

Σύγχρονες οθόνες

Μικρές ή τεράστιες, οι επίπεδες οθόνες έχουν αρχίσει να κατακτούν τον κόσμο

Από τον Rainer Bucken

Οι οθόνες αποτελούν ίσως την πλέον σημαντική συσκευή δισύνδεσης του χρήστη με τις διάφορες συσκευές. Οπουδήποτε και αν γυρίσει κανείς, βλέπει τηλεοράσεις, μόνιτορ και βιομηχανικές εφαρμογές οθονών. Οι παλιές γνωστές οθόνες τεχνολογίας καθοδικού σωλήνα έχουν πλέον αρχίσει να υποχωρούν αφήνοντας χώρο για τις νέες τεχνολογίες, οι οποίες με την σειρά τους κατακτούν νέα πεδία εφαρμογών. Στο άρθρο που ακολουθεί ρίχνουμε μία ματιά στην υπάρχουσα κατάσταση, ενώ επίσης ερευνούμε και τις υπάρχουσες τάσεις σχετικά με το μέλλον των οθονών.

Το 1897, ο Karl Ferdinand Braun δημοσίευσε ένα άρθρο σχετικά με την "μέθοδο απεικόνισης και μελέτης της χρονικής εξέλιξης των μεταβαλλόμενων ρευμάτων". Στο εν λόγω μάλιστα άρθρο πρότεινε την χρήση σωλήνα καθοδικών ακτίνων [CRT] σαν ένα όργανο παρατήρησης με γρήγορη απόκριση. Η συγκεκριμένη ιδέα του Braun οδήγησε σύντομα σε απρόβλεπτες νέες εφαρμογές. Το 1907 ο Braun τιμήθηκε για την συγκεκριμένη πατέντα, και το 1930



ο Γερμανός φυσικός Manfred von Ardenne, ο οποίος την εποχή εκείνη είχε ηλικία μόλις 23 ετών, κατάφερε να μεταδώσει μία τηλεοπτική εικόνα με την βοήθεια ηλεκτρονικών μέσων.

Η βασική αρχή λειτουργίας της τηλεόρασης δεν έχει αλλάξει από τότε: μία δέσμη ηλεκτρονίων πέφτει επάνω σε μία στρώση φωσφόρου μέσα σε μία λυχνία κενού, με αποτέλεσμα να προκαλείται η εκπομπή φωτός. Ο καθοδικός σωλήνας αποτελείται από ένα γυάλινο περίβλημα, η εμπρόσθια επιφάνεια του οποίου είναι συνήθως κυρτή. Η συγκεκριμένη καμπυλότητα της εμπρόσθιας επιφάνειας είναι απαραίτητη για να είναι αυτή σε θέση να αντξεί την ισχυρή πίεση η οποία εφαρμόζεται από την εξωτερική πλευρά του καθοδικού σωλήνα, αφού ο αέρας έχει αφαιρεθεί από το εσωτερικό του σωλήνα και σε αυτόν υπάρχει κενό. Στο στενό άκρο του καθοδικού σωλήνα βρίσκεται το νήμα και η κάθοδος, τα οποία περιβάλλονται από ένα κύλινδρο τύ-

που "Wehnelt", ο οποίος υποχρεώνει τα ηλεκτρόνια να διέλθουν μέσα από μία μικρή οπή. Η κάθοδος και ο κύλινδρος Wehnelt διατηρούνται σε ένα αρνητικό δυναμικό το οποίο είναι δυνατόν να ρυθμιστεί με σκοπό τον έλεγχο της φωτεινότητας. Η συγκεκριμένη κατασκευή συμπληρώνεται από ένα σύνολο οριζόντιων και κατακόρυφων πηνίων απόκλισης και μία άνοδος, η οποία οδηγείται από αρνητικό δυναμικό. Στην αρχή χρησιμοποιείτο ηλεκτροστατική απόκλιση της δέσμης, αλλά στην συνέχεια η απόκλιση έγινε μαγνητική. Όλα τα προαναφερθέντα μέρη, αποτελούν ένα σύνολο το οποίο είναι γνωστό ως "ηλεκτρονικό πυροβόλο". Η εσωτερική επιφάνεια του γυάλινου περιβλήματος έχει μία επίστρωση από γραφίτη, η οποία συνδέεται με ένα ιδιαίτερα υψηλό δυναμικό ανόδου (που φτάνει μέχρι τα 17.000 V), ενώ μπροστά από την επίστρωση του φωσφόρου υπάρχει μία μάσκα με την μορφή σημείων, σχισμών, ή διαφραγμάτων (δείτε την αναφορά [1]).

Η τεχνολογική εξέλιξη των καθοδικών σωλήνων είναι δυνατόν να περιγραφεί από τις σταθερά αυξανόμενες γωνίες απόκλισης και το μέγεθος των οθονών. Το βάθος του καθοδικού σωλήνα μπορεί να ελαττωθεί εάν χρησιμοποιήσουμε μεγαλύτερη γωνία απόκλισης. Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες γωνίες απόκλισης μέχρι πρόσφατα ήταν 65 μοίρες, 90 μοίρες και 110 μοίρες. Σήμερα πλέον, έχουμε οθόνες με γωνία απόκλισης 125 μοίρες και βάθος περίπου 40 cm.

Το 1953 η διαγώνιος της οθόνης ήταν 23 cm, ενώ το 1955 η τυπική διαγώνιος μίας οθόνης ήταν 43 cm. Η τεχνική εξέλιξη της απόκλισης των 110 μοιρών παρουσιάστηκε το 1970 και οδήγησε στην εμφάνιση τηλεοπτικών συσκευών με διαγώνιο οθόνης 66 cm. Το 1987 αρκετοί εκθέτες παρουσίασαν συσκευές με διαγώνιο 82 cm (32 ίντσες), ενώ η Grundig προχώρησε ακόμη παραπέρα και παρουσίασε μία τηλεόραση με διαγώνιο 95 cm (36 ίντσες). Η εν λόγω συσκευή είχε βάρος περίπου 125 κιλά και η προτεινόμενη λιανική τιμή της ήταν 8.000 Γερμανικά μάρκα. Το 2001, η Sony παρουσίασε την KV-40XBR700 'Super Triniton' με διαγώνιο οθόνης 101 cm, η οποία εκείνη την εποχή αποτελούσε την κορυφαία συσκευή σε ολόκληρο το κόσμο.

Η HDTV προκαλεί νέες εξελίξεις

Το Ιαπωνικό Ινστιτούτο τηλεόρασης NHK έχει από το 1964 ξεκινήσει την μελέτη και ανάπτυξη της τηλεόρασης υψηλής ανάλυσης (high-definition television [HDTV]) γνωστής στην Ιαπωνία και ως "Hi-Vision". Αντί των 525 γραμμών που ορίζονται στο πρότυπο NTSC το οποίο χρησιμοποιείται στην Ιαπωνία, η τηλεόραση υψηλής ανάλυσης χρησιμοποιεί 1125 γραμμές. Η πρώτη επίδειξη του συστήματος έγινε το 1985, σε οθόνες καθοδικού σωλήνα και προβολείς εικόνας (projector), ενώ οι πρώτες δοκιμές εκπομπής τηλεοπτικού σήματος υψηλής ανάλυσης έγιναν το 1986. Το 2000 ξεκίνησαν οι ψηφιακές εκπομπές Hi-Vision μέσω δορυφόρου και το 2003 ακολούθησαν αντίστοιχες επίγειες εκπομπές. Μέχρι το τέλος του επόμενου έτους, τα εν λόγω συστήματα αναμένεται να καλύψουν το 80 % των Ιαπωνικών νοικοκυριών.

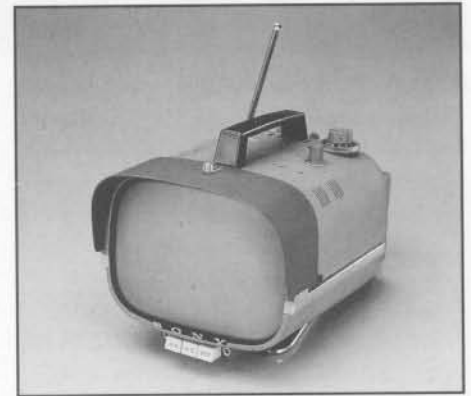
Όλα αυτά βέβαια, προϋποθέτουν την χρήση νέων συσκευών, οι οποίες θα είναι σε θέση να αξιοποιήσουν τα νέα πρότυπα εκπομπής HDTV, τα οποία αναφέρονται ως

Πεπλεγμένη έναντι εξελικτικής απεικόνισης

Η τηλεοπτική εκπομπή με χρήση πεπλεγμένων (interlaced) πλαισίων παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στην Γερμανική Έκθεση Τηλεοπτικών Εκπομπών το 1935. Η συγκεκριμένη τεχνική συνίσταται στον διαχωρισμό των πλαισίων της εικόνας σε δύο υπο-πλαίσια με άρτιους και περιττούς αριθμούς γραμμών, τα οποία στην συνέχεια απεικονίζονται διαδοχικά, πρώτα οι γραμμές με περιττό αριθμό και έπειτα οι γραμμές με άρτιο αριθμό. Η παραμένουσα φωτεινότητα του φωσφόρου μαζί με την καθυστέρηση του οπτικού σήματος στον ανθρώπινο εγκέφαλο, έχουν σαν αποτέλεσμα οι δύο εικόνες να συγχωνεύονται οπτικά σε μία. Με τον τρόπο αυτό διπλασιάζεται ο φαινόμενος ρυθμός απεικόνισης πλαισίων, και ελαττώνεται το τρέμουλο της εικόνας και το απαιτούμενο εύρος ζώνης. Παρόλα αυτά όμως, η τεχνική της σύμπλεξης έχει και κάποια μειονεκτήματα. Μεταξύ των δύο υπο-πλαisiών υπάρχει για παράδειγμα μία χρονική μετατόπιση, η οποία προκαλεί στα κατακόρυφα άκρα την εμφάνιση πρι-

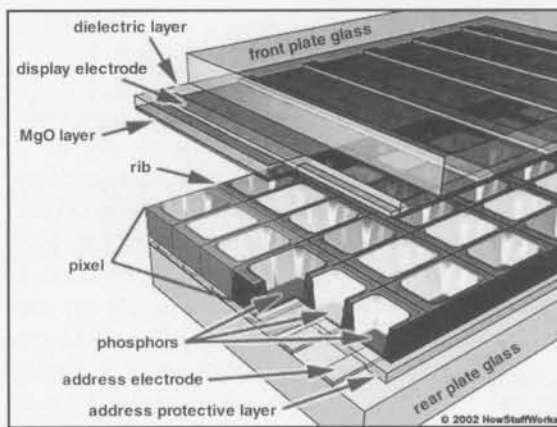
ωτών μορφών όταν έχουμε γρήγορες εναλλαγές της εικόνας. Ένα δεύτερο μειονέκτημα της σύμπλεξης είναι οι δυσκολίες που εισάγει στις σύγχρονες μεθόδους συμπίεσης της εικόνας, που χρησιμοποιούνται για μείωση των ρυθμών μεταφοράς δεδομένων. Σαν αποτέλεσμα, για την μετατροπή από Ευρωπαϊκό τηλεοπτικό πρότυπο PAL (το οποίο στην ουσία χρησιμοποιεί 2 ομάδες 288 γραμμών) στην τηλεόραση υψηλής ανάλυσης (HDTV), καθιερώθηκε το πρότυπο 720p. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ο όρος "720p" υποδηλώνει το πλήθος των γραμμών (720), ενώ το p αντιπροσωπεύει την εξελικτική απεικόνιση (progressive), το οποίο σημαίνει πλήρη απεικόνιση των πλαισίων χωρίς σύμπλεξη. Εικόνα καλής ποιότητας βέβαια, είναι δυνατόν να επιτευχθεί και με χρήση του πεπελεγμένου προτύπου 1080i. Το επόμενο βήμα που ήδη μελετάται είναι η μεταπήδηση στο πρότυπο 1080p. Σύμφωνα με τις διαβεβαιώσεις των κατασκευαστών, οι νέες οθόνες δεν θα έχουν κανένα πρόβλημα στην διαχείριση του συγκεκριμένου προτύπου.

'1280 x 720p/60' και '1920 x 1080i/30'. Ο πρώτος αριθμός της περιγραφής δηλώνει το πλήθος των εικονοστοιχείων ανά γραμμή και ο δεύτερος δηλώνει το πλήθος των γραμμών. Οι χαρακτήρες "p" ή "i" υποδεικνύουν την τεχνική που χρησιμοποιείται για την αναπαραγωγή της εικόνας: το p υποδηλώνει εξελικτική (progressive) απεικόνιση ενώ το i υποδηλώνει πεπλεγμένη (interleaved) απεικόνιση (δείτε το αντίστοιχο ένθετο). Ο τελευταίος αριθμός προσδιορίζει το πλήθος των πλαισίων που εκπέμπονται ανά δευτερόλεπτο. Οι Ευρωπαϊκοί σταθμοί εκπομπής θα πρέπει να επιλέξουν μεταξύ των 1080i/25 και 750p/50. Για να έχουμε ένα μέτρο σύγκρισης, να πούμε ότι το τρέχον σύστημα PAL TV παρέχει μόλις 2 X 288 γραμμές ανά πλαίσιο εικόνας. Παρεμπιπτόντως, να αναφέρουμε ότι η Ευρώπη ξεκίνησε από το 1986 την ανάπτυξη του δικού της συστήματος HDTV, με 1250 γραμμές και ρυθμό μισού πλαισίου 50 Hz. Στα σχέδια υπήρχε επίσης και η χρήση τεχνικής μετάδοσης χωρίς σύμπλεξη. Δυστυχώς όμως, η συγκεκριμένη απόπειρα έγινε χωρίς να δοθεί η απαιτούμενη προσοχή στα τεκταινόμενα στην αγορά, με



Σχήμα 1. Οι τηλεοράσεις με καθοδικό σωλήνα (CRT) έχουν μία παρουσία σχεδόν 100 ετών. Η συγκεκριμένη συσκευή κατασκευάστηκε το 1960. (Φωτογραφία: Sony)

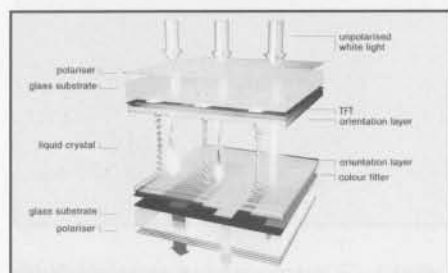
αποτέλεσμα το 1992 και μετά από πρόταση της Βρετανίας η Ευρωπαϊκή Ένωση να αποφασίσει να διακόψει την χρηματοδότηση του προγράμματος. Το όλο λοιπόν εγχείρημα κατέληξε σε μία περιττή δαπάνη, η οποία πήγε πολλά χρόνια πίσω την έρευνα σχετικά με την τηλεόραση υψηλής ανάλυσης στην Ευρώπη.



Σχήμα 2. Οι οθόνες πλάσματος δεν χρειάζονται εξωτερική πηγή φωτός, δεδομένου ότι παράγουν υπεριώδης ακτινοβολία μέσω της διέγερσης ευγενών αερίων σε ξεχωριστές κυψέλες. Η υπεριώδης ακτινοβολία μετατρέπεται σε ένα από τα τρία βασικά χρώματα μέσω της κατάλληλης επίστρωσης φωσφόρου των κυψελών. (Διάγραμμα: Clarycon [2])

Οθόνες πλάσματος με μεγάλο μέγεθος

Την δεκαετία του 1970, η NHK ίδρυσε ένα εργαστήριο πλάσματος μέσα στα κεντρικά της εργαστήρια τεχνολογικής έρευνας και επιστημών (Science and Technical Research Laboratories [STRL]), στο οποίο συμμετείχαν επίσης εξειδικευμένοι επιστήμονες από την Matsushita. Στο εν λόγω λοιπόν STRL αναπτύχθηκαν οι επιστρώσεις φωσφόρου για τα τρία πρωτεύοντα χρώ-



Σχήμα 3. Σχηματικό διάγραμμα μίας οθόνης LCD. Το πολωμένο φως "στρέφεται" από τους ελικοειδής υγρούς κρυστάλλους, οπότε εξέρχεται από το δεύτερο φίλτρο πόλωσης το οποίο είναι στραμμένο κατά 90 μοίρες σε σχέση με το πρώτο (δείτε το κείμενο). Με τον τρόπο αυτό το αντίστοιχο εικονοστοιχείο δείχνει φωτεινό. Εάν εφαρμοστεί ηλεκτρικό πεδίο, οι υγροί κρύσταλλοι ευθυγραμμίζονται και παύουν να περιστρέφουν το επίπεδο πόλωσης του διερχόμενου φωτός. Αποτέλεσμα αυτού είναι ένα σκοτεινό εικονοστοιχείο.

ματα (κόκκινο, πράσινο και μπλε) καθώς επίσης και το αέριο πλήρωσης των κυψελών. Η εταιρεία Fujitsu ξεκίνησε την ανάπτυξη οθονών με τεχνολογία πλάσματος το 1967, και τα πρώτα πάνελ παρουσιάστηκαν το 1992, με διαγώνιο οθόνης 21 ίντσες (53 cm).

Η παγκόσμια αγορά τηλεοράσεων τεχνολογίας πλάσματος έφτασε την χρονιά αυτή τα 6 εκατομμύρια μονάδες, την στιγμή που στην χρονιά που πέρασε

οι πωλήσεις ήταν τουλάχιστον οι μισές. Η Matsushita, η οποία πουλάει τα προϊόντα της με το εμπορικό όνομα Panasonic, είναι σύμφωνα με δικούς της υπολογισμούς ο μεγαλύτερος παραγωγός, ακολουθούμενη από τις Samsung, LG Electronics και Pioneer. Στην έκθεση IFA αυτού του έτους που γίνεται στην Γερμανία, η Panasonic παρουσίασε οθόνες 50 και 65 ίντσών με "πραγματική" ανάλυση HDTV 1920 x 1080 εικονοστοιχείων. Για την οικιακή αγορά, μία ανάλυση 1366 x 768 αποτελεί μάλλον την καλύτερη επιλογή για ξεκίνημα. Από την άλλη έχουμε και την Samsung, η οποία όμως επί του παρόντος δεν προτίθεται να προωθήσει στην Ευρωπαϊκή αγορά τις νέες της οθόνες 1080 γραμμών.

Η μεγαλύτερη τηλεόραση με οθόνη πλάσματος, με διαγώνιο 259 cm (102 ίντσες) και ανάλυση 1920 x 1080 εικονοστοιχεία, έρχεται επίσης από την ίδια Κορεάτικη εταιρεία. Ακόμη και εάν αυτή αποτελεί απλά μία μελέτη δυνατοτήτων, τα πάνελ οθονών από πλάσμα (plasma display panels [PDPs]) που υπάρχουν αυτή τη στιγμή είναι σε θέση να παίξουν τον δικό τους σημαντικό ρόλο. Με διαγωνίους οθόνης μέχρι 165 cm ή και ακόμη παραπάνω, μπορούν να μετατρέψουν απλά καθιστικά δωμάτια και μπαράκια σε μικρούς κινηματογράφους. Οι οθόνες πλάσματος χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σαν συσκευές απεικόνισης σε μέρη όπως είναι οι ανοικτοί χώροι και τα αεροδρόμια.

Εκπομπή φωτός από ευγενή αέρια

Παρότι οι οθόνες πλάσματος εξωτερικά μοιάζουν αρκετά με τις οθόνες υγρών κρυστάλλων, η αρχή λειτουργίας είναι εντελώς διαφορετική (δείτε το Σχήμα 2). Στις οθόνες τύπου πλάσματος έχουμε δύο γυάλινα υποστρώματα τα οποία περιλαμβάνουν

ένα μεγάλο πλήθος από μικρές κυψέλες γεμάτες με ένα μείγμα ευγενών αερίων όπως αργό, νέο και ξένο και τα τοιχώματα των κυψελών είναι καλυμμένα με φωσφόρο που αντιστοιχεί σε ένα από τα τρία βασικά χρώματα (κόκκινο, πράσινο και μπλε) [2]. Σε κάθε κυψέλη παράγεται μία υπεριώδης ακτινοβολία μέσω μίας υψηλής τάσης (περίπου 500 V), η οποία εφαρμόζεται σε ένα ηλεκτρόδιο διεύθυνσης και ένα ηλεκτρόδιο οθόνης. Η υπεριώδης ακτινοβολία μετατρέπεται στην συνέχεια σε ορατό κόκκινο, πράσινο ή μπλε φως από την επίστρωση του φωσφόρου στα τοιχώματα της κυψέλης. Για μία μεγάλη περίοδο επικρατούσε μία διαμάχη σχετικά με το εάν θα πρέπει να χρησιμοποιείται συνεχής ή εναλλασσόμενη τάση για την διέγερση και την εκπομπή φωτός από το πλάσμα. Σήμερα, οι περισσότερες οθόνες πλάσματος χρησιμοποιούν διέγερση μέσω εναλλασσόμενης τάσης. Σύμφωνα με το ειδικό περί οθονών Wolfgang Klinger της Panasonic, η διέγερση μέσω εναλλασσόμενης τάσης παρουσιάζει μικρότερη κατανάλωση ισχύος σε σχέση με την συνεχή τάση.

Συγκρινόμενες με τις οθόνες καθοδικού σωλήνα, οι οθόνες πλάσματος παρουσιάζουν καλύτερη ομοιομορφία όσον αφορά την φωτεινότητα μεταξύ του κέντρου της οθόνης και των άκρων αυτής. Ένα δεύτερο πλεονέκτημα είναι ότι η συγκεκριμένη τεχνολογία επιτρέπει την κατασκευή οθονών με μεγάλη διαγώνιο και μικρότερο κόστος. Τα πλεονεκτήματα όμως αυτά αντισταθμίζονται από μία μεγαλύτερη κατανάλωση ισχύος. Η κατανάλωση ισχύος σε μία οθόνη πλάσματος είναι κυμαινόμενη, και φθάνει στα μέγιστα όταν έχουμε την απεικόνιση μεγάλων άσπρων επιφανειών, ενώ η κατανάλωση των LCD καθορίζεται κύρια από τον φωτισμό του υποβάθρου και είναι σχεδόν σταθερή. Σε γενικές γραμμές, η συνολική κατανάλωση μίας οθόνης πλάσματος είναι περίπου 50 % αυξημένη σε σχέση με αυτήν μίας οθόνης LCD. Παρόλα αυτά όμως, η Panasonic σε μία πρόσφατη εσωτερική επίδειξη κατάφερε να αντιστρέψει τα δεδομένα: οι οθόνες πλάσματος είναι σε θέση να αποκτήσουν καλύτερες επιδόσεις όσον αφορά την κατανάλωση σε σχέση με τις χαμηλής φωτεινότητας οθόνες LCD.

Οθόνες υγρών κρυστάλλων για κάθε εφαρμογή

Η αυξανόμενη αναγνώριση από την αγο-

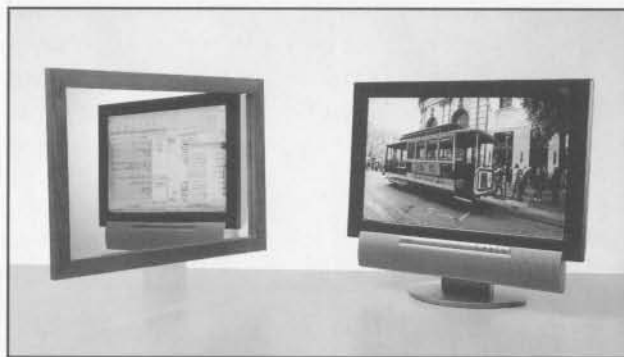
ρά των οθονών υγρών κρυστάλλων (LCD), οφείλεται στο μεγάλο εύρος και την ευελιξία χρήσης που παρουσιάζουν. Οι υγροί κρύσταλλοι περιεγράφησαν για πρώτη φορά το 1888 από τον Αυστριακό Friedrich Meinitzer, και το 1963 Ο Αμερικανός R. Williams ανακάλυψε τις ηλεκτρο-οπτικές τους ιδιότητες. Η πρώτη οθόνη LCD κατασκευάστηκε το 1968, και το 1973 η Sharp παρουσίασε ένα υπολογιστή τσέπης ο οποίος διέθετε οθόνη LCD. Τον Ιούνιο του 1983, η Casio παρουσίασε την πρώτη τηλεόραση τσέπης με διάμετρο οθόνης 2,7 ίντσες (67 mm). Μετά το 1985, οι φορητοί υπολογιστές έγιναν πραγματικότητα με το μοντέλο T1000 της Toshiba, ενώ οι έγχρωμες οθόνες που έκαναν χρήση της εν λόγω τεχνολογίας παρουσιάστηκαν στην αγορά μέσα στην δεκαετία του '90. Εκτιμάται ότι μέσα στο 2003 πουλήθηκαν περίπου τρία εκατομμύρια τηλεοράσεις LCD, ενώ για το 2008 το αντίστοιχο μέγεθος προβλέπεται ότι θα φθάσει τα 30 εκατομμύρια. Ο τζίρος των επίπεδων οθονών αυξήθηκε από τα 45 εκατομμύρια Ευρώ το 2003, στα 80 εκατομμύρια το 2005, όπου υπολογίζεται ότι το 70 % με 80 % του παραπάνω μεγέθους οφείλεται στις οθόνες LCD. Μία οθόνη υγρών κρυστάλλων κατασκευάζεται βασισμένη στην αρχή των διαδοχικών στρώσεων (δείτε το **Σχήμα 3**). Το φως από την πηγή του υποβάθρου διέρχεται μέσα από ένα πολωτικό φίλτρο στην εξωτερική πλευρά της πρώτης γυάλινης πλάκας και την πρώτη στρώση ηλεκτροδίων. Μετά από αυτά, συναντά το στρώμα υγρών κρυστάλλων, το οποίο είναι τοποθετημένο μεταξύ δύο επιπέδων προσανατολισμού. Ακολουθεί ένα δεύτερο στρώμα υγρών κρυστάλλων, ένα μονωτικό στρώμα, ένα χρωματικό φίλτρο, ένα γυάλινο φύλλο και ένα δεύτερο πολωτικό φίλτρο.

Τα στρώματα προσανατολισμού ευθυγραμμίζονται σε ορθή μεταξύ τους γωνία, γεγονός το οποίο (όταν δεν υπάρχει εξωτερικό πεδίο), οδηγεί τους κρυστάλλους σε μία ελικοειδή μορφή. Από το πρώτο φίλτρο πόλωσης, το φως πολώνεται σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο, ενώ καθώς το φως διέρχεται μέσα από το στρώμα των υγρών κρυστάλλων, το επίπεδο πόλωσης στρέφεται κατά 90 μοίρες. Με τον τρόπο αυτό, το φως αποκτά την δυνατότητα να περάσει και από το δεύτερο φίλτρο πόλωσης, το οποίο είναι αντίστοιχα στραμμένο κατά 90 μοίρες σε σχέση με το πρώτο φίλτρο. Το αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας εί-

ναι η δημιουργία ενός φωτεινού εικονοστοιχείου (pixel). Εάν τώρα εφαρμοστεί κάποιο ηλεκτρικό πεδίο στους κρυστάλλους, τότε αυτοί χάνουν την "περιστροφή" που έχουν, με αποτέλεσμα να μην αλλάζει το επίπεδο πόλωσης του φωτός κατά την διέλευση μέσα από αυτούς και κατά συνέπεια το φως μπλοκάρεται από το δεύτερο φίλτρο πόλωσης. Αποτέλεσμα αυτού είναι το συγκεκριμένο εικονοστοιχείο να δείχνει πλέον "σκοτεινό".

Το ξεπέραςμα των αρχικών προβλημάτων

Οι οθόνες και οι προβολείς υγρών κρυστάλλων χωρίζονται σε δύο τύπους: ανάκλασης και εκπομπής. Στον τύπο ανάκλασης, έχουμε φως από μία εξωτερική πηγή το οποίο ανακλάται σε ένα εσωτερικό καθρέπτη, ενώ στον τύπο εκπομπής το φως που χρησιμοποιείται παράγεται από ένα ενσωματωμένο λαμπτήρα. Στην περίπτωση του προβολέα, το φως θα πρέπει επίσης να διέλθει μέσα από το στρώμα των υγρών κρυστάλλων. Στην περίπτωση όπου τα εικονοστοιχεία δεν οδηγούνται από τρανζίστορ, τότε η οθόνη καλείται "παθητική". Αντίθετα, στην περίπτωση της ενεργούς οθόνης (η οποία συνήθως καλείται και οθόνη TFT ["thin-film transistor"]), το κάθε ένα εικονοστοιχείο οδηγείται από ένα τρανζίστορ, και το αποτέλεσμα είναι η επίτευξη πολύ υψηλού ρυθμού πλαισίων. Οι χρόνοι απόκρισης των κορυφαίων οθονών φτάνουν στα 10 ms περίπου, ενώ στην αγορά αναφέρονται και χρόνοι μέχρι τα 4 ms. Η φωτεινότητα των LCD είναι δυνατόν να φτάσει τις 800 καντέλες ανά τετραγωνικό μέτρο, την στιγμή που μία λογική τιμή για οθόνες πλάσματος είναι μόλις 500 cd/m² (αν και ορισμένοι κατασκευαστές ισχυρίζονται σήμερα ότι μπορούν να επιτύχουν τιμές μέχρι 1500 cd/m²). Οι οθόνες πλάσματος πάντως παρουσιάζουν πλεονέκτημα όσον αφορά την αντίθεση, η οποία αποτελεί τον λόγο φωτεινότητας του φωτεινότερου προς το σκοτεινότερο εικονοστοι-



Σχήμα 4. Παρακολούθηση ενός τηλεοπτικού προγράμματος και εργασία στο διαδίκτυο την ίδια στιγμή και με μία μόνον οθόνη LCD. Η συγκεκριμένη ειδική οθόνη της Sharp θα μπορούσε να λύσει πολλά προβλήματα. (Φωτογραφία Sharp)



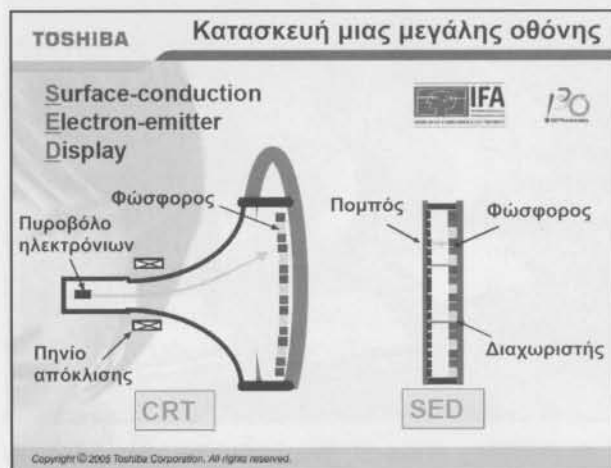
Σχήμα 5. Τα OLED έχουν ήδη κατακτήσει ένα μικρό μέρος της αγοράς που αφορά τις μικρές οθόνες. (Φωτογραφία Novaled)

χείο. Οι τιμές που αναφέρουν είναι από 800:1 έως 5000:1, την στιγμή που οι LCD καταγράφουν τιμές από 400:1 έως 1000:1. Η κατάσταση βέβαια αυτή δείχνει ότι μπορεί να αλλάξει. Η NEC παρουσίασε μία οθόνη LCD με φωτισμό υποβάθρου προερχόμενο από LED, η οποία είναι σε θέση να αναπαράγει χρώματα με μεγάλη ακρίβεια. Με την τεχνολογία αυτή στην ουσία καταργείται η ανάγκη χρήσης του ενσωματωμένου λαμπτήρα φωτισμού, ενώ μέσω του δυναμικού ελέγχου φωτεινότητας του φωτισμού υποβάθρου, επιτρέπεται η αύξηση του φωτισμού για τις φωτεινές σκηνές και η μείωση του για τις σκοτεινές αντίστοιχα. Εκτός λοιπόν από την μείωση της κατανάλωσης ισχύος, μπορούμε να επιτύχουμε και πραγματικά σκοτεινές εικόνες.

Παραεμπιπτόντως να αναφέρουμε ότι η περιορισμένη γωνία θέασης θεωρείται πλέον ως "νηπιακό" πρόβλημα το οποίο έχει ξεπεραστεί προ πολλού. Σήμερα πλέον, οι



Σχήμα 6. Στην IFA του τρέχοντος έτους, η Philips παρουσίασε μία ευέλικτη οθόνη που χρησιμοποιεί OLED (Φωτογραφία: Philips)



Σχήμα 7. Μία ξεχωριστή μίνι CRT για κάθε εικονοστοιχείο. Η τεχνολογία SED είναι εντελώς νέα και ετοιμάζεται να κατακτήσει τον κόσμο. (Διάγραμμα: Toshiba)
Κατασκευή μίας μεγάλης οθόνης SED CRT
Φώσφορος Πυροβόλο ηλεκτρονίων Πηνίο απόκλισης SED Πομπός Φώσφορος Διαχωριστής

γωνίες θέασης μέχρι 180 μοίρες θεωρούνται συνήθειες. Μάλιστα οι Sharp και Philips παρουσίασαν πρόσφατα οθόνες οι οποίες είναι δυνατόν να απεικονίζουν διαφορετικές εικόνες ανάλογα με την γωνία θέασης (Σχήμα 4).

Το μεγάλο είναι και ωραίο

Σήμερα, είναι ήδη εφικτή η κατασκευή οθονών LCD με διαγώνιο από 3,5 έως 208 cm (1,5 έως 82 ίντσες) και ανάλυση που φθάνει μέχρι 1920 x 1080 εικονοστοιχεία. Για τις οθόνες μάλιστα των υπολογιστών η ανάλυση έχει φθάσει μέχρι την QUXGA-W (3840 x 2400 εικονοστοιχεία).

Η μεγαλύτερη οθόνη LCD σήμερα την οποία παρουσίασε η Samsung πριν από μερικές εβδομάδες, φαίνεται ότι ήδη έχει ξεπεραστεί. Σύμφωνα με τις υπάρχουσες αναφορές από ένα διεθνές συνέδριο σχετικά με την εξέλιξη των οθονών, αυτή τη στιγμή αναπτύσσεται μία οθόνη με διαγώνιο 102 ίντσες.

Η κορυφαία εταιρεία στην τεχνολογία οθονών LCD είναι σίγουρα η Sharp. Διαθέτει εδώ και ένα ήδη χρόνο μία τηλεόραση 45 ιντσών με ανάλυση HDTV (1920 x 1080), ενώ πρόσφατα παρουσίασε και μία ανάλογη τηλεόραση με διαγώνιο 62 ίντσες, οι ρυθμοί παραγωγής της, αναφέρθηκε ότι θα είναι 1000 μονάδες τον μήνα. Ακόμη και η Loewe παρουσίασε στο Βερολίνο μία οθόνη 65 ιντσών με ενσωματωμένο δέκτη HDTV.

Παρόλα αυτά, οι τιμές των οθονών LCD εξακολουθούν να είναι αρκετά υψηλές, ειδικά όσον αφορά τις πραγματικές οθόνες HDTV. Η τιμή

της οθόνης 65 ιντσών της Sharp για παράδειγμα που παρουσιάστηκε στο Βερολίνο, αναφέρθηκε ότι είναι (σε αντιστοιχία σε Ευρώ) 15.560 Ευρώ, αλλά βέβαια την ίδια στιγμή η συσκευή κυκλοφορούσε στην αγορά ηλεκτρονικών Akihabara του Τοκιο με τιμή 12.500 Ευρώ. Για να έχουμε ένα διαφορετικό μέτρο σύγκρισης, να αναφέρουμε ότι η τηλεόραση των 45 ιντσών της Sharp διατίθεται στην αγορά της Γερμανίας για λιγότερο από 6000 Ευρώ.

Αυτή τη στιγμή οι δυνατότητες παραγωγής της αντίστοιχης βιομηχανίας αυξάνουν κατακόρυφα με στόχο την διάθεση οθονών LCD μεσαίου μεγέθους σε περισσότερο οικονομικές τιμές. Για τον σκοπό μάλιστα αυτό έχουν προχωρήσει σε συμφωνίες συνεργασίας η Philips με την LG, όπως επίσης και η Sony με την Samsung. Την ίδια στιγμή, η Fujitsu και η Hitachi λειτουργούν ήδη σε συνεργασία, μία μονάδα παραγωγής οθονών LCD.

Η Sharp καθώς και άλλοι κατασκευαστές διαθέτουν ήδη γραμμές παραγωγής, για

μαζική παραγωγή "μητρικών πάνελ" μεγάλου μεγέθους. Η πρώτη εγκατάσταση "όγδοης γενιάς" κατασκευάζεται αυτή τη στιγμή στην Ιαπωνική πόλη Kameyama, και προβλέπεται ότι από τον Οκτώβριο του 2006 θα παράγει πάνελ σε διαστάσεις 2,40 x 3,16 μέτρων.

Την στιγμή που το μέγεθος των οθονών αυξάνει, το μέγεθος των εικονοστοιχείων ελαττώνεται. Αυτή τη στιγμή είναι εφικτή η παραγωγή οθονών με πυκνότητα από 100 έως 200 εικονοστοιχείων ανά ίντσα (pixels per inch [ppi]), τιμή η οποία επιτρέπει για παράδειγμα την παραγωγή οθονών με ανάλυση σε μορφή QVGA (320 x 240) και διαγώνιο 5 cm, ή οθονών διαγωνίου 9,4 cm και ανάλυση VGA (640x480).

Οργανικά LED

Οι οθόνες από οργανικές φωτοδιόδους (organic light-emitting diodes [OLEDs]) αποτελούν αυτή τη στιγμή την πλέον προχωρημένη τεχνολογία επίπεδων οθονών, και έχουν ήδη θρει πρόσφορο έδαφος στην χρήση σε κινητά τηλέφωνα και αναπαραγωγείς MP3.

Η ανάπτυξη των οργανικών υλικών ξεκίνησε από την Kodak προς το τέλος της δεκαετίας του 1970. Κλειδί για την συγκεκριμένη τεχνολογία αποτελεί η ημιαγωγός συμπεριφορά οργανικών πολυμερών τα οποία στερεώνονται σε ένα λεπτό γυάλινο ή πλαστικό φύλλο και όταν εφαρμόζεται τάση, παράγουν φως [4]. Κατά συνέπεια, τα OLED δεν χρειάζονται καθόλου φωτισμό υποβάθρου.

Οι οργανικές οθόνες είναι λεπτές, ελαφριές και φωτεινές, χαρακτηριστικά τα οποία τις καθιστούν κατάλληλες για χρήση σε μικρές φορητές συσκευές (δείτε το Σχήμα 5). Εκτός αυτού όμως, οι οργανικές οθόνες παρουσιάζουν υψηλές ταχύτητες μεταγωγής, γεγονός το οποίο τους δίνει την δυνατότητα να απεικονίζουν εξ ίσου καλά κινούμενες εικόνες. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν περίπου 50 κατασκευαστές οι οποίοι διαθέτουν εξαρτήματα ή ολοκληρωμένα προϊόντα, μεταξύ των οποίων συγκαταλέγονται οι Covion, Lite Array, Kodak, Osram, Philips, Pioneer, RITdisplay, Samsung, Sanyo, Seiko, Sharp, Siemens, Solomon, Sony, Truly Semiconductors, Universal Display, και Vitex. Στον συγκεκριμένο πάντως τομέα εξακολουθεί να διεξάγεται έρευνα με εντατικούς ρυθμούς, όπως για παράδειγμα στο Ινστιτούτο Fraunhofer για φωτονικά μικροσυστήματα (Institute for Photonic Microsys-

tems [IPMS]) της Δρέσδης. Στο μέλλον αναμένεται να είναι εφικτή η παραγωγή OLED τα οποία θα μπορούν να διπλωθούν ή να τυλιχθούν σε ρολό, και τα οποία θα αποτελέσουν σοβαρούς ανταγωνιστές του απλού χαρτιού (Σχήμα 6). Κάποια πρώτα πρωτότυπα έχουν ήδη παρουσιαστεί, αλλά υπάρχει ακόμη αρκετός δρόμος μέχρι τα αντίστοιχα προϊόντα να τεθούν σε μαζική παραγωγή. Στην συγκεκριμένη τεχνολογία οθονών, η Ευρώπη έχει μία ακόμη ευκαιρία να παίξει ένα ανταγωνιστικό ρόλο. Στις αρχές του τρέχοντος έτους το πρώην Γερμανικό Υπουργείο Έρευνας Edelgard Bulmahn ανακοίνωσε την "Πρωτοβουλία Έρευνας και Ανάπτυξης OLED", όπου -σύμφωνα με τις δηλώσεις των υπευθύνων- ο στόχος είναι να δαπανηθούν τα επόμενα χρόνια περίπου 100 εκατομμύρια Ευρώ στην έρευνα επί του συγκεκριμένου πεδίου.

Οθόνες αντί για ταπεσαρίες

Η Philips, η οποία συμμετέχει στο πρόγραμμα, έχει ήδη προχωρήσει στην έρευνα φωτο-εκπεμπουσών ταπεσαριών και κουρτινών. Ο Dietrich Bertram, Διευθυντής του τμήματος ανάπτυξης φωτισμού από OLED της Philips, είναι αρκετά αισιόδοξος: "Τα OLED θα είναι πολύ αποδοτικότερα από τους συμβατικούς λαμπτήρες πυράκτωσης, έστω και εάν το κόστος παραγωγής τους είναι αρκετές φορές υψηλότερο. Οι φωτο-εκπέμπουσες κουρτίνες ή οι ταπεσαρίες, είναι δυνατόν να διατεθούν στο εμπόριο μέσα στα επόμενα τρία με πέντε χρόνια". Υπάρχουν βέβαια ακόμη αρκετά εμπόδια τα οποία θα πρέπει να ξεπεραστούν, πριν τα OLED μεγάλης επιφάνειας μπορέσουν να κατακτήσουν σημαντικά πεδία εφαρμογών. Τα κυριότερα προβλήματα εντοπίζονται στην εξαιρετικά μικρή διάρκεια ζωής των OLED και την διαφορετική γήρανση των τριών υλικών χρωματικής απόδοσης (κόκκινο, πράσινο και μπλε). Το μπλε μάλιστα, είναι το χρώμα το οποίο εξασθενεί γρηγορότερα από όλα, και ενδέχεται να χρειαστεί αρκετός καιρός

μέχρι να επιτευχθεί ο στόχος των τουλάχιστον 40.000 ωρών λειτουργίας για τις τηλεοπτικές συσκευές. Το σύστημα καθίσταται επίσης ιδιαίτερα περίπλοκο λόγω του μεγάλου πλήθους των απαιτούμενων τρανζίστορ για κάθε εικονοστοιχείο (δύο ή τέσσερα). Εκτός αυτού, στην παρούσα φάση δεν υπάρχει καμία τεχνική για την μαζική παραγωγή πάνελ μεγάλης επιφάνειας. Σε κάθε περίπτωση πάντως, οι υποστηρικτές των OLED τα θεωρούν ήδη ως εν δυνάμει ανταγωνιστές των LCD, ειδικά όσον αφορά μεγέθη οθονών μεγαλύτερα από 2 ίντσες, λόγω της υψηλής ανάλυσης και της χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Για μία ακόμη φορά οι Κορεάτες κατάφεραν να βρεθούν στην κορυφή. Η εταιρεία Samsung παρουσίασε το μεγαλύτερο πρωτότυπο που έχει μέχρι στιγμής κατασκευαστεί, με διαγώνιο οθόνης 101 cm (40 ίντσες), ανάλυση 1280 x 800 εικονοστοιχεία, και πολύ καλό λόγο αντίθεσης. Ούτως ή άλλως βέβαια, οι οθόνες αυτές έχουν ακόμη πολύ δρόμο πριν φθάσουν σε επίπεδα μαζικής παραγωγής.

Προετοιμασία για το μέλλον

Ένα σημαντικό κριτήριο για όλες τις τεχνολογίες οθονών, είναι η (τεχνολογική) αντοχή τους στον χρόνο. Οι συσκευές καθοδικού σωλήνα είναι προφανές ότι φτάνουν στο τέλος του κύκλου παραγωγής τους, και σύντομα θα εξαφανιστούν από την αγορά. Η τεχνολογία πλάσματος θα παραμείνει ελκυστική για την κατασκευή μεγάλων οθονών, ενώ τα OLED έχουν ήδη καθιερωθεί σε ένα μικρό κομμάτι της αγοράς. Οι οθόνες LCD από την άλλη έχουν ήδη επιτύχει ένα υψηλό βαθμό τεχνολογικής και εμπορικής ωριμότητας, αλλά υπάρχει ακόμη ένα τεράστιο δυναμικό ανάπτυξης. Οι διάφοροι κατασκευαστές επενδύουν σημαντικά μεγέθη στην έρευνα και ανάπτυξη. Για παράδειγμα στην Sharp, το ποσοστό των επενδύσεων στην έρευνα φθάνει στο εντυπωσιακό μέγεθος του 7 % του ετήσιου τζίρου της.

Επίσης οι ρυθμοί ανάπτυξης, συνηγορούν ξεκάθαρα υπέρ των επίπεδων οθονών όπως είναι οι οθόνες LCD και οι οθόνες πλάσματος. Οι αναλυτές εκτιμούν ότι εντός του τρέχοντος έτους ο όγκος διακίνησης και για τους δύο τύπους θα αυξηθεί περισσότερο από 30 %. Η Γερμανική εταιρεία ψυχαγωγίας και ηλεκτρονικών επικοινωνιών, προβλέπει ότι μέσα στο τρέχον έτος οι Γερμανοί καταναλωτές θα δαπανήσουν περισσότερο από 1,5 δισεκατομμύρια Ευρώ στην αγορά νέων οθονών. Για το επόμενο έτος οι προβλέψεις αναφέρουν ότι είναι δυνατόν να πωληθούν 2,4 εκατομμύρια LCD και 550.000 οθόνες πλάσματος, 170.000 συσκευές εμπρόσθιας προβολής και 80.000 συσκευές οπίσθιας προβολής, καθώς επίσης και 3,2 εκατομμύρια συσκευές τεχνολογίας καθοδικού σωλήνα.

Μία παραλλαγή της αρχής του καθοδικού σωλήνα ενδέχεται να οδηγήσει στην αναβίωση της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Οι εταιρείες Toshiba και Canon αναπτύσσουν σε συνεργασία μία νέα τεχνολογία καλούμενη "οθόνη επιφανειακής αγωγιμότητας πομπού ηλεκτρονίων" (surface-conduction electron emitter display, [SED]). Η συγκεκριμένη τεχνολογία υπόσχεται ανάλυση 1920 x 1080 εικονοστοιχείων, χαμηλή κατανάλωση, μεγάλες διαγωνίους οθόνης (50 ίντσες ή και περισσότερο), και υψηλή φωτεινότητα χωρίς την παρουσία φωτισμού υποβάθρου.

Ο λόγος αντίθεσης φέρεται να έχει μία τιμή της τάξης του 100.000:1. Η συγκεκριμένη τεχνική, παρόμοια με αυτήν του καθοδικού σωλήνα βασίζεται στην κατευθυνόμενη εκπομπή ηλεκτρονίων, τα οποία προκαλούν την φωτοβολία ενός φωσφορούχου στρώματος ενσωματωμένου στην γυάλινη πρόσοψη (Σχήμα 7). Η διαφορά είναι ότι εδώ έχουμε ένα ξεχωριστό πομπό ηλεκτρονίων για κάθε εικονοστοιχείο. Η πρώτη πειραματική εγκατάσταση ξεκίνησε στο τέλος Αυγούστου στην Ιαπωνική πόλη της Hiratsuka. Οι Ιάπωνες στοχεύουν στην παραγωγή 75.000 οθονών ανά μήνα μέχρι το τέλος του 2007, και στην κατάκτηση ενός μεριδίου 30 % στις επίπεδες οθόνες με διαγώνιο μεγαλύτερη από 50 ίντσες. (050291-1)

Χρήσιμες διευθύνσεις στο διαδίκτυο:

- [1] <http://arcadecontrols.com/files/Miscellaneous/crtfaq.htm>
- [2] <http://eletttronics.howstuffworks.cbm/plasma-display3.htm>
- [3] www.akhabarnews.com/en/
- [4] www.organicsemiconductors.com.

Για περισσότερες πληροφορίες, ιδέες, παρατηρήσεις και προτάσεις επισκεφτείτε το **Forum**: www.elektor.gr/forum