών συσκευών:** Όλα τα συστήματα ενός δικτύου



μπορούν να χρησιμοποιούν οποιαδήποτε περιφερειακή συσκευή, όπως, για παράδειγμα, έναν έγχρωμο εκτυπωτή, ένα σαρωτή υψηλής ευκρίνειας κτλ.

- ✓ **Διαμοιρασμός αρχείων:** Διάφορα κοινόχρηστα αρχεία μπορούν να αποθηκεύονται σε ένα μόνο υπολογιστή του δικτύου και να είναι δυνατή η προσπέλασή του από όλους τους υπολογιστές των ενδιαφερόμενων χρηστών.

Οι προηγμένες εφαρμογές που μπορούν να αναπτυχθούν στα δίκτυα υπολογιστών υψηλών επιδόσεων είναι πάρα πολλές και αναμένεται να επηρεάσουν σημαντικά αρκετούς τομείς της κοινωνικής και οικονομικής δραστηριότητας. Μερικές τέτοιες εφαρμογές είναι:

- ✓ **Τηλεσυνδιάσκεψη:** Αποτελεί μία εναλλακτική οικονομική λύση για τα επαγγελματικά ταξίδια. Όλοι οι χρήστες θα βρίσκονται και θα συνομιλούν σε έναν ιδεατό χώρο, θα μοιράζονται τις ηλεκτρονικές σημειώσεις τους και θα γράφουν τις παρατηρήσεις τους σε έναν ηλεκτρονικό πίνακα.
- ✓ **Τηλεϊατρική:** Πρόκειται για εφαρμογή που έχει στόχο την άμεση πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες τεράστιου όγκου, την αναζήτηση παρόμοιων περιστατικών και τη ζωντανή σύνδεση του ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού με κόμβους επιστημονικής υποστήριξης. Οι δυνατότητες αυτές μπορούν να υποστηριχτούν από τα δίκτυα υψηλών επιδόσεων και αναμένεται ότι θα βελτιώσουν το επίπεδο των προσφερόμενων ιατρικών υπηρεσιών.
- ✓ **Τηλεκπαίδευση:** Με την τηλεκπαίδευση ο κάθε εκπαιδευόμενος θα μπορεί από το χώρο του να παρακολουθεί τη διδασκαλία ενός θέματος, όποτε θέλει, με το ρυθμό που κρίνει αποδοτικό, επιλέγοντας ή επαναλαμβάνοντας τμήματά της και έχοντας ταυτόχρονα πρόσβαση σε μία τεράστια ποικιλία επικουρικού και συμπληρωματικού υλικού, όπως π.χ., ψηφιακές βιβλιοθήκες, ηλεκτρονικά εργαστήρια, εκπαιδευτικό λογισμικό κτλ.
- ✓ **Ηλεκτρονικό εμπόριο:** Χρησιμοποιώντας τα δίκτυα υψηλών επιδόσεων ο κάθηννας θα μπορεί να κάνει μια έρευνα αγοράς για τα προϊόντα που τον ενδιαφέρουν, πριν τα αγοράσει. Η μεγάλη διαφορά σε σχέση με τη σημερινή πρακτική είναι ότι η έρευνα θα πραγματοποιείται με ηλεκτρονικό τρόπο από το χώρο του ενδιαφερόμενου εύκολα και γρήγορα με πρόσβαση σε οποιοδήποτε ηλεκτρονικό κατάστημα του πλανήτη το οποίο εμπορεύεται τα προϊόντα που ζητούνται. Επιπλέον, από το χώρο του θα μπορεί να πραγματοποιήσει με ασφάλεια, εγκυρότητα και εμπιστευτικότητα, οποιαδήποτε εμπορική συναλλαγή επιθυμεί, όπως π.χ., παραγγελίες, πληρωμές κ.ά.
- ✓ **Διανομή ψυχαγωγικών προγραμμάτων:** Η εκπομπή ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών προγραμμάτων υψηλής πιστότητας και ευκρίνειας, η επιλογή προβολής ταινιών ή εκτέλεση μουσικών έργων σύμφωνα με τις προτιμήσεις του καθενός και η ζωντανή σύνδεση με οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη, ή και εκτός αυτού, στο οποίο εξελίσσεται ένα ενδιαφέρον φαινόμενο ή παρουσιάζεται μία ευχάριστη εκδήλωση, είναι από τις πρώτες υπηρεσίες που προσφέρονται από τα δίκτυα υψηλών επιδόσεων.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, δίκτυο υπολογιστών, κόμβος επικοινωνίας, φυσικό μέσο μετάδοσης, διατάξεις διασύνδεσης, λογισμικό δικτύου, λογισμικό εφαρμογών δικτύου, διαμοιρασμός πόρων δικτύου, διαμοιρασμός εφαρμογών, διαμοιρασμός περιφερειακών συσκευών, διαμοιρασμός αρχείων, τηλεσυνδιάσκεψη, τηλεϊατρική, τηλεεκπαίδευση, ηλεκτρονικό εμπόριο, διανομή προγραμμάτων.



Μάθημα 1.2: Χαρακτηριστικά – Ταξινομήσεις δικτύων

Για να καταλάβει κανείς τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται και λειτουργούν τα δίκτυα Η/Υ, θα πρέπει να γνωρίζει τα βασικά χαρακτηριστικά τους. Στο μάθημα αυτό επιχειρείται μια κατηγοριοποίηση των δικτύων υπολογιστών, που στηρίζεται στην ανάλυση των χαρακτηριστικών τους, τα οποία ποικίλουν. Πολλά από αυτά μπορεί να λειτουργούν αυτόνομα ή σε συνδυασμό με άλλα, προκειμένου να οριοθετήσουν κάποια μορφή ταξινόμησης. Οι σημαντικότερες ταξινομήσεις δικτύων είναι οι ακόλουθες:

- ✓ Ταξινόμηση ως προς το μέσο μετάδοσης.
- ✓ Ταξινόμηση ως προς το είδος του συνδέσμου.
- ✓ Ταξινόμηση ως προς τη γεωγραφική κάλυψη.
- ✓ Ταξινόμηση ως προς το είδος της τοπολογίας.
- ✓ Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία του δικτύου.

Ασφαλώς, ο στόχος του μαθήματος δεν είναι η πλήρης ανάπτυξη όλων των χαρακτηριστικών-ταξινομήσεων των δικτύων αλλά μόνο των γενικών αρχών από τις οποίες αυτά διέπονται και οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τη λειτουργία του Διαδικτύου.

1.2.1 Ταξινόμηση ως προς το μέσο μετάδοσης

Αρχίζοντας από τα προφανή, διαπιστώνει κανείς ότι ένα δίκτυο διασυνδέει ένα πλήθος υπολογιστών ή κόμβων. Στην απλούστερη μορφή σύνδεσης, οι υπολογιστές συνδέονται απευθείας με κάποιο φυσικό μέσο ή σύνδεσμο, όπως είναι, για παράδειγμα, ένα καλώδιο χαλκού, μια οπτική ίνα ή κάποια ασύρματη ζεύξη. Δύο είναι οι κυριότερες μορφές συνδέσμων:

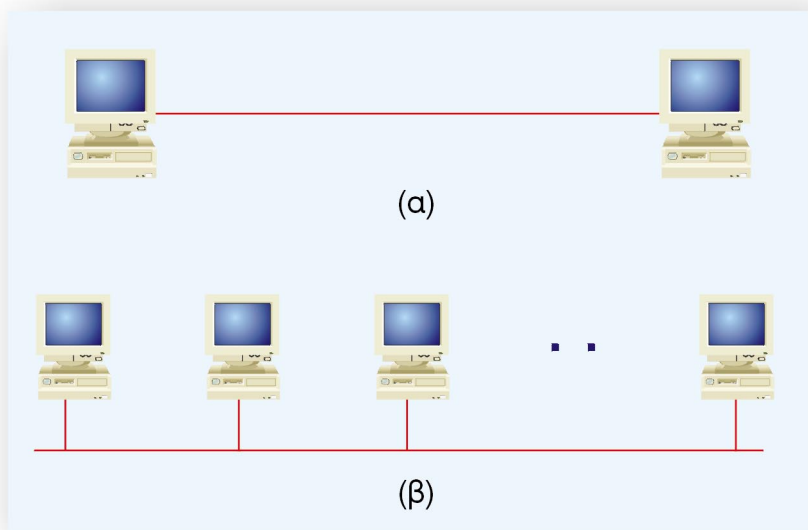
- ✓ **Καλωδιακή ή ενσύρματη** επικοινωνία που περιλαμβάνει όλων των ειδών τις εναέριες, επίγειες ή υπόγειες συνδέσεις αυτού του είδους. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων αποτελούν όλα τα χάλκινα καλωδιακά δίκτυα, όπως επίσης και τα οπτικά δίκτυα.
- ✓ **Ασύρματη** επικοινωνία στην οποία το μέσο μετάδοσης είναι η γήινη ατμόσφαιρα ή το διάστημα. Στα δίκτυα αυτά η πληροφορία μεταφέρεται μέσω ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων με συχνότητα που εξαρτάται κάθε φορά από το ρυθμό μετάδοσης που επιδιώκεται να έχει το δίκτυο. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων αποτελούν τα δίκτυα μικροκυματικών ζεύξεων, τα δίκτυα ραδιοεπικοινωνιών, τα δορυφορικά δίκτυα κτλ.



1.2.2 Ταξινόμηση ως προς το είδος σύνδεσης

Οι συνδέσεις διακρίνονται στις ακόλουθες δύο κατηγορίες:

- ✓ **Σύνδεση σημείου με σημείο** (*point-to-point connection*), η οποία συνδέει δύο μόνο κόμβους κάθε φορά. Αποτέλεσμα αυτής της απευθείας σύνδεσης είναι η επικοινωνία μεταξύ δύο κόμβων που συνδέονται δια μέσου άλλων κόμβων να γίνεται τμηματικά (σχήμα 1.2 α). Σύνδεσμοι που ικανοποιούν αυτού του είδους τις συνδέσεις λέγονται **σύνδεσμοι σημείου με σημείο**.
- ✓ **Σύνδεση ανοικτής ακρόασης ή ευρείας εκπομπής** (*broadcasting*), η οποία συνδέει δύο ή και περισσότερους κόμβους ταυτόχρονα (σχήμα 1.2 β). Αποτέλεσμα αυτής της σύνδεσης είναι κάθε μήνυμα που αποστέλλεται από έναν κόμβο να παραλαμβάνεται από όλους ανεξαιρέτως τους κόμβους που βρίσκονται πάνω στο δίκτυο. Για το λόγο αυτό η σύνδεση αυτής της μορφής λέγεται και σύνδεση **σημείου με πολλαπλά σημεία** (*point-to multipoint connection*), ενώ οι αντίστοιχοι σύνδεσμοι ονομάζονται **σύνδεσμοι πολλαπλής πρόσβασης** (*multiple access*).



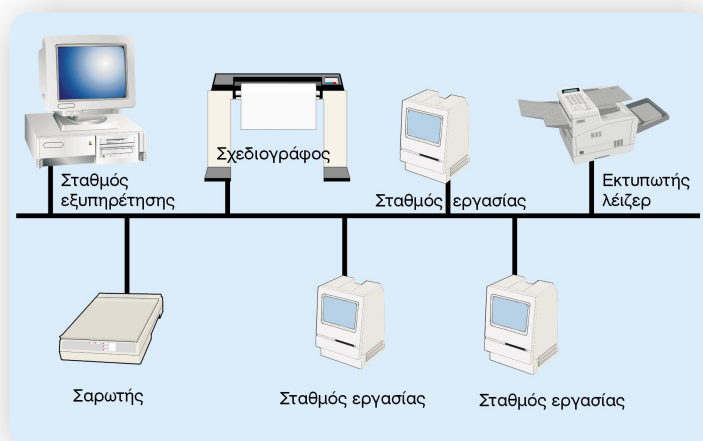
Σχήμα 1.2: Σύνδεση (α) σημείου με σημείο και (β) σημείου με πολλαπλά σημεία ή ανοικτής ακρόασης.

1.2.3 Ταξινόμηση ως προς τη γεωγραφική κάλυψη

Ένας άλλος τρόπος χαρακτηρισμού των δικτύων Η/Υ είναι αυτός που έχει σχέση με την έκταση την οποία καταλαμβάνουν. Έως τώρα, τρεις είναι οι κυρίαρχες μορφές

δικτύων αυτής της ταξινόμησης, οι οποίες όμως έχουν ασαφή γεωγραφικά όρια διαχωρισμού και οι οποίες προδιαγράφουν συχνά τις τεχνολογίες που εφαρμόζονται σε κάθε κατηγορία. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ακόλουθες:

- ✓ **Τοπικά δίκτυα (LAN: Local Area Networks)**, δηλαδή δίκτυα των οποίων η γεωγραφική κάλυψη είναι περιορισμένη (σχήμα 1.3). Ενσύρματα δίκτυα αυτής της κατηγορίας συνήθως δεν εκτείνονται πέραν των 100 km. Τα πρώτα δίκτυα αυ-



Σχήμα 1.3: Τοπικό δίκτυο.

τής της κατηγορίας περιορίζονταν σε μήκος καλωδίωσης έως 20 km και έδιναν ρυθμούς μετάδοσης έως 16 Mbps. Μετέπειτα επεκτάθηκαν σε μήκος έως 100 km δίνοντας ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως 100 Mbps, ενώ οι σημερινές τεχνολογίες επιτρέπουν ρυθμούς έως 2 Gbps.

Τοπικό μπορεί να είναι το δίκτυο ενός ή περισσότερων δωματίων, ενός κτιρίου ή ακόμα και κοινών κτιρίων. Για παράδειγμα, το δίκτυο μιας εταιρείας που έχει αποθήκες, τμήμα παραγγελιών, λογιστήριο και άλλες υπηρεσίες στο ίδιο κτίριο αποτελεί ένα τοπικό δίκτυο. Τα τοπικά δίκτυα συγκροτούνται, συνήθως, από προσωπικούς, μεσαίους ή μεγάλους υπολογιστές. Το φυσικό μέσο μετάδοσης συνήθως είναι κάποιος τύπος καλωδίου χαλκού (π.χ. ομοαξονικό, συνεστραμμένου ζεύγους κτλ.) ή ακόμα και οπτικές ίνες. Το λειτουργικό σύστημα μπορεί να είναι ένα

ολοκληρωμένο λειτουργικό σύστημα δικτύου ή συνδυασμός λειτουργικών συστημάτων με δικτυακές δυνατότητες ή επεκτάσεις. Οι υπολογιστές αυτοί μπορούν να είναι οποιασδήποτε κατηγορίας μεγέθους και δυνατοτήτων. Συνήθως, τα φυσικά μέσα μετάδοσης είναι ιδιόκτητα.

- ✓ **Μητροπολιτικά δίκτυα (MAN: Metropolitan Area Networks)**, δηλαδή τα δίκτυα των οποίων η γεωγραφική έκταση είναι μεγαλύτερη αυτής των τοπικών δικτύων, καλύπτοντας τα όρια μιας μικρής περιοχής. Τα ενσύρματα δίκτυα αυτής της κατηγορίας δε θεωρείται ότι υπερβαίνουν σε μήκος καλωδίωσης τα 200 km, ενώ οι ρυθμοί μετάδοσης μπορούν να κυμαίνονται από 56 Kbps έως 100 Mbps ανάλογα με την τεχνολογία. Τεχνολογικά, τα δίκτυα αυτής της μορφής τείνουν να αφομοιωθούν είτε από τα τοπικά δίκτυα είτε από τα δίκτυα ευρείας περιοχής που εισάγονται στη συνέχεια.
- ✓ **Δίκτυα Ευρείας Περιοχής (WAN: Wide Area Networks)** ονομάζονται τα δίκτυα που εκτείνονται σε μια ευρεία γεωγραφική περιοχή (σχήμα 1.4). Τα δίκτυα αυτά είναι συνήθως υπεραστικά ή διεθνή. Η γεωγραφική κάλυψή τους υπερβαίνει τα 200 km και οι ρυθμοί μετάδοσης κλιμακώνονται ανάλογα με την τεχνολογία τους, σήμερα όμως ξεπερνούν τα 622 Mbps. Το πλήθος των υπολογιστών και των λειτουργικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σε ένα δίκτυο ευρείας περιοχής μπορεί να είναι τεράστιο. Σε ένα τέτοιο δίκτυο μπορεί να ενώνονται

άλλα μικρότερα δίκτυα ευρείας περιοχής ή τοπικά δίκτυα, ταυτόχρονα με αυτόνομους υπολογιστές.

Στο παρελθόν, ο εξοπλισμός διασύνδεσης και τα φυσικά μέσα σύνδεσης ήταν δημόσιου χαρακτήρα, σήμερα όμως αυτό δεν είναι απαραίτητο. Παραδείγματα δικτύων ευρείας περιοχής συνιστούν το τηλεφωνικό δίκτυο, άλλα δημόσια δίκτυα μεταφοράς δεδομένων, καθώς και το Διαδίκτυο, αφού συνενώνει τα δίκτυα όλων των ηπείρων κάτω από ένα και μόνο δίκτυο, προσπελάσιμο από όλους.

Στην κατηγοριοποίηση που αναφέρθηκε πιο πάνω ο κάθε τύπος δικτύου απαιτεί διαφορετικές αρχές σχεδιασμού και διαφορετική τεχνολογία υλοποίησης σε σχέση με τους υπόλοιπους τύπους δικτύων. Καθοριστικό ρόλο παίζει και το φυσικό μέσο μετάδοσης, που ποικίλλει, ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και τους φυσικούς περιορισμούς. Για παράδειγμα, η ασύρματη τεχνολογία συνήθως έχει ως αποτέλεσμα χαμηλότερους ρυθμούς μετάδοσης από την αντίστοιχη ενσύρματη. Όμως, παρέχει ευελιξία και έχει μικρότερο κόστος, επειδή αποτελεί συστατικό στοιχείο της κινητής επικοινωνίας και δεν απαιτεί ενσύρματη εγκατάσταση.



Σχήμα 1.4: Δίκτυο ευρείας περιοχής.

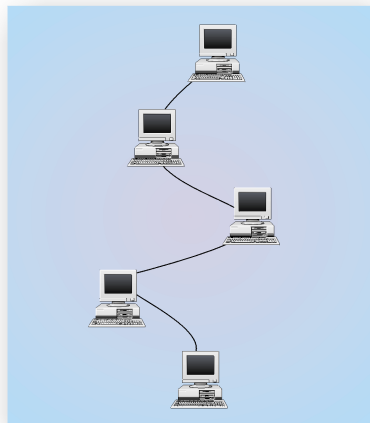
1.2.4 Ταξινόμηση ως προς το είδος της τοπολογίας

Η **τοπολογία δικτύου** είναι αυτή που χαρακτηρίζει τη φυσική διάταξη των καλωδίων που συνδέουν τους κόμβους του δικτύου. Μερικές από τις πλέον γνωστές τοπολογίες είναι οι ακόλουθες:

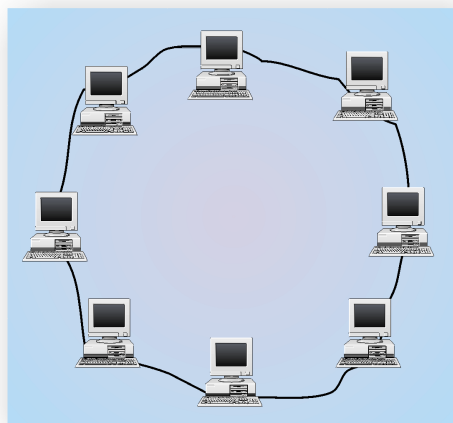
- ✓ **Διαύλου ή Λεωφόρου ή Αρτηρίας (bus):** Στην περίπτωση αυτή οι κόμβοι του δικτύου συνδέονται μέσω ενός καλωδίου του οποίου τα άκρα είναι ανοικτά (σχήμα 1.5). Η χρήση αυτής της τοπολογίας περιορίζεται συνήθως σε μικρά τοπικά δίκτυα. Μειονέκτημα αυτού του είδους σύνδεσης είναι ότι, αν το καλώδιο κοπεί σε κάποιο σημείο, το δίκτυο δεν μπορεί να λειτουργήσει.
- ✓ **Δακτυλίου (ring):** Στην τοπολογία αυτή (σχήμα 1.6) οι υπολογιστές του δικτύου συνδέονται επίσης μέσω ενός μόνο καλωδίου, με τη διαφορά ότι τα άκρα του είναι ενωμένα.



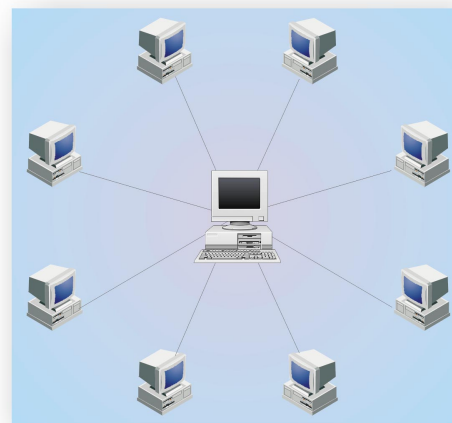
Άλλες τοπολογίες δικτύων είναι η τοπολογία του **δέντρου (tree)**, του **βρόχου ή δικτυωτού ή πλέγματος (mesh)**, καθώς και η **μεικτή (mixed)** τοπολογία που αποτελεί συνδυασμό γνωστών τοπολογιών.



Σχήμα 1.5: Δίκτυο τοπολογίας διαύλου.



Σχήμα 1.6: Δίκτυο τοπολογίας δακτυλίου.



Σχήμα 1.7: Δίκτυο τοπολογίας άστρου.

- ✓ **Άστρου (star):** Στην τοπολογία αυτή (σχήμα 1.7) υπάρχει ένας κατακεντρωμένος ή κεντρικός υπολογιστής που συνδέεται με κάθε υπολογιστή του δικτύου με μία απευθείας γραμμή σύνδεσης. Δύο υπολογιστές του δικτύου της μορφής αυτής μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους μόνο μέσω του κεντρικού υπολογιστή.

Οι κόμβοι του δικτύου συνδέονται μεταξύ τους με γραμμές υψηλού ρυθμού μετάδοσης σχηματίζοντας έτσι το λεγόμενο **κορμό (backbone)** του δικτύου. Προκειμένου να συνδέσουν δίκτυα οι κόμβοι αυτοί συχνά λειτουργούν και ως **πύλες (gateways)** μικρότερου ρυθμού μεταδόσεων.

1.2.5 Ταξινόμηση ως προς την τεχνολογία

Οι πρώτες προσπάθειες διασύνδεσης δύο υπολογιστών απέδωσαν το 1969 με τη δημοσίευση του προτύπου **ασυγχρόνιστης μετάδοσης** δηλαδή του **RS-232C**. Το πρότυπο αυτό αφορά την έως 38 Kbps **σειραϊκή** (ένας χαρακτήρας κάθε φορά) μεταφορά δεδομένων μεταξύ δύο υπολογιστών σε αποστάσεις που δεν υπερβαίνουν τα 30 μέτρα. Στις αρχές της δεκαετίας του 1970 εισάγεται το πρότυπο της **συγχρονισμένης μετάδοσης** που αύξησε το ρυθμό μετάδοσης και το ωφέλιμο μήκος της γραμμής μετάδοσης. Το πρότυπο αυτό λέγεται **Έλεγχος Συγχρονισμένης Γραμμής Δεδομένων (SDLC: Synchronous Data Link Control)** και στηρίζεται στην εξοικονόμηση του χρόνου που χάνεται από τα χρονικά κενά των διαδοχικών χαρακτήρων της σειραϊκής μετάδοσης.

Τόσο η **ασυγχρόνιστη** όσο και η **συγχρονισμένη** μεταφορά δεδομένων, που χρησιμοποιούνται ευρύτατα έως σήμερα στη διασύνδεση δύο κόμβων και στην ανταλλαγή πληροφοριών, δεν απαντούν στο ερώτημα για τη δυνατότητα διασύνδεσης περισσότερων των δύο κόμβων. Το ερώτημα αυτό, που απασχόλησε τους μη-



χανικούς επικοινωνιών από τις αρχές της δεκαετίας του 1960, δρομολογήθηκε με την αποδοχή της τεχνικής της **αποθήκευσης και προώθησης των πακέτων μεταγωγής** (*store-and-forward packet switching method*).

Η ανάπτυξη αυτής της μορφής των δικτύων άρχισε στο τέλος της δεκαετίας του 1960 από το **Τμήμα Προηγμένων Αμυντικών Ερευνητικών Προγραμμάτων** (*ARPA: Advanced Research Projects Agency*) της Αμερικής. Το επιστέγασμα ήταν η έναρξη της λειτουργίας του *ARPANET*, ενός δικτύου τεσσάρων υπολογιστών, το οποίο χρησιμοποίησε το ήδη υπάρχον τηλεφωνικό δίκτυο, ένα σύνολο κανόνων επικοινωνίας, καθώς και ένα σύνολο κανόνων για τον έλεγχο και τη διόρθωση των λαθών που συμβαίνουν κατά τη μετάδοση των πακέτων μεταγωγής. Στο δίκτυο αυτό συνδέθηκαν σταδιακά πολλά ερευνητικά και πανεπιστημιακά ιδρύματα.

Μέσω του δικτύου αυτού οι ειδικοί συμφώνησαν στην προτυποποίηση της μορφής του πακέτου, καθώς και σε ένα κοινό σχήμα διευθυνσιοδότησης, δηλαδή στον καθορισμό της διεύθυνσης κάθε κόμβου του δικτύου. Αυτό επέτρεψε την εύκολη διασύνδεση των δικτύων που προσαρμόστηκαν στις επιταγές διασύνδεσης του *ARPANET*. Η μοναδικότητα στη μορφή του πακέτου έδωσε τη δυνατότητα της διασύνδεσης διαφορετικών δικτύων, συμπεριλαμβανομένων τόσο των ήδη ευρισκόμενων σε ανάπτυξη και πειραματική λειτουργία τοπικών δικτύων που στηρίζονται σε συνδέσεις σημείου με πολλαπλά σημεία, όσο και των δικτύων ευρείας περιοχής που στηρίζονται σε συνδέσεις σημείου με σημείο. Τα οφέλη αυτού του έργου φάνηκαν αμέσως, αφού το *ARPANET* θεωρήθηκε, όχι τυχαία, ο πρόπομπός του Διαδικτύου, που σήμερα χρησιμοποιείται παγκοσμίως στην διασύνδεση μεγάλου αριθμού υπολογιστών και δικτύων αλλάζοντας τη μορφή της κοινωνίας και εισάγοντας την αμεσότητα στην πληροφόρηση (κεφάλαιο 8).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, το *ARPANET* σταμάτησε να λειτουργεί, καθώς υπερκαλύφθηκε από νεότερα δίκτυα τα οποία το ίδιο είχε δημιουργήσει. Η νέα ομάδα κανόνων επικοινωνίας που δημιουργήθηκε ονομάστηκε **Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς/Πρωτόκολλο Διαδικτύου** (*TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) και στηρίχτηκε τόσο στη λογική του *ARPANET* όσο και στο **πρότυπο αναφοράς ανοικτών συστημάτων διασύνδεσης**, γνωστό και ως **Ανοιχτό Σύστημα Διασύνδεσης** (*OSI: Open Systems Interconnection*). Θα μπορούσε κανείς να



Το **πακέτο** (*packet*) είναι μια ακολουθία από δυαδικά ψηφία, στην οποία έχουν ενσωματωθεί δύο προκαθορισμένες αλλά διαφορετικές σειρές δυαδικών ψηφίων, εκ των οποίων η μία τίθεται στην αρχή του πακέτου και λέγεται **επικεφαλίδα** (*header*) και η άλλη τίθεται στο τέλος του πακέτου και λέγεται **ουρά** (*trailer*). Ο αριθμός των δυαδικών ψηφίων στο πακέτο ποικίλλει, ενώ το μέγεθός του παίζει πολλές φορές καθοριστικό ρόλο στην όλη συμπεριφορά της μετάδοσης.

Τα πρώτα παραδείγματα ανάπτυξης δικτύων πακέτων δεδομένων στο χώρο της αγοράς είχαν στόχο την επικοινωνία ενός μεγάλου κόμβου με πολλούς τερματικούς σταθμούς. Εκείνη την εποχή, αρκετές εταιρείες κατασκεύασαν τέτοια δίκτυα με οδηγό το πρόγραμμα *TYMNET* της *Tymshare Co.*, και αφού διατέθηκαν στην αγορά οι πρώτοι επεξεργαστές επικοινωνίας πακέτων δεδομένων.



Το *ARPANET* εφάρμοσε αρχιτεκτονική τριών επιπέδων που αποτελείτο:

- ✓ Από το φυσικό δίκτυο που μετέφερε τα δυαδικά ψηφία.
- ✓ Από τις ομάδες δεδομένων που ενθυλακώθηκαν σε πακέτα ίδιου τύπου και σχήματος διευθυνσιοδότησης.
- ✓ Από εφαρμογές που προσπαθούσαν μεταφορά πακέτων ανεξάρτητα από το φυσικό δίκτυο στο οποίο στηρίζονταν.

Η αρχιτεκτονική αυτή έτυχε λεπτομερέστερης επεξεργασίας που κατέληξε στην οικογένεια πρωτοκόλλων *TCP/IP*.



Υπήρξαν και άλλα δίκτυα που δημιουργήθηκαν σχεδόν παράλληλα με το ARPANET και που σήμερα έχουν αφομοιωθεί από το Διαδίκτυο. Ένα από αυτά ήταν το NSFNET (*National Science Foundation Network*), που δημιουργήθηκε από τον οργανισμό National Science Foundation της Αμερικής και το οποίο συνέδεε πανεπιστήμια και οργανισμούς που δεν είχαν την τύχη να βρίσκονται κάτω από την ομπρέλα του ARPANET.

Η CCITT ασχολείται με προτάσεις που αφορούν και τα δίκτυα επικοινωνίας δεδομένων.

ισχυριστεί με βεβαιότητα ότι το σημερινό Διαδίκτυο (*Internet*) αποτελεί τη διάδοχη κατάσταση του ARPANET.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 άλλα δίκτυα, κυρίως ευρωπαϊκά, ακολούθησαν το πρότυπο X.25, που δημιουργήθηκε από τη **Διεθνή Συμβουλευτική Επιτροπή Τηλεγραφίας και Τηλεφωνίας** (*CCITT: Comiti Consultatif International de Telegraphique et Tliphonique*), με σκοπό να προσφέρει διασύνδεση μεταξύ των δημόσιων δικτύων μεταγωγής πακέτων και των πελατών τους. Σήμερα, το πρότυπο X.25 έχει αντικατασταθεί από το πρότυπο **μεταγωγής πλαισίου** (*Frame Relay*), το οποίο προσφέρει ικανοποιητικό επίπεδο ρυθμών μετάδοσης δεδομένων και πλήθος υπηρεσιών.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας του **ψηφιακού δικτύου ολοκληρωμένων υπηρεσιών** (*ISDN: Integrated Services Digital Network*) αποτελεί μια προσπάθεια για τη μετάδοση όλων των μορφών πληροφορίας, όπως δεδομένα ηλεκτρονικών υπολογιστών, βίντεο, εικόνας, φωνής κτλ., από το ίδιο μέσο μετάδοσης. Η τεχνολογία μετεξελίχτηκε, ιδιαίτερα στην περίπτωση των δικτύων ευρείας περιοχής, ώστε να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη μιας νέας τεχνικής, που λέγεται **ασυγχρόνιστος τρόπος μεταφοράς** (*ATM: Asynchronous Transfer Mode*). Η πληροφορία, οποιασδήποτε μορφής, τεμαχίζεται σε μικρά πακέτα των 53 δυαδικών ψηφίων, τα οποία συνιστούν τις δικτυακές ροές δεδομένων πολύ υψηλών ρυθμών μετάδοσης (155 Mbps και άνω). Το μεγάλο πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι μπορεί να συνδυάσει όλους σχεδόν τους τύπους των πρωτοκόλλων. Μπορεί επίσης να καλύψει τόσο τα τοπικά όσο και τα δίκτυα ευρείας περιοχής, δηλαδή είναι μια τεχνολογία που δεν επηρεάζεται από την απόσταση.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Ενσύρματη επικοινωνία, ασύρματη επικοινωνία, σύνδεσμος σημείου με σημείο, σύνδεσμος ανοικτής ακρόασης, ευρεία εκπομπή, τοπικά δίκτυα, μητροπολιτικά δίκτυα, δίκτυα ευρείας περιοχής, τοπολογία δικτύου, δίαυλος, δακτύλιος, άστρο, δένδρο, δικτυωτό, μεικτή, σύγχρονη μετάδοση, ασύγχρονη μετάδοση, ARPANET, Ανοικτό Σύστημα Διασύνδεσης (*OSI*), Ψηφιακό Δίκτυο Ολοκληρωμένων Υπηρεσιών (*ISDN*), Δίκτυο Ασύγχρονιστου Τρόπου Μεταφοράς (*ATM*), Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (*ITU-T*), Διεθνής Συμβουλευτική Επιτροπή Τηλεγραφίας και Τηλεφωνίας (*CCITT*).

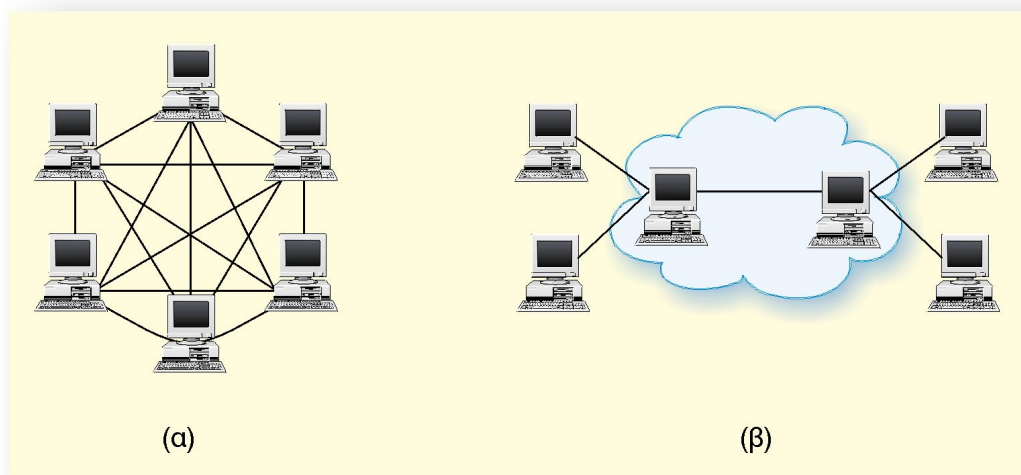
Μάθημα 1.3: Τεχνολογίες μεταγωγής δεδομένων

Διαχρονικά, από την εποχή που άρχισε η μεγάλη εξέλιξη της τεχνολογίας των δικτύων υπολογιστών, οι τεχνολογίες μεταγωγής απασχόλησαν τους μηχανικούς επικοινωνιών για πολλά χρόνια. Πρώτα υλοποιήθηκαν οι τεχνολογίες **μεταγωγής κυκλώματος**, οι οποίες έχουν τη βάση τους στο τηλεφωνικό σύστημα, και ακολούθησαν οι τεχνολογίες **πακέτων μεταγωγής**, που δρομολογήθηκαν από τις αρχές της δεκαετίας του 1960 και αφορούσαν τα δίκτυα δεδομένων. Τέλος, σημερινές **υβριδικές** τεχνικές, που απαιτούν μετάδοση πληροφοριών πολλών τύπων (πολυμεσική πληροφορία) από το ίδιο μέσο, έδωσαν τις προϋποθέσεις για την ανάπτυξη και την υλοποίηση των πρόσφατων τεχνολογιών *ISDN* και *ATM*.

Στο μάθημα αυτό θα ασχοληθούμε με τις τεχνολογίες μεταγωγής που αποτέλεσαν άλλωστε και τη βάση στη διασύνδεση των δικτύων δεδομένων και ιδιαίτερα στην ανάπτυξη του Διαδικτύου. Σημειώνεται ότι **δίκτυα μεταγωγής** μπορούν να θεωρηθούν όλα τα δίκτυα με συνδέσεις σημείου με σημείο, αφού αυτά εφαρμόζουν τεχνολογίες αποθήκευσης και προώθησης των πακέτων μεταγωγής.

1.3.1 Δίκτυα μεταγωγής

Η μέθοδος της μεταγωγής μπορεί να γίνει κατανοητή με το ακόλουθο παράδειγμα. Έστω ότι διασυνδέονται έξι απομακρυσμένοι κόμβοι. Αν έπρεπε να χρησιμοποιηθούν



Σχήμα 1.8: (α) Δίκτυο διασύνδεσης έξι κόμβων, που χρησιμοποιεί μόνο απευθείας συνδέσεις.
(β) Δίκτυο μεταγωγής για τη διασύνδεση έξι κόμβων.



μόνο απευθείας συνδέσεις μεταξύ των κόμβων, τότε θα σχεδιαζόταν το δίκτυο του σχήματος 1.8 α, λύση με αυξημένο διαχειριστικό φόρτο. Εναλλακτικά, αναπτύχθηκαν μέθοδοι **έμμεσης διασύνδεσης**, οι οποίες πραγματοποιείται με τη συνεργασία ενδιάμεσων κόμβων που ονομάζονται **κόμβοι μεταγωγής** ή απλά **μεταγωγείς** (*switches*).

Οι μεταγωγείς είναι εξοπλισμένοι με δύο ή περισσότερους συνδέσμους και μία κύρια λειτουργία τους είναι η προώθηση των δεδομένων που λαμβάνουν από ένα σύνδεσμο τους σε έναν άλλο. Στο σχήμα 1.8 β απεικονίζεται ένα δίκτυο μεταγωγής για τη διασύνδεση των έξι κόμβων. Οι δύο ενδιάμεσοι κόμβοι παίζουν το ρόλο του μεταγωγού, ενώ ο σύνδεσμος που τους ενώνει λέγεται **διαμοιρασμένος σύνδεσμος** (*shared link*), αφού χρησιμοποιείται για να μεταφέρει πληροφορίες και μεταξύ κόμβων διαφορετικών από αυτούς που συνδέει άμεσα.

Ανάλογα με τον τρόπο μεταφοράς της πληροφορίας τα δίκτυα μεταγωγής διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- ✓ **Δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος** (*Circuit switching networks*)
- ✓ **Δίκτυα μεταγωγής πακέτου** (*Packet switching networks*)

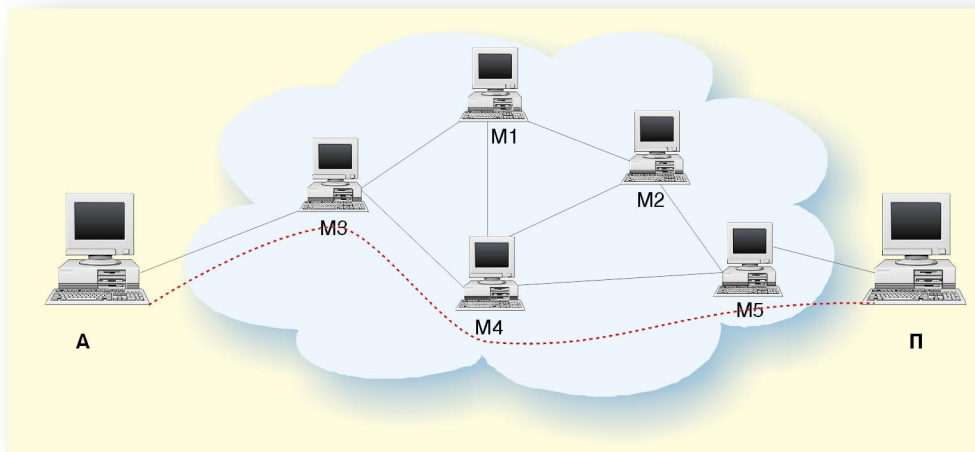
Οι συνηθέστεροι τύποι είναι του δικτύου μεταγωγής κυκλώματος, που χρησιμοποιείται αποκλειστικά στο τηλεφωνικό δίκτυο, και του δικτύου μεταγωγής πακέτων, που χρησιμοποιείται στα δίκτυα υπολογιστών.

1.3.2 Δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος

Στα **δίκτυα μεταγωγής κυκλώματος** (*Circuit switching networks*) η μετάδοση δεδομένων είναι εφικτή μόνο μετά την εγκατάσταση μιας φυσικής ζεύξης – κυκλώματος μεταξύ των δύο κόμβων. Η μετάδοσή τους είναι διαφανής, με την έννοια ότι τα δεδομένα δεν υποβάλλονται σε καμία επεξεργασία κατά τη διέλευσή τους από το δίκτυο. Αυτό το κύκλωμα παραμένει ενεργό σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας των κόμβων, ακόμα και όταν αυτοί δεν ανταλλάσσουν δεδομένα.

Παράδειγμα I

Έστω ότι το δίκτυο μεταγωγής του σχήματος 1.9 είναι ένα τηλεφωνικό δίκτυο και ότι ο χρήστης Α θέλει να συνομιλήσει με το χρήστη Β. Τότε, ο Α στέλνει αρχικά στον μεταγωγό Μ3 μία αίτηση σύνδεσης με τον Β. Βασισμένος σε ορισμένα κριτήρια, ο μεταγωγός αποφασίζει να μεταδώσει την πληροφορία μέσω του συνδέσμου Μ3-Μ4. Εάν υπάρχει διαθέσιμο κανάλι φωνής στο διαμοιρασμένο σύνδεσμο Μ3-Μ4, τότε δεσμεύεται αυτό το κανάλι και η αίτηση προωθείται στον Μ4. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και στον Μ4 και, εάν η αίτηση φθάσει στον Μ5, τότε αυτός με τη σειρά του ελέγχει εάν ο κόμβος Β είναι διαθέσιμος. Εάν είναι, τότε εγκαθιστά το κύκλωμα Α-Μ3-Μ4-Μ5-Β και επιτρέπει την επικοινωνία τους. Εάν δεν είναι, τότε απορρίπτει την αίτηση επικοινωνίας και αποδεσμεύει τους διαύλους φωνής που είχαν δεσμευτεί στους συνδέσμους Μ3-Μ4 και Μ4-Μ5. Οι δίαυλοι φωνής παραμένουν δεσμευμένοι σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας και αποδεσμεύονται με τον τερματισμό της.



Σχήμα 1.9: Ένα δίκτυο μεταγωγής κυκλώματος. Η μετάδοση δεδομένων μεταξύ των κόμβων Α και Π είναι εφικτή μόνο μετά την εγκατάσταση ενός κυκλώματος μεταγωγής, όπως είναι το Α-Μ3-Μ4-Μ5-Π. Το κύκλωμα παραμένει ενεργό σε όλη τη διάρκεια της επικοινωνίας των κόμβων και αποδεσμεύεται με τον τερματισμό.

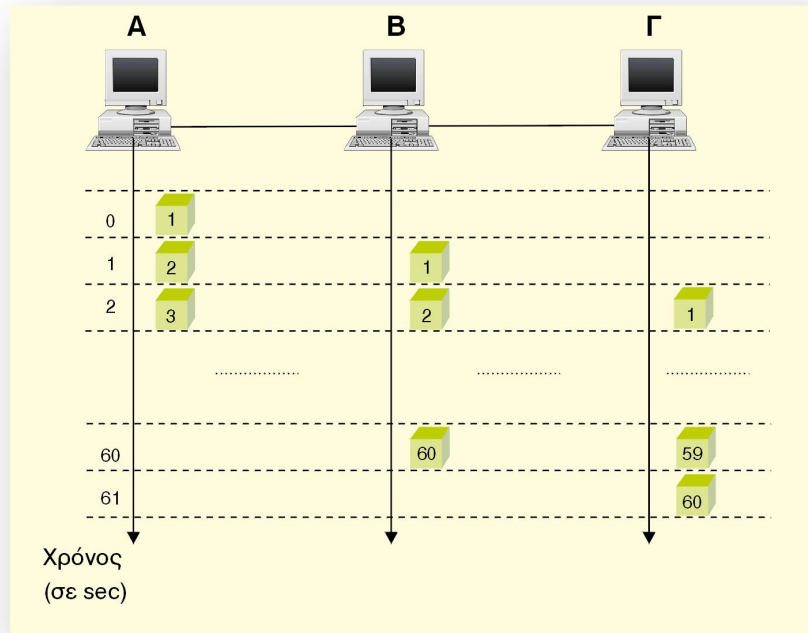
1.3.3 Δίκτυα μεταγωγής πακέτων

Στα δίκτυα μεταγωγής πακέτων τα δεδομένα πριν από τη μετάδοσή τους χωρίζονται σε μικρότερα τμήματα, που ονομάζονται **πακέτα (packets)**. Στον κόμβο προορισμού τα αρχικά δεδομένα επανασυντίθενται από τα ληφθέντα πακέτα. Η μέθοδος που ακολουθείται για τη μετάδοση των πακέτων είναι γνωστή ως **αποθήκευση και προώθηση (store and forward)**. Σύμφωνα με αυτή τη μέθοδο, τα πακέτα μπορούν να στέλνονται συνεχώς στο δίκτυο. Η μέθοδος αυτή έχει αποδειχθεί εξαιρετικά αποδοτική.

Παράδειγμα II

Έστω το δίκτυο μεταγωγής του σχήματος 1.10 και έστω ότι θέλουμε να μεταδώσουμε ένα αρχείο δεδομένων από τον κόμβο Α στον κόμβο Γ. Αν οι χρόνοι μετάδοσης του αρχείου από τον Α στον Β και από τον Β στον Γ είναι ίδιοι και ίσοι με 60 sec, τότε ο συνολικός χρόνος μετάδοσης θα είναι ίσος με 120 sec.

Αν χωριστεί το αρχείο σε 60 ισομεγέθη πακέτα, τότε ο χρόνος μετάδοσης ενός πακέτου από τον Α στον Β ή από τον Β στον Γ θα είναι ίσος με 1 sec. Στο 1^ο sec το πρώτο πακέτο του αρχείου θα σταλεί από τον Α στον Β. Στο 2^ο sec το δεύτερο πακέτο θα σταλεί από τον Α στον Β, ενώ ταυτόχρονα το πρώτο πακέτο θα σταλεί από τον Β στον Γ. Έτσι, ο συνολικός χρόνος μετάδοσης του αρχείου θα είναι ίσος με 61 sec. Η εξοικονόμηση χρόνου μετάδοσης θα είναι τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότεροι είναι οι ενδιάμεσοι κόμβοι.



Σχήμα 1.10: Μετάδοση με αποθήκευση και προώθηση. Τα πακέτα αποστέλλονται συνεχόμενα στο δίκτυο και έτσι μειώνεται ο απαιτούμενος χρόνος μετάδοσης της πληροφορίας.

1.3.4 Διευθυνσιοδότηση

Η ύπαρξη άμεσου ή έμμεσου τρόπου σύνδεσης μεταξύ των υπολογιστών ενός δικτύου δεν επαρκεί για την επίτευξη της διασυνδεσιμότητάς τους. Μία επιπλέον απαίτηση είναι η εκχώρηση μίας μοναδικής **διεύθυνσης** σε κάθε κόμβο, ικανής να τον διαφοροποιεί από τους υπόλοιπους κόμβους του δικτύου.

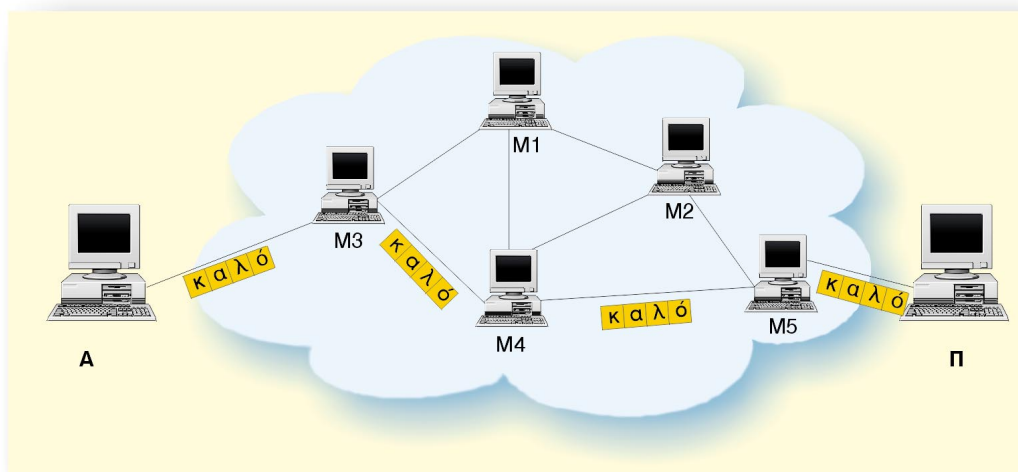
1.3.5 Δρομολόγηση

Όταν ένας χρήστης του δικτύου θέλει να μεταβιβάσει κάποια πληροφορία σε έναν συγκεκριμένο προορισμό στο δίκτυο, τότε πρέπει να προσδιορίσει τη διεύθυνση του αντίστοιχου κόμβου. Η διεύθυνση προορισμού καταγράφεται σε καθένα από τα μεταδιδόμενα πακέτα. Εάν ο αποστολέας και ο παραλήπτης δεν είναι άμεσα συνδεδεμένοι μεταξύ τους, τότε οι ενδιάμεσοι κόμβοι μεταγωγής του δικτύου χρησιμοποιούν τη διεύθυνση του κόμβου προορισμού, για να αποφασίσουν από ποιο σύνδεσμό τους θα προωθήσουν τα μεταδιδόμενα πακέτα. Αυτή η διαδικασία επιλογής του συνδέσμου επαναπροώθησης των πακέτων στους κόμβους μεταγωγής ονομάζεται **δρομολόγηση** (routing).

1.3.6 Δίκτυα μεταγωγής πακέτων με ιδεατά κυκλώματα

Εάν οι κόμβοι μεταγωγής του δικτύου δρομολογούν τα πακέτα μιας ροής δεδομένων από τον ίδιο πάντα σύνδεσμο, τότε το δίκτυο ονομάζεται **δίκτυο μεταγωγής πακέτων με ιδεατά κυκλώματα** (*virtual circuit packet switched network*). Ως **ροή δεδομένων** (*data flow*) ορίζεται η ακολουθία πακέτων με τον ίδιο αποστολέα και τον ίδιο παραλήπτη. Σ' αυτή την περίπτωση σκιαγραφείται στο δίκτυο ένα **ιδεατό κύκλωμα** (*virtual circuit*). Η διαδικασία εγκατάστασης του ιδεατού κυκλώματος προηγείται της μεταφοράς των δεδομένων και είναι αντίστοιχη με αυτή των δικτύων μεταγωγής κυκλώματος.

Στο σχήμα 1.11 απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας των δικτύων μεταγωγής πακέτων με ιδεατά κυκλώματα. Το ιδεατό κύκλωμα που εγκαταστάθηκε για την επικοινωνία των κόμβων Α και Π είναι το Α-Μ3-Μ4-Μ5-Π.

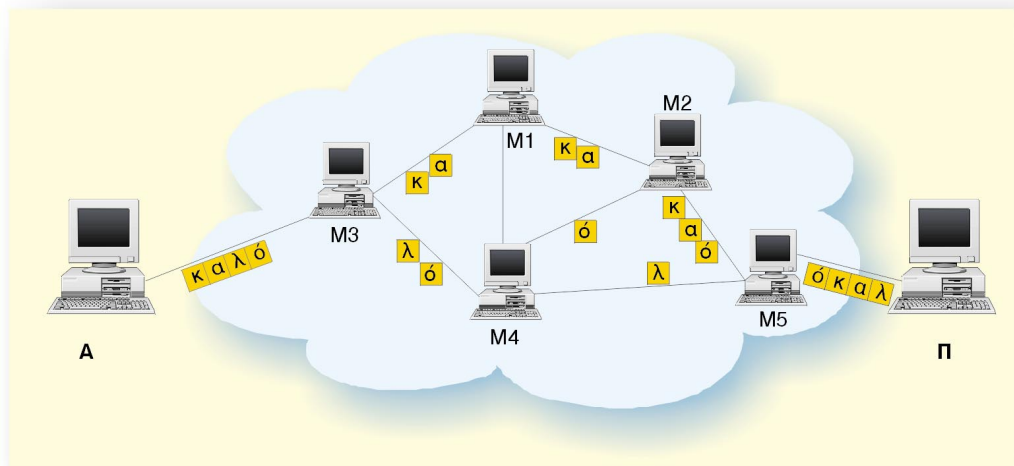


Σχήμα 1.11: Δίκτυο μεταγωγής πακέτων με ιδεατά κυκλώματα. Σε κάθε μεταγωγό του δικτύου, τα πακέτα μίας ροής δεδομένων δρομολογούνται πάντα από τον ίδιο σύνδεσμο. Έτσι, σκιαγραφείται στο δίκτυο ένα ιδεατό κύκλωμα που προορίζεται αποκλειστικά για την εξυπηρέτηση του συγκεκριμένου αποστολέα και παραλήπτη.

1.3.7 Δίκτυα μεταγωγής με αυτοδύναμα πακέτα

Εάν οι κόμβοι μεταγωγής του δικτύου επιλέγουν το σύνδεσμο επαναπροώθησης σε κάθε πακέτο της ροής δεδομένων ξεχωριστά, τότε το δίκτυο ονομάζεται **δίκτυο μεταγωγής με αυτοδύναμα πακέτα** (*datagram packet switched network*). Έτσι, τα πακέτα μίας ροής δεδομένων μπορεί να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές κατά τη διέλευσή τους από το δίκτυο.

Στο σχήμα 1.12 απεικονίζεται η αρχή λειτουργίας των δικτύων μεταγωγής με αυτοδύναμα πακέτα.



Σχήμα 1.12: Ένα δίκτυο μεταγωγής με αυτοδύναμα πακέτα. Σε κάθε μεταγωγό του δικτύου τα πακέτα μίας ροής δεδομένων δρομολογούνται ανεξάρτητα το ένα από το άλλο. Έτσι, μπορούν να ακολουθήσουν διαφορετικές διαδρομές κατά τη διέλευσή τους από το δίκτυο.

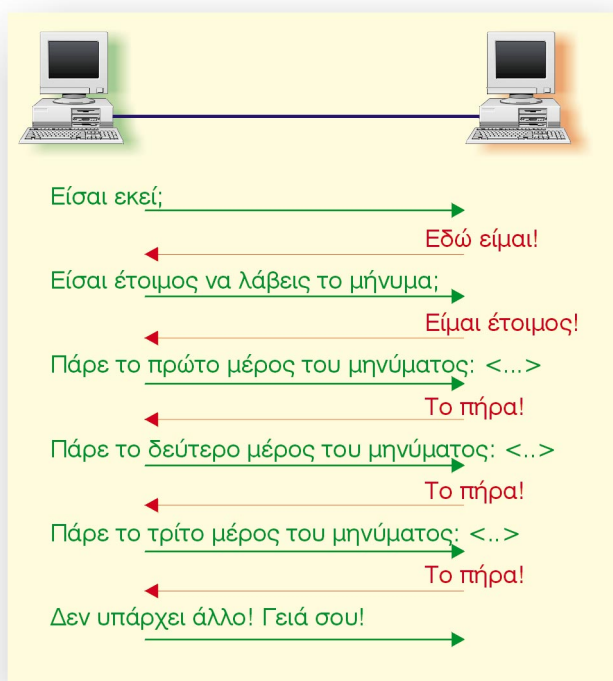


Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Μεταγωγή, μεταγωγή κυκλωμάτων, μεταγωγή πακέτων, μεταγωγή αυτοδύναμων πακέτων, μεταγωγή νοητού κυκλώματος, αποθήκευση και προώθηση, ποιότητα εξυπηρέτησης, διευθυνσιοδότηση.

Μάθημα 1.4: Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Σε ένα δίκτυο υπολογιστών τα δομικά υλικά και το λογισμικό που συμμετέχουν στην επικοινωνία διέπονται από σύνολα κανόνων που ονομάζονται **πρωτόκολλα επικοινωνίας** του δικτύου. Τα πρωτόκολλα καθορίζουν τον τρόπο ανταλλαγής και τη διαδικασία ελέγχου της μετάδοσης των δεδομένων. Η θεμελιώδης διαδικασία ανταλλαγής πακέτων ανάμεσα σε δύο υπολογιστές που χρησιμοποιούν ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας εκφράζεται με μια σειρά ερωτήσεων-απαντήσεων μεταξύ των μερών που επικοινωνούν η οποία μπορεί να περιγραφεί, όπως στο σχήμα 1.13.



Η διαδικασία της μεταφοράς ή του διαλόγου των σημάτων ανάμεσα σε δύο μέρη ενός δικτύου υπολογιστών που επιβεβαιώνει την εγκυρότητα της μεταξύ τους επικοινωνίας ονομάζεται **χειραψία** (*handshaking*).

Σχήμα 1.13: Ο διάλογος ανάμεσα σε δύο μέρη ενός δικτύου υπολογιστών που επιβεβαιώνει την εγκυρότητα στη μεταξύ τους επικοινωνία.

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας ενός τοπικού δικτύου ορίζουν τους κανόνες σύμφωνα με τους οποίους θα επικοινωνήσουν μεταξύ τους οι κόμβοι που έχουν πρόσβαση στο δίκτυο. Τα πρωτόκολλα ορίζουν δύο επίπεδα επικοινωνιών. Τα **πρωτόκολλα υψηλού επιπέδου** (*high-level protocols*), τα οποία ορίζουν τον τρόπο με τον οποίο θα επικοινωνούν οι εφαρμογές, και τα **πρωτόκολλα χαμηλού επιπέδου** (*lower-level protocols*), τα οποία ορίζουν τον τρόπο με τον οποίο μεταδίδονται τα σήματα στο μέσο μετάδο-



σης. Μεταξύ των επιπέδων αυτών υπάρχουν πρωτόκολλα που διατηρούν περιόδους επικοινωνίας μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων επιβλέποντας την κίνηση, ώστε να εντοπίζουν τυχόν λάθη. Από τη στιγμή που τα πρωτόκολλα θα καθοριστούν και θα τυποποιηθούν, οι κατασκευαστές έχουν το δικαίωμα να σχεδιάσουν και να υλοποιήσουν προϊόντα δικτύων που θα λειτουργούν σε συστήματα διαφορετικών κατασκευαστών.

Γνωστά πρωτόκολλα είναι το *TCP/IP*, το *DECnet* και το *AppleTalk*. Ένα ιδιαίτερο πρωτόκολλο το οποίο επιτρέπει στους πελάτες να επικοινωνούν με τους σταθμούς εξυπηρέτησης σε περιβάλλον *NetWare* είναι το πρωτόκολλο *IPX (Internetwork Packet Exchange)*. Διαχρονικά, οι περισσότερες επιχειρήσεις και οργανισμοί τείνουν να ενοποιήσουν τα διαφορετικά είδη δικτύων τους δημιουργώντας τα ονομαζόμενα **δικτυακά συστήματα επιχειρήσεων**, τα οποία απαιτούν την υποστήριξη περισσότερων του ενός ανεξάρτητων πρωτοκόλλων. Για παράδειγμα, είναι ενδεχόμενο να απαιτηθεί από ένα χρήστη να χρησιμοποιήσει *IPX*, προκειμένου να επικοινωνήσει με ένα σταθμό εξυπηρέτησης *NetWare*, καθώς και *TCP/IP*, για να επικοινωνήσει με ένα σταθμό εξυπηρέτησης *Unix*. Σημειώνεται ότι το *Unix* δεν είναι λειτουργικό σύστημα δικτύου, όμως οι περισσότερες εκδόσεις του παρέχουν σημαντική δικτυακή υποστήριξη στο σταθμό εξυπηρέτησης, η οποία βασίζεται στην οικογένεια πρωτοκόλλων *TCP/IP*. Το *TCP/IP* μπορεί να συνυπάρξει και να συνεργαστεί με ένα δίκτυο, του οποίου οι σταθμοί εξυπηρέτησης χρησιμοποιούν διαφορετικό λειτουργικό σύστημα δικτύου. Η μόνη προϋπόθεση που απαιτείται αφορά τη δυνατότητα μετατροπής των πρωτοκόλλων που χρησιμοποιούνται σε ένα λειτουργικό σύστημα δικτύου σε πρωτόκολλα *TCP/IP*, κάτι που οι περισσότεροι κατασκευαστές υποστηρίζουν.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Πρωτόκολλο επικοινωνίας, σχήμα πελάτη - εξυπηρέτησης, πρωτόκολλα υψηλού επιπέδου, πρωτόκολλα χαμηλού επιπέδου.



Μάθημα 1.5: Επικοινωνιακός εξοπλισμός δικτύων

Όπως είναι γνωστό, κάθε εφαρμογή απαιτεί να παρουσιάζονται τα δεδομένα σε μορφή που να μπορεί να τα αντιλαμβάνεται. Όμοια απαιτεί να μπορεί να χειρίζεται εντολές άλλης εφαρμογής, που επίσης πρέπει να είναι σε μορφή που να μπορεί να καταλαβαίνει. Για επιτευχθεί αυτό το έργο συνολικά σε ένα δίκτυο που συνδέει υπολογιστικά συστήματα και λογισμικό από διαφορετικούς κατασκευαστές, θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ορισμένοι από κοινού προσυμφωνημένοι κανόνες επικοινωνίας. Ασφαλώς οι συσκευές επικοινωνίας παίζουν ιδιαίτερο και σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των εφαρμογών που είναι εγκατεστημένες σε διαφορετικούς υπολογιστές. Ο ρόλος αυτός επεξηγείται και αναλύεται στη συνέχεια χωριστά για κάθε συσκευή επικοινωνίας.

1.5.1 Τερματικά

Τα **απλά τερματικά** είναι συσκευές με οθόνη και πληκτρολόγιο που συνδέονται με διάφορα υπολογιστικά συστήματα. Σήμερα, η χρήση τους έχει περιοριστεί, αφού αντικαθίστανται από τα **έξυπνα τερματικά**, στα οποία κατατάσσονται και οι προσωπικοί υπολογιστές, που διαθέτουν επιπλέον επεξεργαστή και μνήμη.

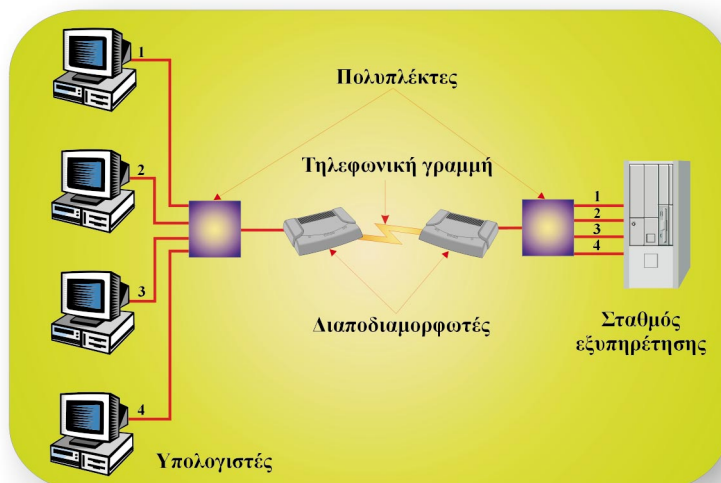
1.5.2 Διαποδιαμορφωτές

Οι **διαποδιαμορφωτές** (*modems*) μετατρέπουν το ψηφιακό σήμα των υπολογιστών σε αναλογικό, προκειμένου να μεταδοθεί από κάποιο αναλογικό μέσο επικοινωνίας. Επίσης, μετατρέπουν το ψηφιακό σήμα σε αναλογικό προκειμένου αυτό, αφού μεταφερθεί να χρησιμοποιηθεί και πάλι από τον υπολογιστή (σχήμα 1.14). Ο διαποδιαμορφωτής είναι απαραίτητος και στα δύο άκρα της επικοινωνίας και μπορεί να είναι εσωτερικός ή εξωτερικός. Ένας τυπικός διαποδιαμορφωτής μπορεί να μεταδίδει δεδομένα με ρυθμούς από 300 bps έως 56 Kbps. Πιο εξελιγμένοι διαποδιαμορφωτές μπορούν να χρησιμοποιούν υψηλότερους ρυθμούς μετάδοσης (διαποδιαμορφωτές *ISDN*, βασικής ζώνης, *XDSL* κτλ).

1.5.3 Πολυπλέκτες

Ο **πολυπλέκτης** (*MUX: Multiplexer*) συνδυάζει περισσότερα από ένα σήματα εισόδου σε μια απλή σειρά δυαδικών ψηφίων η οποία μπορεί να μεταδοθεί από ένα κανάλι επικοινωνίας (σχήμα 1.14). Ο πολυπλέκτης του αποστολέα κωδικοποιεί κάθε χαρα-

κτήρα που λαμβάνει κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο πολυπλέκτης του παραλήπτη να διαχωρίζει τις λαμβανόμενες ροές δυαδικών ψηφίων στα αρχικά τους μέρη. Ο πολυπλέκτης μπορεί να συνδέεται εσωτερικά ή εξωτερικά με ένα διαποδιαμορφωτή. Επίσης, συνδυάζοντας πολλά απλά κανάλια σε ένα, αυξάνει την αποτελεσματικότητα της επικοινωνίας και μειώνει το κόστος μετάδοσης.



Σχήμα 1.14: Διαποδιαμορφωτές (modems) - πολυπλέκτες (multiplexers).

1.5.4 Σταθμοί εξυπηρέτησης

Οι **σταθμοί εξυπηρέτησης** (servers) είναι ισχυροί υπολογιστές που παρέχουν υπηρεσίες σε άλλους υπολογιστές του δικτύου. Ανάλογα με το είδος της υπηρεσίας οι σταθμοί εξυπηρέτησης χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, οι πλέον ενδιαφέρουσες των οποίων αναφέρονται στο Διαδίκτυο και θα συζητηθούν στο μάθημα 1.6.

1.5.5 Μετωπικοί επεξεργαστές

Οι **μετωπικοί επεξεργαστές** (front-end processors) είναι υπολογιστές που προορίζονται αποκλειστικά για το χειρισμό των επικοινωνιακών απαιτήσεων κάποιου μεγάλου υπολογιστικού συστήματος ή δικτύου υπολογιστών. Στόχος τους είναι η απελευθέρωση του συστήματος των υπολογιστών από τις διεργασίες επικοινωνίας και ασφάλειας τις οποίες και επιφορτίζεται ο μετωπικός επεξεργαστής. Οι διεργασίες τις οποίες μπορεί να αναλάβει ο μετωπικός επεξεργαστής περιλαμβάνουν έλεγχο των υπολογιστών που διασυνδέονται, ώστε να διαπιστωθεί αν έχουν δεδομένα για μετάδοση, έλεγχο και διόρθωση λαθών, καθώς και έλεγχο στην πρόσβαση, προκειμένου να επιβεβαιωθεί ότι ο χρήστης της τερματικής διάταξης έχει δικαίωμα πρόσβασης στο δίκτυο.



1.5.6 Κάρτες δικτύου

Οι **κάρτες δικτύου** (*NICs: Network Interface Cards*) είναι προσαρτήματα που εγκαθίστανται σε έναν υπολογιστή, προκειμένου να επιτευχθεί η σύνδεση με το δίκτυο. Σχεδιάζονται για ένα συγκεκριμένο τύπο δικτύου και παρέχουν σημείο σύνδεσης για ένα συγκεκριμένο τύπο καλωδίου, όπως είναι, για παράδειγμα, το ομοαξονικό καλώδιο, το αθωράκιστο καλώδιο των συνεστραμμένων ζευγών, το καλώδιο οπτικής ίνας κτλ.

Οι κάρτες δικτύου χειρίζονται πολλές λειτουργίες της δικτυακής επικοινωνίας οι οποίες συμπεριλαμβάνονται σε μια συμφωνία μεταξύ των δύο σταθμών που επικοινωνούν. Η συμφωνία αυτή ρυθμίζει τις παραμέτρους επικοινωνίας, δηλαδή, το ρυθμό μετάδοσης, το μέγεθος του πακέτου, τις παραμέτρους λήξης χρόνου κτλ. Οι κάρτες δικτύου έχουν συγκεκριμένα ηλεκτρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά και ορίζουν τις μεθόδους πρόσβασης στο δίκτυο.

1.5.7 Επαναλήπτες

Στην περίπτωση της ενσύρματης επικοινωνίας, όπως είναι, για παράδειγμα, τα κοινά καλώδια συνεστραμμένων ζευγών, και όταν η απόσταση μεταξύ των συνδεδεμένων μερών υπερβαίνει τα 300 μέτρα, το ηλεκτρικό σήμα εξασθενεί, με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάγκη να ενισχυθεί, προκειμένου να μπορέσει να προωθηθεί σε μεγαλύτερες αποστάσεις και να φτάσει στον προορισμό του. Ο **επαναλήπτης** (*repeater*) είναι μια διάταξη (σχήμα 1.15) που ενισχύει τα σήματα, αυξάνοντας το φυσικό εύρος του δικτύου.

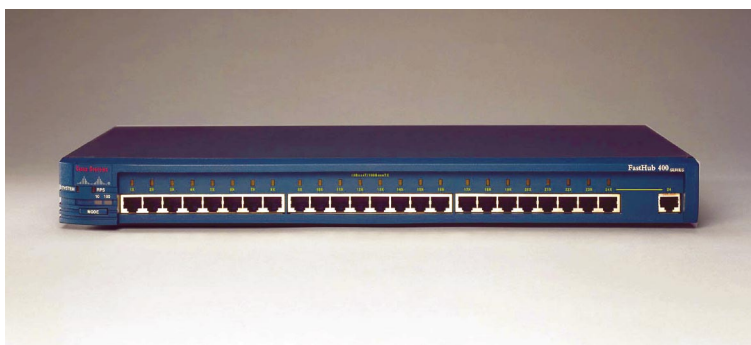


Σχήμα 1.15: Επαναλήπτες.

1.5.8 Διανομείς

Ο **διανομέας** ή **διακλαδωτής** (*hub*) είναι μια συσκευή σύνδεσης των καλωδίων που προέρχονται από τους σταθμούς εργασίας και καταλήγουν στον κεντρικό κόμβο του

δικτύου. Στις περισσότερες περιπτώσεις προϋποθέτει τοπολογία άστρου, στην οποία καταλαμβάνει τη θέση του κεντρικού κόμβου (σχήμα 1.16). Η τοπολογία αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι οι καλωδιακές βλάβες επηρεάζουν μόνο το σταθμό τον οποίο συνδέουν. Οι διαχειριστές μπορούν να ελέγξουν με τη βοήθεια διαγνωστικών προγραμμάτων μια διαδρομή καλωδίου για να προσδιορίσουν τη ροή δεδομένων ή να απομονώσουν τα σφάλματα.



Σχήμα 1.16: Διανομέας.



Όταν ένας από τους προσωπικούς υπολογιστές ή τις άλλες τερματικές διατάξεις αποστέλλουν δεδομένα, ο διανομέας τα επαναμεταδίδει, ταυτόχρονα προς όλες τις άλλες προσαρτημένες συσκευές.

Η κύρια εργασία των διανομέων είναι να λαμβάνουν σήματα από ένα σταθμό και να τα επανεκπέμπουν με ακρίβεια σε άλλους. Οι διανομείς χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, στους παθητικούς και στους ενεργητικούς.

- ✓ **Παθητικοί διανομείς:** Είναι μικρές συσκευές με λίγες πόρτες που χρησιμοποιούνται στη σύνδεση σταθμών εργασίας με το δίκτυο σε διάταξη αστέρα. Δεν ενισχύουν το σήμα που λαμβάνουν και δεν απαιτούν ηλεκτρική σύνδεση.
- ✓ **Ενεργητικοί διανομείς:** Πρόκειται για συσκευές με περισσότερες πόρτες από τις αντίστοιχες παθητικές οι οποίες αναμεταδίδουν το σήμα το οποίο λαμβάνουν. Απαιτούν ηλεκτρική σύνδεση και χρησιμοποιούνται και ως επαναλήπτες, επεκτείνοντας τις καλωδιακές συνδέσεις των σταθμών εργασίας.

Οι διανομείς διευκολύνουν την επίλυση προβλημάτων που παρουσιάζονται λόγω των περιορισμών απόστασης που υπάρχουν στα καλώδια συνεστραμμένων ζευγών.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Διαποδιαμορφωτής, πολυπλέκτης, σταθμός εξυπηρέτησης, μετωπικός επεξεργαστής, κάρτα δικτύου, επαναλήπτης, διανομέας.



Μάθημα 1.6: Διασύνδεση δικτύων – Το Διαδίκτυο



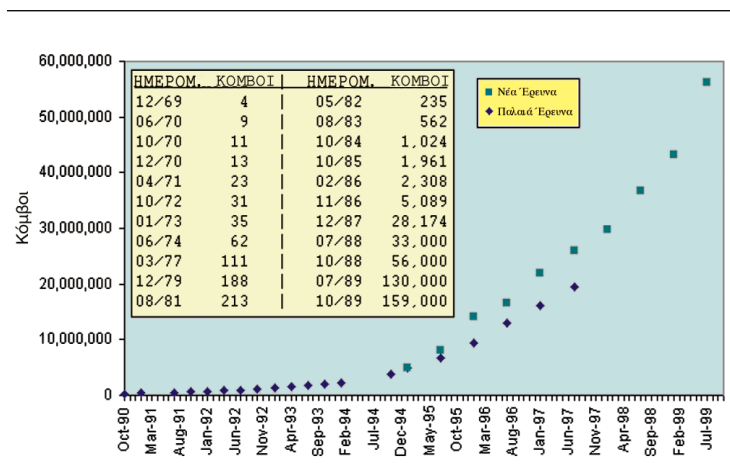
Τα τελευταία χρόνια έχει παρατηρηθεί μια αλματώδης ανάπτυξη των δικτυακών τεχνολογιών η οποία έχει επιφέρει δραματικές αλλαγές σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Η πρόοδος στον τομέα των δικτυακών τεχνολογιών επέφερε την εξάπλωση των τοπικών δικτύων και τη διασύνδεσή τους σε δίκτυα ευρείας περιοχής, με αποτέλεσμα τη δημιουργία των **δικτύων διασύνδεσης**.

Έως τώρα έχουν αναπτυχθεί πολλά είδη διασύνδεσης δικτύων, μεταξύ αυτών και το Διαδίκτυο. Το **Διαδίκτυο (Internet)** είναι ένα σύνολο συνεργαζόμενων δικτύων υπολογιστών, που αναπτύχθηκε με στόχο την επίτευξη ενός οικονομικού αλλά και ενιαίου τρόπου επικοινωνίας μεταξύ όλων ανεξαιρέτως των συστημάτων που το απαρτίζουν. Στο Διαδίκτυο, μπορεί να συνδεθεί οποιοσδήποτε, ανεξάρτητα από το εάν είναι φυσικό πρόσωπο, οργανισμός, εταιρεία, πανεπιστήμιο, κοινωνική ομάδα κτλ. Οι διάφοροι τρόποι με τους οποίους η ανάπτυξη του Διαδικτύου έχει μεταμορφώσει ή επηρεάσει την εργασία, την επιστήμη, την επικοινωνία, τη διακίνηση της πληροφορίας και κάθε άλλο τομέα της ανθρώπινης ζωής καθιστούν την εξοικείωση με τη δομή και τη λειτουργία του απαραίτητο κομμάτι της εκπαίδευσης των νέων.

Ολοένα και περισσότερες επιχειρήσεις, αλλά και ιδιώτες, αποκτούν καθημερινά πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, οπότε το δίκτυο μετονομάστηκε ανεπίσημα σε Διαδίκτυο (*Internet*), η αύξησή του συνεχίζει να είναι εκθετική (σχήματα 1.17 και 1.18). Το 1990 στο Διαδίκτυο ήταν συνδεδεμένα 3.000 δίκτυα και 200.000 συνδρομητές. Το 1995 υπήρχαν πολλά δίκτυα κορμού, εκατοντάδες περιφερειακά δίκτυα, δεκάδες χιλιάδες τοπικά δίκτυα, εκατομμύρια υπολογιστές και δεκάδες εκατομμύρια χρήστες. Από τότε και μετά η ετήσια αύξηση των μεγεθών διπλασιάζεται, ώστε σήμερα, στην αρχή της δεύτερης χιλιετίας, ο αριθμός των συνδεόμενων δικτύων πλησιάζει τις 100.000, ο αριθμός των συνδρομητών ξεπερνά τα 200 εκατομμύρια και οι εμπλεκόμενες χώρες φθάνουν τις 300.

Εκτός από την υπηρεσία του Παγκόσμιου Ιστού ένα άλλο στοιχείο που κρατά το Διαδίκτυο δημοφιλές είναι το πρότυπο αναφοράς και η οικογένεια των πρωτοκόλλων επικοινωνίας που χρησιμοποιεί. Κάθε τερματική διάταξη που βρίσκεται πάνω στο Διαδίκτυο θεωρείται ότι λειτουργεί με το πρότυπο αναφοράς και την οικογένεια των πρωτοκόλλων επικοινωνίας *TCP/IP*, διαθέτει μια *IP* διεύθυνση και μπορεί να στέλνει πακέτα σε άλλες τερμα-

Στο Διαδίκτυο οποιαδήποτε πληροφορία μπορεί να παρουσιαστεί, ακόμα και αν είναι σκόπιμα ψευδής ή παραπλανητική. Οποιαδήποτε ιδέα μπορεί να προβληθεί, όσο αιρετική και να είναι. Τέλος, οποιοδήποτε τύπου υπηρεσία μπορεί να διαφημιστεί και να διατεθεί, όσο παράξενη ή πρωτοποριακή και αν παρουσιάζεται. Για πολλούς αποτελεί ένα μέσο επικοινωνίας, για άλλους μια γιγαντιαία εγκυκλοπαίδεια, ενώ δεν είναι λίγοι αυτοί που το θεωρούν χώρο έκφρασης και ελευθερίας λόγου.



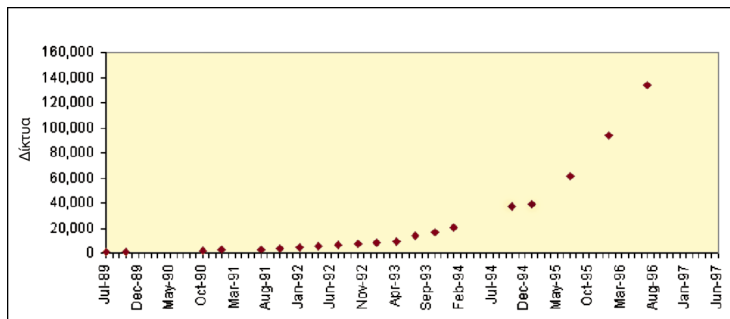
Σχήμα 1.17: Αύξηση των συνδεόμενων κόμβων στο Διαδίκτυο.



Η μεγάλη εξάπλωση του Διαδικτύου οφείλεται και στη διασύνδεσή του με άλλα δίκτυα παρόμοιων στόχων. Τέτοιες αξιόλογες προσπάθειες αποτέλεσαν το δίκτυο *SPAN* της *NASA*, με χώρο εφαρμογής τη φυσική χώρα, το δίκτυο υψηλής φυσικής ενέργειας *Hepnet*, το δίκτυο της *IBM Bitnet*, το δίκτυο *EARN* των ευρωπαϊκών ακαδημαϊκών Ιδρυμάτων, ιδιαίτερα μεταξύ των χωρών της Ανατολικής Ευρώπης, και πολλά άλλα.



Το *Bitnet* ήταν ένα δίκτυο ηλεκτρονικών επικοινωνιών που συνέδεσε υπολογιστές 560 ιδρυμάτων και υπολογιστικών συστημάτων της Αμερικής, περιλαμβάνοντας πανεπιστήμια, κολέγια, σχολεία, ερευνητικά κέντρα και κυβερνητικές υπηρεσίες. Συνυπολογίζοντας τα συνεργαζόμενα δίκτυα σε άλλες χώρες, το *Bitnet* αποτελεί σήμερα τμήμα ενός ενιαίου λογικού δικτύου που συνδέει 1.400 οργανισμούς σε 49 χώρες και έχει σκοπό την ηλεκτρονική ανταλλαγή πληροφοριών για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς σκοπούς. Επιπλέον, πύλες επικοινωνίας χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή ηλεκτρονικών μηνυμάτων μεταξύ του *Bitnet* και του *Internet*, καθώς και άλλων δικτύων διασύνδεσης.



Σχήμα 1.18: Αύξηση των συνδεόμενων δικτύων στο Διαδίκτυο.

αφορούν το Διαδίκτυο και ιδιαίτερα η αρχιτεκτονική του.

τικές διατάξεις στο Διαδίκτυο. Το πρότυπο αυτό παρέχει ηλεκτρονικές υπηρεσίες με ομοιόμορφο τρόπο που είναι διεθνώς αποδεκτός. Ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί το Διαδίκτυο θα συζητηθεί λεπτομερέστερα στο μάθημα 1.8, αφού αναλυθούν ορισμένα βασικά θέματα που

1.6.1 Ιστορική αναδρομή

Διαχρονικά, η εξέλιξη του Διαδικτύου μπορεί να περιγραφεί ως ακολούθως:

- ✓ Το **1962** ο Paul Baran προτείνει τη μεταγωγή πακέτων ως αποδοτικότερη τεχνική μετάδοσης δεδομένων σε σχέση με την επικρατούσα έως τότε τεχνική μεταγωγής κυκλώματος. Όπως αναφέρθηκε στο μάθημα 1.3, στα δίκτυα μεταγωγής πακέτων τα δεδομένα χωρίζονται σε πακέτα πριν από τη μετάδοσή τους. Στον προορισμό τα αρχικά δεδομένα επανασυντίθενται από τα ληφθέντα πακέτα.
- ✓ Το **1969** το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ χρηματοδοτεί την ανάπτυξη ενός πειραματικού δικτύου μεταγωγής πακέτων, που έμεινε γνωστό στην ιστορία ως *ARPANET (Advanced Research Project Agency Network)*. Στόχος του ήταν η δημιουργία ενός δικτύου, το οποίο θα μπορούσε αξιόπιστα να μεταφέρει πληροφορία από το ένα άκρο του σε ένα άλλο άκρο, ακόμα και όταν μερικοί κόμβοι του παρέμεναν εκτός λειτουργίας. Στην αρχική του υλοποίηση, το *ARPANET* συνέδεε τέσσερα απομακρυσμένα συστήματα. Το *ARPANET* εξαπλώθηκε με γοργούς ρυθμούς, συμπεριέλαβε πλήθος κόμβων από την ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα, αλλά σύντομα αντιμετώπισε το πρόβλημα της ανομοιογένειας των συνδεδεμένων συστημάτων.
- ✓ Το **1982** υιοθετείται ένα σύνολο κανόνων επικοινωνίας, το οποίο και τυποποιείται, διασυνδέοντας έτσι μία μεγάλη ποικιλία συστημάτων και εφαρμογών.
- ✓ Το **1983** διαχωρίζονται πλήρως οι στρατιωτικοί κόμβοι από τους υπόλοιπους κόμβους του *ARPANET*, δημιουργώντας έτσι το *MILNET (MILitary Network)*.
- ✓ Το **1985** δημιουργείται το *NSFNET (National Science Foundation Network)*, το οποίο διέθετε ένα πολύ γρήγορο, για την εποχή του, δίκτυο κορμού εξυπηρετώντας την ακαδημαϊκή και ερευνητική κοινότητα των ΗΠΑ. Πολύ σύντομα, πλήθος πανεπιστημίων, ερευνητικών κέντρων και οργανισμών από όλο τον κόσμο συνδέθηκαν στο *NFSNET*, θέτοντας τις βάσεις για ένα παγκόσμιο δίκτυο δια-



σύνδεσης, το Διαδίκτυο.

- ✓ Από τις αρχές του **1990** αρχίζουν να εμφανίζονται οι πρώτες **ΕΠΥΔ**, δηλαδή οι **Εταιρείες Παροχής Υπηρεσιών Διαδικτύου** (*ISPs: Internet Service Providers*), οι οποίες προσφέρουν πρόσβαση στο Διαδίκτυο σε οποιονδήποτε χρήστη.
- ✓ Το **1995** το *NFSNET* καταργείται και το Διαδίκτυο βασίζεται σε τρία δίκτυα κορμού, τα οποία άρχισαν να λειτουργούν υπό τη διαχείριση μεγάλων τηλεπικοινωνιακών οργανισμών (*ANS, MCI* και *SPRINT* αντίστοιχα).
- ✓ Στις αρχές του **1997** υπήρχαν πάνω από 4.500 *ΕΠΥΔ* σε όλο τον κόσμο.
- ✓ Σήμερα, στην αρχή της νέας χιλιετίας, επικοινωνούν μέσω του Διαδικτύου περισσότερα από ένα δισεκατομμύριο άτομα.

1.6.2 Δομικά στοιχεία και χαρακτηριστικά

Όπως αναφέρθηκε, το Διαδίκτυο αποτελεί το μεγαλύτερο δίκτυο διασύνδεσης στον κόσμο και είναι ανοικτό σε οποιονδήποτε επιθυμεί να συνδεθεί σ' αυτό. Σήμερα, οι ελάχιστες προϋποθέσεις που απαιτείται να έχει κανείς, προκειμένου να συνδέσει τον υπολογιστή του με το Διαδίκτυο, είναι να διαθέτει ένα διαποδιαμορφωτή (*modem*), μια τηλεφωνική γραμμή και μια άδεια πρόσβασης από κάποια *ΕΠΥΔ*. Οι εταιρείες αυτές νοικιάζουν τηλεφωνικές γραμμές από τους διάφορους οργανισμούς τηλεπικοινωνιών, προκειμένου να συνδέσουν τον εξοπλισμό τους με το Διαδίκτυο. Συνήθως, κάθε *ΕΠΥΔ* αποτελεί κόμβο στο Διαδίκτυο, με αποτέλεσμα κάθε τέτοια γραμμή να αποτελεί τμήμα του κορμού του Διαδικτύου. Ασφαλώς, η εταιρεία μπορεί να διαθέτει το δικό της τοπικό δίκτυο με σταθμούς εξυπηρέτησης που προσφέρουν στους χρήστες του Διαδικτύου ένα σύνολο από υπηρεσίες. Οι σταθμοί αυτοί εξυπηρέτησης ταξινομούνται ανάλογα με την υπηρεσία που προσφέρουν ως εξής:

- ✓ **Σταθμός εξυπηρέτησης παγκόσμιου ιστού** (*Web server*): Είναι ο κύριος σταθμός εξυπηρέτησης στον οποίο τοποθετούνται οι ιστοσελίδες (*web pages*), μέσω των οποίων δημοσιοποιούνται τα δεδομένα προς τους συνδρομητές (κεφάλαιο 2).
- ✓ **Σταθμός εξυπηρέτησης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου** (*Mail server*): Είναι ο σταθμός εξυπηρέτησης που υποστηρίζει την υπηρεσία του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (κεφάλαιο 4).
- ✓ **Σταθμός εξυπηρέτησης μεταφοράς αρχείων** (*FTP server*): Είναι ο σταθμός εξυπηρέτησης που περιέχει αρχεία διαθέσιμα στους χρήστες του Διαδικτύου (κεφάλαιο 5).
- ✓ **Σταθμός εξυπηρέτησης ειδήσεων** (*News server*): Είναι ο σταθμός εξυπηρέτησης που υποστηρίζει την υπηρεσία των ειδήσεων (κεφάλαιο 5).
- ✓ **Σταθμός εξυπηρέτησης συνομιλιών** (*Chat server*): Είναι ο σταθμός εξυπηρέτησης που υποστηρίζει τις συνομιλίες μεταξύ των χρηστών (κεφάλαιο 6).
- ✓ **Σταθμός εξυπηρέτησης αντιγράφων** (*Proxy server*). Πρόκειται για έναν ενδιάμεσο σταθμό εξυπηρέτησης δεδομένων, ο οποίος διατηρεί τις ιστοσελίδες που



Στην Ελλάδα, που σήμερα αριθμεί περίπου 200.000 συνδρομητές, η ιστορία του Διαδικτύου αρχίζει το 1989 με την είσοδο του *ΙΤΕ* (*Ινστιτούτο Τεχνολογίας και Έρευνας*) του Υπουργείου Ανάπτυξης. Το 1997 εντάχθηκε το **Ελληνικό Πανεπιστημιακό Διαδίκτυο** (*GUNet: Greek Universities Network*), στο οποίο υπάγονται σχεδόν όλα τα ΑΕΙ και ΤΕΙ της χώρας μας, ενώ, μέσω ειδικών δράσεων, προβλέπεται η επέκτασή του, ώστε να συμπεριληφθεί και η δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το *GUNet* χρησιμοποιεί ως δίκτυο κορμού το *ΕΔΕΤ* (*Εθνικό Ίδρυμα Έρευνας και Τεχνολογίας*).



μεταφέρουν οι χρήστες. Τα δεδομένα μεταφέρονται προς το χρήστη από τον ενδιαμέσο σταθμό εξυπηρέτησης και όχι από την πηγή τους, με στόχο την εξοικονόμηση χρόνου και την αποφυγή κυκλοφοριακού φόρτου.

Όλες οι ΕΠΥΔ διαθέτουν ικανό εξοπλισμό, ώστε να μπορούν να ικανοποιούν σε απαιτήσεις σύνδεσης ένα μεγάλο αριθμό χρηστών, αλλά και να είναι σε θέση να διασυνδεθούν στο Διαδίκτυο. Τα είδη των συνδέσεων που μπορεί να ζητήσει κάποιος χρήστης είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Επιλογική Τηλεφωνική σύνδεση (*Dial-up connection*).
- ✓ Μόνιμη σύνδεση (*Leased line connection*) με αναλογική ή ψηφιακή γραμμή.
- ✓ Επιλογική σύνδεση Ψηφιακού Δικτύου Ενοποιημένων Υπηρεσιών (*ISDN: Integrated Service Digital Network connection*).
- ✓ Σύνδεση Ασυγχρόνιστου Τρόπου Μεταφοράς (*ATM: Asynchronous Transfer Mode connection*).

Υπενθυμίζεται ότι χρήστης δε θεωρείται μόνο κάποιο φυσικό πρόσωπο που θέλει να συνδέσει τον υπολογιστή του με το Διαδίκτυο, αλλά και κάποια εταιρεία ή οργανισμός που διαθέτει τοπικό δίκτυο και να επιθυμεί σύνδεση όλων των χρηστών του δικτύου του με το Διαδίκτυο. Συνήθως, η διεκπεραίωση της επικοινωνίας φυσικών προσώπων γίνεται με τηλεφωνικές συνδέσεις. Εταιρείες ή φυσικά πρόσωπα με μικρή αλλά μεικτή κυκλοφοριακή ζήτηση (φωνή και δεδομένα) προτιμούν συνδέσεις *ISDN*, οπότε ο απαιτούμενος εξοπλισμός είναι κάποιος διαποδιαμορφωτής ειδικού τύπου.

Σε περιπτώσεις συνδέσεων τοπικών δικτύων εταιρειών ή οργανισμών, η κυκλοφοριακή ζήτηση είναι μεγαλύτερη, με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται άλλα πρωτόκολλα επικοινωνίας, που εξασφαλίζουν ταχύτερη και πιο ολοκληρωμένη επικοινωνία. Επομένως, ανάλογα με τον τύπο των δικτύων που συνδέονται υπάρχει και ο κατάλληλος δικτυακός εξοπλισμός που επιτρέπει την επικοινωνία (μάθημα 1.8).

1.6.3 Υπηρεσίες του Διαδικτύου

Ο κατάλογος εφαρμογών του Διαδικτύου είναι μεγάλος και καθημερινά αυξάνει με νέες εφαρμογές που προέρχονται από όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Τα αποτελέσματα των εφαρμογών αυτών είναι σήμερα ορατά, η δε εμβέλειά τους προδικάζει και την περαιτέρω εξάπλωση και διάδοση της ψηφιακής τεχνολογίας. Η συμβολή αυτή χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή και θα συζητηθεί στο κεφάλαιο 8. Σημειώνεται ότι όλες οι εφαρμογές του Διαδικτύου στηρίζονται σε ένα σύνολο υπηρεσιών που παρέχονται προς τους χρήστες. Φυσικά, κάθε υπηρεσία μπορεί να έχει τις δικές της απαιτήσεις, όμως ορισμένες από αυτές, ίσως οι κυριότερες, παρέχονται άμεσα με τη σύνδεση των χρηστών στο Διαδίκτυο. Ο κατάλογος που ακολουθεί συνιστά ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα:

- ✓ **Παγκόσμιος Ιστός (WWW: World Wide Web):** Πρόκειται για μια σχετικά πρόσφατη δικτυακή υπηρεσία που λειτουργεί από το 1994 και η οποία γνώρισε καθολική αποδοχή. Η επιτυχία της ήταν τέτοια που οδήγησε στη ραγδαία εξά-

πλωση του Διαδικτύου, με αποτέλεσμα ο περισσότερος κόσμος να ταυτίζει την υπηρεσία αυτή με το ίδιο το Διαδίκτυο.

Ο Παγκόσμιος Ιστός αποτελεί μια τεράστια συλλογή πληροφοριών, αποθηκευμένων σε διάφορες μορφές (κείμενο, εικόνα, ήχος, κινούμενη εικόνα και γραφικά κτλ.). Αυτή η συλλογή είναι κατανομημένη και διατίθεται στο Διαδίκτυο μέσω ειδικών εφαρμογών που ονομάζονται σταθμοί εξυπηρέτησης του Παγκόσμιου Ιστού (*www servers*).

Κάθε χρήστης του Διαδικτύου μπορεί να περιηγηθεί στον Παγκόσμιο Ιστό και να προσπελάσει τις διαθέσιμες πληροφορίες χρησιμοποιώντας μία ειδική υπηρεσία - πελάτη *www* που ονομάζεται **φυλλομετρητής** ή **όργανο περιήγησης** (*browser*). Κατά τη διάρκεια μιας περιήγησης, η διεύθυνση προορισμού ορίζεται με μοναδικό τρόπο. Για παράδειγμα, κάποιος χρήστης μπορεί να συνδεστεί με το σταθμό εξυπηρέτησης Παγκόσμιου Ιστού του Ελληνικού Κοινοβουλίου *www.parliament.gr* όπως στο σχήμα 1.19. Επίσης, μπορεί να προσπελάσει την ιστοσελίδα *gr/live*, έτσι ώστε να παρακολουθήσει ζωντανά μία συνεδρίαση της Ολομέλειας της Βουλής.



Είναι δύσκολο να φανταστεί κανείς πώς θα είχε εξελιχθεί η αρχική υπηρεσία του Ιστού εάν δεν υπήρχε κατά τα πρώτα χρόνια της ανάπτυξής του το Διαδίκτυο. Το γεγονός ότι η υπηρεσία του Ιστού γνώρισε άμεσα την καθολική αποδοχή και μετατράπηκε σύντομα σε Παγκόσμιο Ιστό οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο Διαδίκτυο.

- ✓ **Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο** (*e-mail: Electronic Mail*): Πρόκειται για τον ηλεκτρονικό τρόπο αποστολής και λήψης μηνυμάτων. Ο χρήστης - αποστολέας του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου χρησιμοποιεί μία υπηρεσία πελάτη (μάθημα 1.9) για να αποστείλει τα μηνύματά του στο ηλεκτρονικό ταχυδρομικό κουτί του παραλήπτη, το οποίο φυλάσσεται σε κάποιο σταθμό εξυπηρέτησης. Υπηρεσία πελάτη χρησιμοποιεί και ο χρήστης-παραλήπτης για την ανάγνωση των μηνυμάτων που έχουν σταλεί σ' αυτόν από το σταθμό εξυπηρέτησης.
- ✓ **Μεταφορά αρχείων** (*ftp: file transfer*): Ο χρήστης μπορεί να συνδεθεί με ένα σταθμό εξυπηρέτησης διάθεσης αρχείων στον οποίο έχει πρόσβαση, ώστε να δει το περιεχόμενό του και να ανακτήσει από αυτόν ή να αποθηκεύσει σ' αυτόν αξιόπιστα πλήθος αρχείων.
- ✓ **Ομάδες ειδήσεων** (*news-groups*): Πρόκειται για την ηλεκτρονική εκδοχή των παραδοσιακών πινάκων ανακοινώσεων. Η αντίστοιχη εφαρμογή - πελάτης του χρήστη συνδέεται με το σταθμό εξυπηρέτησης ομάδων ειδήσεων, επιλέγει μία ή περισσότερες ομάδες ειδήσεων και διαβάζει επιλεκτικά τα άρθρα που τον ενδιαφέρουν. Επιπλέον, μπορεί να δημοσιεύσει και ένα δικό του άρθρο σε κάποια ομάδα ειδήσεων.
- ✓ **Ανοικτή συνομιλία** (*Internet Relay Chat, IRC*): Πρόκειται για την ηλεκτρονική ανοικτή διεξαγωγή συζητήσεων μεταξύ χρηστών του Διαδικτύου επάνω σε θέματα κοινού ενδιαφέροντος. Για την επίτευξη σύνδεσης, η οποία συνήθως παρέχει και τη δυνατότητα μετάδοσης και φωνής και εικόνας, απαιτείται η χρήση ειδικής εφαρμογής - πελάτη.



Σχήμα 1.19: Ένα στιγμιότυπο της συνεδρίασης της Ολομέλειας της Βουλής του Οκτωβρίου 1998, όπως το βλέπουμε μέσα από τον Παγκόσμιο Ιστό <http://www.parliament.gr/gr/live>.



- ✓ **Προσπέλαση σε απομακρυσμένα συστήματα (telnet):** Με την υπηρεσία αυτή είναι δυνατή η προσπέλαση σε απομακρυσμένα συστήματα και η εκτέλεση οποιασδήποτε από τις λειτουργίες του, όπως ακριβώς θα συνέβαινε αν η πρόσβαση πραγματοποιούνταν στο τοπικό σύστημα.

Ένας από τους λόγους επιτυχίας του Διαδικτύου ήταν η συνύπαρξή του με φθηνούς προσωπικούς υπολογιστές, ικανούς να εκτελέσουν αποδοτικά σύνθετες εφαρμογές που περιέχουν ήχο, γραφικά και κινούμενη εικόνα. Όμως, επειδή το Διαδίκτυο σχεδιάστηκε για τη μετάδοση δεδομένων, δε μπορεί ακόμα να μεταφέρει ικανοποιητικά και άλλες μορφές πληροφορίας, όπως είναι ο ήχος, η κινούμενη εικόνα, το βίντεο σε πραγματικό χρόνο κτλ., ώστε να εγγυηθεί ταυτόχρονα την ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας. Έτσι, το βήμα που ήδη εξελίσσεται στο χώρο της τεχνολογίας των δικτύων υπολογιστών και ειδικότερα του Διαδικτύου είναι η ανάπτυξη των τεχνικών, οι οποίες θα μπορούν να εγγυηθούν την απαιτούμενη από το χρήστη ποιότητα εξυπηρέτησης.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Δίκτυο διασύνδεσης, Διαδίκτυο, υπηρεσίες Διαδικτύου, Παγκόσμιος Ιστός (www), ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, μεταφορά αρχείων, ομάδες ειδήσεων, ανοικτή συνομιλία, προσπέλαση σε απομακρυσμένα συστήματα, Εταιρείες Παροχής Υπηρεσιών Διαδικτύου (ΕΠΥΔ), σταθμοί εξυπηρέτησης υπηρεσιών Διαδικτύου.



Μάθημα 1.7: Αρχιτεκτονική του Διαδικτύου

Όπως αναφέρθηκε στο μάθημα 1.6, από τη δεκαετία του 1970, ένα από τα ζητούμενα ήταν η δημιουργία μιας δικτυακής υποδομής που δε θα αχρηστευόταν στις περιπτώσεις που κάποιος κόμβος ενός δικτύου υπολογιστών ετίθετο εκτός λειτουργίας. Οι έρευνες κατέληξαν, στις αρχές της δεκαετίας του 1980, στην ανάπτυξη ενός νέου προτύπου αναφοράς, το οποίο ορίζεται από τέσσερα επίπεδα, καθένα από τα οποία διαθέτει τη δική του συστάδα πρωτοκόλλων. Έχει πλέον επικρατήσει διεθνώς, οι επιμέρους συστάσεις των πρωτοκόλλων αυτών, οι οποίες και αποτελούν το συστατικό στοιχείο του Διαδικτύου να αναφέρονται απλώς ως **Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς/Πρωτόκολλο Διαδικτύου** (*TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol*).



Το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι μια ομάδα κανόνων, οι οποίοι πρέπει να ακολουθούνται από τα συμμετέχοντα στην επικοινωνία μέρη, προκειμένου αυτή να υλοποιηθεί.

1.7.1 Δομή του προτύπου αναφοράς TCP/IP

Το Διαδίκτυο διασυνδέει μια μεγάλη ποικιλία συστημάτων και αποτελεί το μέσο επικοινωνίας μιας ακόμη μεγαλύτερης ποικιλίας εφαρμογών οι οποίες εξυπηρετούν ένα ανομοιογενές και ετερογενές περιβάλλον. Η επικράτησή του στην αγορά οφείλεται σε μια σειρά από παράγοντες που συνδέονται με την ανάπτυξη του πρωτοκόλλου *TCP/IP*, οι σπουδαιότεροι των οποίων είναι οι ακόλουθοι:

- ✓ Το πρωτόκολλο *TCP/IP* υλοποιείται ευκολότερα σε σχέση με τα άλλα διεθνή πρότυπα.
- ✓ Το πρωτόκολλο *TCP/IP* στο οποίο στηρίζεται η όλη αρχιτεκτονική του Διαδικτύου δε δημιουργήθηκε από κάποια εταιρεία, ώστε να θεωρείται ιδιόκτητο.
- ✓ Το πρωτόκολλο *TCP/IP* υποστηρίχτηκε επίσημα και θερμά από την κυβέρνηση των ΗΠΑ.

Το πρότυπο αναφοράς του Διαδικτύου ή του *TCP/IP* που το αντιπροσωπεύει, μπορεί να οργανωθεί στα ακόλουθα τέσσερα, σχετικά ανεξάρτητα επίπεδα:

- ✓ Επίπεδο φυσικού μέσου - διασύνδεσης.
- ✓ Επίπεδο δικτύου.
- ✓ Επίπεδο μεταφοράς.
- ✓ Επίπεδο εφαρμογών.

Τα επίπεδα αυτά θα αναλυθούν λεπτομερέστερα στην συνέχεια.

1.7.1.1 Επίπεδο φυσικού μέσου - διασύνδεσης

Το **Επίπεδο φυσικού μέσου - διασύνδεσης** (*Physical - Link Layer*) περιγράφει το



Ως επίσημη ημερομηνία καθιέρωσης του προτύπου *TCP/IP* ορίστηκε η 1/1/83.



είδος του φυσικού μέσου που χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση των συσκευών μετάδοσης δεδομένων (σταθμών εργασίας ή προσωπικών υπολογιστών) με το μέσο ή το δίκτυο μετάδοσης. Οι κόμβοι του Διαδικτύου αποτελούνται από έναν αριθμό υπολογιστών, οι οποίοι διασυνδέονται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας μια μεγάλη ποικιλία φυσικών μέσων από τηλεφωνικές γραμμές (κοινές ή μισθωμένες) έως δορυφορικές ζεύξεις, *UHF* κτλ.

Το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο και για την παροχή μιας διεπαφής που θα επιτρέψει την επικοινωνία του κόμβου με το δίκτυο. Η διεπαφή πρέπει να ανιχνεύσει την αρχιτεκτονική του δικτύου και να διοχετεύσει τα πακέτα στο κανάλι επικοινωνίας. Το πρότυπο αναφοράς *TCP/IP* δεν περιγράφει αναλυτικά το συγκεκριμένο επίπεδο, ούτε το πρωτόκολλο που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για να επιτευχθεί η πρόσβαση στο δίκτυο. Επειδή στο Διαδίκτυο συνδέονται πολλά δίκτυα, τα χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα ποικίλλουν ανάλογα με την τερματική διάταξη και το δίκτυο. Τα πρωτόκολλα αυτού του επιπέδου διαφοροποιούνται ανάλογα με τον τύπο του δικτύου και μπορούν να περιλάβουν τοπικά ή ευρείας περιοχής δίκτυα διαφορετικών τεχνολογιών.

1.7.1.2 Επίπεδο δικτύου

Το **Επίπεδο Δικτύου** (*Network Layer*) ασχολείται με την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ ενός υπολογιστικού συστήματος και του δικτύου με το οποίο συνδέεται. Αφορά τις περιπτώσεις τερματικών διατάξεων που συνδέονται σε διαφορετικά δίκτυα, οπότε και απαιτείται η ύπαρξη διαδικασιών που θα επιτρέψουν τη διαβίβαση των δεδομένων δια μέσου πολλαπλών διασυνδεόμενων δικτύων. Ο σκοπός του επιπέδου είναι η δρομολόγηση και η παράδοση των πακέτων στον παραλήπτη. Προσθέτει στα πακέτα τη διεύθυνση του παραλήπτη και τα δρομολογεί, χωρίς να εξαρτά το ένα από το άλλο, στον προορισμό τους, περνώντας από διάφορους δρομολογητές, οι οποίοι είναι εφοδιασμένοι με το αντίστοιχο πρωτόκολλο.

Βέβαια, το συγκεκριμένο λογισμικό που χρησιμοποιείται στο επίπεδο αυτό εξαρτάται από το είδος του δικτύου το οποίο εξυπηρετεί. Αποτέλεσμα είναι η ανάπτυξη διαφορετικών προτύπων για τα διάφορα δίκτυα, καθώς και ο διαχωρισμός των λειτουργιών που αφορούν την πρόσβαση στο δίκτυο σ' αυτό το επίπεδο. Με τον τρόπο αυτό, το επικοινωνιακό λογισμικό που χρησιμοποιείται πάνω από το επίπεδο δικτύου δεν είναι απαραίτητο να ασχολείται με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του δικτύου που χρησιμοποιείται.

Το πιο σημαντικό πρωτόκολλο του επιπέδου είναι το *IP* το οποίο, πέραν της διευθυνσιοδότησης και της δρομολόγησης των πακέτων, περιλαμβάνει οδηγίες για την τμηματοποίηση και την επανασυγκόλληση των πακέτων, προσφέρει πληροφορίες σχετικές με την ασφάλεια των πακέτων και έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει τον τύπο της υπηρεσίας που χρησιμοποιείται.

Παρ' όλα αυτά, το *IP* δεν εγγυάται ότι τα πακέτα που θα σταλούν στον παραλήπτη θα φτάσουν στον προορισμό τους. Αυτό είναι αρμοδιότητα του ιεραρχικά ανώτερου επιπέδου μεταφοράς. Τέλος, το πρωτόκολλο *IP* παρέχει και ένα στοιχειώδη τρόπο ελέγχου ροής, έτσι ώστε η πηγή να ενημερώνεται σε περίπτωση που αποστέλλει πα-

κέτα δεδομένων με μεγαλύτερους ρυθμούς από αυτούς τους οποίους μπορεί να διαχειριστεί ο δέκτης.

Πέρα από το *IP*, τα σημαντικότερα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται σε αυτό το επίπεδο είναι:

- ✓ Το *ARP (Address Resolution Protocol)*, που παρέχει μια φυσική διεύθυνση από μια *IP* διεύθυνση.
- ✓ Το *RARP (Reverse Address Resolution Protocol)*, που παρέχει μια *IP* διεύθυνση από μια φυσική διεύθυνση.
- ✓ Το *ICMP (Internet Control Message Protocol)*, που στέλνει μηνύματα, για να ανακοινώσει σφάλματα και άλλες πληροφορίες σχετικές με τις διαδικασίες επιστροφής των *IP* πακέτων στην πηγή.

1.7.1.3 Επίπεδο μεταφοράς

Ανεξάρτητα από τη φύση των εφαρμογών, υπάρχει και η απαίτηση για την αξιόπιστη ανταλλαγή των δεδομένων τους με τη σειρά με την οποία στάλθηκαν. Το **επίπεδο μεταφοράς** (*transport layer*) έχει ως έργο την παραλαβή των πακέτων δεδομένων από το ιεραρχικά υψηλότερο επίπεδο εφαρμογής, τη διάσπασή τους σε μικρότερα τμήματα, αν αυτό χρειαστεί, και την παράδοσή τους στο ιεραρχικά κατώτερο επίπεδο δικτύου, διασφαλίζοντας έτσι τη σωστή μετάδοση και παραλαβή τους από την άλλη πλευρά.

Οι μηχανισμοί που μπορούν να εγγυηθούν αυτού του είδους την αξιοπιστία είναι ανεξάρτητοι της φύσης των εφαρμογών, είναι ομαδοποιημένοι στο επίπεδο μεταφοράς και διαμοιράζονται σε όλες τις εφαρμογές. Αν τα πακέτα δε φτάσουν με τη σωστή σειρά στον παραλήπτη ή περιέχουν λάθη ή χαθούν, είναι ευθύνη των πρωτοκόλλων του επιπέδου να επανατοποθετηθούν τα πακέτα στη σωστή σειρά ή και να ζητηθεί η επαναμετάδοση των λανθασμένων ή χαμένων πακέτων.

Τα σπουδαιότερα πρωτόκολλα αυτού του επιπέδου είναι τα ακόλουθα:

- ✓ Το **Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς** (*TCP: Transfer Control Protocol*), που είναι ένα αξιόπιστο πρωτόκολλο. Το *TCP* προσδιορίζει πάνω από το *IP* τη μορφή των δεδομένων και των πληροφοριών ελέγχου που πρέπει να ανταλλάξουν δύο υπολογιστές με σκοπό:
 - Την επίτευξη μιας αξιόπιστης μεταφοράς των δεδομένων.
 - Να φανούν οι τρόποι με τους οποίους το λογισμικό του πρωτοκόλλου ξεχωρίζει πολλούς παραλήπτες,
 - Τη μετά από σφάλματα (όπως χαμένα, κατεστραμμένα, ή πολλαπλά πακέτα), επαναφορά σε σωστή λειτουργία των υπολογιστών που επικοινωνούν,
 - Τη συμφωνία δύο υπολογιστών για τον τερματισμό μιας μεταφοράς δεδομένων.
- ✓ Το **Αυτοδύναμο Πρωτόκολλο Χρήστη** (*UDP: User Datagram Protocol*) για εφαρμογές που απαιτούν μεγαλύτερους ρυθμούς μετάδοσης, χωρίς να δίνεται προσοχή στην ορθότητα των δεδομένων που μεταδίδονται ή την εξασφάλιση της παρά-

δοσης των πακέτων που αποστέλλονται από τον πομπό στο δέκτη. Το πρωτόκολλο *UDP* βρίσκεται ακριβώς πάνω από το *IP*, είναι απλό, δεν προσφέρει όμως αρκετές υπηρεσίες σε σύγκριση με αυτές του *TCP*.

1.7.1.4 Επίπεδο εφαρμογής

Στο πρότυπο *TCP/IP* και πάνω από το επίπεδο μεταφοράς βρίσκεται το **επίπεδο εφαρμογής** (*application layer*), το οποίο περιλαμβάνει τις προδιαγραφές επικοινωνίας που απαιτούνται για την υποστήριξη των διάφορων εφαρμογών του χρήστη. Για κάθε διαφορετικό τύπο εφαρμογής υπάρχει ένα αποκλειστικό τμήμα στο επίπεδο εφαρμογών. Εκεί βρίσκονται δημοφιλή πρωτόκολλα, ή οι αντίστοιχες εφαρμογές που προδιαγράφουν, τα σπουδαιότερα των οποίων είναι τα ακόλουθα:

- ✓ **Πρωτόκολλο Εξομοίωσης Τερματικού** (*Terminal Emulator Protocol*), γνωστό και ως *telnet*, που επιτρέπει σε κάποιο χρήστη να συνδέσει τον υπολογιστή του με κάποια απομακρυσμένη τερματική διάταξη.
- ✓ **Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείων** (*File Transfer Protocol*), γνωστό και ως *ftp*, που χρησιμεύει για τη μεταφορά αρχείων από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο.
- ✓ **Πρωτόκολλο Ηλεκτρονικού Ταχυδρομείου** (*Simple Mail Transfer Protocol*), γνωστό και ως *SMTP*, για την αποστολή και λήψη ηλεκτρονικής αλληλογραφίας.
- ✓ **Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένων** (*HyperText Transfer Protocol*), γνωστό και ως *http*, για τη μεταφορά ιστοσελίδων από το Διαδίκτυο στον υπολογιστή κάποιου χρήστη.
- ✓ **Δικτυακό Σύστημα Αρχείων** (*Network File System*), γνωστό και ως *nfs*, που παρέχει δυνατότητες απομακρυσμένης ιδεατής αποθήκευσης.
- ✓ **Πρωτόκολλο Απλής Δικτυακής Διαχείρισης** (*SNMP: Simple Network Management Protocol*), γνωστό και ως *SNMP*, για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τη διαχείριση του δικτύου.
- ✓ Το **Παραθυρικό Σύστημα X** (*X Window system*) γνωστό και ως *X Window*, που παρέχει γραφική διεπαφή με τις εφαρμογές.
- ✓ Το **Σύστημα Ονομασίας Περιοχών** (*DNS: Domain Name System*), γνωστό και ως *DNS*, που παρέχει ένα βοηθητικό κατάλογο αριθμητικών διευθύνσεων οι οποίες αντιστοιχούν σε συμβολικές διευθύνσεις του Διαδικτύου.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Πρωτόκολλο Ελέγχου Μεταφοράς/Πρωτόκολλο Διαδικτύου (*TCP/IP*), επίπεδο πρόσβασης δικτύου, επίπεδο Διαδικτύου, επίπεδο μεταφοράς, επίπεδο εφαρμογής, πρωτόκολλα εφαρμογής: εξομοίωσης τερματικού (*telnet*), μεταφοράς αρχείων (*FTP*), μεταφοράς απλού ταχυδρομείου (*SMTP*), υπηρεσίες καταλόγου, πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου (*HTTP*), δεσμός, γλώσσα μορφοποίησης υπερκειμένου (*HTML*).



Μάθημα 1.8: Λειτουργία του Διαδικτύου

Όπως αναφέρθηκε, το πρότυπο αναφοράς *TCP/IP* αποτελείται από δύο ξεχωριστά πρωτόκολλα: το **πρωτόκολλο ελέγχου μεταφοράς (*TCP*)** και το **πρωτόκολλο Διαδικτύου (*IP*)**. Συνοπτικά, η λειτουργία του κάθε πρωτοκόλλου συνίσταται στα ακόλουθα:

Το *IP* θεωρείται ένα από τα θεμελιακά στοιχεία στην επικοινωνία μεταξύ υπολογιστών του Διαδικτύου, αφού έχει την ευθύνη της δρομολόγησης των πακέτων που μεταδίδονται. Η δρομολόγηση γίνεται μέσα από τα διάφορα δίκτυα και τις ποικίλες πλατφόρμες διασύνδεσης, σύμφωνα πάντα με ορισμένους κανόνες που έχουν πλέον τυποποιηθεί. Το *IP* συνδυάζεται συχνότερα με το πρωτόκολλο *TCP* (*TCP/IP*) και ορισμένες μόνο φορές με το πρωτόκολλο *UDP* (*UDP/IP*). Οι λόγοι αυτοί θα αναλυθούν στη συνέχεια.

Το *IP*, αν και έχει την ευθύνη για τη δρομολόγηση, δεν μπορεί να εγγυηθεί ότι θα παραδώσει όλα τα πακέτα δεδομένων στον προορισμό τους ή ότι θα τα παραδώσει με τη σωστή σειρά. Την εξασφάλιση των παραπάνω την αναλαμβάνει το πρωτόκολλο *TCP*, το οποίο λειτουργεί πάνω από το *IP* και με τους κανόνες του μπορεί να εγγυηθεί την αξιόπιστη σύνδεση μεταξύ των συστημάτων, δημιουργώντας την αίσθηση ότι επικοινωνούν μέσω ενός ιδεατού κυκλώματος. Το *TCP* παρέχει μια σειρά από λειτουργίες μεταφοράς δεδομένων που επιβεβαιώνουν ότι ο αριθμός των χαρακτήρων του αποστολέα έχει παραληφθεί σωστά από τον παραλήπτη. Αντίθετα, το *UDP* χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις που η αξιόπιστη μεταφορά των δεδομένων δεν κρίνεται απαραίτητη ή όταν υπάρχουν δυσκολίες στη μετάδοση, όπως, για παράδειγμα, είναι η μετάδοση ήχου, κινούμενης εικόνας ή βίντεο σε πραγματικό χρόνο κτλ.

1.8.1 Αρχές διευθυνσιοδότησης

Σε κάθε κόμβο του Διαδικτύου έχει εκχωρηθεί μια μοναδική διεύθυνση, η οποία τον διαφοροποιεί από τους υπόλοιπους κόμβους. Η διεύθυνση αυτή ονομάζεται **διεύθυνση *IP*** και αποτελείται από τέσσερις ακέριους αριθμούς οι οποίοι διαχωρίζονται με τελείες. Κάθε συστατικός αριθμός μιας διεύθυνσης *IP* μπορεί να πάρει τιμές από 0 έως 255. Για παράδειγμα, το σύστημα που φιλοξενεί τις σελίδες του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου έχει *IP* διεύθυνση 194. 177. 193. 129, το Ελληνικό Κοινοβούλιο έχει διεύθυνση 143. 233. 103. 200, ενώ οι σελίδες του ΟΗΕ φιλοξενούνται στο σύστημα με διεύθυνση 157. 150. 195. 19.

Το πρόβλημα με τις αριθμητικές διευθύνσεις *IP* είναι ότι είναι δύσκολο να απομνημονευτούν. Γι' αυτό έχει αναπτυχθεί το **Σύστημα Ονομασίας Περιοχών (*DNS: Domain Name System*)**, μέσω του οποίου μπορεί, εναλλακτικά, να αντιστοιχιστεί μια αριθμητική διεύθυνση *IP* με μία ή περισσότερες ισοδύναμες συμβολικές διευθύνσεις. Οι συμ-



Στο *IP* έχουν θεσπιστεί ορισμένοι αποτελεσματικοί κανόνες δρομολόγησης κυκλοφορίας, οι οποίοι επιτρέπουν τη μεταφορά πακέτων μέσω των δικτύων, χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζει ο αποστολέας τίποτε άλλο πέρα από τη διεύθυνση του παραλήπτη. Όπως δηλαδή συμβαίνει και με τις μεταφορικές εταιρείες, όπου ο αποστολέας γράφει απλώς τη διεύθυνση του παραλήπτη στο δέμα και το παραδίδει προς μεταφορά. Πώς και μέσω ποιας διαδρομής θα φτάσει το δέμα στον προορισμό του είναι θέματα για τα οποία ο αποστολέας δεν είναι ανάγκη να γνωρίζει το παραμικρό.

βολικές αυτές διευθύνσεις είναι, κατά κανόνα, πιο εύχρηστες και μπορεί να τις συγκρατεί κάποιος ευκολότερα στη μνήμη του. Φυσικά, είναι δυνατόν να συμβαίνει και το αντίστροφο, δηλαδή να αντιστοιχιστεί μια συμβολική διεύθυνση με μία μόνο αριθμητική διεύθυνση.

Παράδειγμα I

- ✓ Είναι πιο δύσκολο να θυμηθεί κάποιος ότι τις σελίδες του Ελληνικού Κοινοβουλίου μπορούμε να τις βρούμε στο σύστημα 143. 233. 103. 200 και πιο εύκολο να θυμηθεί το σύστημα *www.parliament.gr*. Το όνομα *parliament* είναι το όνομα του υπολογιστή ο οποίος ανήκει στην περιοχή *.gr*.
- ✓ Το *DNS* που αντιστοιχεί στην *IP* διεύθυνση 194. 177. 193. 129 του Παιδαγωγικού Ινστιτούτου είναι *www.pi-schools.gr*. Το όνομα *pi-schools* είναι το όνομα του υπολογιστή που ανήκει στην περιοχή *.gr*.

Η ιδέα πάνω στην οποία βασίζεται το *DNS* είναι πολύ απλή. Το Διαδίκτυο έχει χωριστεί σε διάφορες περιοχές. Οι περιοχές του αρχικού διαμοιρασμού αντιστοιχούν είτε σε κάποια χώρα είτε σε κάποιο είδος οργανισμού.

Η ονοματολογία των υπολογιστών στο Διαδίκτυο καθορίζεται από το διεθνή οργανισμό *Internet Ad Hoc Committee* (*www.iahc.org*). Ο οργανισμός αυτός έχει θέσει κανόνες σύμφωνα με τους οποίους από το όνομα του φορέα του Διαδικτύου θα μπορεί κάποιος να αντιληφθεί το είδος του οργανισμού ή τη χώρα στην οποία ανήκει.

Ένδειξη του είδους του οργανισμού

- .com* αντιστοιχεί σε εμπορικό οργανισμό.
- .org* αντιστοιχεί σε μη κερδοσκοπικό οργανισμό.
- .edu* αντιστοιχεί σε οργανισμό έρευνας και επιμόρφωσης.
- .gov* αντιστοιχεί σε κυβερνητικό οργανισμό.
- .mil* αντιστοιχεί σε στρατιωτικό οργανισμό.
- .int* αντιστοιχεί σε διεθνή οργανισμό.

Ένδειξη της χώρας στην οποία ανήκει ο οργανισμός

- .gr* αντιστοιχεί στην Ελλάδα.
- .au* αντιστοιχεί στην Αυστραλία.
- .uk* αντιστοιχεί στην Αγγλία.
- .tr* αντιστοιχεί στην Τουρκία.

Σε κάθε περιοχή υπάρχουν είτε συστήματα υπολογιστών του Διαδικτύου είτε άλλες υπο-περιοχές σε δενδρική δομή, στις οποίες υπάρχουν τελικά όλα τα συστήματα του Διαδικτύου. Κάθε περιοχή είναι υποχρεωμένη να γνωρίζει τη διεύθυνση για όλα

τα συστήματα που είναι άμεσα συνδεδεμένα με αυτή. Για παράδειγμα, στο σχήμα 1.20 η αριθμητική διεύθυνση *IP* του συστήματος *www.parliament.gr* προκύπτει, αν ερωτηθεί πρώτα η περιοχή *.gr*. Αυτή θα παραπέμψει στην υποπεριοχή *.parliament.gr*, η οποία και θα απαντήσει, καθώς το ζητούμενο σύστημα συνδέεται άμεσα με αυτήν.

Συνοψίζοντας, το *DNS* αποτελείται από μια σειρά ονομάτων χωρισμένων με τελείες. Τα ονόματα αντιστοιχούν στο όνομα κάποιου υπολογιστή και στην ιεραρχία των περιοχών στις οποίες αυτός ανήκει. Κάθε πλήρες όνομα του συστήματος *DNS* αντιστοιχεί σε μία μόνο διεύθυνση *IP*.

Λεπτομερέστερα, η επικοινωνία μεταξύ δύο υπολογιστών που χρησιμοποιούν το μοντέλο αναφοράς *TCP/IP* προσδιορίζεται, από πλευράς διευθυνσιοδότησης, από τα ακόλουθα στοιχεία:

- ✓ Μία μοναδική διεύθυνση για κάθε υπολογιστή που διασυνδέεται στο δίκτυο. Η διεύθυνση *IP* μπορεί να παρομοιαστεί με το μοναδικό αριθμό κλήσης του τηλεφώνου κάποιου συνδρομητή.
- ✓ Η διεύθυνση *IP* αποτελείται από 32 δυαδικά ψηφία χωρισμένα ανά οκτώ με μία τελεία. Ένα παράδειγμα μιας *IP* διεύθυνσης είναι η:

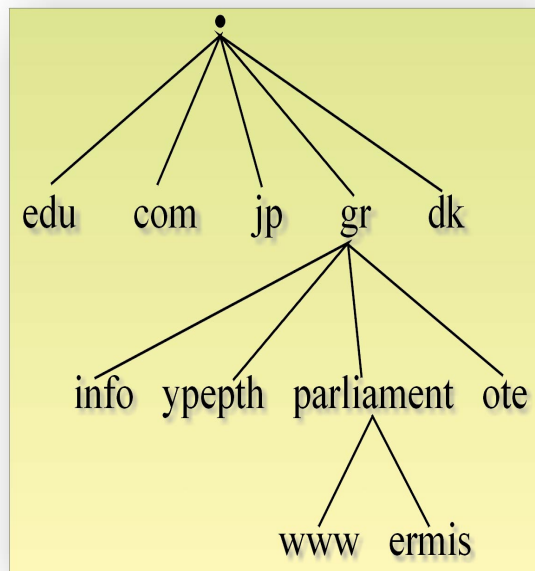
10000001.00100001.00000101.00000100

με αντίστοιχη τιμή στο δεκαδικό σύστημα αρίθμησης τη διεύθυνση:

129.17.5.4

Είναι φανερό ότι οι τιμές που μπορούν να πάρουν οι τέσσερις αριθμοί κυμαίνονται από 0 έως 254 ($=2^8$).

- ✓ Η διεύθυνση *IP* χωρίζεται σε δύο μεταβαλλόμενα μέρη, που χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν τη διεύθυνση του δικτύου (*Netid: Network ID*) και τη διεύθυνση του τοπικού σταθμού εξυπηρέτησης (*Hostid: Host ή local ID*). Ο τοπικός σταθμός εξυπηρέτησης μπορεί να είναι ένας οποιοσδήποτε υπολογιστής που λειτουργεί ως μια πηγή πληροφοριών σε ένα *TCP/IP* δίκτυο.
- ✓ Ο διαχωρισμός του πεδίου των 32 δυαδικών ψηφίων της *IP* διεύθυνσης σε *Netid* και *Hostid* καθορίζεται από τα πρώτα δυαδικά ψηφία της πρώτης οκτάδας. Γενικά, υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες διευθύνσεων που ονομάζονται **IP διευθύνσεις τάξης-A, τάξης-B, τάξης-C και τάξης-D**. Με εξαίρεση την *IP διεύθυνση τάξης-D* που χρησιμοποιείται στη διευθυνσιοδότηση πολλαπλής αποστολής (*multicasting*) σε ομάδα σταθμών εξυπηρέτησης, όλες οι άλλες διευθύνσεις διαχωρίζονται ως εξής:
 - Η *IP διεύθυνση τάξης-A* μπορεί να αριθμήσει μέχρι 128 ($Netid = 2^7$) διαφορετικά δίκτυα και έως 16 εκατομμύρια ($Hostid = 2^{24}$) τοπικούς σταθμούς εξυπηρέτησης.



Σχήμα 1.20: Μερική αναπαράσταση της δένδρικής δομής των περιοχών του Διαδικτύου.

- Η *IP* διεύθυνση τάξης-*B* μπορεί να αριθμήσει μέχρι 16.384 ($Netid = 2^{14}$) διαφορετικά δίκτυα και έως 65.536 ($Hostid = 2^{16}$) τοπικούς σταθμούς εξυπηρέτησης.
- Η *IP* διεύθυνση τάξης-*C* μπορεί να αριθμήσει μέχρι 2,1 εκατομμύρια ($Netid = 2^{21}$) διαφορετικά δίκτυα και έως 256 ($Hostid = 2^8$) τοπικούς σταθμούς εξυπηρέτησης.
- ✓ Μια μοναδική διεύθυνση για κάθε εφαρμογή, που καταχωρίζεται στον κάθε υπολογιστή. Αυτό επιτρέπει στο επίπεδο μεταφοράς να παραδίδει τα δεδομένα στη σωστή εφαρμογή. Οι διευθύνσεις αυτές είναι γνωστές ως **θύρες** (*ports*).

1.8.2 Μετάδοση δεδομένων στο TCP/IP

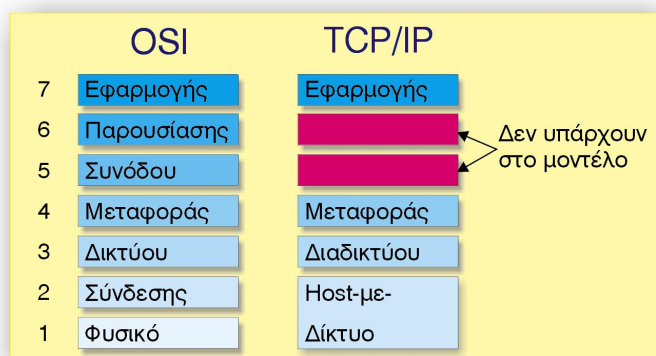
Όπως ήδη αναφέρθηκε, για να επικοινωνήσουν δύο ηλεκτρονικοί υπολογιστές, πρέπει να διαθέτουν την ίδια συστάδα πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Η μετάδοση των δεδομένων στην περίπτωση του μοντέλου αναφοράς *TCP/IP* γίνεται με τον ίδιο ακριβώς

τρόπο όπως και στο πρότυπο των επτά επιπέδων του *OSI* (σχήμα 1.21). Αυτό που αλλάζει είναι ο αριθμός των επιπέδων του μοντέλου *TCP/IP* και, φυσικά, τα πρωτόκολλα του κάθε επιπέδου. Ασφαλώς, και σ' αυτή την περίπτωση η επικοινωνία γίνεται μεταξύ ομότιμων επιπέδων. Τα δεδομένα διατρέχουν διαδοχικά το ένα επίπεδο κατόπιν του άλλου στο ένα σύστημα μέχρι να φτάσουν στο φυσικό επίπεδο και κατόπιν να προωθηθούν μέσω του δικτύου στο άλλο σύστημα και να συνεχίσουν τη ροή τους, μέχρι να φθάσουν στο αντίστοιχο επίπεδο προορισμού τους. Όσον αφορά τα αμέσως γειτονικά επίπεδα, ανάμεσά τους υπάρχει πάντα μια διεπαφή, η οποία καθορίζει τις λειτουργίες και τις υπηρεσίες που προσφέρονται.

Ο ρόλος της συστάδας των πρωτοκόλλων του μοντέλου *TCP/IP* είναι να μεταφέρει με ασφάλεια και ταχύτητα πληροφορίες μεταξύ των χρηστών των ηλε-

κτρονικών υπολογιστών. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, τα δεδομένα υφίστανται κάποια επεξεργασία, η οποία αφορά τη δομή και το περιεχόμενό τους. Η επεξεργασία αυτή πραγματοποιείται καθώς τα δεδομένα διατρέχουν τα επίπεδα του μοντέλου αναφοράς *TCP/IP* και των αντίστοιχων πρωτοκόλλων όταν αυτά φεύγουν από τον αποστολέα, ή όταν λαμβάνονται από τον παραλήπτη.

Ο χρήστης δίνει, μέσω της εφαρμογής που χρησιμοποιεί, τα αρχικά δεδομένα στο επίπεδο εφαρμογής. Το επίπεδο εφαρμογής προσθέτει στα αρχικά δεδομένα μια επικεφαλίδα με τις πληροφορίες ελέγχου, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν μόνο από το επίπεδο εφαρμογής του παραλήπτη, και περνάει τα δεδομένα στο επόμενο επίπεδο μεταφοράς. Εκεί το πρωτόκολλο μεταφοράς μπορεί να χωρίσει τα δεδομένα σε μικρότερα τμήματα. Σε καθένα από αυτά προσθέτει την πληροφορία ελέγχου του πρω-



Σχήμα 1.21: Σχέση επιπέδων και πρωτοκόλλων και μετάδοση δεδομένων στο μοντέλο αναφοράς *TCP/IP*.



τοκόλλου ως επικεφαλίδα, γνωστή και ως **επικεφαλίδα TCP**. Με αυτό τον τρόπο σχηματίζονται τα **πακέτα TCP**. Η επικεφαλίδα περιέχει πληροφορίες για την ανίχνευση των λαθών που μπορεί να προκύψουν στο πακέτο κατά την μετάδοσή του. Ελέγχοντας αυτές τις πληροφορίες το ομότιμο πρωτόκολλο του παραλήπτη γνωρίζει αν το πακέτο μεταδόθηκε σωστά ή όχι. Στη δεύτερη περίπτωση ζητά την επαναμετάδοση του πακέτου. Η επικεφαλίδα περιέχει πληροφορίες αρίθμησης των πακέτων τα οποία αποστέλλονται στον παραλήπτη, ώστε να μπορέσει αυτός να συναρμολογήσει σωστά τα πακέτα, αν αυτά φτάσουν με διαφορετική σειρά. Τέλος, περιέχει πληροφορίες σχετικές με τη θύρα στην οποία πρέπει να παραδοθούν τα δεδομένα.

Τα πακέτα, μέσω του δικτύου, φτάνουν στον παραλήπτη διατρέχοντας μία ή περισσότερες διατάξεις, μέχρι να φτάσουν στον προορισμό τους. Για το λόγο αυτό, το πρωτόκολλο *IP* προσθέτει στα *TCP* πακέτα άλλες πληροφορίες ελέγχου με την επικεφαλίδα *IP*, σχηματίζοντας τα αυτοδύναμα *IP* πακέτα. **Αυτοδύναμο IP πακέτο** ονομάζεται το πακέτο που είναι εφοδιασμένο με την κατάλληλη πληροφορία, ώστε να φτάσει στον προορισμό του. Τα αυτοδύναμα *IP* πακέτα διατρέχουν στη συνέχεια το επίπεδο πρόσβασης δικτύου, όπου εφοδιάζονται με την επικεφαλίδα του αντίστοιχου πρωτοκόλλου, σχηματίζοντας ένα πακέτο πρόσβασης δικτύου. Η επικεφαλίδα αυτή περιέχει πληροφορίες για τη δρομολόγηση του πακέτου στο τοπικό δίκτυο, μέχρι αυτό να βγει στο Διαδίκτυο και να προωθηθεί στον προορισμό του.

1.8.3 Τρόποι διασύνδεσης δικτύων

Στόχος ενός δικτύου είναι η ανταλλαγή πληροφοριών ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα σημεία ανεξαρτήτως της μεταξύ τους απόστασης. Όπως σημειώθηκε στο μάθημα 1.6, κατά τη διάρκεια αυτής της ανταλλαγής προκύπτουν τα εξής προβλήματα:

- ✓ Το γεγονός ότι στα ενσύρματα δίκτυα, όταν το καλώδιο ξεπεράσει ένα ορισμένο μήκος, οι τιμές στις στάθμες της τάσης που αποτελούν χρήσιμη πληροφορία μειώνονται (εξασθένηση σήματος), με αποτέλεσμα η μετάδοση να μην είναι αξιόπιστη.
- ✓ Η ύπαρξη διαφορετικών πρωτοκόλλων καθιστά δύσκολη, αν όχι αδύνατη, την επικοινωνία μεταξύ των δικτύων αυτών.

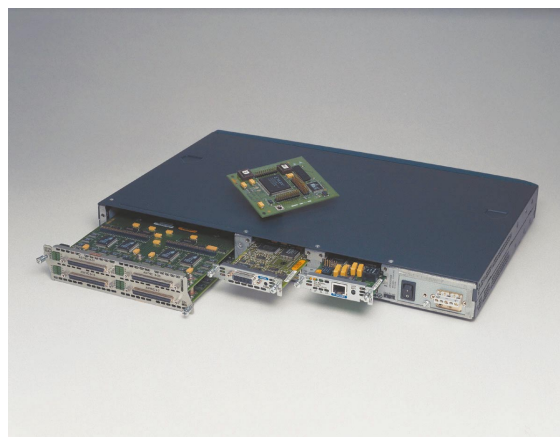
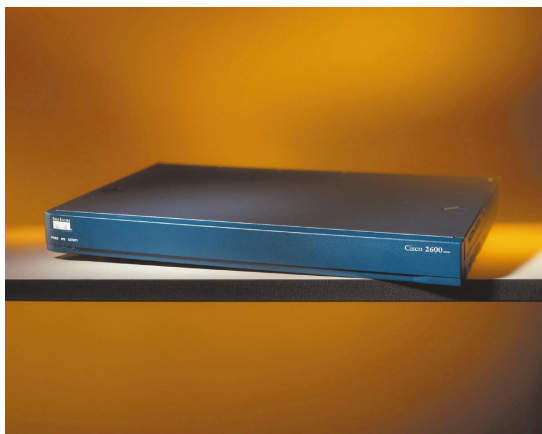
Επομένως, πρέπει να αναζητηθεί ένας τρόπος, ώστε να εξασφαλίζεται η επικοινωνία των δικτύων στη μέγιστη απόσταση που το φυσικό μέσο διασύνδεσης επιτρέπει, καθώς και όταν αυτή πραγματοποιείται μεταξύ δύο ή και περισσότερων διαφορετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Τα παραπάνω προβλήματα δεν είναι τα μοναδικά που ανακύπτουν στη διασύνδεση δικτύων, είναι όμως τα πιο βασικά. Η λύση τους επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ορισμένων διατάξεων, πέραν αυτών που συζητήθηκαν στο μάθημα 1.5, όπως είναι οι γέφυρες, οι πύλες, οι μετατροπείς πρωτοκόλλων, καθώς και οι δρομολογητές. Συνοπτικά, ο διαφορετικός τρόπος λειτουργίας των παραπάνω διατάξεων έχει ως εξής:

- ✓ Η **γέφυρα** λειτουργεί στο επίπεδο σύνδεσης δεδομένων και διαχειρίζεται τη μετάδοση της πληροφορίας μεταξύ δύο ή και περισσότερων τοπικών δικτύων



του ίδιου τύπου πρωτοκόλλου.

- ✓ Η **πύλη** λειτουργεί στο επίπεδο δικτύου και διαχειρίζεται τη μετάδοση της πληροφορίας μεταξύ δύο ή και περισσότερων δικτύων που μπορεί να έχουν διαφορετικό πρωτόκολλο λειτουργίας.
- ✓ Οι **μετατροπείς πρωτοκόλλου** λειτουργούν όπως η πύλη, αλλά στα υπερκείμενα επίπεδα του επιπέδου μεταφοράς.
- ✓ Ο **δρομολογητής** είναι μια ειδική ηλεκτρονική διάταξη, η οποία είναι επιφορτισμένη με τη διαβίβαση των πακέτων δεδομένων στον προορισμό τους (σχήμα 1.22). Χρησιμοποιείται στη διασύνδεση τοπικών δικτύων και ιδιαίτερα σε δίκτυα που χρησιμοποιούν το μοντέλο αναφοράς *TCP/IP*, όπως είναι το Διαδίκτυο. Είναι εφοδιασμένη με σχετικούς πίνακες διευθύνσεων, οι οποίοι τη βοηθούν να οδη-



Σχήμα 1.22: Δρομολογητής

γήσει ένα πακέτο στον προορισμό του. Υπάρχουν πολλά είδη δρομολογητών, οι πιο έξυπνοι από τους οποίους είναι εφοδιασμένοι με πολλά πρωτόκολλα πρόσβασης δικτύου και με δυνατότητες εξυπηρέτησης πολλών ετερογενών δικτύων. Οι υπολογιστές αυτοί δε χρειάζεται να διαθέτουν όλη την οικογένεια πρωτοκόλλων είτε πρόκειται για τα επτά επίπεδα του *OSI* είτε για τα τέσσερα του *TCP/IP*. Η κύρια εργασία τους είναι να στείλουν τα πακέτα στον προορισμό τους, και επομένως πρέπει να διαθέτουν τα πρωτόκολλα του επιπέδου του δικτύου που έχουν έργο τη διαβίβαση των πακέτων.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Κατάτμηση μηνυμάτων, επανασυναρμολόγηση, διεύθυνση *IP*, μονάδα δεδομένων πρωτοκόλλου, σύστημα ονομάτων περιοχής (*DNS*), αυτοδύναμο *IP* πακέτο, διασύνδεση δικτύων, γέφυρα, πύλη, δρομολογητής.



Μάθημα 1.9: Έλεγχος επικοινωνίας – Ασφάλεια

Συχνά υπάρχει η ανάγκη να ελεγχθεί η εγκατάσταση της σύνδεσης με κάποιον άλλον υπολογιστή. Αυτό συμβαίνει ιδιαίτερα στην περίπτωση σύνδεσης κάποιου χρήστη με κάποια ΕΠΥΔ, οπότε τα αντίστοιχα προγράμματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, πλοήγησης στο Διαδίκτυο κτλ. μετά την (επαν)εγκατάστασή τους δε λειτουργούν. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η υπηρεσία *ping* (*Packet INternet Groper*), προκειμένου να ελεγχθεί η επικοινωνία του υπολογιστή με την *IP* διεύθυνση της ΕΠΥΔ, δηλαδή με τη διεύθυνση του υπολογιστή μέσω του οποίου επικοινωνεί με το Διαδίκτυο.

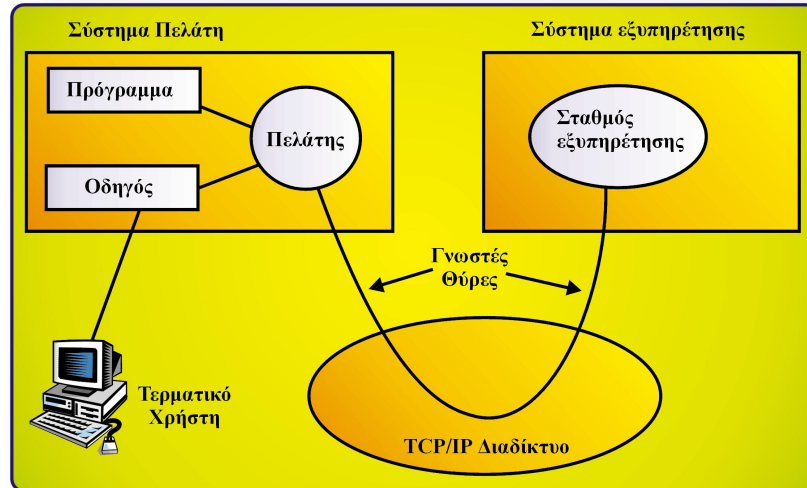
Σημειώνεται εδώ ότι, όπως όλες οι υπηρεσίες Διαδικτύου, έτσι και ο έλεγχος επικοινωνίας (*ping*) στηρίζεται στο πρότυπο πελάτης-εξυπηρέτηση. Επομένως, προκειμένου να γίνει αντιληπτός ο τρόπος με τον οποίο λειτουργούν οι υπηρεσίες, θεωρείται χρήσιμη τόσο η ανάπτυξη του προτύπου όσο και η εφαρμογή του σε κάποια υπηρεσία, όπως είναι αυτή που αναπτύσσεται στο παρόν μάθημα.

1.9.1 Το Πρότυπο Πελάτης – Εξυπηρέτηση

Η βασική αρχή στην οποία στηρίζεται οποιαδήποτε δραστηριότητα του Διαδικτύου συνδέεται με δύο προγράμματα που το ένα ζητά από το άλλο την παροχή κάποιας υπηρεσίας. Τα δύο προγράμματα μπορεί να βρίσκονται στα ίδια, ή διαφορετικά δίκτυα, όπως είναι, για παράδειγμα, δύο διαφορετικά τοπικά δίκτυα, όμως καθένα πρόγραμμα υλοποιείται από ξεχωριστή μονάδα, δηλαδή εκτελείται σε διαφορετικό υπολογιστή του δικτύου, οι οποίοι και επικοινωνούν μεταξύ τους.

Τα περισσότερα δικτυακά προγράμματα υλοποιούνται σύμφωνα με το **πρότυπο πελάτης – εξυπηρέτηση**. Το πρόγραμμα που ζητά την υπηρεσία και συνακόλουθα η μονάδα που το εκτελεί λέγεται **πρόγραμμα και μονάδα πελάτης** ή απλώς **πελάτης**. Αντίστοιχα, το πρόγραμμα και συνακόλουθα η μονάδα που παρέχει την εξυπηρέτηση λέγεται **πρόγραμμα και σταθμός εξυπηρέτησης**. Μια υλοποίηση του προτύπου αυτού φαίνεται στο σχήμα 1.23. Η μονάδα - πελάτης ζητάει να εξυπηρετηθεί στην εκτέλεση μιας συγκεκριμένης εργασίας. Η μονάδα εξυπηρέτησης ενεργοποιείται, ικανοποιεί την αίτηση της πρώτης και πιθανόν να προωθεί σ' αυτήν στοιχεία. Η μονάδα - πελάτης μπορεί να λειτουργεί και ως σταθμός εξυπηρέτησης κάποιας άλλης μονάδας - πελάτη.

Η διαδικασία του πελάτη είναι σχετικά απλή σε σύγκριση με αυτή του σταθμού εξυπηρέτησης. Ο πελάτης βρίσκεται σε επαφή με το χρήστη μέσω μιας μονάδας οδηγών και απευθύνει ένα αίτημα προς το πρόγραμμα εξυπηρέτησης. Το αίτημα διαβιβάζεται μέσω γνωστής θύρας, την οποία παρακολουθεί και ελέγχει μόνο ο σταθμός εξυπηρέτησης. Οι γενικές δραστηριότητες του σταθμού εξυπηρέτησης διαχωρί-



Σχήμα 1.23: Το πρότυπο Πελάτης – Εξυπηρέτηση.

ζονται σύμφωνα με το πρότυπο **αφέντης – σκλάβου**. Αν και το είδος της εφαρμογής παίζει σημαντικό ρόλο στο διαχωρισμό των εργασιών που πρέπει να εκτελεστούν, συνήθως ο αφέντης παραλαμβάνει τα αιτήματα, τα ιεραρχεί και αναθέτει στο σκλάβο την εκτέλεσή τους, περιλαμβάνοντας σ' αυτά και την ανάπτυξη της απόκρισης στον πελάτη.

Αναλυτικότερα:

Οι λειτουργίες τις οποίες εκτελεί ο αφέντης είναι οι εξής:

- ✓ Άνοιγμα γνωστής και σταθερής θύρας για την προώθηση της προσφερόμενης υπηρεσίας.
- ✓ Αναμονή για ένα νέο αίτημα του πελάτη.
- ✓ Τοποθέτηση του αιτήματος του πελάτη στην ουρά αναμονής του σκλάβου.
- ✓ Επιστροφή και αναμονή για ένα νέο αίτημα από τον πελάτη.

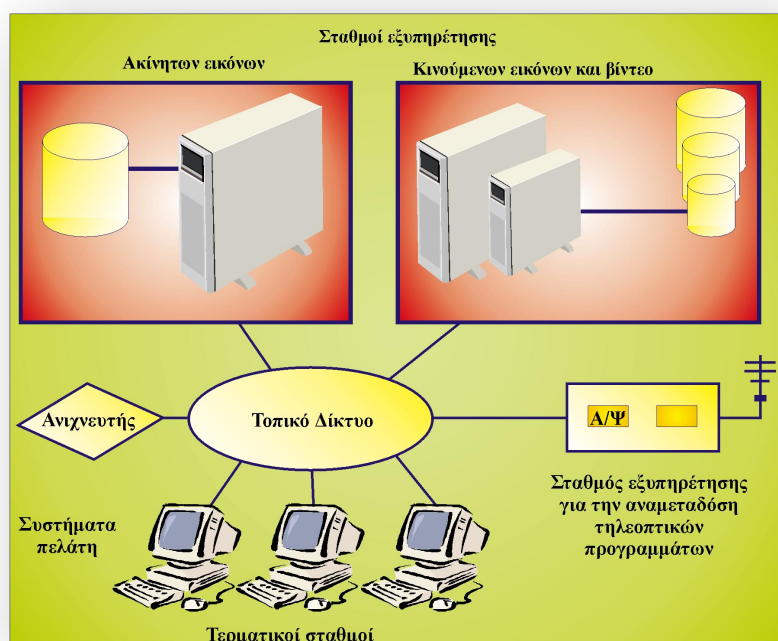
Οι λειτουργίες τις οποίες εκτελεί ο σκλάβος είναι οι εξής:

- ✓ Εκτέλεση της απαιτούμενης εργασίας.
- ✓ Ανάπτυξη και αποστολή μηνυμάτων προς τους πελάτες.

Το πρότυπο αφέντη – σκλάβου παρέχει ασynchρονιστες υπηρεσίες στους χρήστες, δηλαδή η ιεράρχηση των αποκρίσεων δεν είναι απαραίτητο να συμβαδίζει με την ιεράρχηση των αιτημάτων για παροχή υπηρεσιών.

Σημειώνεται ότι, στην απλούστερη των περιπτώσεων, το μοντέλο πελάτη – εξυπηρέτηση για την εκτέλεση μιας εργασίας απαιτεί δύο υπολογιστές οι οποίοι να επικοινωνούν μεταξύ τους. Αυτό απαιτεί και την ύπαρξη μιας δικτυακής υποδομής, η οποία

να βασίζεται σε από κοινού συμφωνημένα πρωτόκολλα επικοινωνιών. Σήμερα, στην τεχνολογία των πολυμέσων, το πρότυπο πελάτης – εξυπηρέτηση εφαρμόζεται ανάλογα. Ο σταθμός εξυπηρέτησης πολυμέσων είναι ένα υπολογιστικό σύστημα το οποίο παρέχει υπηρεσίες πολυμέσων σε άλλα συστήματα που δρουν σαν πολυμεσικές μονάδες πελατών. Οι σταθμοί εξυπηρέτησης συγκεντρώνουν μεγάλη πολυμεσική αποθηκευτική δυνατότητα και παρέχουν πλήθος πολυμεσικών υπηρεσιών. Μπορούν επίσης να λειτουργούν και ως πύλες μεταξύ του τοπικού δικτύου ενός οργανισμού και των εξωτερικών δικτύων με τα οποία συνδέεται (σχήμα 1.24).



Σχήμα 1.24: Παράδειγμα σταθμών εξυπηρέτησης που δέχονται πρόσβαση από τα συστήματα πελατών μέσω ενός τοπικού δικτύου.

1.9.2 Εφαρμογή: Η υπηρεσία ping

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή, η υπηρεσία *ping* ελέγχει αν λειτουργεί σωστά η επικοινωνία μεταξύ του υπολογιστή του πελάτη και του σταθμού εξυπηρέτησης της ΕΠΥΔ, μέσω του *TCP/IP*. Αυτό γίνεται μέσω της εντολής:

Ping IP_address

IP_address είναι η IP διεύθυνση του υπολογιστή με τον οποίο ζητείται η σύνδεση. Για παράδειγμα, ένας χρήστης πελάτη της ΕΠΥΔ ΟΤΕnet μπορεί να ελέγξει την επικοινωνία

ωνία του με το σταθμό εξυπηρέτησης που έχει *IP* διεύθυνση 195.170.0.2 δίνοντας την εντολή:

Ping 195.170.0.2

Η εκτέλεση της εντολής:

ping *IP_address*

μπορεί να επιστρέψει ένα μήνυμα της μορφής:

Pinging *IP_address* with *XX* bytes of data

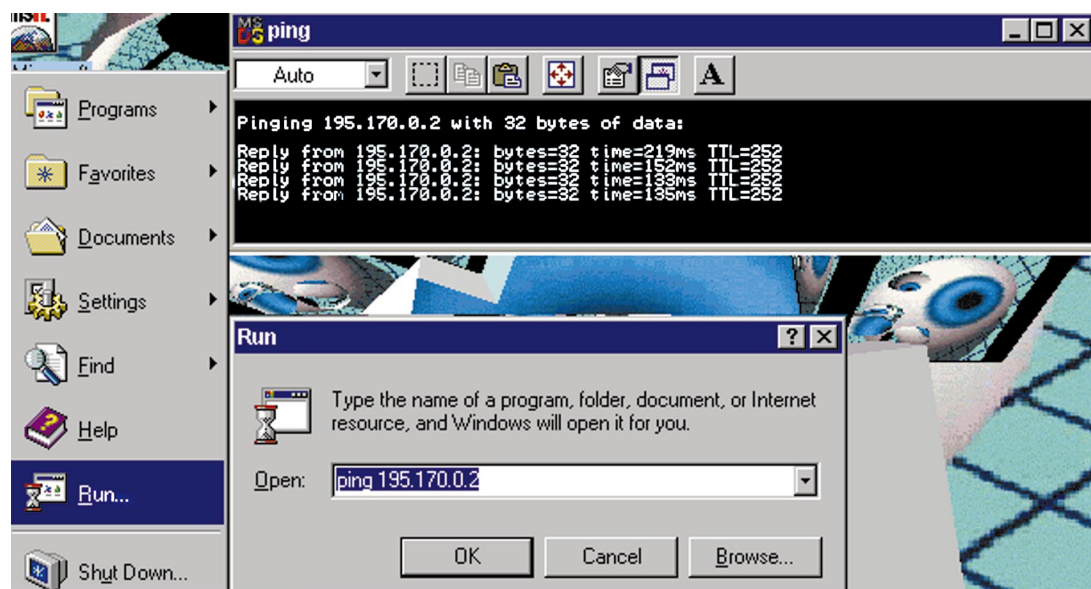
Reply from *IP address* bytes=*XX* time =*XXX*ms TTL=*XXX*

Reply from *IP address* bytes=*XX* time =*XXX*ms TTL=*XXX*

Reply from *IP address* bytes=*XX* time =*XXX*ms TTL=*XXX*

Reply from *IP address* bytes=*XX* time =*XXX*ms TTL=*XXX*

όπου *IP_address* είναι η διεύθυνση του σταθμού εξυπηρέτησης με τον οποίο ζητείται η επικοινωνία και *X* είναι ένας φυσικός αριθμός. Για παράδειγμα, αν ο έλεγχος επικοινωνίας με τον σταθμό εξυπηρέτησης της *OTEnet* εμφανίσει στην οθόνη το μήνυμα (σχήμα 1.25):



Σχήμα 1.25: Εμφάνιση μηνύματος επιτυχημένης επικοινωνίας με το σταθμό εξυπηρέτησης της OTEnet.



Pinging 195.170.0.2 with 32 bytes of data

Reply from 195.170.0.2 bytes=32 time=189ms TTL=253

Reply from 195.170.0.2 bytes=32 time=117ms TTL=253

Reply from 195.170.0.2 bytes=32 time=121ms TTL=253

Reply from 195.170.0.2 bytes=32 time=115ms TTL=253

τότε σημαίνει πως η επικοινωνία με το συγκεκριμένο υπολογιστή λειτουργεί κανονικά και πως το πρόβλημα θα πρέπει να αναζητηθεί αλλού.

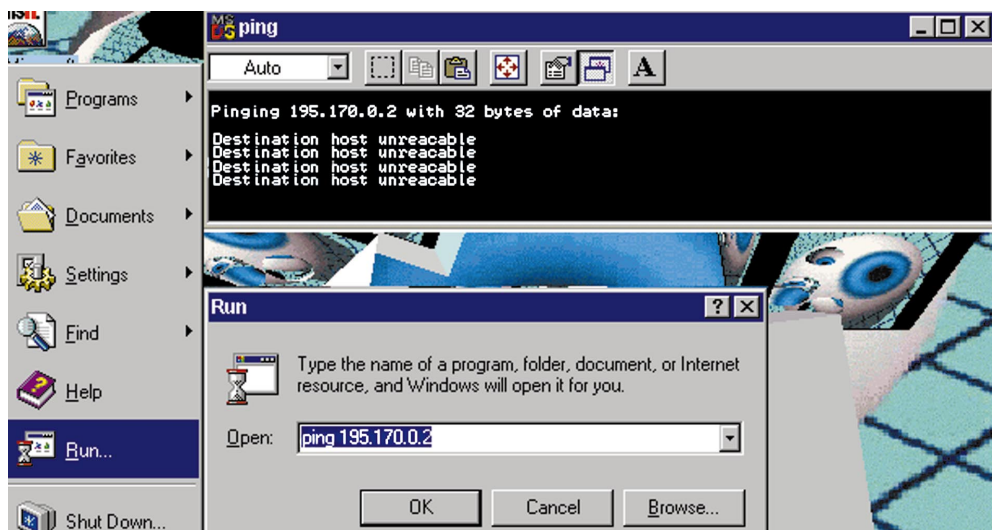
Αν μετά την εκτέλεση της εντολής *ping* εμφανιστεί το μήνυμα (σχήμα 1.26):

Destination host unreachable

τότε θα πρέπει να επικοινωνήσετε με την ΕΠΥΔ στην οποία είστε συνδρομητής για να λύσετε το πρόβλημα.

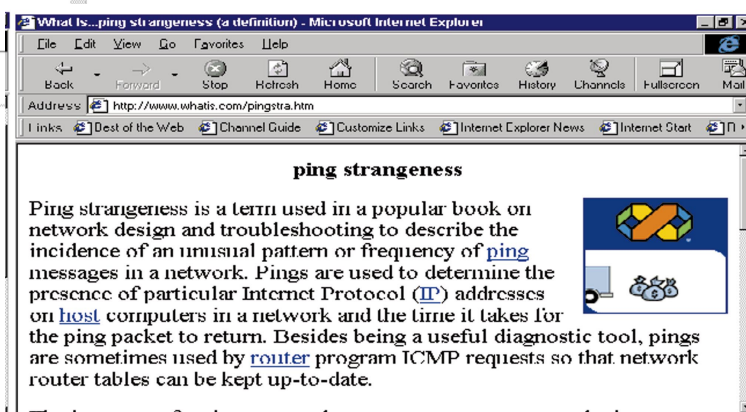
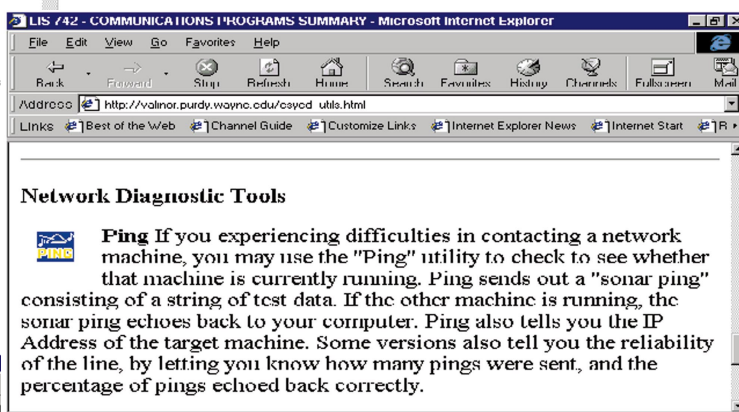
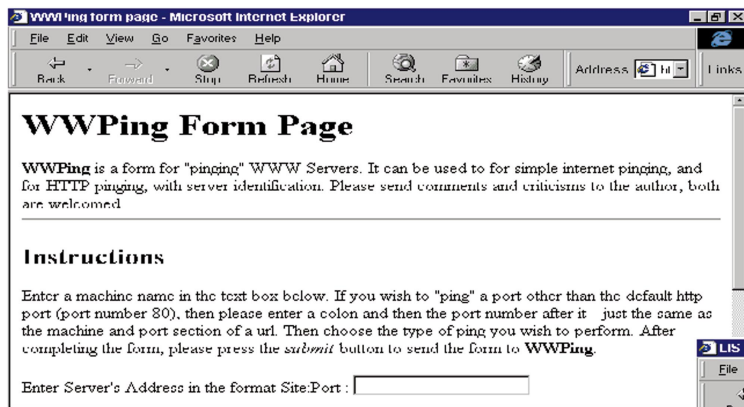


Η υπηρεσία *ping* χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της επικοινωνίας όχι μόνο με τον σταθμό εξυπηρέτησης της εταιρείας παροχής υπηρεσιών και το πρωτόκολλο TCP/IP, αλλά και με οποιονδήποτε άλλο σταθμό εξυπηρέτησης ή υπολογιστή, καθώς επίσης και με οποιονδήποτε άλλο αντίστοιχο πρωτόκολλο, όπως για παράδειγμα το UDP.

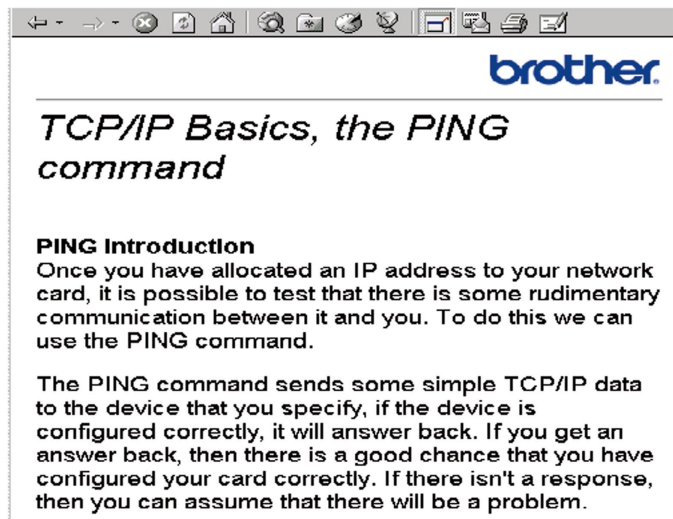


Σχήμα 1.26: Εμφάνιση μηνύματος αποτυχημένης προσπάθειας επικοινωνίας με το σταθμό εξυπηρέτησης της OTEnet.

Όπως και στις προηγούμενες υπηρεσίες, έτσι και σ' αυτήν ο τρόπος λειτουργίας είναι ο ίδιος. Πληροφορίες μπορεί κάποιος να αναζητήσει μέσα από τις ιστοσελίδες του Διαδικτύου, όπως άλλωστε φαίνεται και από τα παρακάτω σχήματα (σχήματα 1.27 και 1.28).



Σχήμα 1.27: Αναζήτηση πληροφοριών για την υπηρεσία ping στο Διαδίκτυο

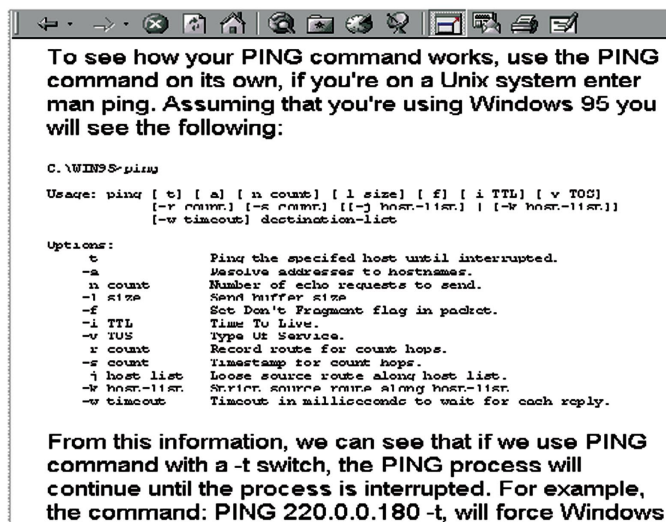


TCP/IP Basics, the PING command

PING Introduction

Once you have allocated an IP address to your network card, it is possible to test that there is some rudimentary communication between it and you. To do this we can use the PING command.

The PING command sends some simple TCP/IP data to the device that you specify, if the device is configured correctly, it will answer back. If you get an answer back, then there is a good chance that you have configured your card correctly. If there isn't a response, then you can assume that there will be a problem.



To see how your PING command works, use the PING command on its own, if you're on a Unix system enter man ping. Assuming that you're using Windows 95 you will see the following:

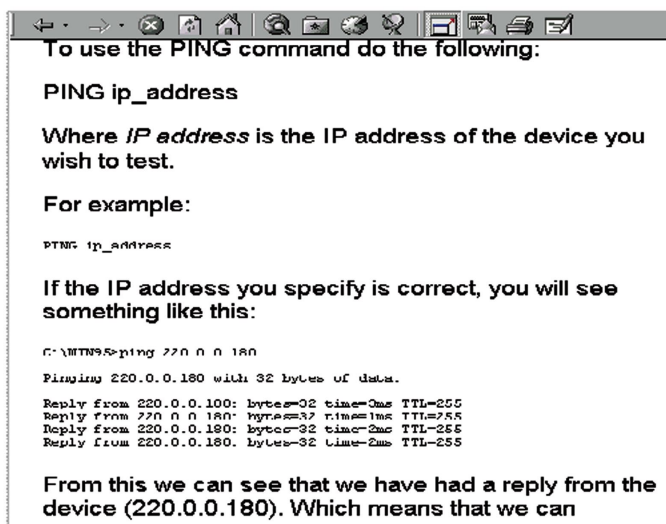
```
C:\WIN95>ping
```

Usage: ping [t] [a] [n count] [l size] [f] [i TTL] [v TOS]
[-r count] [-s count] [[-j] host-list] [[-k] host-list]
[-w timeout] destination-list

Options:

-t	Ping the specified host until interrupted.
-a	Resolve addresses to hostnames.
-n count	Number of echo requests to send.
-l size	Send buffer size.
-f	Set Don't Fragment flag in packet.
-i TTL	Time To Live.
-v TOS	Type of Service.
-r count	Record route for count hops.
-s count	Timestamp for count hops.
-j host-list	Loose source route along host list.
-k host-list	Strict source route along host-list.
-w timeout	Timeout in milliseconds to wait for each reply.

From this information, we can see that if we use PING command with a -t switch, the PING process will continue until the process is interrupted. For example, the command: PING 220.0.0.180 -t, will force Windows



To use the PING command do the following:

PING ip_address

Where IP address is the IP address of the device you wish to test.

For example:

```
PING ip_address
```

If the IP address you specify is correct, you will see something like this:

```
C:\WIN95>ping 220.0.0.180
```

```
Pinging 220.0.0.180 with 32 bytes of data:
```

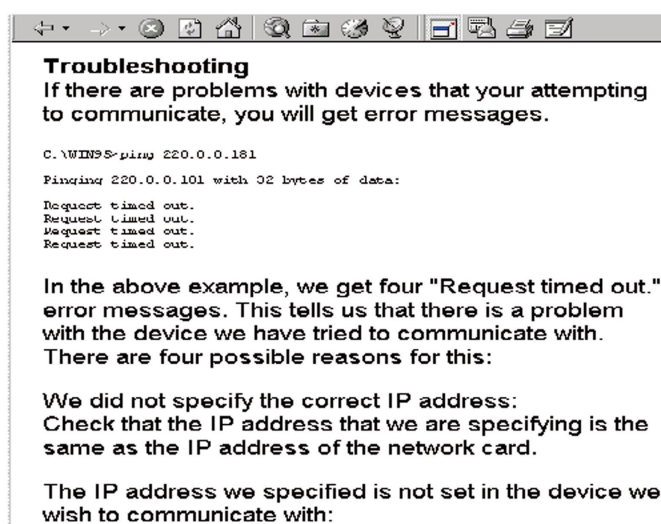
```
Reply from 220.0.0.100: bytes=32 time=0ms TTL=255
```

```
Reply from 220.0.0.180: bytes=32 time=1ms TTL=255
```

```
Reply from 220.0.0.180: bytes=32 time=2ms TTL=255
```

```
Reply from 220.0.0.180: bytes=32 time=2ms TTL=255
```

From this we can see that we have had a reply from the device (220.0.0.180). Which means that we can



Troubleshooting

If there are problems with devices that your attempting to communicate, you will get error messages.

```
C:\WIN95>ping 220.0.0.181
```

```
Pinging 220.0.0.101 with 32 bytes of data:
```

```
Request timed out.
```

```
Request timed out.
```

```
Request timed out.
```

```
Request timed out.
```

In the above example, we get four "Request timed out." error messages. This tells us that there is a problem with the device we have tried to communicate with. There are four possible reasons for this:

We did not specify the correct IP address:
Check that the IP address that we are specifying is the same as the IP address of the network card.

The IP address we specified is not set in the device we wish to communicate with:

Σχήμα 1.28: Οδηγίες χρήσης της υπηρεσίας ping από τις ιστοσελίδες του Διαδικτύου

1.9.3 Ασφάλεια

Οι οργανισμοί χρειάζονται ένα ενιαίο δίκτυο, προκειμένου οι χρήστες να έχουν πρόσβαση σε όλες τις εφαρμογές και τις πηγές των πληροφοριών που χρειάζονται. Φυσικά, αυτό δε σημαίνει ότι ο κάθε χρήστης πρέπει απαραίτητα να έχει πρόσβαση σε οποιοδήποτε σύστημα. Στην πράξη εφαρμόζονται συχνά, ιδιαίτερα για λόγους ασφάλειας, περιοριστικές πολιτικές πρόσβασης σε κρίσιμες εφαρμογές και ιδιαίτερης σημασίας αρχεία. Όμως, το γεγονός αυτό, δεν αναιρεί την απαίτηση άμεσης και εύκολης πρόσβασης των χρηστών στις ηλεκτρονικής μορφής πληροφορίες που βρί-



σκονται διαθέσιμες στα υπολογιστικά συστήματα κάποιου οργανισμού, από οποιαδήποτε φυσική θέση των εγκαταστάσεών του. Κατά συνέπεια, απαιτείται η ύπαρξη ενός τοπικού δικτύου που να διατρέχει όλο τον οργανισμό, ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση και η επικοινωνία μεταξύ οποιωνδήποτε χρηστών, ανεξάρτητα από την εφαρμογή ή τον τύπο του υπολογιστικού συστήματος που βρίσκεται στο δίκτυο.

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας έχουν ως έργο να προστατεύουν τα μηνύματα από παρεμβολές, από υποκλοπές και από ο,τιδήποτε θα μπορούσε να επηρεάζει την ορθότητά τους. Τα τελευταία χρόνια, έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές για τη διασφάλιση της μεταφοράς των δεδομένων. Η ανάπτυξη αυτών των μεθόδων ξεφεύγει από τους σκοπούς του βιβλίου αυτού, όμως ενδέχεται να μας απασχολήσει σε άλλα, πιο εξειδικευμένα, μαθήματα.



Λέξεις που πρέπει να θυμάσαι

Πρότυπο πελάτης - εξυπηρέτηση, υπηρεσία *ping*, ασφάλεια μετάδοσης.



Ανακεφαλαίωση



Όπως είναι γνωστό, η ανάπτυξη των τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών δημιούργησε τις προϋποθέσεις για την προώθηση και την παραπέρα εξέλιξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Το γεγονός αυτό συνέβαλε αποφασιστικά τόσο στην ανάπτυξη των τεχνολογιών διασύνδεσής τους, όσο και στην επέκταση των υπηρεσιών που αυτές προσφέρουν. Αποτέλεσμα των παραπάνω ήταν η μετεξέλιξη των παλαιών και η ανάπτυξη νέων δικτυακών εφαρμογών, με στόχο την αξιόπιστη και γρήγορη ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των χρηστών που επικοινωνούν.

Ένα δίκτυο υπολογιστών αποτελείται από τα στοιχεία που επικοινωνούν μεταξύ τους (κόμβοι), το υλικό που τα στοιχεία αυτά ανταλλάσσουν (πληροφορίες), καθώς και τις γραμμές επικοινωνίας μέσω των οποίων διακινείται η πληροφορία (σύνδεσμοι). Στο κεφάλαιο αυτό εξετάστηκαν με κάθε λεπτομέρεια όλα τα δομικά στοιχεία που απαρτίζουν ένα δίκτυο υπολογιστών, όπως είναι οι κόμβοι, τα φυσικά μέσα μετάδοσης που χρησιμοποιεί και οι διατάξεις διασύνδεσης. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην κατηγοριοποίηση των δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών σύμφωνα με ορισμένα καίρια χαρακτηριστικά τους, όπως είναι το μέσο μετάδοσης, το είδος της σύνδεσης, η γεωγραφική κάλυψη, το είδος της τοπολογίας και τέλος η τεχνολογία του δικτύου.

Από την ανάλυση της έννοιας και των ειδών της μεταγωγής αναδείχτηκε ο διαχρονικός και σημαντικός ρόλος της στην ανάπτυξη των δικτύων δεδομένων και ειδικότερα στο Διαδίκτυο. Περιγράφηκαν τα δομικά χαρακτηριστικά του Διαδικτύου και οι υπηρεσίες που αυτό προσφέρει, με στόχο την διάδοση της χρησιμότητάς του. Αναλύθηκε η αρχιτεκτονική και η λειτουργία του και περιγράφηκε το μοντέλο αναφοράς *TCP/IP* στο οποίο στηρίζεται. Τέλος αναφέρθηκαν μια σειρά από θέματα που αφορούν το μοντέλο πελάτης - εξυπηρέτησης, στο οποίο στηρίζεται η λειτουργία των υπηρεσιών που προσφέρονται στο Διαδίκτυο, και δόθηκε ως παράδειγμα η υπηρεσία *ping*.



Ερωτήσεις

1. Ποιοι είναι οι λόγοι που οδήγησαν στην αλματώδη ανάπτυξη των δικτύων ηλεκτρονικών υπολογιστών;
2. Ποια είναι τα δομικά στοιχεία ενός δικτύου ηλεκτρονικών υπολογιστών;
3. Πώς ταξινομούνται τα δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών και ποια είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά επάνω στα οποία βασίζεται αυτή η ταξινόμηση;
4. Τι είναι η μεταγωγή και ποια είναι τα είδη της; Δώστε συγκριτικά πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα της κάθε περίπτωσης.
5. Ποιες είναι οι κυριότερες υπηρεσίες που βρίσκουν σήμερα εφαρμογή στα δίκτυα ηλεκτρονικών υπολογιστών;
6. Τι είναι πρωτόκολλο επικοινωνίας και ποιος ο ρόλος του στην αξιόπιστη γρήγορη και ασφαλή μεταφορά δεδομένων;
7. Περιγράψτε με συντομία τις βασικές συσκευές επικοινωνίας ενός δικτύου υπολογιστών.
8. Ποια είναι τα συμπεράσματα που μπορείτε να βγάλετε από τη μέχρι σήμερα χρήση του Διαδικτύου;
9. Ποια τα δομικά στοιχεία του Διαδικτύου και ποια τα κύρια χαρακτηριστικά τους;
10. Ποιες είναι οι βασικές υπηρεσίες που προσφέρει το Διαδίκτυο και ποια τα πρωτόκολλα που τις υποστηρίζουν;
11. Τι γνωρίζετε για τη διάρθρωση των επιπέδων του μοντέλου αναφοράς *TCP/IP*;
12. Ποια πρωτόκολλα επικοινωνίας του μοντέλου αναφοράς *TCP/IP* γνωρίζετε και σε ποιο επίπεδο αντιστοιχεί το καθένα;
13. Πώς γίνεται η μετάδοση δεδομένων στο *TCP/IP*;
14. Πώς επιτυγχάνεται η διευθυνσιοδότηση στο Διαδίκτυο;
15. Πώς επιτυγχάνεται η διασύνδεση δικτύων και ποιες είναι οι βασικές συσκευές διασύνδεσής τους;
16. Πώς λειτουργεί το μοντέλο πελάτης - εξυπηρέτησης;
17. Τι γνωρίζετε για την υπηρεσία *ping*;



Βιβλιογραφία



1. Αλεξόπουλος Α., Λαγογιάνης Γ., *Τηλεπικοινωνίες και Δίκτυα Υπολογιστών*, 1997.
2. Bertsekas D. and R. Gallager, *Data Networks*, Prentice-Hall, New Jersey, 1996.
3. Cvetkovic S., notes in *Analysis and Design of Computer Networks*, University of Sheffield, UK, 1996.
4. Drefler F., *Using Networks*, QUE, 1998.
5. Drefler F., Freed L., *How Networks Works*, QUE, 1998.
6. Halsall F., *Data Communications, Computer Networks and Open Systems*, 4th edition, Addison-Wesley, 1996.
7. Πομπόρτσος Α. Σ., *Τοπικά Δίκτυα Υπολογιστών*, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 1990.
8. Σχολικό βιβλίο Α', Β', Γ' Ενιαίου Λυκείου ΟΕΔΒ, *Εφαρμογές Πληροφορικής – Υπολογιστών*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 1998
9. Rozell E., Pablo M., *MSCE TestPrep: TCP/IP*, 2nd edition, New Riders, 1999.
10. Smythe C., notes in *Computer & Data Networks: Advanced Networks and Internetworking*, University of Sheffield, UK, 1995.
11. Smythe C., notes in *Computer & Data Networks: OSI and LANs*, University of Sheffield, UK, 1995.
12. Stallings W., *Local and Metropolitan Area Networks*, 5th edition, Prentice Hall, 1997.
13. Stallings W., *Data and Computer Communications*, Macmillan Publishing Company, 2nd edition, 1990.
14. Tanenbaum S. A., *Computer Networks*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1996.
15. Σχολικό βιβλίο ΤΕΕ 1ου και 2ου Κύκλου, Τομέας Πληροφορικής - Δικτύων Η/Υ, *Μετάδοση Δεδομένων και Δίκτυα Υπολογιστών Ι και ΙΙ*, Παιδαγωγικό Ινστιτούτο, 2000, Αθήνα.



Διευθύνσεις Διαδικτύου

1. <http://www.ieee.org>
2. <http://www.isoc.org/internet-history/cerf.html>
3. <http://www0.delphi.com/navnet/faq/history.html>
4. <http://www.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/>
5. <http://www.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html#1990s>
6. http://www.scis.nova.edu/~raciti/frame_1.html
7. <http://www.iso.ch/>
8. <http://www.elot.gr>
9. <http://www.itu.int/>
10. http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/osi_prot.htm
11. <http://www.cisco.com/warp/public/535/4.html>
12. http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/ibmsna.htm
13. http://www.cisco.com/univercd/cc/td/doc/cisintwk/ito_doc/xns.htm
14. http://aol.pcwebopedia.com/TERM/c/circuit_switching.html
15. <http://www.vislab.usyd.edu.au/photonics/networks/networks/network5.html>
16. http://ce597n.www.ecn.purdue.edu/~gavilan/costa/Internet/Operation/packet_switching.whtml
17. <http://lamar.colostate.edu/~mrchips/ecc/Network2.htm>