

## Μάθημα 5.1

## Διάδρομοι Υπολογιστικών Συστημάτων

Σκοπός του μαθήματος είναι να περιγράψει τις λειτουργία και τις κατηγορίες διαδρόμων στους σύγχρονους υπολογιστές και ιδιαίτερα την οργάνωση των επιμέρους διαδρόμων στους προσωπικούς υπολογιστές.

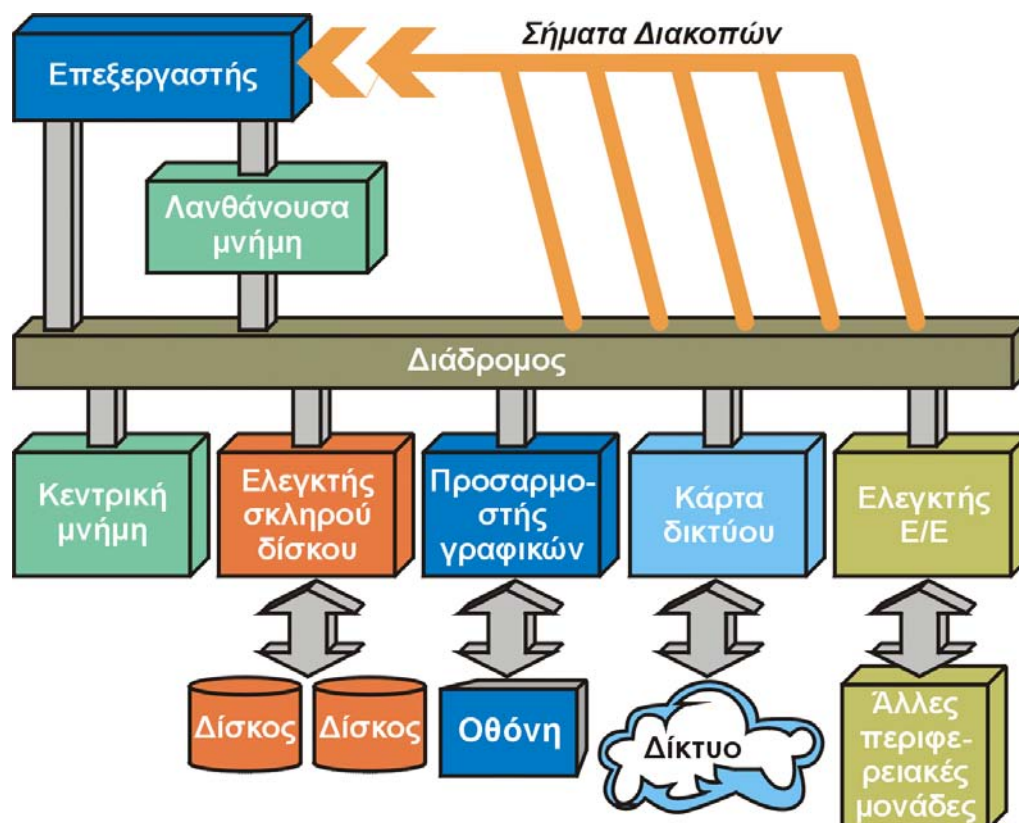
Σκοπός του μαθήματος

Όταν ολοκληρώσεις το μάθημα αυτό, θα μπορείς:

- ♦ Να ορίζεις τι είναι διάδρομος, και ποια τα χαρακτηριστικά του
- ♦ Να διακρίνεις τις κατηγορίες διαδρόμων
- ♦ Να περιγράφεις την μορφή των διαδρόμων σε σύγχρονους υπολογιστές

Τι θα μάθεις;

Σε ένα υπολογιστικό σύστημα τα επιμέρους υποσυστήματα πρέπει να διασυνδέονται μεταξύ τους για να ανταλλάσσουν δεδομένα. Για παράδειγμα, η κεντρική μνήμη επικοινωνεί με τον επεξεργαστή, όπως και οι περιφερειακές μονάδες. Αυτό γίνεται με την ύπαρξη του **διαδρόμου** (bus), δηλαδή ενός συνόλου παράλληλων καλωδίων στα οποία συνδέονται οι επιμέρους μονάδες. Το κύριο πλεονέκτημα του διαδρόμου είναι η



ευκολία με την οποία μπορούμε να τον επεκτείνουμε προσθέτοντας επιπλέον

περιφερειακές μονάδες. Απλά συνδέουμε την αντίστοιχη μονάδα σε μια κενή θέση, η οποία πρέπει να ακολουθεί το συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας.

Με τον όρο *πρωτόκολλο επικοινωνίας διαδρόμου* (bus communication protocol) αναφερόμαστε στο σύνολο των κανόνων που καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η ανταλλαγή σημάτων και δεδομένων μεταξύ δυο περιφερειακών μονάδων που είναι διασυνδεδεμένες μέσω του διαδρόμου αυτού.

Ο διάδρομος αποτελείται από τις *γραμμές ελέγχου* (control) και τις *γραμμές δεδομένων* (data).

- ☑ Οι γραμμές ελέγχου χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση των σημάτων ελέγχου, τα οποία καθορίζουν ποια μονάδα αποστέλλει δεδομένα, ποια μονάδα έχει τον έλεγχο των γραμμών δεδομένων, τι είδους δεδομένα μεταδίδονται κλπ.
- ☑ Οι γραμμές δεδομένων του διαδρόμου μεταφέρουν δυαδικές πληροφορίες από τη συσκευή-αποστολέα στη συσκευή-παραλήπτη. Οι δυαδικές πληροφορίες μπορεί να είναι εντολές προγράμματος, διευθύνσεις μνήμης ή ψηφιακά δεδομένα όπως για παράδειγμα περιεχόμενα του δίσκου.

Αν ο δίσκος θέλει να γράψει κάποια δεδομένα στη μνήμη, οι γραμμές δεδομένων θα περιέχουν στην αρχή τη διεύθυνση της μνήμης στην οποία θα γίνει η εγγραφή και κατόπιν τα δεδομένα του δίσκου. Στην αρχή οι γραμμές ελέγχου θα περιέχουν το σήμα ελέγχου που καθορίζει ότι στο διάδρομο δεδομένων περιέχεται διεύθυνση και στη συνέχεια ένα άλλο σήμα ελέγχου που θα δηλώνει ότι πλέον περιέχονται δεδομένα. Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιείται ένα «διευρυμένο» είδος διαδρόμου, όπου οι γραμμές διευθύνσεων είναι ξεχωριστές από τις γραμμές δεδομένων. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις δεδομένα και διευθύνσεις μεταφέρονται από το ίδιο σύνολο γραμμών με τα κατάλληλα σήματα ελέγχου να διαφοροποιούν την κάθε μετάδοση.

Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός διαδρόμου είναι η *ταχύτητα* ή *συχνότητα μετάδοσης των bits* (bus clock, bandwidth), το *εύρος* του (bus width) και ο *χρόνος αδράνειας* (bus latency).



**Ταχύτητα διαδρόμου** ονομάζεται η ποσότητα των δυαδικών δεδομένων που μεταδίδονται σε μία μονάδα χρόνου. Η ταχύτητα μετριέται σε bits ανά δευτερόλεπτο. Ειδικά για διαδρόμους που η μετάδοση γίνεται σε προκαθορισμένους παλμούς ενός ρολογιού, αντί του όρου ταχύτητα συχνά χρησιμοποιούμε τον όρο *συχνότητα του διαδρόμου*, η οποία μετριέται σε Hz. Έτσι ένας διάδρομος με ρολόι 33 MHz σημαίνει ότι μπορεί να μεταδίδει σε κάθε γραμμή του 33 εκατομμύρια bits το δευτερόλεπτο.



**Χρόνος αδράνειας** ονομάζεται ο χρόνος που χρειάζεται για τη μετάδοση του πρώτου τμήματος δεδομένων από το ένα σημείο του διαδρόμου στο άλλο, από το δίσκο στη κεντρική μνήμη, από την κεντρική μνήμη στη λανθάνουσα μνήμη κλπ. Ο χρόνος αδράνειας εξαρτάται από το μήκος του διαδρόμου μεταξύ των δύο σημείων. Όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος, και όσο περισσότερες μονάδες παρεμβάλλονται στο διάδρομο, τόσο μεγαλύτερος είναι ο χρόνος αυτός.



**Εύρος διαδρόμου** ονομάζεται το πλήθος των παράλληλων γραμμών που αποτελούν το διάδρομο. Το εύρος αντιπροσωπεύει τον αριθμό των bits που μεταδίδονται ταυτόχρονα και κυμαίνεται από 8 έως 64 ή και πολλές φορές 128

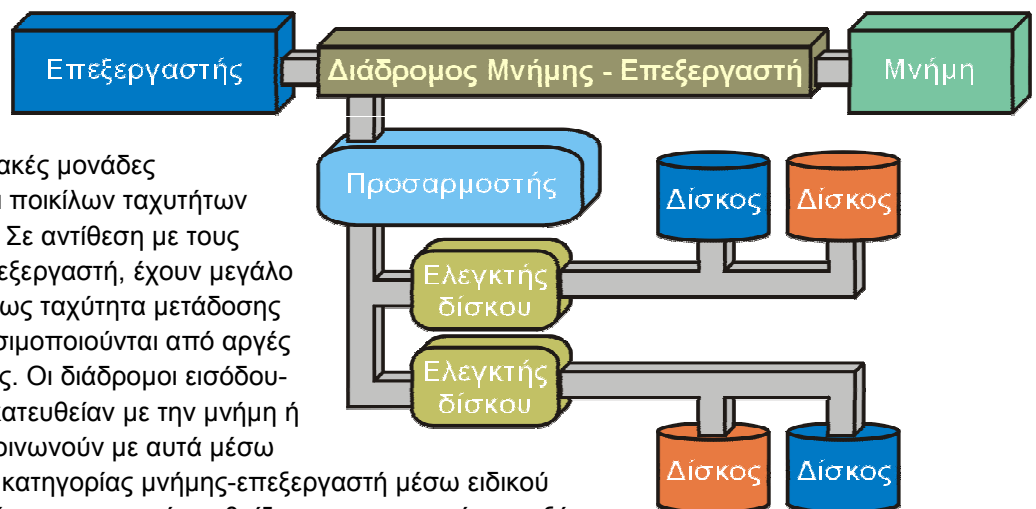
bits. Πάντα λόγω του μεγέθους των δεδομένων, το εύρος είναι πολλαπλάσιο του μήκους λέξης ενός υπολογιστή. Το εύρος του διαδρόμου επί την ταχύτητα του μας δίνουν το μέγιστο αριθμό των bytes που μεταδίδονται από όλα τα κανάλια του διαδρόμου, παράλληλα, και ονομάζεται *διαμεταγωγή* (throughput). Η τιμή αυτή είναι η μέγιστη δυνατή, καθώς στην πράξη ο όγκος των πληροφοριών που μεταδίδονται στη μονάδα του χρόνου είναι μικρότερος

Οι διάδρομοι ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες: τους *διαδρόμους μνήμης-επεξεργαστή* (memory-CPU bus), τους *διαδρόμους εισόδου-εξόδου* (input-output bus) και τους *επίπεδους διαδρόμους* (flat bus).

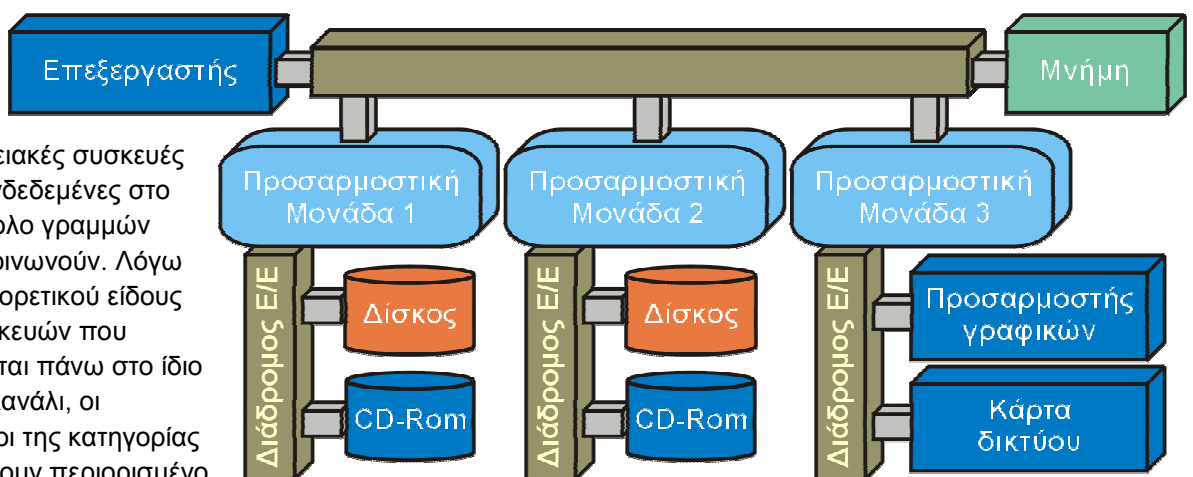
Οι **διάδρομοι μνήμης-επεξεργαστή** έχουν μικρό μήκος, πολύ μεγάλες ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων και ο χρονισμός τους εξαρτάται από την ταχύτητα ανάκτησης δεδομένων από τη μνήμη.

Οι **διάδρομοι εισόδου-εξόδου**,

διασύνδεουν περιφερειακές μονάδες διαφορετικού τύπου και ποικίλων ταχυτήτων μετάδοσης δεδομένων. Σε αντίθεση με τους διαδρόμους μνήμης-επεξεργαστή, έχουν μεγάλο μήκος, και μικρή συνήθως ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων καθώς χρησιμοποιούνται από αργές περιφερειακές συσκευές. Οι διάδρομοι εισόδου-εξόδου δε συνδέονται κατευθείαν με την μνήμη ή τον επεξεργαστή. Επικοινωνούν με αυτά μέσω ξεχωριστού διαδρόμου κατηγορίας μνήμης-επεξεργαστή μέσω ειδικού προσαρμοστικού κυκλώματος το οποίο ρυθμίζει την επικοινωνία μεταξύ μονάδων με διαφορετική συχνότητα λειτουργίας.



Τέλος, οι **επίπεδοι διάδρομοι**, διασυνδέουν όλων των ειδών τις συσκευές στο ίδιο φυσικό κανάλι. Έτσι επεξεργαστής, μνήμη, υποσύστημα γραφικών, δίσκοι και άλλες



περιφερειακές συσκευές είναι συνδεδεμένες στο ίδιο σύνολο γραμμών και επικοινωνούν. Λόγω του διαφορετικού είδους των συσκευών που συνδέονται πάνω στο ίδιο φυσικό κανάλι, οι διάδρομοι της κατηγορίας αυτής έχουν περιορισμένο εύρος και ταχύτητες μετάδοσης. Συνήθως υπάρχουν ειδικά προσαρμοστικά κυκλώματα με σκοπό να προσαρμόζουν αργές περιφερειακές συσκευές καθώς και γρήγορες μονάδες όπως οι μνήμες ή ο επεξεργαστής.



Τα περισσότερα υπολογιστικά συστήματα, κυρίως οι υπερυπολογιστές, χρησιμοποιούν συνδυασμό και των τριών κατηγοριών διαδρόμων:

Υπάρχει ένας διάδρομος μνήμης-επεξεργαστή που διασυνδέεται με έναν ή περισσότερους διαδρόμους εισόδου-εξόδου μέσω ειδικών προσαρμοστών. Η διάταξη αυτή προσφέρει το πλεονέκτημα της γρήγορης επικοινωνίας επεξεργαστή και κεντρικής μνήμης, καθώς και επικοινωνία σταθερού ρυθμού για τις περιφερειακές μονάδες.

## Διακοπές

Οι *διακοπές* (interrupts) είναι τα σήματα που παράγονται όταν χρειάζεται να πραγματοποιηθεί κάποια διαδικασία εισόδου/εξόδου και απαιτείται η χρησιμοποίηση της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας. Οι διακοπές χωρίζονται σε *διακοπές υλικού* (hardware interrupts) και *διακοπές λογισμικού* (software interrupts), ανάλογα με την προέλευσή τους.

Διακοπές υλικού συμβαίνουν κάθε φορά που πιέζεται ένα πλήκτρο ή μετακινείται το ποντίκι. Διακοπές λογισμικού παράγονται από ένα πρόγραμμα, όταν για παράδειγμα απαιτείται ανάγνωση ή εγγραφή στο δίσκο.

Ένας εσωτερικός χρονιστής διακόπτει την κεντρική μονάδα επεξεργασίας αρκετές φορές το δευτερόλεπτο, για να μοιράζει τον έλεγχο σε διαφορετικά προγράμματα σε συστήματα πολυεπεξεργασίας, για να κρατά την ώρα κ.ά. Όταν συμβαίνει μια διακοπή, ο έλεγχος μεταφέρεται στο λειτουργικό σύστημα, το οποίο και αναλαμβάνει να εξυπηρετήσει την αίτηση της διακοπής, εκτελώντας διάφορες λειτουργίες. Η αίτηση διακοπής περιγράφεται με το *διάνυσμα διακοπής* (interrupt vector). Αυτό είναι η διεύθυνση του προγράμματος που θα εκτελεστεί για να εξυπηρετηθεί η αίτηση της διακοπής. Αν κάποιο πρόγραμμα χρειάζεται να διαβάσει από το πληκτρολόγιο, αποστέλλεται το αντίστοιχο διάνυσμα διακοπής με διεύθυνση το «πρόγραμμα» του λειτουργικού συστήματος που διαβάζει από το πληκτρολόγιο. Ο επεξεργαστής στη συνέχεια εκτελεί αυτό το «πρόγραμμα», που ονομάζεται *ρουτίνα εξυπηρέτησης διακοπής* (interrupt service routine) και στο τέλος αποθηκεύει σε προκαθορισμένους καταχωρητές τα αποτελέσματα, ώστε το πρόγραμμα να τα χρησιμοποιήσει.

Οι διακοπές έχουν προτεραιότητες, ώστε συσκευές ή προγράμματα που έχουν υψηλότερη προτεραιότητα να εξυπηρετούνται κατά προτίμηση, διακόπτοντας (σε ορισμένα συστήματα ακόμα και στην μέση) την εξυπηρέτηση άλλων συσκευών. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν διάφορα συστήματα που καθορίζουν τις προτεραιότητες των συσκευών στο διάδρομο περιφερειακών μονάδων.

Σύμφωνα με το μοντέλο του διαδρόμου και των διακοπών που είδαμε, η μεταφορά δεδομένων από το δίσκο στην κεντρική μνήμη, γίνεται ως εξής:

- Πραγματοποιείται μια αίτηση διακοπής για ανάγνωση από το δίσκο
- Ο επεξεργαστής σταματά να εκτελεί ό,τι έκανε μέχρι εκείνη τη στιγμή
- Για όσο διάστημα γίνεται ανάγνωση από το δίσκο και μετακίνηση στη μνήμη, ο επεξεργαστής εκτελεί τη ρουτίνα μετακίνησης δεδομένων.

## Μονάδα Απευθείας Προσπέλασης Μνήμης (DMA)

Από το παράδειγμα στο τέλος της προηγούμενης ενότητας βλέπουμε ότι σημαντικό μέρος της ισχύος της μονάδας επεξεργασίας καταναλώνεται για την μετακίνηση μεγάλων όγκων δεδομένων από και προς το δίσκο. Η λύση είναι η ύπαρξη ενός ξεχωριστού επεξεργαστή, ο οποίος εξυπηρετεί κάθε αίτηση ανάγνωσης ή εγγραφής από και προς το δίσκο αντίστοιχα. Αυτός αναλαμβάνει τον έλεγχο του διαδρόμου και επομένως των μετακινήσεων, απελευθερώνοντας τον επεξεργαστή, ο οποίος μπορεί να κάνει άλλους υπολογισμούς, οι οποίοι δε χρειάζονται τον έλεγχο του διαδρόμου. Ο «επεξεργαστής» αυτός ονομάζεται *μονάδα απευθείας προσπέλασης μνήμης* (direct memory access unit) και αποτελεί ένα ξεχωριστό κύκλωμα, διασυνδεδεμένο στο διάδρομο, που μεταφέρει δεδομένα από τις περιφερειακές μονάδες στην κεντρική μνήμη χωρίς τη διαμεσολάβηση του κεντρικού επεξεργαστή.

Στους προσωπικούς υπολογιστές υπάρχουν οκτώ διαφορετικά κανάλια χρήσης της μονάδας απευθείας προσπέλασης μνήμης. Το κάθε κανάλι αντιπροσωπεύει διαφορετικά χαρακτηριστικά μεταφοράς δεδομένων και χρησιμοποιείται από την κατάλληλη συσκευή. Για παράδειγμα, το υποσύστημα ήχου χρησιμοποιεί το κανάλι 1 που μεταφέρει δεδομένα ανά 8 bits, ενώ ο δίσκος χρησιμοποιεί κανάλι εύρους 16 bit.



Ανακεφαλαίωση

Ο διάδρομος αποτελεί το μέσο διασύνδεσης μεταξύ των επιμέρους συστημάτων που αποτελούν τον υπολογιστή. Τα χαρακτηριστικά του είναι η ταχύτητα λειτουργίας του, το πλήθος των bits που μεταδίδονται ταυτόχρονα (εύρος) και ο χρόνος αδράνειας κατά τη μετάδοση. Οι κυριότερες κατηγορίες διαδρόμων είναι οι επίπεδοι διάδρομοι, οι διάδρομοι μνήμης-επεξεργαστή και οι διάδρομοι εισόδου-εξόδου.

Οι διακοπές αποτελούν τον τρόπο ελέγχου του διαδρόμου από κάποια συσκευή. Γίνεται αίτηση διακοπής, εξυπηρετείται η αίτηση από τον επεξεργαστή, και στη συνέχεια η συσκευή που ζήτησε τη διακοπή, επικοινωνεί με τον επεξεργαστή μέσω ενός συγκεκριμένου προγράμματος, της ρουτίνας εξυπηρέτησης διακοπής.

Η μονάδα απευθείας προσπέλασης μνήμης αναλαμβάνει την απευθείας επικοινωνία της κεντρικής μνήμης με κάποια περιφερειακή συσκευή, ώστε να απελευθερωθεί ο επεξεργαστής, ο οποίος μπορεί να εκτελεί άλλα προγράμματα.



Γλωσσάριο  
όρων

Γραμμές Δεδομένων	Data
Γραμμές Ελέγχου	Control
Διάδρομος	Bus
Διάδρομος Εισόδου-Εξόδου	Input-Output Bus
Διάδρομος Μνήμης-Επεξεργαστή	Memory-Cpu Bus
Διακοπή	Interrupt
Διακοπή Λογισμικού	Software Interrupt
Διακοπή Υλικού	Hardware Interrupt
Διάνυσμα Διακοπής	Interrupt Vector
Επίπεδος Διάδρομος	Flat Bus
Εύρος Διαδρόμου	Bus Bandwidth
Διαμεταγωγή	Throughput
Μονάδα Απευθείας Προσπέλασης Μνήμης	DMA
Πρωτόκολλο Επικοινωνίας Διαδρόμου	Bus Communication Protocol
Ρουτίνα Εξυπηρέτησης Διακοπής	Interrupt Service Routine
Ταχύτητα Διαδρόμου	Bus Clock
Χρόνος Αδράνειας	Latency

## Ερωτήσεις

- ? Τι είναι διάδρομος;
- ? Ποια είναι τα χαρακτηριστικά ενός διαδρόμου;
- ? Ποιές είναι οι κατηγορίες διαδρόμων;
- ? Τι είναι DMA;



## Μάθημα 5.2

## Τεχνολογίες Εκτυπωτών

Σκοπός του μαθήματος είναι να περιγράψει τις σύγχρονες τεχνολογίες εκτύπωσης και τις διάφορες κατηγορίες εκτυπωτών που χρησιμοποιούνται από τους υπολογιστές.

Σκοπός του  
μαθήματος

Όταν ολοκληρώσεις το μάθημα αυτό, θα μπορείς:

- ♦ Να απαριθμείς τις κατηγορίες των εκτυπωτών
- ♦ Να περιγράφεις τη λειτουργία του κρουστικού εκτυπωτή
- ♦ Να περιγράφεις τη λειτουργία του εκτυπωτή ψεκασμού μελάνης
- ♦ Να περιγράφεις τη λειτουργία του εκτυπωτή laser
- ♦ Να εξηγείς πώς λειτουργούν οι σχεδιογράφοι

Τι θα μάθεις;

Ο εκτυπωτής (printer) είναι το μέσο στο οποίο αποτυπώνονται σε χαρτί τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στον υπολογιστή. Ο εκτυπωτής τυπώνει κείμενα μορφοποιημένα από επεξεργαστές κειμένου, εικόνες και σχέδια από ειδικά προγράμματα επεξεργασίας εικόνων, αριθμητικά δεδομένα από λογιστικά φύλλα, αποδείξεις και τιμολόγια σε εφαρμογές επιχειρήσεων και ό,τι άλλο μπορεί να αναπαρασταθεί σε χαρτί.

Η εξέλιξη στην τεχνολογία εκτύπωσης είναι πολύ μεγάλη, ιδιαίτερα την τελευταία δεκαετία. Πριν από μερικά χρόνια για τους χρήστες προσωπικών υπολογιστών ήταν σχεδόν αδύνατη η εκτύπωση γραφικών και σύνθετων μορφών κειμένου με εικόνες. Όμως, οι εξελίξεις στις μηχανές εκτύπωσης που βασίζονται στην τεχνολογία των laser, έχουν κάνει δυνατή την αναπαραγωγή και των πιο δύσκολων εκτυπώσεων. Σήμερα οι εκτυπωτές κοινής χρήσης προσεγγίζουν σε ποιότητα επαγγελματικές φωτοστοιχειοθετικές μηχανές.


Οι εκτυπωτές διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με την τεχνολογία εκτύπωσης που χρησιμοποιούν:


 **Κρουστικοί εκτυπωτές** (Impact printers)

 **Εκτυπωτές ψεκασμού** (Inkjet printers)

 **Εκτυπωτές laser** (Laser printers).

Ένας άλλος διαχωρισμός των εκτυπωτών γίνεται ως προς τον τρόπο εκτύπωσης, σε εκτυπωτές γραμμής και εκτυπωτές σελίδας.

 Οι **εκτυπωτές σελίδας** (page printers) ολοκληρώνουν το σχηματισμό της σελίδας στην μνήμη τους πριν προχωρήσουν στην εκτύπωση και κατόπιν την εκτυπώνουν.

 Οι **εκτυπωτές γραμμής** (line printers) εκτυπώνουν τη σελίδα γραμμή-γραμμή.

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά των εκτυπωτών είναι τα εξής:

**Ταχύτητα εκτύπωσης:** Ανάλογα με την τεχνολογία εκτύπωσης έχουμε και διαφορετικές μονάδες μέτρησης. Στους εκτυπωτές γραμμής, η ταχύτητα εκφράζεται σε χαρακτήρες ανά δευτερόλεπτο (characters per second - cps) ενώ στους εκτυπωτές σελίδας, σε σελίδες ανά λεπτό (pages per minute - ppm).

**Ανάλυση εκτύπωσης:** Η ελάχιστη μονάδα εκτύπωσης (με άλλα λόγια, το πιο μικρό ίχνος) που μπορεί να τυπωθεί στο χαρτί και ονομάζεται *κουκίδα* (dot). Η ανάλυση εκτύπωσης ορίζεται ως το πλήθος των διαφορετικών κουκίδων που μπορούν να εκτυπωθούν ανά ίντσα<sup>1</sup> (dots per inch - dpi).

Η ποιότητα της τελικής εκτύπωσης ενός εκτυπωτή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ανάλυση εκτύπωσης που αναφέρει ο κατασκευαστής του, όχι όμως αποκλειστικά από αυτήν. Στην πράξη η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την εκτύπωση καθορίζει και την ποιότητα, όπως θα δούμε στη συνέχεια. Το πλήθος των κουκίδων ανά ίντσα είναι σημαντικό, όμως παίζουν ρόλο και άλλα χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος και το σχήμα της κουκίδας, η ακρίβεια στοίχισης των κουκίδων που ανήκουν στην ίδια ευθεία, το χαρτί εκτύπωσης και άλλα. Έτσι η επιλογή ενός ποιοτικού εκτυπωτή, εξαρτάται από πολλούς άλλους παράγοντες εκτός της τιμής της ανάλυσης εκτύπωσης.

## Κρουστικοί Εκτυπωτές

Οι κρουστικοί εκτυπωτές αποτελούν την πιο παλιά κατηγορία εκτυπωτών. Η τεχνολογία εκτύπωσης τους βασίζεται στην ύπαρξη μιας κινούμενης κεφαλής, η οποία περιέχει ακίδες ή χαρακτήρες που κτυπάνε μία μελανοταινία προς το χαρτί. Έτσι σε κάθε κτύπημα αποτυπώνεται στο χαρτί ένας συγκεκριμένος χαρακτήρας ή ένα ίχνος μελανιού. Λειτουργούν με πανομοιότυπο τρόπο όπως οι παλαιές γραφομηχανές, όμως εδώ τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και οι μηχανισμοί του εκτυπωτή καθορίζουν την μετακίνηση του χαρτιού. Η ταχύτητα εκτύπωσης στους κρουστικούς εκτυπωτές μετριέται και σε γραμμές ανά δευτερόλεπτο (lines per second – lps).

Η πρώτη μορφή κρουστικού εκτυπωτή, ήταν ο *εκτυπωτής μαργαρίτας* (daisy wheel). Αυτός, όπως και οι γραφομηχανές, περιείχε έναν τροχό, στον οποίο υπήρχαν σε διάταξη μαργαρίτας οι χαρακτήρες μιας γραμματοσειράς. Αν ο χρήστης ήθελε να αλλάξει γραμματοσειρά, σταματούσε την εκτύπωση, άλλαζε μαργαρίτα χαρακτήρων, και συνέχιζε. Είναι φανερό ότι οι εκτυπωτές αυτοί δεν μπορούσαν να απεικονίσουν γραφικά ή να τυπώσουν σε οποιοδήποτε σημείο του χαρτιού.

Σύντομα η τεχνολογία μαργαρίτας στους κρουστικούς εκτυπωτές ξεπεράστηκε και κυριάρχησε το μοντέλο των *εκτυπωτών πίνακα ακίδων* (dot matrix). Εδώ υπάρχει μια κινούμενη κεφαλή που περιέχει μικροσκοπικές μεταλλικές ακίδες, πολύ κοντά τη μία στην άλλη, διατεταγμένες σε μια ή δυο σειρές. Ανάμεσα στις ακίδες και το χαρτί υπάρχει η μελανοταινία. Το κτύπημα των ακίδων πάνω στη μελανοταινία, αφήνει το ίχνος τους στο χαρτί. Έτσι οι χαρακτήρες αποτυπώνονται με το συνδυασμό διαδοχικών κτυπημάτων σε προκαθορισμένες θέσεις, που αντιστοιχούν στον κάθε χαρακτήρα. Όσο πιο πολλά κτυπήματα χρησιμοποιούνται για την απεικόνιση ενός χαρακτήρα τόσο πιο ποιοτική εκτύπωση παράγεται στο χαρτί. Θεωρητικά η ποιότητα της εκτύπωσης δεν εξαρτάται τόσο από το πλήθος των ακίδων της κεφαλής, όσο από το πόσες ακίδες χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα για την εκτύπωση του ίδιου χαρακτήρα.



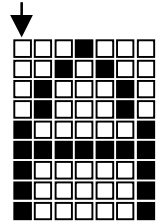
<sup>1</sup> Ίντσα: αγγλοσαξονική μονάδα μήκους ίση με 2,54 εκ.



Μπορούμε να πετύχουμε το ίδιο ποιοτικό αποτέλεσμα με κεφαλές των 24 και 9 ακίδων, όμως στη δεύτερη περίπτωση χρειάζονται πολλά περάσματα για κάθε χαρακτήρα, προκαλώντας έτσι καθυστέρηση στην εκτύπωση.

Στην περίπτωση των 9 ακίδων, επειδή η πυκνότητα των ακίδων είναι μικρότερη, η κεφαλή μετατοπίζεται ελάχιστα σε κάθε πέρασμα, ώστε να καλύπτει τα κενά της εκτύπωσης. Στην πράξη η διαδικασία αυτή είναι αρκετά σύνθετη: απαιτεί το συγχρονισμό της κεφαλής με το μηχανισμό τροφοδοσίας χαρτιού ώστε να γίνει με ακρίβεια η μικρή μετατόπιση του χαρτιού που χρειάζεται για το επόμενο πέρασμα.

Ένα χτύπημα της κεφαλής



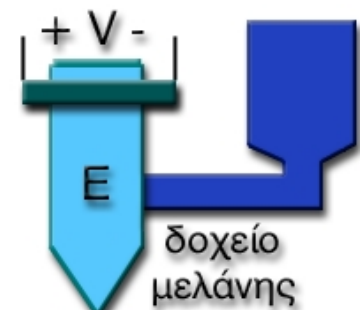
■ Η ακίδα χτυπά το χαρτί  
□ Η ακίδα δε χτυπά το χαρτί

Στον ίδιο λόγο οφείλονται και τα προβλήματα που εμφανίζουν οι εκτυπωτές ακίδων στην εκτύπωση γραμμικών σχεδίων. Οι οριζόντιες γραμμές τυπώνονται αρκετά εύκολα και με ακρίβεια, αφού γίνεται μόνο οριζόντια μετακίνηση των ακίδων εκτύπωσης κατά μήκος του χαρτιού. Στις κατακόρυφες και πολύ περισσότερο στις διαγώνιες γραμμές όμως τα πράγματα δεν είναι το ίδιο εύκολα. Απαιτούνται αργές μετακινήσεις της κεφαλής για να αποφεύγονται τα κενά και οι ασυνέχειες. Σε εκτυπώσεις τέτοιου είδους υπερτερούν οι εκτυπωτές με πολλές ακίδες διατεταγμένες σε δύο ή τρεις στήλες. Αυτοί με λιγότερα περάσματα μπορούν να επιτύχουν μερική επικάλυψη των κουκίδων και επομένως την εικόνα συνεχούς κατακόρυφης γραμμής.

### Εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης

Οι εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης αποτελούν το ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ των κρουστικών εκτυπωτών και των εκτυπωτών laser. Συνδυάζουν τη χαμηλή τιμή των κρουστικών εκτυπωτών με την ταχύτητα και την ποιότητα εκτύπωσης των ακριβότερων εκτυπωτών laser.

Όπως και οι κρουστικοί εκτυπωτές, οι εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης περιέχουν μία κεφαλή εκτύπωσης που κινείται οριζόντια πάνω στο χαρτί σχηματίζοντας την εκτύπωση γραμμή-γραμμή. Η κεφαλή αυτή όμως δεν αποτελείται από ακίδες αλλά από μικροσκοπικές τρύπες, τα ακροφύσια, που εκτοξεύουν απειροελάχιστες ποσότητες μελάνης στο χαρτί, δημιουργώντας κουκίδες.



Η κεφαλή περιέχει ένα σύνολο θαλάμων μελάνης που καταλήγουν στα ακροφύσια. Το μελάνι θερμαίνεται σε κάθε θάλαμο, μέσω μιας αντίστασης. Η αυξημένη θερμότητα, δημιουργεί σε ελάχιστο χρόνο μία φυσαλίδα αερίου, η οποία σπρώχνει μία μικρή ποσότητα μελάνης προς τα έξω, μέσω του ακροφυσίου. Μερικές κεφαλές δεν έχουν θερμαντική αντίσταση, αλλά κρύσταλλο χαλαζία, ο οποίος ταλαντώνεται με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος ασκώντας πίεση στο θάλαμο με αποτέλεσμα την εκτόξευση της μελάνης.

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των εκτυπωτών ψεκασμού είναι η ακρίβεια του σχήματος της κουκίδας εκτύπωσης. Επειδή γίνεται έκχυση υγρής μελάνης απευθείας πάνω στο χαρτί, όταν χρησιμοποιούνται απορροφητικά χαρτιά γίνεται διάχυση της κουκίδας, με αποτέλεσμα η ευκρίνεια της εκτύπωσης να μειώνεται. Συνήθως για ποιοτικές εκτυπώσεις χρησιμοποιούνται ειδικού τύπου χαρτιά, στα οποία η μελάνη στεγνώνει στην επιφάνεια χωρίς να διαχέεται. Από την άλλη πλευρά, λόγω της ύπαρξης θαλάμων μελάνης σε υγρή μορφή, είναι δυνατή η δημιουργία πολύ ποιοτικών έγχρωμων εκτυπώσεων με εύκολη ανάμειξη των μελανιών βασικών χρωμάτων. Στις μέρες μας που το κόστος των μονόχρωμων εκτυπωτών laser έχει πέσει κατακόρυφα, πλησιάζοντας το κόστος των εκτυπωτών ψεκασμού, η τεχνολογία έκχυσης μελάνης

χρησιμοποιείται κυρίως για έγχρωμες εκτυπώσεις, με ποιότητα κατάλληλη ακόμα και για φωτογραφίες.

### Εκτυπωτές laser

Η χρήση της τεχνολογίας laser έχει επιφέρει κατακόρυφη βελτίωση στους εκτυπωτές των υπολογιστών. Οι εκτυπωτές laser ανήκουν στην κατηγορία των εκτυπωτών σελίδας. Δεν κάνουν σάρωση της σελίδας γραμμή προς γραμμή· ο υπολογιστής στέλνει τα δεδομένα για κάθε σελίδα, που αποθηκεύονται στη μνήμη του εκτυπωτή. Εκεί σχηματίζεται η τελική εικόνα της σελίδας, κουκίδα προς κουκίδα, και κατόπιν αρχίζει η διαδικασία της εκτύπωσης της.

Οι σύγχρονοι εκτυπωτές laser έχουν ονομαστικές ταχύτητες που πλησιάζουν τις 16 και 20 σελίδες το λεπτό σε αναλύσεις των 600 ή και 1200 dpi. Η ονομαστική ταχύτητα εκτύπωσης αφορά την παραγωγή πολλαπλών αντιγράφων της ίδιας σελίδας. Στις συνήθεις εκτυπωτικές εργασίες, χρειάζεται ένας αρχικός χρόνος προετοιμασίας της κάθε σελίδας στη μνήμη, επομένως η πραγματική ταχύτητα εκτύπωσης είναι μικρότερη της ονομαστικής ταχύτητας που αναφέρει κάθε κατασκευαστής.

Ο μηχανισμός εκτύπωσης είναι παρόμοιος με αυτόν των φωτοαντιγραφικών μηχανημάτων. Περιέχει ένα φωτοευαίσθητο κύλινδρο (τύμπανο, drum), πάνω στον οποίο σχηματίζεται η εικόνα της σελίδας, με τη βοήθεια μιας ακτίνας laser. Αναλυτικά, η διαδικασία εκτύπωσης περιλαμβάνει τα εξής στάδια:

Αρχικά, σχηματίζεται η ακριβής εικόνα της σελίδας στη μνήμη του εκτυπωτή.

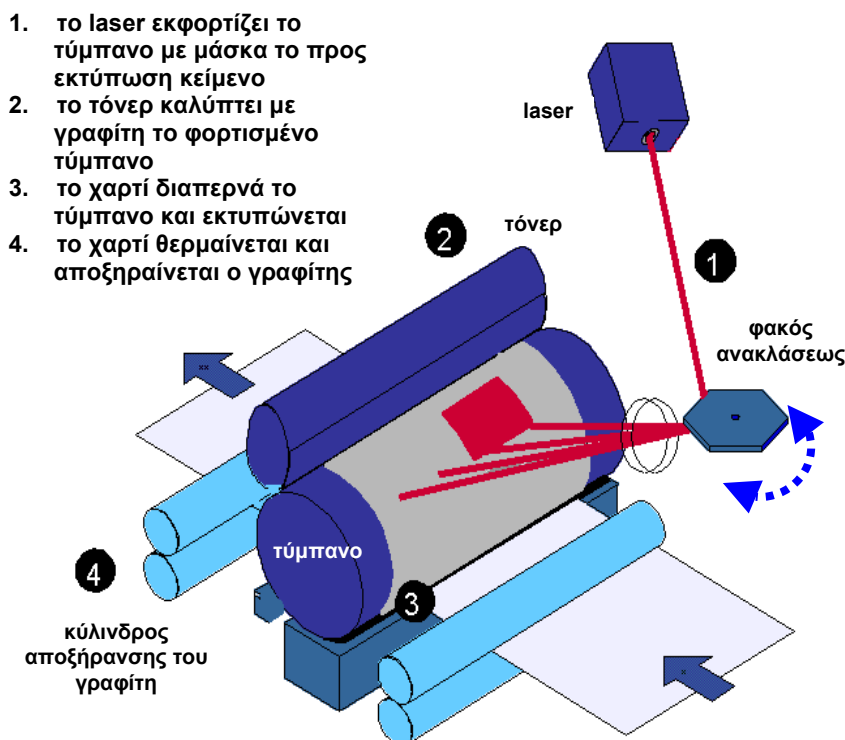
- ☑ Με βάση τη μορφή της σελίδας στη μνήμη, μια ακτίνα laser (μονοχρωματική δέσμη φωτός, μεγάλης ισχύος) πέφτει πάνω στο τύμπανο. Αυτό επειδή είναι φωτοευαίσθητο έχει την δυνατότητα αποφορτίσεως σε όποια σημεία πέσει φωτεινή ακτινοβολία και έτσι φορτίζεται με θετικό στατικό ηλεκτρισμό δημιουργώντας το αρνητικό της σελίδας επάνω στην επιφάνειά του.

☑ Στη συνέχεια το τύμπανο περιστρέφεται γύρω από ένα ειδικό δοχείο με γραφίτη που ονομάζεται toner. Ο γραφίτης, που είναι σε μορφή σκόνης, προσκολλάται στις φορτισμένες επιφάνειες του τυμπάνου, με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί στη επιφάνεια του η εικόνα της σελίδας με γραφίτη.

☑ Ο μηχανισμός τροφοδοσίας χαρτιού προωθεί ένα λευκό χαρτί, το οποίο έρχεται σε άμεση επαφή

με το τύμπανο, με αποτέλεσμα ο γραφίτης να μείνει πάνω στο χαρτί.

- ☑ Τέλος, το χαρτί με τη σχηματισμένη σελίδα, περνά από το πιεστήριο, μια συστοιχία κυλίνδρων που πιέζουν και ξεραίνουν το γραφίτη σε υψηλή θερμοκρασία ώστε να σταθεροποιηθεί στο χαρτί.



- ☑ Η επιφάνεια του τύμπανου εκφορτίζεται, καθαρίζεται από το γραφίτη, και συνεχίζεται η εκτύπωση των επόμενων αντιγράφων.

Ο υπολογιστής στέλνει στους εκτυπωτές laser την περιγραφή κάθε σελίδας, μαζί με οδηγίες για τον τρόπο εκτύπωσής της. Τα δεδομένα αυτά περιγράφονται με τη βοήθεια μιας ειδικής γλώσσας για την περιγραφή σελίδων. Οι κυριώτερες γλώσσες είναι η PCL (Printer Control Language) και η γλώσσα Postscript.

### Σχεδιογράφοι (Plotters)

Οι **σχεδιογράφοι** (plotters), είναι ειδικές εκτυπωτικές μηχανές για γραμμικά σχέδια μεγάλων διαστάσεων, όπως είναι τα αρχιτεκτονικά, τα μηχανολογικά, τα ηλεκτρολογικά σχέδια κ.ά. Αρκετοί σχεδιογράφοι παράγουν αντίγραφα μεγέθους μέχρι και 40×48 ίντσες (περίπου 102×123 εκ.), πολύ μεγαλύτερα από τα συνήθη τυποποιημένα μεγέθη A3 και A4 που παράγουν οι εκτυπωτές γραφείου. Οι σχεδιογράφοι ταξινομούνται με βάση τον τρόπο δημιουργίας του σχεδίου. Έτσι υπάρχουν **σχεδιογράφοι μελάνης** και **ηλεκτροστατικοί**.

Οι **σχεδιογράφοι μελάνης** παράγουν σχέδια με την μετακίνηση ειδικών στυλό μελάνης πάνω στην επιφάνεια του χαρτιού. Διακρίνονται σε επίπεδους και κυλινδρικούς. Στους επίπεδους σχεδιογράφους μελάνης το χαρτί απλώνεται πάνω σε μια λεία επιφάνεια. Κατά μήκος του χαρτιού κινείται ένα σύστημα από στυλό μελάνης (1-4 στυλό διαφορετικών χρωμάτων). Στους κυλινδρικούς σχεδιογράφους, τα στυλό είναι σταθερά και κινείται το χαρτί πάνω σε ένα κύλινδρο, τυλιγμένο σε ρολό.

Οι **ηλεκτροστατικοί σχεδιογράφοι** βασίζονται στην ηλεκτροστατική φόρτιση του χαρτιού στα σημεία που θέλουμε, και μετά στην «εμφάνισή» του, δηλαδή στο πέρασμά του από γραφίτη ώστε να δημιουργηθεί το σχέδιο. Η τεχνική αυτή μοιάζει αρκετά με εκείνη των εκτυπωτών laser.





### Ανακεφαλαίωση

Η εξέλιξη στις τεχνολογίες εκτύπωσης είναι ραγδαία, επιτρέποντας σε πολλές περιπτώσεις εκτυπώσεις επαγγελματικής ποιότητας. Διακρίνονται δύο είδη εκτυπωτών ανάλογα με τον τρόπο επεξεργασίας της εκτύπωσης: Εκτυπωτές γραμμής και εκτυπωτές σελίδας.

Τα βασικότερα χαρακτηριστικά των εκτυπωτών είναι η ταχύτητα και η ανάλυση εκτύπωσης. Ως προς την τεχνολογία που χρησιμοποιείται οι εκτυπωτές διακρίνονται σε κρουστικούς εκτυπωτές, εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης και εκτυπωτές laser. Οι κρουστικοί εκτυπωτές τυπώνουν πιέζοντας την μελανοταινία προς το χαρτί, χρησιμοποιώντας πιο συχνά ακίδες (εκτυπωτές ακίδας) ή παλαιότερα έτοιμους χαρακτήρες (εκτυπωτές μαργαρίτας) όπως οι γραφομηχανές. Οι εκτυπωτές μελάνης βασίζονται στην έκχυση μελάνης σε μικροσκοπικές κουκίδες. Αποτελούν την καλύτερη λύση για φθηνές και ποιοτικές έγχρωμες εκτυπώσεις. Οι εκτυπωτές laser παράγουν τις πιο ποιοτικές εκτυπώσεις και λειτουργούν με ηλεκτροστατική φόρτιση του τυμπάνου, το οποίο αφού απορροφήσει σε επιλεγμένα σημεία γραφίτη, τον αποτυπώνει στο χαρτί.

Οι σχεδιογράφοι αποτελούν ειδική κατηγορία εκτυπωτών για την απεικόνιση αρχιτεκτονικών, μηχανολογικών και άλλων σχεδίων μεγάλων διαστάσεων.



### Γλωσσάρι όρων

Γλώσσα Postscript	
Γλώσσα Printer Control Language	PCL
Γλώσσα Περιγραφής Σελίδας	Page Description Language
Γραμμές Ανά Δευτερόλεπτο	Lines Per Second – lps
Γραφίτης	Toner
Εκτυπωτής	Printer
Εκτυπωτής Laser	Laser Printer
Εκτυπωτής Ακίδας	Dot Matrix Printer
Εκτυπωτής Γραμμής	Line Printer
Εκτυπωτής Μαργαρίτας	Daisy Wheel Printer
Εκτυπωτής Σελίδας	Page Printer
Εκτυπωτής Ψεκασμού Μελάνης	Inkjet Printer
Ηλεκτροστατικός Σχεδιογράφος	
Κουκίδα	Dot
Σελίδες Ανά Λεπτό	Pages Per Minute – Ppm
Σχεδιογράφος	Plotter
Σχεδιογράφος Μελάνης	
Ταχύτητα Εκτύπωσης	
Τύμπανο	Drum
Χαρακτήρες Ανά Δευτερόλεπτο	Characters Per Second - Cps

### Ερωτήσεις

- ? Ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά των εκτυπωτών;
- ? Ποια είναι τα κύρια είδη των εκτυπωτών ανάλογα με την τεχνολογία εκτύπωσης που χρησιμοποιούν;
- ? Ποια είναι τα μειονεκτήματα των εκτυπωτών ψεκασμού;
- ? Τι είναι ο σχεδιογράφος;

## Μάθημα 5.3

## Τεχνολογία Απεικονιστικών Μονάδων

Σκοπός του μαθήματος αυτού είναι να περιγράψει τις πιο αντιπροσωπευτικές τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται στις οθόνες των υπολογιστών, τα χαρακτηριστικά και τον τρόπο λειτουργίας των οθονών καθοδικού σωλήνα και υγρών κρυστάλλων.

Σκοπός του μαθήματος

Όταν ολοκληρώσεις το μάθημα αυτό, θα μπορείς:

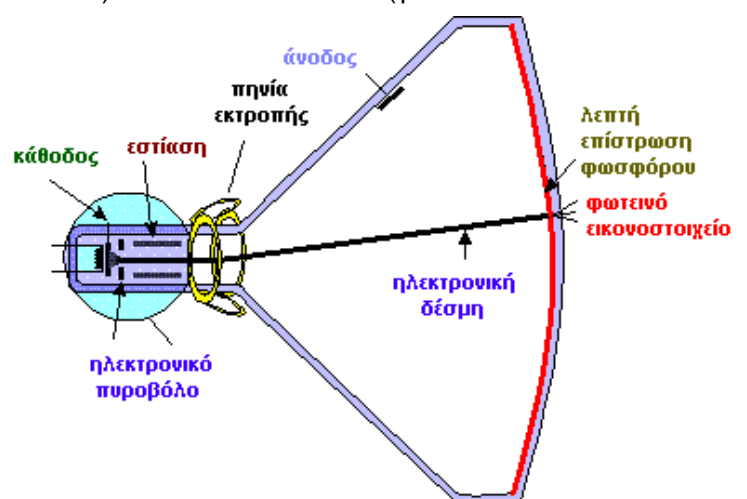
- ♦ Να περιγράφεις τη λειτουργία της οθόνης καθοδικού σωλήνα
- ♦ Να εξηγείς την ανάλυση οθόνης, τη συχνότητα ανανέωσης και το βήμα κουκίδας
- ♦ Να αναλύεις τη λειτουργία των οθονών υγρών κρυστάλλων

Τι θα μάθεις;

Η οθόνη (screen) αποτελεί το βασικότερο μέσο επικοινωνίας του υπολογιστή με το χρήστη. Εκεί απεικονίζονται τα αποτελέσματα κάθε λειτουργίας του υπολογιστή. Η τεχνολογία των οθονών που χρησιμοποιούνται στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές είναι πολύ καλύτερη των κλασικών τηλεοράσεων, καθώς οι απαιτήσεις σε ευκρίνεια, καθαρότητα και ακρίβεια γεωμετρίας είναι μεγαλύτερες. Οι κατηγορίες οθονών που έχουν επικρατήσει στο χώρο των υπολογιστών είναι οι οθόνες καθοδικού σωλήνα και οι οθόνες υγρών κρυστάλλων.

### Οθόνη καθοδικού σωλήνα

Οι οθόνες καθοδικού σωλήνα (Cathode Ray Tube - CRT) αποτελούνται από ένα (για μονόχρωμες οθόνες) ή τρία (για έγχρωμες οθόνες) πυροβόλα ηλεκτρονίων μέσα σε ένα σωλήνα. Τα ηλεκτρόνια, αφού διανύσουν το σωλήνα, προσκρούουν στο πίσω μέρος της οθόνης που είναι επιστρωμένο με φωσφορίζουσα ουσία. Το σημείο από όπου ξεκινά η ακτίνα των ηλεκτρονίων λέγεται **κάθοδος** (cathode). Στο σημείο πρόσκρουσης με την οθόνη, η φωσφορίζουσα ουσία διεγείρεται και λάμπει με αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας φωτεινής κουκίδας. Η κουκίδα αυτή αποτελεί το ελάχιστο ίχνος απεικόνισης και ονομάζεται **εικονοστοιχείο** (pixel - picture element). Η διέγερση της φωσφορίζουσας ουσίας διαρκεί μερικά χιλιοστά του δευτερολέπτου, που αποτελούν το **χρόνο αναλαμπής** (persistence).



Μονόχρωμος Καθοδικός Σωλήνας

Για το σχηματισμό της εικόνας στην οθόνη,

απαιτείται η αναλαμπή πολλών τέτοιων στοιχειωδών κουκίδων φωσφόρου, άρα σχεδόν ταυτόχρονη διέγερση από το ηλεκτρονικό πυροβόλο. Για το λόγο αυτό το ηλεκτρονικό πυροβόλο δε στοχεύει προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, αλλά με την βοήθεια πηνίων εκτροπής, βάλλει προς όλες τα σημεία της οθόνης για να σχηματιστεί η ζητούμενη εικόνα. Η σάρωση της οθόνης από το πυροβόλο γίνεται οριζόντια, γραμμή προς γραμμή, από το πάνω μέχρι το κάτω μέρος της, οπότε και ξαναρχίζει από την αρχή. Η διαδρομή αυτή πρέπει να πραγματοποιείται σε χρόνο ταχύτερο από του χρόνου αναλαμπής της φωσφορίζουσας ουσίας, ώστε το μάτι να βλέπει ταυτόχρονα ολόκληρη τη σχηματισμένη εικόνα.

### Συχνότητες σάρωσης

- ⇒ Ο ρυθμός σάρωσης της οθόνης ανά γραμμές ονομάζεται *οριζόντια συχνότητα σάρωσης* (horizontal scanning frequency) και υποδηλώνει το πλήθος των γραμμών που εμφανίζονται ανά δευτερόλεπτο.
- ⇒ Ο αριθμός των διαφορετικών «οθονών» που μπορούν να εμφανιστούν ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή το πλήθος των φορών που σχεδιάζεται ολόκληρη η οθόνη σε ένα δευτερόλεπτο, ονομάζεται *κατακόρυφη συχνότητα* (vertical scanning frequency), ή *συχνότητα ανανέωσης πλαισίου* (refresh rate).

Θεωρητικά το γινόμενο της κατακόρυφης συχνότητας επί το πλήθος των γραμμών στις οποίες είναι διαιρεμένη η οθόνη μας δίνει την οριζόντια συχνότητα. Λόγω όμως της αδράνειας των ηλεκτρονικών πυροβόλων, κυρίως κατά την μετακίνηση από την κάτω δεξιά γωνία στην πάνω αριστερή, η οριζόντια συχνότητα πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερη από το γινόμενο αυτό.

### Μονόχρωμες οθόνες

Στις μονόχρωμες οθόνες υπάρχει ένα μοναδικό ηλεκτρονικό πυροβόλο. Όταν η ηλεκτρονική δέσμη προσπίπτει πάνω στην επιφάνεια της φωσφορίζουσας ουσίας δημιουργείται ένα λευκό ίχνος, αλλιώς η επιφάνεια παραμένει μαύρη. Στις πρώτες μονόχρωμες οθόνες κειμένου είχαμε μόνο τα δύο χρώματα, το λευκό και το μαύρο. Αργότερα οι οθόνες άρχισαν να απεικονίζουν γραφικά με διαφορετικές αποχρώσεις του γκριζου, συνήθως 64 ή 256. Η ισχύς της ηλεκτρονικής ακτίνας καθόριζε και την ένταση της ακτινοβολούμενης λάμψης της φωσφορίζουσας ουσίας που αντιστοιχούσε σε διάφορα επίπεδα του του γκριζου.

### Έγχρωμες οθόνες

Η ίδια περίπτωση τεχνική χρησιμοποιείται και για τις έγχρωμες οθόνες. Αυτές περιέχουν τρία πυροβόλα, ένα για κάθε βασικό χρώμα (Κόκκινο/Πράσινο/Μπλέ – Red/Green/Blue - RGB).

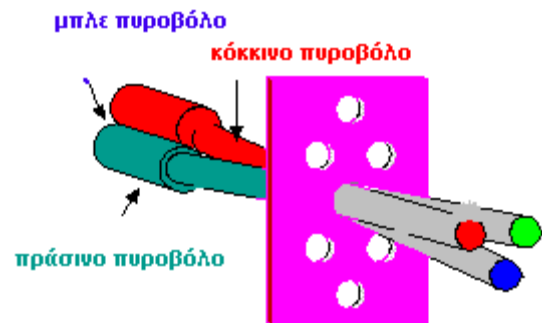
Στη επιφάνεια δημιουργούνται ξεχωριστά ίχνη για κάθε χρώμα, πολύ κοντά το ένα στο άλλο, ώστε με την διέγερσή τους από τα αντίστοιχα πυροβόλα να συνδυάζονται και να δημιουργούν το εικονοστοιχείο, το οποίο φαίνεται έγχρωμο στο ανθρώπινο μάτι.

Η ισχύς του καθενός από τα τρία πυροβόλα καθορίζει τη *φωτεινότητα* (brightness) του αντίστοιχου βασικού χρώματος στο συνδυασμό για την παραγωγή του χρώματος του εικονοστοιχείου. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να εμφανιστούν πολλά διαφορετικά χρώματα.

.....  
 Αν σε μια οθόνη για κάθε χρώμα υπάρχουν 256 στάθμες φωτεινότητας, τότε η οθόνη μπορεί να εμφανίσει  $256 \times 256 \times 256 = 2^{24}$  διαφορετικά χρώματα (περίπου 17 εκατομμύρια).  
 .....



Για να εξασφαλιστεί ότι τα τρία ηλεκτρονικά πυροβόλα θα προσπίπτουν πάνω στα σωστά εικονοστοιχεία, μεταξύ των πυροβόλων και της επιφάνειας της οθόνης παρεμβάλλεται μια μεταλλική πλάκα στην οποία έχουν ανοιχτεί τρύπες με σταθερή απόσταση μεταξύ τους. Η πλάκα αυτή ονομάζεται *μάσκα* (mask) και η απόσταση μεταξύ των τρυπών ονομάζεται *βήμα κουκίδας* (dot pitch). Το βήμα κουκίδας καθορίζει και τη μέγιστη ανάλυση, δηλαδή το πλήθος των διαφορετικών εικονοστοιχείων που μπορεί να απεικονίσει μια οθόνη συγκεκριμένου μεγέθους.



Το μέγεθος της οθόνης χαρακτηρίζεται από το μήκος της διαγωνίου της και μετράται σε ίντσες. Οι κατασκευαστές δίνουν συνήθως το μέγεθος της ονομαστικής διαγωνίου· αυτό είναι λίγο μεγαλύτερο από το πραγματικό μέγεθος του πλαισίου της οθόνης που είναι ορατό για τον άνθρωπο.

Μια οθόνη ονομαστικής διαγωνίου 15 ιντσών (περίπου 38 εκ.) έχει ορατό πλαίσιο με διαστάσεις 30×23 cm και βήμα κουκίδας 0,25 mm.

Κατά την οριζόντια διάσταση μπορεί να απεικονίσει  $30\text{cm} / 0,25\text{mm} = 1200$  διαφορετικά εικονοστοιχεία

Κατά την κατακόρυφη διάσταση μπορεί να απεικονίσει  $23\text{cm} / 0,25\text{mm} = 920$  διαφορετικά εικονοστοιχεία.

Τα μεγέθη αυτά ορίζουν την μέγιστη *ανάλυση* (resolution) που μπορεί να απεικονίσει η συγκεκριμένη οθόνη. Η εικόνα που εμφανίζει ο υπολογιστής στην οθόνη, έχει διαστάσεις μικρότερες από τη μέγιστη ανάλυση που μπορεί να υποστηρίξει η οθόνη. Οι διαστάσεις απεικόνισης είναι τυποποιημένες: υπάρχουν αναλύσεις 640×480, 800×600, 1024×768 κλπ.

Από τη μεριά του υπολογιστή υπάρχει το υποσύστημα γραφικών, το οποίο καθορίζει την ανάλυση και το πλήθος των χρωμάτων της εικόνας που θα απεικονιστεί στην οθόνη. Στο υποσύστημα γραφικών υπάρχει ειδική μνήμη, στην οποία φυλάσσεται για κάθε εικονοστοιχείο η τιμή της φωτεινότητας του χρώματος ή των χρωμάτων.

Αν το πλαίσιο της οθόνης έχει διαστάσεις 640×480 και χρησιμοποιούνται 24 bits για κάθε εικονοστοιχείο (8 bits για καθένα από τα τρία βασικά χρώματα), τότε η μνήμη του υποσυστήματος γραφικών έχει μέγεθος

$$640 \times 480 \times 24 \text{ bits} = 7.372.800 \text{ bits} = 921.600 \text{ bytes}$$

Όσο μεγαλύτερο είναι το πλαίσιο που θέλουμε να απεικονίσουμε, τόσο περισσότερη πρέπει να είναι και η μνήμη του υποσυστήματος γραφικών. Τα ηλεκτρονικά του υποσυστήματος γραφικών επιπλέον καθορίζουν την κάθετη συχνότητα ανανέωσης των πλαισίων, καθώς και το πλήθος των διαφορετικών χρωμάτων σε κάθε ανάλυση.

Ένα υποσύστημα γραφικών με μνήμη 1 MB μπορεί να απεικονίσει σε μια οθόνη ανάλυση 640×480 με 24 bits για κάθε εικονοστοιχείο, αλλά για ανάλυση 800×600 μπορεί να παραστήσει το χρώμα κάθε εικονοστοιχείου μόνο με 16 bits (δηλαδή διαθέτει  $2^{16}$  διαφορετικά χρώματα) και για ανάλυση 1024×768 διαθέτει μόνο 256 διαφορετικά χρώματα.

Η τεχνολογία κατασκευής και οι διαστάσεις της οθόνης περιορίζουν τη μέγιστη ανάλυση, το χρώμα και τη συχνότητα ανανέωσής της. Από εκεί και πέρα, το υποσύστημα γραφικών αναλαμβάνει να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητες της οθόνης,

χρησιμοποιώντας αναλύσεις με τιμές μικρότερες ή ίσες των μεγίστων τιμών της οθόνης. Και αυτές οι αναλύσεις είναι τυποποιημένες και εξαρτώνται και από τις δυνατότητες του υποσυστήματος γραφικών (μνήμη, ηλεκτρονικά υποστήριξης κλπ).

Υπάρχουν όμως και άλλοι περιορισμοί όσον αφορά τις δυνατότητες απεικόνισης μιας οθόνης. Η μέγιστη συχνότητα οριζόντιας σάρωσης είναι δεδομένη· επομένως όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση της εικόνας, τόσο μικρότερη είναι η συχνότητα κάθετης ανανέωσης. Σε παλαιότερες οθόνες η μέγιστη συχνότητα οριζόντιας σάρωσης ήταν μικρή, οπότε οι μεγάλες αναλύσεις απεικονίζονταν με πολύ μικρή συχνότητα σάρωσης. Το φαινόμενο αυτό ήταν ιδιαίτερα ενοχλητικό και κουραστικό για τα μάτια.

Μία λύση αποτέλεσε η *πεπλεγμένη ή πλεκτή σάρωση* (interlaced scanning). Στην πεπλεγμένη σάρωση διαιρούμε το ορατό πλαίσιο της εικόνας σε άρτιες και περιττές γραμμές. Κάθε φορά δεν ανανεώνουμε όλες τις γραμμές, αλλά εναλλάξ τις άρτιες και τις περιττές.

Αν η κάθετη συχνότητα ανανέωσης της οθόνης μας είναι μόνο 30 Hz (δηλαδή τριάντα φορές το δευτερόλεπτο), η συχνότητα ανανέωσης των περιπτώσεων γραμμών είναι 30 φορές το δευτερόλεπτο, ενώ το ίδιο ισχύει και για τις άρτιες. Στην οθόνη απεικονίζονται εναλλάξ οι άρτιες και οι περιττές γραμμές δίνοντας ένα σύνολο 60 ορατών πλαισίων το δευτερόλεπτο που εναλλάσσονται. Το αποτέλεσμα της εναλλαγής αυτής των περιπτώσεων και άρτιων πλαισίων είναι να νομίζει ο χρήστης ότι έχει ανανέωση 60 πλαισίων το δευτερόλεπτο.

Η συνύπαρξη των περιπτώσεων γραμμών του τρέχοντος πλαισίου με τις άρτιες του προηγούμενου πλαισίου και αντίστροφα δημιουργεί *τρεμόσβημα* (flickering) της οθόνης που είναι κουραστικό στην πολύωρη εργασία.

## Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων

Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystal Display - LCD) βασίζονται στο φαινόμενο της πόλωσης της φωτεινής ακτινοβολίας όταν αυτή διαπερνά κάποιο υλικό σε κρυσταλλική μορφή.

Οι πρώτες τέτοιες οθόνες εμφανίστηκαν σε φορητές συσκευές, όπως είναι οι αριθμομηχανές τσέπης, τα ηλεκτρονικά ρολόγια, οι οθόνες ιατρικών μηχανημάτων κλπ. Στην αρχή οι οθόνες ήταν μονόχρωμες και μικρές σε μέγεθος, ενώ η ευκρίνεια απεικόνισής τους ήταν περιορισμένη. Στις μέρες μας υπάρχουν οθόνες 14 και 15 ιντσών με δυνατότητα απεικόνισης εκατομμυρίων χρωμάτων και ευκρίνεια αντίστοιχη των οθονών καθοδικού σωλήνα.

Στις οθόνες υγρών κρυστάλλων δεν υπάρχει καθοδικός σωλήνας, ούτε ηλεκτρονικά πυροβόλα. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην ύπαρξη ενός πλέγματος από κύτταρα υγρών κρυστάλλων που είναι οργανωμένα σε γραμμές και στήλες. Τα κύτταρα κρυστάλλων ελέγχονται από τρανζίστορ. Όταν διοχετεύεται ρεύμα στα τρανζίστορ, αυτά περιστρέφουν τους κρυστάλλους κατά γωνία ανάλογη της έντασης του ρεύματος.

Στο πίσω μέρος της οθόνης υπάρχει μια φθοριούχος πλάκα που ακτινοβολεί φως, το οποίο διέρχεται μέσα από δύο φίλτρα οριζόντιας και κατακόρυφης πόλωσης, στη μέση των οποίων υπάρχει το πλέγμα των κρυστάλλων και το φίλτρο των χρωμάτων. Τα φίλτρα οριζόντιας και κατακόρυφης πόλωσης αφήνουν να περάσει ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκους κύματος με οριζόντια ή κατακόρυφη ταλάντωση. Στη συνέχεια το πλέγμα των κρυστάλλων στρέφει την ακτίνα του φωτός ώστε να περάσει ολόκληρη, λίγο ή καθόλου μέσα από το επόμενο φίλτρο, με αποτέλεσμα στην οθόνη να εμφανίζεται το τελικό χρώμα.

Οι κυριότερες κατηγορίες οθονών υγρών κρυστάλλων είναι οι *οθόνες ενεργής μήτρας* (active matrix) και οι *οθόνες παθητικής μήτρας* (passive matrix). Στις ενεργές οθόνες, κάθε κύτταρο ελέγχεται από ένα ξεχωριστό τρανζίστορ. Οι οθόνες αυτές έχουν καλύτερη ευκρίνεια άλλα είναι πολύ πιο ακριβές.

Λόγω της απουσίας του καθοδικού σωλήνα, οι οθόνες υγρών κρυστάλλων είναι ελαφρύτερες και λιγότερο ογκώδεις από τις οθόνες καθοδικού σωλήνα, με αποτέλεσμα να αποτελούν ιδανική λύση για φορητούς υπολογιστές.

Το κόστος κατασκευής τους όμως είναι αρκετά μεγάλο. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται, εμφανίζει μεγάλα ποσοστά ελαττωματικών οθονών, και μόνο ένα μικρό ποσοστό όσων κατασκευάζονται, είναι τελικά αποδεκτό για πώληση. Όσο μεγαλώνει η διάμετρος της οθόνης τόσο πιο πιθανό είναι να εμφανιστεί λάθος κατά την κατασκευή της οθόνης, άρα αυξάνεται το κόστος κατασκευής.

Στις μέρες μας κυκλοφορούν οθόνες υγρών κρυστάλλων διαγωνίου μέχρι και 15 ιντσών, που χρησιμοποιούνται όχι μόνο σε φορητούς υπολογιστές αλλά και σε υπολογιστές γραφείου, καθώς εκπέμπουν πολύ λιγότερη ακτινοβολία και είναι πολύ μικρότερες σε όγκο.

### **Οθόνη Αερίου-Πλάσματος (Gas-Plasma Display)**

Η κατηγορία αυτή των οθονών βασίζεται στην τεχνολογία των λαμπτήρων με αέριο νέον: το αέριο παράγει φωτεινή ακτινοβολία με την παρουσία ηλεκτρικού ρεύματος. Υπάρχουν ηλεκτρόδια πάνω και κάτω από ποσότητες αερίου, τα οποία διοχετεύουν επιλεκτικά ηλεκτρικό ρεύμα διεγείροντας το αέριο που φωτοβολεί. Η τεχνολογία αυτή είναι αρκετά υποσχόμενη και στο μέλλον θα εξαπλωθεί περισσότερο, ακόμα και σε υπολογιστές γραφείου.



Ανακεφαλαίωση

Η πιο συνηθισμένη κατηγορία οθονών υπολογιστών είναι οι οθόνες καθοδικού σωλήνα. Η λειτουργία τους στηρίζεται στην ύπαρξη ενός πυροβόλου που εκτοξεύει ηλεκτρόνια σε φωσφορίζουσα επιφάνεια προκαλώντας την ακτινοβολία της. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των οθονών καθοδικού σωλήνα είναι η ανάλυση, η συχνότητα οριζόντιας σάρωσης και η συχνότητα ανανέωσης πλαισίου.

Οι κυριότερες κατηγορίες οθονών υγρών κρυστάλλων είναι οι οθόνες ενεργής μήτρας και οι οθόνες παθητικής μήτρας. Οι οθόνες αυτές βασίζονται στην τεχνολογία της πόλωσης του φωτός όταν διέρχεται από κρυσταλλική δομή. Με την παροχή ρεύματος μέσω τρανζίστορ, προκαλείται επιλεκτικά περιστροφή του κρυστάλλου και πόλωση του φωτός που διέρχεται από μέσα. Η τεχνολογία των υγρών κρυστάλλων προσφέρει οθόνες λεπτότερες, μικρότερες σε όγκο και ελαφρύτερες, όμως ειδικά σε φθηνότερες οθόνες υπάρχουν προβλήματα απεικόνισης. Στο μέλλον αναμένεται να επικρατήσουν ακόμα και σε επιτραπέζιους υπολογιστές γραφείου.

Γλωσσάριο  
όρων

Ανάλυση	Resolution
Βήμα Κουκίδας	Dot Pitch
Εικονοστοιχείο	Pixel - Picture Element
Κάθοδος	Cathode
Κατακόρυφη Συχνότητα	Vertical Scanning Frequency
Μάσκα	Mask
Οθόνη	Screen
Οθόνη Αερίου-Πλάσματος	Gas-Plasma Display
Οθόνη Ενεργής Μήτρας	Active Matrix
Οθόνη Καθοδικού Σωλήνα	Cathode Ray Tube
Οθόνη Παθητικής Μήτρας	Passive Matrix
Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων	Liquid Crystal Display
Οριζόντια Συχνότητα Σάρωσης	Horizontal Scanning Frequency
Πλεκτή Σάρωση	Interlaced Scanning
Συχνότητα Ανανέωσης Πλαισίου	Refresh Rate
Τρεμόσβημα	Flickering
Φωτεινότητα	Brightness
Χρόνος Αναλαμπής	Persistence

## Ερωτήσεις

- ? Πώς λειτουργούν οι μονόχρωμες οθόνες με καθοδικό σωλήνα;
- ? Πώς λειτουργούν οι οθόνες με αποχρώσεις του γκρι με καθοδικό σωλήνα;
- ? Πώς λειτουργούν οι έγχρωμες οθόνες με καθοδικό σωλήνα;
- ? Πώς λειτουργούν οι έγχρωμες οθόνες υγρών κρυστάλλων;

## Μάθημα

## 5.4

## Μαγνητικά Μέσα Αποθήκευσης

Σκοπός του μαθήματος είναι να περιγράψει τον τρόπο λειτουργίας, τις κατηγορίες και τα χαρακτηριστικά των μαγνητικών μέσων αποθήκευσης στους σύγχρονους υπολογιστές.

Σκοπός του μαθήματος

Όταν ολοκληρώσεις το μάθημα αυτό, θα μπορείς:

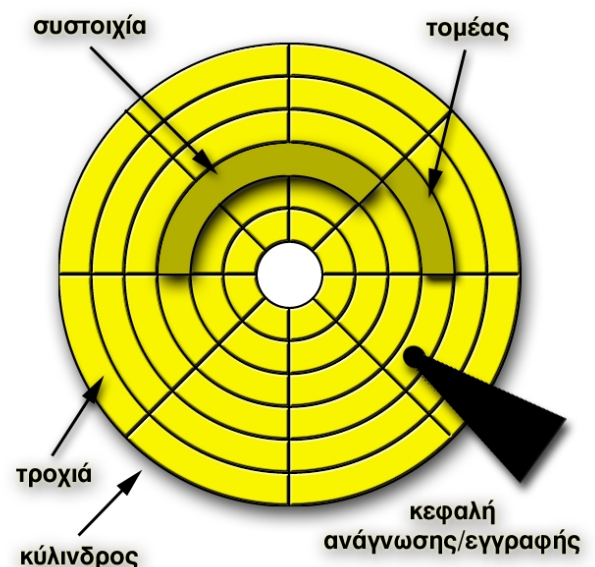
- ♦ Να εξηγείς τη δομή και την οργάνωση των μονάδων μαγνητικών δίσκων
- ♦ Να περιγράφεις τη γεωμετρία ενός δίσκου
- ♦ Να διακρίνεις τις κατηγορίες μονάδων μαγνητικών ταινιών

Τι θα μάθεις;

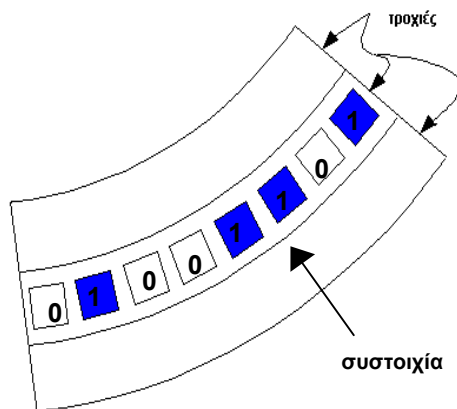
Τα μαγνητικά μέσα αποθήκευσης είναι οι *ταινίες* (magnetic tapes) και οι *δίσκοι* (disks). Η εγγραφή των ψηφιακών δεδομένων σε αυτά βασίζεται στη μόνιμη μαγνήτιση μιας μικρής περιοχής του μαγνητικού μέσου με την βοήθεια ενός ηλεκτρομαγνήτη. Η ανάγνωση γίνεται με το πέρασμα του ηλεκτρομαγνήτη πάνω από τη μαγνητισμένη περιοχή και τη δημιουργία επαγωγικού ρεύματος. Η φορά του επαγωγικού ρεύματος εξαρτάται από την πολικότητα της μαγνήτισης και επομένως καθορίζει τη τιμή της ψηφιακής πληροφορίας: 0 ή 1. Στην περίπτωση της εγγραφής έχουμε το αντίστροφο φαινόμενο. Ανάλογα με την τιμή 0 ή 1 που θέλουμε να γραφεί στο δίσκο, διοχετεύεται ρεύμα αντίστοιχης φοράς, δημιουργείται λοιπόν μαγνητικό πεδίο που μαγνητίζει αντίστοιχα την περιοχή του δίσκου.

### Οργάνωση μαγνητικών δίσκων

Η επιφάνεια ενός μαγνητικού δίσκου διαμερίζεται σε ομόκεντρους κύκλους ή *τροχιές* (tracks). Κάθε τροχιά χωρίζεται σε κυκλικά τόξα ή περιοχές που ονομάζονται *τομείς* (sectors). Κάθε τομέας έχει μέγεθος σταθερό, με άλλα λόγια περιέχει σταθερό αριθμό από bytes, ο οποίος κυμαίνεται από 512 bytes ως 32 KB ή και περισσότερο. Το σύνολο των δεδομένων που αποθηκεύονται σε ένα τομέα του δίσκου λέγεται *ενότητα* (block). Δύο ή περισσότεροι τομείς, σχηματίζουν την *συστοιχία* (cluster), που αποτελεί την μικρότερη μονάδα αποθήκευσης για τα δεδομένα ενός προγράμματος.



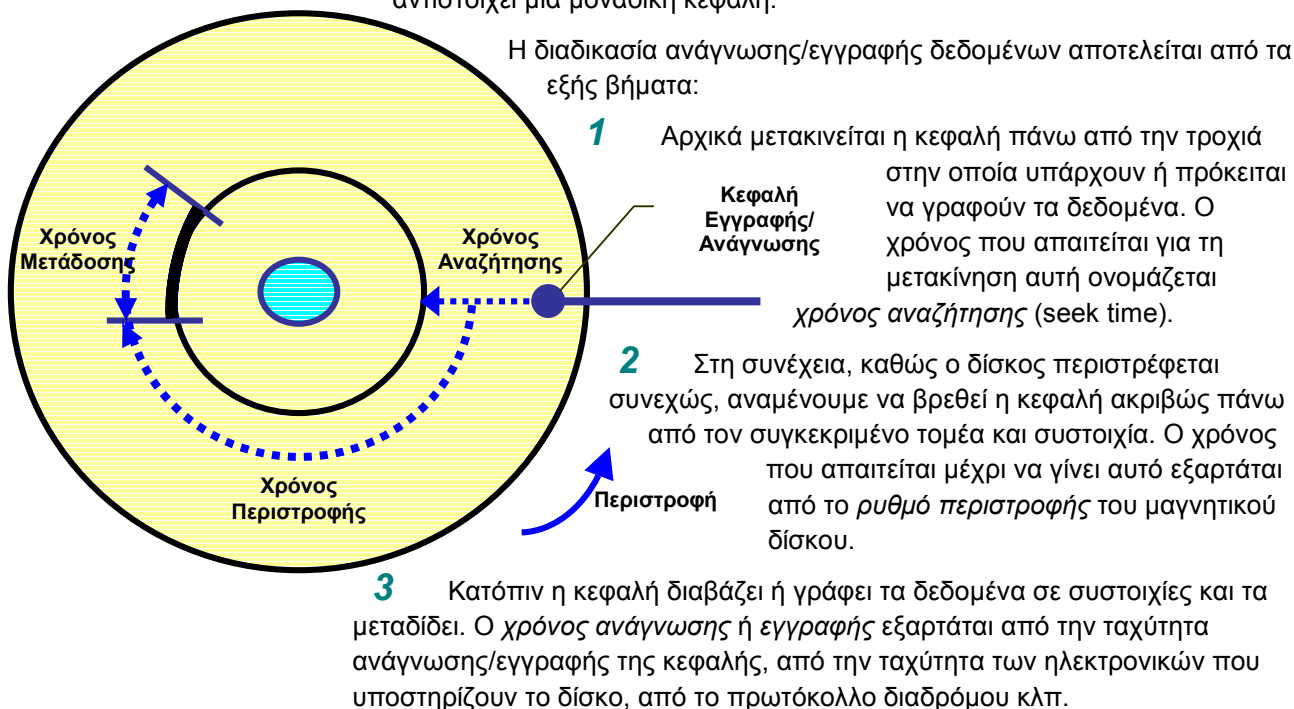
Όπως μπορούμε να δούμε και στο σχήμα, το μέγεθος των τομέων που ανήκουν σε διαφορετικές τροχιές δεν είναι το ίδιο. Οι τομείς που βρίσκονται κοντά στην εξωτερική τροχιά του δίσκου έχουν μεγαλύτερο μήκος απ' ό,τι οι εσωτερικοί τομείς. Η ποσότητα όμως των δεδομένων που αποθηκεύεται σε κάθε τομέα είναι συνήθως σταθερή· άρα έχουμε μεγαλύτερη πυκνότητα αποθήκευσης όσο πλησιάζουμε προς το κέντρο του δίσκου.



Πάνω από την επιφάνεια του δίσκου και σε μικρή απόσταση από αυτόν (εκατομμυριοστά του μέτρου) βρίσκεται η κεφαλή (head) ανάγνωσης/εγγραφής, η οποία φέρει τον ηλεκτρομαγνήτη για την ανάγνωση των 0 και 1 που είναι γραμμένα στην επιφάνεια του δίσκου. Οι κεφαλές μπορεί να είναι σταθερές ή κινούμενες. Στην περίπτωση των σταθερών κεφαλών, πάνω από την επιφάνεια του μαγνητικού δίσκου βρίσκονται πολλές κεφαλές, μια για κάθε τροχιά. Οι κινούμενες κεφαλές είναι οι πλέον διαδεδομένες σε μονάδες μαγνητικών δίσκων.

Όταν οι κεφαλές είναι κινούμενες, σε κάθε επιφάνεια του μαγνητικού δίσκου αντιστοιχεί μια μοναδική κεφαλή.

Η διαδικασία ανάγνωσης/εγγραφής δεδομένων αποτελείται από τα εξής βήματα:



Οι μαγνητικοί δίσκοι διακρίνονται σε **σκληρούς δίσκους (hard disks)** και σε **εύκαμπτες δισκέτες (floppy disks)**.

### Σκληροί δίσκοι

Οι σκληροί δίσκοι αποτελούν το κυριότερο μέσο αποθήκευσης στους σύγχρονους υπολογιστές. Αποτελούνται από δύο ή περισσότερους ομοαξονικούς μαγνητικούς δίσκους που περιστρέφονται συνεχώς με την ίδια γωνιακή ταχύτητα σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Οι δίσκοι κατασκευάζονται από μεταλλικό ή κεραμικό κράμα, κατά προτίμηση ελαφρύ αλλά ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες. Η χρήση υλικού ανθεκτικού στη θερμότητα είναι απαραίτητη, καθώς οι σκληροί δίσκοι περιστρέφονται με χιλιάδες στροφές ανά λεπτό, σχεδόν συνεχώς, και επομένως αναπτύσσονται

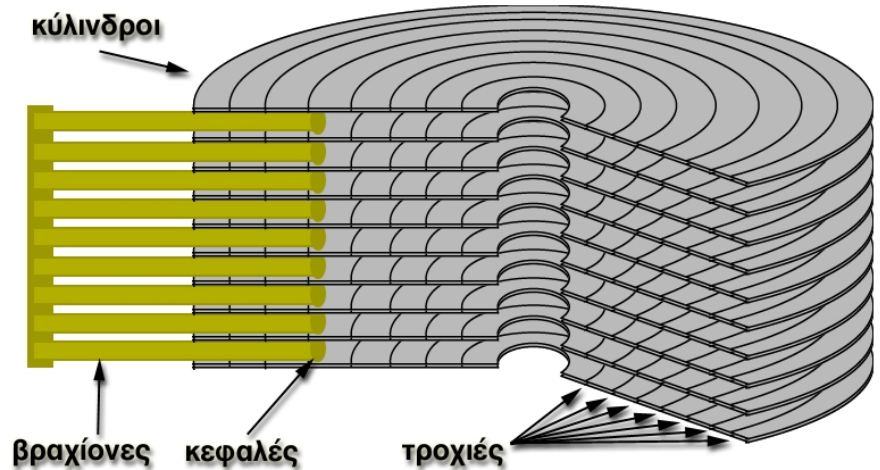


μεγάλες θερμοκρασίες στο εσωτερικό τους. Στις εξωτερικές επιφάνειες του δίσκου υπάρχει λεία επίστρωση από μαγνητικό υλικό.

Οι κεφαλές ανάγνωσης είναι συνήθως για καθένα δίσκο, μια σε κάθε πλευρά. Για να επιτευχθούν μεγάλες ταχύτητες ανάγνωσης/εγγραφής δεδομένων, οι κεφαλές βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση από την επιφάνεια.

Οι σκληροί δίσκοι είναι συσκευασμένοι σε κενό αέρα, καθώς το παραμικρό μόριο σκόνης ή άλλης ακαθαρσίας μπορεί να καταστρέψει τον δίσκο.

Στο σχήμα βλέπουμε μια τυπική διάταξη σκληρού δίσκου που αποτελείται από ομοαξονικούς μαγνητικούς δίσκους. Οι αντίστοιχες τροχιές από κάθε δίσκο, ορίζουν ένα **κύλινδρο** (cylinder). Σε κάθε στιγμή, όλες οι κεφαλές είναι τοποθετημένες στις τροχιές που ανήκουν στον ίδιο κύλινδρο. Έτσι η διαδικασία προσπέλασης γίνεται ταχύτερα, καθώς όλες οι κεφαλές λειτουργούν ταυτόχρονα γράφοντας στην ίδια τροχιά, αλλά σε διαφορετικό μαγνητικό δίσκο. Τα διαδοχικά δεδομένα λοιπόν αποθηκεύονται σε τροχιές διαφορετικών μαγνητικών δίσκων που ανήκουν στον ίδιο κύλινδρο.



Για την προσπέλαση των δεδομένων στο σκληρό δίσκο, υπάρχει μια μοναδική διεύθυνση για κάθε τομέα, η οποία αποτελείται από τον αριθμό της κεφαλής (δηλαδή τον αριθμό δίσκου), τον αριθμό του κυλίνδρου ή τροχιάς στο δίσκο και τον αριθμό του τομέα μέσα στον κύλινδρο. Η χωρητικότητα (capacity) σε Kbytes (KB) ενός σκληρού δίσκου δίνεται από το γινόμενο:

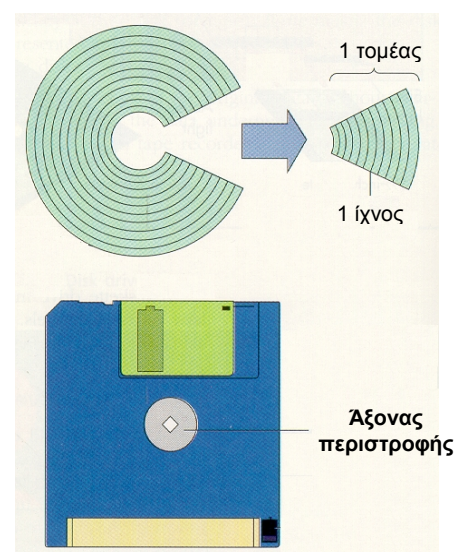
$$\text{σύνολο κεφαλών} \times \text{αριθμός κυλίνδρων} \times \text{αριθμός τομέων/κύλινδρο} \times \text{KB/τομέα}$$

Τα χαρακτηριστικά αυτά (κεφαλές, κύλινδροι, τομείς) αποτελούν τη **γεωμετρία** του σκληρού δίσκου. Η σύγχρονη τεχνολογία επιτρέπει την δημιουργία δίσκων με πυκνότερες τροχιές και πιο μικρούς τομείς ανά μονάδα πληροφορίας, άρα μεγαλύτερες χωρητικότητες.

Ένας δίσκος με 8 κεφαλές, 256 κυλίνδρους και 128 τομείς ανά κύλινδρο έχει  $8 \times 256 \times 128 = 262.144$  τομείς και αν ο τομέας έχει 512 bytes, τότε η χωρητικότητά του είναι 134.217.728 bytes ή 128 MB.

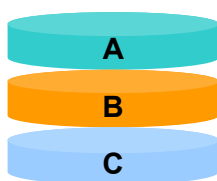
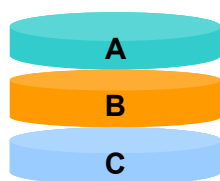
### Δισκέτες

Οι **δισκέτες** αποτελούνται από έναν εύκαμπτο πλαστικό δίσκο πάνω στο οποίο βρίσκεται το μαγνητικό υλικό, ενώ το εξωτερικό τους περίβλημα αποτελείται από πλαστικό, προστατεύοντάς τις από υγρασία και σκόνη. Η εγγραφή πάνω στον εύκαμπτο μαγνητικό δίσκο γίνεται και από τις δύο πλευρές, δίνοντας συνολική χωρητικότητα 1,44MB για διάμετρο δίσκου 3,5 ιντσών, και 1,2 MB για διάμετρο 5 ¼ ιντσών. Στις δισκέτες η κεφαλή ανάγνωσης/εγγραφής δε βρίσκεται σε απόσταση από την επιφάνεια του μαγνητικού δίσκου, αλλά έρχεται σε άμεση επαφή με αυτόν.

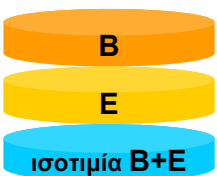
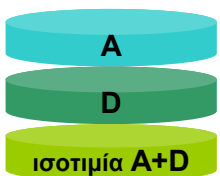


Επιπλέον, οι δισκέτες περιστρέφονται μόνο όταν πρόκειται να γίνει προσπέλαση δεδομένων και όχι συνεχώς. Εξαιτίας των παραπάνω, η ταχύτητα περιστροφής μιας δισκέτας είναι πολύ μικρότερη από αυτή του σκληρού δίσκου, γύρω στις 300 στροφές/λεπτό, και η ταχύτητα προσπέλασης δεδομένων πολύ μικρότερη.

### Μονάδες Δίσκων RAID

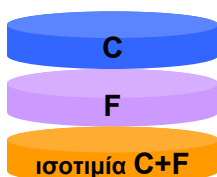


Οι μονάδες RAID (Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks) είναι συστοιχίες δύο ή περισσότερων κοινών σκληρών δίσκων προσφέροντας κυρίως μεγαλύτερη απόδοση και ανοχή σε σφάλματα. Η απόδοση των δίσκων αυξάνεται, καθώς τα δεδομένα δεν αποθηκεύονται σειριακά στους δίσκους αλλά παράλληλα, όπως υπαγορεύει το πρότυπο του RAID. Έτσι διαδοχικά bytes ενός τομέα ή ακόμα και τα bits του ίδιου byte γράφονται σε ξεχωριστούς δίσκους, ώστε η εγγραφή και η ανάγνωση να γίνονται με παράλληλη λειτουργία όλων των δίσκων. Ένας ελεγκτής RAID αναλαμβάνει το συνδυασμό των bits ή των bytes, ανάλογα με την υλοποίηση, ώστε ο υπολογιστής να βλέπει ένα «ενιαίο» σκληρό δίσκο. Η ανοχή σε σφάλματα επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:



- ♦ Με καθρεπτισμό των δίσκων (mirroring)
- ♦ Με την ύπαρξη δίσκου με *bit* ισοτιμίας (parity bit).

Στον καθρεπτισμό υπάρχει ένα πανομοιότυπο αντίγραφο κάθε δίσκου, ώστε σε περίπτωση απώλειας του πρωτότυπου να υπάρχει το αντίγραφο. Στην ισοτιμία, ένας δίσκος αποθηκεύει το bit ισοτιμίας άλλων δύο δίσκων, ώστε σε περίπτωση απώλειας του ενός από αυτούς, με τον δίσκο ισοτιμίας και τον άλλο να μπορούμε να ανακτήσουμε τα δεδομένα αυτού που χάθηκε. Προφανώς και οι δύο λύσεις μας επιβαρύνουν με ύπαρξη δίσκων εφεδρείας που λειτουργούν ως καθρέπτες ή ως δίσκοι ισοτιμίας. Το κόστος απώλειας των δεδομένων όμως είναι πάντα πολύ μεγαλύτερο από



αυτό των επιπλέον μονάδων δίσκων.

### Μονάδες Εφεδρικής Αποθήκευσης

Οι μονάδες εφεδρείας (backup units) χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας των δεδομένων που είναι αποθηκευμένα στους υπολογιστές. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως οι μαγνητικές ταινίες, οι μαγνητοοπτικοί δίσκοι, ενώ τελευταία χρησιμοποιούνται και οι οπτικοί δίσκοι CD-RW και DVD. Οι οπτικοί δίσκοι θα αναλυθούν στο επόμενο μάθημα.

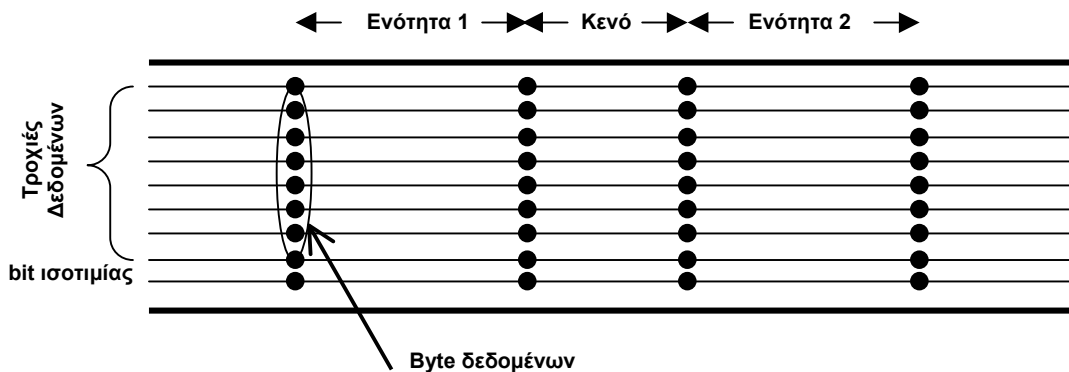
### Μαγνητοοπτικοί δίσκοι

Οι μαγνητοοπτικοί δίσκοι έχουν τις ίδιες διαστάσεις με μια εύκαμπτη δισκέτα 5 ¼ ιντσών, αλλά είναι παχύτεροι. Η χωρητικότητά τους ποικίλλει από 128 MB έως 1,2 GB. Συνδυάζουν τη μαγνητική τεχνολογία κατά την εγγραφή τους και την οπτική κατά την ανάγνωση. Έχουν επομένως μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τις μαγνητικές ταινίες, καθώς οι πολλαπλές αναγνώσεις δεν αλλοιώνουν τα αποθηκευμένα δεδομένα. Από την άλλη πλευρά είναι σημαντικά ακριβότερα μέσα αποθήκευσης, ενώ σημαντικά κοστίζουν και οι περιφερειακές συσκευές που τους υποστηρίζουν.

Τελευταία έχουν εμφανιστεί οδηγοί ανάγνωσης δισκετών, οι οποίοι διαβάζουν και εύκαμπτους οπτικούς δίσκους, δισκέτες δηλαδή που έχουν την ίδια μαγνητοοπτική τεχνολογία και χωρητικότητα που κυμαίνεται από 21-120 MB δεδομένων.

## Μαγνητικές ταινίες

Στις μονάδες *μαγνητικών ταινιών* (magnetic tapes) οι πληροφορίες καταγράφονται σε μια εύκαμπτη πλαστική ταινία, στην επιφάνεια της οποίας υπάρχει σιδηρομαγνητικό υλικό. Οι πληροφορίες αποθηκεύονται συνήθως σε 9 (ή πιο σπάνια σε 7) παράλληλες διαμήκειες τροχιές, τα *ίχνη* (tracks) στη μια επιφάνεια της ταινίας. Η μαγνητική κεφαλή μπορεί να διαβάζει ή να γράφει παράλληλα και τα εννέα ίχνη, επιτρέποντας έτσι την



ταυτόχρονη ανάγνωση ή εγγραφή δεδομένων μεγέθους 9 bits. Συχνά οι 8 τροχιές χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση ενός byte ενώ το 9<sup>ο</sup> bit χρησιμοποιείται για την αποθήκευση του *bit ισοτιμίας* (parity bit), ώστε να ανιχνεύονται πιθανά λάθη ανάγνωσης.

Όταν πρόκειται να γίνει ανάγνωση δεδομένων από την ταινία, τα ηλεκτρονικά κυκλώματα υποστήριξης της μονάδας (δηλαδή ο ελεγκτής ταινίας) φροντίζουν για την περιστροφή της στο κατάλληλο σημείο. Η προσπέλαση των δεδομένων γίνεται ακολουθιακά. Η ταχύτητα περιστροφής της ταινίας κατά την ανάγνωση σε συνδυασμό με την πυκνότητα εγγραφής των δεδομένων στην επιφάνεια της, καθορίζουν την *ταχύτητα μετάδοσης* (transmission rate) δεδομένων από την ταινία.

Οι κυριότερες κατηγορίες ταινιών είναι:

**9-Track ή ταινία μισής ίντσας:** Παρόλο που αυτοί οι τύποι ταινιών εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται, είναι πολύ μικρών δυνατοτήτων αποθήκευσης με βάση τα σημερινά δεδομένα. Οι ταινίες αυτές κατά τη μέγιστη απόδοση τους μπορούν να αποθηκεύσουν μέχρι 225MB.

**QIC ή ταινία ενός τετάρτου:** Η δυνατότητα αποθήκευσης αυτών των ταινιών έφθανε τα 2 GB, ωστόσο συνήθως οι ταινίες αυτές είχαν δυνατότητες αποθήκευσης 150 MB, 320 MB και 525 MB.

**DAT (Digital Audio Tape):** Οι *ψηφιακές ταινίες* εμφανίζονται σε δύο σταθερά πλάτη: 8 mm και 4 mm. Αυτή των 4mm καλύπτει ανάγκες αποθήκευσης από 1 έως 4 GB (16 GB με συμπίεση) ενώ η ταινία των 8 mm καλύπτει ανάγκες από 2 έως 10 GB. Οι ταινίες των 8 mm και 4 mm είναι οι πιο συνηθισμένες στα νέα υπολογιστικά συστήματα. Η ταινία πλάτους 4 mm είναι φυσικά η μικρότερη σε μέγεθος μαγνητική ταινία, γι' αυτό έχει και τη μικρότερη αποθηκευτική δυνατότητα. Το μόνο σημαντικό μειονέκτημα αυτών των ταινιών είναι ότι είναι περισσότερο ευαίσθητες σε θερμοκρασιακές καταπονήσεις απ' ό,τι άλλα είδη ταινιών. Οι ταινίες των 4 mm ήταν οι πιο ευρέως χρησιμοποιούμενες όμως έχουν αρχίσει να αντικαθίστανται από τις DLT.

**DLT (Digital Linear Tape):** Οι *ψηφιακές γραμμικές ταινίες* έχουν αποθηκευτική δυνατότητα έως και 40 GB. Οι συσκευές που τις χειρίζονται είναι αρκετά γρήγορες και αποτελούν τη νέα μέθοδο αποθήκευσης στην τεχνολογία των πολυμέσων.

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται για εφεδρεία και οπτικά μέσα, τα οποία αναλύονται στο επόμενο μάθημα.



Οι μαγνητικοί δίσκοι αποτελούν το κύριο μέσο αποθήκευσης στους υπολογιστές. Η εγγραφή τους βασίζεται στη μαγνήτιση της επιφάνειας του δίσκου και η ανάγνωση στη δημιουργία επαγωγικού ρεύματος ορθής ή ανάστροφης φοράς (που αντιστοιχεί σε 0 ή 1) κατά το πέρασμα ενός ηλεκτρομαγνήτη (της κεφαλής) πάνω από τη μαγνητισμένη επιφάνεια. Οι σκληροί δίσκοι αποτελούνται από έναν ή περισσότερους ομόκεντρους μαγνητικούς δίσκους. Οι δίσκοι διαιρούνται σε τροχιές, τομείς και συστοιχίες.

Οι μονάδες εφεδρείας βασίζονται κυρίως σε μαγνητικά μέσα. Έτσι υπάρχουν οι μαγνητοοπτικοί δίσκοι και οι ταινίες διαφόρων διαμετρημάτων και χωρητικότητων.



Bit Ισοτιμίας	Parity Bit
Ενότητα	Block
Εύκαμπτη Δισκέτα	Floppy Disk
Καθρεπτισμός Των Δίσκων	Mirroring
Κεφαλή Ανάγνωσης/Εγγραφής	Read/Write Head
Κύλινδρος	Cylinder
Μαγνητικές Ταινίες	Magnetic Tapes
Μαγνητικοί Δίσκοι	Magnetic Disks
Μονάδες Δίσκων RAID	Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks
Μονάδες Εφεδρείας	Backup Units
Σκληρός Δίσκος	Hard Disk
Συστοιχία	Cluster
Ταχύτητα Μετάδοσης	Transmission Rate
Τομείς	Sectors
Τροχιές	Tracks
Χρόνος Αναζήτησης	Seek Time
Χωρητικότητα	Capacity

## Ερωτήσεις

- ? Πώς είναι οργανωμένος ένας σκληρός δίσκος;
- ? Περιγράψε μία μονάδα σκληρού δίσκου.
- ? Περιγράψε μία δισκέτα.
- ? Τι είναι οι μονάδες εφεδρείας;

## Μάθημα

## 5.5

## Οπτικά Μέσα Αποθήκευσης

Σκοπός του μαθήματος είναι να περιγράψει τον τρόπο λειτουργίας, τις κατηγορίες και τα χαρακτηριστικά των οπτικών μέσων αποθήκευσης στους σύγχρονους υπολογιστές.

Σκοπός του μαθήματος

Όταν ολοκληρώσεις το μάθημα αυτό, θα μπορείς:

- ♦ Να περιγράψεις την τεχνολογία ανάγνωσης στους δίσκους CD
- ♦ Να απαριθμείς τις κατηγορίες των οπτικών δίσκων
- ♦ Να απαριθμείς τις τεχνολογίες εγγραφής πληροφοριών στους οπτικούς δίσκους
- ♦ Να εξηγήσεις τι είναι δίσκοι CD-Audio, εγγράψιμοι/επανεγγράψιμοι δίσκοι, δίσκοι DVD

Τι θα μάθεις;

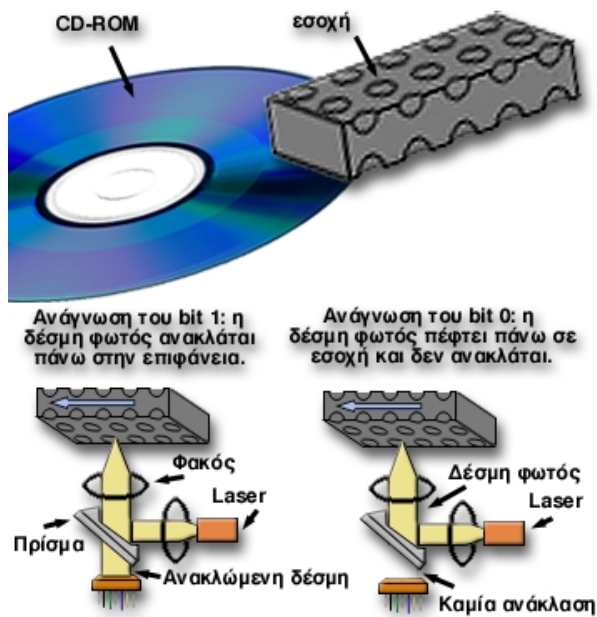
### Οπτικοί Δίσκοι

Οι **οπτικοί δίσκοι** (Compact Disk) είναι τα τελευταία χρόνια το πιο διαδεδομένο μέσο αποθήκευσης μεγάλου όγκου ψηφιακών δεδομένων, ειδικά για εφαρμογές πολυμέσων. Οι συσκευές ανάγνωσης οπτικών δίσκων βασίζονται στην ανάκλαση μιας φωτεινής δέσμης laser πάνω στην επιφάνεια του δίσκου. Το υλικό κατασκευής τους ποικίλλει ανάλογα με την τεχνολογία ανάγνωσης και εγγραφής. Το κοινό χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη διάρκεια ζωής τους λόγω του προστατευτικού στρώματος πλαστικού που τους περιβάλλει. Οι πιο διαδεδομένες κατηγορίες οπτικών δίσκων είναι οι εξής:

- ✓ **CD-ROM**: Μουσικά CD (CD-Audio) και CD δεδομένων (CD-Data)
- ✓ **Εγγράψιμο CD** (CD-Recordable ή WORM-Write Once Read Many)
- ✓ **Επανεγγράψιμο CD** (CD-RW Rewritable ή CD-Erasable)
- ✓ **DVD** (Digital Versatile Disks)

Χάρη στο οπτικό σύστημα σάρωσης, δεν υπάρχει τριβή ανάμεσα στο σύστημα ανάγνωσης και το δίσκο, με αποτέλεσμα να μη φθείρεται ο δίσκος, όσο συχνά κι αν χρησιμοποιείται. Πρέπει ωστόσο να είμαστε προσεκτικοί στη χρήση των οπτικών δίσκων, καθώς γρατσουνιές και σκόνη μπορούν να διακόψουν ή να εμποδίσουν τη δέσμη φωτός με αποτέλεσμα κάποιο τμήμα των δεδομένων να υπερπηδηθεί ή και να χαθεί. Τέτοια προβλήματα μπορούν να λυθούν αν κατά την εγγραφή προστεθεί ένας «κώδικας διόρθωσης λαθών» (CIRC) που αυτόματα αναπληρώνει κάθε χαμένη ή αλλοιωμένη πληροφορία κάνοντας μια σειρά από μαθηματικούς υπολογισμούς. Χωρίς αυτόν τον κώδικα διόρθωσης λαθών δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει αξιόπιστα ο οπτικός δίσκος καθώς και η παραμικρή δόνηση του δαπέδου θα μπορούσε να επιφέρει ακουστικές ή οπτικές διαταραχές.



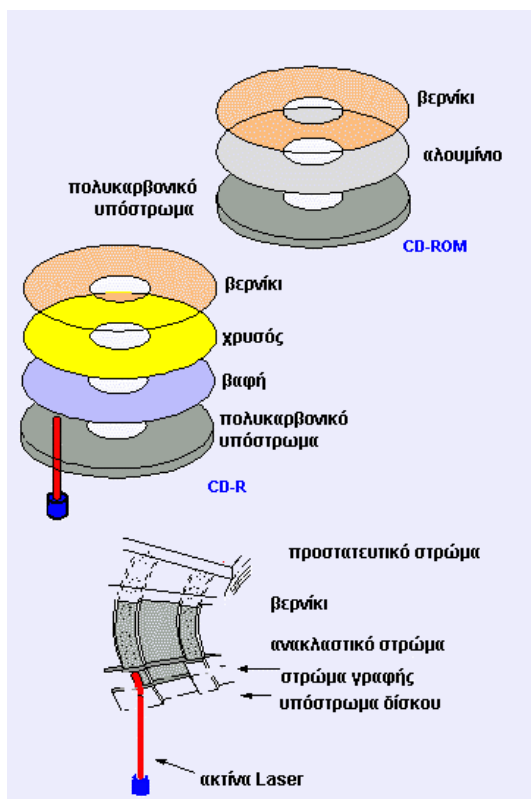


Για να είναι ο ρυθμός ανάγνωσης δεδομένων σταθερός, ο δίσκος στρέφεται με μεταβλητή γωνιακή ταχύτητα (ρυθμός περιστροφής) : μικρότερη αν η δέσμη laser προσπίπτει κοντά στο κέντρο του δίσκου και μεγαλύτερη όταν προσπίπτει κοντά στην περιφέρεια του δίσκου. Τα δεδομένα είναι γραμμένα σε σπειροειδείς τροχιές· έτσι, όσο πιο κοντά βρισκόμαστε στο κέντρο του δίσκου τόσο πιο μικρό είναι το μήκος της τροχιάς και επομένως τόσο λιγότερα τα αποθηκευμένα δεδομένα. Συνεπώς ο ρυθμός περιστροφής όταν γίνεται ανάγνωση κοντά στο κέντρο του δίσκου είναι μικρός. Όταν η δέσμη laser προσπίπτει σε μία τροχιά κοντά στην περιφέρεια, ο ρυθμός περιστροφής είναι μεγαλύτερος. Έτσι ο ρυθμός ανάγνωσης είναι σε κάθε περίπτωση σταθερός. Η γωνιακή ταχύτητα περιστροφής κυμαίνεται από 268 ως 568 κύκλους το λεπτό, δίνοντας μια σταθερή γραμμική ταχύτητα 1,2-1,4 m/sec.

### CD-ROM

Ο πιο διαδεδομένος τύπος οπτικών δίσκων που ξεκίνησε από το χώρο της ψηφιακής μουσικής είναι τα CD-ROM.

Ο δίσκος αυτός έχει διάμετρο 120 mm. Τα δεδομένα είναι γραμμένα πάνω σε ένα ειδικό στρώμα αλουμινίου, καλυμμένο από διαδοχικές προστατευτικές στρώσεις πλαστικού. Πάνω στο αλουμινένιο στρώμα σχηματίζονται *κοιλότητες* ή *εσοχές* (pits) και λείες επιφάνειες. Η δέσμη ανάγνωσης πέφτει πάνω στο αλουμινένιο στρώμα. Αν πέσει επάνω σε εσοχή, τότε διαθλάται, και η ισχύς της ακτινοβολίας που ανακλάται προς τα πίσω είναι πολύ μικρότερη από την προσπίπτουσα. Ο αισθητήρας της ανακλώμενης δέσμης αναγνωρίζει τη μείωση της ισχύος και αντιστοιχίζει σε αυτήν το 0. Αν η δέσμη ανάγνωσης είχε πέσει σε λεία επιφάνεια και είχε ανακλαστεί πλήρως, τότε θα αντιστοιχίζε σε αυτήν το 1. Επομένως οι εσοχές αντιστοιχούν στο 0 και οι λείες επιφάνειες στο 1.



Υπάρχουν 2 κατηγορίες CD ανάλογα με το αν περιέχουν μουσική (CD-DA - Digital Audio) ή ψηφιακά δεδομένα (CD-Data). Και στις δύο περιπτώσεις ο δίσκος διαιρείται σε 333.000 τομείς των 2352 bytes.

Στα **CD δεδομένων** τα 2048 bytes από κάθε τομέα χρησιμοποιούνται για την αποθήκευση δεδομένων και τα υπόλοιπα είναι για τον καθορισμό της αρχής ή του τέλους του τομέα, την αρίθμησης του, καθώς και κώδικες διόρθωσης λαθών. Η συνολική τους χωρητικότητα φτάνει τα 650 MB.

Στα **μουσικά CD**, ο ήχος είναι αποθηκευμένος σε παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM), με συχνότητα δειγματοληψίας 44,1 KHz και 2 κανάλια ήχου, με δείγματα των 16 bits (δηλαδή αποθηκεύονται 176.400 bytes για κάθε δευτερόλεπτο μουσικής, που αντιστοιχούν σε 75 τομείς). Στα

CD αυτά χρησιμοποιούνται όλα τα bytes του κάθε τομέα για την αποθήκευση του ήχου και δεν υπάρχουν αριθμήσεις τομέων κλπ. Τα τραγούδια γράφονται συνεχόμενα, με ένα μικρό διάκενο μεταξύ τους για να το ανιχνεύει η μονάδα ανάγνωσης. Είναι φανερό λοιπόν ότι η συνολική χωρητικότητα των CD που αποθηκεύουν ήχο είναι μεγαλύτερη



από τα 650 MB, καθώς χρησιμοποιούνται όλα τα bytes κάθε τομέα. Στα μουσικά CD ο συνολικός διαθέσιμος αποθηκευτικός χώρος είναι 74 λεπτά.

### Εγγράψιμα CD (CD-R)

Η διαδικασία εγγραφής σε αυτή την κατηγορία οπτικών δίσκων έχει ουσιαστικές διαφορές από τα κοινά CD. Οι δίσκοι αυτοί αποτελούνται από ένα λεπτό πλαστικό υπόστρωμα που επιχρυσώνεται και μετά καλύπτεται με στρώμα βαφής. Η βαφή είναι χρυσή, πράσινη ή μπλέ και έχει την ιδιότητα να αλλάζει κατάσταση όταν υπόκειται στην ακτινοβολία μιας ισχυρής δέσμης laser. Η αλλαγή κατάστασης της βαφής είναι μόνιμη, με αποτέλεσμα τα CD-R να μπορούν να εγγραφούν μια φορά μόνο. Στη μια κατάσταση το στρώμα βαφής είναι σχεδόν διαφανές ή υπέρυθρο<sup>1</sup>, ενώ στην άλλη είναι σχεδόν αδιαφανές. Η οπτική ακτίνα χαμηλής ισχύος που χρησιμοποιείται κατά την ανάγνωση, διαπερνά το στρώμα βαφής, ανακλάται από το στρώμα χρυσού και επιστρέφει πίσω στο φωτοευαίσθητο κύτταρο. Ανάλογα με την κατάσταση του στρώματος βαφής, η φωτεινή δέσμη ανακλάται με διαφορετική ισχύ, επομένως διαβάζεται το 0 ή το 1.

### Επανεγγράψιμα CD (CD-RW)

Σε αντίθεση με τα εγγράψιμα CD, όπου το στρώμα εγγραφής καλύπτεται από βαφή που μπορεί να αλλάξει κατάσταση μόνο μια φορά, τα επανεγγράψιμα CD αποτελούνται από υλικό που μπορεί να αλλάξει κατάσταση πολλές φορές. Το στρώμα εγγραφής αποτελείται από ένα χρυσόχρωμο κράμα που μετατρέπεται από άμορφο σε κρυσταλλικό όταν εκτεθεί σε ισχυρή πηγή φωτός laser. Η αλλαγή κατάστασης του υλικού παραμένει ακόμα και όταν πάψει να υπάρχει η επίδραση της ακτινοβολίας, ενώ επιστρέφει στην προηγούμενη κατάσταση όταν εκτεθεί σε ακτινοβολία διαφορετικής συχνότητας. Η κρυσταλλική μορφή του κράματος ανακλά το φως όπως οι λείες επιφάνειες στα απλά CD. Η άμορφη κατάστασή του λειτουργεί όπως οι κοιλότητες στα απλά CD. Με δύο ακτινοβολίες laser διαφορετικής συχνότητας λοιπόν μπορούμε να προκαλούμε αλλαγές κατάστασης στην επιφάνεια του δίσκου, δηλαδή διαδοχικές επανεγγραφές. Οι αλλαγές κατάστασης από άμορφη σε κρυσταλλική και αντίστροφα δεν μπορούν να επαναλαμβάνονται επ' άπειρο. Ο αριθμός των εγγραφών σε ένα CD-RW είναι περιορισμένος, συνήθως γύρω στις 1000 εγγραφές.

### DVD

Ο δίσκοι DVD (Digital Versatile Disk) αποτελούν την επόμενη γενιά των οπτικών δίσκων. Στην πράξη είναι μεγαλύτεροι, γρηγορότεροι δίσκοι CD που περιέχουν μέχρι 4,7 GB για κάθε στρώμα και πλευρά εγγραφής. Η χωρητικότητά τους φθάνει μέχρι τα 17 GB για δίσκους που έχουν εγγραφεί και από τις δύο πλευρές.

Κάθε πλευρά ενός δίσκου DVD αποτελείται από δύο στρώματα. Η δέσμη ανάγνωσης διαβάζει και τα δύο αυτά στρώματα· έτσι περιέχεται διπλάσια πληροφορία σε κάθε πλευρά.

Οι κυριότερες κατηγορίες των δίσκων DVD είναι:

- ⇒ **DVD-Video:** Οι δίσκοι DVD-Video μπορούν να αποθηκεύσουν ολόκληρες κινηματογραφικές ταινίες για να αναπαραχθούν στην οθόνη ενός προσωπικού υπολογιστή. Οι ταινίες είναι κωδικοποιημένες και αποθηκευμένες σε μορφή

---

<sup>1</sup> Δηλαδή αντανakλά ακτινοβολίες που η συχνότητά τους τις τοποθετεί στο υπέρυθρο τμήμα του φάσματος.

MPEG-2. Για την αναπαραγωγή τους, εκτός από τη συσκευή ανάγνωσης δίσκων DVD, απαιτείται και το υποσύστημα αποκωδικοποίησης MPEG-2 που συνδέεται με τη μορφή κάρτας στο διάδρομο του υπολογιστή. Το DVD-Video έρχεται να αντικαταστήσει το κλασικό οικιακό video, υποστηρίζοντας επιπλέον προχωρημένες τεχνικές αναπαραγωγής σε σχέση με τις κλασικές ταινίες VHS. Στο δίσκο αποθηκεύονται ξεχωριστά η ταινία χωρίς ήχο και η ηχητική επένδυση, ώστε να μπορεί κανείς να διαλέξει τους υπότιτλους ή τους διαλόγους στη γλώσσα που επιθυμεί. Επίσης μπορεί κανείς να παρακολουθήσει την ίδια σκηνή από διαφορετικές οπτικές γωνίες. Οι δίσκοι DVD αποτελούν την εξέλιξη του CD-I (interactive CD), προτύπου που ανέπτυξε η Philips το 1987 για την αναπαραγωγή ταινιών σε κωδικοποίηση Mpeg και την απευθείας σύνδεση με την οικιακή τηλεόραση.

- ⇒ **DVD-ROM:** Οι δίσκοι DVD, πέρα από τη χρήση τους ως μέσα αποθήκευσης και αναπαραγωγής ταινιών και μουσικής, μπορούν να αποθηκεύσουν και μεγάλο όγκο ψηφιακών δεδομένων. Στο άμεσο μέλλον αναμένεται να αντικαταστήσουν τους οπτικούς δίσκους CD των 650MB.
- ⇒ **DVD-RAM και DVD-RW+:** Η τεχνολογία εγγραφής δίσκων DVD ονομάζεται DVD-RAM και DVD-RW+. Στην πραγματικότητα πρόκειται για δυο πρότυπα από διαφορετικές εταιρείες για επανεγγράψιμους δίσκους DVD που λειτουργούν ανάλογα με τα επανεγγράψιμα CD-RW.



Οι συσκευές ανάγνωσης οπτικών δίσκων βασίζονται στην ανάκλαση μιας φωτεινής δέσμης laser από την διαμόρφωση της επιφάνειας του οπτικού δίσκου. Οι πιο διαδεδομένες κατηγορίες οπτικών δίσκων είναι τα CD-ROM (μουσικά CD και CD δεδομένων), εγγράψιμα CD, επανεγγράψιμα CD και DVD. Η τεχνολογία εγγραφής βασίζεται στη δημιουργία μόνιμης ή προσωρινής αλλαγής στο υλικό του οπτικού δίσκου (στρώμα βαφής ή κρυσταλλικό κράμα).

Οι δίσκοι DVD έχουν πολύ μεγαλύτερη χωρητικότητα από τους κοινούς οπτικούς δίσκους και χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές πολυμέσων, όπως αποθήκευση ταινιών, μουσικής, αλλά και σε εφαρμογές δημιουργίας αντιγράφων εφεδρείας (κυρίως οι επανεγγράψιμοι DVD).



CD Δεδομένων	CD-Data
DVD	Digital Versatile Disk
Εγγράψιμα CD	CD-Recordable ή WORM-Write Once Read Many
Επανεγγράψιμα CD	CD-RW Rewritable ή CD-Erasable
Κοιλότητα ή Εσοχή	Pit
Μουσικά CD	CD-Audio
Οπτικός Δίσκος	Compact Disks

### Ερωτήσεις

- ? Περιγράψε τον τρόπο εγγραφής και ανάγνωσης στα CD-audio.
- ? Περιγράψε τον τρόπο εγγραφής και ανάγνωσης στα CD-ROM.
- ? Περιγράψε τον τρόπο εγγραφής και ανάγνωσης στα επανεγγράψιμα CD.

## Μάθημα 5.6

## Συσκευές Τηλεπικοινωνιών και Δικτύωσης

Σκοπός του μαθήματος είναι να εισαγάγει το μαθητή στις βασικές τεχνικές και στις συσκευές που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία των υπολογιστών και τη διασύνδεση τους σε δίκτυα.

Σκοπός του  
μαθήματος

Όταν ολοκληρώσεις το μάθημα αυτό, θα μπορείς:

- ♦ Να εξηγείς πώς λειτουργεί ένα modem
- ♦ Να περιγράφεις την κάρτα δικτύου
- ♦ Να απαριθμείς τις κυριότερες συσκευές υποστήριξης δικτύων
- ♦ Να απαριθμείς τα φυσικά μέσα διασύνδεσης που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία των υπολογιστών

Τι θα μάθεις;

Η τεχνολογία που έχει αυξήσει ραγδαία τη χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι η δικτύωσή τους, δηλαδή η διασύνδεσή τους μέσω κάποιου φυσικού μέσου για την ανταλλαγή δεδομένων και την από κοινού χρήση των περιφερειακών τους μονάδων. Στις μέρες μας οι υπολογιστές διασυνδέονται με διάφορους τρόπους, ανάλογα με το χρησιμοποιούμενο μέσο και τη φυσική τους απόσταση. Οι περισσότεροι υπολογιστές αποτελούν τμήματα ενός μικρού ή μεγαλύτερου δικτύου, τοπικού ή ευρείας περιοχής. Διασυνδέονται με μέσα όπως οι τηλεφωνικές γραμμές, οι οπτικές ίνες, με ασύρματο τρόπο ή ακόμα και μέσω δορυφόρων.

### Συσκευές Δικτύωσης

#### Παράλληλη-Σειριακή Θύρα

Ο πιο απλός τρόπος διασύνδεσης δύο υπολογιστών είναι μέσω ενός καλωδίου που συνδέει τις αντίστοιχες παράλληλες ή σειριακές θύρες τους. Η *παράλληλη θύρα* ή θύρα centronics, όπως λέγεται, έχει 25 ακίδες, και μεταδίδει παράλληλα 8 bits δεδομένων. Η σειριακή θύρα ή RS-232 έχει 9 ή 25 ακίδες, μεταδίδει ένα bit κάθε φορά, και φθάνει σε ταχύτητα μετάδοσης μέχρι τα 115.200 bits το δευτερόλεπτο.

Η σύνδεση μέσω των θυρών αυτών περιορίζεται από την απόσταση, καθώς τα καλώδια δεν μπορούν να είναι μεγαλύτερα των 10 m (για την παράλληλη θύρα). Αποτελεί όμως την πιο απλή λύση για ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ δύο υπολογιστών.



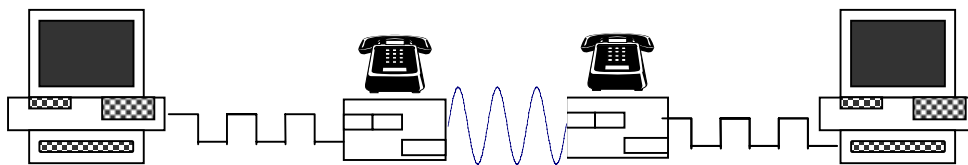
#### Modem

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος διασύνδεσης δύο υπολογιστών είναι μέσω μίας τηλεφωνικής γραμμής. Από νωρίς χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία των κοινών τηλεφωνικών δικτύων, καθώς το τηλέφωνο είναι η πιο διαδεδομένη συσκευή



επικοινωνίας. Βέβαια οι τηλεφωνικές γραμμές μεταδίδουν ηλεκτρικό σήμα που αντιστοιχεί στη φωνή μας, οπότε χρειάζεται η μετατροπή των ψηφιακών δεδομένων των υπολογιστών σε σήμα αναλογικής μορφής που μεταδίδεται μέσω των τηλεφωνικών γραμμών.

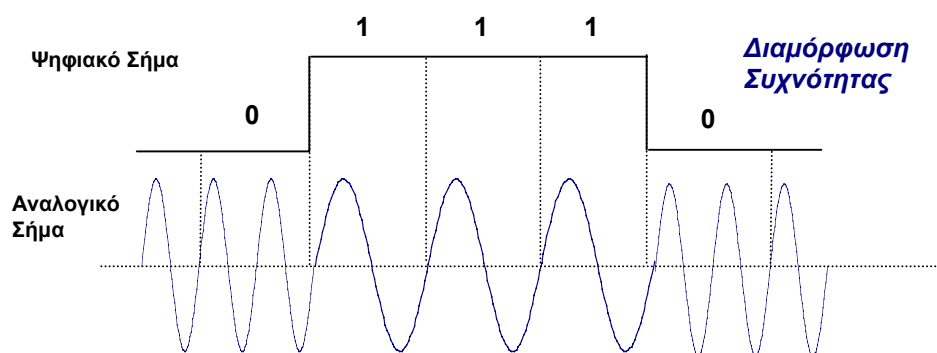
Η συσκευή που μετατρέπει τη σειρά των ψηφιακών δεδομένων σε αναλογικό σήμα που να μπορεί να διαδίδεται μέσω των τηλεφωνικών γραμμών και αντίστροφα, ονομάζεται modem. Το modem μεταδίδει ένα σταθερό ημιτονοειδές αναλογικό σήμα, το *φέρων* σήμα (carrier). Τα χαρακτηριστικά του φέροντος, δηλαδή το *πλάτος*, η *συχνότητα* και η *φάση* του μεταβάλλονται ανάλογα με την τιμή της ψηφιακής πληροφορίας (το 0 ή 1). Με άλλα λόγια γίνεται μια κωδικοποίηση του ψηφιακού σήματος σε αναλογικό σήμα, με την πληροφορία να «μεταφέρεται» μέσω του φέροντος σήματος. Το modem αναλαμβάνει στη μία άκρη τη διαμόρφωση του



αναλογικού σήματος και στην άλλη την αποδιαμόρφωση του αναλογικού ήχου που λαμβάνεται, ώστε να φτάσει

στον παραλήπτη-υπολογιστή η ψηφιακή πληροφορία.

Η τεχνική αυτή *διαμόρφωσης-αποδιαμόρφωσης* (Modulation-Demodulation) είναι μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική στην επιστήμη των τηλεπικοινωνιών, όχι μόνο στους υπολογιστές. Σε οποιοδήποτε φυσικό μέσο μετάδοσης ενός σήματος, π.χ. τον αέρα, την οπτική ίνα, το χάλκινο καλώδιο, φροντίζουμε να «κωδικοποιούμε» τη χρήσιμη πληροφορία που θέλουμε να μεταδώσουμε πάνω σε ένα σήμα που μπορεί να μεταφερθεί καλύτερα (π.χ. με τις λιγότερες απώλειες σε ισχύ) στο φυσικό μέσο. Αυτή η αρχή εφαρμόζεται στα ραδιοφωνικά σήματα (διαμόρφωση AM ή FM), όπου ένα



αναλογικό σήμα διαμορφώνει ένα άλλο αναλογικό σήμα μεγαλύτερης συχνότητας.

Οι βασικοί τρόποι διαμόρφωσης είναι:

**Διαμόρφωση κατά πλάτος** (AM-Amplitude Modulation): Το πλάτος

του φέροντος σήματος μεταβάλλεται ανάλογα με το σήμα της πληροφορίας.

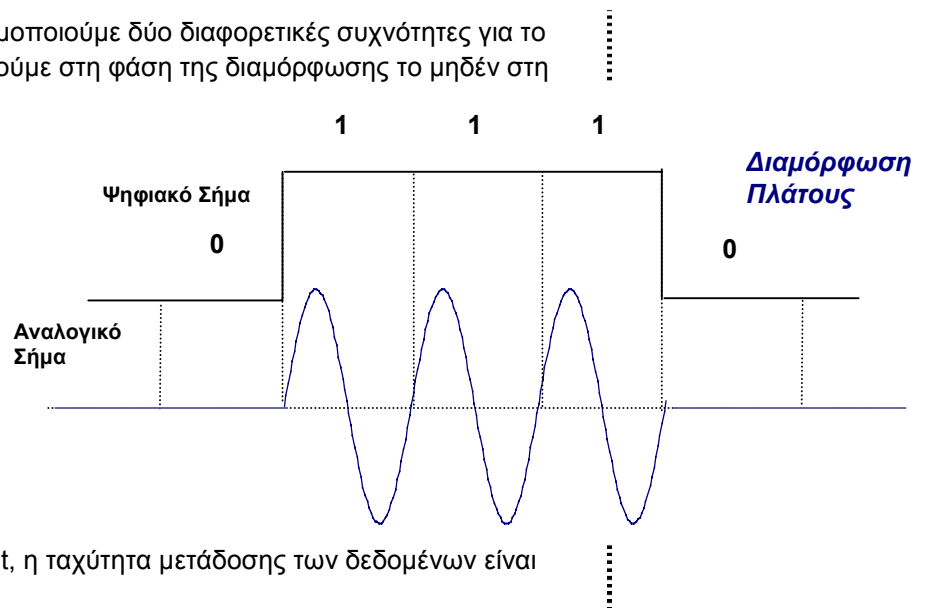
**Διαμόρφωση κατά συχνότητα** (FM-Frequency Modulation): Στην περίπτωση αυτή η συχνότητα του φέροντος σήματος μεταβάλλεται ανάλογα με το σήμα της πληροφορίας.

**Διαμόρφωση κατά φάση** (Phase Modulation): Η φάση του φέροντος σήματος μεταβάλλεται ανάλογα με την πληροφορία.

Η ταχύτητα μετάδοσης στη διασύνδεση δύο υπολογιστών μετρείται σε bits ανά δευτερόλεπτο. Εκφράζει το ρυθμό που μεταδίδονται τα ψηφιακά δεδομένα από τον έναν υπολογιστή στον άλλο. Γενικότερα οι ταχύτητες των δικτύων εκφράζονται σε Kbits/sec ή και Mbits/sec. Στην περίπτωση της διασύνδεσης μέσω τηλεφωνικών γραμμών υπάρχει και άλλη μια μονάδα μέτρησης της ταχύτητας, πέρα από το ρυθμό μετάδοσης, που ίσως δημιουργεί σύγχυση. Είναι η ταχύτητα μεταβολής των χαρακτηριστικών του φέροντος σήματος στην τηλεφωνική γραμμή, και μετρείται σε

baud. Για παράδειγμα, μετράμε σε baud, το ρυθμό εναλλαγών από τη μια συχνότητα στην άλλη για την περίπτωση FM.

Ας υποθέσουμε ότι χρησιμοποιούμε δύο διαφορετικές συχνότητες για το φέρον σήμα και αντιστοιχούμε στη φάση της διαμόρφωσης το μηδέν στη μια και το ένα στην άλλη. Τότε η ταχύτητα μετάδοσης σε bits θα ήταν ίση με την ταχύτητα σε baud. Αν όμως χρησιμοποιούμε για το φέρον 4 διαφορετικές συχνότητες, σε κάθε συχνότητα μπορούμε να αντιστοιχίσουμε 2 bits. Έτσι, αν το φέρον έχει ταχύτητα 1200 baud, και για κάθε baud έχουμε 2 bit, η ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων είναι 2400 bits/sec.



Η ταχύτητα μεταβολής του φέροντος περιορίζεται από την ποιότητα του φυσικού μέσου, δηλαδή την τεχνολογία των τηλεφωνικών γραμμών. Επίσης δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πάρα πολλές στάθμες διαμόρφωσης (πλάτη ή συχνότητες), γιατί πρέπει να γίνεται χωρίς λάθη η αποδιαμόρφωση. Αυτό σημαίνει ότι οι διαφορετικές στάθμες του σήματος πρέπει να είναι διακεκριμένες. Η τεχνολογία των modem λοιπόν επιτρέπει σχετικά χαμηλές ταχύτητες διασύνδεσης. Τα πρώτα modem συνέδεαν υπολογιστές με ταχύτητες 300 έως και 2400 bit/sec ενώ στις μέρες μας φθάνουν μέχρι τα 56.600 bits/sec. Σε ιδιαίτερες συνθήκες μετάδοσης (καλή ποιότητα γραμμών, κοντινές αποστάσεις) οι ταχύτητες αυξάνονται (π.χ. baseband modems)

### Κάρτες δικτύου

Οι κάρτες δικτύου αποτελούν τις συσκευές μέσω των οποίων γίνεται η διασύνδεση ενός υπολογιστή σε ένα τοπικό δίκτυο. Η κάρτα δικτύου συνδέεται στο διάδρομο του υπολογιστή και αναλαμβάνει να μεταφέρει δεδομένα από και προς το δίκτυο. Ο ρόλος της είναι να ομαδοποιεί τα δεδομένα, μετατρέποντάς τα σε κάποια μορφή που είναι συμβατή με το πρωτόκολλο του δικτύου, ώστε να μπορούν να διαβαστούν από τους υπόλοιπους υπολογιστές. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα των καρτών αναλαμβάνουν τη διόρθωση των λαθών, την αποστολή και λήψη των δεδομένων. Το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο δικτύωσης είναι το Ethernet, και οι περισσότερες κάρτες στους προσωπικούς υπολογιστές λειτουργούν με αυτήν την κατηγορία δικτύων.



Οι κάρτες δικτύου Ethernet στο πίσω μέρος τους έχουν ειδικές υποδοχές για διαφόρων ειδών συνδέσεις: υπάρχει η υποδοχή για συνδεσμολογία ομοαξονικού καλωδίου (BNC) και η υποδοχή για συνδεσμολογία συνεστραμμένου ζεύγους (RJ45).

### Επαναλήπτες - Δρομολογητές - Γέφυρες

Οι συσκευές αυτές χρησιμοποιούνται για να υποστηρίξουν τα δίκτυα των υπολογιστών. Ένας επαναλήπτης (repeater) είναι μια συσκευή ενίσχυσης του σήματος που ταξιδεύει μέσα στο φυσικό μέσο δικτύωσης, για να μπορούμε να δημιουργούμε δίκτυα μεταξύ υπολογιστών που είναι απομακρυσμένοι μεταξύ





τους περισσότερο απ' όσο ορίζουν οι προδιαγραφές ενός συγκεκριμένου μέσου μετάδοσης. Όσο μακρύτερο είναι π.χ. ένα καλώδιο, τόσο πέφτει η ισχύς του σήματος και χρειάζεται ενίσχυση για να μεταδοθεί σε μεγάλες αποστάσεις. Ο επαναλήπτης τοποθετείται σε τακτά διαστήματα κατά μήκος της διεύθυνσης μετάδοσης και ενισχύει το σήμα.



Ο *δρομολογητής* (router) και η *γέφυρα* (bridge) φροντίζουν για τη συνένωση διαφορετικών δικτύων. Ο ρόλος τους είναι να προωθούν τα πακέτα πληροφορίας από το ένα δίκτυο στο άλλο επιλεκτικά, ανάλογα με τον υπολογιστή-προορισμό. Έτσι αποφεύγεται η άσκοπη μετάδοση πακέτων δεδομένων σε τμήματα δικτύων που είναι άσχετα με τον προορισμό.

## Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Η δικτύωση μας δίνει τη δυνατότητα διασύνδεσης υπολογιστών με διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και επικοινωνίας μεταξύ διαφορετικών εφαρμογών λογισμικού. Για να γίνει εφικτή η επικοινωνία, όλοι οι υπολογιστές και οι εφαρμογές χρησιμοποιούν το ίδιο σύνολο κανόνων και διαδικασιών για την ανταλλαγή δεδομένων. Αυτοί οι κανόνες ονομάζονται *πρωτόκολλο επικοινωνίας* (communication protocol). Έτσι τα δεδομένα μπορούν να αναπαρίστανται διαφορετικά σε κάθε υπολογιστή, όμως στο δίκτυο «ταξιδεύουν» έχοντας μορφή και οργάνωση κοινά αποδεκτές απ' όλους τους υπολογιστές του δικτύου.

Εξαιτίας της πληθώρας διαφορετικών αρχιτεκτονικών υπολογιστών, λειτουργικών συστημάτων, εφαρμογών και τύπων δικτύων υπάρχει πολυπλοκότητα στο είδος και στο πλήθος των πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Υπάρχουν π.χ. πρωτόκολλα που ρυθμίζουν την επικοινωνία στο φυσικό μέσο διασύνδεσης, μεταξύ των καρτών δικτύου και του καλωδίου. Σε αυτά τα πρωτόκολλα δε γίνεται διάκριση μεταξύ των πληροφοριών · όλες μαζί ενσωματώνονται σε πακέτα, δηλαδή αυτοτελείς μονάδες πληροφορίας μήκους μερικών εκατοντάδων bytes που ταξιδεύουν στο δίκτυο.

Τα πρωτόκολλα εξαρτώνται από την ταχύτητα του δικτύου, τον τρόπο επικοινωνίας υπολογιστή - δικτύου κλπ. Υπάρχουν όμως πρωτόκολλα ανωτέρου επιπέδου που έχουν σχέση με την επικοινωνία των εφαρμογών και διακρίνουν τις πληροφορίες, μεταφράζοντάς τις για επεξεργασία από κάποιο πρόγραμμα. Το κάθε πρωτόκολλο έχει τη δυνατότητα να ελέγχει και να διορθώνει λάθη στο επίπεδο που ρυθμίζει.

Τα πιο γνωστά πρωτόκολλα επικοινωνίας είναι:

- ☑ **Xmodem/Zmodem/Ymodem/Kermit:** Απλά πρωτόκολλα επικοινωνίας για σύνδεση μέσω modem. Διαφέρουν ως προς το μέγεθος του πακέτου που χρησιμοποιείται για την αποστολή δεδομένων. Έτσι το Xmodem χρησιμοποιεί μέγεθος 128 bytes για κάθε πακέτο, το Zmodem 512 bytes και το Ymodem 1024 bytes. Το Kermit έχει πακέτα μεταβλητού μεγέθους.
- ☑ **Ethernet:** Το πιο διαδεδομένο πρωτόκολλο επικοινωνίας σε τοπικά δίκτυα υπολογιστών
- ☑ **Token Ring:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας που βασίζεται στην ύπαρξη ενός ειδικού πακέτου (σκυτάλη) που ταξιδεύει μέσα στο δίκτυο. Όποιος υπολογιστής είναι ιδιοκτήτης του πακέτου, έχει τον έλεγχο του δικτύου, και μπορεί να αποστείλει δεδομένα.
- ☑ **FDDI:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας για μεγάλες ταχύτητες δικτύων με οπτικές ίνες. Χρησιμοποιείται κυρίως σε *δίκτυα κορμού* (backbone) που συνενώνουν μικρότερα δίκτυα Ethernet.
- ☑ **ATM:** Πρωτόκολλο που υποστηρίζει πολύ μεγάλες ταχύτητες επικοινωνίας
- ☑ **Frame Relay:** Άλλο ένα πρωτόκολλο υψηλών ταχυτήτων για δίκτυα κορμού.



- ☑ **PowerTalk:** Πρωτόκολλο επικοινωνίας για υπολογιστές Apple Macintosh
- ☑ **X.25:** Διεθνές πρότυπο για δίκτυα μεταγωγής πακέτου.
- ☑ **TCP/IP:** Πρωτόκολλο περιγραφής των πακέτων που μεταδίδονται σε ένα δίκτυο. Είναι το ευρέως διαδεδομένο πρωτόκολλο στην κοινότητα του Διαδικτύου (Internet).
- ☑ **IPX:** Πρωτόκολλο με λειτουργία αντίστοιχη του TCP/IP που χρησιμοποιείται σε δίκτυα Novell.

## Φυσικά μέσα διασύνδεσης

Τα μέσα διασύνδεσης είναι τα φυσικά υλικά ή άλλα μέσα που χρησιμοποιούνται στην δημιουργία των δικτύων επικοινωνίας. Οι δύο κύριοι τύποι των μέσων διασύνδεσης είναι τα **ενσύρματα μέσα** όπως είναι τα συνεστραμμένα καλώδια, τα ομοαξονικά και οι οπτικές ίνες και τα **ασύρματα μέσα** όπως είναι τα μικροκύματα, τα ραδιοκύματα και η υπεριώδης ακτινοβολία.

➡ Το **ζεύγος συνεστραμμένων καλωδίων** (twisted-pair) αποτελείται από σύρματα χαλκού επικαλυμμένα με πλαστικό τα οποία συστρέφονται μαζί. Ένα λεπτό στρώμα από έγχρωμο πλαστικό απομονώνει και ξεχωρίζει τα σύρματα που στη συνέχεια συστρέφονται προκειμένου να μειωθεί η ηλεκτρική αλληλεπίδραση τους. Τα καλώδια twisted-pair χωρίζονται:

- (i) Στα **προστατευμένα καλώδια twisted-pair** (STP)· σε αυτά γύρω από το κάθε σύρμα τυλίγεται ένα φύλλο μετάλλου, το οποίο μειώνει επιπλέον την εξωτερική ηλεκτρική επίδραση.
- (ii) Στα **απροστάτευτα καλώδια twisted-pair** (UTP), που ονομάζονται επίσης και 10BaseT καλώδια. Σε αυτά δεν υπάρχει το επιπλέον φύλλο μετάλλου.

Επειδή τα συνεστραμμένα καλώδια είναι ένα μέσο μετάδοσης μικρού κόστους χρησιμοποιούνται συνήθως τόσο στις τηλεφωνικές γραμμές όσο και για τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ υπολογιστή και τερματικών.

- ➡ Το **ομοαξονικό** (coaxial) καλώδιο αποτελείται από ένα χάλκινο σύρμα περιβαλλόμενο από τρία στρώματα: μια μόνωση, έναν εξωτερικό μεταλλικό αγωγό και ένα πλαστικό περίβλημα. Επειδή το ομοαξονικό καλώδιο είναι περισσότερο μονωμένο από ότι το συνεστρεμμένο καλώδιο, συνιστάται για μεγάλες αποστάσεις όσο αφορά την ηλεκτρική αλληλεπίδραση και μεταφορά δεδομένων με ταχύτητα.
- ➡ Η **οπτική ίνα** (fiber optic) είναι μια εύκαμπτη, λεπτή σαν τρίχα, ίνα από γυαλί ή πλαστικό για τη μεταφορά δεδομένων με τη μορφή παλμών φωτός. Το σημαντικό πλεονέκτημα της οπτικής ίνας σε σχέση με τα άλλα καλώδια είναι το μικρότερο βάρος της, ο χώρος που εξοικονομεί και η απουσία ηλεκτρικής και μαγνητικής επίδρασης σε αυτήν. Συνεπώς μπορούν να μεταδώσουν πληροφορία σε μεγάλες αποστάσεις χωρίς την ανάγκη ενίσχυσης του σήματος. Ένα ακόμη πλεονέκτημά της είναι η υψηλή ταχύτητα μετάδοσης. Μία μόνο οπτική ίνα μπορεί να μεταφέρει αρκετές εκατοντάδες χιλιάδες παλμούς στη μονάδα του χρόνου. Οι οπτικές ίνες ωστόσο κοστίζουν πολύ περισσότερο από τα διάφορα καλώδια και επιπλέον υπάρχουν δυσκολίες στην εγκατάσταση και τη λειτουργία τους. Παρά τους προηγούμενους περιορισμούς, πολλές τηλεφωνικές εταιρείες χρησιμοποιούν οπτικές ίνες για νέες τηλεφωνικές γραμμές.
- ➡ Τα **μικροκύματα** (microwaves), είναι ραδιοκύματα που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση τόσο αναλογικών όσο και ψηφιακών σημάτων με υψηλή ταχύτητα. Τα **επίγεια** μικροκύματα (terrestrial microwaves), χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση από ένα σταθμό μικροκυμάτων σε άλλο, περίπου όπως μεταφέρονται τα σήματα

των ραδιοφωνικών σταθμών. Τα μικροκύματα περιορίζονται από τη διαδρομή μετάδοσης, γιατί πρέπει να μεταδίδονται απευθείας χωρίς να παρεμποδίζονται από κτίρια ή βουνά ανάμεσα στους σταθμούς μετάδοσης. Για να αποφευχθεί αυτή η παρεμπόδιση, οι κεραίες μικροκυμάτων συνήθως τοποθετούνται στην κορυφή κτιρίων, πύργων ή βουνών.

- ➡ Οι **ηλεκπικοινωνιακοί δορυφόροι** (telecommunication satellites) λαμβάνουν τα μικροκύματα από τις επικοινωνιακές εγκαταστάσεις εδάφους, τα αποκωδικοποιούν και τα ξαναστέλνουν σε άλλες επικοινωνιακές εγκαταστάσεις. Οι εγκαταστάσεις εδάφους ονομάζονται **επίγειοι σταθμοί** (terrestrial stations) και χρησιμοποιούν μεγάλες κεραίες σε σχήμα δίσκου για να λαμβάνουν και να στέλνουν δεδομένα στους δορυφόρους. Η μετάδοση προς το δορυφόρο ονομάζεται **uplink** και η λήψη απ' αυτόν **downlink**.



Οι υπολογιστές μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους μέσω της παράλληλης ή της σειριακής θύρας τους, μέσω τηλεφωνικής γραμμής με τη βοήθεια του *modem*, ή σε ένα δίκτυο μέσω μίας κάρτας δικτύου. Οι κανόνες επικοινωνίας μεταξύ των υπολογιστών σε ένα δίκτυο ονομάζονται πρωτόκολλο. Το πιο γνωστό πρωτόκολλο για τοπικά δίκτυα είναι το *Ethernet*. Η φυσική σύνδεση των υπολογιστών μπορεί να γίνει με διάφορα μέσα, ενσύρματα (καλώδια και οπτικές ίνες) ή ασύρματα (μικροκύματα ή υπεριώδη ακτινοβολία).



Downlink	
Modem	
Uplink	
Απροστάτευτα Καλώδια Twisted-Pair	UTP
Γέφυρα	Bridge
Διαμόρφωση Κατά Πλάτος	Amplitude Modulation
Διαμόρφωση Κατά Συχνότητα	Frequency Modulation
Διαμόρφωση Κατά Φάση	Phase Modulation
Διαμόρφωση-Αποδιαμόρφωση	Modulation-Demodulation
Δίκτυο Κορμού	Backbone
Διπλά Συνεστραμμένο Καλώδιο	Twisted-Pair
Δρομολογητής	Router
Επαναλήπτης	Repeater
Επίγεια Μικροκύματα	Terrestrial Microwaves
Μικροκύματα	Microwaves
Ομοαξονικό Καλώδιο	BNC
Οπτική Ίνα	Fiber Optic
Παράλληλη Θύρα	Parallel Port - Centronics
Προστατευμένα Καλώδια Twisted-Pair	STP
Πρωτόκολλο Επικοινωνίας	Communication Protocol
Τηλεπικοινωνιακός Δορυφόρος	Telecommunication Satellite

## Ερωτήσεις

- ? Περιγράψε τη λειτουργία ενός modem.
- ? Πώς λειτουργεί μια κάρτα δικτύου;
- ? Τι πλεονεκτήματα έχουν οι οπτικές ίνες σαν μέσο μετάδοσης;