

## B2.5 Οθόνες

### Τι θα μάθουμε σήμερα:

- ❖ Να αναγνωρίζουμε και να αναφέρουμε τα κύρια χαρακτηριστικά μιας οθόνης (τεχνολογία, ανάλυση, μέγεθος, κόστος, κ.λπ.)
- ❖ Να αναγνωρίζουμε και να αναφέρουμε τις μονάδες μέτρησης της ανάλυσης και του μεγέθους μιας οθόνης
- ❖ Να συγκρίνουμε οθόνες με βάση την ανάλυση και το μέγεθός τους
- ❖ Να επιλέγουμε από έναν κατάλογο την πιο κατάλληλη οθόνη για κάποιο παράδειγμα που θα δοθεί.

### 1. Εισαγωγή

Η οθόνη είναι η πιο συνηθισμένη μονάδα εξόδου ενός σύγχρονου υπολογιστή. Είναι αδύνατον να φανταστούμε έναν υπολογιστή χωρίς κάποια μορφή οθόνη, από τον μικρότερο υπολογιστή παλάμης, μέχρι τον μεγαλύτερο υπερυπολογιστή. Στο κεφάλαιο αυτό θα επικεντρωθούμε στις οθόνες που συναντούμε σε προσωπικούς υπολογιστές και στα χαρακτηριστικά τους.



Εικόνα 46 Μια οθόνη αποτελείται από εικονοστοιχεία, το καθένα από αυτά έχει τρεις φωτεινές πηγές, για κόκκινο, πράσινο και μπλε χρώμα

### 2. Πώς λειτουργεί μια οθόνη

Όλες οι οθόνες, άσχετα από τον τρόπο κατασκευής τους, αποτελούνται από μικρές κουκκίδες που ονομάζονται **εικονοστοιχεία (pixels)** οργανωμένα σε σειρές (γραμμές) και στήλες, και κατάλληλους μηχανισμούς και κυκλώματα για να ρυθμίζουν τη φωτεινότητα του κάθε εικονοστοιχείου.

Σε μια έγχρωμη οθόνη, το κάθε εικονοστοιχείο αποτελείται από τρία μέρη που το καθένα μπορεί να εκπέμπει φως διαφορετικού χρώματος, κόκκινο (red) πράσινο (green) και μπλε (blue). Το μείγμα των χρωμάτων αυτών σε διαφορετικές εντάσεις δημιουργεί όλα τα χρώματα που βλέπουμε.



Εικόνα 47 Σύνθεση χρωμάτων με συνδυασμό κόκκινου, πράσινου και μπλε φωτός

Οι πληροφορίες για τον συνδυασμό χρωμάτων του κάθε εικονοστοιχείου αποστέλλονται στην οθόνη από την κάρτα γραφικών, με τη σειρά. Μόλις συμπληρωθεί η αποστολή πληροφοριών σε όλα τα εικονοστοιχεία, η διαδικασία επαναλαμβάνεται, ώστε ολόκληρη η οθόνη να «ανανεώνεται» πολλές φορές το δευτερόλεπτο (20 ή περισσότερες), ώστε στα μάτια μας να δίνεται η ψευδαίσθηση ότι η εικόνα «κινείται». Έτσι, όταν παρακολουθούμε βίντεο στην οθόνη μας, στην πραγματικότητα βλέπουμε εικόνες να εναλλάσσονται με μεγάλη ταχύτητα.

### 3. Είδη Οθόνης

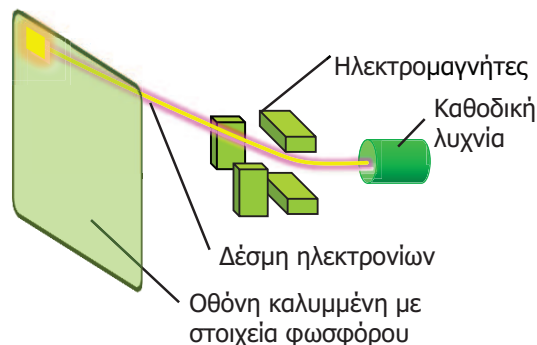
Στα διάφορα είδη οθόνης διαφέρει κυρίως ο μηχανισμός δημιουργίας και λειτουργίας των εικονοστοιχείων. Για πολλά χρόνια επικρατούσαν οι οθόνες **Καθοδικού Σωλήνα (Cathode Ray Tube, CRT)**. Τα τελευταία όμως χρόνια οι περισσότεροι υπολογιστές είναι εφοδιασμένοι με οθόνες υγρών κρυστάλλων (**Liquid Crystal Display, LCD**) και διάφορες παραλλαγές τους.

### 3.1 Οθόνη Καθοδικού Σωλήνα (Cathode Ray Tube, CRT)

Πρόκειται για τις ογκώδεις οθόνες με τις οποίες ήταν εφοδιασμένοι οι υπολογιστές μέχρι πριν μερικά χρόνια. Η οθόνη είναι καλυμμένη με εικονοστοιχεία φωσφόρου, σε τρεις αποχρώσεις. Στο πίσω μέρος της οθόνης υπάρχει μια καθοδική λυχνία που εκπέμπει μια δέσμη ηλεκτρονίων, η οποία περνά μέσα από ένα σύστημα από ηλεκτρομαγνήτες πριν χτυπήσει στην οθόνη, ώστε να μετακινείται δεξιά-αριστερά και πάνω-κάτω και έτσι να περνά από όλα τα εικονοστοιχεία. Καθώς η δέσμη ηλεκτρονίων χτυπά τα στοιχεία φωσφόρου, αυτά εκπέμπουν φως ανάλογα με την ένταση της δέσμης, η οποία ρυθμίζεται ανάλογα με τη φωτεινότητα που χρειάζεται. Στις έγχρωμες οθόνες υπάρχουν τρεις ανεξάρτητες δέσμες ηλεκτρονίων, μια για κάθε χρώμα.



Εικόνα 48 Μια οθόνη καθοδικού σωλήνα



Εικόνα 49 Αρχή λειτουργίας οθόνης καθοδικού σωλήνα

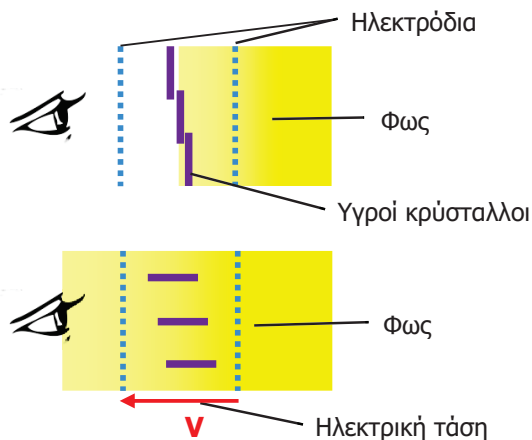
Δεν είναι δυνατή η κατασκευή λεπτών οθονών αυτού του τύπου, διότι χρειάζεται αρκετός χώρος για τον μηχανισμό που βρίσκεται πίσω από την οθόνη. Επίσης, οι οθόνες αυτές καταναλώνουν αρκετό ηλεκτρικό ρεύμα και περιέχουν εσωτερικά επικίνδυνες τάσεις ρεύματος.

### 3.2 Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων (Liquid Crystal Display, LCD)

Οι οθόνες αυτές είναι αρκετά λεπτότερες και τις συναντούμε σχεδόν σε όλους τους σύγχρονους υπολογιστές. Η οθόνη είναι καλυμμένη με εικονοστοιχεία που περιέχουν υγρούς κρυστάλλους. Οι υγροί κρύσταλλοι είναι ουσίες που συμπεριφέρονται σαν κρύσταλλοι και είναι διαφανείς στο φως, αλλά καθώς εφαρμόζουμε σε αυτούς ηλεκτρική τάση, αλλάζουν μορφή και εμποδίζουν το φως να περάσει (χρησιμοποιούνται σε υπολογιστικές μηχανές, ρολόγια και άλλες συσκευές). Το κάθε εικονοστοιχείο έχει τρία ξεχωριστά μέρη, που το καθένα έχει μπροστά κόκκινο, πράσινο ή μπλε φίλτρο, έτσι ώστε όταν φωτίζεται από μια φωτεινή πηγή που βρίσκεται πίσω από την οθόνη να εκπέμπει μόνο το φως του συγκεκριμένου χρώματος. Πίσω από το κάθε φίλτρο υπάρχουν οι υγροί κρύσταλλοι και πολύ λεπτά καλώδια για να εφαρμόζεται σε αυτούς ηλεκτρική τάση, ανάλογη με την ένταση του φωτός που



Εικόνα 50 Μια οθόνη υγρών κρυστάλλων



Εικόνα 51 Αρχή λειτουργίας οθόνης υγρών κρυστάλλων

χρειάζεται να εκπέμπουν.

Η φωτεινή πηγή είναι συνήθως σειρές από λαμπτήρες φθορισμού ή σειρές από φωτοδιόδους (light-emitting diodes, LEDs). Οι οθόνες αυτού του τύπου μπορούν να κατασκευαστούν ώστε να είναι πολύ λεπτές, αφού αποτελούνται από τη φωτεινή πηγή και δύο λεπτά διαφανή φύλλα που περιέχουν τους υγρούς κρυστάλλους. Έχουν, επίσης, χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας από τις οθόνες καθοδικού σωλήνα και γι' αυτό χρησιμοποιούνται σε φορητούς υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα κ.ά.

Μια παραλλαγή αυτού του τύπου οθόνης, έχει επικρατήσει σήμερα: σε κάθε χρώμα του κάθε εικονοστοιχείου διαθέτει ένα Τρανζίστορ Λεπτής Μεμβράνης (Thin Film Transistor, TFT), από το οποίο προέρχεται και το όνομά του (**LCD-TFT Monitor**), και βοηθά το εικονοστοιχείο να φαίνεται φωτεινότερο.

### 3.3 Άλλα είδη οθόνης

Οι οθόνες LCD-TFT παρά τη διάδοσή τους έχουν κάποια σοβαρά μειονεκτήματα: Μόνο μέρος του φωτός που παράγεται από την πηγή αξιοποιείται (το υπόλοιπο χάνεται) και καταναλώνεται ενέργεια ακόμη και όταν το εικονοστοιχείο είναι σκοτεινό (για να κρατά τον υγρό κρύσταλλο στην «κλειστή» του μορφή). Τεχνολογικές εξελίξεις και έρευνα σταδιακά οδηγούν σε νέες ιδέες που βρίσκουν τον δρόμο τους στην αγορά, όπως για παράδειγμα υγροί κρύσταλλοι με την ιδιότητα να κρατούν για απεριόριστο χρόνο το «χρώμα» τους, ακόμη και αν αφαιρεθεί εντελώς η ηλεκτρική τάση ή η περισσότερο γνωστή οθόνη Οργανικών Φωτοδίοδων (Organic Light-Emitting Diode, OLED), όπου ο υγρός κρύσταλλος αντικαθιστάται με οργανικές ουσίες που εκπέμπουν φως και δεν χρειάζονται πλέον φωτεινή πηγή. Αυτές ήδη κυκλοφορούν σε φορητές συσκευές με την ονομασία AMOLED (Active Matrix OLED). Μια ενδιαφέρουσα ιδιότητά τους είναι ότι μπορούν να κατασκευαστούν και σε ευλύγιστο υλικό, όπως μεμβράνες, με νέες προοπτικές, για παράδειγμα οθόνες που θα τυλίγονται για να καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο.



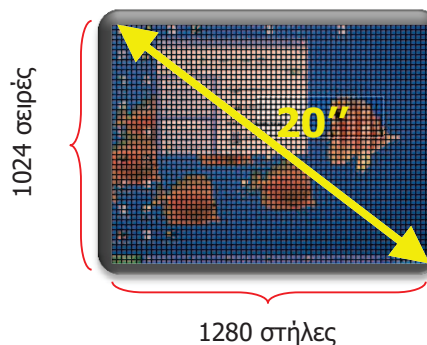
Εικόνα 52 Μια ευλύγιστη οθόνη OLED

## 4. Χαρακτηριστικά οθονών

Οι οθόνες είναι πολύπλοκες συσκευές και έχουν αλληλοεξαρτώμενα τεχνικά χαρακτηριστικά (πολλά από τα οποία δεν δίνονται από τον κατασκευαστή), τα οποία δεν είναι πάντοτε εύκολο να συγκρίνουμε. Τα βασικά χαρακτηριστικά που συναντούμε στην αγορά σχολιάζονται πιο κάτω, αλλά πολλές φορές χρειάζεται να δει κάποιος μια συγκεκριμένη οθόνη σε λειτουργία πριν την αγοράσει.

### 4.1 Ανάλυση

Στις περισσότερες περιπτώσεις η ανάλυση αναφέρεται με τον αριθμό των εικονοστοιχείων σε κάθε σειρά (στήλες) και τον αριθμό των σειρών. Για παράδειγμα μια οθόνη με ανάλυση 1280×1024 έχει 1280 στήλες και 1024 σειρές από εικονοστοιχεία, ενώ μια με 1600×900 έχει 1600 στήλες και 900 σειρές. Ο τρόπος αυτός



Εικόνα 53 Ανάλυση και μέγεθος οθόνης

περιγραφής της ανάλυσης δεν βοηθά στη σύγκριση οθονών διαφορετικού μεγέθους, διότι δεν περιγράφει πόσες κουκκίδες (εικονοστοιχεία) έχουμε ανά ίντσα. Εάν γνωρίζουμε όμως το μήκος και το πλάτος μιας οθόνης, με τον κατάλληλο υπολογισμό μπορούμε να βρούμε πόσες κουκκίδες αντιστοιχούν ανά ίντσα (**dots per inch, dpi**) και να προχωρήσουμε στη σύγκριση, όπως και με τους εκτυπωτές.

#### 4.2 Μέγεθος οθόνης

Έχει καθιερωθεί να ονομάζεται έτσι το μήκος της διαγωνίου της επιφάνειας των εικονοστοιχείων σε ίντσες. Κοινά μεγέθη είναι 10", 14", 15,6", 17", 19", 20", 24" (τα πρώτα τρία είναι μεγέθη για φορητούς υπολογιστές). Ο τρόπος αυτός μέτρησης είναι συχνά παραπλανητικός, διότι δεν έχουν όλες οι οθόνες το ίδιο σχήμα. Κάποιες είναι πιο τετραγωνισμένες, ενώ άλλες είναι στενόμακρες (wide screen).

#### 4.3 Σχήμα οθόνης (λόγος διαστάσεων)

Οι παλαιότερες οθόνες (κυρίως καθοδικού σωλήνα, αλλά και μερικές υγρών κρυστάλλων) είχαν λόγο διαστάσεων 4:3 (δηλαδή εάν χωρίσουμε το πλάτος σε 4 ίσα μέρη, το ύψος θα είναι ίσο με 3 τέτοια μέρη). Υπήρξαν και οθόνες

με λόγο 5:4. Τα τελευταία χρόνια έχουν επικρατήσει οι οθόνες με λόγο διαστάσεων 16:9, με μεγαλύτερο πλάτος σε σχέση με το ύψος τους.



Εικόνα 54 Δύο οθόνες με το ίδιο μέγεθος (20"), αλλά διαφορετικούς λόγους

Δύο οθόνες με το ίδιο μέγεθος (διαγωνίου) αλλά διαφορετικού σχήματος έχουν και διαφορετική επιφάνεια (η πιο «τετραγωνισμένη» έχει μεγαλύτερη επιφάνεια). Για παράδειγμα, μια οθόνη με λόγο διαστάσεων 4:3 και μέγεθος 20" έχει πλάτος 16" και ύψος 12" ενώ μια οθόνη με λόγο διαστάσεων 16:9 και το ίδιο μέγεθος έχει πλάτος 17,4" και ύψος 9,8" περίπου. Η πρώτη έχει εμβαδόν 192 τετραγωνικές ίντσες, ενώ η δεύτερη μόνο 170,9.

#### 4.4 Αριθμός χρωμάτων που μπορεί να αναπαραστήσει

Γενικά, υπάρχει η εντύπωση ότι οι περισσότερες οθόνες μπορούν να αναπαραστήσουν με ακρίβεια τα 16 εκατομμύρια περίπου χρωμάτων που αποστέλλει μια κάρτα γραφικών (24 bit, 8 bit για κάθε βασικό χρώμα). Στην πραγματικότητα, τα εσωτερικά ηλεκτρονικά μιας οθόνης πιθανόν να αναπαραστήσουν μόνο 6 bit χρώμα και να αγνοούν τα υπόλοιπα. Έτσι, όμοια («γειτονικά») χρώματα πιθανόν να εμφανίζονται στην οθόνη ως απaráλλαχτα. Για γενική χρήση ενός υπολογιστή, αυτό πιθανόν να μην το παρατηρήσουμε. Ένας γραφίστας όμως, θα διαπιστώσει τις μικρές αυτές διαφορές όταν τυπωθεί μια εικόνα που επεξεργάστηκε, ενώ αυτές δεν φαίνονταν στην οθόνη.

#### 4.5 Ρυθμός ανανέωσης πλαισίων (frame refresh rate)

Πρόκειται για την ταχύτητα με την οποία η οθόνη μπορεί να σχεδιάσει μια ολόκληρη εικόνα (ονομάζεται πλαίσιο ή καρτέ), δηλαδή πόσες φορές το δευτερόλεπτο μπορεί να ξανασχεδιάζεται ολόκληρη η οθόνη. Είναι αρκετά ψηλότερη των 25 ανά δευτερόλεπτο (δηλαδή πάνω από 25 Hz), που είναι το όριο κάτω από το οποίο τα μάτια μας εντοπίζουν την οθόνη να τρεμοπαίζει. Συνήθως είναι 60 Hz, 75 Hz, και σε πολλές σύγχρονες οθόνες ξεπερνά τα 100 Hz.

#### 4.6 Χρόνος ανταπόκρισης

Πρόκειται για τον χρόνο που χρειάζεται ένα εικονοστοιχείο για να αλλάξει από μία φωτεινότητα (ή χρώμα) σε άλλη. Αυτός καθορίζεται από την τεχνολογία κατασκευής των εικονοστοιχείων και είναι γενικά μεγαλύτερος στις φθηνότερες/μέτριων επιδόσεων οθόνες. Μετριέται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου (milliseconds, ms) και είναι σημαντικό να είναι μικρός εάν η οθόνη θα χρησιμοποιείται για παιχνίδια, βίντεο ή άλλες εφαρμογές όπου πιθανόν να υπάρχουν γρήγορες μεταβολές στα χρώματα.

#### 4.7 Τύπος σύνδεσης

Οι περισσότερες οθόνες έχουν σύνδεση με θύρα **VGA** (Video Graphics Array), ενώ κάποιες νεότερες έχουν καθαρά ψηφιακή σύνδεση με θύρα **DVI** (Digital Visual Interface) ή ακόμη και σύνδεση ψηλής ευκρίνειας **HDMI** (High Definition Multimedia Interface). Οι περισσότερες οθόνες νέας τεχνολογίας προσφέρουν πάνω από έναν τύπο σύνδεσης.

#### 4.8 Άλλα χαρακτηριστικά

Εκτός από τα πιο πάνω, που είναι βασικά χαρακτηριστικά, υπάρχουν και αρκετά άλλα όπως:

- **Η φωτεινότητα της οθόνης (luminosity):** Πόσο φωτεινά είναι τα χρώματα και σε ποιο βαθμό είναι ορατά π.χ. σε εξωτερικούς χώρους με ηλιοφάνεια. Η μονάδα μέτρησής της είναι  $cd/m^2$ .
- **Η γωνία θέασης (viewing angle):** Είναι η μεγαλύτερη γωνία από την κάθετο στην οθόνη υπό την οποία μπορούμε να βλέπουμε την εικόνα ικανοποιητικά. Μπορεί να είναι διαφορετική ως προς την οριζόντια και την κατακόρυφη. Αφορά κυρίως οθόνες υγρών κρυστάλλων και μετριέται σε μοίρες.
- **Λόγος αντίθεσης (contrast ratio):** Είναι ο λόγος της έντασης του φωτός που εκπέμπεται από ένα εικονοστοιχείο όταν έχει άσπρο χρώμα και μαύρο χρώμα. Για παράδειγμα 300:1 σημαίνει ότι το άσπρο είναι 300 φορές πιο φωτεινό από το μαύρο.
- **Κόστος αγοράς**

#### Βασικές Έννοιες

##### **Εικονοστοιχεία (pixels):**

Οι κουκκίδες που αναπαριστούν χρώματα στην οθόνη. Είναι οργανωμένα σε σειρές (γραμμές) και στήλες. Το καθένα αποτελείται από τρία μέρη που εκπέμπουν φως διαφορετικού χρώματος, κόκκινο (red), πράσινο (green) και μπλε (blue).

##### **Οθόνη Καθοδικού Σωλήνα (Cathode Ray Tube, CRT):**

Οθόνες παλαιότερης τεχνολογίας με εικονοστοιχεία από φωσφόρο, που ενεργοποιούνται από δέσμη ηλεκτρονίων που εκπέμπει μια καθοδική λυχνία και η οποία περνά μέσα από ηλεκτρομαγνήτες που την κατευθύνουν με τη σειρά σε όλα τα εικονοστοιχεία.

##### **Οθόνη Υγρών Κρυστάλλων (Liquid Crystal Display):**

Επίπεδη οθόνη την οποία συναντούμε στους σύγχρονους υπολογιστές. Τα εικονοστοιχεία περιέχουν υγρούς κρυστάλλους, που εκπέμπουν ή εμποδίζουν το φως (από λάμπες φθορισμού ή φωτοδιόδους) να περάσει από μέσα τους, ανάλογα με την τάση του ρεύματος που εφαρμόζεται στον καθένα από αυτούς. Έχουν χαμηλή κατανάλωση ρεύματος και γι' αυτό χρησιμοποιούνται σε φορητές