

**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ****ΤΟ ΥΛΙΚΟ ΤΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ**

<b>3.1</b>	<b>Η αρχιτεκτονική του υπολογιστή . . . . .</b>	<b>81</b>
<b>3.2</b>	<b>Το κεντρικό μέρος του υπολογιστή . . . . .</b>	<b>83</b>
3.2.1	Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ) . . . . .	83
3.2.2	Η κεντρική μνήμη . . . . .	85
3.2.3	Η μονάδα Εισόδου / Εξόδου . . . . .	88
3.2.4	Ο δίαυλος επικοινωνίας . . . . .	88
<b>3.3</b>	<b>Το περιφερειακό μέρος του υπολογιστή . . . . .</b>	<b>89</b>
3.3.1	Πληκτρολόγιο . . . . .	89
3.3.2	Ποντίκι . . . . .	90
3.3.3	Οθόνη . . . . .	91
3.3.4	Εκτυπωτές . . . . .	93
3.3.5	Περιφερειακή μνήμη . . . . .	94
3.3.6	Μόντεμ . . . . .	98
3.3.7	Σαρωτής . . . . .	99
3.3.8	Σχεδιογράφος . . . . .	99
3.3.9	Φωτογραφίδα . . . . .	100
3.3.10	Άλλες περιφερειακές συσκευές . . . . .	100
<b>3.4</b>	<b>Διασύνδεση υπολογιστών . . . . .</b>	<b>100</b>
	<b>Ανακεφαλαίωση . . . . .</b>	<b>103</b>
	<b>Ερωτήσεις . . . . .</b>	<b>103</b>
	<b>Γλωσσάριο . . . . .</b>	<b>106</b>
	<b>Ενδιαφέρουσες και χρήσιμες διευθύνσεις του Διαδικτύου . . . .</b>	<b>107</b>
	<b>Βιβλιογραφία . . . . .</b>	<b>107</b>

Ο σκοπός αυτού του κεφαλαίου είναι να περιγράψει τα μέρη ενός «απλού» υπολογιστή και τον τρόπο διασύνδεσής τους. Η κατανόηση της δομής του υπολογιστή και των χαρακτηριστικών κάθε δομικού στοιχείου του θα μας δώσει στη συνέχεια τη δυνατότητα να αντιληφθούμε τον τρόπο λειτουργίας και τον τρόπο αξιοποίησης αυτής της μηχανής.

### 3.1 Η αρχιτεκτονική του υπολογιστή

Όπως συμβαίνει με όλα τα πολύπλοκα συστήματα, στην προσπάθειά μας να τα κατανοήσουμε και να αντιληφθούμε τον τρόπο συμπεριφοράς τους καταφεύγουμε στην παρακάτω μέθοδο:

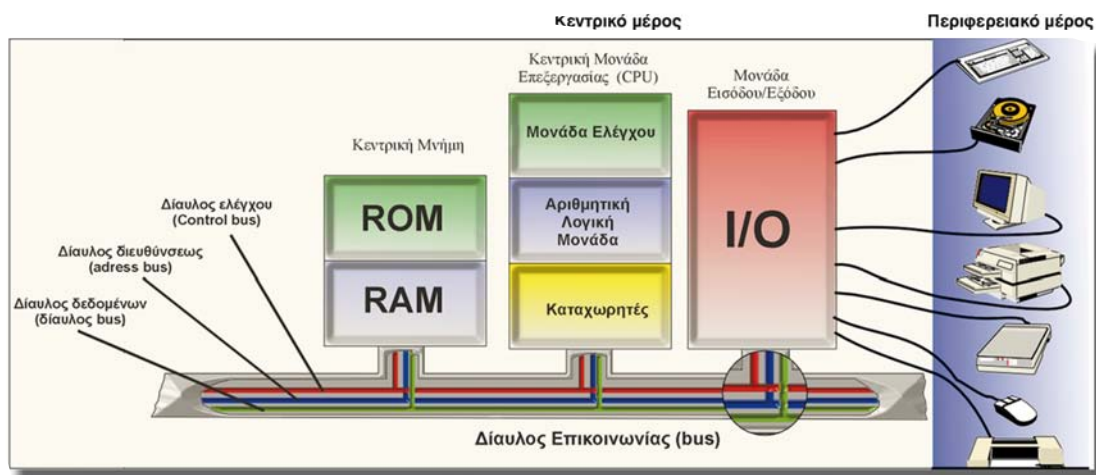
- Διακρίνουμε τα τμήματα που παρουσιάζουν μια σχετική αυτονομία.
- Επισημαίνουμε τον τρόπο διασύνδεσης των τμημάτων του συστήματος.
- Μελετάμε τη συμπεριφορά τους, τον τρόπο αλληλεπίδρασής τους και τη σχέση τους με τα παραγόμενα τελικά αποτελέσματα.

Τη μέθοδο αυτή θα ακολουθήσουμε και στην περίπτωση του υπολογιστή και ειδικότερα για την εξέταση ενός βασικού μέρους του, του υλικού. Το **υλικό** (hardware) αποτελείται από το σύνολο των ηλεκτρονικών τμημάτων που συνθέτουν το υπολογιστικό σύστημα, δηλαδή από τα ηλεκτρονικά κυκλώματα, τις μονάδες δίσκων, τους εκτυπωτές, τις οθόνες, τα πληκτρολόγια, κλπ.

**Υλικό, λοιπόν, είναι οτιδήποτε έχει μια υλική-φυσική υπόσταση σε ένα υπολογιστικό σύστημα.**

Η διάκριση των μερών του υλικού και η περιγραφή του τρόπου διασύνδεσής τους αποτυπώνει τη δομή του υλικού. Η μελέτη της δομής και της συμπεριφοράς του υλικού αποτελεί το αντικείμενο της **αρχιτεκτονικής** του υπολογιστή.

Τα υπολογιστικά συστήματα ταξινομούνται σε γενιές ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής των κυκλωμάτων τους και την αρχιτεκτονική τους. Κάθε γενιά χαρακτηρίζεται επίσης από το είδος της επεξεργασίας και τις γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιούν οι υπολογιστές που ανήκουν σε αυτήν. Εμείς θα αναφερθούμε στα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά της τέταρτης γε-



Σχήμα 3.1 Αρχιτεκτονική υπολογιστικού συστήματος

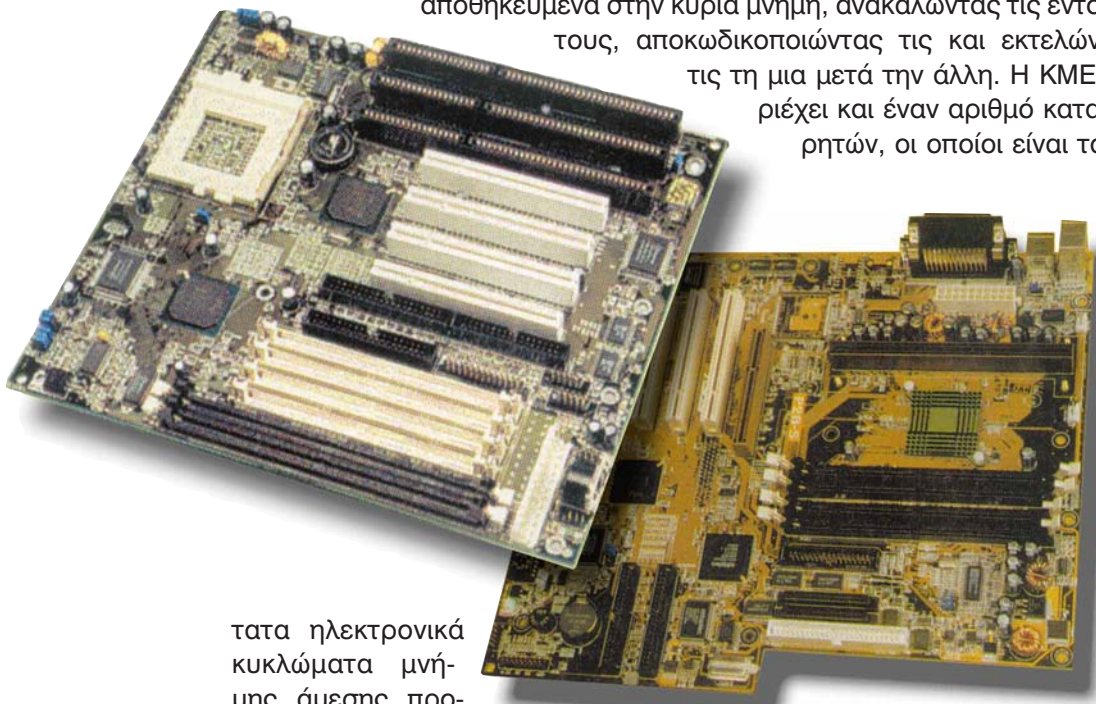
νιάς υπολογιστών και θα εξετάσουμε έναν «απλό» υπολογιστή ως παράδειγμα. Η επιλογή του συγκεκριμένου υπολογιστή γίνεται για εκπαιδευτικούς λόγους. Δεν στοχεύουμε να περιγράψουμε την αρχιτεκτονική του πλέον σύγχρονου υπολογιστή, αλλά να δώσουμε τις αναγκαίες έννοιες, η γνώση των οποίων θα μας επιτρέψει σε επόμενα στάδια των σπουδών μας να κατανοήσουμε και τις συνθετότερες αρχιτεκτονικές.

Στο Σχήμα 3.1 παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική του υπολογιστικού μας συστήματος, στο οποίο διακρίνονται δύο μέρη: το **κεντρικό** και το **περιφερειακό**. Για να συνθέσουμε έναν υπολογιστή απαιτείται οπωσδήποτε το σύνολο του κεντρικού μέρους και επιλεκτικά από το περιφερειακό μέρος όποιες περιφερειακές συσκευές θεωρούμε απαραίτητες για τις ανάγκες μας.

### Κεντρικό μέρος υπολογιστή

Το **κεντρικό μέρος** αποτελείται από:

- α) Την **Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (Central Processing Unit - CPU)**. Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ) είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο και το συντονισμό του κεντρικού και του περιφερειακού μέρους, ώστε να συνεργάζονται αρμονικά για την εκτέλεση των εντολών που είναι καταχωρισμένες στην κεντρική μνήμη. Η ΚΜΕ εκτελεί τα προγράμματα που είναι αποθηκευμένα στην κύρια μνήμη, ανακαλώντας τις εντολές τους, αποκωδικοποιώντας τις και εκτελώντας τις τη μια μετά την άλλη. Η ΚΜΕ περιέχει και έναν αριθμό καταχωρητών, οι οποίοι είναι ταχύ-



τατα ηλεκτρονικά κυκλώματα μνήμης άμεσης προσπέλασης και χρησιμοποιούνται προκειμένου να αποθηκεύσουν δεδομένα, αποτελέσματα ή πληροφορίες ελέγχου.

- β) Την **Κεντρική ή Κύρια Μνήμη (Main Memory)**. Η μονάδα κεντρικής μνήμης χρησιμεύει για την προσωρινή αποθήκευση προγραμμάτων δεδομένων και αποτελεσμάτων κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των προγραμμάτων. Χαρακτηρίζεται από υψηλές ταχύτητες ανάγνωσης και εγγραφής, αλλά μικρή χωρητικότητα.

- γ) Τη **Μονάδα Εισόδου / Εξόδου** (Input / Output Unit - I/O). Η μονάδα εισόδου/εξόδου χρησιμοποιείται για την επικοινωνία του κεντρικού μέρους με τις περιφερειακές συσκευές. Η μονάδα εισόδου διοχετεύει εντολές και δεδομένα στη μνήμη από τις περιφερειακές συσκευές, ενώ η μονάδα εξόδου εκτελεί ακριβώς την αντίθετη λειτουργία: διοχετεύει τα περιεχόμενα της μνήμης στις περιφερειακές συσκευές.
- δ) Το **Δίαυλο Επικοινωνίας** (Bus). Ο δίαυλος επικοινωνίας είναι ένα σύνολο ηλεκτρικών κυκλωμάτων που επιτρέπουν τη μετάδοση ηλεκτρικών σημάτων ανάμεσα στις διάφορες μονάδες του υπολογιστή. Διακρίνεται σε δίαυλο δεδομένων, δίαυλο διευθύνσεων και δίαυλο ελέγχου, που χρησιμοποιούνται αντίστοιχα για τη μεταφορά δεδομένων, διευθύνσεων και στοιχείων ελέγχου μεταξύ των μερών του υπολογιστή.

Το περιφερειακό μέρος αποτελείται από ένα σύνολο περιφερειακών συσκευών για:

- α) την αποθήκευση πληροφοριών και
- β) την επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον -με άλλους χρήστες ή άλλους υπολογιστές.

Στις συσκευές αυτές περιλαμβάνονται πληκτρολόγια, οθόνες, εκτυπωτές, σκληροί δίσκοι, εύκαμπτοι δίσκοι (floppy disks), μονάδες μαγνητικής ταινίας, συσκευές οπτικών δίσκων (CD, DVD, κ.ά.), συστήματα παραγωγής ήχου, κλπ. Όλα τα παραπάνω μέρη επικοινωνούν μεταξύ τους και ανταλλάσσουν δεδομένα. Το ρόλο του συντονιστή - καθοδηγητή σ' αυτή τη συνεργασία παίζει η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας, που αποτελεί το «κέντρο» κάθε υπολογιστικού συστήματος.

**Περιφερειακό  
μέρος υπολογιστή**

## 3.2 Το κεντρικό μέρος του υπολογιστή

### 3.2.1 Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ)

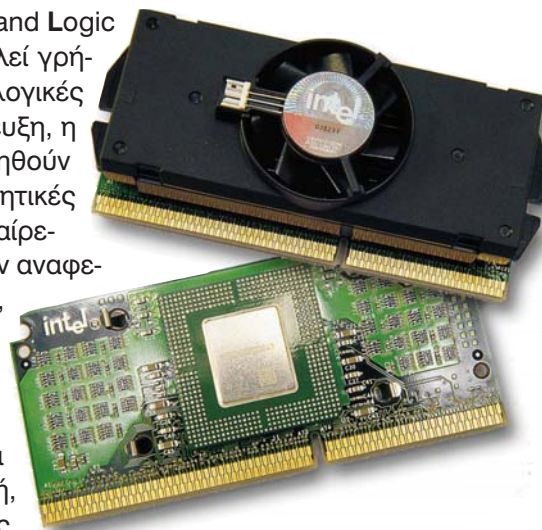
Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας αποτελείται από:

- α) Την **Αριθμητική** και **Λογική Μονάδα**.

Η αριθμητική και λογική μονάδα (**Arithmetic and Logic Unit -ALU**) είναι ένα κύκλωμα ικανό να εκτελεί γρήγορα αριθμητικές και λογικές πράξεις. Στις λογικές πράξεις περιλαμβάνονται η σύζευξη, η διάζευξη, η άρνηση και άλλες που μπορούν να θεωρηθούν συνδυασμός των παραπάνω, ενώ στις αριθμητικές πράξεις περιλαμβάνονται η πρόσθεση, η αφαίρεση, ο πολλαπλασιασμός και η διαίρεση. Όταν αναφερόμαστε σε γρήγορη εκτέλεση πράξεων, πρακτικά εννοούμε ότι κάθε πράξη εκτελείται σε χρόνο μικρότερο των  $10^{-7}$  sec.

- β) Τη **Μονάδα Ελέγχου**

Η μονάδα ελέγχου (Control Unit) συγχρονίζει και ελέγχει τη λειτουργία του υπολογιστή, ανακαλεί από την κεντρική μνήμη εντολές,



προσδιορίζει τον τύπο τους και αναθέτει στην αριθμητική και λογική μονάδα την εκτέλεσή τους. Τέλος, ελέγχει την επικοινωνία του περιφερειακού μέρους με το κεντρικό.

#### γ) Τους **Καταχωρητές** (Registers)

Πρόκειται για ειδικές ταχύτατες μνήμες που βρίσκονται μέσα στην ΚΜΕ ή στην κεντρική μνήμη και έχουν σκοπό την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων ή εντολών ή την εκτέλεση ειδικών λειτουργιών. Τα περιεχόμενα των καταχωρητών μπορούν να προσπελαστούν και να τροποποιηθούν πολύ ταχύτερα από τα περιεχόμενα της κεντρικής μνήμης. Οι καταχωρητές ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους χωρίζονται σε :

- ◆ Καταχωρητές διεύθυνσης μνήμης (**Memory Address Register - MAR**). Σε αυτούς περιέχονται οι διευθύνσεις μνήμης, όπου είναι αποθηκευμένα τα δεδομένα που πρόκειται να μεταφερθούν από την ΚΜΕ στην κεντρική μνήμη και αντιστρόφως.
- ◆ Καταχωρητές δεδομένων μνήμης (**Memory Data Register - MDR**). Σε αυτούς περιέχονται τα δεδομένα και οι εντολές που μεταφέρονται από την ΚΜΕ στην κεντρική μνήμη και αντιστρόφως.
- ◆ Ειδικοί καταχωρητές που εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες. Οι κυριότεροι είναι:
  - ◇ Καταχωρητής Εντολών. Σε αυτόν μεταφέρεται κάθε εντολή από τη μνήμη, προκειμένου να αποκωδικοποιηθεί και να εκτελεστεί.
  - ◇ Απαριθμητής προγράμματος. Σε αυτόν περιέχεται η διεύθυνση της επόμενης προς εκτέλεση εντολής.
  - ◇ Συσσωρευτής. Είναι ένας καταχωρητής που χρησιμοποιείται για να συσσωρεύει τα ενδιάμεσα αποτελέσματα διαφόρων πράξεων που εκτελούνται από την αριθμητική μονάδα.
  - ◇ Καταχωρητής Κατάστασης.

Οι εντολές που ανακαλεί από την κεντρική μνήμη η μονάδα ελέγχου θα πρέπει να είναι εντολές γνωστές στην ΚΜΕ, δηλαδή να ανήκουν σε ένα σύνολο εντολών τις οποίες αυτή αναγνωρίζει και οι οποίες διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της ΚΜΕ που χρησιμοποιεί ένας υπολογιστής. Το πλήθος τους κυμαίνεται συνήθως από 20 έως 300 εντολές και αποτελεί το **σύνολο εντολών** (instruction set) του συγκεκριμένου τύπου ΚΜΕ.

Η μονάδα ελέγχου εκτελεί μια κυκλική διαδικασία η οποία εμπεριέχει τις παρακάτω ενέργειες:

- α) Μεταφορά μιας εντολής από την κεντρική μνήμη.
- β) Αποκωδικοποίηση αυτής της εντολής.
- γ) Εκτέλεση της εντολής.
- δ) Επανάληψη των παραπάνω ενεργειών, μέχρι να βρεθεί συνθήκη τερματισμού της εκτέλεσης.

$$\begin{aligned} 1 \text{ nsec} &= 10^{-9} \text{ sec} \\ 1 \text{ MHz} &= 10^6 \text{ Hz} = \\ &= 10^6 \text{ sec}^{-1} \end{aligned}$$

Για το χρονισμό του κύκλου ενεργειών υπάρχει ενσωματωμένο στην ΚΜΕ ένα κύκλωμα χρονισμού, που αποτελεί το **ρολόι** του υπολογιστή. Με σταθερό ρυθμό το ρολόι παράγει έναν ωρολογιακό παλμό - δηλαδή «κτύπο». Η χρονική απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών παλμών μετράται σε nsec ή σε MHz και συμβολίζει την ταχύτητα του ρολογιού. Αν ένα ρολόι, για παράδειγ-



μα, έχει ταχύτητα 500 MHz, αυτό πρακτικά σημαίνει ότι κάθε 2 nsec παράγεται ένας παλμός. Ο ρυθμός αυτός που παράγει το ρολόι του υπολογιστή χρησιμοποιείται για τον συγχρονισμό των διαφόρων ενεργειών των επιμέρους τμημάτων του υπολογιστή.

Αν ένα πρόγραμμα, δηλαδή ένα σύνολο εντολών, για να εκτελεστεί από μια ΚΜΕ, απαιτεί την απασχόλησή της για  $A$  sec, και αν το ρολόι της έχει ταχύτητα  $B$  Hz, τότε έχουμε:

**Αριθμός κύκλων ρολογιού για το συγκεκριμένο πρόγραμμα:  $C = A \times B$**

Και εάν το πρόγραμμα έχει  $IC$  αριθμό εντολών, τότε:

**Κύκλοι ρολογιού ανά εντολή (Cycles per Instruction CPI) =  $C/IC$**

Τα κύρια χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την κατηγορία δυνατοτήτων της ΚΜΕ είναι συνοπτικά:

- α) Το σύνολο εντολών του επεξεργαστή.
- β) Η ταχύτητα του ρολογιού.
- γ) Το **μήκος λέξης** (word length) του επεξεργαστή -η **λέξη** (word) ορίζεται ως ένα σταθερό πλήθος δυαδικών ψηφίων (bit). Η ΚΜΕ έχει τη δυνατότητα να διαβάσει από την κεντρική μνήμη -ή να γράψει αντίστοιχα σε αυτήν- μία μόνο λέξη σε κάθε προσπέλαση.

Οι τρέχουσες τεχνολογικές κατευθύνσεις επιδιώκουν μικρό πλήθος για το σύνολο εντολών (τεχνολογία RISC), υψηλές ταχύτητες ρολογιού και μεγάλο μήκος λέξης. Έτσι στην περίπτωση των προηγμένων σύγχρονων ΚΜΕ έχουμε 30-40 εντολές, πάνω από 500 MHz, 64 bit κατ' αντιστοιχία, χαρακτηριστικά που με την εξέλιξη της τεχνολογίας βελτιώνονται χρόνο με το χρόνο.

### 3.2.2 Η κεντρική μνήμη

Για να εκτελεστεί ένα πρόγραμμα θα πρέπει οι εντολές του να βρίσκονται στην κεντρική μνήμη. Η ιδέα να κατασκευαστούν υπολογιστές στην κεντρική μνήμη των οποίων να καταχωρίζονται εντολές και δεδομένα ανήκει στον Von Neumann και γι' αυτό το λόγο οι υπολογιστές που μελετάμε λέμε ότι είναι αρχιτεκτονικής Von Neumann.

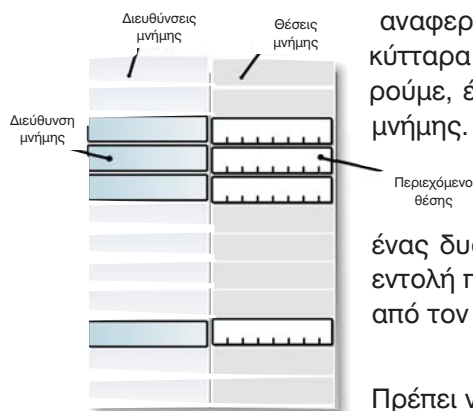
Η κεντρική μνήμη χρησιμοποιείται για την αποθήκευση:

- α) προγραμμάτων, δηλαδή ακολουθιών εντολών
- β) δεδομένων προς επεξεργασία, και
- γ) αποτελεσμάτων της εκτέλεσης των προγραμμάτων.

Η μνήμη αποτελείται από έναν αριθμό κυττάρων ή κελιών. Κάθε κύτταρο έχει μια διεύθυνση και ένα περιεχόμενο.

Η **διεύθυνση** (address) είναι ένας αριθμός μέσω του οποίου μπορούμε να





Σχήμα 3.2 Η κεντρική μνήμη

αναφερόμαστε στο συγκεκριμένο κύτταρο μνήμης. Εάν έχουμε  $N$  κύτταρα μνήμης οι διευθύνσεις τους είναι  $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$ . Μπορούμε, έτσι, να πούμε ότι κάθε κύτταρο μνήμης αποτελεί μια θέση μνήμης.

Μέσα σε κάθε κύτταρο μνήμης μπορεί να καταχωριστεί ένας δυαδικός αριθμός σταθερού μήκους που παριστάνει είτε μια εντολή προγράμματος είτε ένα δεδομένο. Το μήκος αυτό εξαρτάται από τον υπολογιστή. Συνήθεις τιμές είναι 8, 16, 32, 64 bit.

Πρέπει να κάνουμε σαφή διάκριση ανάμεσα στη διεύθυνση μιας θέσης μνήμης (ενός κυττάρου μνήμης) και στο περιεχόμενο της θέσης (βλέπε Σχήμα 3.2).

Κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής μνήμης είναι:

Κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής μνήμης:

- ◆ Η χωρητικότητα
- ◆ Ο χρόνος προσπέλασης
- ◆ Ο χρόνος κύκλου
- ◆ Το εύρος ζώνης

**Η χωρητικότητα** (storage capacity). Είναι ένας ακέραιος θετικός αριθμός που δηλώνει το μέγιστο πλήθος δυαδικών ψηφίων που μπορεί να αποθηκεύσει η κεντρική μνήμη. Εάν κάθε κύτταρο μνήμης διαθέτει 8 θέσεις για αποθήκευση δυαδικών ψηφίων (bit), τότε κάθε κύτταρο μνήμης έχει χωρητικότητα 1 byte και τότε η χωρητικότητα της μνήμης εκφρασμένη σε KB ή σε MB δηλώνει ταυτόχρονα και τον αριθμό θέσεων ή κυττάρων μνήμης. Οι σύγχρονοι υπολογιστές έχουν κεντρική μνήμη δεκάδων έως χιλιάδων MB.

**Ο χρόνος προσπέλασης** (access time). Είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τότε που θα απαιτηθεί η ανάγνωση ή η εγγραφή ενός κυττάρου μνήμης μέχρι την πραγματοποίηση της αντίστοιχης λειτουργίας. Στους σύγχρονους υπολογιστές ο χρόνος προσπέλασης των κεντρικών μνημών είναι της τάξης των 30 nsec.

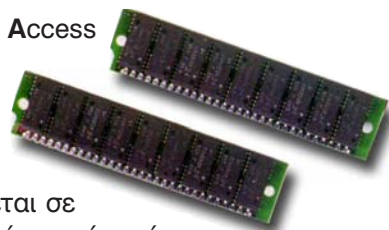
**Ο χρόνος κύκλου** (cycle time). Είναι το ελάχιστο δυνατό χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών αναφορών (ανάγνωση ή εγγραφή) στη μνήμη. Η τιμή του χρόνου αυτού συνήθως δεν διαφέρει πολύ από το χρόνο προσπέλασης, όμως συγκριτικά ο χρόνος κύκλου είναι κατά τι μεγαλύτερος.

**Το εύρος ζώνης** (memory bandwidth). Ορίζεται ως η μέγιστη δυνατή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων από ή προς τη μνήμη. Η μονάδα μέτρησης του εύρους ζώνης εκφράζεται σε Mbit/sec.

Τα είδη της κεντρικής μνήμης είναι:

**Μνήμη Τυχαίας Προσπέλασης (Random Access Memory - RAM).**

Είναι η μνήμη στην οποία μπορούμε και να γράψουμε και να διαβάσουμε δυαδικά ψηφία (read - write memory). Το περιεχόμενό της διατηρείται όσο ο υπολογιστής βρίσκεται σε λειτουργία. Χαρακτηριστικό αυτής της μνήμης είναι ότι όλες οι θέσεις της απαιτούν τον ίδιο χρόνο προσπέλασης. Ο χρόνος προσπέ-



λασης και ο χρόνος κύκλου δεν εξαρτώνται από τη διεύθυνση της θέσης της μνήμης.

### **Μνήμη Μόνο για Ανάγνωση (Read Only Memory - ROM)**

Είναι η μνήμη που γράφεται εφάπαξ και στη συνέχεια μπορούμε μόνο να διαβάζουμε το περιεχόμενο της κάθε θέσης, χωρίς να μπορούμε να το τροποποιήσουμε. Οι μνήμες ROM χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύονται από τον κατασκευαστή του υπολογιστή μικροπρογράμματα που δεν χρειάζεται να αλλάξουν στη συνέχεια. Τέτοια μικροπρογράμματα είναι συνήθως ένα μικρό μέρος του λειτουργικού συστήματος του υπολογιστή, απαραίτητο κατά τη διαδικασία εκκίνησης. Εννοείται ότι το περιεχόμενο της ROM, σε αντίθεση με εκείνο της RAM, δεν σβήνεται ούτε όταν ο υπολογιστής είναι κλειστός.

Υπάρχουν, όμως, κάποια είδη ROM που επιτρέπουν τον προγραμματισμό τους όχι μόνο από τον κατασκευαστή του υπολογιστή αλλά και από τους χρήστες. Αυτά είναι:

- ◆ Προγραμματιζόμενες Μνήμες μόνο για Ανάγνωση (**P**rogrammable **R**ead **O**nly **M**emories - **PROM**). Ο χρήστης μπορεί να «γράψει» το πρόγραμμά του, δηλαδή τους κατάλληλους συνδυασμούς 1 και 0, χρησιμοποιώντας μια ειδική συσκευή, που είναι γνωστή ως προγραμματιστής PROM. Η PROM μπορεί να προγραμματιστεί μόνο μια φορά.
- ◆ Απαλείψιμες Προγραμματιζόμενες Μνήμες μόνο για Ανάγνωση (**E**rasable **P**rogrammable **R**ead **O**nly **M**emories - **EPROM**). Οι EPROM μπορούν να προγραμματιστούν πολλές φορές. Προκειμένου να προγραμματιστούν ξανά εκτίθενται σε υπεριώδη ακτινοβολία για 20 λεπτά περίπου, οπότε και απαλείφονται τα περιεχόμενά τους (γίνονται όλα τα δυαδικά τους ψηφία 1) και με τη βοήθεια ειδικής συσκευής προγραμματίζονται πάλι. Η χρήση της EPROM είναι ευρεία, διότι επιτρέπει στους κατασκευαστές υπολογιστών να πειραματιστούν με αυτήν και να διορθώσουν οποιοδήποτε πρόβλημα παρουσιαστεί, πριν το προϊόν τους προωθηθεί στην αγορά. Εκτός από αυτό και οι εξειδικευμένοι χρήστες μπορούν να προγραμματίσουν τη μνήμη, γεγονός που τους επιτρέπει να αλλάξουν ορισμένα στοιχεία τα οποία αυτοί κρίνουν απαραίτητα. Ο προγραμματισμός της πραγματοποιείται από μια ειδική συσκευή, η οποία είναι γνωστή ως προγραμματιστής EPROM.

Η κεντρική μνήμη ανάλογα με την τεχνολογία κατασκευής της έχει συγκεκριμένες ιδιότητες και χαρακτηρίζεται ως:

- α) **Πτητική** (Volatile), όταν χάνει το περιεχόμενό της με τη διακοπή παροχής ηλεκτρικού ρεύματος που την τροφοδοτεί.
- β) **Απαλείψιμη** (Erasable), όταν το περιεχόμενό της μπορεί να τροποποιηθεί.
- γ) **Δυναμική** (Dynamic), όταν πρέπει το περιεχόμενό της να ανανεώνεται (refreshed) περιοδικά, γιατί εξασθενεί με το χρόνο.
- δ) **Στατική** (Static), όταν το περιεχόμενό της διατηρείται όσο υπάρχει παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και τροποποιείται μόνο από λειτουργία εγγραφής στη συγκεκριμένη θέση μνήμης.

Οι στατικές μνήμες χαρακτηρίζονται από μικρό χρόνο προσπέλασης και από μεγάλη αξιοπιστία, ενώ οι δυναμικές από μεγάλη χωρητικότητα και χαμηλό κόστος αποθήκευσης ανά μονάδα πληροφορίας.

Οι ιδιότητες αυτές δεν αποκλείουν η μια την άλλη. Έτσι, για παράδειγμα, μια μνήμη μπορεί να είναι πτητική και απαλείψιμη.



Τέλος, απαραίτητο στοιχείο του κεντρικού μέρους των σύγχρονων υπολογιστών είναι και η ονομαζόμενη **λανθάνουσα** μνήμη (cache memory). Η μνήμη αυτή είναι ταχύτερη και ακριβότερη των κεντρικών μνημών, παρεμβάλλεται μεταξύ της ΚΜΕ και της RAM και συμβάλλει στην αύξηση της ταχύτητας εκτέλεσης των προγραμμάτων από την ΚΜΕ.

### 3.2.3 Η μονάδα εισόδου / εξόδου

Ένα άλλο τμήμα του κεντρικού μέρους του υπολογιστή είναι η μονάδα εισόδου/εξόδου. Η μονάδα αυτή είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία του κεντρικού μέρους με το σύνολο των περιφερειακών συσκευών που αποτελούν και το περιφερειακό μέρος του υπολογιστή. Σκοπός της μονάδας είναι η γρήγορη και ασφαλή μεταφορά δεδομένων.

#### Παράλληλη - σειριακή μεταφορά

Η επικοινωνία του κεντρικού μέρους με τις περιφερειακές συσκευές μπορεί να γίνει παράλληλα ή σειριακά. Στην **παράλληλη** μεταφορά, τα  $k$  ως προς τον αριθμό δυαδικά ψηφία (bit) ενός δεδομένου μεταδίδονται ταυτόχρονα μέσα από  $k$  διαφορετικές γραμμές μεταφοράς. Αντίθετα, στη **σειριακή** μεταφορά, τα bit μεταδίδονται ακολουθιακά, το ένα μετά το άλλο, μέσα από την ίδια γραμμή μεταφοράς. Η παράλληλη μετάδοση είναι πιο γρήγορη, ενώ η σειριακή είναι λιγότερο δαπανηρή.

#### Σύγχρονη - ασύγχρονη επικοινωνία

Η επικοινωνία του κεντρικού μέρους με τις περιφερειακές συσκευές μπορεί να είναι σύγχρονη ή ασύγχρονη. Η **σύγχρονη** επικοινωνία επιτυγχάνεται με το συγχρονισμό των ρολογιών των δυο επικοινωνούντων μερών. Κατά τη σύγχρονη επικοινωνία τα δύο μέρη ανταλλάσσουν συνεχώς δεδομένα. Ακόμα και στην περίπτωση που δεν υπάρχουν πληροφορίες προς μετάδοση, ανταλλάσσουν ειδικά δεδομένα για να διατηρείται ο συγχρονισμός των ρολογιών. Στην **ασύγχρονη** επικοινωνία δεν υπάρχει συγχρονισμός των δύο ρολογιών. Το κάθε μέρος στέλνει δεδομένα μόνο όταν απαιτείται, διαφορετικά η γραμμή επικοινωνίας παραμένει ανενεργή.

Με δεδομένη την πολυμορφία των περιφερειακών συσκευών είναι κατανοητό ότι δεν θα μπορούσε η επικοινωνία του κεντρικού μέρους με κάθε τύπο περιφερειακής συσκευής να γίνεται μόνο από τη μονάδα εισόδου /εξόδου. Έτσι για κάθε περιφερειακή συσκευή παρεμβάλλεται μεταξύ της μονάδας εισόδου/ εξόδου και της εν λόγω συσκευής μια **προσαρμοστική μονάδα** (interface unit), με σκοπό την εξασφάλιση της συνεργασίας μεταξύ των δύο επικοινωνούντων μερών. Ένα μέρος αυτής της προσαρμοστικής μονάδας είναι και ο **οδηγός συσκευής** (device driver) δηλαδή ένα ειδικό πρόγραμμα που επιτρέπει τη συνεργασία της συγκεκριμένης περιφερειακής συσκευής με τη μονάδα εισόδου/ εξόδου του υπολογιστή.

### 3.2.4 Ο δίαυλος επικοινωνίας

Η επικοινωνία των διαφόρων δομικών μερών ενός υπολογιστικού συστήματος, τόσο του κεντρικού όσο και του περιφερειακού μέρους, γίνεται μέσω του

διαύλου επικοινωνίας (bus). Ο δίαυλος επικοινωνίας είναι αφενός το φυσικό μέσο μεταφοράς των δεδομένων και αφετέρου ένα σύνολο κανόνων για το πώς να συντελείται η μεταφορά αυτή. Στόχος είναι ο δίαυλος να εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα επικοινωνίας και να εξυπηρετεί όσο το δυνατόν περισσότερες συσκευές.

Ένας δίαυλος επικοινωνίας μεταφέρει πέντε είδη δεδομένων:

- α) δεδομένα προς επεξεργασία
- β) διευθύνσεις μνήμης
- γ) σήματα ελέγχου
- δ) σήματα απόκρισης, σχετικά με την κατάσταση μιας μονάδας, π.χ. η συσκευή είναι απασχολημένη, και
- ε) σήματα χρονισμού, δηλαδή σήματα για το συγχρονισμό λειτουργίας των μονάδων.

Συνήθως, ένας δίαυλος επικοινωνίας συντίθεται από τους αντίστοιχους υποδιαύλους (βλέπε Σχήμα 3.1).

Η μεταφορά δεδομένων στο δίαυλο γίνεται με βάση ένα σύνολο κανόνων επικοινωνίας που καλείται **πρωτόκολλο διαύλου** (bus protocol).

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του διαύλου είναι το **εύρος** του, που δηλώνει τον αριθμό των διαθέσιμων γραμμών μεταφοράς, ενώ ένα άλλο επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό που συναρτάται με το πρώτο είναι η **ταχύτητα μεταφοράς**, η οποία δηλώνει πόσα bit μεταφέρονται από το δίαυλο ανά δευτερόλεπτο. Η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι Mbit/sec.

### 3.3 Το περιφερειακό μέρος του υπολογιστή

Μπορεί το κεντρικό μέρος του υπολογιστή να είναι το σημαντικότερο από τεχνολογική άποψη, δεδομένου ότι χωρίς αυτό δεν υπάρχει υπολογιστής, το περιφερειακό όμως μέρος είναι το σημαντικότερο από λειτουργική άποψη. Ο λόγος είναι απλός. Η τεχνολογία των υπολογιστών έχει ένα και μόνο λόγο ύπαρξης, να διευκολύνει τον άνθρωπο στην εκτέλεση της εργασίας του. Η επικοινωνία όμως του ανθρώπου - χρήστη με τον υπολογιστή γίνεται μέσω των περιφερειακών συσκευών.

Μέχρι τώρα αναφερθήκαμε στον τρόπο σύνδεσης των διαφόρων περιφερειακών συσκευών με το κεντρικό μέρος μέσω της προσαρμοστικής μονάδας, του οδηγού συσκευής και της μονάδας εισόδου/εξόδου. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε μερικές περιφερειακές συσκευές ευρείας χρήσης και θα παραθέσουμε τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά κάθε συσκευής που μας επιτρέπουν να διακρίνουμε την τεχνολογική της αξία.

#### 3.3.1 Πληκτρολόγιο

Το **πληκτρολόγιο** είναι μια συσκευή εισόδου που διαθέτει ένα σύνολο πλήκτρων για την εισαγωγή αλφαριθμητικών δεδομένων αλλά και τυποποιημένων εντολών. Συνήθως υπάρχουν οι παρακάτω ομάδες πλήκτρων:

- ◆ πλήκτρα λειτουργιών (F1, F2, ...), για την ενεργοποίηση τυποποιημένων λειτουργιών
- ◆ πλήκτρα ελέγχου του δρομέα ή μιας επιλογής

- ◇ πλήκτρα με βέλη για τη μετακίνηση του δρομέα ή μιας επιλογής κατά μία θέση προς τη διεύθυνση που δείχνουν (←, →, ↑, ↓)
- ◇ τα πλήκτρα HOME, END, PGUP, PGDN, TAB για ταχύτερη μετακίνηση του δρομέα ή της επιλογής
- ◆ ένα πλήκτρο ελέγχου (**ConTRoL /CTRL**)
- ◆ ένα πλήκτρο διαφυγής (**ESCaPe /ESC**) από μια λειτουργία
- ◆ ένα πλήκτρο «εναλλαγής» (**ALTEration /ALT**) που συνδυάζεται με άλλα πλήκτρα για συγκεκριμένες λειτουργίες
- ◆ τα πλήκτρα διόρθωσης (INS, DEL, BACKSPACE )
- ◆ τα βοηθητικά πλήκτρα (SHIFT, CAPS LOCK, RETURN) για συγκεκριμένες λειτουργίες
- ◆ τα πλήκτρα εισαγωγής κειμένου (αλφαβητικών και αριθμητικών χαρακτήρων, σημείων στίξης, συμβόλων πράξεων και άλλων συμβόλων).

Με το πάτημα ενός πλήκτρου ή το πάτημα συνδυασμού πλήκτρων το πληκτρολόγιο παράγει μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων -συνήθως ένα byte (8 bit)- η οποία μέσω της μονάδας I/O και του διαύλου επικοινωνίας μεταφέρεται στη RAM για περαιτέρω επεξεργασία. Με αυτόν τον τρόπο μπορούμε να πληκτρολογήσουμε ένα κείμενο και έτσι να μεταφερθεί στην κεντρική μνήμη μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων που παριστάνει το κείμενό μας, ή να πληκτρολογήσουμε ένα αριθμητικό ψηφίο του δεκαδικού συστήματος και να μεταφερθεί η ισοδύναμος δυαδική παράσταση στη μνήμη.

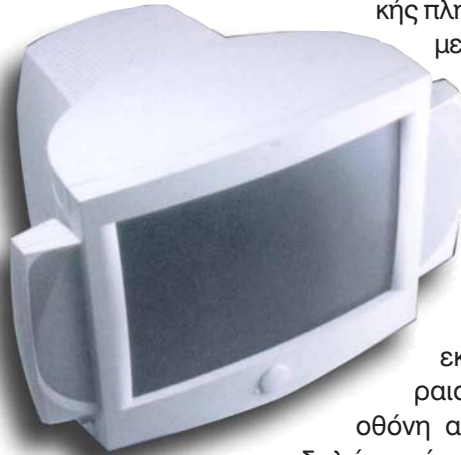
### 3.3.2 Ποντίκι

Το **ποντίκι** είναι μια συσκευή που σκοπό έχει να διευκολύνει το χρήστη να καταδείξει ή να επιλέξει μια λειτουργία που απεικονίζεται στην οθόνη. Το ποντίκι σύρεται πάνω στην επιφάνεια του γραφείου. Η κίνηση αυτή προκαλεί την αντίστοιχη κίνηση ενός δείκτη που εμφανίζεται στην οθόνη. Επιπλέον το ποντίκι διαθέτει έναν αριθμό (δύο ή τριών) πλήκτρων τα οποία χρησιμεύουν, σε συνδυασμό με την κίνηση, στην εκτέλεση κάποιων λειτουργιών, προσφέροντας σημαντικά πλεονεκτήματα ευχρηστίας του υπολογιστή.



### 3.3.3 Οθόνη

Η **οθόνη** είναι μια συσκευή εξόδου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων μιας επεξεργασίας. Η ελάχιστη ποσότητα οπτικής πληροφορίας που μπορούμε να δείξουμε στην οθόνη μας είναι ένα **εικονοστοιχείο** ή **pixel** (picture element).



Η ποιότητα της εικόνας που παράγει η οθόνη είναι ανάλογη του αριθμού των εικονοστοιχείων της οθόνης ανά μονάδα μήκους. Ο αριθμός αυτός είναι γνωστός με τον όρο **ανάλυση** (resolution) οθόνης. Η ανάλυση μιας οθόνης εκφράζεται με δύο ακέραιους αριθμούς. Έτσι η οθόνη ανάλυσης 1024x768

δηλώνει ότι χωρίζουμε την οθόνη σε 1024 μέρη κατά την οριζόντια διεύθυνση και σε 768 κατά την κατακόρυφη και κάθε κυψέλη του σχηματιζόμενου πίνακα είναι και ένα εικονοστοιχείο. Βέβαια ο αριθμός των εικονοστοιχείων μιας οθόνης είναι συνάρτηση της ποιότητας της οθόνης, αλλά επιπλέον είναι συνάρτηση και της κάρτας γραφικών του υπολογιστή. Με τον όρο **κάρτα γραφικών** εννοούμε μια ομάδα κυκλωμάτων που καθοδηγούν τα κυκλώματα της οθόνης, ώστε να σχηματίσουν την εικόνα που θέλουμε να δείξουμε σ' αυτή.



Η πλέον διαδεδομένη τεχνολογία οθονών είναι εκείνη του **καθοδικού σωλήνα** (Cathode Ray Tube - **CRT**). Η οθόνη διαθέτει μια επιφάνεια της οποίας η εσωτερική πλευρά καλύπτεται από τρία διαφορετικά είδη φωσφόρου. Όταν μια δέσμη ηλεκτρονίων χτυπήσει πάνω στο φώσφορο, αυτός ακτινοβολεί ανάλογα με την ένταση του ρεύματος ηλεκτρονίων. Το ένα είδος φωσφόρου ακτινοβολεί κόκκινο, το δεύτερο πράσινο και το τρίτο μπλε. Σε κάθε σημείο της επιφάνειας φωσφόρου κατευθύνονται τρεις δέσμες ηλεκτρονίων, οι οποίες ανάλογα με την έντασή τους παράγουν το χρωματισμό που θέλουμε ως συνδυασμό των τριών χρωμάτων. Με αυτόν τον τρόπο παρουσιάζεται στην οθόνη το σχήμα και το χρώμα που επιθυμούμε.

**Οθόνη καθοδικού σωλήνα**

Μια άλλη κατηγορία οθονών η οποία κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος, είναι αυτή των **υγρών κρυστάλλων** (Liquid Crystal Display - **LCD**). Οι οθόνες αυτές στην αρχή ήταν μικρές και μονόχρωμες και πρωτοεμφανίστηκαν σε μικρές φορητές συσκευές, όπως είναι τα ηλεκτρονικά ρολόγια και οι αριθμομηχανές τσέπης. Στη συνέχεια η χρήση τους επεκτάθηκε περισσότερο και βρήκαν εφαρμογή σε μεγαλύτερες συσκευές, όπως είναι οι φορητοί υπολογιστές. Στις μέρες μας υπάρχουν οθόνες υγρών κρυστάλλων 14", 15" ακόμη και 21" οι οποίες έχουν τη δυνατότητα να απεικονίζουν εκατομμύρια χρώματα με πολύ καλή ευκρίνεια.

**Οθόνη υγρών κρυστάλλων**

Η λειτουργία τους βασίζεται σε ένα πλέγμα υγρών κρυστάλλων οργανωμένων σε γραμμές και στήλες που ελέγχονται από τρανζίστορ. Οι κρύσταλλοι στρέφονται ανάλογα με την ένταση του ρεύματος που διοχετεύεται στο τραν-





ζίστορ. Το πλέγμα αυτό τοποθετείται ανάμεσα σε δύο φίλτρα οριζόντιας και κατακόρυφης πόλωσης αντίστοιχα, ενώ το όλο σύστημα βρίσκεται μπροστά από μια φθοριούχο πλάκα που ακτινοβολεί φως. Το πλέγμα των κρυστάλλων αυτών καθορίζει την ποσότητα του φωτός που θα φτάσει στην επιφάνεια της οθόνης.

Υπάρχουν δύο βασικές τεχνικές δημιουργίας χρώματος στις οθόνες υγρών κρυστάλλων, αυτή της **παθητικής μήτρας** (passive matrix) και αυτή της **ενεργής μήτρας** (active matrix). Από αυτές η πρώτη έχει μικρότερο κόστος παραγωγής αλλά η δεύτερη έχει καλύτερη ευκρίνεια, μια και κάθε κύτταρο ελέγχεται από ένα ξεχωριστό τρανζίστορ, πράγμα που δεν γίνεται στην πρώτη κατηγορία. Οι οθόνες ενεργής μήτρας λέγονται και οθόνες **TFT** (Thin Film Transistor).

### Οθόνη αφής



Η εισαγωγή δεδομένων και ο χειρισμός των πληροφοριών που εμφανίζονται στην οθόνη γίνεται συνήθως με τη χρήση του πληκτρολογίου, του ποντικιού ή με τη φωτογραφίδα (light pen). Τα τελευταία χρόνια όμως, έχουν κατασκευαστεί οθόνες ευαίσθητες στην αφή, που ονομάζονται **οθόνες αφής** (touch screens), και επιτρέπουν στο χρήστη να καταδεικνύει με το άγγιγμα του δακτύλου τις πληροφορίες που απεικονίζουν. Πρόκειται δηλαδή για ένα συνδυασμό οθόνης και πληκτρολογίου/ποντικιού.

Για τις οθόνες αυτές χρησιμοποιούνται δύο ειδών τεχνολογίες. Σύμφωνα με το πρώτο είδος, η οθόνη διατρέχεται από οριζόντιες και κάθετες διόδους φωτός (φωτοδιόδους). Μόλις ο χρήστης αγγίξει την οθόνη διακόπτονται στο συγκεκριμένο σημείο οι ακτίνες φωτός και έτσι εντοπίζεται το σημείο που επιλέχθηκε και το οποίο απεικονίζει μια συγκεκριμένη εντολή. Το άλλο είδος οθόνης αποτελείται από μια ειδική διαφανή επάλειψη, η οποία είναι αγωγός ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν ο χρήστης αγγίξει την οθόνη με το δάχτυλό του, απορροφά μια μικρή ποσότητα ηλεκτρισμού. Με τη βοήθεια των ηλεκτροδίων που υπάρχουν στις άκρες της οθόνης, ανιχνεύεται το σημείο επαφής, δηλαδή το σημείο όπου απορροφάται το ρεύμα, και έτσι εκτελείται η αντίστοιχη εντολή.

Οι οθόνες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως για την παρουσίαση πληροφοριών, αλλά σε κάποιες περιπτώσεις επιτρέπουν και την εισαγωγή δεδομένων από το χρήστη, με το μαρκάρισμα μιας επιλογής από μια λίστα επιλογών (π.χ. επιλογή ενός χρηματικού ποσού για ανάληψη χρημάτων, ανάμεσα σε μια λίστα ποσών, από την οθόνη μιας Αυτόματης Ταμειολογιστικής Μηχανής). Τέτοιες οθόνες χρησιμοποιούνται και στα **περίπτερα πληροφοριών** (information kiosks) που υπάρχουν κυρίως σε μεγάλους εκθεσιακούς χώρους, σε Δημόσιους Οργανισμούς και μεγάλα ξενοδοχεία, προκειμένου οι πολίτες να αντλούν απαραίτητες πληροφορίες για τις συναλλαγές τους με τους διάφορους φορείς. Με τα συστήματα αυτά οργανώνονται εύκολα διάφορα μενού πληροφοριών, η επιλογή των οποίων οδηγεί στη μετάβαση σε άλλα που περιέχουν πιο ειδικές πληροφορίες.



Οι οθόνες αφής έχουν όμως και κάποιες ιδιαιτερότητες / μειονεκτήματα. Μερικές φορές είναι δύσκολο να αγγίξει ο χρήστης με το δάχτυλό του το ακριβές σημείο που τον ενδιαφέρει, με αποτέλεσμα να μην παίρνει τις πληροφορίες που αναζητά. Επιπλέον, η συχνή χρήση μπορεί να προκαλέσει κόπωση στο χέρι του χρήστη, ενώ η οθόνη είναι πολύ ευαίσθητη και λερώνεται πολύ εύκολα.

### 3.3.4 Εκτυπωτές

Οι **εκτυπωτές** είναι συσκευές εξόδου που δίνουν τη δυνατότητα εκτύπωσης, συνήθως σε χαρτί, διαφόρων πληροφοριών. Υπάρχουν πολλές τεχνολογίες εκτυπωτών. Οι πλέον διαδεδομένες είναι οι εκτυπωτές ακίδων, οι εκτυπωτές έγχυσης μελάνης και οι εκτυπωτές laser.

Οι **εκτυπωτές ακίδων** (dot matrix) διαθέτουν δύο κυλίνδρους μεταξύ των οποίων κινείται μπρος - πίσω το χαρτί. Ένα άλλο εξάρτημα, η κεφαλή του εκτυπωτή, η οποία περιέχει μια μήτρα ακίδων διατεταγμένων σε μία ή δύο σειρές, μπορεί και κινείται κατά πλάτος του χαρτιού. Κατά την κίνηση της κεφαλής ένας συνδυασμός ακίδων προβάλλει από την κεφαλή και κτυπά μια μελανοταινία, το αποτύπωμα της οποίας τυπώνεται στο χαρτί.

Κάθε χαρακτήρας ή σχέδιο δημιουργείται από το συνδυασμό διαδοχικών αποτυπωμάτων σε προκαθορισμένες θέσεις που αντιστοιχούν στο χαρακτήρα ή στο σχέδιο αυτό. Όσο πιο πολλά αποτυπώματα χρησιμοποιούνται για ένα χαρακτήρα ή σχέδιο τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα εκτύπωσης στο χαρτί.

Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά των εκτυπωτών ακίδων είναι ο αριθμός των ακίδων της κεφαλής (υπάρχουν κεφαλές με 9, 18 ή 24 ακίδες) και η ταχύτητα εκτύπωσης. Οι εκτυπωτές αυτοί παρουσιάζουν το πλεονέκτημα της δημιουργίας πολλαπλών αντιγράφων με μία εκτύπωση (χρήσιμο για παράδειγμα στην εκτύπωση τιμολογίων) αλλά και συγχρόνως το μειονέκτημα του υψηλού επιπέδου θορύβου που παράγεται.

Οι **εκτυπωτές έγχυσης μελάνης** (inkjet) έχουν ανάλογη λειτουργία με τους εκτυπωτές ακίδων, μόνο που αντί για ακίδες διαθέτουν φυσίγγια (σωληνάκια), από τα οποία εκτοξεύεται μελάνι στο χαρτί.

Οι εκτυπωτές ακίδων και οι εκτυπωτές έγχυσης μελάνης αποκαλούνται εκτυπωτές γραμμής, γιατί η εκτύπωση πραγματοποιείται γραμμή-γραμμή, με τη συμπλήρωσή της από χαρακτήρες.

**Εκτυπωτές ακίδων**



**Εκτυπωτές έγχυσης μελάνης**



Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά αυτής της τεχνολογίας είναι η ανάλυση (**dots per inch - dpi**) και η ταχύτητα εκτύπωσης σελίδων ανά λεπτό (**pages per minute-ppm**).

#### Εκτυπωτές laser



Ο εκτυπωτής **laser** λειτουργεί όπως ένα φωτοτυπικό μηχάνημα. Ενώ στην περίπτωση των εκτυπωτών γραμμής ο υπολογιστής στέλνει κωδικούς χαρακτήρων στην περίπτωση του laser στέλνει μικρά προγράμματα. Τα προγράμματα αυτά περιέχουν πληροφορίες για την ακριβή εικόνα ολόκληρης της σελίδας και εκτελούνται από τον επεξεργαστή του εκτυπωτή.

Σύμφωνα με την εικόνα της σελίδας στη μνήμη του εκτυπωτή παράγεται μια δέσμη laser, η οποία προσπίπτει πάνω σε ένα φωτοευαίσθητο τύμπανο. Τα σημεία όπου προσπίπτει η δέσμη φορτίζονται με θετικό στατικό ηλεκτρισμό και έτσι δημιουργείται το «αρνητικό» της σελίδας πάνω στο τύμπανο. Κατόπιν το τύμπανο περιστρέφεται γύρω από ένα δοχείο το οποίο περιέχει κόκκους γραφίτη (toner). Κόκκοι του γραφίτη προσκολλώνται στα θετικώς φορτισμένα σημεία του τυμπάνου και έτσι δημιουργείται στην επιφάνειά του η εικόνα της σελίδας.

Ένας μηχανισμός προωθήσεως φέρνει σε άμεση επαφή με το τύμπανο μια λευκή σελίδα, οπότε οι κόκκοι του γραφίτη προσκολλώνται πάνω σε αυτήν. Έτσι το χαρτί με σχηματισμένη τη σελίδα προωθείται προς ένα σύστημα κυλίνδρων το οποίο πιέζει και ξηραίνει το γραφίτη με την εφαρμογή υψηλής θερμοκρασίας.

Οι εκτυπωτές laser, επειδή εκτυπώνουν όταν γεμίσει μια ολόκληρη σελίδα, λέγονται εκτυπωτές σελίδας. Χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει ανάγκη για μεγάλο όγκο εκτυπώσεων και υψηλή ποιότητα στην εκτύπωση.

Τα βασικά ποιοτικά χαρακτηριστικά και αυτής της τεχνολογίας είναι η ανάλυση και η ταχύτητα εκτύπωσης σελίδων ανά λεπτό.

#### 3.3.5 Περιφερειακή μνήμη

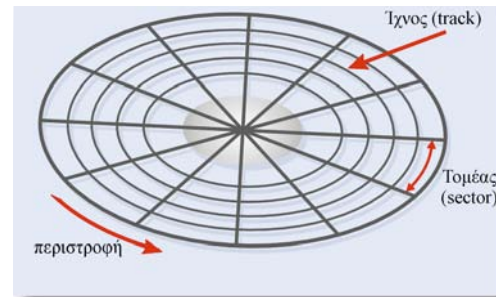
Μια από τις πιο σημαντικές και απαραίτητες λειτουργίες του υπολογιστή είναι η ιδιότητά του να «θυμάται», δηλαδή να αποθηκεύει και να ανακαλεί πληροφορίες.

Προορισμένες για τη δουλειά αυτή είδαμε μέχρι τώρα την κεντρική και την κρυφή μνήμη, που αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του κεντρικού μέρους του υπολογιστή. Αυτές οι μνήμες είναι γρήγορες, αλλά η χωρητικότητά τους θεωρείται αμελητέα σε σχέση με τον όγκο πληροφοριών που χρειαζόμαστε να επεξεργαστούμε ή να αποθηκεύσουμε. Επιπλέον οι μνήμες αυτές, εξαιρουμένης της ROM, χάνουν το περιεχόμενό τους με την ολοκλήρωση μιας επεξεργασίας ή με το κλείσιμο του υπολογιστή. Αυτές τις αδυναμίες έρχεται να καλύψει η περιφερειακή μνήμη, δηλαδή τα μέσα αποθήκευσης, όπως είναι οι δίσκοι, οι ταινίες, οι δισκέτες, κλπ.

Κύρια χαρακτηριστικά της περιφερειακής μνήμης είναι η πολύ μεγάλη χωρητικότητά της, η εύκολη δυνατότητα επέκτασής της, το σχετικά χαμηλό της κόστος, η σχετικά μικρότερη ταχύτητα και βέβαια ότι το περιεχόμενό της δεν αλλοιώνεται παρά μόνο με δική μας ενέργεια.

### Εύκαμπτος δίσκος ή μαγνητική δισκέτα

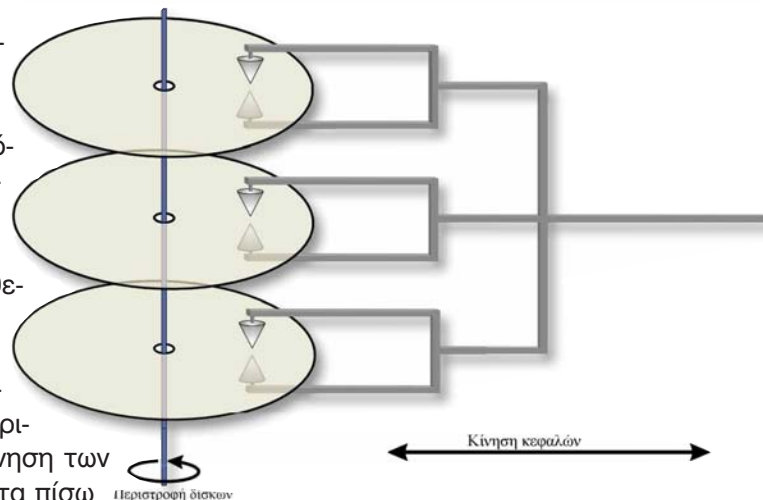
Οι **εύκαμπτοι δίσκοι** (floppy disks) ή απλά δισκέτες είναι δίσκοι από εύκαμπτο υλικό, διαμέτρου 5,25" ή 3,5", το οποίο είναι επικαλυμμένο με μαγνητική επίστρωση. Η οργάνωσή τους είναι όμοια με εκείνη των δίσκων (βλέπε Σχήμα 3.3) και γίνεται κατά τη φάση της διαμόρφωσης (formatting). Η φάση αυτή είναι απαραίτητη πριν από την πρώτη χρήση της δισκέτας. Η διαμόρφωση συνίσταται στην οργάνωση της δισκέτας σε ομόκεντρους κύκλους, τα **ίχνη** (tracks), και σε **τομείς** (sectors) και στην αρίθμηση των ιχνών και των τομέων, έτσι ώστε να εντοπίζεται από τον ελεγκτή της συσκευής δισκέτας εύκολα η επιθυμητή περιοχή. Πάνω στη δισκέτα ορίζεται μια ειδική περιοχή, όπου το λειτουργικό σύστημα δημιουργεί έναν πίνακα με στοιχεία των αρχείων που είναι αποθηκευμένα σ' αυτήν (ονομασία, μέγεθος, τομείς που χρησιμοποιήθηκαν για την αποθήκευσή τους, κ.ά.). Την περιοχή αυτή των περιεχομένων ενημερώνει ο ελεγκτής της συσκευής πριν από κάθε ενέργεια εγγραφής ή διαγραφής.



Σχήμα 3.3 Τομείς και ίχνη του δίσκου

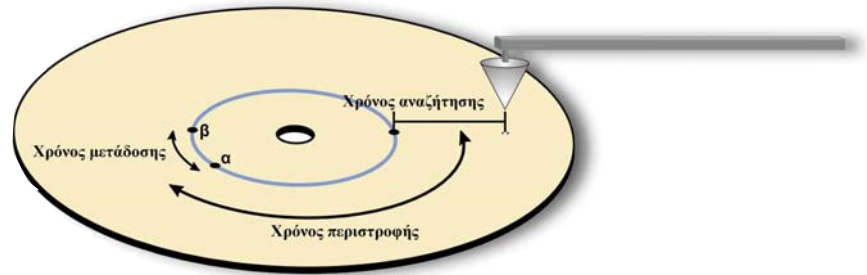
### Σκληρός δίσκος

Η πλέον διαδεδομένη συσκευή περιφερειακής μνήμης είναι ο **σκληρός δίσκος** (hard disk). Πρόκειται για μια συστοιχία φυσικών δίσκων που είναι τοποθετημένοι σε μια κατακόρυφη σειρά και είναι μόνιμα συνδεδεμένοι με ένα κοινό άξονα περιστροφής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.4. Κάθε δίσκος έχει δύο επιφάνειες που φέρουν μαγνητικό υλικό για την καταγραφή δεδομένων. Κάθε επιφάνεια περιέχει έναν αριθμό από ομόκεντρους κύκλους που ονομάζονται **ίχνη** (tracks), κατά μήκος των οποίων καταγράφονται τα δεδομένα. Τα ίχνη χωρίζονται σε ένα σταθερό αριθμό από **τομείς** (sectors), όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.3. Κάθε ίχνος είναι διαιρεμένο σε ισομέγεθεις τομείς. Με την συνεχή περιστροφή των δίσκων και τη μετακίνηση των κεφαλών προς τα εμπρός ή προς τα πίσω είναι δυνατή η προσπέλαση κάθε σημείου της μαγνητικής επιφάνειας. Ωστόσο πριν από την ανάγνωση ή την εγγραφή κάποιας πληροφορίας, απαιτείται ένας **χρόνος αναζήτησης** (seek time) για την εύρεση του κατάλληλου ιχνούς και στη συνέχεια ένας **χρόνος περιστροφής** (latency time) για την εύρεση του κατάλληλου τομέα, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.5. Ακολούθως πραγματοποιείται η ανάγνωση ή η εγγραφή κατά τη διάρκεια του **χρόνου μετάδοσης** (transmission time) με κάποια **ταχύτητα μετάδοσης** (transmission



Σχήμα 3.4 Σκληρός δίσκος

rate). Όλες οι παραπάνω λειτουργίες καθοδηγούνται από τον **ελεγκτή** (controller) του δίσκου.

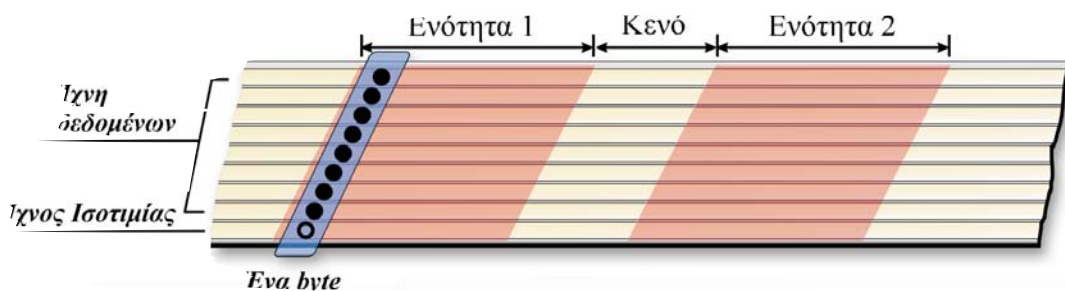


Σχήμα 3.5 Διαδικασία ανάγνωσης - εγγραφής

Σκληροί και εύκαμπτοι δίσκοι χρησιμοποιούν παρόμοια τεχνολογία. Οι διαφορές τους βρίσκονται στη χωρητικότητα, στην ταχύτητα εγγραφής / ανάγνωσης και στη δυνατότητα μεταφοράς / μετακίνησης.

### Μαγνητική ταινία

Στις μονάδες **μαγνητικών ταινιών** οι πληροφορίες καταγράφονται σε μια εύκαμπτη πλαστική ταινία, στην επιφάνεια της οποίας υπάρχει μαγνητικό υλικό. Οι πληροφορίες αποθηκεύονται κατά μήκος της ταινίας σε 9 διαδοχικά **ίχνη** (tracks) (βλέπε Σχήμα 3.6).



Σχήμα 3.6 Μαγνητική ταινία

Τα 8 από αυτά χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση των 8 bit δεδομένων και το 9ο για έλεγχο ισοτιμίας (parity check), με σκοπό την ανίχνευση τυχαίων λαθών. Η ταινία ξετυλίγεται από ένα κύλινδρο και τυλίγεται σε άλλον, ώστε να είναι δυνατή η πρόσβαση σε κάθε σημείο της επιφάνειάς της με σειριακό (ακολουθιακό) τρόπο. Οι πληροφορίες είναι οργανωμένες σε **ενότητες** (blocks) μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται ένα **κενό** (gap). Το κενό αυτό είναι απαραίτητο για λόγους που σχετίζονται με ζητήματα συγχρονισμού της κεφαλής εγγραφής / ανάγνωσης και του μηχανισμού περιστροφής των κυλίνδρων που φέρουν την ταινία.



### Οπτικός δίσκος

Η μονάδα οπτικού δίσκου είναι μια συσκευή που χρησιμοποιεί ακτίνα laser για την εγγραφή και ανάγνωση πληροφοριών σε μικρούς πλαστικούς άκαμπτους δίσκους (**Compact Disk - CD**) με διάμετρο 12 cm και πάχος 1,2 mm.

Στα CD ο μηχανισμός ανάγνωσης αποτελείται από μια δίοδο που εκπέμπει ακτίνα laser πάνω στην επιφάνεια του δίσκου. Η ακτίνα αυτή αντανακλάται στο υλικό του δίσκου και ανιχνεύεται από ένα φακό που βρίσκεται πάνω στην κεφαλή ανάγνωσης. Έτσι δημιουργείται μια ακολουθία ασθενών και ισχυρών φωτεινών δεσμών, η οποία οδηγείται σε μια ειδική διάταξη που μετατρέπει τις διακυμάνσεις του φωτός σε ηλεκτρική τάση. Δηλαδή ο μηχανισμός ανάγνωσης επιστρέφει (ανάλογα με την ανάκλαση) τα ψηφία 1 ή 0.

Υπάρχουν διάφορα είδη οπτικών δίσκων ως προς τη σύνθεση των υλικών που τα αποτελούν, για καθένα από τα οποία χρησιμοποιείται διαφορετική τεχνολογία για την εγγραφή και για την ανάγνωση.

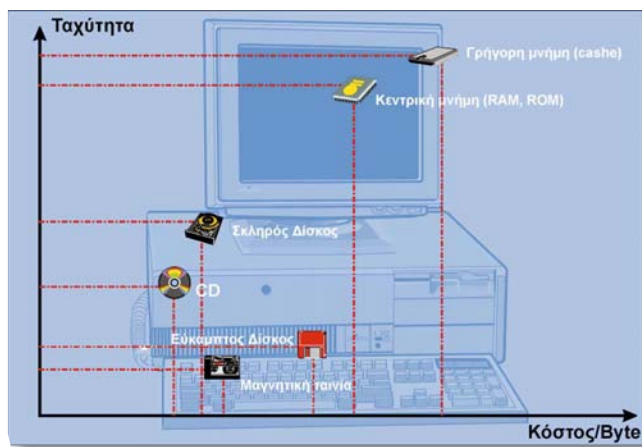
Τα κυριότερα είδη CD είναι:

- ◆ **CD-ROM (Compact Disk - Read Only Memory)**. Πρόκειται για το CD πάνω στο οποίο τυπώνεται συγκεκριμένο περιεχόμενο (στο δίσκο δημιουργούνται **κοιλιάδες** (pits) και **νησίδες** (lands), όπου οι νησίδες ανακλούν τη δέσμη, ενώ οι κοιλιάδες τη διασκορπίζουν). Το CD αυτό στη συνέχεια χρησιμοποιείται μόνο για ανάγνωση με τη μέθοδο που προαναφέραμε. Η χωρητικότητά του είναι 640 MB.
- ◆ **CD-R (Compact Disk Recordable)**. Πρόκειται για τα CD που γράφονται (επηρεάζεται το υλικό μιας επιστρωμένης με κατάλληλη βαφή επιφάνειας) μια φορά, αλλά διαβάζονται πολλές. Εδώ η δέσμη laser ανακλάται στην ειδική επίστρωση που υπάρχει στον δίσκο.
- ◆ **CD-RW**. Πρόκειται για CD επανεγγράψιμα (rewritable), δηλαδή μπορούν να γραφούν πολλές φορές. Η επιφάνειά τους είναι κατασκευασμένη από θερμοευαίσθητο υλικό, το οποίο δεν καίγεται κατά την εγγραφή, όταν η δέσμη laser πέσει επάνω του, αλλά με τη θερμοκρασία αλλοιώνεται προσωρινά η κρυσταλλική δομή του, με αποτέλεσμα να διαχέεται το φως που προσπίπτει. Αυτή η διάχυση μεταφράζεται σε ανάκλαση φωτεινής δέσμης μικρότερης ισχύος και έτσι ο μηχανισμός ανάγνωσης επιστρέφει το ψηφίο 0. Όταν θέλουμε να διαγράψουμε τα δεδομένα από το δίσκο παράγεται μια δέσμη laser διαφορετικής ισχύος και διαφορετικής θερμοκρασίας που επαναφέρει την κρυσταλλική δομή της θερμοευαίσθητης επιφάνειας στην αρχική κατάσταση.
- ◆ **DVD - (Digital Versatile Disk)**. Το κύριο χαρακτηριστικό αυτών των οπτικών δίσκων είναι η μεγάλη χωρητικότητα, η οποία είναι από 4,7 μέχρι 17 GB. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό τους είναι η συμβατότητα. Ο ίδιος δίσκος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στον οδηγό DVD του υπολογιστή μας καθώς και στη συσκευή DVD του σπιτιού μας για αναπαραγωγή βιντεοταινιών ή μουσικής.





Στο Σχήμα 3.7 φαίνεται η σχέση της ταχύτητας με το κόστος ανά byte για τα διάφορα είδη μνήμης. Βλέπουμε ότι οι περιφερειακές μνήμες πλεονεκτούν σε χωρητικότητα του κόστους, ενώ μειονεκτούν σε θέματα ταχύτητας.



Σχήμα 3.7 Η συγκριτική σχέση των διαφορών μνήμης

### 3.3.6 Μόντεμ



Το **μόντεμ (Modem - Modulator Demodulator)** είναι μια περιφερειακή μονάδα που μας δίνει τη δυνατότητα να συνδέσουμε δύο ή περισσότερους υπολογιστές μεταξύ τους μέσω του κοινού τηλεφωνικού δικτύου. Με τη δυνατότητα αυτή ο υπολογιστής καθίσταται ικανός να ανταλλάξει δεδομένα με άλλους απομακρυσμένους υπολογιστές, να αντλήσει πληροφορίες από βάσεις δεδομένων ή να δώσει εντολές προς απομακρυσμένες συσκευές να εκτελέσουν κάποια εργασία.

Σήμερα, η Διεθνής Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU) έχει συντάξει πρότυπες προδιαγραφές για τα τεχνικά χαρακτηριστικά των μόντεμ. Ένα πρόσφατο τέτοιο πρότυπο είναι το V.90. Το V.90 εξασφαλίζει λήψη δεδομένων στα 56 Kbps. και μεταφορά δεδομένων στα 33,6 Kbps. Η μεταφορά των δεδομένων ακολουθεί την ίδια δομή με τον προκάτοχο του V.90, το V.34+.

Τα μόντεμ μεταφράζουν τα ψηφιακά σήματα που δίνει στην έξοδό του ένας υπολογιστής -λογικές καταστάσεις 0 και 1- σε αναλογικά σήματα που μπορούν να μεταφερθούν μέσω της τηλεφωνικής γραμμής. Στην πλευρά του δέκτη εκτελούν την αντίστροφη διαδικασία, μετατρέποντας τα αναλογικά σήματα σε ψηφιακά.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των μόντεμ είναι η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων που επιτυγχάνουν και η οποία μετριέται σε bit ανά δευτερόλεπτο (**bit per second-bps**). Ένα άλλο χαρακτηριστικό των μόντεμ είναι τα πρωτόκολλα διόρθωσης λαθών και συμπίεσης δεδομένων που διαθέτουν. Πρόκειται για προγράμματα που είναι ενσωματωμένα στα μόντεμ και αφενός ελέγχουν την ύπαρξη πιθανών λαθών που δημιουργήθηκαν κατά τη μετάδοση μέσω του τηλεφωνικού δικτύου, αφετέρου χρησιμοποιούν κατάλληλες τεχνικές συμπίεσης, ώστε να βελτιώνεται η ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων.

### 3.3.7 Σαρωτής

Ο **σαρωτής** (scanner) είναι μια συσκευή η οποία δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας ψηφιακής αναπαράστασης της σελίδας ενός εγγράφου, η οποία μπορεί να περιέχει κείμενο, ει-



κόνες, σχέδια, κ.ά. Η συσκευή αυτή σαρώνει την επιφάνεια της σελίδας με τη βοήθεια μιας δέσμης φωτός και με τη χρήση ευαίσθητων φωτοκυττάρων δημιουργούνται ηλεκτρικά σήματα τα οποία μεταφέρουν πληροφορίες για τη φωτεινότητα και το χρώμα μικρών τμημάτων της επιφάνειας (**στιγμές - dots**). Τα σήματα αυτά, με τη βοήθεια κα-

τάλληλου λογισμικού, αποθηκεύονται στον υπολογιστή ως μια ακολουθία δυαδικών ψηφίων. Έτσι ο σαρωτής ψηφιοποιεί την επιφάνεια που σαρώνει. Ο αριθμός των στιγμών στις οποίες μπορεί να την χωρίσει ο σαρωτής καθορίζει τη διακριτική ικανότητά του.

Ο σαρωτής δεν διαχωρίζει το κείμενο από τις εικόνες αλλά τα αναπαριστά όλα σαν ψηφιοποιημένη εικόνα. Έτσι δεν είναι δυνατή η άμεση επεξεργασία του κειμένου που σαρώθηκε. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν ειδικά προγράμματα τα οποία μετατρέπουν τις «εικόνες των χαρακτήρων» σε χαρακτήρες (π.χ. ASCII). Τα προγράμματα αυτά ονομάζονται προγράμματα **Οπτικής Αναγνώρισης Χαρακτήρων** (Optical Character Recognition - **OCR**).

Οι πιο διαδεδομένοι τύποι σαρωτών είναι οι σαρωτές σελίδας ή επίπεδοι (flatbed) και οι σαρωτές χειρός (handheld).

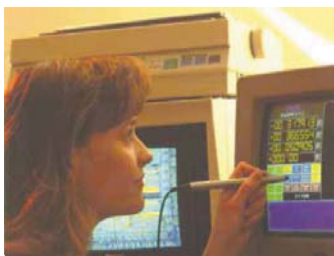
### 3.3.8 Σχεδιογράφος

Ο **σχεδιογράφος** (plotter) είναι μια συσκευή εξόδου για την εκτύπωση περίπλοκων και με πολλές λεπτομέρειες σχεδίων, όπως χάρτες και σχέδια αρχιτεκτόνων ή άλλων μηχανικών, τα οποία είναι πολύ μεγάλα για ένα συνηθισμένο εκτυπωτή. Υπάρχουν σχεδιογράφοι με πενάκια (στυλό) και σχεδιογράφοι έγχυσης μελάνης (inkjet). Διακρίνονται επίσης σε επίπεδους σχεδιογράφους, στους οποίους η σχεδίαση γίνεται με σταθερό το χαρτί και κινούμενες τις γραφίδες, και σε σχεδιογράφους με κινούμενο χαρτί. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά ενός σχεδιογράφου είναι:

- α) το μέγεθος του χαρτιού
- β) η ταχύτητα σχεδίασης
- γ) η ανάλυση (ελάχιστη κίνηση της γραφίδας) και
- δ) η χωρητικότητα της μνήμης του.



### 3.3.9 Φωτογραφίδα



Η **φωτογραφίδα** (light pen) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό μιας θέσης (ενός σημείου) της οθόνης. Η θέση στην οποία δείχνει η φωτογραφίδα βρίσκεται με τον υπολογισμό του χρόνου που απαιτείται για να φτάσει η δέσμη ηλεκτρονίων του καθοδικού σωλήνα από την αρχή του κύκλου της σάρωσης μέχρι το σημείο της γραφίδας και την αναγωγή στη συνέχεια του χρόνου σε χωρικές παραμέτρους της οθόνης. Η φωτογραφίδα χρησιμοποιείται ως συσκευή που συνδυάζει λειτουργίες του ποντικιού και του πληκτρολογίου.

### 3.3.10 Άλλες περιφερειακές συσκευές

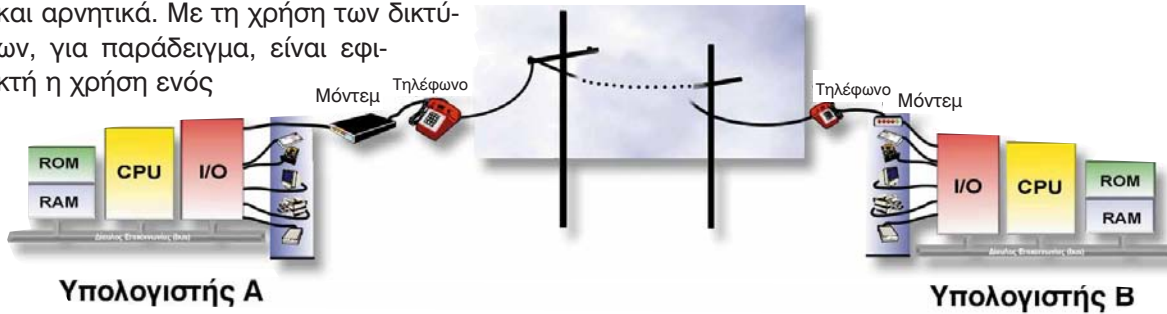
Η ανάπτυξη των πολυμέσων, των δικτύων και των εφαρμογών τηλεδιάσκεψης οδήγησε στην ανάγκη χρήσης και άλλων περιφερειακών συσκευών, όπως είναι η κάμερα, τα ηχεία και το μικρόφωνο.



## 3.4 Διασύνδεση υπολογιστών

Γνωρίσαμε ήδη τον τρόπο επικοινωνίας των περιφερειακών συσκευών με το κεντρικό μέρος του υπολογιστή μέσω της μονάδας εισόδου /εξόδου. Ένα ενδιαφέρον ερώτημα θα μπορούσε να προβάλλει. Μπορεί μια περιφερειακή συσκευή του να είναι η μονάδα εισόδου/εξόδου ενός άλλου υπολογιστή; Η απάντηση είναι θετική. Τότε έχουμε δυο **διασυνδεδεμένους** υπολογιστές. Μάλιστα οι υπολογιστές αυτοί μπορεί να είναι και σε απομακρυσμένα μεταξύ τους σημεία και να διασυνδέονται μέσω του τηλεφωνικού δικτύου (βλέπε Σχήμα 3.8).

Αν μάλιστα ο τρόπος διασύνδεσής τους είναι μιας ειδικής τεχνολογίας, τότε οι δύο υπολογιστές μπορεί να είναι συνδεδεμένοι σε **δίκτυο**. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε τα δίκτυα των υπολογιστών, που είναι πλέον το μεγάλο επίτευγμα της πληροφορικής τεχνολογίας με αμέτρητες εφαρμογές και αναρίθμητα αποτελέσματα, τόσο θετικά όσο και αρνητικά. Με τη χρήση των δικτύων, για παράδειγμα, είναι εφικτή η χρήση ενός

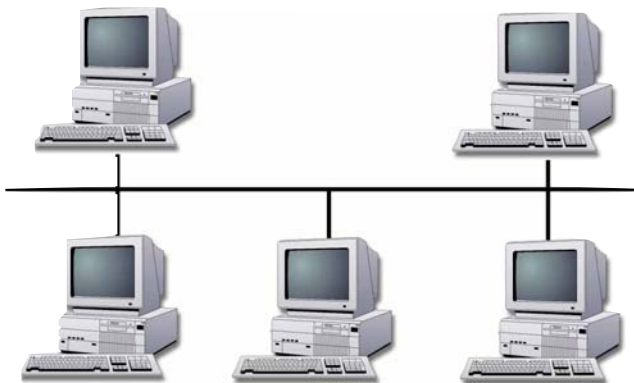


Σχήμα 3.8 Διασύνδεση υπολογιστών

εκτυπωτή από περισσότερους του ενός υπολογιστές, είναι δυνατή η απομακρυσμένη ανάκτηση πληροφοριών, η αποστολή και λήψη μηνυμάτων, κτλ. Οι τρόποι με τους οποίους μπορούν να διασυνδεθούν περισσότερα του ενός υπολογιστικά συστήματα μεταξύ τους ποικίλλουν. Σε συντομία, μια και αποτελεί αντικείμενο επόμενου κεφαλαίου, οι σημαντικότεροι είναι οι ακόλουθοι:

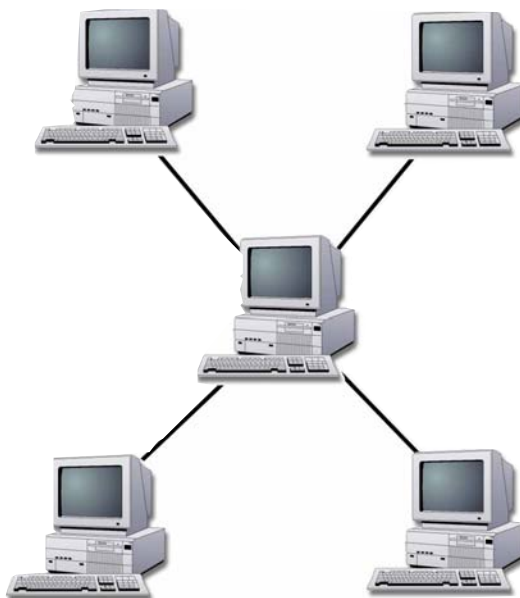
### Δίκτυα αρτηρίας

Στα δίκτυα αυτά χρησιμοποιείται μία γραμμή επικοινωνίας για τη διασύνδεση διαφόρων υπολογιστών.



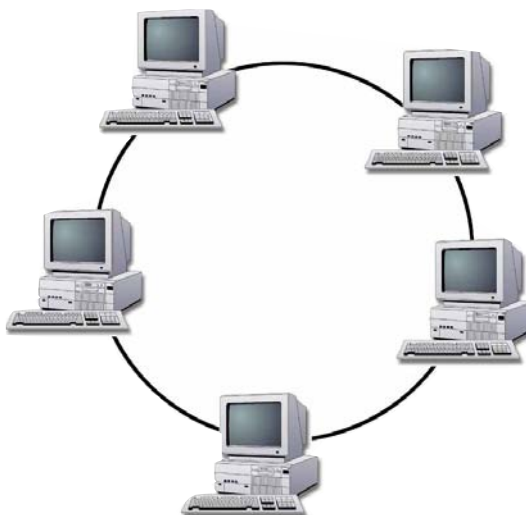
### Δίκτυα αστέρα

Οι διάφοροι υπολογιστές επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω κάποιου κεντρικού υπολογιστή, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη σωστή λειτουργία του δικτύου.



◆ Δίκτυα δακτυλίου

Είναι τα δίκτυα όπου κάθε υπολογιστής συνδέεται με δύο γειτονικούς του, έτσι ώστε όλοι οι υπολογιστές να σχηματίζουν βρόχο.



Βέβαια, δύο δίκτυα μπορούν να διασυνδεθούν μεταξύ τους και να δώσουν ένα διαδίκτυο, αυτό με τη σειρά του με άλλο δίκτυο και να προκύψει ένα μεγαλύτερο διαδίκτυο, μέχρι να φτιάξουμε ένα παγκόσμιο δίκτυο, όπως είναι το **Διαδίκτυο (Internet)**.

Περισσότερα για τα δίκτυα θα δούμε σε επόμενο κεφάλαιο.