

# 3

## Κεφάλαιο

### ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ-ΕΞΟΔΟΥ

#### ΕΝΟΤΗΤΕΣ

- 3.1 Πληκτρολόγιο, ποντίκι, χειριστήρια παιχνιδιών
- 3.2 Η Οθόνη (Monitor)
- 3.3 Η Κάρτα Γραφικών
- 3.4 Εκτυπωτές

## 3.1 Πληκτρολόγιο, ποντίκι, χειριστήρια παιχνιδιών

Όταν ολοκληρώσεις την ενότητα αυτή θα μπορείς να:

- περιγράψεις τον τρόπο λειτουργίας του πληκτρολογίου, του ποντικιού και του χειριστηρίου παιχνιδιών.
- περιγράψεις τον τρόπο σύνδεσης και εγκατάστασης των μονάδων αυτών.

### 3.1.1 Το πληκτρολόγιο

Η κυριότερη συσκευή επικοινωνίας ανθρώπου και υπολογιστή είναι το πληκτρολόγιο (keyboard). Το πληκτρολόγιο στέλνει στον υπολογιστή κείμενο, αριθμούς και διάφορα σύμβολα, διαβιβάζοντας έτσι τα δεδομένα και τις εντολές μας.



**Σχήμα 3.1** Πληκτρολόγιο

Το πληκτρολόγιο συνδέεται με τον υπολογιστή στην ειδική για το σκοπό αυτό θύρα (τύπου AT ή PS/2) ή μέσω της θύρας USB. Υπάρχουν όμως και ασύρματα πληκτρολόγια.

Τα πληκτρολόγια των υπολογιστών ως προς την διάταξη των πλήκτρων βασίστηκαν στα πληκτρολόγια των γραφομηχανών, παρά τα προβλήματα ταχύτητας και εργονομίας που παρουσιάζουν.

Η συγκεκριμένη διάταξη των χαρακτήρων της γραφομηχανής (QWERTY) είχε επιλεγεί τη δεκαετία του 1870(!), όχι για να διευκολύνει τη γρήγορη δακτυλογράφηση, αλλά για τον ακριβώς αντίθετο λόγο, να επιβραδύνει το ρυθμό πληκτρολόγησης ώστε να μη συγκρούονται οι μηχανικά κινούμενοι βραχίονες των πλήκτρων από τη γρήγορη πληκτρολόγηση!



**Σχήμα 3.2** Γραφομηχανή

Η διάταξη QWERTY, που πήρε το όνομα της από τα 6 πρώτα πλήκτρα της 1ης σειράς γραμμάτων, παρέμειν έως σήμερα και δεν έχει αλλάξει, ούτε με την είσοδο των υπολογιστών στο χώρο της επεξεργασίας κειμένου.

- Σχεδόν όλα τα πληκτρολόγια έχουν τέσσερις ομάδες πλήκτρων:
- Στο κύριο μέρος είναι η αλφαβητική ομάδα, που έχει όλα τα γράμματα του Λατινικού και του Ελληνικού αλφάβητου, τους αριθμούς και ειδικά σύμβολα.
  - Πάνω από την αλφαβητική ομάδα υπάρχει η ομάδα που περιλαμβάνει τα πλήκτρα συναρτήσεων F1-F12 (Functions Keys).

- Δεξιά από την αλφαβητική ομάδα υπάρχει η ομάδα του αριθμητικού πληκτρολογίου (Numeric Pad), με διάταξη αντίστοιχη των αριθμομηχανών και των ταμειακών μηχανών.
- Ανάμεσα στο αλφαβητικό και το αριθμητικό πληκτρολόγιο υπάρχουν τα πλήκτρα κατεύθυνσης (βελάκια) και τα πλήκτρα ελέγχου (DELETE, INSERT, HOME, END, PAGE UP, PAGE DOWN)

Πολλοί κατασκευαστές σήμερα κατασκευάζουν εργονομικά σχεδιασμένα πληκτρολόγια όπου η διάταξη των πλήκτρων είναι ίδια (QWERTY), αλλά η μορφή τους είναι εντελώς διαφορετική απ' αυτή των κοινών πληκτρολογίων.



**Σχήμα 3.3** Εργονομικό Πληκτρολόγιο

Τα πλήκτρα είναι χωρισμένα σε δύο διαφορετικές ομάδες και βρίσκονται σε κλίση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τα χέρια να μην ακουμπούν μεταξύ τους και οι καρποί να ακουμπούν στην επιφάνεια του γραφείου, ώστε να μην κουράζονται.

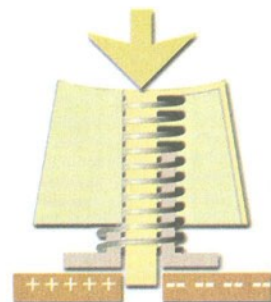
### 3.1.2 Επικοινωνία πληκτρολογίου και υπολογιστή

Η συνηθέστερη τεχνολογία πληκτρολογίων είναι αυτή που βασίζεται σε πλήκτρα που είναι **ευαίσθητα στη κίνηση** (motion sensitive), δηλαδή σε πλήκτρα που μετακινούνται σε ένα κατακόρυφο άξονα.

Υπάρχει και η τεχνολογία πληκτρολογίων που βασίζεται σε πλήκτρα ευαίσθητα στην αφή (touch sensitive), όπου η πίεση που τους ασκείται, λόγω του πιεζοηλεκτρικού φαινομένου, δημιουργεί ηλεκτρική τάση.

Στα ευαίσθητα στην κίνηση πληκτρολόγια για τη δημιουργία ηλεκτρικού σήματος χρησιμοποιούνται **διακόπτες ή πυκνωτές**.

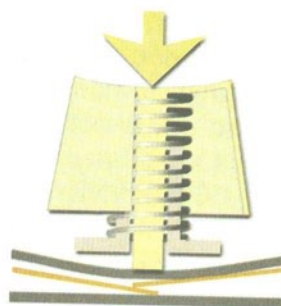
- Όταν χρησιμοποιείται πυκνωτής (δηλαδή δύο μικρές επιφάνειες δεξιά και αριστερά της βάσης του πλήκτρου), το πάτημα ενός πλήκτρου μετακινεί ένα μικρό έμβολο προς τα κάτω, αλλάζοντας τη χωρητικότητα του πυκνωτή. Έτσι, μεταβάλλεται η ηλεκτρική τάση, που υποδηλώνει ότι το πλήκτρο πατήθηκε.



**Σχήμα 3.4** Πλήκτρο με πυκνωτή



- Όταν χρησιμοποιείται διακόπτης, το πάτημα ενός πλήκτρου μετακινεί ένα μικρό έμβολο προς τα κάτω, κάνοντας τις δύο επαφές που βρίσκονται στη βάση του να ενωθούν και έτσι να επιτρέπει τη διέλευση ρεύματος.

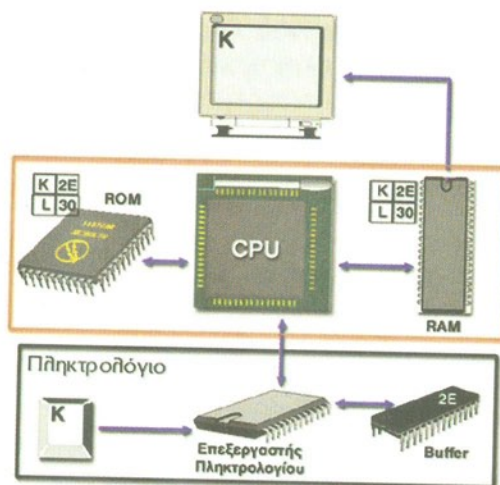


Σχήμα 3.5 Πλήκτρο με διακόπτη

Η αλλαγή στην ένταση του ρεύματος (ηλεκτρικό σήμα) γίνεται αντιληπτή από ένα μικρό επεξεργαστή που βρίσκεται μέσα στο πληκτρολόγιο. Ο **επεξεργαστής του πληκτρολογίου** ανιχνεύει τα κυκλώματα με τα οποία είναι συνδεδεμένα τα πλήκτρα, ελέγχοντας τα ηλεκτρικά σήματα που παράγονται από το κάθε πάτημα πλήκτρου καθώς και από την απελευθέρωσή του.

Σε κάθε πλήκτρο αντιστοιχεί ένας κωδικός, που ονομάζεται **κωδικός σάρωσης** (scan code). Για την ακρίβεια, σε κάθε κωδικό σάρωσης αντιστοιχούν δύο αριθμοί: ένας για το πάτημά και ένας για την απελευθέρωσή.

Ο επεξεργαστής του πληκτρολογίου αποθηκεύει τον κωδικό σάρωσης που αντιστοιχεί στο πλήκτρο που πατήθηκε σε μια ειδική **μνήμη προσωρινής αποθήκευσης** (buffer) του πληκτρολογίου.



Σχήμα 3.6 Λειτουργία πληκτρολογίου



Η τοποθέτηση του κωδικού σε αυτή τη μνήμη επιτρέπει να πληκτρολογούμε κατά διαστήματα με ταχύτητα μεγαλύτερη απ' αυτή της μετάδοσης των χαρακτήρων προς την κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Όμως σε αυτή την περιοχή μπορούν να αποθηκευτούν λίγοι χαρακτήρες (συνήθως έως 15). Αν πατηθεί ακόμα ένα πλήκτρο, όταν αυτή η περιοχή είναι γεμάτη, παράγεται ένας προειδοποιητικός ήχος.

Αν υπάρχουν χαρακτήρες στη μνήμη του πληκτρολογίου, ο επεξεργαστής του στέλνει ένα σήμα διακοπής (interrupt) στον επεξεργαστή του υπολογιστή και του ζητά να εκτελέσει το πρόγραμμα οδήγησης του πληκτρολογίου (keyboard driver).

Το **πρόγραμμα οδήγησης του πληκτρολογίου**, που βρίσκεται στο BIOS ή στη μνήμη RAM, διαβάζει και μετατρέπει τους κωδικούς σάρωσης στους αντίστοιχους χαρακτήρες που πρέπει να εμφανιστούν στην οθόνη του υπολογιστή, χρησιμοποιώντας έναν προκαθορισμένο πίνακα αντιστοιχίας κωδικού σάρωσης - χαρακτήρα.

Όταν πατηθεί το πλήκτρο SHIFT ή το CTRL ή το ALT ή το CAPSLOCK, το πληκτρολόγιο χρησιμοποιεί άλλον κωδικό σάρωσης.

Κατά την εκτέλεση του προγράμματος οδήγησης ο επεξεργαστής του υπολογιστή αναστέλλει τη δυνατότητα διακοπής (interrupt) από το πληκτρολόγιο, για να μην υπάρξει και άλλη διακοπή, που μπορεί να οδηγήσει σε κατάρρευση του συστήματος. Αν πατηθεί σε αυτό το διάστημα κάποιο πλήκτρο, ο κωδικός του αποθηκεύεται στην προσωρινή μνήμη του πληκτρολογίου.

Όταν ένας χαρακτήρας διαβαστεί από το πρόγραμμα οδήγησης, τοποθετείται στη μνήμη RAM, απ' όπου είναι διαθέσιμος στο πρόγραμμα που εκτελεί εκείνη την ώρα ο υπολογιστής και ο αντίστοιχος κωδικός του σβήνεται από τη μνήμη προσωρινής αποθήκευσης του πληκτρολογίου.

### 3.1.3 Το Ποντίκι

Το ποντίκι (mouse), με την καθιέρωση του γραφικού περιβάλλοντος (π.χ. MS-Windows), είναι πλέον η πιο συνηθισμένη συσκευή κατάδειξης και επιλογής, απαραίτητη σε κάθε υπολογιστή. Με το ποντίκι μπορούμε να επιλέγουμε εντολές από έναν κατάλογο διαταγών (menus), περιοχές της οθόνης, άλλα αντικείμενα κτλ. Συνδέεται στον υπολογιστή συνήθως μέσω της σειριακής θύρας του, της θύρας PS/2 ή τελευταία μέσω της θύρας USB. Έχει αναπτυχθεί επίσης η τεχνολογία ελέγχου του με χρήση ραδιοκυμάτων (ασύρματα).



Σχήμα 3.7 Το πρώτο ποντίκι

Στην αγορά υπάρχουν δύο τύποι ποντικιών, ένας με δύο κι ένας με τρία πλήκτρα. Το τρίτο πλήκτρο χρησιμοποιείται σπάνια, συνήθως από εξειδικευμένες εφαρμογές.

Σε ορισμένα ποντίκια υπάρχει στη θέση του μεσαίου πλήκτρου μια ρόδα που αντικαθιστά τις ράβδους κύλισης, το ζουμ και γενικά εκτελεί άλλες "έξυπνες" λειτουργίες.

### 3.1.4 Η κίνηση του ποντικιού.

Η κίνηση του ποντικιού προς τα δεξιά ή τα αριστερά αντιστοιχεί σε οριζόντια κίνηση του δείκτη του στην οθόνη, ενώ η προς τα επάνω ή κάτω κίνηση του αντιστοιχεί σε κάθετη. Αυτό επιτυγχάνεται ως εξής:



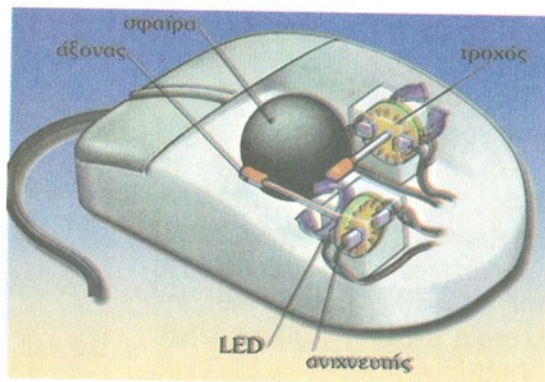
**Σχήμα 3.8**  
Εσωτερικό ποντικιού

Στο κάτω μέρος της συσκευής υπάρχει μία μικρή κυλιόμενη πλαστική σφαίρα η οποία προεξέχει και για αυτό περιστρέφεται ανάλογα με την κίνηση του ποντικιού.

Μέσα στο ποντίκι υπάρχουν δύο κάθετοι μεταξύ τους άξονες, οι οποίοι εφάπτονται στη σφαίρα. Η κίνηση της σφαίρας περιστρέφει τους άξονες προς την κατεύθυνση της κίνησης. Ο ένας περιστρέφεται, όταν έχουμε κίνηση προς τα δεξιά ή αριστερά, και ο άλλος, όταν έχουμε κίνηση προς τα επάνω ή κάτω. Όταν η κίνηση είναι διαγώνια, περιστρέφονται ανάλογα και οι δύο άξονες.

Στις άκρες των αξόνων βρίσκονται οι τροχοί κωδικοποίησης, που περιστρέφονται μαζί τους και οι οποίοι έχουν πάνω τους μια σειρά από σχισμές.

Σε κάθε τροχό κωδικοποίησης αντιστοιχεί μία μικρή διόδος εκπομπής φωτός (LED), η οποία στέλνει δέσμη φωτός προς αυτόν.



**Σχήμα 3.9** Λειτουργία ποντικιού



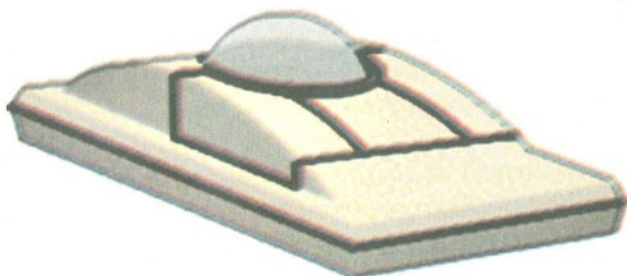
Με την περιστροφή του τροχού οι σχισμές επιτρέπουν τη δίοδο του φωτός, το οποίο ανιχνεύεται από ευαίσθητα στο φως ηλεκτρονικά κυκλώματα. Αυτά δημιουργούν ηλεκτρικά σήματα, τα οποία μετατρέπονται σε ψηφιακά.

Ο αριθμός των σημάτων που έχει σταλεί από τους δύο τροχούς δηλώνει την οριζόντια και την κατακόρυφη κίνηση του ποντικιού.

Οι κωδικοποιημένες αυτές πληροφορίες μέσω του καλωδίου σύνδεσης μεταφέρονται στον υπολογιστή όπου μετατρέπονται σε κίνηση του δείκτη στην οθόνη με τη βοήθεια ενός προγράμματος, που λέγεται **οδηγός ποντικιού** (mouse driver).

### 3.1.5 Άλλες συσκευές κατάδειξης

Τα ποντίκια δεν είναι τόσο πρακτικά στη χρήση τους σε φορητούς υπολογιστές. Για το σκοπό αυτό, υπάρχουν παρόμοια με το ποντίκι εργαλεία κατάδειξης, όπως η ιχνόσφαιρα (trackball). Η ιχνόσφαιρα είναι στη πραγματικότητα ένα σταθερό ανεστραμμένο ποντίκι, με τη σφαίρα στο πάνω μέρος του, την οποία περιστρέφουμε με το χέρι μας. Έτσι, ανάλογα με την κατεύθυνση στην οποία την περιστρέφουμε, κινείται και ο δείκτης στην οθόνη.



Σχήμα 3.10 Ιχνόσφαιρα (Trackball)

Σε ορισμένους υπολογιστές μπορούμε να έχουμε πρόσβαση στην οθόνη δείχνοντας τα αντικείμενα με μία φωτογραφίδα (light pen).

### 3.1.6 Χειριστήρια παιχνιδιών

Τα χειριστήρια παιχνιδιών (joysticks) είναι, όπως και το πληκτρολόγιο και το ποντίκι, συσκευές εισόδου, που μετατρέπουν τη κίνηση του μοχλού τους σε δεδομένα για τον υπολογιστή.

Υπάρχουν δύο τύποι χειριστηρίων, τα **αναλογικά** και τα **ψηφιακά**.

Στα **αναλογικά** η παραμικρή κίνηση του μοχλού προκαλεί αντίστοιχη κίνηση του ελεγχόμενου αντικειμένου στην οθόνη. Τέτοιου είδους χειριστήρια



χρησιμοποιούνται κυρίως σε παιχνίδια προσομοίωσης με αυτοκίνητα, μηχανές, αεροπλάνα κτλ.

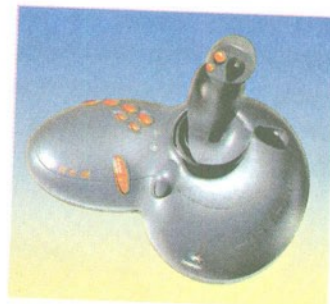
Στα **ψηφιακά** χειριστήρια δε γίνεται ανίχνευση του μεγέθους της κίνησης του μοχλού, αλλά ελέγχεται μόνον η κατεύθυνσή της, με αποτέλεσμα το αντίστοιχο αντικείμενο της οθόνης να μετακινείται ή να παραμένει σταθερό (2 καταστάσεις). Τέτοιου είδους χειριστήρια χρησιμοποιούνται στα παιχνίδια περιπέτειας.

Στο **αναλογικό** χειριστήριο υπάρχουν δύο μεταβλητές αντιστάσεις που επηρεάζονται από την κίνηση του μοχλού.

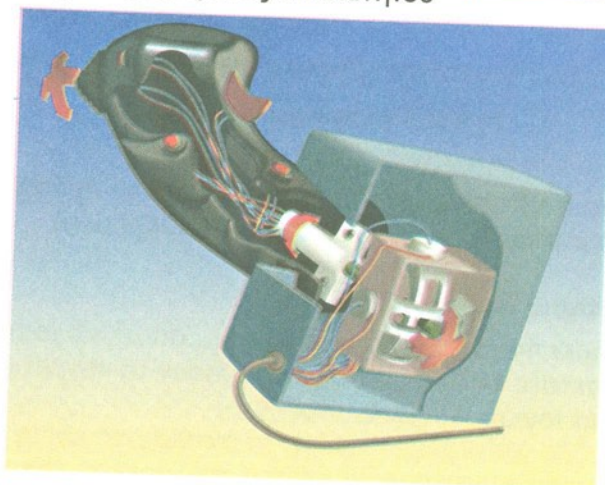
Οι κατακόρυφες κινήσεις (εμπρός - πίσω) μεταβάλλουν τη μια αντίσταση, ενώ η οριζόντιες κινήσεις (δεξιά - αριστερά) την άλλη. Η τιμή των αντιστάσεων μεταβάλλεται συνεχόμενα από την ελάχιστη μέχρι τη μέγιστη τιμή τους. Η "νεκρή" θέση του μοχλού αντιστοιχεί στη μέση τιμή τους. Τα προγράμματα προσομοίωσης που χρησιμοποιούν τέτοιου είδους χειριστήρια μετατρέπουν ακριβώς τις διακυμάνσεις των τιμών των αντιστάσεων γύρω από αυτή τη μέση τιμή σε αντίστοιχη κίνηση στην οθόνη. Έτσι, για παράδειγμα, για την οδήγηση ενός αυτοκινήτου



**Σχήμα 3.11**  
Χειριστήριο παιχνιδιών



**Σχήμα 3.12**  
Χειριστήριο παιχνιδιών



**Σχήμα 3.13** Εσωτερικό χειριστηρίου παιχνιδιών

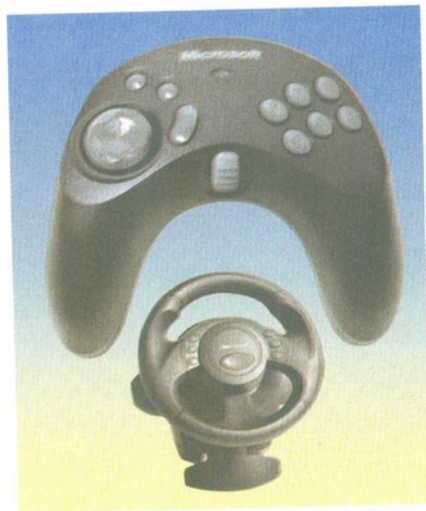
σε ευθεία γραμμή, ο μοχλός πρέπει να είναι στη “νεκρή” θέση, για στροφή δεξιά, ο μοχλός πρέπει να πάει δεξιά κτλ.

Για να είναι ακριβής η κίνηση του ελεγχόμενου αντικειμένου στην οθόνη, το χειριστήριο πρέπει να ευθυγραμμιστεί, ώστε το πρόγραμμα να γνωρίζει σε ποια τιμή των αντιστάσεων αντιστοιχεί το “νεκρό” σημείο και ποιες είναι οι μέγιστες τιμές τους.

Σε κάθε χειριστήριο υπάρχουν επίσης διάφορα κουμπιά, που εκτελούν προκαθορισμένες από το πρόγραμμα με το οποίο συνεργάζονται διαταγές.

Τα ψηφιακά χειριστήρια λειτουργούν το ίδιο με τα αναλογικά με τη διαφορά ότι στέλνουν στον υπολογιστή μόνον τη μέγιστη, τη μέση ή την ελάχιστη τιμή, ανάλογα με την κατεύθυνση της κίνησης του μοχλού, χωρίς να στέλνουν ποτέ ενδιάμεσες τιμές.

Το χειριστήριο συνδέεται σε μια ειδική θύρα, που συνήθως βρίσκεται σε κάποια κάρτα ήχου ή σε ξεχωριστή κάρτα επέκτασης. Χρησιμοποιείται βύσμα 15 ακροδεκτών. Με αυτό μπορούμε να συνδέσουμε στον υπολογιστή δύο χειριστήρια με τη βοήθεια ενός καλωδίου σε σχήμα Y.



Σχήμα 3.14 Ειδικό χειριστήριο παιχνιδιών

Σήμερα υπάρχουν ειδικά χειριστήρια που βοηθούν στην καλύτερη προσομοίωση και τη μεγαλύτερη άνεση αυτού που τα χρησιμοποιεί, όπως τα ονομαζόμενα game pad, ή άλλα που μοιάζουν με τιμόνια αυτοκινήτου, με πηδάλια αεροπλάνου κτλ.



## Ορολογία

- Πληκτρολόγιο (keyboard)
- Πλήκτρα συναρτήσεων (Functions Keys)
- Κωδικός σάρωσης (scan code)
- Μνήμη προσωρινής αποθήκευσης (buffer)
- Πρόγραμμα οδήγησης του πληκτρολογίου (keyboard driver)
- Ποντίκι (mouse)
- Οδηγός ποντικιού (mouse driver)
- Ιχνόσφαιρα (trackball)
- Χειριστήρια παιχνιδιών (joysticks)

## Ερωτήσεις

1. Περιγράψτε τη ροή των δεδομένων από το πάτημα ενός πλήκτρου μέχρι την αποστολή των δεδομένων από το πληκτρολόγιο.
2. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας του ποντικιού.

## Δραστηριότητες

1. Με τον υπολογιστή κλειστό να συνδέσετε όλες τις παραπάνω συσκευές στην κατάλληλη θύρα.
2. Αποσυναρμολογήστε ένα χαλασμένο πληκτρολόγιο και αναγνωρίστε τα εξαρτήματά του.
3. Αποσυναρμολογήστε ένα χαλασμένο ποντίκι και αναγνωρίστε τα εξαρτήματά του.



## 3.2 Η οθόνη (monitor)

Όταν ολοκληρώσεις την ενότητα αυτή θα μπορείς να:

- περιγράφεις τη βασική αρχή λειτουργίας των οθονών καθοδικού σωλήνα και των οθονών υγρού κρυστάλλου καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους.
- αξιολογείς την οθόνη καθοδικού σωλήνα με βάση τα χαρακτηριστικά της
- εξηγείς τους όρους “εικονοστοιχείο”, “ανάλυση οθόνης”, “συχνότητα οριζόντιας σάρωσης”, “συχνότητα ανανέωσης πλαισίου”, “βήμα κουκίδας”, “μη πεπλεγμένη σάρωση”.
- ρυθμίζεις μια οθόνη, ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή της.

### 3.2.1 Γενικά

Η **οθόνη (monitor)** είναι η κυριότερη συσκευή εξόδου στην επικοινωνία ανθρώπου και υπολογιστή. Στην οθόνη εμφανίζονται τα αποτελέσματα (πληροφορίες) των επεξεργασιών που εκτελεί ο υπολογιστής.

Ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι σήμερα, για να κάνουν τη δουλειά τους, βασίζονται σ' αυτά που βλέπουν στην οθόνη του υπολογιστή, αφού από αυτή ενημερώνονται για τα νέα της ημέρας και τις τάσεις της εποχής, παίρνουν τις πληροφορίες που χρειάζονται και επικοινωνούν μέσω του INTERNET.

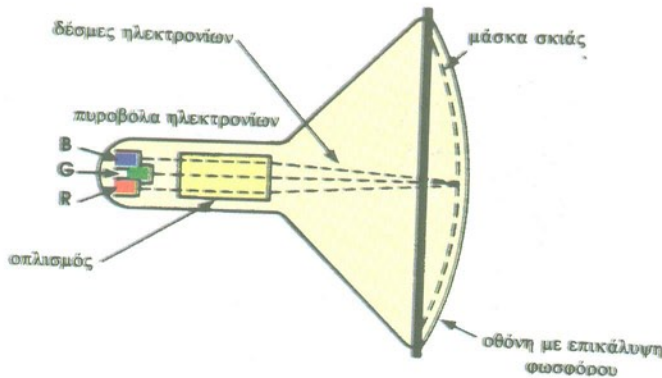
Η οθόνη του υπολογιστή χρησιμοποιεί νεότερη τεχνολογία από αυτή της κοινής τηλεόρασης, με την οποία μοιάζει, με αποτέλεσμα να έχει πολύ καλύτερη ποιότητα εικόνας. Δεν έχει βέβαια κυκλώματα λήψης τηλεοπτικού σήματος ούτε το μεγάλο μέγεθος των σημερινών τηλεοράσεων. Η ποιότητα της οθόνης του υπολογιστή, που εξαρτάται από την ευκρίνεια και την καθαρότητα της, είναι πάρα πολύ σημαντική για τον άνθρωπο που δουλεύει μπροστά της, γιατί έτσι η εργασία του γίνεται πιο άνετη και ξεκούραστη και το σπουδαιότερο δεν επηρεάζεται η υγεία του.

Δύο κατηγορίες οθονών έχουν επικρατήσει στην αγορά των υπολογιστών, οι οθόνες **καθοδικού σωλήνα** και οι οθόνες **υγρού κρυστάλλου**.

### 3.2.2 Οθόνες Καθοδικού Σωλήνα (CTR - Cathode Ray Tube)

Ονομάζονται έτσι, γιατί το κυριότερο στοιχείο τους είναι ο καθοδικός σωλήνας, ο οποίος εφευρέθηκε απ' τον Ferdinand Braun, πριν από 100 περίπου χρόνια.

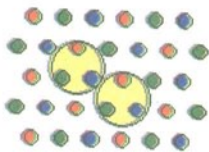
Αυτός είναι μια ειδικού σχήματος ηλεκτρονική λυχνία κενή αέρος, που αποτελείται από: α) η **γυάλινη οθόνη**, β) τα **πυροβόλα ηλεκτρονίων** και γ) διάφορα **ηλεκτρονικά κυκλώματα** (βλέπε σχήμα 3.15)



**Σχήμα 3.15** Σχηματική παράσταση καθοδικού σωλήνα

α) Η **γυάλινη οθόνη** (screen) είναι η επιφάνεια που βλέπει ο χρήστης του υπολογιστή. Στο πίσω μέρος της υπάρχει μια λεπτή στρώση από κατάλληλα τοποθετημένες κουκίδες φωσφόρου, που έχουν την ιδιότητα να “διεγείρονται”, δηλαδή να εκπέμπουν φως, όταν πέσει πάνω τους ένα ηλεκτρόνιο.

Στις **έγχρωμες οθόνες** υπάρχουν **τρία** διαφορετικά είδη φωσφόρου, ένα για κάθε βασικό χρώμα. Υπάρχει, δηλαδή, ένα είδος φωσφόρου που εκπέμπει **κόκκινο** φως, ένα που εκπέμπει **πράσινο** και ένα που εκπέμπει **μπλε**. Τα τρία αυτά είδη είναι τοποθετημένα πολύ κοντά το ένα στο άλλο, σε τριάδες, δημιουργώντας μια κουκίδα (βλέπε σχήμα 3.16).



**Σχήμα 3.16**  
Εικονοστοιχεία (pixel)

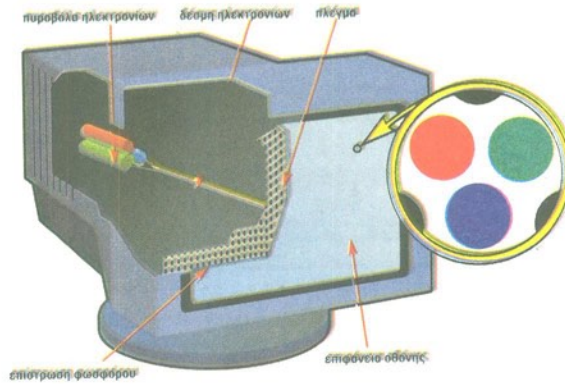
Κάθε τριάδα (κουκίδα) ονομάζεται **εικονοστοιχείο** ή **pixel** (picture element) και είναι το μικρότερο σε μέγεθος στοιχείο που μπορεί να απεικονιστεί στην οθόνη. Η ποιότητα και η ακριβής τοποθέτηση κάθε είδους φωσφόρου στη σωστή θέση του, αποτελούν σπουδαίο παράγοντα για τη συνολική ποιότητα της οθόνης.

β) Τα **πυροβόλα ηλεκτρονίων** (electron guns) βρίσκονται στην άλλη άκρη του σωλήνα και οδηγούνται από τον προσαρμογέα γραφικών (κάρτα οθόνης).

Στις **έγχρωμες οθόνες** έχουμε **τρία πυροβόλα**, ένα για κάθε βασικό χρώμα (κόκκινο, πράσινο, μπλε). Από κάθε πυροβόλο παράγεται και εκπέμπεται μια δέσμη ηλεκτρονίων, η οποία στοχεύει στην αντιστοίχου χρώματος κουκίδα φωσφόρου που υπάρχει στην οθόνη. Δηλαδή, κάθε πυροβόλο είναι υπεύθυνο για ένα μόνο απ’ τα τρία βασικά χρώματα (βλέπε σχήμα 3.17).

Κάθε δέσμη ηλεκτρονίων περνάει μέσα από ένα λεπτό ασάλινο πλέγμα με





**Σχήμα 3.17** Παράσταση του εσωτερικού μιας οθόνης

μικρές τρύπες, τη **μάσκα σκιών** (shadow mask), που βρίσκεται ακριβώς πριν την επιφάνεια της οθόνης (βλέπε σχήμα 3.18). Το πλέγμα αυτό χρησιμεύει για τη σωστή εστίαση της δέσμης των ηλεκτρονίων στον αντίστοιχο φωσφόρο. Επίσης, ελαχιστοποιεί την αλληλεπίδρασή τους, εμποδίζοντας τα ηλεκτρόνια από τα δυο άλλα πυροβόλα να φτάσουν στις κουκίδες φωσφόρου του τρίτου χρώματος.

Με την πρόσκρουση των ηλεκτρονίων στο φωσφόρο, αυτός διεγείρεται και εκπέμπει φως αντίστοιχου χρώματος, του οποίου η **φωτεινότητα** (brightness) είναι ανάλογη με την ενέργεια της δέσμης των ηλεκτρονίων. Με την προσθετική μέθοδο, δηλαδή τη μείξη των τριών βασικών χρωμάτων κόκκινο - πράσινο - μπλε (μοντέλο RGB – Red, Green, Blue), σχηματίζονται όλα τα υπόλοιπα χρώματα. Έτσι κάθε εικονοστοιχείο αποκτά το δικό του χρώμα και στην οθόνη, που συντίθεται από χιλιάδες τέτοια εικονοστοιχεία, εμφανίζεται η έγχρωμη εικόνα, που μας δίνει την εντύπωση ότι είναι συμπαγής λόγω



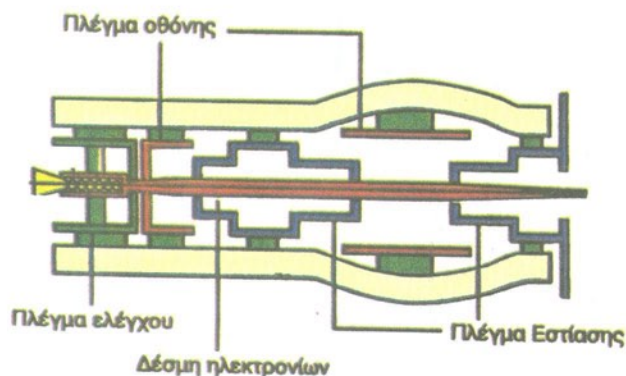
**Σχήμα 3.18**  
Μάσκα σκιών

της απόστασης από την οποία την βλέπουμε.

Στις **μονόχρωμες οθόνες** έχουμε ένα μόνον πυροβόλο και μόνον ενός χρώματος φωσφόρο, λευκό, πορτοκαλί, πράσινο, μπλε. Κάθε εικονοστοιχείο είναι μία κουκίδα φωσφόρου. Το εικονοστοιχείο που διεγείρεται από τη δέσμη των ηλεκτρονίων εκπέμπει φως στο χρώμα του φωσφόρου, ενώ τα άλλα εικονοστοιχεία μένουν μαύρα. Έτσι, έχουμε μόνο δύο χρώματα στην οθόνη μας.

**γ) Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα** που υπάρχουν στον καθοδικό σωλήνα είναι (βλέπε σχήμα 3.19):





Σχήμα 3.19 Παράσταση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων

- Το **ηλεκτρόδιο (πλέγμα) ελέγχου**, που ρυθμίζει τη ροή των ηλεκτρονίων, δηλαδή τη **φωτεινότητα**.
- Το **ηλεκτρόδιο (πλέγμα) εστίασης**, που φροντίζει για την σωστή εστίαση της δέσμης των ηλεκτρονίων στον αντίστοιχο φωσφόρο και τον περιορισμό της αλληλεπίδρασής τους, καθορίζει, δηλαδή, την **ευκρίνεια**.
- Το **σύστημα απόκλισης (πλέγμα οθόνης)**, που ελέγχει την κατεύθυνση της δέσμης των ηλεκτρονίων, φροντίζει, δηλαδή, για τη **σάρωση** της οθόνης.

### 3.2.3 Χαρακτηριστικά αξιολόγησης των οθονών

Τα κύρια χαρακτηριστικά που καθορίζουν τη λειτουργικότητα μιας οθόνης υπολογιστή και που πρέπει να γνωρίζουμε για την επιλογή της είναι:

- Το μέγεθος της οθόνης και το ορατό πλαίσιο
- Η ανάλυση της οθόνης
- Το βήμα κουκίδας
- Η συχνότητα ανανέωσης πλαισίου
- Η οριζόντια συχνότητα σάρωσης
- Η χρήση μη πεπλεγμένης σάρωσης

**i) Μέγεθος οθόνης** ονομάζουμε το μήκος της διαγωνίου της οθόνης. Εκφράζεται σε ίντσες. Στους προσωπικούς υπολογιστές έχουμε οθόνες μεγέθους 14", 15", 17", 19" και 20". Για παράδειγμα, μία οθόνη 15" έχει μήκος διαγωνίου 38cm.

Στη πραγματικότητα για την εμφάνιση των πληροφοριών δε χρησιμοποιείται όλη η οθόνη, αλλά ένα τμήμα της. Το τμήμα αυτό, το οποίο είναι λίγο μικρότερο από το ονομαστικό μέγεθός της, λέγεται **ορατό πλαίσιο**.

ii) **Ανάλυση οθόνης (Resolution)** ονομάζουμε τον αριθμό των εικονοστοιχείων (pixel) που μπορεί να εμφανιστεί σε μία οθόνη και την οποία περιγράφουν δύο αριθμοί. Για παράδειγμα, 640x480, που σημαίνει ότι μπορούν να εμφανιστούν 640 εικονοστοιχεία (pixel) στην οριζόντια διεύθυνση και 480 εικονοστοιχεία (pixel) στην κατακόρυφη διεύθυνση, δηλαδή συνολικά 307.200 pixel.

Οι πιο συνηθισμένες (τυπικές) αναλύσεις για εργασία με οθόνη σήμερα είναι 640x480, 800x600 και 1024x768 (βλέπε σχήμα 3.20), ενώ σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται ακόμα μεγαλύτερες αναλύσεις, όπως για παράδειγμα 1280x1024, 1600x1200.

The image shows three overlapping windows of a calendar application, each displaying the same content at a different resolution. The top window is at 640x480, the middle at 800x600, and the bottom at 1024x768. As the resolution increases, the text and graphics become larger and more detailed, illustrating the concept of screen resolution.

Σχήμα 3.20 Διάφορες αναλύσεις οθόνης

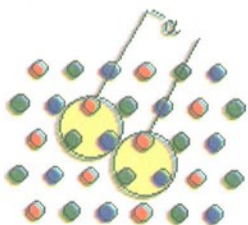
Η ανάλυση που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έχει σχέση με το μέγεθος της οθόνης, το βήμα κουκίδας και τον προσαρμογέα γραφικών (κάρτα οθόνης) που έχουμε. Εννοείται ότι όσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση τόσο καθαρότερη και ευκρινέστερη είναι και η εικόνα.

Ο μέγιστος αριθμός χρωμάτων που μπορούν ταυτόχρονα να παρουσιαστούν στην οθόνη εξαρτάται αποκλειστικά από τον προσαρμογέα γραφικών (κάρτα οθόνης). Οι οθόνες, ως αναλογικές συσκευές, μπορούν να εμφανίσουν όλα τα χρώματα ταυτόχρονα. Δεν υπάρχει, δηλαδή, χαρακτηριστικό που να καθορίζει πόσα χρώματα μπορεί να εμφανίσει μια οθόνη.

iii) **Βήμα κουκίδας (dot pitch)** ονομάζουμε το μέγεθος της κουκίδας (τριάδας φωσφόρων), το οποίο ορίζεται ως η απόσταση ( $\alpha$ ) μεταξύ δυο ίδιου χρώματος στοιχείων φωσφόρου που ανήκουν σε γειτονικά εικονοστοιχεία (βλέπε Σχήμα 3.21)

Μετριέται σε χιλιοστά του μέτρου (mm) και εκφράζει την πυκνότητα των εικονοστοιχείων, από την οποία εξαρτάται η καθαρότητα της εικόνας, αλλά και η μέγιστη ανάλυση που μπορούμε να επιτύχουμε σε ένα δεδομένο μέγεθος





**Σχήμα 3.21** Βήμα κουκίδας

οθόνης. Όσο μικρότερο είναι το βήμα κουκίδας τόσο μεγαλύτερη είναι η δυνατότητα ανάλυσης της οθόνης και, επομένως, καλύτερη η ποιότητα της εικόνας της.

Για παράδειγμα, σε μια οθόνη 17" με ορατό πλαίσιο 32x24cm και βήμα κουκίδας 0,26mm μπορούμε να έχουμε στην οριζόντια διεύθυνση  $32\text{cm} / 0,26\text{mm} = 1.230$  εικονοστοιχεία και στην κατακόρυφη διεύθυνση  $24\text{cm} / 0,26\text{mm} = 923$

εικονοστοιχεία. Άρα, σε αυτή τη οθόνη μπορούμε να έχουμε μέγιστη ανάλυση  $1.230 \times 923$ , που περιορίζεται με τις τυποποιημένες αναλύσεις που χρησιμοποιούμε σε ανάλυση  $1024 \times 768$ .

Σήμερα το μέγεθος της κουκίδας είναι της τάξης των 0,25 ή 0,28mm, ενώ σε κάποια μοντέλα πολύ ψηλής ευκρίνειας φτάνει τα 0,22mm.

#### iv) Συχνότητα ανανέωσης πλαισίου (refresh rate):

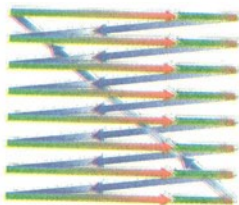
Για να σχηματιστεί μια εικόνα στην οθόνη, πρέπει να διεγερθούν και να παραμείνουν σε αυτή την κατάσταση όλα τα στοιχεία φωσφόρου που την αποτελούν. Υπάρχουν όμως δύο περιορισμοί:

α) Τα πυροβόλα των ηλεκτρονίων είναι μόνο τρία, που σημαίνει ότι δεν μπορούν να διεγείρουν ταυτόχρονα τα χιλιάδες στοιχεία φωσφόρων της οθόνης.

β) Η εκπομπή φωτός από τα στοιχεία του φωσφόρου που διεγείρονται διαρκεί για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα, που ονομάζεται **χρόνος αναλαμπής**.

Για την αντιμετώπιση των περιορισμών αυτών και για την εμφάνιση της εικόνας στην οθόνη, χρησιμοποιείται η τεχνική της **σάρωσης πλέγματος**.

Λέγοντας **πλέγμα** εννοούμε το σύνολο των οριζόντιων γραμμών εικονοστοιχείων που καλύπτει όλη την οθόνη. Ο αριθμός των γραμμών του πλέγματος εξαρτάται από την ανάλυση της οθόνης. Για παράδειγμα, σε ανάλυση  $800 \times 600$  έχουμε 600 οριζόντιες γραμμές.



**Σχήμα 3.22** Πορεία σάρωσης της οθόνης

Κατά τη δημιουργία της εικόνας με αυτή την τεχνική, τα πυροβόλα με τη βοήθεια ηλεκτρικών πεδίων ξεκινούν να αποστέλλουν ηλεκτρόνια από αριστερά προς τα δεξιά και κατά μήκος της πρώτης γραμμής στα εικονοστοιχεία που χρειάζεται να διεγερθούν για να φωτισθούν. Όταν ολοκληρωθεί η πρώτη γραμμή, το πυροβόλο επιστρέφει στην αρχή της επόμενης γραμμής, την οποία σαρώνει με τον ίδιο τρόπο όπως και την πρώτη.

Αυτό συνεχίζεται μέχρι η σάρωση να φτάσει στο δεξί άκρο της τελευταίας

γραμμής, οπότε και γίνεται επαναφορά στο αριστερό άκρο της πρώτης γραμμής, για να ξαναρχίσει η ίδια διαδικασία.

Η σάρωση γίνεται σε ελάχιστο χρόνο, μικρότερο από το χρόνο αναλαμπής του φωσφόρου, ώστε να ξεγελιέται το ανθρώπινο μάτι και να υπάρχει η αίσθηση της ταυτόχρονης δημιουργίας όλων των σημείων της εικόνας.

Ο αριθμός που εκφράζει τις φορές που σαρώνονται (ανανεώνονται) όλες οι οριζόντιες γραμμές (δηλαδή, όλα τα εικονοστοιχεία της οθόνης) ανά δευτερόλεπτο ονομάζεται **συχνότητα ανανέωσης πλαισίου** ή κατακόρυφη συχνότητα σάρωσης (vertical scanning frequency) ή ρυθμός ανανέωσης και εκφράζεται σε Hz.

Για παράδειγμα, “συχνότητα ανανέωσης πλαισίου 70Hz” σημαίνει ότι στο **1sec** η οθόνη επανασχεδιάζεται (σαρώνεται) **70 φορές**. Είναι προφανές ότι όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα ανανέωσης πλαισίου τόσο πιο πολύ «ξεγελιέται» το μάτι και άρα τόσο σταθερότερη φαίνεται η εικόνα.

**v) Οριζόντια συχνότητα σάρωσης** (horizontal scanning frequency) είναι το πλήθος των γραμμών που σαρώνεται ανά δευτερόλεπτο και εκφράζεται σε KHz.

Για παράδειγμα, η οριζόντια συχνότητα σάρωσης σε ανάλυση 800x600 με συχνότητα ανανέωσης πλαισίου 70Hz είναι:

600 γραμμές x 70 φορές που σαρώνεται η οθόνη ανά 1sec = 42.000 γραμμές ανά sec ή 42KHz. (Για την ακρίβεια, είναι λίγο μεγαλύτερη, γιατί πρέπει να συνυπολογίσουμε και το χρόνο επανόδου των πυροβόλων από την τελευταία στη πρώτη γραμμή).

**vi) Πεπλεγμένη σάρωση** (interlaced scanning) είναι η τεχνική της οριζόντιας σάρωσης πρώτα των άρτιων και μετά των περιπτών γραμμών με αποτέλεσμα την εικονική αύξηση της συχνότητας ανανέωσης του πλαισίου. Για παράδειγμα, αν η συχνότητα ανανέωσης του πλαισίου είναι 35Hz, τότε σε 1sec σαρώνονται πρώτα οι 35 περιπτές γραμμές και έπειτα οι 35 άρτιες. Αυτό δημιουργεί την εντύπωση ότι έχουμε 70 ανανεώσεις της οθόνης στο δευτερόλεπτο. Στη πραγματικότητα συνυπάρχουν σε κάθε πλαίσιο οι γραμμές που ανανεώθηκαν (π.χ. οι περιπτές) και αυτές από το προηγούμενο πλαίσιο (άρτιες). Αυτό δημιουργεί ένα τρεμούλιασμα (flickering) στην οθόνη που είναι ιδιαίτερα ενοχλητικό και κουραστικό για τα μάτια, αλλά και για τον εγκέφαλο του ανθρώπου. Τα τελευταία χρόνια όλες οι οθόνες είναι Non Interlaced, δηλαδή δεν χρησιμοποιούν την τεχνική της πεπλεγμένης σάρωσης, αλλά κάνουν σάρωση όλων των γραμμών της οθόνης, τη μια μετά από την άλλη. Έτσι δίνουν εικόνα με μεγαλύτερη ευκρίνεια στις λεπτομέρειες και πολύ πιο ξεκούραστη στο μάτι. Αντίθετα, οι τηλεοράσεις χρησιμοποιούν ακόμα αυτή την τεχνική.



ΘΩΝΕΣ ΚΑΘΟΔΙΚΟΥ ΣΩΛΗΝΑ (CTR - Cathode Ray Tube)	
ΥΠΕΡ	ΚΑΤΑ
Καλή ποιότητα χρωμάτων	Μεγάλο μέγεθος (όγκος & βάρος)
Μεγάλη δυνατότητα ανάλυσης	Υψηλή κατανάλωση ρεύματος
Μεγάλη διάρκεια ζωής	Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
Οικονομικά συμφέροντες	Τρεμόσβησμα
Ωριμη τεχνολογία	Όχι πολύ καλή γεωμετρία

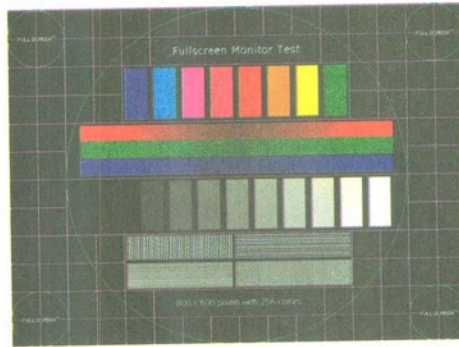
### 3.2.4 Ρυθμίσεις της οθόνης

Στις σύγχρονες οθόνες καθοδικού σωλήνα μπορούμε να κάνουμε ένα πλήθος ρυθμίσεων, ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα της εικόνας, σύμφωνα και με τις δικές μας απαιτήσεις.

Όλες οι ρυθμίσεις συνήθως γίνονται από κάποιον ειδικό πίνακα επιλογών (μενού), που ονομάζεται OSD (on-screen display). Το OSD εμφανίζεται στην οθόνη με το πάτημα ενός κουμπιού στην οθόνη. Οι ρυθμίσεις αποθηκεύονται σε μια ειδική μνήμη της οθόνης και γενικά διαφέρουν, ανάλογα με τον κατασκευαστή της οθόνης.






Οι πιο συνηθισμένες ρυθμίσεις είναι οι εξής:

- Ρύθμιση της φωτεινότητας (brightness) και της αντίθεσης (contrast):** Μας επιτρέπει να βελτιώσουμε το φωτισμό και την αντίθεση των χρωμάτων της οθόνης σε σχέση και με τον υπόλοιπο φωτισμό του χώρου. Με τη ρύθμιση φωτεινότητας επιδιώκουμε τα μαύρα σημεία στην οθόνη μας να είναι πραγματικά μαύρα και όχι απόχρωση του γκρι. Με τη ρύθμιση της αντίθεσης επιδιώκουμε τα άσπρα σημεία της εικόνας να είναι πραγματικά άσπρα.
- Ρύθμιση του κέντρου (center) και του μεγέθους (size) της εικόνας:** Με αυτή ρυθμίζουμε το μέγεθος του ορατού πλαισίου της οθόνης (όσο επιτρέπεται) και τη θέση του οριζόντια και κάθετα ως προς το συνολικό της πλαίσιο.
- Ρυθμίσεις της γεωμετρίας (geometry) της εικόνας:** Με αυτές επιδιώκουμε η οθόνη να αναπαράγει με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια τα γεωμετρικά σχήματα. Για την εκτίμηση της γεωμετρίας της οθόνης χρησιμοποιείται μία κάρτα δοκιμής (βλέπε σχήμα 3.23), στην οποία μετράμε το μήκος των διαμέτρων των κύκλων που υπάρχουν. Για να είναι σωστή η γεωμετρία της οθόνης, πρέπει όλες οι διάμετροι, οριζόντιες, κατακόρυφες και με γωνία 45ο, να είναι ίσες.



**Σχήμα 3.23** Κάρτα εκτίμησης γεωμετρίας οθόνης

Οι ρυθμίσεις γεωμετρίας μας επιτρέπουν να ρυθμίζουμε την κύρτωση των πλάγιων πλευρών της οθόνης, το τραπεζοειδές, την περιστροφή του πλαισίου κτλ. (βλέπε σχήμα 3.24).

-  Περιστροφή της εικόνας
-  Επέκταση ή συμπίεση των πλευρών της
-  Μετατόπιση των πλευρών δεξιά ή αριστερά
-  Ρύθμιση του πλάτους στο επάνω μέρος
-  Μετατόπιση δεξιά ή αριστερά στο επάνω μέρος

**Σχήμα 3.24** Ρυθμίσεις της γεωμετρίας της οθόνης

- **Ρύθμιση των χρωμάτων (color) της εικόνας:** Η ρύθμιση αυτή επιτρέπει να αλλάξουμε τη θερμοκρασία των χρωμάτων και την ισορροπία του λευκού χρώματος. Αν η θερμοκρασία είναι χαμηλή, τα χρώματα εμφανίζονται με κόκκινη απόχρωση, ενώ, αν είναι υψηλή, με μπλε απόχρωση. Μία καλή θερμοκρασία που δεν κουράζει τα μάτια είναι γύρω στους 6.500 βαθμούς Kelvin. Είναι χρήσιμη επίσης και για να αλλάζουμε τα χρώματα της οθόνης, ώστε να ταιριάζουν με τα χρώματα του εκτυπωτή.
- **Απομαγνητισμός της οθόνης (degauss):** Τα μαγνητικά πεδία που αναπτύσσονται μπορούν με τον καιρό να επηρεάσουν τα χρώματα της οθόνης κάνοντάς τα αφύσικα. Με τη ρύθμιση αυτή η οθόνη απομαγνητίζεται. Χρειάζεται ένα διάστημα λίγων δευτερολέπτων για να γίνει ο απομαγνητισμός και ένα διάστημα αρκετών λεπτών (πάνω από 20') για να τον επαναλάβουμε, αν χρειάζεται. Στις τελευταίου τύπου



οθόνες ο απομαγνητισμός γίνεται αυτόματα, όταν ανοίγει η τροφοδοσία, αλλά πάλι υπάρχει η δυνατότητα του χειροκίνητου απομαγνητισμού, αν χρειαστεί.

- **Διάφορες άλλες ρυθμίσεις**, όπως η θέση στην οθόνη και η γλώσσα του μενού (Αγγλικά, Γερμανικά κλπ), η δυνατότητα επαναφοράς των αρχικών ρυθμίσεων (reset), κτλ.

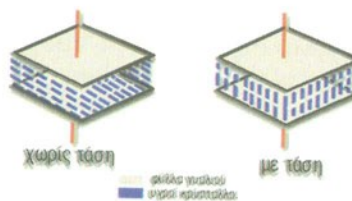
### 3.2.5 Οθόνες Υγρού Κρυστάλλου (LCD - Liquid Crystal Displays)

Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνολογία από αυτή των οθονών καθοδικού σωλήνα. Η τεχνολογία τους στηρίζεται στις **οπτικοηλεκτρικές ιδιότητες** των κυττάρων του υγρού κρυστάλλου, που έχουν μορφή μικρών νημάτων (Nematic Cells). Οι υγροί κρύσταλλοι είναι μια κατάσταση της ύλης που δεν είναι ούτε υγρή ούτε στερεή.

Σε μια οθόνη LCD κάθε εικονοστοιχείο (pixel) είναι και ένας “οπτικός διακόπτης”, ο οποίος αποτελείται από ένα στρώμα υγρού κρυσταλλικού υλικού που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο πολύ λεπτά φύλλα γυαλιού. Στην κατασκευή αυτή εισάγονται πολύ μικρά και διαφανή ηλεκτρόδια μέσω των οποίων γίνεται η αλλαγή του προσανατολισμού των κρυστάλλων και έτσι η διαφοροποίηση των διαθλαστικών χαρακτηριστικών του κρυσταλλικού υλικού.

Όταν υπάρχει ηλεκτρική τάση, τα μόρια του υγρού κρυστάλλου διατάσσονται κάθετα στα στρώματα του γυαλιού, επιτρέποντας τη διέλευση του φωτός (βλέπε σχήμα 3.25).

Όταν αντίθετα δεν υπάρχει ηλεκτρική τάση, οι κρύσταλλοι επανέρχονται στην αρχική τους θέση, με αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας σκούρας κουκίδας στη θέση τους. Έτσι, ελέγχοντας κάθε ιχνοστοιχείο από το σύνολο των σκούρων και φωτισμένων pixels παίρνουμε την τελική εικόνα.



**Σχήμα 3.25** Διάταξη μορίων υγρού κρυστάλλου

Οι οθόνες υγρών κρυστάλλων εμφανίστηκαν πρώτα σε φορητές συσκευές, όπως οι αριθμομηχανές και τα ρολόγια. Λόγω του μικρού βάρους

τους και της ελάχιστης ενέργειας που καταναλώνουν, γρήγορα έγιναν η πιο κατάλληλη επιλογή για τους **φορητούς υπολογιστές**.

Σήμερα υπάρχουν οθόνες υγρού κρυστάλλου με διαγώνιο 12,5" - 14" για φορητούς υπολογιστές, ενώ οθόνες μεγέθους 15" ή και περισσότερο χρησιμοποιούνται ήδη για τους προσωπικούς υπολογιστές γραφείου. Σύμφωνα με αρκετούς ειδικούς, στο μέλλον οι οθόνες υγρού κρυστάλλου πιθανότατα θα αντικαταστήσουν τις οθόνες καθοδικού σωλήνα.

Παρ' όλη την πρόοδο της τεχνολογίας των οθονών υγρού κρυστάλλου, υπάρχουν ακόμα πολλά μειονεκτήματα, όπως για παπαδείγμα, η χαμηλή ανάλυσή τους. Οι κατασκευαστές στοχεύοντας διαρκώς στη βελτίωσή τους έχουν αναπτύξει αρκετές τεχνολογίες οθονών υγρού κρυστάλλου. Έτσι, έχουμε οθόνες **Passive Matrix LCD**, οθόνες **Twisted Nematic** και **Double Super Twisted Nematic (DSTN)** και οθόνες **Active Matrix** ή **Thin Film Transistor (TFT)**.



**Σχήμα 3.26**  
Φορητός υπολογιστής

### 3.2.6 Οθόνες TFT (Thin Film Transistor)

Η τεχνολογία οθονών υγρού κρυστάλλου που, όπως φαίνεται, επικρατεί είναι αυτή της **ενεργής μήτρας (active matrix)** ή **Thin Film Transistor (TFT)**.

Στις οθόνες αυτές κάθε pixel παρίσταται από ένα τρανζίστορ λεπτής μεμβράνης. Καθένα από τα τρανζίστορ αυτά ελέγχει την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου ενός μόνο εικονοστοιχείου (pixel) και καθορίζει παράλληλα και τη διάρκειά της. Με τον τρόπο αυτό γίνεται η περιστροφή των κρυστάλλων κατά γωνία ανάλογη της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος, που ελέγχεται πλήρως από τα τρανζίστορ. Όταν όμως ένας από τους διακόπτες αυτούς καταστραφεί, τότε στο σημείο αυτό η εικόνα μένει μαύρη.



**Σχήμα 3.26** Οθόνη TFT

Για την εμφάνιση των χρωμάτων στην οθόνη χρησιμοποιούνται για κάθε εικονοστοιχείο (pixel) τρία τρανζίστορ με φίλτρα για το πράσινο, το κόκκινο και το μπλε χρώμα. Έτσι, οι διάφοροι χρωματικοί συνδυασμοί προκύπτουν από το συνδυασμό των τριών φίλτρων.



ΘΘΟΝΕΣ ΥΓΡΟΥ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΥ (LCD - Liquid Crystal Displays)	
ΥΠΕΡ	ΚΑΤΑ
Καλή γεωμετρία (επίπεδες)	Μικρή γωνία ανάγνωσης
Μικρή κατανάλωση ρεύματος	Μικρές δυνατότητες ανάλυσης
Απουσία τρεμοβήσματος	Υψηλό κόστος

### 3.2.7 Προδιαγραφές και ακτινοβολίες οθονών

Τα τελευταία χρόνια όλο και αυξάνεται ο προβληματισμός για τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που εκπέμπεται από την οθόνη του υπολογιστή, στην υγεία των χρηστών του. Οι έρευνες που διεξάγονται εδώ και πολλά χρόνια για τη μελέτη των βιολογικών συνεπειών από την έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία δεν έχουν καταλήξει σε θετικά ή αρνητικά συμπεράσματα. Έτσι, δεν αποκλείεται η πιθανότητα ύπαρξης κινδύνων σχετικών με γενετικές επιπλοκές ή άλλων επιπτώσεων στην υγεία των χρηστών. Το πρόβλημα πάντως δεν είναι τόσο μεγάλο όσο μερικές φορές παρουσιάζεται, αφού η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία δεν έχει καμία σχέση με τη ραδιενέργεια, τις ακτίνες γ ή τις ακτίνες Χ. Εκτός τούτου, οι κατασκευαστές των σύγχρονων οθονών έχουν βελτιώσει σημαντικά σε σχέση με παλιότερα και αυτή την παράμετρο. Οι σημερινές οθόνες έχουν στο εσωτερικό τους ειδικά πλέγματα γειώσεων, τα οποία περιορίζουν την εκπεμπόμενη ακτινοβολία, και τα κρύσταλλα τους διαθέτουν δομή η οποία απορροφά και περιορίζει την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία.

Σημαντικό είναι να γνωρίζουμε επίσης, ότι η περισσότερη εκπεμπόμενη ακτινοβολία προέρχεται κυρίως από το πίσω τμήμα της οθόνης και όχι από το μπροστινό. Γι' αυτό και η οθόνη πρέπει να τοποθετείται σε τέτοιο σημείο, ώστε να μην εκτίθεται κανείς στο πίσω μέρος της.

Τα πρότυπα προστασίας από ακτινοβολίες που ακολουθούν οι κατασκευαστές οθονών είναι κυρίως το MPR, το TCO και το γερμανικό TUV Ergonomie. Το Σουηδικό MPR σήμερα αναγράφεται ως **MPR-II**.

Οι νέες προδιαγραφές του **TCO** έχουν δημιουργήσει το **TCO 95**. Το TCO είναι πιο αυστηρό από το MPR και γι' αυτό μια οθόνη που υποστηρίζει TCO θεωρείται καλύτερη σε αυτόν τον τομέα. Η υποστήριξη ενός πρότυπου από κάποια οθόνη πιστοποιείται από ειδικούς οργανισμούς ελέγχου που προστατεύουν τον καταναλωτή.

### 3.2.8 Διαχείριση Ενέργειας

Η τεράστια διάδοση των υπολογιστών σήμερα τους έχει κάνει να κατέχουν ένα μεγάλο μερίδιο στην ολική κατανάλωση ενέργειας.

Οι περισσότεροι υπολογιστές όμως δε χρησιμοποιούνται σε όλη την διάρκεια της ώρας που παραμένουν σε τάση (αναμμένοι) και καταναλώνουν άσκοπα ενέργεια.

Η παγκόσμια τάση για εξοικονόμησης ενέργειας έχει οδηγήσει τις βιομηχανίες κατασκευής οθονών σε προσπάθειες για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Έτσι, τα σύγχρονα μοντέλα οθονών εξοπλίζονται με έξυπνα σύστημα διαχείρισης ενέργειας (Power Management) που φροντίζουν για την προσωρινή παύση της λειτουργίας τους, όταν αυτή δε χρησιμοποιείται για κάποιο χρονικό διάστημα.

Οι οθόνες που διαθέτουν τέτοια συστήματα διακρίνονται από το χαρακτηριστικό **“Energy Star”** και θεωρούνται οικολογικές.

Συνήθως υπάρχουν δύο ή τρία στάδια στη διαδικασία παύσης της λειτουργίας της οθόνης, που μπορούν να φτάσουν έως και το σβήσιμό της (power off). Η οθόνη μεταπίπτει από το ένα στάδιο στο άλλο όσο περνά ο προκαθορισμένος χρόνος αδράνείας της. Στα πιο προχωρημένα στάδια έχουμε και τη λιγότερη κατανάλωση. Η επαναδραστηριοποίηση της οθόνης γίνεται με τη μετακίνηση του ποντικιού ή το πάτημα κάποιου πλήκτρου. Σε όσο πιο προχωρημένο στάδιο εξοικονόμησης ενέργειας βρίσκεται η οθόνη τόσο αυξάνεται και ο χρόνος επαναδραστηριοποίησης της, που σε κάθε περίπτωση όμως είναι της τάξης κάποιων δευτερολέπτων (5-10 δευτερόλεπτα).

Η ρύθμιση του συστήματος διαχείρισης ενέργειας της οθόνης γίνεται μέσω του Λειτουργικού Συστήματος του Υπολογιστή και πρέπει να υποστηρίζεται και από τη κάρτα οθόνης.

Η διαδικασία παύσης της λειτουργίας της οθόνης είναι διαφορετική από τη λειτουργία ενεργοποίησης των προγραμμάτων προστασίας της οθόνης (screen saver). Τα προγράμματα αυτά (ένα κινούμενο σχέδιο ή εικόνα που ενεργοποιείται μετά από κάποιο χρονικό διάστημα αδράνειας της οθόνης) απλώς προστατεύουν τα στοιχεία φωσφόρου της οθόνης από πιθανή βλάβη (“κάψιμο”), λόγω της παραμονής του στην ίδια κατάσταση διέγερσης για πολύ ώρα.



## Ορολογία

- Οθόνη (monitor)
- Οθόνη καθοδικού σωλήνα (CTR - Cathode Ray Tube)
- Εικονοστοιχείο, Pixel (Picture Element)
- Πυροβόλα ηλεκτρονίων (Electron Guns)
- Μάσκα σκιών (Shadow Mask)
- Ανάλυση οθόνης (Resolution)
- Βήμα κουκίδας (Dot Pitch)
- Συχνότητα ανανέωσης πλαισίου (Refresh Rate)
- Μη πεπλεγμένη σάρωση (Non Interlaced Scanning)
- Φωτεινότητα (brightness)
- Αντίθεση (contrast)
- Οθόνες υγρού κρυστάλλου (LCD - Liquid Crystal Displays)
- Οθόνες TFT (Thin Film Transistor)

## Ερωτήσεις

1. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας των οθονών καθοδικού σωλήνα.
2. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας των οθονών υγρού κρυστάλλου.
3. Ποια χαρακτηριστικά της οθόνης πρέπει να παίρνουμε υπόψη μας για την επιλογή της;
4. Από τι εξαρτάται η ανάλυση που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε σε μια οθόνη;
5. Είναι σωστή η πρόταση: “Αυτή η οθόνη μπορεί να απεικονίσει όλα τα χρώματα”;
6. Σε μια οθόνη 20” με βήμα κουκίδας 0,25mm πόση μέγιστη ανάλυση μπορούμε να έχουμε;
7. Τι ονομάζουμε “Συχνότητα ανανέωσης πλαισίου” ή “Κατακόρυφη συχνότητα σάρωσης” και τι “Οριζόντια συχνότητα σάρωσης”;
8. Περιγράψτε την τεχνική της σάρωσης πλέγματος στην πεπλεγμένη και στη μη πεπλεγμένη σάρωση.
9. Να αναφέρατε τα “πλεονεκτήματα” και τα “μειονεκτήματα” των οθονών καθοδικού σωλήνα
10. Να αναφέρατε τα “πλεονεκτήματα” και τα “μειονεκτήματα” των οθονών υγρού κρυστάλλου

## Δραστηριότητες

1. Σε μία οθόνη του εργαστηρίου σας να κάνετε όλες τις δυνατές ρυθμίσεις της.

### 3.3 Η κάρτα γραφικών

Όταν ολοκληρώσεις την ενότητα αυτή θα μπορείς να:

- αναφέρεις τα είδη και τον τρόπο λειτουργίας της κάρτας γραφικών.
- αξιολογείς μια κάρτα γραφικών με βάση τα χαρακτηριστικά της
- εξηγείς τους όρους “βάθος χρώματος”, “μνήμη εικόνας”, “συχνότητα ανανέωσης”, “προγράμματα οδήγησης”, “ανάλυση”.
- τοποθετείς και εγκαθιστάς μια κάρτα γραφικών στον υπολογιστή.

#### 3.3.1 Γενικά

Η κάρτα γραφικών είναι από τις πιο σημαντικές και απαραίτητες κάρτες επέκτασης των σημερινών υπολογιστών, αφού χωρίς αυτή δεν μπορεί να λειτουργήσει ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής. Η κάρτα γραφικών ρυθμίζουν την επικοινωνία του υπολογιστή με την οθόνη, τροφοδοτώντας την με δεδομένα, όπως κείμενο, εικόνες και γραφικά.

Η κάρτα γραφικών ονομάζεται επίσης προσαρμογέας εικόνας, κάρτα οθόνης (video adapter), ή προσαρμογέας γραφικών (graphics adapter).

Η βασική εργασία της είναι να μετατρέπει τα ψηφιακά δεδομένα (bits) που στέλνει η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) σε αναλογικό σήμα εικόνας που μπορεί να απεικονίσει η οθόνη.

Η τεχνολογία της κάρτα γραφικών ακολούθησε μια σχετικά πιο γρήγορη εξέλιξη σε σχέση με αυτή των οθονών του υπολογιστή.

Από τη τεχνολογία των MDA (Monochrome Display Adapter) το 1981 με τη μονόχρωμη απεικόνιση των πληροφοριών στην οθόνη σε ανάλυση 720X350, περάσαμε στη τεχνολογία των CGA (Color Graphics Adapter) που επέτρεπε τη ταυτόχρονη εμφάνιση 4 χρωμάτων -από ένα σύνολο 16 χρωμάτων- σε ανάλυση 320X200, ή την εμφάνιση 2 χρωμάτων σε ανάλυση 640X200. Στη συνέχεια οι κάρτες Hercules επέτρεψαν την απεικόνιση μονόχρωμων γραφικών σε ανάλυση 720X348 και η τεχνολογία των EGA (Enhanced Graphics Adapter) την ταυτόχρονη απεικόνιση 16 χρωμάτων σε ανάλυση 640X350. Η τεχνολογία των VGA (Video Graphics Array), που εμφανίστηκε το 1987 με ανάλυση 640X480 και 16 χρώματα έκανε ουσιαστικά τη μεγάλη αλλαγή που ισχύει έως σήμερα.

Οι σημερινές προδιαγραφές για την κάρτα γραφικών τέθηκαν από τη VESA (Video Electronics Standards Association) το 1988 και ονομάζεται SVGA (Super VGA). Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει την ταυτόχρονη απεικόνιση 16 ή περισσότερων χρωμάτων σε ανάλυση 640X480 ή και περισσότερο, 800X600, 1024X768, 1280X1024 κτλ.



- Οι κάρτες γραφικών διακρίνονται, ανάλογα με τις δυνατότητες τους, σε:
- Απλές κάρτες
  - Κάρτες με επιταχυντή

### 3.3.2 Απλές κάρτες γραφικών

Η απλή κάρτα γραφικών διαθέτει ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που ονομάζεται ελεγκτής και που αναλαμβάνει να δημιουργεί την ψηφιοποιημένη περιγραφή μιας εικόνας, με βάση τις πληροφορίες που στέλνει ο επεξεργαστής (CPU) μέσω του διαδρόμου. Ο ελεγκτής αποθηκεύει προσωρινά τα δεδομένα που έχει πάρει στην ειδική μνήμη της κάρτας γραφικών.

Η ψηφιακή εικόνα που βρίσκεται στη μνήμη μετατρέπεται σε αναλογικό σήμα, που στέλνεται στην οθόνη από ένα άλλο κύκλωμα, το **μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό** ή **DAC** (Digital to Analog Converter). Συνήθως το DAC εμπεριέχεται σε ένα ειδικό τσιπ που στην πραγματικότητα αποτελείται από τρεις DAC, έναν για κάθε χρώμα, κόκκινο, πράσινο, μπλε.

Ο DAC μετατρέπει τις ψηφιακές τιμές που βρίσκει στη μνήμη της κάρτας σε τιμές ηλεκτρικής τάσης, χρησιμοποιώντας έναν πίνακα που αντιστοιχίζει το κάθε χρώμα σε μια τιμή τάσης ρεύματος για καθένα από τα βασικά χρώματα. Σε μία τυπική VGA κάρτα ο πίνακας αυτός περιέχει 262.144 δυνατά χρώματα, από τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν ταυτόχρονα στη μνήμη του τα 256.

ΤΑΣΗ (VOLT)			ΧΡΩΜΑ
RED	GREEN	BLUE	
5	2.5	1	
5	2.5	2	
5	2.5	3	
5	2.5	4	
5	2.5	5	

**Σχήμα 3.28** Πίνακας αντιστοιχίας τάσης και χρώματος

Στη συνέχεια ο DAC στέλνει τα ηλεκτρικά σήματα στα 3 ηλεκτρονικά πυροβόλα του καθοδικού σωλήνα, για να σχηματισθεί η εικόνα στην οθόνη του υπολογιστή.

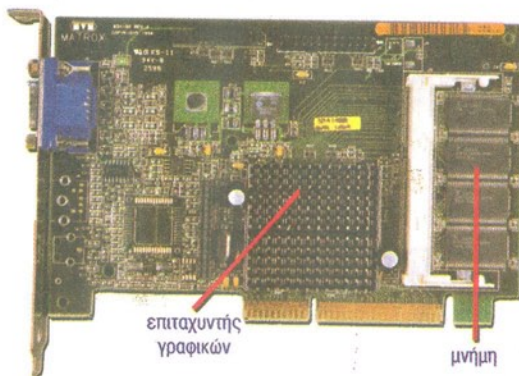
Ο DAC καθορίζει επίσης τη συχνότητα ανανέωσης της οθόνης, δηλαδή στέλνει τα στοιχεία οριζόντιας και κάθετης σάρωσης που απαιτούνται, ώστε να επιτευχθεί η σωστή απεικόνιση.

Όσο πιο μεγάλη είναι η συχνότητα ανανέωσης της οθόνης που μπορεί να καθορίσει ο DAC τόσο μεγαλύτερη ευκρίνεια έχει η εικόνα στην οθόνη. Οι σύγχρονες κάρτες γραφικών έχουν DAC που μπορεί να συγχρονίζεται έως και στα 220 MHz.

### 3.3.3 Κάρτες γραφικών με επιταχυντή

Με την επικράτηση του γραφικού περιβάλλοντος εργασίας στον υπολογιστή (π.χ. MS-WINDOWS) οι απαιτήσεις από τις κάρτες γραφικών πολλαπλασιάστηκαν. Το αποτέλεσμα ήταν να επιβαρύνεται ο επεξεργαστής και το υπολογιστικό σύστημα να είναι αργό.

Οι κάρτες γραφικών που δημιουργήθηκαν για τη βελτίωση της ταχύτητας χρησιμοποιούν τσιπ ελεγκτών που ονομάζονται Παραθυρικοί Επιταχυντές (Windows ή Graphics Accelerators). Οι παραθυρικοί επιταχυντές επιτρέπουν σε συχνά επαναλαμβανόμενες εργασίες (π.χ. αντιγραφή τμημάτων εικόνας από μια περιοχή σε άλλη, σχεδίαση γραμμών, χρωματισμός γεωμετρικών σχημάτων κτλ) να εκτελούνται στην κάρτα γραφικών και όχι στη CPU. Μάλιστα, με τη χρήση διάφορων αλγορίθμων που χρησιμοποιεί ο επιταχυντής οι εργασίες αυτές εκτελούνται πολύ πιο γρήγορα από ό,τι στη CPU. Ο επιταχυντής δε χρειάζεται να διαβάσει πρώτα τις απαραίτητες εντολές κώδικα από κάποια άλλη μνήμη, να τις μεταφράσει και μετά να τις εκτελέσει, αλλά τις εκτελεί άμεσα, χωρίς άλλες διαδικασίες.



**Σχήμα 3.29** Κάρτα γραφικών με επιταχυντή

Την όλη λειτουργία αναλαμβάνει να την ελέγξει το πρόγραμμα - οδηγός της κάρτας γραφικών, που παρεμβαίνει στη διαδικασία και αν «δει» ότι πρέπει να γίνει κάποια εργασία που μπορεί να κάνει ο επιταχυντής, την αναθέτει στην κάρτα γραφικών.

Για παράδειγμα, όταν σχεδιάζουμε μια γραμμή, το πρόγραμμα - οδηγός κανονίζει να εκτελέσει τους απαραίτητους υπολογισμούς για την εμφάνιση της γραμμής στην οθόνη η κάρτα γραφικών και όχι η CPU. Η CPU αντιλαμβάνεται τις κινήσεις του ποντικιού και στέλνει τις συντεταγμένες αρχής και τέλους καθώς και το χρώμα της γραμμής στην κάρτα γραφικών. Ο επιταχυντής της κάρτας υπολογίζει με βάση αυτές τις πληροφορίες όλα τα



σημεία της γραμμής και αλλάζει κατά μήκος της τα χρώματα της οθόνης, έτσι ώστε αυτή να εμφανιστεί σύμφωνα με την επιθυμία μας. Η CPU αμέσως μετά τη μεταβίβαση των πληροφοριών στον επιταχυντή μπορεί να επεξεργαστεί άλλες εντολές, χωρίς να ασχολείται με την προβολή των γραφικών στην οθόνη.

**Το όφελος στην τελική ταχύτητα γενικά του υπολογιστικού συστήματος από τη χρήση των παραθυρικών επεξεργασιών είναι σημαντικό, γιατί αφαιρείται από την κεντρική μονάδα επεξεργασίας μια χρονοβόρα εργασία, ενώ παράλληλα ελαττώνεται ο όγκος των δεδομένων που διακινούνται στο διάδρομο. Έτσι, ο χρόνος αυτός διατίθεται σε άλλη εργασία.** Συμβαίνει μάλιστα ένα υπολογιστικό σύστημα με ταχύτερο επεξεργαστή (CPU), που συνοδεύεται από μια αργή κάρτα γραφικών, να είναι πιο αργό από ένα άλλο με μικρότερης ταχύτητας CPU, που συνοδεύεται όμως από μια πολύ καλή κάρτα γραφικών η οποία διαθέτει ένα γρήγορο επιταχυντή γραφικών.

### 3.3.4 Χαρακτηριστικά αξιολόγησης της κάρτας γραφικών

Τα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να λαμβάνουμε υπ' όψη μας κατά την αξιολόγηση μιας κάρτας γραφικών είναι:

- Το βάθος χρώματος (color depth)
- Η μνήμη της κάρτας (video memory)
- Η συχνότητα ανανέωσης (refresh rate)
- Το προγράμματα οδήγησης (driver)
- Η ανάλυση (resolution)

#### i) Βάθος Χρώματος

Βάθος χρώματος ονομάζεται το πλήθος των bit που απαιτείται, για να περιγράψει τα χρώματα των εικονοστοιχείων (pixel) από τα οποία αποτελείται η εικόνα.

Χρώμα 4 bit σημαίνει ότι ο μέγιστος αριθμός χρωμάτων που μπορούν να εμφανιστούν ταυτόχρονα στην οθόνη είναι  $2^4=16$ . Όμοια, χρώμα 8bit σημαίνει  $2^8=256$  χρώματα, χρώμα 16bit σημαίνει  $2^{16}=65.536$  χρώματα (ή 64K χρώματα) και χρώμα 24bit σημαίνει  $2^{24}=16.777.216$  (ή 16M χρώματα). Το όριο των χρωμάτων που μπορεί να διακρίνει το ανθρώπινο μάτι είναι το χρώμα των 24bit και γι' αυτό λέμε ότι σε αυτήν την περίπτωση έχουμε πραγματικό χρώμα (Truecolor).

Το χαρακτηριστικό του βάθους χρώματος εξαρτάται αποκλειστικά από την κάρτα γραφικών και βασικά από το μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό (DAC), που αναλαμβάνει τη διαχείριση των χρωμάτων με βάση τα bit που μπορεί να υποστηρίξει. Σε όλες τις σημερινές κάρτες γραφικών υπάρχει DAC τουλάχιστον 24bit. Έτσι αυτό που μπορεί να περιορίσει το βάθος χρώματος είναι το μέγεθος της μνήμης που διαθέτει η κάρτα

γραφικών.

### ii) Μνήμη κάρτας

Η μνήμη της κάρτας γραφικών είναι πλέον το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της στοιχείο, αφού σε αυτή αποθηκεύονται όλες οι πληροφορίες για το σχεδιασμό των εικόνων στην οθόνη, ενώ σε συνδυασμό με την επιθυμητή ανάλυση καθορίζει και τον αριθμό των χρωμάτων που μπορούν να εμφανιστούν ταυτόχρονα στην οθόνη.

Τα bytes μνήμης που απαιτούνται για την εμφάνιση μιας εικόνας εξαρτώνται από την ανάλυση και το βάθος χρώματος και υπολογίζονται από τον τύπο:

Αριθμός bytes = (Οριζόντια ανάλυση × Κάθετη ανάλυση × Βάθος χρώματος) / 8

Για παράδειγμα, σε ανάλυση 1024x768 με 64KBytes χρώματα (16 bit) απαιτείται μνήμη  $(1024 \times 768 \times 16) / 8 = 1572864$  bytes ή 1,5 MByte. Έτσι, πρέπει να υπάρχει μνήμη μεγαλύτερη από αυτό το μέγεθος (π.χ. 2 MBytes), για να μπορεί να υποστηριχθεί η ανάλυση 1024x768 με 65.536 χρώματα.

Η μνήμη που χρησιμοποιούν οι κάρτες γραφικών είναι δύο ειδών, η μνήμη DRAM και η μνήμη VRAM.

- Η **DRAM** (Dynamic Random Access Memory) είναι ίδια με τη γνωστή μας κύρια μνήμη (RAM) του υπολογιστή.
- Η **VRAM** (Video Random Access Memory) είναι μια σημαντικά ακριβότερη ειδική μνήμη για τις κάρτες γραφικών, που επιτρέπει υψηλότερους ρυθμούς ανανέωσης και μεγαλύτερη ταχύτητα επεξεργασίας. Οι διαφορές της σε ταχύτητα από τη DRAM γίνονται αντιληπτές όμως μόνο σε μεγάλες αναλύσεις (1024x768) και σε βάθος χρώματος 24 bit ή περισσότερο.

Η μνήμη VRAM διαθέτει δύο κανάλια επικοινωνίας (Dual Ported RAM), πράγμα που επιτρέπει να γράφονται και να διαβάζονται δεδομένα ταυτόχρονα και γι' αυτό είναι πολύ πιο γρήγορη από την αντίστοιχη μνήμη DRAM.

### iii) Συχνότητα ανανέωσης

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό της κάρτα γραφικών είναι η συχνότητα ανανέωσης (αλλιώς: συχνότητα πλαισίου, ή ρυθμός ανανέωσης) (refresh rate), που καθορίζει πόσες φορές το δευτερόλεπτο ανανεώνεται η εικόνα στην οθόνη. Η συχνότητα ανανέωσης μετράται σε Hz. Για παράδειγμα, συχνότητα ανανέωσης 100 Hz δηλώνει ότι σε ένα δευτερόλεπτο γίνεται 100 φορές ανανέωση της εικόνας στην οθόνη.

Προφανώς, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός αυτός τόσο λιγότερο τρεμοπαίζει η εικόνα στην οθόνη. Η ελάχιστη συχνότητα πάνω από την οποία δίνεται η αίσθηση της σταθερής εικόνας είναι 70-72 Hz. Οποιαδήποτε **συχνότητα μικρότερη από αυτή κουράζει τα μάτια μας.**



Όπως και στις οθόνες, η συχνότητα ανανέωσης σε μια κάρτα γραφικών εξαρτάται από την ανάλυση. Όσο αυξάνει η ανάλυση τόσο ελαττώνεται η συχνότητα ανανέωσης. Οι καλές κάρτες γραφικών σήμερα επιτρέπουν συχνότητα ανανέωσης 200Hz σε όλες τις αναλύσεις.

Για να έχουμε τη συχνότητα ανανέωσης που επιθυμούμε, πρέπει αυτή να υποστηρίζεται, εκτός από την κάρτα γραφικών, και από την ίδια την οθόνη (βλ. παράγραφο 3.2.3.iv).

Στην πραγματικότητα, δηλαδή, πρέπει να μιλάμε για το **υποσύστημα εικόνας** του υπολογιστή, που περιλαμβάνει την οθόνη και την κάρτα γραφικών και που θα πρέπει να συνεργάζονται άψογα μεταξύ τους, ώστε να έχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα.

#### iv) Πρόγραμμα οδήγησης

Για να εκμεταλλευτεί τις δυνατότητές της μια κάρτα γραφικών, πρέπει να συνοδεύεται από τα αντίστοιχα προγράμματα οδήγησης (drivers). Τα προγράμματα αυτά μπορούν να επιφέρουν μεγάλες διαφορές στην επίδοσή της, γι' αυτό οι κατασκευαστές δίνουν μεγάλο βάρος στη σχεδίασή τους.

Τα προγράμματα οδήγησης ενημερώνουν τον επεξεργαστή για το ποια κάρτα γραφικών είναι εγκατεστημένη, ενεργοποιούν τις λειτουργίες του επιταχυντή γραφικών και φροντίζουν για τη σωστή λειτουργία της μνήμης και του DAC.

Τα σύγχρονα προγράμματα οδήγησης αποτελούνται από ένα σύνολο αρχείων που καθορίζουν τις διαφορετικές αναλύσεις, το βάθος χρώματος και τη συχνότητα ανανέωσης που υποστηρίζει η κάρτα.

#### v) Ανάλυση

Το χαρακτηριστικό της ανάλυσης (resolution) της κάρτας γραφικών είναι αυτό που επιτρέπει στην οθόνη να χρησιμοποιεί την ανάλυση (παράγραφος 3.2.3.ii) που επιθυμούμε και μπορεί να υποστηρίξει. Το χαρακτηριστικό αυτό δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικό σήμερα, αφού συνήθως στα περισσότερα συστήματα το ζήτημα είναι αν η οθόνη μπορεί να απεικονίσει τις αναλύσεις που επιτρέπει η κάρτα γραφικών και όχι το αντίστροφο.

### 3.3.5 Τοποθέτηση κάρτας γραφικών.

Η κάρτα γραφικών τοποθετείται μέσα σε μια από τις υποδοχές επέκτασης στη μητρική πλακέτα στο εσωτερικό του υπολογιστή και συνδέεται με ένα καλώδιο με την οθόνη.

Η κάρτα γραφικών μπορεί να τοποθετηθούν στο διάδρομο AGP, που θεωρείται ταχύτερος και δέχεται μόνο κάρτες γραφικών, ή στο διάδρομο PCI. Παλιότερα έμπαιναν και στο διάδρομο ISA.

Μετά την τοποθέτηση της κάρτας γραφικών ακολουθεί η εγκατάσταση

του προγράμματος οδήγησης, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

### **Ορολογία**

- Κάρτα γραφικών
- VGA (Video Graphics Array)
- Μετατροπέας ψηφιακού σήματος σε αναλογικό ή DAC (Digital to Analog Converter)
- Παραθυρικός Επιταχυντής (Windows ή Graphics Accelerators)
- Βάθος χρώματος (color depth)
- Μνήμη κάρτας (video memory)
- Συχνότητα ανανέωσης (refresh rate)

### **Ερωτήσεις**

1. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας των απλών καρτών γραφικών.
2. Περιγράψτε τον τρόπο λειτουργίας των καρτών γραφικών με επιταχυντή.
3. Ποια χαρακτηριστικά της κάρτας γραφικών πρέπει να παίρνουμε υπόψη μας για την επιλογή της;

### **Δραστηριότητες**

1. Σε μια κάρτα γραφικών αναγνωρίστε τα διάφορα στοιχεία της (μνήμη, επεξεργαστής κτλ)
2. Σε έναν υπολογιστή του εργαστηρίου σας να τοποθετήσετε μια κάρτα γραφικών.



### 3.4 Εκτυπωτές

Όταν ολοκληρώσεις την ενότητα αυτή θα μπορείς να:

- απαριθμείς τις τεχνολογίες εκτυπωτών
- αναφέρεις τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα κάθε κατηγορίας
- περιγράφεις τον τρόπο εκτύπωσης σε καθεμιά από τις τεχνολογίες αυτές
- αναφέρεις τα στάδια από τα οποία αποτελείται η διαδικασία της εκτύπωσης στους εκτυπωτές laser
- διακρίνεις τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά των εκτυπωτών
- αναφέρεις τις μονάδες μέτρησης της ανάλυσης εκτύπωσης και της ταχύτητας για κάθε μια από τις τεχνολογίες εκτύπωσης
- απαριθμείς τις πιο γνωστές γλώσσες περιγραφής σελίδων
- περιγράφεις σε τι χρησιμεύει το πρόγραμμα οδήγησης εκτυπωτή
- απαριθμείς τους τρόπους με τους οποίους μπορούμε να συνδέσουμε έναν εκτυπωτή σε έναν υπολογιστή

#### 3.4.1 Εισαγωγή

Ο εκτυπωτής είναι μια συσκευή εξόδου, η οποία μπορεί να αποτυπώνει πληροφορίες σε χαρτί (ή σε άλλο αναγνώσιμο μέσο, όπως φάκελο ή διαφάνεια). Στην ενότητα αυτή θα αναφερθούμε στα είδη εκτυπωτών που μπορεί να συναντήσει κανείς στην αγορά, θα περιγράψουμε τις αρχές λειτουργίας κάθε είδους καθώς και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

#### 3.4.2 Είδη εκτυπωτών

Οι εκτυπωτές χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, ανάλογα με την τεχνολογία εκτύπωσης. Με τον όρο τεχνολογία εκτύπωσης εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η αποτύπωση των πληροφοριών στο χαρτί ή σε άλλες επιφάνειες. Έτσι διακρίνουμε τρεις κατηγορίες εκτυπωτών:

- Κρουστικούς εκτυπωτές (impact printers)
- Εκτυπωτές ψεκασμού ή έγχυσης μελάνης (inkjet printers) και
- Εκτυπωτές laser

Ακόμη, οι εκτυπωτές διακρίνονται, ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνουν από τον υπολογιστή τα δεδομένα προς εκτύπωση, σε:

- Εκτυπωτές χαρακτήρων και
- Εκτυπωτές σελίδας

Στην πρώτη κατηγορία ο υπολογιστής αποστέλλει τα δεδομένα χαρακτήρα-χαρακτήρα. Όταν αποσταλούν όλα τα δεδομένα μιας γραμμής, τότε αυτή εκτυπώνεται. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι κρουστικοί εκτυπωτές.

Στη δεύτερη κατηγορία ο υπολογιστής στέλνει τα δεδομένα προς εκτύπωση μιας ολόκληρης σελίδας και μετά ξεκινάει η εκτύπωσή της. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης και οι εκτυπωτές laser.

Στη συνέχεια, θα περιγράψουμε τις αρχές λειτουργίας για τις τεχνολογίες εκτύπωσης που αναφέραμε.

### *Κρουστικοί Εκτυπωτές (impact printers)*

Στον κρουστικό εκτυπωτή το χαρτί προωθείται περιστρέφοντας ένα ρολό (καλυμμένο με καουτσούκ), ενώ μια κεφαλή εκτύπωσης κινείται οριζόντια πάνω σε μια μεταλλική ράβδο. Η εκτύπωση γίνεται με τη βοήθεια μιας μελανοταινίας (ribbon).

Ο εκτυπωτής πιέζει τη μελανοταινία στο χαρτί αποτυπώνοντας χαρακτήρες. Ανάλογα με τον τρόπο με τον οποίο πιέζεται η μελανοταινία, διακρίνουμε δύο είδη κρουστικών εκτυπωτών, τους εκτυπωτές μαργαρίτας (daisy chain) και τους εκτυπωτές ακίδων (dot matrix printers).

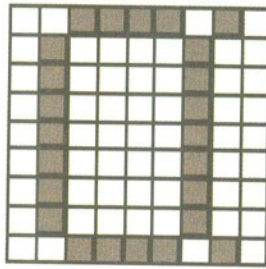
Η λειτουργία των εκτυπωτών μαργαρίτας είναι παρόμοια με τη λειτουργία της γραφομηχανής. Υπάρχει ένα προκατασκευασμένο σύνολο μεταλλικών χαρακτήρων. Η πίεση κάθε χαρακτήρα πάνω στη μελανοταινία τον αποτυπώνει στο χαρτί. Οι εκτυπωτές αυτοί χρησιμοποιούνταν παλιότερα, δεν είχαν όμως τη δυνατότητα απεικόνισης γραφικών παραστάσεων και σχεδίων και σταδιακά η χρήση τους καταργήθηκε.

Στον εκτυπωτή ακίδων η κεφαλή εκτύπωσης περιέχει μια μήτρα μεταλλικών ακίδων (9 ή 24) τις οποίες πιέζει (σε διαφορετικούς συνδυασμούς), προκειμένου να αποτυπώσει κουκίδες στο χαρτί. Ανάμεσα στις ακίδες και το χαρτί βρίσκεται η μελανοταινία. Οι ακίδες πιέζουν τη μελανοταινία στη σελίδα κάνοντας μια σειρά μικρών σημαδιών. Με τον τρόπο αυτό σχηματίζονται στο χαρτί τυπογραφικοί χαρακτήρες ή (χαμηλής ανάλυσης) γραφικά.

Τα κυριότερα μειονεκτήματα των κρουστικών εκτυπωτών ακίδων είναι η χαμηλή ποιότητα εκτύπωσης (συγκριτικά με τις άλλες τεχνολογίες εκτύπωσης που θα παρουσιάσουμε στη συνέχεια) και ο θόρυβος, που οφείλεται στην πρόσκρουση των μηχανικών τμημάτων της κεφαλής πάνω στη μελανοταινία.

Για τους λόγους αυτούς, η χρήση των εκτυπωτών ακίδων τείνει να μειωθεί. Ωστόσο, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες είναι αναντικατάστατοι. Τέτοιες εφαρμογές είναι, για παράδειγμα, η εκτύπωση εντύπων με καρμπόν





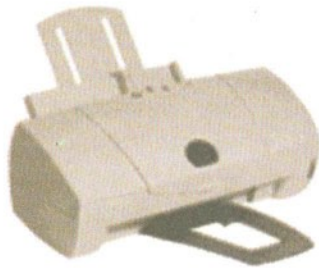
**Σχήμα 3.30** Εκτύπωση με εκτυπωτή ακίδων

(όπως τα μηχανογραφημένα τιμολόγια και αποδείξεις), στα οποία, για να δημιουργηθούν τα αντίγραφα, πρέπει να γίνει χρήση εκτυπωτών ακίδων.

*Εκτυπωτές έγχυσης ή ψεκασμού μελάνης (inkjet printers)*

Η κεφαλή ενός εκτυπωτή έγχυσης μελάνης αποτελείται από ένα δοχείο μελάνης (ink cartridge) και μια σειρά ακροφυσίων. Η μελάνη οδηγείται προς το ακροφύσιο και από εκεί εγχέεται στο χαρτί.

Οι εκτυπωτές έγχυσης μελάνης είναι λιγότερο θορυβώδεις από τους κρουστικούς, έχουν όμως ένα μειονέκτημα. Το γεγονός ότι στο χαρτί εγχέεται μελάνη έχει ως αποτέλεσμα η μελάνη να απλώνεται στο χαρτί και να προκαλεί «μουτζούρωμα», μειώνοντας έτσι την ακρίβεια εκτύπωσης.



**Σχήμα 3.31** Εκτυπωτής Inkjet

Η διαδικασία έγχυσης της μελάνης μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας μία από δύο μεθόδους, τη θερμική (thermal inkjet printers ή bubblejet printers) ή την πιεστική (piezo inkjet printers).

*Θερμικοί εκτυπωτές inkjet*

Με τη θερμική μέθοδο η μελάνη θερμαίνεται μέσα στο δοχείο στους 400oF περίπου. Έτσι, στο δοχείο δημιουργούνται αέριες φυσαλίδες, οι οποίες οδηγούνται στο ακροφύσιο λόγω της πίεσης. Η μέθοδος αυτή είναι η

πρώτη που χρησιμοποιήθηκε και εξακολουθεί να είναι η πιο δημοφιλής. Η εταιρεία Cannon χρησιμοποίησε για τους εκτυπωτές που κατασκευάζει με αυτή την τεχνολογία τον όρο bubblejet, εξαιτίας των φυσαλίδων (bubbles) που δημιουργούνται μέσα στο δοχείο μελάνης. Ο όρος αυτός έγινε σχεδόν ταυτόσημος με τη συγκεκριμένη μέθοδο εκτύπωσης.

#### *Πιεστικοί εκτυπωτές inkjet*

Στην πιεστική μέθοδο χρησιμοποιούνται πιεζοηλεκτρικοί κρύσταλλοι, οι οποίοι βρίσκονται μέσα στο δοχείο μελάνης και στους οποίους εφαρμόζεται ηλεκτρικό ρεύμα. Το σχήμα των κρυστάλλων αυτών μεταβάλλεται ως αποτέλεσμα του ηλεκτρικού ρεύματος κι έτσι η μελάνη ωθείται στα ακροφύσια λόγω της πίεσης.

Το γεγονός ότι στους πιεζοηλεκτρικούς εκτυπωτές έγχυσης μελάνης δεν εφαρμόζεται στην κεφαλή υψηλή θερμοκρασία έχει τα ακόλουθα δύο σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Έχουμε μεγαλύτερη ευελιξία στην επιλογή του τύπου μελάνης (στους θερμικούς εκτυπωτές ψεκασμού η μελάνη πρέπει να αντέχει τους 400 βαθμούς, επομένως οι επιλογές που έχουμε όσον αφορά τον τύπο της μελάνης είναι πιο περιορισμένες). Έτσι, μπορούμε να επιλέξουμε τύπους μελάνης που να ταιριάζουν καλύτερα στη διαδικασία εκτύπωσης και είναι λιγότερο επιρρεπείς στο μουντζούρωμα, το οποίο, όπως είδαμε, είναι το σημαντικότερο πρόβλημα στους εκτυπωτές έγχυσης μελάνης.
- Τα ακροφύσια δεν εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες. Επομένως, αντέχουν περισσότερο από εκείνα των θερμικών εκτυπωτών, και έτσι το κόστος συντήρησης του εκτυπωτή μειώνεται.

#### *Εκτυπωτές laser*

Οι εκτυπωτές laser βασίζονται στη χρήση μιας φωτεινής ακτίνας laser. Η δέσμη laser είναι πολύ λεπτή, κι έτσι μπορούμε να εκτυπώσουμε με πολύ μεγάλη ακρίβεια.

Η διαδικασία εκτύπωσης σε ένα εκτυπωτή laser διεξάγεται σε τρία στάδια, τη σάρωση laser (laser scanning), την εφαρμογή του toner (toner application) και την τήξη του toner (toner fusing).

#### *Σάρωση laser*

Στο στάδιο αυτό δημιουργείται ένα πρότυπο κουκίδων σε ένα περιστρεφόμενο φωτοευαίσθητο *τύμπανο*. Το πρότυπο αυτό αντιστοιχεί στην εικόνα που πρόκειται να εκτυπωθεί. Η συσκευή laser αποτελείται από το μηχανισμό εκπομπής της ακτίνας laser, ένα περιστρεφόμενο καθρέφτη και ένα φακό. Ο μηχανισμός εκπομπής παραμένει ακίνητος, ο καθρέφτης περιστρέφεται κάθετα, προκειμένου να δημιουργηθεί το πρότυπο κουκίδων



κατά μήκος του τυμπάνου, και ο φακός ρυθμίζεται ώστε να εστιάζει την ακτίνα. Με τον τρόπο αυτόν η εικόνα δεν παραμορφώνεται στα άκρα της σελίδας, παρ' όλο που αυτά βρίσκονται μακρύτερα από τη φωτεινή πηγή.

Το τύμπανο είναι καλυμμένο από ένα ηλεκτροστατικά φορτισμένο υλικό, το οποίο, όταν εκτίθεται στο φως, εκφορτίζεται. Αρχικά όλη η επιφάνεια του τυμπάνου φορτίζεται με τη βοήθεια μιας συσκευής, που ονομάζεται *στεφάνη φόρτισης* (charge corona)<sup>1</sup>. Το ρεύμα υψηλής τάσης της στεφάνης φόρτισης ionίζει τον αέρα γύρω της, φορτίζει την επιφάνεια του τυμπάνου και απελευθερώνει όζον, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη χαρακτηριστική μυρωδιά των εκτυπωτών laser.

### *Εφαρμογή του toner*

Το τύμπανο περνάει από ένα ρολό που λειτουργεί σαν 'πινέλο' για το toner. Το toner είναι μια λεπτόκοκκη μαύρη σκόνη, η οποία δημιουργεί την εικόνα στη σελίδα. Όταν η επιφάνεια του τυμπάνου περνάει κοντά από το ρολό, τα σωματίδια του toner σχηματίζουν την εικόνα της σελίδας στο τύμπανο.

Στη συνέχεια, το τύμπανο περνάει κοντά από την επιφάνεια του χαρτιού. Κάτω από το χαρτί υπάρχει η *στεφάνη μεταφοράς*, η οποία φορτίζει το χαρτί. Έτσι, το χαρτί έλκει τα σωματίδια του toner από το τύμπανο και πάνω του σχηματίζεται η εικόνα της σελίδας. Στη συνέχεια το τύμπανο περνάει από μια λάμπα εκφόρτισης, η οποία το εκφορτίζει.

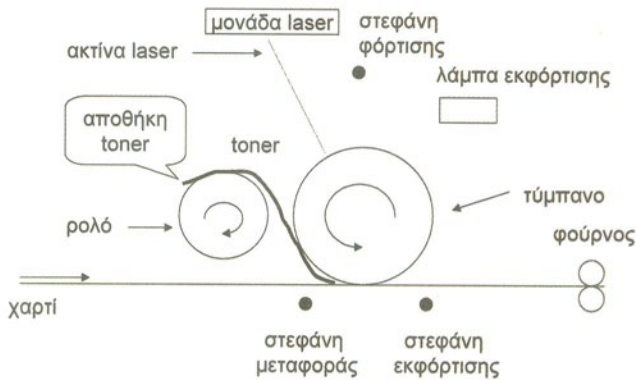
Προκειμένου να εφαρμοστεί σωστά το toner πάνω στο χαρτί, πρέπει το τύμπανο να περάσει πολύ κοντά από τις στεφάνες, το ρολό και την επιφάνεια του χαρτιού. Για το λόγο αυτό, σε πολλούς εκτυπωτές όλα αυτά τα συστατικά συνδυάζονται σε μια ενιαία μονάδα (cartridge), η οποία αντικαθίσταται μαζί με το toner.

### *Τήξη του toner*

Αφού μεταφερθεί το toner από το τύμπανο στη σελίδα, η σελίδα περνά πάνω από μία *στεφάνη εκφόρτισης*, η οποία ακυρώνει το φορτίο που είχε εφαρμοστεί από τη στεφάνη μεταφοράς.

Στο σημείο αυτό το toner βρίσκεται στο χαρτί και έχει το σχήμα της εκτυπώσιμης σελίδας, βρίσκεται όμως ακόμη σε μορφή σκόνης. Για να λιώσει το toner πάνω στη σελίδα, η σελίδα περνάει από ένα φούρνο, που αποτελείται από ένα ζεύγος κυλίνδρων οι οποίοι έχουν θερμανθεί στους 4000, οπότε λιώνει και κολλάει στο χαρτί. Έτσι, κείμενα εκτυπωμένα σε laser δημιουργούν την αίσθηση ανάγλυφου, ενώ αντιθέτως μια σελίδα τυπωμένη με μελάνη φαίνεται εντελώς επίπεδη.

<sup>1</sup> Η στεφάνη (corotron ή corona) είναι ένα σύρμα από το οποίο περνάει ρεύμα υψηλής τάσης.



**Σχήμα 3.32** Εκτύπωση σελίδας σε εκτυπωτή laser

### Εκτυπωτές LED

Το τύμπανο είναι ευαίσθητο σε οποιοδήποτε είδος φως, ακόμη και φως από LEDs (Light Emitting Diodes). Η διαδικασία αποφόρτισής του (η οποία, όπως είδαμε, πραγματοποιείται με τη βοήθεια μιας δέσμης laser, ενός φακού και ενός περιστρεφόμενου καθρέφτη) μπορεί να πραγματοποιηθεί με μια σειρά από μικροσκοπικά LEDs, καθένα από τα οποία αντιστοιχεί σε μια κουκίδα μιας οριζόντιας γραμμής. Έτσι, με τη βοήθεια ενός λογικού κυκλώματος κάθε LED ενεργοποιείται ή απενεργοποιείται, ανάλογα με το αν η αντίστοιχη κουκίδα πρέπει να τυπωθεί στο χαρτί.

Τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας LED σε σύγκριση με τους απλούς laser είναι ότι δεν εισέρχονται κινητά μέρη (καθρέπτης). Έτσι, ο εκτυπωτής μπορεί να λειτουργήσει σε υψηλότερες ταχύτητες, αφού δεν περιορίζεται από την ταχύτητα τέτοιων μερών.

#### 3.4.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά

Στην παράγραφο αυτή θα αναφερθούμε στα τεχνικά χαρακτηριστικά των εκτυπωτών. Τα κυριότερα από τα χαρακτηριστικά αυτά είναι:

- Μέγεθος και τροφοδοσία χαρτιού
- Ανάλυση εκτύπωσης
- Ταχύτητα
- Χρώμα
- Μνήμη
- Γλώσσες περιγραφής σελίδας
- Γραμματοσειρές



*Μέγεθος και τροφοδοσία χαρτιού*

Ο εκτυπωτής χαρακτηρίζεται από το μέγεθος χαρτιού, στο οποίο μπορεί να εκτυπώσει. Στην αγορά υπάρχει πληθώρα μεγεθών και ποιότητας χαρτιού. Τα πιο συνηθισμένα απ' αυτά έχουν συμβολικά ονόματα, και δίνονται στον επόμενο πίνακα.

Κωδικός	Μέγεθος
A3	420x297 mm
A4	210x297 mm
A5	148x210 mm
letter	219x283 mm
legal	219x360 mm
B4	257x364 mm
B5	182x257 mm

Συχνά αναφερόμαστε στους εκτυπωτές με βάση το μέγεθος του χαρτιού στο οποίο μπορούν να εκτυπώσουν. Έτσι, λέμε για παράδειγμα, ότι ο εκτυπωτής είναι inkjet A4.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το μέγεθος χαρτιού επηρεάζει το κόστος του. Όσο πιο μεγάλο χαρτί μπορεί να εκτυπώσει τόσο υψηλότερο είναι το κόστος τους.

Στους εκτυπωτές ακίδων και ψεκασμού μελάνης το κόστος αυτό δεν αυξάνεται υπερβολικά. Έτσι, ένας εκτυπωτής ακίδων A3 δεν είναι υπερβολικά ακριβότερος από το αντίστοιχο μοντέλο A4. Στην περίπτωση όμως των εκτυπωτών laser τα πράγματα αλλάζουν, επειδή αλλάζει όλος ο μηχανισμός εκτύπωσης. Έτσι, ένας εκτυπωτής laser A3 είναι πολύ ακριβότερος από ένα εκτυπωτή A4.

Η τροφοδοσία χαρτιού γίνεται με έναν από τους παρακάτω τρόπους:

- Το χαρτί βρίσκεται σε σελίδες σε μία ή περισσότερες θήκες, από τις οποίες ο εκτυπωτής επιλέγει μια σελίδα για εκτύπωση.
- Το χαρτί βρίσκεται σε συνεχόμενη μορφή (μηχανογραφικό χαρτί) και μπαίνει στον εκτυπωτή μέσω των ειδικών υποδοχών (tractors). Οι εκτυπωτές ακίδων διαθέτουν συνήθως και τους δύο τρόπους τροφοδοσίας, ενώ στους εκτυπωτές laser και ψεκασμού συναντάμε μόνο θήκη χαρτιού.

*Ανάλυση εκτύπωσης (printing resolution)*

Ο όρος ανάλυση χρησιμοποιείται για να περιγράψει την ευκρίνεια του εκτυπωμένου εγγράφου. Όλες οι τεχνολογίες εκτύπωσης δημιουργούν εικόνες (images), τοποθετώντας μια σειρά από κουκίδες (dots) στη σελίδα.

Το μέγεθος και το πλήθος των κουκίδων αυτών καθορίζουν την ανάλυση του εκτυπωτή και την ποιότητα της εκτύπωσης. Αν παρατηρήσουμε μια σελίδα κειμένου που έχει εκτυπωθεί από ένα εκτυπωτή ακίδων χαμηλής ανάλυσης, μπορούμε να διακρίνουμε τις κουκίδες από τις οποίες σχηματίζονται οι χαρακτήρες επειδή είναι σχετικά μεγάλες και ίδιου μεγέθους. Σε εκτυπωτές laser υψηλής ανάλυσης οι χαρακτήρες φαίνονται συμπαγείς, επειδή οι κουκίδες είναι μικρότερες σε μέγεθος, συχνά μάλιστα είναι και διαφορετικών μεγεθών.

Υπάρχουν δύο τρόποι με τους οποίους μπορούμε να μετρήσουμε την ανάλυση, σε κουκίδες ανά ίντσα<sup>1</sup> (dots per inch, **dpi**) και σε χαρακτήρες ανά ίντσα (characters per inch, **cpi**). Η μονάδα μέτρησης dpi χρησιμοποιείται στους εκτυπωτές laser και τους εκτυπωτές έγχυσης μελάνης, ενώ η μονάδα μέτρησης χαρακτήρες ανά ίντσα χρησιμοποιείται στους εκτυπωτές ακίδων.

Η μονάδα μέτρησης cpi αναφέρεται στο πλήθος των χαρακτήρων που μπορεί να εκτυπώσει ο εκτυπωτής οριζόντια σε διάστημα μιας ίντσας. Τυπικές τιμές για τη μονάδα αυτή είναι οι 10, 12, 14 χαρακτήρες ανά ίντσα.

*Όσο μεγαλώνει η ανάλυση ενός εκτυπωτή τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα εκτύπωσης.*

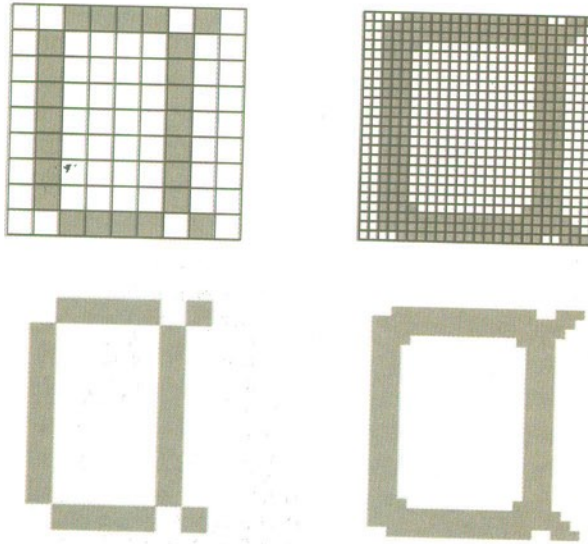
Η ποιότητα εκτύπωσης σε ένα εκτυπωτή ακίδων έχει σχέση με το πλήθος των ακίδων της κεφαλής. Υπάρχουν τρία είδη, οι εκτυπωτές 9 ακίδων, οι εκτυπωτές 18 ακίδων και οι εκτυπωτές 24 ακίδων. Οι εκτυπωτές 18 ακίδων είναι πιο σπάνιοι. Στους εκτυπωτές 24 ακίδων οι ακίδες είναι μικρότερες. Επομένως, οι κουκίδες που αποτυπώνονται στο χαρτί είναι μικρότερες και οι εκτυπώσεις είναι υψηλότερης ποιότητας. Για παράδειγμα, στο επόμενο σχήμα παρουσιάζεται σχηματικά η εκτύπωση του γράμματος α σε εκτυπωτή 9 και 24 ακίδων.

Η μονάδα μέτρησης dpi αναφέρεται στο πλήθος των διακριτών κουκίδων, τις οποίες μπορεί να παράγει ένας εκτυπωτής σε μια ευθεία γραμμή μήκους μιας ίντσας. Οι πιο πολλοί εκτυπωτές έχουν την ίδια ανάλυση τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κάθετη διεύθυνση. Έτσι, με τον όρο 300dpi εννοούμε ότι ένας εκτυπωτής παράγει ανάλυση 300(300, δηλαδή 90.000 κουκίδες σε μια τετραγωνική ίντσα. Συνηθισμένες τιμές για την ποιότητα εκτύπωσης είναι τα 300, 600 και 1200 dpi. Υπάρχουν ακόμη εκτυπωτές που εκτυπώνουν σε διαφορετική ανάλυση στις δύο διευθύνσεις. Για παράδειγμα, ένας εκτυπωτής 300(600 τυπώνει 180.000 κουκίδες σε μια τετραγωνική ίντσα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανάλυση ενός εκτυπωτή είναι γενικά πολύ υψηλότερη από αυτή μιας τυπικής οθόνης. Όπως έχουμε δει, ο όρος ανάλυση χρησιμοποιείται και για τις οθόνες και εκεί η μονάδα μέτρησης είναι τα pixels, π.χ. 640(480 ή 800(600. Αν ανάγουμε την ανάλυση αυτή σε dpi, θα

<sup>1</sup> 1 ίντσα: αγγλοσαξονική μονάδα μέτρησης του μήκους που ισούται με 2,54 cm.

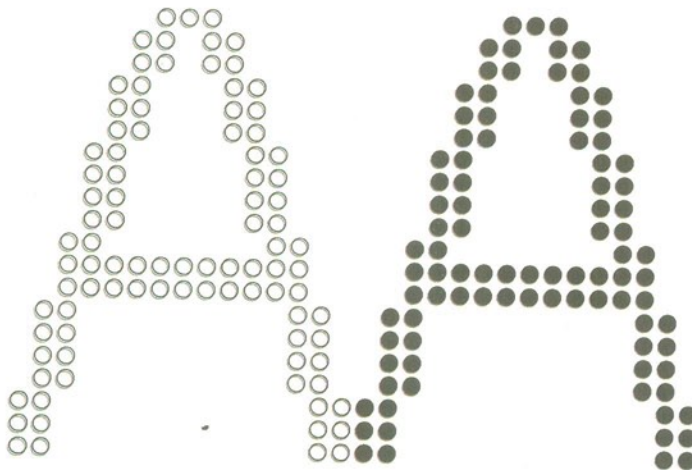




**Σχήμα 3.33** Το γράμμα α σε εκτυπωτή 9 και 24 ακίδων

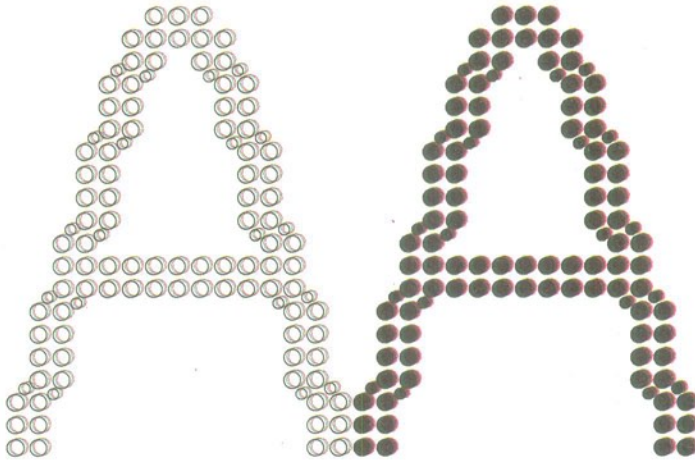
βρούμε ότι η ανάλυση μιας τυπικής οθόνης 15" είναι της τάξης των 50-60 dpi, συνεπώς, πολύ χαμηλότερη από την ανάλυση ενός τυπικού εκτυπωτή laser.

Ένα άλλο θέμα που σχετίζεται με την ανάλυση εκτύπωσης είναι η τεχνολογία βελτίωσης της ανάλυσης (resolution enhancement technology, RET). Όταν ένας χαρακτήρας εκτυπωθεί στα 300dpi, μπορεί να έχει "σπασμένες" διαγώνιες γραμμές, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



**Σχήμα 3.34** Εκτύπωση με χαμηλή ανάλυση

Υπάρχουν δύο τρόποι να βελτιώσουμε την ποιότητα της εκτύπωσης. Ο πρώτος είναι να αυξήσουμε την ανάλυση. Ο δεύτερος είναι η χρήση τεχνολογίας βελτίωσης της ανάλυσης. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά από την εταιρεία Hewlett Packard. Συνίσταται στη χρησιμοποίηση μικρότερων κουκίδων προκειμένου να γεμίσουν τα 'σπασίματα' που παράγονται από τις μεγαλύτερες κουκίδες, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



**Σχήμα 3.35** Τεχνολογία βελτίωσης της ανάλυσης

Επειδή οι κουκίδες είναι αρκετά μικρότερες, το συνολικό αποτέλεσμα φαίνεται στο γυμνό μάτι σαν μια διαγώνια γραμμή. Αρκετοί κατασκευαστές τροποποίησαν την τεχνική αυτή, πολλοί δε την αποκαλούν 'edge enhancement'. Αυτό το είδος βελτίωσης είναι εφικτό μόνο σε εκτυπωτές laser ή έγχυσης μελάνης. Αντιθέτως, δεν είναι δυνατό σε εκτυπωτές ακίδων, επειδή στους εκτυπωτές αυτούς το μέγεθος των κουκίδων καθορίζεται από το μέγεθος της άκρης των ακίδων, που δεν μπορεί να μεταβληθεί.

#### *Ταχύτητα εκτύπωσης*

Η ταχύτητα στους εκτυπωτές laser και έγχυσης μελάνης μετράται σε σελίδες ανά λεπτό (**pages per minute, ppm**), ενώ στους εκτυπωτές ακίδων χρησιμοποιείται η μονάδα 'χαρακτήρες ανά δευτερόλεπτο' (**characters per second, cps**). Σε εκτυπωτές που χρησιμοποιούμε στο σπίτι η ταχύτητα εκτύπωσης συνήθως δεν παίζει ιδιαίτερο ρόλο. Τα πράγματα όμως είναι διαφορετικά σε εκτυπωτές οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε περιβάλλον γραφείου, ιδίως όταν ο εκτυπωτής είναι συνδεδεμένος σε δίκτυο και χρησιμοποιείται από περισσότερους του ενός χρήστες.



Οι ταχύτητες των εκτυπωτών ακίδων κυμαίνονται από μερικές δεκάδες cps για μικρά μοντέλα, μέχρι μερικές εκατοντάδες ή και χιλιάδες cps για εκτυπωτές που χρησιμοποιούνται σε περιβάλλον γραφείου.

Για ένα εκτυπωτή laser ή έγχυσης μελάνης τυπική ταχύτητα είναι οι 4 ppm. Το νούμερο αυτό ανεβαίνει στο 8 για εκτυπωτές που χρησιμοποιούνται σε περιβάλλον γραφείου, ενώ για εκτυπωτές που χρησιμοποιούνται σε μεγάλα δίκτυα φτάνει το 16 ή το 20.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ταχύτητες που αναγράφονται στις προδιαγραφές των διάφορων μοντέλων εκτυπωτών αναφέρονται στην εκτύπωση πολλαπλών αντιγράφων της ίδιας σελίδας. Στην πράξη απαιτείται κάποιος χρόνος για την επεξεργασία, οπότε οι εργοστασιακές τιμές είναι συνήθως υπερτιμημένες. Ακόμη, η ταχύτητα επηρεάζεται από το είδος των περιεχομένων της σελίδας. Συνήθως, όσο πιο φορτωμένη είναι μια σελίδα με γραφικά και διαφορετικές γραμματοσειρές τόσο περισσότερο διαρκεί η εκτύπωσή της.

Μια άλλη παράμετρος που σχετίζεται με τον όγκο εγγράφων που μπορεί να τυπώσει ένα εκτυπωτής είναι το πλήθος των σελίδων, το οποίο προβλέπεται να τυπώνει σε ένα δεδομένα χρονικό διάστημα, συνήθως ενός μήνα. Στην ποσότητα αυτή αναφερόμαστε με τον όρο *κύκλος εργασιών* (duty cycle). Για παράδειγμα, ο HP Laserjet 5 με 12 σελίδες το λεπτό έχει κύκλο εργασιών 35.000 σελίδων ανά μήνα. Αντιθέτως, ο Laserjet 6L με ταχύτητα 6 ppm, που έχει κατασκευαστεί για προσωπική χρήση, έχει κύκλο εργασιών 6000 σελίδες. Η χρήση ενός εκτυπωτή σε εφαρμογές που απαιτούν όγκο εκτύπωσης μεγαλύτερο από την ποσότητα αυτή θα έχει ως συνέπεια να μειωθεί ο χρόνος ζωής του.

### *Έγχρωμη εκτύπωση*

Οι έγχρωμοι εκτυπωτές χρησιμοποιούν το ίδιο μέσο σε περισσότερα χρώματα (συνήθως τέσσερα). Όπως γνωρίζουμε, οποιοδήποτε χρώμα μπορεί να παραχθεί συνδυάζοντας μπλε, κόκκινο, κίτρινο σε διαφορετικές αναλογίες. Έτσι, ένας έγχρωμος εκτυπωτής έγχυσης μελάνης χρησιμοποιεί τέσσερα χρώματα μελάνης (τα τρία που αναφέρθηκαν και το μαύρο), ενώ ένας έγχρωμος laser χρησιμοποιεί, toner με τέσσερα χρώματα.

Στην πράξη δεν είναι δυνατό να επιτύχουμε έγχρωμη εκτύπωση αναμιγνύοντας τα τέσσερα χρώματα σαν να ανακατεύαμε μπογιά. Αντί γι' αυτό, ο εκτυπωτής εφαρμόζει τα χρώματα πολύ κοντά το ένα στο άλλο στη σωστή αναλογία. Για παράδειγμα, ένας εκτυπωτής έγχυσης μελάνης τοποθετεί κουκίδες από τα τέσσερα αυτά χρώματα πολύ κοντά τη μια στην άλλη. Η αναλογία του πλήθους των κουκίδων κάθε χρώματος καθορίζει το τελικό χρώμα.

Οι έγχρωμες εκτυπώσεις είναι πιο αργές και πιο ακριβές από τις

αντίστοιχες ασπρόμαυρες, ενώ το κόστος ενός έγχρωμου εκτυπωτή laser είναι αρκετά υψηλότερο από εκείνο ενός μονόχρωμου εκτυπωτή laser. Ακόμη, σημαντικό ρόλο παίζει το κόστος των αναλωσίμων. Στους έγχρωμους εκτυπωτές το κόστος αυτό είναι πολύ υψηλότερο από εκείνο των μονόχρωμων. Επιπλέον, μπορεί να χρειάζεται ειδικό χαρτί για την εκτύπωση, το οποίο κοστίζει πολύ περισσότερο από το απλό. Ακόμη, το εκτυπωτικό μέσο (μελάνη, ταινία, toner) είναι συνήθως πολύ πιο ακριβό από το αντίστοιχο που χρησιμοποιείται στην ασπρόμαυρη εκτύπωση. Και βέβαια το κόστος διαφέρει, ανάλογα με το πόσο 'γεμάτη' είναι η σελίδα.

Στους έγχρωμους εκτυπωτές ακίδων χρησιμοποιούνται περισσότερες από μία μελανοταινίες (ή μια μελανοταινία με τέσσερα χρώματα), οι οποίες ανεβοκατεβαίνουν μπροστά από την κεφαλή εκτύπωσης ανάλογα με το χρώμα που πρέπει να εκτυπωθεί κάθε στιγμή. Το κόστος των έγχρωμων εκτυπωτών ακίδων δε διαφέρει σημαντικά από το κόστος των αντίστοιχων ασπρόμαυρων.

Οι έγχρωμοι εκτυπωτές έγχυσης μελάνης είναι σχετικά φθηνοί. Στην πράξη, η συντριπτική πλειοψηφία των εκτυπωτών έγχυσης μελάνης της αγοράς μπορούν να παράγουν έγχρωμες εκτυπώσεις. Συνήθως χρησιμοποιούνται ένα, δύο ή τέσσερα δοχεία μελάνης. Στην πρώτη περίπτωση, το δοχείο περιέχει όλα τα χρώματα. Στη δεύτερη, το ένα δοχείο περιέχει το μαύρο μελάνι και το άλλο περιέχει τα άλλα τρία χρώματα. Στην τελευταία περίπτωση έχουμε ένα δοχείο για καθένα από τα τέσσερα χρώματα. Όσο λιγότερα δοχεία έχουμε τόσο περισσότερο απλουστεύεται η διαδικασία εκτύπωσης. Όμως όταν ένα χρώμα τελειώσει, τότε πρέπει να αντικαταστήσουμε όλο το δοχείο, πετώντας κάποιο τμήμα από τα μελάνια διαφορετικού χρώματος που έχουν περισσέψει. Έτσι, αυξάνεται το κόστος συντήρησης.

Η τεχνολογία εκτύπωσης των έγχρωμων εκτυπωτών laser είναι ίδια με εκείνη των ασπρόμαυρων laser, εκτός από το γεγονός ότι υπάρχουν toners σε διαφορετικά χρώματα. Σε αντίθεση με τα άλλα είδη έγχρωμων εκτυπωτών στους οποίους όλα τα χρώματα εφαρμόζονται την ίδια χρονική στιγμή, οι έγχρωμοι εκτυπωτές laser εκτυπώνουν τα χρώματα στη σελίδα διαδοχικά. Επειδή ο εκτυπωτής έχει ένα μόνον τύμπανο, όλη η διαδικασία εκτύπωσης επαναλαμβάνεται τέσσερις φορές σε κάθε σελίδα, εφαρμόζοντας τα toners διαφορετικών χρωμάτων το ένα πάνω στο άλλο. Με τον τρόπο αυτό, η διαδικασία χειρισμού γίνεται ιδιαίτερα πολύπλοκη. Στον έγχρωμο laser η σελίδα πρέπει να περάσει από το τύμπανο τέσσερις φορές και μάλιστα από την ίδια ακριβώς θέση, έτσι ώστε να ταιριάξουν οι θέσεις των κουκίδων των διαφορετικών χρωμάτων. Οι έγχρωμοι laser είναι αρκετά πιο ακριβοί από τους ασπρόμαυρους, και αυτό οφείλεται κυρίως στην ακρίβεια που πρέπει να έχουν στο χειρισμό του χαρτιού.



*Μνήμη εκτυπωτών*

Οι εκτυπωτές περιλαμβάνουν ολοκληρωμένα κυκλώματα μνήμης (όπως και οι υπολογιστές). Η μνήμη των εκτυπωτών χρησιμοποιείται είτε ως χώρος προσωρινής αποθήκευσης των προς εκτύπωση δεδομένων, μέχρι να περάσουν στο μηχανισμό εκτύπωσης, είτε ως χώρος αποθήκευσης για γραμματοσειρές (fonts), όπως θα δούμε σε επόμενη παράγραφο.

Για τους εκτυπωτές laser και ψεκασμού το μέγεθος της μνήμης είναι σημαντικό, εφόσον στους εκτυπωτές αυτούς η εικόνα της σελίδας κατασκευάζεται, πριν ξεκινήσει η εκτύπωσή της. Ακόμη, τα διανυσματικά γραφικά και οι γραμματοσειρές γίνονται χάρτες δυαδικών ψηφίων (bitmaps), πριν εκτυπωθούν. Όσο μεγαλύτερα είναι τα γραφικά και όσο περισσότερες γραμματοσειρές χρησιμοποιούνται τόσο περισσότερη μνήμη χρειάζεται.

Συνήθως, οι εκτυπωτές μπορούν να δεχτούν επιπλέον μνήμη. Κάποιοι δέχονται τις γνωστές συσκευασίες μνήμης SIMM ή DIMM, ενώ άλλοι χρησιμοποιούν ειδικές κατασκευές, τις οποίες πρέπει να αγοράσουμε από τον ίδιο κατασκευαστή (συνήθως σε αρκετά υψηλότερες τιμές).

Γενικά, όσο μεγαλύτερη μνήμη έχει ένας εκτυπωτής τόσο περισσότερα δεδομένα μπορεί να δεχτεί από τον υπολογιστή. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η απόδοση του συστήματος. Για παράδειγμα, τα Windows 98 επιτρέπουν την εκτύπωση στο παρασκήνιο (background printing), αλλά, μέχρι να ολοκληρωθεί η εκτύπωση, το σύστημα αργεί να εκτελέσει άλλες εργασίες.

*Όσο μεγαλύτερη είναι η μνήμη του εκτυπωτή τόσο πιο γρήγορα ολοκληρώνεται η εκτύπωση, και επιστρέφει ο υπολογιστής στην κανονική του λειτουργία.*

*Κωδικοί escape και Γλώσσες περιγραφής σελίδων*

Ο υπολογιστής, εκτός από το κείμενο προς εκτύπωση, στέλνει στον εκτυπωτή και άλλες οδηγίες, όπως, για παράδειγμα, το μέγεθος και τη γραμματοσειρά των χαρακτήρων. Τέτοιες πληροφορίες μπορούν να δοθούν με δύο τρόπους: Στους εκτυπωτές ακίδων χρησιμοποιούνται κωδικοί escape (escape codes), ενώ στους εκτυπωτές ψεκασμού μελάνης και laser χρησιμοποιούνται γλώσσες περιγραφής σελίδας (page description languages, PDLs).

Ο κωδικός escape αποτελείται από δύο τμήματα. Το πρώτο είναι η τιμή ASCII του πλήκτρου escape του πληκτρολογίου. Χρησιμεύει για να ενημερώνει τον εκτυπωτή ότι αυτό που ακολουθεί είναι ένας κωδικός και όχι κείμενο προς εκτύπωση. Το δεύτερο τμήμα είναι ο κωδικός της οδηγίας.

Κάθε εκτυπωτής δίνει διαφορετική σημασία σε κάθε κωδικό escape. Η σημασία αυτή καθορίζεται από ένα πρόγραμμα που ονομάζεται *πρόγραμμα οδήγησης εκτυπωτή* (printer driver) και το οποίο είναι απαραίτητο,

προκειμένου να μπορεί να τυπώνει σωστά ο υπολογιστής στο συγκεκριμένο εκτυπωτή.

Οι εκτυπωτές laser και έγχυσης μελάνης είναι εκτυπωτές σελίδας. Αυτό σημαίνει ότι ο υπολογιστής στέλνει στον εκτυπωτή τα δεδομένα μιας ολόκληρης σελίδας, πριν αρχίσει η εκτύπωσή της. Συνήθως, όταν ο υπολογιστής επικοινωνεί με έναν εκτυπωτή σελίδας χρησιμοποιεί μια ειδική γλώσσα, που όπως αναφέρθηκε, ονομάζεται γλώσσα περιγραφής σελίδας (page description language, PDL). Η γλώσσα περιγραφής σελίδας είναι ένας τρόπος κωδικοποίησης ενός εγγράφου προς εκτύπωση με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να μεταφερθεί στον εκτυπωτή. Αφού ο κώδικας της γλώσσας περιγραφής σελίδας φτάσει στον εκτυπωτή, μετατρέπεται μέσω του ελεγκτή (controller) του εκτυπωτή σε ένα σύνολο κουκίδων, οι οποίες τυπώνονται στη σελίδα. Σήμερα χρησιμοποιούνται δύο γλώσσες περιγραφής σελίδας, η γλώσσα PCL (printer control language) και η γλώσσα Postscript.



**Σχήμα 3.36** Γλώσσες Περιγραφής Σελίδων

Η γλώσσα PCL αναπτύχθηκε από την εταιρεία Hewlett Packard, για να χρησιμοποιηθεί στους εκτυπωτές της στις αρχές της δεκαετίας του 1980, και υιοθετήθηκε και από άλλους κατασκευαστές.

Η γλώσσα Postscript αναπτύχθηκε από την εταιρεία Adobe και χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στον εκτυπωτή Apple laserwriter το 1985. Η Postscript μπορεί να υποστηρίξει διανυσματικά γραφικά και γραμματοσειρές μεταβλητού μεγέθους (οι έννοιες αυτές θα περιγραφούν στη συνέχεια). Οι δυνατότητες αυτές την έκαναν ευρύτερα αποδεκτή σε εφαρμογές, όπως η επιτραπέζια τυπογραφία και οι σχεδιαστικές εργασίες. Η Postscript μοιάζει περισσότερο από την PCL με γλώσσα προγραμματισμού.



*Γραφικά (graphics) και Γραμματοσειρές (fonts)*

Όπως γνωρίζουμε, τα αντικείμενα που στέλνει ένας υπολογιστής στον εκτυπωτή είναι γραφικά και κείμενο.

Ένα γραφικό μπορεί να αποσταλεί στον υπολογιστή με δύο τρόπους, είτε ως *διανυσματικό γραφικό* (vector graphic) ή ως χάρτης δυαδικών ψηφίων (bitmap graphic).

Στο διανυσματικό γραφικό τα σχήματα εκφράζονται σαν γεωμετρικά αντικείμενα. Αντιθέτως, ένα bitmap γραφικό χωρίζεται σε σημεία και ο υπολογιστής στέλνει για καθένα από αυτά ένα (ή περισσότερα) δυαδικά ψηφία.

Γενικά, τα διανυσματικά γραφικά καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο στη μνήμη και προσφέρουν καλύτερη ποιότητα, απαιτούν όμως μεγαλύτερη υπολογιστική ισχύ τόσο από την πλευρά του υπολογιστή όσο και από την πλευρά του εκτυπωτή.

Οι γραμματοσειρές είναι από τα πιο ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά των εκτυπωτών. Δεν υπάρχει ικανοποιητικός ορισμός της λέξης γραμματοσειρά. Συνήθως με τον όρο αυτό αναφερόμαστε σε ένα σύνολο χαρακτήρων (γραμμάτων, ψηφίων και συμβόλων) ίδιου ύψους, το οποίο μετράται σε στιγμές,<sup>1</sup> και οι οποίοι έχουν μερικά κοινά αισθητικά χαρακτηριστικά, ώστε να παρουσιάζετε ένα κείμενο ευανάγνωστο. Μερικές από τις πιο γνωστές γραμματοσειρές που περιλαμβάνονται στα Windows είναι οι Times New Roman, Arial και Courier.

Times New Roman

Arial

Courier

Οι γραμματοσειρές χωρίζονται σε κατηγορίες, σύμφωνα με κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα, η γραμματοσειρά Times New Roman λέμε ότι είναι serif, επειδή όλοι οι χαρακτήρες έχουν μικρές διακοσμητικές γραμμές. Η γραμματοσειρά Arial, της οποίας οι χαρακτήρες δεν έχουν τέτοιες γραμμές είναι, sans serif. Ακόμη, οι γραμματοσειρές χωρίζονται σε συγκεκριμένου διαστήματος (monospace) και αναλογικές (proportional). Στις γραμματοσειρές συγκεκριμένου διαστήματος όλοι οι χαρακτήρες καταλαμβάνουν το ίδιο πλάτος, όπως στη γραμματοσειρά Courier. Αντιθέτως, οι γραμματοσειρές Arial και Times New Roman είναι αναλογικές, επειδή οι χαρακτήρες είναι σχεδιασμένοι έτσι, ώστε το πλάτος τους να είναι διαφορετικό, ανάλογα με το γράμμα. Για παράδειγμα, σε μια αναλογική

<sup>1</sup> Μια στιγμή (point) είναι ίση με το 1/72 της ίντσας ή 0,3528 mm

γραμματοσειρά το γράμμα 'i' καταλαμβάνει λιγότερο οριζόντιο διάστημα από ό,τι το γράμμα 'w'.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, οι γραμματοσειρές Courier-10 και Courier-12 μπορούν να θεωρηθούν δύο διαφορετικές γραμματοσειρές. Αυτή η ορολογία έχει τις ρίζες της στην παραδοσιακή τυπογραφία, στην οποία κάθε χαρακτήρας τυπωνόταν στη σελίδα με ένα διαφορετικό ξύλινο ή μεταλλικό στοιχείο, το οποίο πιεζόταν στο χαρτί, προκειμένου να παραχθεί ο χαρακτήρας. Για να τυπωθούν χαρακτήρες διαφορετικού μεγέθους, χρειαζόνταν διαφορετικά στοιχεία.

Όπως στην τυπογραφία, έτσι και οι πρώτοι εκτυπωτές απεικόνιζαν τους χαρακτήρες σημείο προς σημείο (σε δυαδική μορφή, bitmap). Οι γραμματοσειρές που απεικονίζονται σε αυτή τη μορφή ονομάζονται γραμματοσειρές χάρτη δυαδικών ψηφίων (bitmap fonts). Κάθε χαρακτήρας μιας γραμματοσειράς ήταν ένα διαφορετικό πρότυπο κουκίδων, το οποίο αποστέλλοταν στον εκτυπωτή. Στην ουσία, κάθε χαρακτήρας ήταν ένα μικρό γραφικό. Για να τυπωθεί η ίδια γραμματοσειρά σε διαφορετικά μεγέθη, απαιτούνταν διαφορετικό γραφικό για κάθε μέγεθος.

Για να μεταφέρθουν οι χάρτες απεικόνισης των γραμματοσειρών στον εκτυπωτή υπήρχαν διάφοροι τρόποι. Επειδή οι γραμματοσειρές έπιαναν πολύ χώρο, δεν ήταν πρακτικό να αποθηκεύονται μόνιμα στον εκτυπωτή. Μπορούσε κανείς να προμηθευτεί γραμματοσειρές με τη μορφή λογισμικού (soft fonts) και, χρησιμοποιώντας ειδικό πρόγραμμα, να κατεβάζει τις γραμματοσειρές στον εκτυπωτή, όταν χρειαζόταν. Εναλλακτικά μπορούσε να προμηθευτεί μια ειδική θήκη επέκτασης (cartridge), η οποία τις περιείχε.

Σήμερα, οι εκτυπωτές χρησιμοποιούν κυρίως βαθμωτές γραμματοσειρές (scalable fonts). Σε αυτές χρησιμοποιείται για κάθε χαρακτήρα ένα περίγραμμα, με τη βοήθεια του οποίου μπορούμε να παράγουμε τον ίδιο χαρακτήρα σε διαφορετικά μεγέθη, ή ακόμη και με τις γνωστές διαφοροποιήσεις (κανονικούς-normal, **έντονους-bold**, *πλάγιους-italics*, υπογραμμισμένους-underline). Ο εκτυπωτής κρατάει το περίγραμμα στη μνήμη και παράγει την απεικόνιση bitmap του χαρακτήρα στο μέγεθος που χρειάζεται. Έτσι, η γραμματοσειρά Times New Roman σε 18 μεγέθη και με τις τέσσερις διαφοροποιήσεις (normal, bold, italics, underline) δεν είναι 72 γραμματοσειρές, αλλά μία γραμματοσειρά σε 72 παραλλαγές.

Οι βαθμωτές γραμματοσειρές καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο στη μνήμη. Το βασικότερο μειονέκτημά τους είναι ότι απαιτούν μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ από τον εκτυπωτή. Το πρόγραμμα οδήγησής του φορτώνει αυτόματα τα περιγράμματα των χαρακτήρων, όταν αυτά χρειάζονται. Οι γραμματοσειρές True Type, οι οποίες περιλαμβάνονται στα Windows, ανήκουν στις βαθμωτές γραμματοσειρές.



### *Πρόγραμμα οδήγησης εκτυπωτή*

Όπως όλες οι περιφερειακές συσκευές, έτσι και η λειτουργία του εκτυπωτή εξαρτάται από ένα πρόγραμμα οδήγησης, το οποίο είναι εγκαταστημένο στον υπολογιστή. Η βασική λειτουργία του προγράμματος οδήγησης είναι να ενημερώνει τον υπολογιστή για τις δυνατότητες του εκτυπωτή (όπως ποια γλώσσα περιγραφής σελίδας χρησιμοποιεί, τι τύπο χαρτιού μπορεί να χειριστεί και τι γραμματοσειρές έχει εγκαταστημένες). Όταν εκτυπώνουμε ένα έγγραφο, οι επιλογές εκτύπωσης που έχουμε παρέχονται από το πρόγραμμα οδήγησης του εκτυπωτή, παρ' όλο που φαίνεται ότι παρέχονται από την εφαρμογή (ή το λειτουργικό σύστημα).

Στα Windows η εγκατάσταση του προγράμματος οδήγησης είναι τμήμα του λειτουργικού συστήματος. Τα Windows περιλαμβάνουν προγράμματα οδήγησης για μια μεγάλη ποικιλία εκτυπωτών. Αυτά αναπτύσσονται από τους κατασκευαστές των εκτυπωτών (όχι από τη Microsoft) και περιλαμβάνονται στα Windows για λόγους ευκολίας.

#### **3.4.4 Σύνδεση εκτυπωτή**

Ο εκτυπωτής μπορεί να επικοινωνεί με τον υπολογιστή με τρεις τρόπους, με παράλληλη, με σειριακή ή USB σύνδεση .

##### *Παράλληλη Σύνδεση*

Στην παράλληλη σύνδεση χρησιμοποιείται η παράλληλη θύρα του εκτυπωτή. Όπως γνωρίζουμε και από προηγούμενα κεφάλαια, το (παράλληλο) καλώδιο που συνδέει την παράλληλη θύρα του εκτυπωτή με την αντίστοιχη του υπολογιστή δεν μπορεί να έχει μήκος πάνω από δύο μέτρα. Αν το καλώδιο είναι μακρύτερο, η εξασθένηση του σήματος μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια δεδομένων.

Μια παραλλαγή της παράλληλης θύρας είναι η θύρα *ECP* (Enhanced Capabilities Port), η οποία αναπτύχθηκε από τις εταιρείες Microsoft και Hewlett Packard. Η θύρα ECP προσφέρει υψηλότερη απόδοση από την απλή παράλληλη θύρα και απαιτεί ειδικά κυκλώματα διασύνδεσης.

##### *Σειριακή σύνδεση*

Πολλοί υπολογιστές διαθέτουν επίσης τη δυνατότητα σειριακής σύνδεσης με τον υπολογιστή. Η θύρα RS-232 (Reference Standard), γνωστή και ως ασύγχρονη ή σειριακή θύρα, έχει σχεδιαστεί για αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ υπολογιστή και περιφερειακών.

Όπως γνωρίζουμε, η σειριακή επικοινωνία είναι γενικά πιο αργή από την παράλληλη, κυρίως εξαιτίας του ότι τα δεδομένα μεταφέρονται bit προς bit και όχι κατά 8 bit, όπως στην παράλληλη επικοινωνία. Έχει όμως το

πλεονέκτημα ότι τα σειριακά δεδομένα μπορούν να μεταδοθούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις από ό,τι τα παράλληλα. Τα σειριακά καλώδια μπορούν να φτάσουν πάνω από 15 μέτρα.

### Σύνδεση USB

Η σύνδεση USB (Universal Serial Bus) είναι ένας τρόπος σύνδεσης περιφερειακών συσκευών στον υπολογιστή. Όπως έχει αναφερθεί, η θύρα USB είναι σειριακή θύρα υψηλής ταχύτητας. Η απόδοσή της είναι πολύ υψηλότερη από τις σειριακές και παράλληλες θύρες που χρησιμοποιούνται σήμερα.

### Ορολογία

- βαθμωτή γραμματοσειρά (scalable fonts)
- γραφικό με τη μορφή χάρτη δυαδικών ψηφίων (bitmap graphics)
- διανυσματικό γραφικό (vector graphic)
- γραμματοσειρά με μορφή χάρτη δυαδικών ψηφίων (bitmap font)
- γραμματοσειρά συγκεκριμένου διαστήματος (monospace font)
- αναλογική γραμματοσειρά (proportional font)
- θήκη επέκτασης (cartridge)

### Ερωτήσεις

1. Ποιες είναι οι κυριότερες τεχνολογίες εκτυπωτών; Ποια τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους;
2. Ποια στάδια περιλαμβάνει η διαδικασία της εκτύπωσης στους εκτυπωτές laser;
3. Ποια είναι τα κυριότερα τεχνικά χαρακτηριστικά των εκτυπωτών;
4. Σε τι μονάδες μετράμε την ανάλυση και σε τι την ταχύτητα ενόσ εκτυπωτή;
5. Σε τι χρησιμεύουν οι κωδικοί escape;
6. Τι είναι οι γλώσσες περιγραφής σελίδας και ποιες είναι οι πιο γνωστές από αυτές;
7. Τι είναι τα διανυσματικά γραφικά και τι τα γραφικά με τη μορφή χάρτη δυαδικών ψηφίων;
8. Σε τι χρησιμεύει το πρόγραμμα οδήγησης εκτυπωτή;
9. Με ποιους τρόπους μπορούμε να συνδέσουμε έναν εκτυπωτή σε έναν υπολογιστή;



### **Δραστηριότητες**

1. Σύνδεση εκτυπωτή σε υπολογιστή. Η σύνδεση μπορεί να γίνει παράλληλα ή σειριακά, ανάλογα με τον τύπο του εκτυπωτή. Για κάθε είδος σύνδεσης χρειάζεται και το κατάλληλο καλώδιο.
2. Λειτουργίες και ρυθμίσεις σε εκτυπωτή ακίδων, όπως:
  - Αλλαγή χαρτιού
  - Αλλαγή τροφοδοσίας χαρτιού από συνεχές σε απλό, και το αντίστροφο.
  - Αλλαγή μελανοταινίας
  - Ρυθμίσεις (αλλαγή μεγέθους font)
3. Λειτουργίες και ρυθμίσεις σε εκτυπωτή έγχυσης μελάνης, όπως:
  - Αλλαγή θήκης μελάνης
  - Προσθήκη μνήμης
4. Λειτουργίες και ρυθμίσεις σε εκτυπωτή laser, όπως:
  - Αλλαγή toner cartridge
  - Προσθήκη μνήμης

Για την εκτέλεση των δραστηριοτήτων αυτών δε δίνονται οδηγίες, επειδή οι ενέργειες διαφέρουν, ανάλογα με την εταιρεία και τον τύπο του εκτυπωτή. Για το λόγο αυτό χρειάζεται να ανατρέξετε κανείς στο φυλλάδιο του κατασκευαστή του εκτυπωτή (manual).