

TECNOLOGIE DEI DISPLAY E DEI VIDEOPROIETTORI

Introduzione



Gli schermi piatti rappresentano ormai il futuro della televisione, il fatto che piacciono o meno agli utenti è un altro discorso. HDTV, convergenza digitale e DVD ad alta risoluzione contribuiranno attivamente a rendere i televisori CRT obsoleti entro i prossimi due anni. Se siete tentati dall'acquisto di un televisore dallo schermo piatto dovrete vedervela con un'altra difficoltà: la scelta tra due tecnologie complementari ma diverse tra loro: Plasma e LCD.

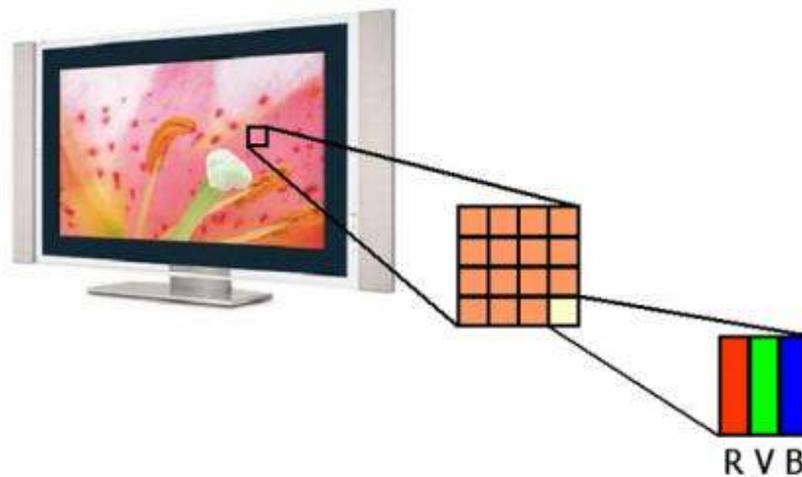
Per i monitor dei computer la scelta è abbastanza semplice, data la vittoria degli LCD sul mercato, ma per le TV le due tecnologie sono ancora in competizione. Questo documento cercherà di chiarirvi le idee su queste due tecnologie, i loro punti di forza e i punti deboli, così che possiate capire cosa si nasconde dietro la scelta di un TV plasma o LCD per il mondo home. Il documento si basa su una presentazione fatta dalla sezione francese di Tom's Hardware Guide il 23 Dicembre in collaborazione con la rivista La Recherche, come parte di un ciclo di conferenze tecnologiche alla scuola di ingegneria CNAM, presso il museo Arts et Métiers di Parigi.

Conoscenze di base

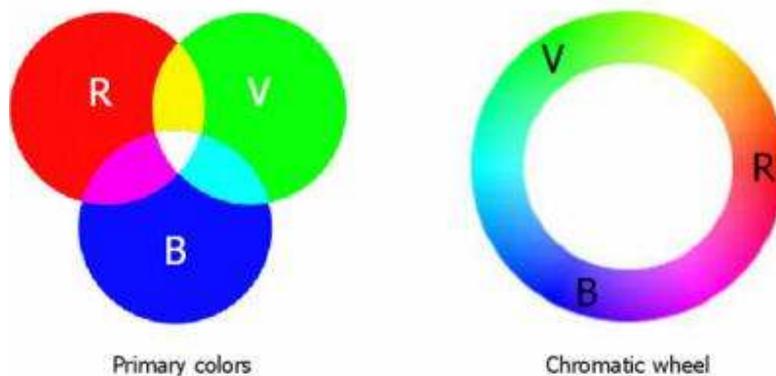
Se avete già familiarità con le tecnologie dei display potete saltare direttamente alla prossima sezione dell'articolo. Questo paragrafo, infatti, cercherà di fornire una panoramica sulle tecnologie di base

utilizzate dai produttori di televisori per visualizzare diversi colori su monitor CRT, plasma e LCD.

L'approccio iniziale utilizzato dai produttori di schermi per rappresentare l'intero spettro dei colori si basa sulla loro scomposizione. Invece che progettare pixel complessi, in grado di visualizzare una moltitudine di colori, ogni pixel viene scomposto in tre sotto-pixel in grado di visualizzare un solo colore dei tre primari: rosso, verde e blu.

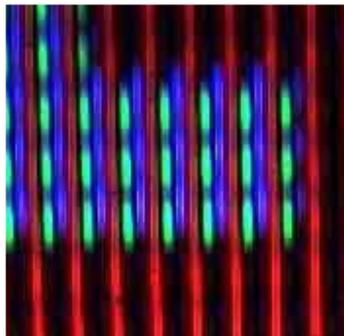


Quando l'utente si trova ad una certa distanza dallo schermo, non è più in grado di distinguerne i piccoli sotto-pixel, ma vedrà soltanto l'effetto finale risultato dalla combinazione dei tre colori. Questo trucco rende possibile la visualizzazione dell'intera gamma di colori semplicemente giocando sulla variazione delle combinazioni tra rosso, verde e blu. In questo modo è anche possibile visualizzare ogni tonalità di grigio, dal nero al bianco più luminoso, combinando i tre colori in ugual misura.



Considerare il rosso, il verde e il blu come colori primari potrebbe causare uno shock in tutti coloro che capiscono qualcosa di pittura, dato che per loro i colori primari sono il magenta, il giallo e il ciano. Ciò di cui stiamo parlando in questo articolo sono i colori additivi, quindi in base a questo modello quelli primari sono rosso, verde e blu (RGB).

Ecco un esempio di implementazione del modello su un tubo a raggi catodici (CRT):



In ogni colore primario potrete notare i singoli sotto-pixel.

Tutte le moderne tecnologie - CRT, LCD, e plasma - si basano su questo principio. Nelle seguenti sezioni vedremo come ogni tecnologia affronta il problema.

Il tubo catodico (CRT)



Tubo a raggi catodici di televisore visto posteriormente

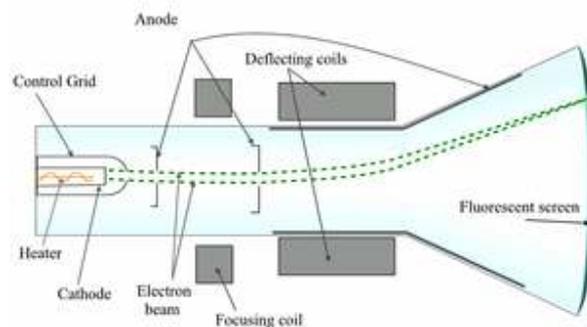
Il termine tubo a raggi catodici, più comunemente tubo catodico o CRT (acronimo del termine inglese *Cathode Ray Tube*), indica la tecnologia comunemente usata per la visualizzazione nei monitor e nei televisori, che consiste nel convogliare *ad hoc* dei raggi catodici su di una superficie sensibile, che ricostruisce l'immagine visibile. La misura dei monitor CRT si effettua sulla diagonale dell'area visibile, in Pollici.

La tecnologia alla base tubo catodico fu sviluppata nel 1897 dal fisico tedesco Karl Ferdinand Braun che realizzò il primo oscilloscopio, mentre il primo prototipo del tipo usato nei moderni televisori fu realizzato dall'inventore statunitense Philo Farnsworth.

Attualmente la tecnologia del tubo catodico è destinata ad una progressiva obsolescenza in favore delle tecnologie al plasma, a cristalli liquidi e OLED, meno ingombranti, più parsimoniose nel consumo elettrico e con costi di produzione in continua discesa. I monitor a tubo catodico presentano il vantaggio, rispetto alle tecnologie concorrenti, di una migliore velocità di reazione (o minore latenza, molto apprezzata nell'uso dei videogiochi) e immagini con colori più fedeli.

Descrizione e funzionamento

La struttura del tubo catodico deriva direttamente dal diodo a catodo freddo, a sua volta derivato dal tubo di Crookes, a cui è aggiunto uno schermo rivestito di materiale fluorescente, anche chiamato Tubo di Brown. Nel 1922 fu sviluppata la prima versione commerciale a catodo caldo da parte di J. B. Johnson e H. W. Weinhart, della Western Electric.



Sezione schematica di un tubo a raggi catodici monocromatico

Il catodo è un piccolo elemento metallico riscaldato all'incandescenza che emette elettroni per effetto termoelettronico. All'interno del tubo catodico, in cui è stato praticato un vuoto spinto, questi elettroni vengono diretti in un fascio (raggi catodici) per mezzo di una elevata differenza di potenziale elettrico tra catodo e anodo, con l'aiuto di altri campi elettrici o magnetici opportunamente disposti per focalizzare accuratamente il fascio. Il raggio (detto anche *pennello elettronico*) viene deflesso dall'azione di campi magnetici (Forza di Lorentz) in

modo da arrivare a colpire un punto qualunque sulla superficie interna dello schermo, l'anodo. Questa superficie è rivestita di materiale fluorescente (detti *fosfori*, in genere metalli di transizione oppure terre rare) che eccitato dall'energia degli elettroni emette luce.

Nei televisori e nei monitor la superficie è scandita secondo una matrice predefinita di righe successive, chiamata raster, e l'immagine è creata modulando l'intensità del fascio elettronico secondo l'andamento del segnale video. La scansione è ottenuta deviando il fascio per mezzo del campo magnetico variabile generato da opportuni elettromagneti fissati sul "collo" del tubo (*deflessione elettromagnetica*), che costituiscono il cosiddetto *giogo di deflessione*. Appositi circuiti elettronici pilotano gli elettromagneti del giogo in modo da effettuare una scansione in perfetta sincronia.

Nell'oscilloscopio invece l'intensità del pennello elettronico è costante, mentre la deflessione viene effettuata in base a segnali arbitrari. Solitamente la deflessione orizzontale avviene proporzionalmente al tempo, secondo una base configurabile dall'utente, mentre la verticale è proporzionale al segnale da analizzare.

In questi tubi, più stretti e lunghi, la deflessione viene effettuata per mezzo di un campo elettrico generato da placche disposte ortogonalmente all'interno del tubo (*deflessione elettrostatica*). Questa tecnica è preferibile nell'oscilloscopio perché consente una variazione molto rapida del segnale di deflessione, che è invece limitata entro precisi margini dall'induttanza degli elettromagneti.

La notevole velocità di questo tipo di deflessione è stata sfruttata dal costruttore statunitense Tektronix, nella famiglia di oscilloscopi della serie 7000, in uso negli anni settanta, nei quali un circuito denominato "readout", forniva visualizzati sullo schermo insieme al segnale in analisi, il valori della base tempi e il fattore di attenuazione impostati, oltre ad alcune funzioni minori. I caratteri alfanumerici, disposti su due linee, una sul margine superiore dello schermo, l'altra sul margine inferiore, erano generati appunto deflettendo velocemente lo spot in punti predeterminati a formare i caratteri, costituiti da 5 o 6 punti interlacciati, conseguenza di brevi impulsi di tensione immessi in sequenza ciclica nel circuito dell'amplificatore verticale, il cui valore era memorizzato nelle ROM dei caratteri.

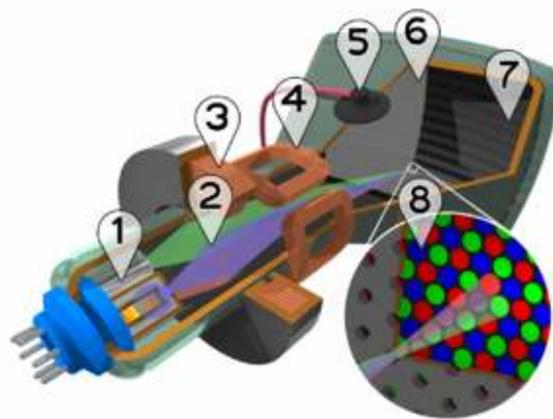
I primi monitor per computer usavano un sistema simile a quello dell'oscilloscopio. Erano chiamati *monitor vettoriali* poiché le immagini erano costituite da linee tracciate tra punti arbitrari e frequentemente

rigenerate. I monitor vettoriali furono usati fino agli anni settanta e ottanta in alcuni videogiochi come Asteroids.

Questo tipo di monitor non presenta il difetto dell'aliasing tipico dei monitor attuali, ma non è adatto per mostrare caratteri oppure immagini che non siano al tratto a causa della difficoltà di *rinfräschere* un numero elevato di linee.

Alcuni monitor vettoriali sono in grado di mostrare diversi colori, utilizzando un tubo catodico a colori ordinario oppure più strati di fosfori, regolando l'energia cinetica degli elettroni in modo da penetrare fino allo strato necessario.

Alcuni tubi (Direct View Bistable Storage Tube) sono in grado di memorizzare l'immagine e non richiedono il rinfresco periodico.



Spaccato di un tubo a raggi catodici a colori *delta shadow mask*

- 1) Cannone di elettroni
- 2) Fascio di elettroni
- 3) Bobina di messa a fuoco
- 4) Bobina di deflessione
- 5) Polo positivo (Anodo)
- 6) Maschera di separazione del verde, rosso e blu
- 7) Strato di fosfori verdi, rossi e blu
- 8) Ingrandimento dello strato con i fosfori

I tubi catodici a colori utilizzano differenti tipi di fosfori (7 e 8 nella figura a destra) in grado di emettere i colori rosso, verde e blu, disposti in sottili strisce parallele (tecnica *aperture grille*) oppure a gruppi di punti (tecnica *shadow mask*). Questi fosfori sono facilmente visibili osservando uno schermo acceso da una distanza molto ravvicinata.

Ci sono quindi tre catodi (1) con tre sistemi di focalizzazione (complessivamente detti *cannoni elettronici*), che generano un fascio per ciascun colore (2) (in realtà i fasci sono invisibili, la corrispondenza con il colore dipende esclusivamente da quale fosforo viene colpito).

All'interno del tubo, a breve distanza dallo schermo, è presente una maschera metallica forata (6) con la funzione di assorbire gli elettroni che non siano sulla traiettoria esatta per raggiungere il fosforo corretto (7) e che causerebbero altrimenti confusione nei colori visualizzati.

L'impatto degli elettroni con la maschera metallica è causa di produzione di una piccola quantità di raggi X. Per questo motivo la parte frontale del tubo è realizzata in vetro al piombo, in modo da lasciarsi attraversare dalla luce dell'immagine ma non dai raggi X. Inoltre il sistema elettronico è progettato in modo da impedire che la tensione anodica possa salire a valori eccessivi, causando l'emissione di raggi X di energia maggiore.

Si sono sperimentati in passato altri metodi per generare i colori, come per esempio l'utilizzo di un unico pennello elettronico che scandisce in sequenza i tre fosfori colorati che costituiscono il pixel dell'immagine.

Il tubo catodico presenta una curva di risposta caratteristica del triodo, che conduce ad una relazione non lineare tra la corrente elettronica e l'intensità della luce emessa, chiamata funzione *gamma*. Nei primi televisori questo era positivo poiché aveva l'effetto di comprimere il contrasto (riducendo il rischio di saturazione delle parti più chiare o scure), ma in alcune applicazioni informatiche dove la resa dei colori deve essere lineare, come nel desktop publishing, deve essere applicata una correzione gamma.

Pulizia

Durante il funzionamento del tubo, sulla superficie dello schermo si induce una carica elettrostatica che, sebbene non rappresenti un pericolo per l'uomo, provoca il deposito di polvere che a lungo andare degrada la qualità dell'immagine. Per questo motivo è opportuno pulire periodicamente lo schermo con prodotti specifici (prodotti non adatti possono danneggiare il rivestimento antiriflesso, se presente).

A causa della presenza di alta tensione, l'interno di un apparecchio televisivo attira molta polvere, che può essere rimossa con un moderato getto di aria compressa, possibilmente all'aperto. La superficie esterna del tubo catodico compresa tra lo schermo ed il

collo è rivestita da una fine polvere nera di grafite. Il suo scopo è di realizzare l'armatura di un condensatore in grado di accumulare e livellare l'alta tensione generata (l'altra armatura è un rivestimento analogo sulla superficie interna del vetro). Questa polvere, che potrebbe sembrare ad un occhio profano un semplice deposito di sporco, non deve assolutamente essere rimossa.

Campi magnetici

Poiché gli elettroni vengono deviati dal campo magnetico, si deve evitare di avvicinare magneti (es. altoparlanti) ad uno schermo a colori, in quanto provocherebbero la magnetizzazione della maschera e quindi la rappresentazione errata dei colori. Tale fenomeno permane anche dopo la rimozione del magnete e la correzione può essere difficoltosa.

I moderni televisori e monitor implementano una speciale *bobina di smagnetizzazione* che, all'accensione dell'apparecchio, produce un breve ma intenso campo magnetico con andamento sinusoidale smorzato, a partire dalla frequenza a 50 Hz della rete elettrica. Questo campo variabile può eliminare una modesta magnetizzazione residua. Sono disponibili anche appositi smagnetizzatori esterni da utilizzare nel caso la bobina interna non sia efficace o manchi del tutto. Come alternativa si può utilizzare un saldatore a mano che abbia un trasformatore integrato. La smagnetizzazione manuale deve iniziare dal centro, allontanandosi progressivamente dallo schermo con movimento a spirale, ripetendo il processo fino al ripristino dei colori corretti.

In casi estremi, in particolare con i magneti al neodimio-ferro-boro, il campo magnetico può deformare meccanicamente la maschera. Questo danno è irreversibile e rende praticamente inutilizzabile il tubo catodico.

Nei vecchi monitor in bianco e nero, privi di maschera, il problema non si pone e possono essere impiegati per dimostrazioni fisiche sul moto degli elettroni nel campo magnetico, ricordando però al pubblico di non farlo sul televisore di casa!

Sicurezza e rischi per la salute

Campi EM

Alcuni ritengono che i campi elettromagnetici emessi durante il funzionamento del tubo catodico possano avere effetti biologici. Al di là dei possibili effetti, l'intensità di questo campo si riduce a valori

trascurabili entro un metro di distanza e comunque è più intenso ai lati dello schermo piuttosto che di fronte.

Raggi X

Come già accennato i tubi a colori emettono una piccola quantità di raggi X, bloccata per la maggior parte dallo spesso vetro al piombo dello schermo. La Food and drug administration americana stabilisce un limite di 0.5 milliroentgen per ora (mR/hr) per l'intensità dei raggi X alla distanza di 5 cm dalla superficie esterna di un apparecchio televisivo.

Rischio di implosione

All'interno del tubo è praticato un vuoto spinto, per cui su tutta la sua superficie agisce costantemente la spinta idrostatica (1Kg per cm^2). Questo rappresenta un cospicuo accumulo di energia potenziale che può liberarsi sotto forma di una *implosione* in caso di danneggiamento del vetro. Nei tubi dei moderni televisori e monitor la parte frontale è irrobustita con l'interposizione di lamine plastiche, in modo da resistere agli urti e non implodere. La restante parte del tubo ed in particolare il collo sono invece molto delicati. In altri tubi, come per esempio gli oscilloscopi, non esiste il rinforzo dello schermo, che viene invece protetto con uno schermo plastico anteposto.

Il tubo catodico deve essere maneggiato con attenzione e competenza; si deve evitare in particolare di sollevarlo per il collo o comunque per i punti appositamente previsti.

Tossicità dei fosfori

Nei vecchi tubi venivano impiegati per i fosfori materiali tossici, sostituiti ora da altri più sicuri. L'implosione o comunque la rottura del vetro causa la dispersione di questi materiali. Nello smaltimento del tubo si deve tenere conto della presenza di piombo, che è considerato un inquinante.

Immagine lampeggianti

Negli apparecchi televisivi lo sfarfallio prodotto dal continuo ridisegno dell'immagine (50 volte al secondo ma in modo interlacciato, cioè vengono prima disegnate tutte le righe pari e successivamente tutte le righe dispari, che in pratica porta la frequenza a 25 Hz) può in alcuni

soggetti essere causa scatenante di crisi epilettiche. Sono disponibili sistemi per ridurre questo rischio.

Alta tensione

I tubi a raggi catodici sono alimentati con tensioni elettriche molto elevate. Queste tensioni possono permanere nell'apparecchio anche per molto tempo dopo lo spegnimento e la disconnessione dalla rete elettrica. Evitare quindi di aprire monitor o apparecchi televisivi anche a spina staccata se non si ha una adeguata preparazione tecnica e comunque adottando le necessarie precauzioni (es. scaricamento del tubo e dei condensatori).

Degrado nel tempo

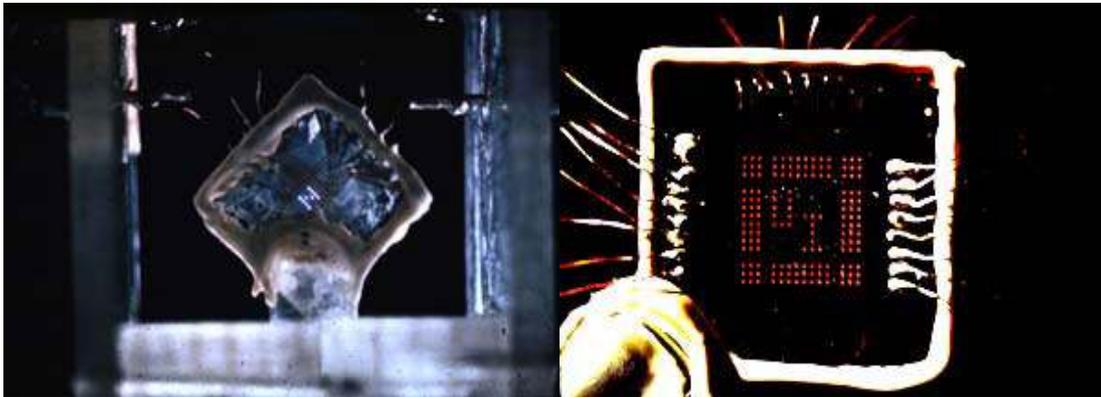
Come avviene in tutti i tubi termoionici, anche nel CRT l'efficienza di emissione di elettroni da parte del catodo, nel tempo tende a diminuire progressivamente, con conseguente minore luminosità delle immagini sullo schermo. Negli oscilloscopi, la conseguenza è una minore luminosità della traccia. Causa del degrado, è l'alterazione dello strato di ossido depositato sulla superficie del catodo e la formazione sulla superficie di minuscoli grumi, vere e proprie scorie, conseguenza delle innumerevoli accensioni e spegnimenti, la cui presenza costituisce uno schermo al flusso di elettroni generato. Negli anni in cui il tubo CRT era di uso universale, dato l'elevato costo per la sua sostituzione, esistevano in commercio particolari apparecchi chiamati "rigeneratori", i quali permettevano di effettuare una momentanea pulitura delle scorie depositate sul catodo. Il metodo consisteva nell'applicare una tensione sufficientemente elevata, tra il pin collegato al catodo e il pin collegato alla prima griglia vicina ad esso. L'eventuale arco voltaico che si formava, distruggeva le scorie più consistenti dando per breve tempo nuova vita al tubo.

Tecnologia al plasma

Un inizio caotico

Contrariamente a ciò che pensa la maggioranza delle persone, il plasma non è una tecnologia recente, anche se impiegata industrialmente solo dagli inizi degli anni '90. Le ricerche sugli schermi al plasma iniziarono negli Stati Uniti più di quattro decenni fa, nel 1960. La tecnologia venne sviluppata da quattro ricercatori: Bitzer, Slottow, Willson, e Arora. Il primo prototipo venne rilasciato molto velocemente, nel 1964. La matrice, rivoluzionaria per quei tempi, era

costituita da 4x4 pixels, in grado di emettere una luce monocroma blu. Quindi, nel 1967, le dimensioni delle matrici vennero incrementate, passando a 16x16, grazie ad un neon, una pallida luce monocroma rossa.

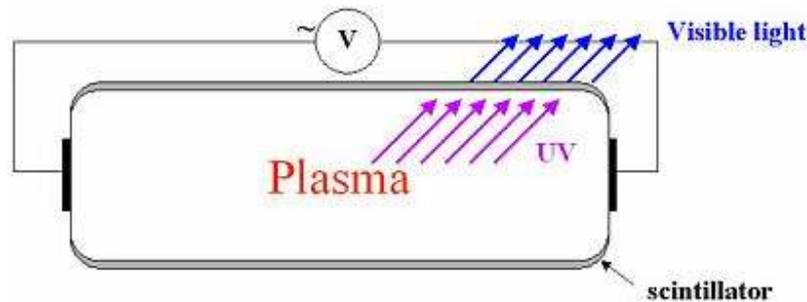


Ovviamente questa tecnologia fu di grande interesse per i produttori e compagnie come IBM, NEC, Fujitsu, e Matsushita saltarono sul carro del plasma sin dal 1970. Sfortunatamente, la mancanza di un vero e proprio mercato industriale ne causò il quasi totale arresto dello sviluppo nel 1987 - l'ultima a gettare la spugna fu il gigante IBM. Negli Stati Uniti solo un pugno di ricercatori rimase a sostegno del plasma, mentre la ricerca continuava principalmente sull'altra sponda del Pacifico, in Giappone. I primi modelli commerciali vennero diffusi sul mercato agli inizi degli anni 90. Fujitsu fu la prima ad infrangere il limite dei 21 pollici.

Oggi la maggioranza delle società di elettronica Hi-tech offre schermi al plasma: LG, Pioneer, Philips, Hitachi, ed altri ancora.

Un "semplice" principio di base

L'idea di base dietro il funzionamento degli schermi al plasma è abbastanza semplice: ogni sotto-pixel è una lampadina fluorescente microscopica che emette un colore primario - rosso, verde o blu. Modificando l'intensità della luce emessa dai sotto-pixel è possibile visualizzare un'infinità di colori.



Il principio dietro allo schermo al plasma è lo stesso che permette il funzionamento dei tubi fluorescenti tanto familiari a tutti noi: un gas rarefatto (per esempio l'argon) viene sigillato all'interno di un tubo. Ad ogni estremità ci sono elettrodi ai quali viene applicata elettricità ad alta tensione, nell'ordine di centinaia di volt. Il gas all'interno del tubo è elettricamente neutro ma l'eccitazione dovuta alla corrente lo trasforma in plasma: un gas composto da elettroni liberi e ioni positivi (la somma delle cariche rimane neutra). A causa della differenza di potenziale di centinaia di volt, gli elettroni scorrono verso l'elettrodo positivo, mentre gli ioni positivi vengono attratti dal terminale negativo del tubo. Questa movimentazione produce numerosi impatti tra gli atomi i quali, impattando, acquistano energia e i propri elettroni passano in un'orbita a energia superiore. Quando ritornano alla loro orbita originale liberano un fotone: un "quantum" di luce.

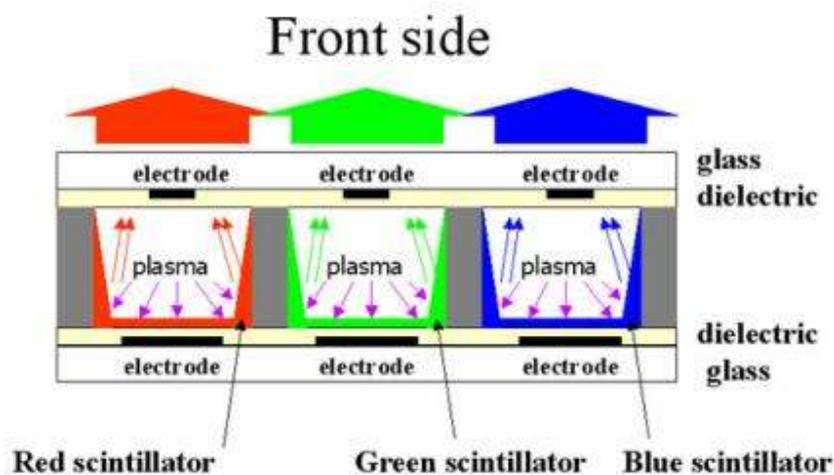
La luce rilasciata è quindi il risultato del movimento del plasma sotto gli effetti di un forte campo elettrico. Ma non è sufficiente applicare continue differenze di potenziale sui terminali del tubo. Il plasma deve essere mantenuto in continuo movimento in modo che non smetta mai di emettere luce, per questo è necessario applicare sui terminali corrente alternata. Queste elevate tensioni alternate causano la migrazione degli ioni del gas da un terminale all'altro, avanti e indietro.

C'è però un problema: la luce emessa dal plasma non è visibile. Si tratta infatti di radiazioni ultraviolette e gli UV sono invisibili all'occhio umano, per questo devono essere trasformate in qualcosa di visibile. La trasformazione viene effettuata ricoprendo la superficie interna del tubo con una polvere sensibile agli UV che emette luce bianca (nel caso di tubi per illuminazione convenzionale). Questa polvere, spesso chiamata fosforo, è uno *scintillatore*: un materiale che converte una forma di radiazione in un'altra.

L'utilizzo di scintillatori non è una novità nel mondo delle tecnologie di visualizzazione. I Tubi a Raggi Catodici (CRT) contengono scintillatori che convertono il raggio di elettroni in luce rossa, verde o blu.

Dal tubo fluorescente al pixel del plasma

L'applicazione di questa tecnologia ai pixel di uno schermo al plasma è abbastanza semplice. Ogni pixel è costituito da tre identiche cavità microscopiche contenenti un gas rarefatto (Xenon) ed aventi due elettrodi, uno frontale e uno posteriore. Applicando una forte corrente alternata ad entrambi gli elettrodi il plasma contenuto nelle cavità viene messo in moto emettendo raggi UV (visualizzati nel grafico in viola) che colpiscono lo scintillatore. Questi scintillatori sono scelti in modo tale da emettere ciascuno un differente colore primario: rosso, verde o blu. La luce colorata passa quindi attraverso il vetro per essere vista dall'utente.



Mentre il funzionamento dei pixel del plasma è simile a quello dei tubi catodici, la fabbricazione di interi pannelli di pixel implica qualche problema tecnico. La prima difficoltà che incontrano i produttori di schermi al plasma riguarda le dimensioni dei singoli pixel. Un sotto-pixel ha un volume pari a $200\mu\text{m} \times 200\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$ e non sono fatti per essere assemblati in milioni, l'uno di fianco all'altro. Inoltre, l'elettrodo frontale deve essere costruito il più trasparente possibile. Grazie alle sue caratteristiche di conduttore e di trasparenza, la scelta del conduttore ricade molto spesso sull'ITO (Indium Tin Oxide). Sfortunatamente gli schermi al plasma possono essere talmente larghi, e lo strato di ITO così sottile, che la resistenza elettrica del materiale diventa troppo alta per assicurare una buona propagazione del

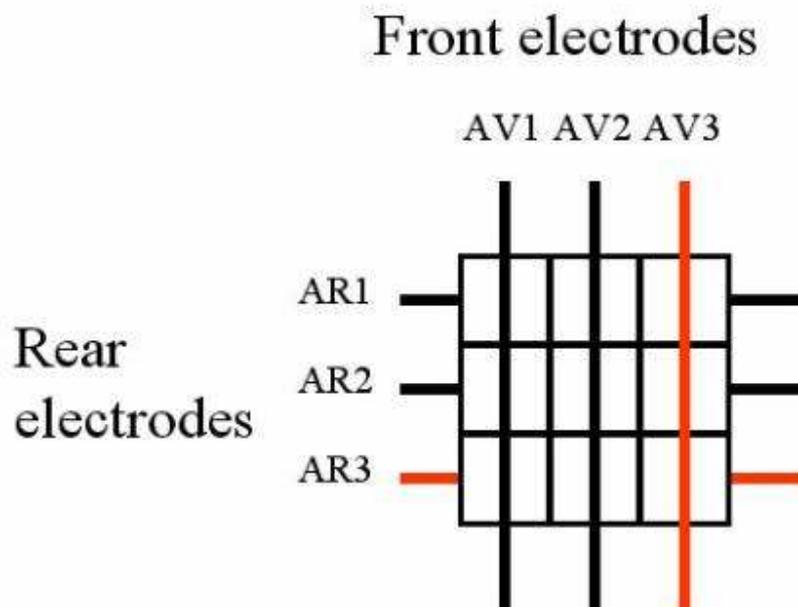
voltaggio (circa 300 volt). Per risolvere questo problema si aggiunge uno strato sottile di cromo, migliore conduttore ma purtroppo opaco.

Alla fine bisogna ancora trovare gli scintillatori giusti, (chiamati anche luminiferi). Quelli usati nei pixel degli schermi al plasma dipendono dal colore desiderato:

- Verde: $Zn_2SiO_4:Mn_{2+}$ / $BaAl_{12}O_{19}:Mn_{2+}$
- Rosso: $Y_2O_3:Eu_{3+}$ / $Y_{0,65}Gd_{0,35}BO_3:Eu_3$
- Blu: $BaMgAl_{10}O_{17}:Eu_{2+}$

Questi tre luminiferi producono lunghezze d'onda tra 510 e 525 nm per il verde, 610 nm per il rosso e 450 nm per il blu. (Ok, le esatte formule chimiche non hanno alcuna importanza per la comprensione del funzionamento degli schermi al plasma, ma potrebbero essere comunque apprezzate dai nostri amici chimici!)

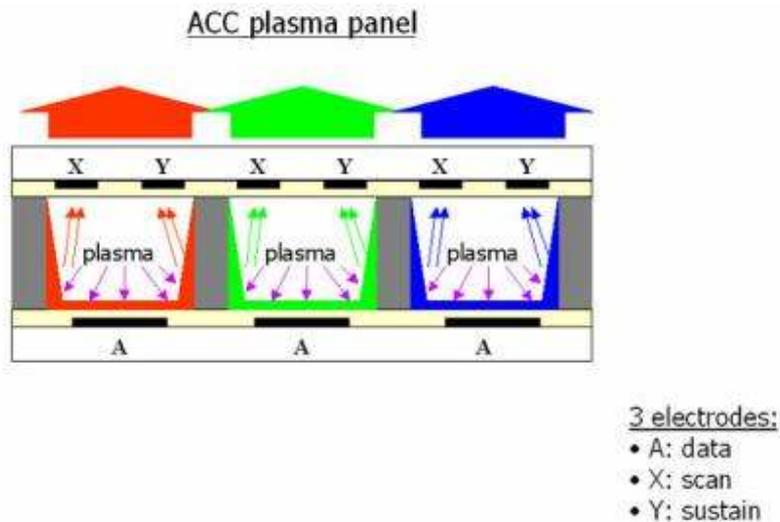
L'ultimo problema rimasto riguarda il modo in cui indirizzare i pixel poiché, come abbiamo visto, per ottenere diverse sfumature di colore l'intensità della luce dei sotto-pixel deve essere variabile indipendentemente dai pixel confinanti.



Su uno schermo al plasma da 1280x768 pixel, ci sono approssimativamente tre milioni di sotto-pixel con sei milioni di elettrodi. Naturalmente è impossibile tracciare sei milioni di linee per controllare il singolo sotto-pixel, per questo le linee sono multiplexate:

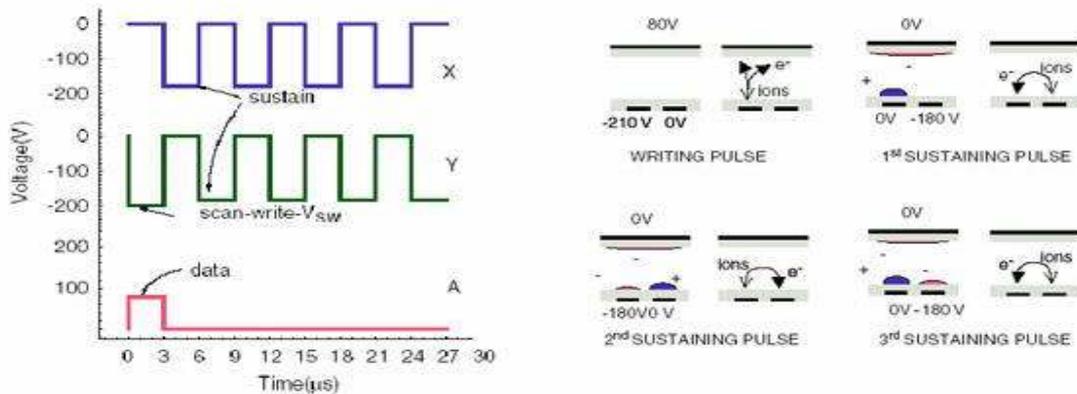
quelle frontali sono in comune per un'intera riga mentre ognuna di quelle posteriori collega una colonna di elettrodi. La scheda elettronica montata su questi schermi successivamente sceglierà quali pixel dovranno essere accesi sullo schermo. Questa operazione viene eseguita molto velocemente, tanto da essere completamente invisibile all'utente; accade qualcosa di simile alla scansione dei tubi CRT.

Ci sono anche altre tipologie di schermi al plasma, ma non le studieremo nel dettaglio in questo contesto. La variante più comune è comunque il pannello a corrente complanare alternativa (ACC), che invece dei due elettrodi, ne utilizza tre (scansione, sostegno e dati) per ogni pixel.



Grazie alla sua trasparenza gli elettrodi frontali (per scansione e sostegno) sono fatti di ITO.

ACC driving pulses



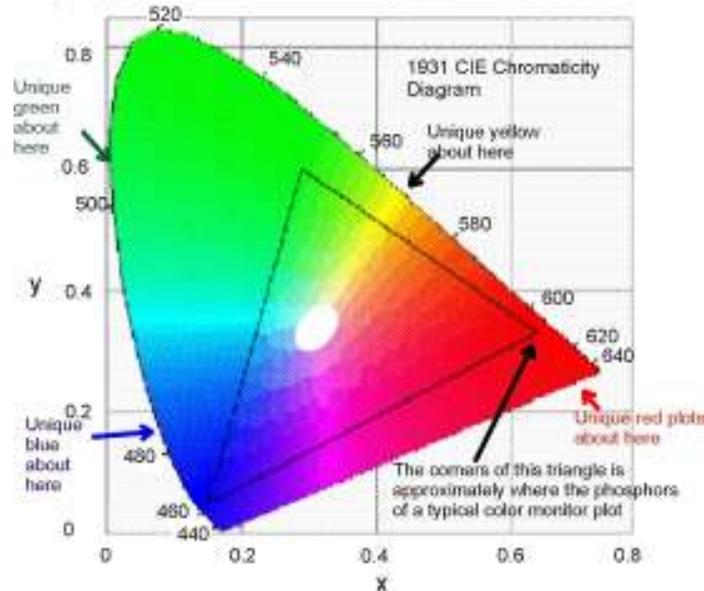
Il controllo degli schermi ACC è molto più complesso, ma il loro più grande vantaggio sta nella capacità di mantenere il flusso del plasma per più tempo rispetto ad uno schermo tradizionale. Nello stadio iniziale, una grande differenza di potenziale pari a 300V, applicati come +100V e -200V tra gli elettrodi di scansione e di dati, crea un "muro" di carica. Applicando corrente alternata tra i due elettrodi (+180V, -180V, +180V, etc.) le cariche vengono quindi alternate tra gli elettrodi di scansione e di sostegno. Il vantaggio di questa tecnologia è che il flusso del plasma può essere tenuto attivo più a lungo, mentre si mantiene libero l'elettrodo dei dati per indirizzare un altro pixel. Allo stesso modo le scariche possono essere interrotte utilizzando lo stesso elettrodo dati.

Vantaggi e svantaggi degli schermi al Plasma



Qualità innegabili! La tecnologia al plasma ha innumerevoli vantaggi rispetto quella degli schermi LCD e CRT. Prima di tutto, la scelta dell'uso di scintillatori. Per i televisori al plasma permette di ottenere

una gamma cromatica più ampia di qualsiasi monitor CRT e caratterizzata da colori più brillanti.



Origine dati: NEC-Mitsubishi

Secondo, le angolazioni della visuale. Sono molto ampie, specialmente se confrontate con quelle degli LCD, perchè, diversamente dalla tecnologia LCD, la luce viene generata dai pixel stessi. Inoltre gli schermi al plasma non hanno bisogno di polarizzatori.

Infine, il contrasto. La qualità dei toni neri è equivalente a quella dei migliori televisori CRT: contrariamente a ciò che accade negli schermi LCD, un pixel spento non emette alcuna luce. I televisori al plasma sono anche dotati di una migliore luminosità rispetto i CRT, raggiungendo valori tra i 900 e i 1000 nit.

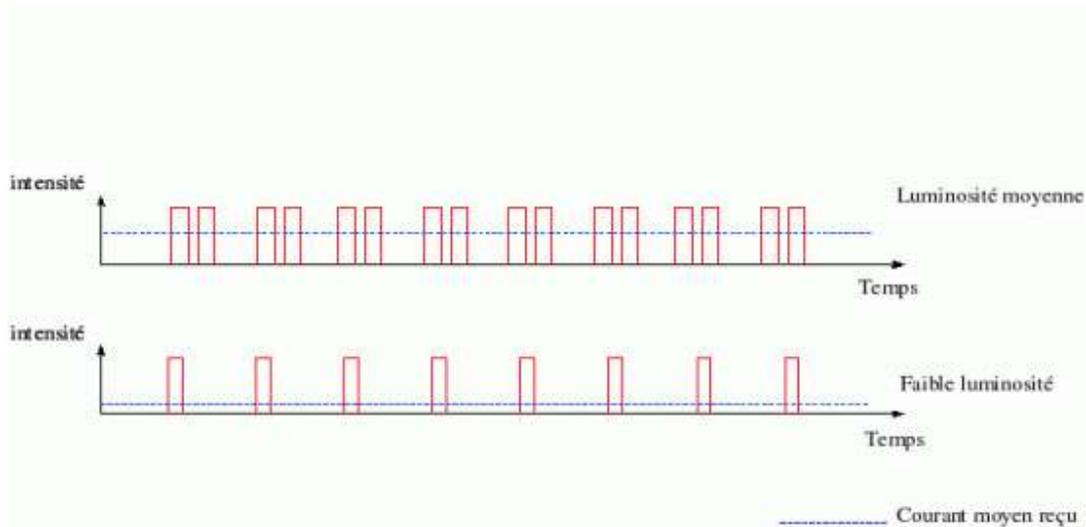
Da notare anche il fatto che gli schermi al plasma possono avere diagonali di grandi dimensioni (da 32 a 50 pollici) e profondità molto ristrette; vantaggio enorme rispetto i CRT che come ben sapete, diventano più ingombranti in profondità al crescere della diagonale.

Svantaggi



La dimensione dei pixel rappresenta uno dei più grossi svantaggi degli schermi al plasma. È difficile, se non impossibile, ridurre le dimensioni dei pixel al di sotto dei 0.5 o 0.6 mm. Di conseguenza non esistono televisori al plasma con diagonali inferiori ai 32 pollici (82 cm). Per mantenere posizioni competitive sul mercato, i produttori di televisori al plasma non hanno avuto altra scelta se non quella di aumentare le dimensioni degli schermi, limitandosi così alla fascia di mercato per televisori dai 32 ai 50 pollici (da 82 a 127 cm).

Per quanto riguarda la qualità dell'immagine, ci sono ancora problemi essenzialmente legati alla natura dei pixel stessi. Dato che un pixel al plasma ha bisogno di scariche elettriche per generare luce, un pixel può venire acceso o spento ma non ha uno stato intermedio. Per questo motivo i produttori usano un metodo chiamato PCM (Modulazione a Codice Di Impulso) per controllarne la luminosità.



Il metodo in realtà è semplice, per rendere un pixel più brillante viene acceso più frequentemente o più a lungo. Al contrario, per ottenere un'immagine più scura, viene acceso meno spesso o per un tempo inferiore. Questi effetti non vengono notati dall'occhio umano in quanto percepisce una specie di media temporanea dei tempi di accensione. È funzionale ma comporta diversi problemi, di cui il più significativo è rappresentato dalla ridotta quantificazione dei colori più bui, rendendo più difficile la distinzione tra due tonalità scure.

Mentre questa tecnologia produce immagini più uniformi quando lo spettatore è lontano dallo schermo, crea disagi visivi se la distanza tra utente e schermo è breve. Generalmente si assume che l'occhio umano non è in grado di distinguere alcuno sfarfallio dei pixel se la frequenza è superiore agli 85Hz, ma non è propriamente vero. Infatti l'occhio è perfettamente in grado di scorgere queste veloci variazioni di luminosità, ma il cervello non può elaborare le immagini così velocemente. Di conseguenza, un'immagine a 85Hz può causare un affaticamento visivo senza che l'utente si sia accorto di alcuno sfarfallio dell'immagine.

Sfortunatamente questo è il caso dei pixel al plasma. Lo sfarfallio può causare affaticamento visivo se siete troppo vicini allo schermo, quindi, più l'immagine di uno schermo al plasma è grande, più dovrete stare lontani dal televisore, rendendovi meno intensa ogni sensazione di immersione nell'immagine.

I pixel al plasma sono anche soggetti a bruciature. Se proiettate per un tempo abbastanza lungo un'immagine su un tubo CRT, la vedrete permanentemente stampata sul fosforo. Questo fenomeno è dovuto al

premature invecchiamento degli scintillatori quando vengono usati in continuazione, causando un crollo della loro efficienza. Dato che la tecnologia al plasma si basa sull'uso di scintillatori, soffre dello stesso difetto dei televisori CRT.

In condizioni di normale utilizzo del televisore, la bruciatura dei pixel non rappresenta un vero problema, dato che l'immagine visualizzata cambia frequentemente i pixel invecchiano in modo uniforme. Questo problema solitamente si nota nelle applicazioni di tipo business; per esempio, quando lo schermo deve visualizzare lo stesso canale 24 ore al giorno per 7 giorni alla settimana, il logo del canale (CNN, NBC, MTV, etc.) rimane impresso sullo schermo perchè non è soggetto a variazioni di posizioni o a modifiche grafiche. Oppure, quando uno schermo al plasma viene usato per visualizzare pubblicità o messaggi statici, l'immagine proiettata a lungo viene anch'essa "scritta" permanentemente sugli scintillatori dello schermo.

Questo fenomeno è il vero limite della tecnologia al plasma. Contrariamente a quanto si pensa questi schermi non hanno perdite di alcun tipo, e non devono essere ricaricati. Gli scintillatori però invecchiano, e sfortunatamente non si può fare molto per evitarlo. A peggiorare le cose, il fatto che non tutti i tipi di scintillatori invecchiano alla stessa velocità; il canale blu, per esempio, invecchia sempre più in fretta degli altri, anche se la situazione è profondamente migliorata rispetto ai modelli più vecchi.

Infine il fattore economico: questi schermi sono costosi. Non solo sono difficili da produrre, ma l'elettronica di controllo dello schermo richiede specifici semiconduttori ad alte prestazioni perchè le linee di controllo degli elettrodi devono trasportare centinaia di volt ad alte frequenze. La diretta conseguenza di questa gestione e dell'impiego di alte tensioni, è l'alto consumo energetico, di gran lunga più alto dei monitor LCD. Per farvi un esempio, uno schermo al plasma da 42" (107 cm) consuma 250W, mentre un LCD con la stessa diagonale richiede solo 150W.

Aree di applicazione del Plasma

Gli schermi al plasma si trovano prevalentemente nei sistemi video di grande formato e alta qualità. Le grandi dimensioni e prestazioni video rendono questi prodotti ottimali per la visualizzazione di DVD. Solitamente si posizionano nel mercato di fascia alta, dove i limiti dei costi, dell'invecchiamento del fosforo e degli alti consumi energetici sono solo aspetti secondari rispetto a prestazioni e qualità.

Dando un'occhiata a quello che potrebbe essere il prossimo futuro, è chiaro che la tecnologia LCD piano piano logorerà l'attuale mercato del plasma, fornendo televisori dalle diagonali sempre più grandi. Il motivo è semplice: una volta che la tecnologia sarà sotto controllo, la fabbricazione degli LCD diverrà più facile e meno costosa.

Se non ci saranno grandi scossoni al mercato con la nascita e l'imposizione di altre innovazioni, il plasma sarà relegato ad un uso specifico nell'area domestica, essenzialmente dove c'è la richiesta di rappresentare immagini grandi e visibili a grande distanza dal televisore.

Il problema dello sfarfallio di questi schermi spiega anche il perché tale tecnologia non sia di grande interesse per l'uso con computer.

Tecnologia LCD

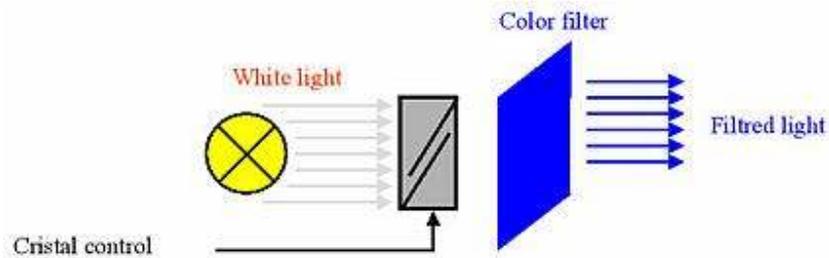
Un emergente promettente

Per risalire all'origine del termine "cristallo liquido" non basta fermarsi al secolo scorso, ma bisogna risalire addirittura a quello precedente, dato che la frase ha avuto origine nel 1889! Interessante anche il fatto che non è arrivata a noi tramite l'elettronica, bensì grazie alla botanica. È solo nel 1968 che RCA si interessa a questo fenomeno inventando i primi schermi a cristalli liquidi. Nel 1969 James Fergason scoprì l'effetto nematico ritorto (TN). Scoperta fondamentale dato che tutti i monitor LCD a noi familiari si basano sul principio della rotazione del piano di polarizzazione. Nel 1973, George Gray inventò il cristallo liquido bifenile, che rese possibile l'implementazione di soluzioni a cristalli liquidi stabili anche in normali condizioni di pressione e temperatura. Fu così che all'inizio del 1986, NEC produsse il primo computer portatile dotato di Display a Cristalli Liquidi (LCD). Nel 1995 si produssero i primi schermi LCD dalle grandi diagonali: oltre i 28" (71 cm).

È interessante notare che mentre il plasma viene associato ad applicazioni audiovisive, gli LCD hanno raggiunto la maturità grazie al loro impiego nei computer e nei portatili. Si tratta quindi di una tecnologia relativamente emergente per quanto riguarda i televisori domestici anche se, in realtà, sia dotata di tutti i presupposti per conquistare la fetta del mercato più grossa.

LCD, uno strano principio di funzionamento

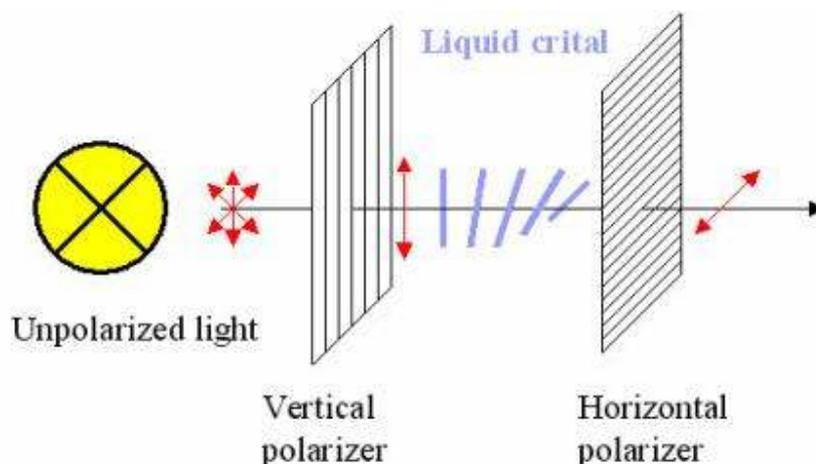
La differenza principale tra il plasma e la tecnologia LCD, sta nel fatto che i pixel LCD non emettono alcuna luce. Tutti i punti deboli e le qualità di questa tecnologia girano attorno a questa caratteristica.



Così come le altre tecnologie, un pixel LCD è costituito da tre sotto-pixel dai colori elementari. Un LCD non emette alcuna luce ma funziona come un selettore, ecco il motivo per cui questi schermi sono retro-illuminati. La luce emessa dalla retroilluminazione passa attraverso il cristallo liquido e viene quindi colorata dal filtro. Ogni sotto-pixel ha la stessa architettura: cambia solo il colore del filtro in base al suo utilizzo finale. Il cristallo di ogni sotto-pixel può essere controllato elettronicamente come una valvola in modo da lasciar passare più o meno luce in base a quanto rosso, verde e blu il pixel deve emettere.

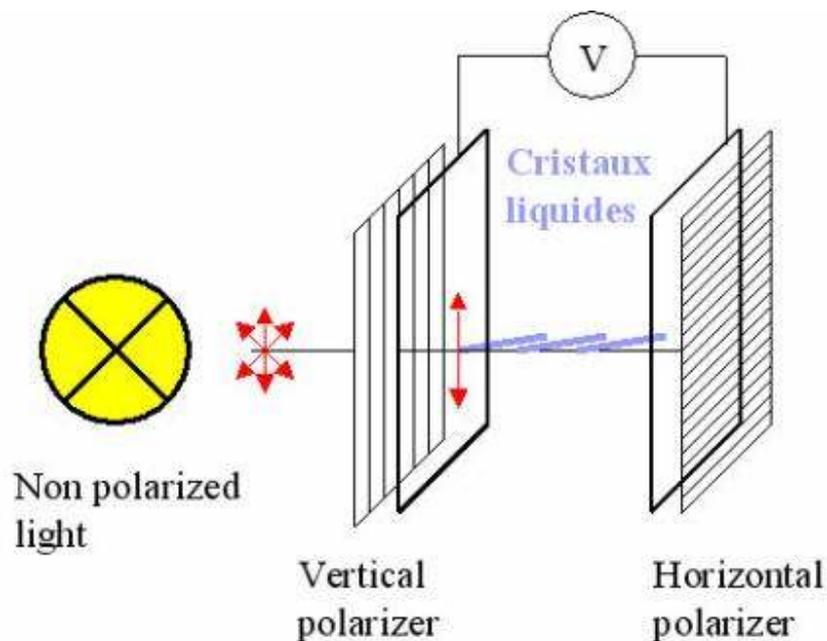
Nel dettaglio

Vediamo come funzionano questi selettori di luce.



La retroilluminazione emette una luce bianca naturale non polarizzata. La sua polarizzazione viene determinata dall'orientamento del vettore

del suo campo elettrico. Senza entrare molto nel dettaglio, la luce è un'onda elettromagnetica; i vettori dei suoi campi elettrici e magnetici sono perpendicolari alla direzione del suo movimento. Una lampadina emette luce non polarizzata, così che il campo elettrico possa viaggiare in ogni direzione perpendicolarmente all'asse di propagazione della luce. Quando la luce passa attraverso un polarizzatore, ne esce dall'altra parte con il vettore del campo elettrico orientato verso una direzione conosciuta (in verticale nel nostro esempio). Se la luce viene fatta passare attraverso un secondo polarizzatore perpendicolare al primo (quindi orizzontale in questo esempio), non può uscirne nessuna luce. Ma se si posiziona un cristallo liquido tra i due polarizzatori, il cristallo altera il piano di polarizzazione per allinearla col secondo polarizzatore, dando così il via libera al passaggio della luce. Questa proprietà naturale dei cristalli liquidi è ciò che ha costituito il successo di questa tecnologia.



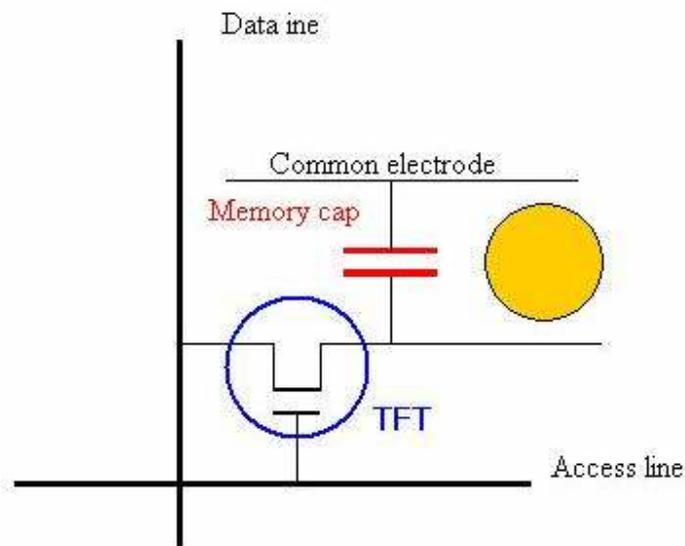
Ora, se si introduce della corrente ad ogni estremità del cristallo liquido, il cristallo si orienta tramite la differenza di potenziale creata. Più o meno nello steso modo in cui un magnete si orienta in base al campo magnetico terrestre. In questo modo prevenendo la rotazione del piano di polarizzazione, i cristalli non permettono il passaggio della luce attraverso il polarizzatore orizzontale, in quanto rimane polarizzato verticalmente. Il raggio di luce viene così interrotto.

Indirizzamento delle matrici LCD

L'indirizzamento delle matrici passive degli schermi LCD viene eseguito quasi allo stesso modo di quelle degli schermi al plasma. Un elettrodo frontale comune all'intera colonna, conduce il voltaggio. L'elettrodo posteriore, comune all'intera riga, funziona come massa.

Gli svantaggi delle matrici passive vecchio stile sono numerosi e ben conosciuti: i pannelli sono lenti e lo schermo non è brillante. Ci sono due motivi per questo: il primo ha a che fare con il fatto che il pixel una volta indirizzato, inizia a tornare lentamente al suo stato iniziale, creando un'immagine sfocata. Il secondo motivo è causato dall'accoppiamento del potenziale delle linee di controllo. Questo accoppiamento rende la propagazione del voltaggio imprecisa e contamina i pixel confinanti.

Per porre rimedio a questi problemi, i costruttori hanno adottato delle tecnologie a matrici attive.



Il trucco qui è aggiungere un transistor (TFT - Thin Film Transistor) ad ogni pixel che operi come un selettore. Quando il selettore è chiuso (ON), i dati possono essere scritti in un condensatore con lo scopo di immagazzinare il segnale. Quando invece il selettore è aperto (OFF), i dati rimangono all'interno del condensatore che funziona quindi come una memoria analogica. Questa tecnologia ha numerosi vantaggi: quando il selettore si chiude i dati rimangono immagazzinati all'interno

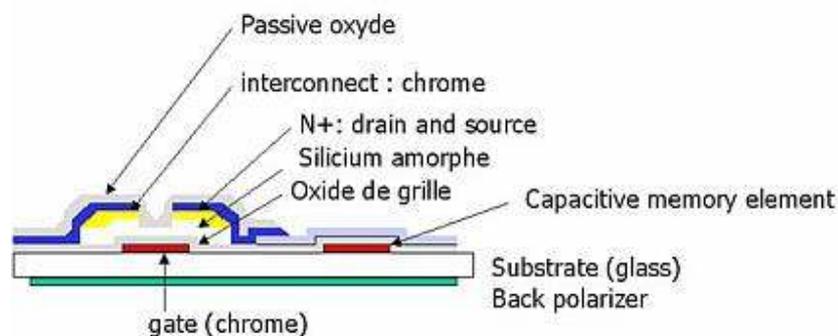
del condensatore, il cristallo liquido continuerà ad avere un voltaggio sui suoi terminali e le linee potranno indirizzare un altro pixel. In pratica si evita il ritorno allo stato precedente mentre si indirizza un altro pixel. I tempi di scrittura del condensatore sono inferiori rispetto ai tempi di rotazione dei cristalli, quindi è possibile scrivere un dato e indirizzare immediatamente un altro pixel senza tempi di attesa.

Questa tecnologia, conosciuta come "TFT", dal sottile strato di transistor che usa, si è diffusa solo recentemente, in quanto il suo nome viene associato a tutti i display LCD.

I voltaggi usati sono di gran lunga inferiori rispetto quelli di uno schermo al plasma. Per far funzionare un pixel TFT, abbiamo infatti bisogno di una tensione tra -5 e +20V, non paragonabile alle centinaia di volt richieste per farne funzionare uno al plasma.

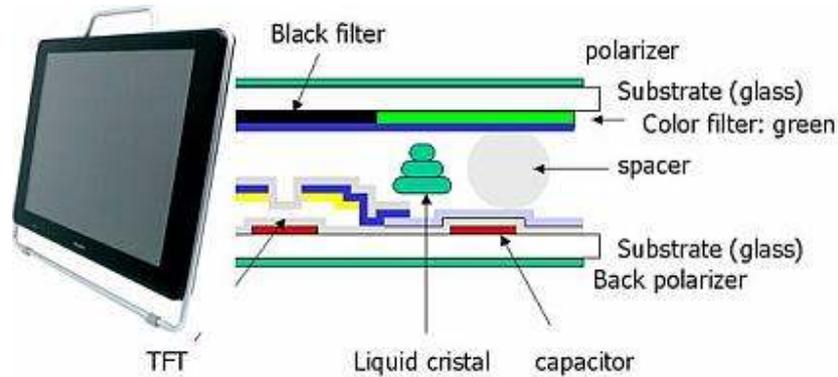
Una piccola litografia

Il processo di fabbricazione dei TFT è molto simile a quello usato per i semiconduttori a noi molto familiari.



Uno strato di cromo viene depositato su uno di vetro per essere utilizzato come griglia metallica per i transistor e i condensatori. Si applica quindi un altro sottile strato di ossido di silicio per la memoria-condensatore dielettrico. Un deposito di silicio amorfo crea un canale per il transistor. Si eccitano due zone con N+ per creare lo scarico e la sorgente. Infine, si deposita uno strato metallico per connettere il transistor (a sinistra) al condensatore di immagazzinamento (a destra). Questo strato fornisce anche la connessione al bus dati metallico. La griglia di cromo, connettendo tutti i transistor in riga, funzionerà da linea di indirizzamento orizzontale. Alla fine tutti i componenti vengono coperti da uno strato protettivo.

Siccome i transistor di silicio amorfo sono molto più scarsi rispetto ai transistor su substrato eccitato, si applica un voltaggio negativo di -5V alla griglia, in modo da assicurarsi che i transistor siano aperti (OFF). Una volta che lo strato di transistor è stato depositato, è possibile aggiungere il cristallo liquido.



Viene aggiunto un separatore per mantenere una certa distanza tra le due piastre di vetro in modo che non si tocchino; si deposita il cristallo liquido, seguito da un elettrodo ITO che funziona come elettrodo di riferimento; a questo punto si aggiungono i filtri dei colori (nel nostro esempio in verde), il pannello di vetro frontale e un altro polarizzatore orientato perpendicolarmente rispetto al primo.

Sopra il transistor si deposita un filtro di colore nero perchè il voltaggio non viene controllato in base all'elettrodo comune dato che dipende da quello presente sulla linea dati, che può comunque cambiare anche se questo particolare pixel non viene indirizzato. Quest'area dalla scarsa definizione viene nascosta agli utenti per evitare disagi alla visione.

Vantaggi e svantaggi degli LCD



La tecnologia LCD ha chiaramente apportato numerosi vantaggi nel mondo IT. I computer hanno da sempre rappresentato il canale che ha permesso a questa tecnologia di emergere, prima di venire adattata per altre applicazioni. I pixel possono essere molto piccoli grazie al processo litografico utilizzato, copiato dall'industria dei semiconduttori. I monitor LCD per computer rappresentano una seria alternativa ai ben più ingombranti monitor CRT e ben presto costituiranno quasi un monopolio. La tecnologia LCD viene impiegata anche nella maggior parte delle applicazioni portatili. La produzione di schermi OLED (Diodi organici emettitori di luce) è ancora agli inizi e procede ancora troppo lentamente perchè possa rappresentare un serio competitore degli LCD.

In generale, le soluzioni basate su LCD sono meno costose dei televisori al plasma, ma naturalmente bisogna tener conto dei fattori di mercato. Quando c'è una carenza di pannelli, persino quelli a prezzi bassissimi possono raggiungere prezzi esorbitanti, ne abbiamo avuto la prova quasi un anno fa.

In termini di qualità dell'immagine, gli LCD offrono miglior luminosità rispetto ai CRT; i pixel non soffrono effetti di sfarfallio, quindi possono essere benissimo guardati anche a distanze ravvicinate.

I televisori LCD hanno quindi un'incredibile stabilità dell'immagine, ciò vuol dire che potete sedervi vicino alla TV senza sentire alcun

affaticamento visivo. In aggiunta, la luminosità è eccellente e l'immagine perfettamente nitida. Aggiungete pure i ragionevoli costi di produzione - senza considerare carenze di disponibilità - e il ridotto spazio d'ingombro del televisore e vedrete che si tratta veramente di un prodotto su cui puntare.

Ma anche loro hanno qualche problema



Sfortunatamente, le angolazioni della visuale dei singoli pixel non sono paragonabili a quelli di uno schermo al plasma, né con quelli CRT. La luce emessa da dietro il pannello deve passare attraverso due polarizzatori prima di raggiungere la superficie del display. I costruttori hanno già fatto grandi progressi in questo campo e attualmente si stanno avvicinando sempre di più ad angoli abbastanza ampi da essere accettabili per un uso in salotto.

Anche le prestazioni del contrasto rimangono inferiori a quelle di schermi al plasma e CRT, ma ciò non rappresenta necessariamente un problema. Il difetto più importante invece, è legato alla profondità dei neri. Come abbiamo visto, i pixel di uno schermo LCD sono semplicemente dei selettori di luce, di sicuro non la tecnologia migliore in circolazione visto che soffrono di "perdite di luce". Quindi, anche quando questi selettori sono completamente chiusi (dovrebbero perciò rappresentare un pixel completamente nero), si ha una percepibile fonte di luce. Naturalmente questo è un campo dove plasma e CRT godono solo di vantaggi: con queste tecnologie infatti, nero vuol dire proprio oscurità totale.

Anche la latenza rappresenta un problema nei monitor LCD. Questa tecnologia è fondamentalmente lenta, per cui sono meno adatti alla visualizzazione di immagini animate rispetto uno schermo al Plasma. Il costante progresso in questo campo ha reso gli LCD molto più prestanti, ma comunque ancora lontani dal poter essere paragonati ai CRT.

Infine, dato che la risoluzione originale degli LCD è alta, con immagini video e filmati bisogna necessariamente utilizzare un'interpolazione dei pixel, almeno fino a giorno in cui si adotterà l'HD (alta risoluzione). I televisori LCD non godono di grandi prestazioni sotto questo punto di vista, ovviamente le difficoltà incrementano all'aumentare della risoluzione da visualizzare. Tutti i produttori stanno però concentrando i propri sforzi per risolvere questo problema ed alcuni sono già riusciti a raggiungere risultati accettabili con schermi da 26 pollici; purtroppo ad oggi non abbiamo ancora trovato un'immagine interpolata che ci soddisfi. In teoria l'avvento dell'alta risoluzione dovrebbe dare un colpo di spugna a questo tipo di problemi poiché l'immagine avrà la stessa risoluzione dello schermo e l'interpolazione sarà solo un ricordo.

LCD: Applicazioni

L'area dove gli LCD regnano sovrani su ogni altro video a schermo piatto è naturalmente quella IT, dove possono essere usati per la maggior parte delle applicazioni inclusi giochi, applicativi office e ritocco fotografico.

Tutta un'altra storia per quanto riguarda i televisori LCD, costretti a mangiare polvere da quelli al plasma, anche se più economici e prodotti in dimensioni meno eccessive. Persino in termini di qualità video assoluta il plasma rappresenta ancora il massimo, offrendo una qualità di neri pari agli schermi CRT, angoli di visuale eccezionali e colori senza uguali. Fortunatamente, grazie alla continua rifinitura della tecnologia, gli LCD stanno guadagnando terreno, anche se a passi molto piccoli.

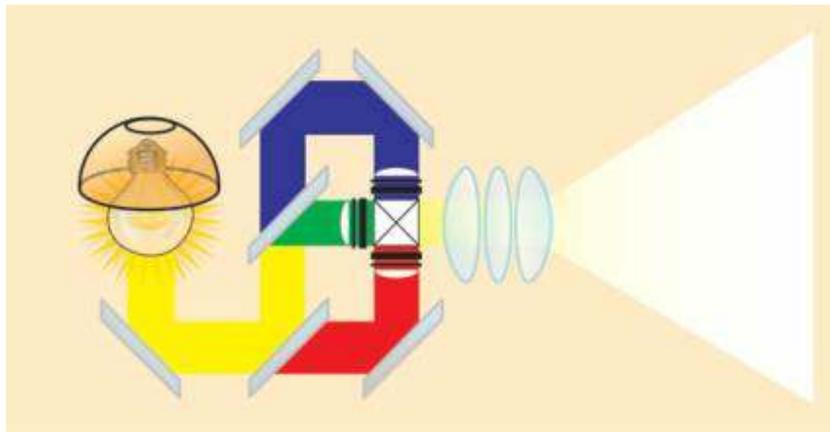
Proiettori LCD

Per molto tempo, questa tecnologia è stata la più utilizzata sia per la produzione di proiettori per uso casalingo che professionale. LCD rimane un'alternativa spesso utilizzata dai produttori di video-proiettori a causa del basso costo di produzione e della grande conoscenza di questa tecnologia.

Come funzionano

I cristalli liquidi permettono di polarizzare la luce verso una singola direzione e quindi di orientarla. I cristalli sono posizionati tra due elettrodi e cambiano direzione in base all'influenza di un campo elettrico. Questo modifica la struttura dei cristalli, e il campo elettrico li rende trasparenti od opachi. Il display, costituito da milioni di cristalli liquidi, crea l'immagine. I proiettori che utilizzano la tecnologia LCD possono essere sia mono che tri-LCD.

I Mono-LCD (ormai una specie in estinzione) utilizzano un singolo display a cristalli liquidi per produrre un'immagine. I proiettori Tri-LCD formano un'immagine per colore (rosso, verde, blu). Queste immagini sono poi sovrapposte grazie a un prisma per formare l'immagine finale.



Vantaggi e svantaggi dei proiettori LCD

Vantaggi

I proiettori LCD sono molto convenienti (sotto i 1500€) e spesso di alta qualità. Con i modelli più recenti, l'immagine è eccellente e luminosa.

Svantaggi

Il colore nero non è mai completamente nero, dato che i cristalli non diventano mai completamente opachi. La matrice di cristalli è visibile, ma dipende comunque dalla distanza di visualizzazione.



LCoS (liquid-crystal-on-silicon)

Una tecnologia innovativa in fase di sviluppo negli USA, che combina i cristalli liquidi con i chip di silicio, promette di offrire una soluzione per questi problemi e di ampliare il campo di utilizzo dei dispositivi di visualizzazione.

Indicata con la sigla LCoS (liquid-crystal-on-silicon), questa nuova tecnologia si basa sulle stesse proprietà fisico-chimiche dalle quali dipende il funzionamento dei display a cristalli liquidi (LCD) convenzionali, ma presenta alcune differenze significative. Una prima differenza importante tra gli LCD convenzionali e i dispositivi LCoS, detti microdisplay, è che per i backplane di questi ultimi si impiegano chip di silicio i cui lati misurano 1 - 2 centimetri; le dimensioni sono quindi estremamente ridotte rispetto alle lastre di vetro di 250 - 300 millimetri adoperate per gli LCD dei laptop. Numerose società, tra le quali Colorado MicroDisplay Inc., con sede in Boulder, Colorado, sono impegnate nello sviluppo di display basati sulla nuova tecnologia. Le tecnologie di assemblaggio dei microdisplay vengono sviluppate da Hana Microdisplay Technologies Inc., con sede a Twinsburg, Ohio.

Nella figura successiva sono messe a confronto le dimensioni di un microdisplay con quelle di una penna. Come è possibile osservare le immagini create da un dispositivo le cui dimensioni sono quelle di un chip di silicio? In due modi, che distinguono i principali campi di applicazione dei nuovi display: microdisplay virtuali e a proiezione.



Le dimensioni di un microdisplay
(Fonte: Colorado Microdisplay Inc.)

Microdisplay virtuali e a proiezione

Nei microdisplay virtuali, apposite ottiche ingrandiscono l'immagine originale; l'immagine ingrandita appare all'interno di un viewfinder (un dispositivo simile al mirino delle moderne telecamere) ed è quella osservabile. L'anno scorso, la filiale giapponese di IBM e Olympus Corp. hanno reso noto il prototipo di un computer a cuffia che proietta l'immagine visualizzata da un display LCoS davanti agli occhi. Nei microdisplay a proiezione, apposite ottiche ingrandiscono e proiettano l'immagine su uno schermo, che può essere lontano, come nel caso di un proiettore multimediale o di una parete (proiezione anteriore), oppure essere installato in un involucro come quello del monitor di un computer o di un ricevitore televisivo (proiezione posteriore).

Il vantaggio principale dei microdisplay consiste nella loro capacità di generare immagini di alta qualità per i dispositivi portatili. Con una diagonale inferiore a 0,5 pollici (meno di 13 millimetri), un microdisplay può offrire caratteristiche cromatiche e video paragonabili o anche migliori di quelle ottenibili con un televisore o un monitor per PC; inoltre presenta caratteristiche di visibilità superiore: mentre con l'attuale tecnologia di visualizzazione basata sui transistori a film sottile (TFT) occorre tenere i display a un particolare angolo per osservare le immagini, un microdisplay dà la massima libertà di collocazione. Numerose aziende stanno sviluppando sistemi, come quello realizzato da IBM e Olympus, detti "prossimi all'occhio"; in molti di questi sistemi il microdisplay è installato sul lato di una cuffia e l'immagine è proiettata su uno specchio semitrasparente, cosicché quando non si visualizza nessuna immagine è possibile vedere

attraverso il display. Quindi sarà possibile leggere la posta elettronica, vedere un film o consultare un manuale ovunque ci si trovi: un microdisplay garantisce sia riservatezza (per esempio se si è seduti in un aeroplano accanto a sconosciuti) sia convenienza: quando un tecnico addetto alla manutenzione dovrà riparare un sistema molto complesso, potrà osservarne gli schemi con un computer a cuffia mentre esegue le riparazioni.

Un'altra importante differenza è che gli LCD convenzionali degli schermi dei computer sono trasmissivi, ossia la luce proveniente da dietro il backplane viene trasmessa attraverso il display. Ma poiché il silicio non trasmette la luce, per visualizzare le immagini con i microdisplay occorre generare la luce al loro interno (tecnologie a emissione) oppure riflettere e modulare la luce incidente su di essi dall'esterno (tecnologie a modulazione). Quest'ultima soluzione comporta requisiti meno complessi di fabbricazione dei microdisplay.



Un dispositivo di visualizzazione prossimo all'occhio
(Fonte: Hana Microdisplay Technologies Inc.)

Vantaggi

Un grande vantaggio per la tecnologia LCoS è la possibilità di sfruttare le tecnologie evolute del silicio. Per due motivi: primo, per fabbricare i display piatti convenzionali occorrono attrezzature speciali per lo spostamento delle grandi lastre di vetro sulle quali vengono depositati i TFT e altri circuiti. Sono necessari quindi enormi investimenti da parte di qualunque società che voglia inserirsi nel settore dei display. Ma un'azienda che impieghi la tecnologia LCoS non ha bisogno di uno stabilimento di produzione. Poiché il processo di fabbricazione dei circuiti di cui sono composti i backplane si basa sui convenzionali processi di fabbricazione dei chip di silicio, un'azienda può progettare i circuiti e rivolgersi a un qualsiasi stabilimento di produzione di chip di silicio per la fabbricazione di questi ultimi.

Il secondo vantaggio della tecnologia LCoS è l'ampia gamma disponibile di strumenti di progettazione CAD dei circuiti integrati, che permette di progettare un nuovo backplane nell'arco di pochi mesi qualora occorra costruire un microdisplay con risoluzione diversa. Presso lo stabilimento Hana, molte delle fasi del processo di fabbricazione dei microdisplay sono simili a quelle del processo di fabbricazione degli LCD convenzionali, ma le dimensioni su cui si lavora sono molto più piccole. I chip di silicio contenenti i circuiti integrati per il backplane vengono costruiti con le tecniche standard impiegate nei tipici stabilimenti di produzione. Una volta trasferiti allo stabilimento Hana, i chip da 300 mm con i singoli circuiti integrati vengono rivestiti con uno strato di polimide; con un altro strato di polimide si rivestono lastre di vetro da 300 mm. Successivamente, in ciascuno degli strati di polimide vengono praticate strette scanalature che servono a fissare i cristalli liquidi.

I wafer di silicio e di vetro vengono disposti l'uno sopra l'altro, con i lati di polimide rivolti l'uno verso l'altro e con le scanalature praticate sulle due superfici a un angolo tra di loro tipicamente compreso fra 45 e 100 gradi, e vengono tagliati in piastrine sottilissime, di dimensioni dell'ordine di quelle dei chip. Infine, si introduce il cristallo liquido fra i due strati e si chiude ermeticamente il sistema. Hana completa anche il microdisplay con l'involucro impiegando le tecniche normalmente usate per i dispositivi a semiconduttore, permettendo così di eseguire le connessioni elettriche con il backplane di silicio. Successivamente i microdisplay vengono spediti ai clienti Hana, che aggiungono le ottiche e i circuiti d'interfaccia e di pilotaggio. Riguardo a questi ultimi esistono due approcci per lo schema di pilotaggio: binario o analogico. L'approccio binario è interamente digitale sino all'interno del display: i pixel vengono fatti commutare tra lo stato on e quello off senza livelli di grigio intermedi, che invece vengono ottenuti mediante tecniche TDM (Time Division Multiplexing).

L'approccio analogico è digitale sino al display e successivamente incorpora uno schema di pilotaggio analogico per generare immagini video di alta qualità cromatica e con alta frequenza di refresh. Nella relazione CMD White Paper: Which Microdisplay is Right for Your Application?", Colorado MicroDisplay afferma che i microdisplay binari digitali richiedono un'interfaccia più complessa e funzionante a velocità più alta, con conseguenti aumenti dei costi e del consumo di potenza per migliorare la resa cromatica, mentre i microdisplay analogici sono ideali quando occorre una gamma completa di colori.

Svantaggi

Il problema maggiore nella fase di fabbricazione dei microdisplay è l'eliminazione dei difetti. Poiché l'immagine può essere ingrandita di fattori compresi tra 20 e 100, anche gli eventuali difetti vengono ingranditi, cosicché risultano visibili difetti dell'ordine dei micrometri che invece in un normale display piatto, osservato direttamente senza apparecchi d'ingrandimento, non sono visibili dall'occhio umano.

Per risolvere il problema delle impurità si fa ricorso a molte delle tecniche e degli strumenti impiegati nel settore dei dispositivi a semiconduttori, nel quale è pure importantissimo eliminare i difetti.

Tecnologia OLED

Panoramica

Il mercato dei monitor e TV, al momento, è fortemente caratterizzato dalla competizione tra la tecnologia LCD e quella Plasma. Nel settore informatico domina incontrastata la soluzione LCD, mentre in quello televisivo, per quanto concerne le grandi diagonali (dai 42 pollici in su), si ha una predominanza dei Plasma.



Mentre i due grandi "vecchi" della dimensione flat battaglia a colpi di *nice price* e saldi stracciati, si sta affacciando timidamente sul mercato una nuova tecnologia chiamata OLED (organic light-emitting diode). In verità si tratta di una soluzione che in versione prototipo è stata mostrata alla stampa per la prima volta nel lontano 1987 da [Ching Tang](#) e [Steve Van Slyke](#), e che è diventata "prodotto" solo nel 2003 con la camera digitale [Kodak LS633](#).



A parte questo piccolo *exploit* il grande pubblico ha sentito parlare raramente degli OLED. Per questioni di mercato e piccoli difetti ancora da risolvere, i settori che li hanno accolti con interesse sono solo quelli dei portatile player e della telefonia mobile. Si sta parlando, quindi, di piccole unità che hanno reso particolarmente appariscenti ed accattivanti numerosi lettori MP3 della Sony e della Creative, nonché alcuni modelli di cellulari firmati Sony-Ericsson e Motorola.



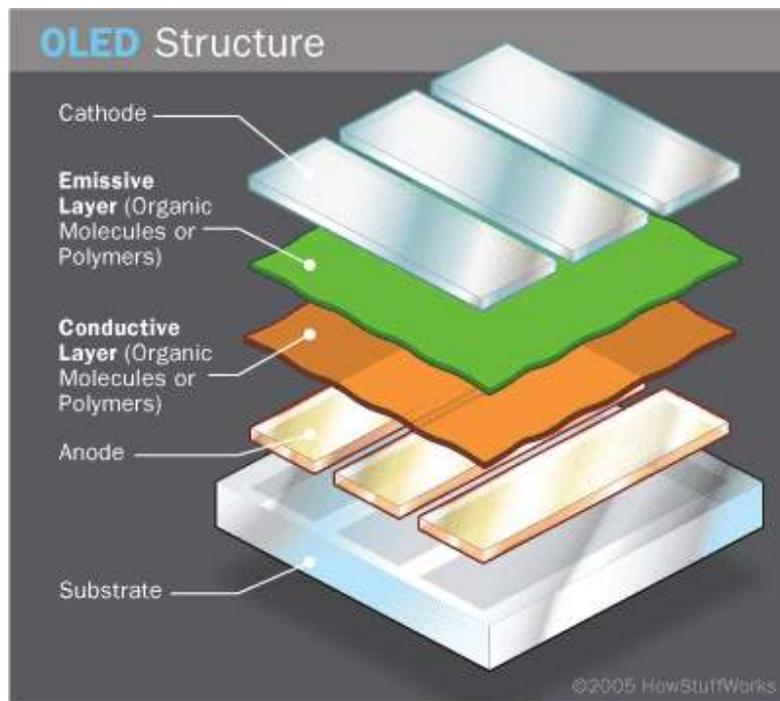
Di primo acchito i mini-display OLED non possono far altro che colpire per l'incredibile luminosità e la cromia vivace. Contemporaneamente, è confermato dai tecnici che i consumi energetici sono estremamente bassi.

Tecnicamente OLED

Un diodo organico ad emissione di luce (OLED) non è altro che un tipo di **LED** in cui lo strato emittente contiene film sottilissimi di composti

chimici organici (costituiti prevalentemente da Carbonio). In pratica, mentre negli LCD è presente una sorgente luminosa che "illumina" i cristalli liquidi contenuti nelle celle dello schermo, negli OLED la capacità di emettere luce è propria.

Lo strato elettro-luminescente integra una sostanza polimerica che permette il deposito di composti organici capaci di disporsi in file e colonne su una superficie piana - utilizzando di fatto un semplice metodo di "stampa" per creare una matrice di pixel che può emettere luci colorate diverse.



Gli elementi organici di solito emettono luce bianca, ma grazie all'utilizzo di composti elettro-fosforescenti si possono ottenere la luce rossa, verde e blu, quindi colori primari che sapientemente combinati permettono di ottenere la cromia completa dello spettro visibile. Come nei display tradizionali, quindi, ogni pixel è costituito da tre sub-pixel di colore diverso (RGB). In relazione poi all'intensità luminosa dei vari sub-pixel si ottengono tutti i colori, e in proporzione le immagini dinamiche.

La conduzione di corrente verso una sola direzione li rende analoghi ai tradizionali diodi... per questo O-LED. Ecco quindi le molteplici applicazioni di questa tecnologia: TV, mini-display, monitor, lampade, pannelli luminosi, etc.

Costruzione

In sede produttiva l'OLED si mostra **composto di vari strati**. Al primo trasparente con funzioni di protezione viene depositato un elemento conduttivo che fa da anodo. Poi vengono aggiunti altri tre strati organici: fra i due portatori di carica che contribuiscono al passaggio di corrente elettrica vengono inseriti i tre elementi elettro-luminescenti (rosso, verde e blu) – ordinati in modo da formare migliaia di micro-display a tre colori. Alla fine viene depositato un ultimo strato riflettente che ha funzione di catodo. Il tutto con uno spessore complessivo che si aggira sui 300 nanometri.

Tipologie

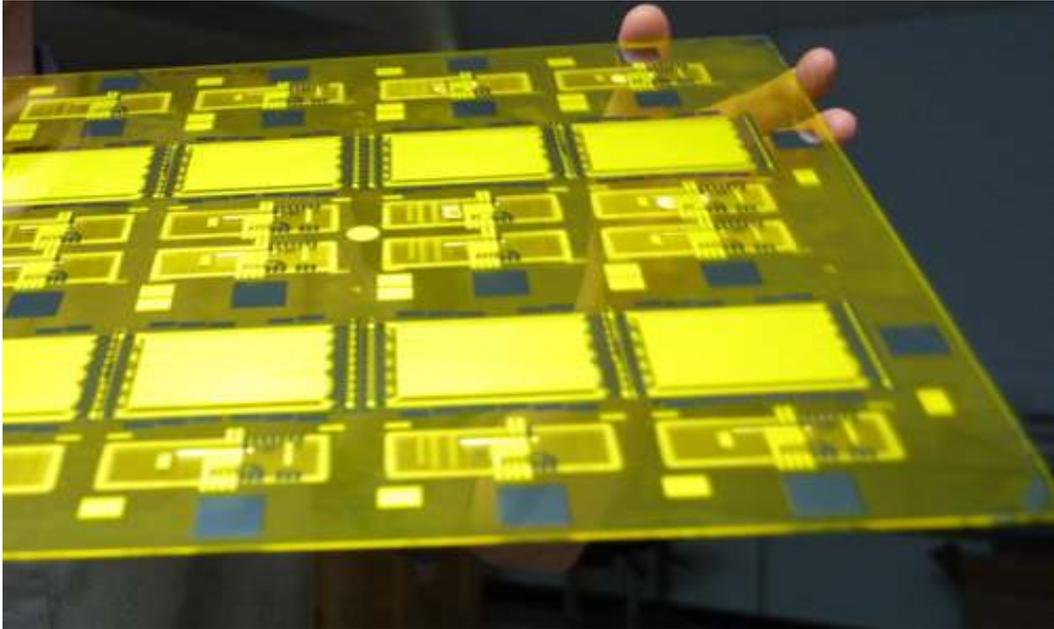
Small molecules OLED (SM-OLED)

La tecnologia a "piccole molecole" OLED è stata sviluppata da **Eastman-Kodak**. Il suo processo produttivo è probabilmente il più costoso e non permette la flessibilità dei display. Comunemente i prodotti disponibili sul mercato sono di questo tipo.

Polymer light-emitting diodes (PLED)

I diodi a polimeri di luce (PLED) sfruttano le peculiarità di un composto elettro-luminescente conduttivo che emette luce quando è soggetto al passaggio di corrente elettrica. Sviluppati dalla **Cambridge Display Technology**, sono anche conosciuti come Light-Emitting Polymers (LEP).

Normalmente vengono utilizzati in film sottili per disporre di un pieno spettro di colori, consumando pochissima energia. Il sub-strato è flessibile come il PET, quindi la produzione è economica e facilmente adattabile ad ogni esigenza.



Transparent Organic Light Emitting Device (TOLED)

I dispositivi trasparenti organici ad emissione luminosa (TOLED) sfruttano una particolare struttura trasparente per creare display capaci di illuminarsi da un lato o da entrambi i lati. Grazie a buone caratteristiche di contrasto, anche in presenza di luce esterna, si distinguono nella cartellonistica.

Phosphorescent OLED (PHOLED)

Si tratta di un tipo di OLED fosforescente. Lo sviluppo è portato avanti da una società del New Jersey chiamata [Universal Display Corporation](#). Rispetto alle altre tipologie è nettamente più efficiente sotto il profilo energetico: la conversione di energia elettrica in luce è del 100%, contro il 25-30% degli OLED fluorescenti.

I tecnici sono convinti che sia la soluzione migliore per display di grandi dimensioni. Si parla anche di addobbare le mura domestiche con pannelli PHOLED per eliminare completamente lampade e disporre di illuminazioni equamente distribuite.

PHOLEDs	CIE COLOR COORDINATES	DEVICE ARCHITECTURES*	EXTERNAL QUANTUM EFFICIENCY (%)	LUMINOUS EFFICIENCY (cd/A)	OPERATIONAL LIFETIME TO 50% L. (HRS)**	INITIAL LUMINANCE (cd/m ²)
DEEP RED	(0.67, 0.32)	NEW	19	15	200,000	500
	(0.68, 0.32)	STANDARD	14	10	320,000	500
RED	(0.65, 0.35)	NEW	19	21	300,000	500
	(0.65, 0.35)	STANDARD	15	15	120,000	500
ORANGE-RED	(0.62, 0.38)	STANDARD	18	30	40,000	500
YELLOW-GREEN	(0.42, 0.57)	STANDARD	20	71	100,000	1,000
GREEN	(0.35, 0.61)	NEW	17	61	25,000	1,000
	(0.33, 0.63)	NEW	10	37	40,000	1,000
LIGHT BLUE***	(0.16, 0.29)	STANDARD	11	21	17,500	200
					3,000	500

* Using bottom-emitting structures.

** Lifetime data is based on accelerated current drive conditions at room temperature.

*** Not yet commercially available.

L'unico difetto non ancora risolto è che le unità rosse e gialle possono durare 10 mila ore in più rispetto alle blu. In questo modo, nei display, si registra una distorsione cromatica accentuata e inaccettabile per l'ambito consumer.

Stacked OLED (SOLED)

I SOLED sfruttano un diverso tipo di architettura basata sul posizionamento dei sub-pixel rossi, verdi e blu uno sopra l'altro, invece che accanto come avviene normalmente. Questo permette di migliorare del 300% la risoluzione e incrementare notevolmente anche la qualità cromatica finale. Questa soluzione potrebbe permettere di soddisfare le esigenze dei dispositivi wireless in relazione alle applicazioni online.



Vantaggi e svantaggi degli OLED

Pregi

La tecnologia OLED è considerata una delle tecnologie più promettenti, soprattutto per la sua flessibilità d'uso. Si avvantaggia notevolmente, infatti, rispetto a quella LCD grazie ad un processo produttivo più economico. Gli OLED possono essere "stampati" teoricamente su ogni tipo di sub-strato utilizzando una tecnologia simile a quella a getto di inchiostro. La prospettiva di utilizzo su supporti flessibili o wearable è inoltre pienamente compatibile.

La cromia, la luminosità e gli angoli di visione sono nettamente superiori rispetto alle soluzioni LCD proprio perché sono gli stessi pixel OLED ad emettere luce. I neri sono più profondi perché per ottenerli i sub-pixel si spengono – come avviene nei Plasma; con evidenti conseguenze positive anche sui consumi energetici.

Negli LCD l'energia viene dispersa soprattutto perché i cristalli liquidi dei display richiedono polarizzazioni che filtrano la metà della luce emessa dalla sorgente interna. A loro volta gli stessi filtri colore assorbono altri due terzi delle emissioni luminose. Insomma, alla fine un pannello LCD di qualità emette solo il 16% della luce prodotta.



Difetti

Il più grande difetto della tecnologia OLED è legato alla vita dei composti organici che ne permettono l'operatività. Gli OLED blu, ad esempio, utilizzati per i flat display difficilmente superano le cinquemila ore – nettamente meno rispetto alle 50/60 mila ore degli LCD.

Le ultime sperimentazioni hanno però confermato che è possibile "spremere" i componenti chimici per superare le 20 mila ore di operatività. Nello specifico il risultato è stato ottenuto con i più avanzati PHOLED. Oltre a questa criticità è stato rilevato che una qualsiasi piccola intrusione di acqua nel display può danneggiare o anche distruggere i materiali organici. Processi avanzati di sigillamento, però, se da una parte sono in grado di risolvere parzialmente il problema, dall'altra riducono fortemente le caratteristiche di flessibilità.

L'ultimo "problema" che affligge la tecnologia OLED è che i brevetti correlati sono in mano a Eastman Kodak e pochissime altre aziende che ovviamente richiedono ingenti investimenti per l'utilizzo delle eventuali licenze.

Tecnologia SED

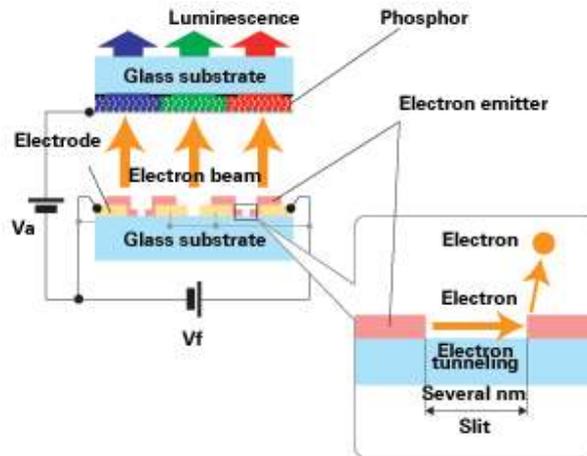
Potrebbe essere di Canon la tecnologia dei futuri monitor piatti, tecnologia denominata SED o Surface-conduction Electron-emitter Display. Questa offre tutte quelle caratteristiche che finora si sono ricercate per i display piatti non CRT, ovvero basso tempo di risposta, elevato contrasto, bassi consumi, alta risoluzione e possibilità di dimensionarlo a piacere.

La nuova tecnologia è stata sviluppata da Canon in collaborazione con Toshiba Corporation ed è partita dalla tecnologia di produzione delle testine per stampanti Canon in grado di emettere gocce di inchiostro molto piccole, della dimensione di 1 picolitro. Il produttore afferma che SED è già pronta per applicazioni pratiche tanto che sono disponibili i primi display dimostrativi che Canon stessa sta portando in giro per il mondo.

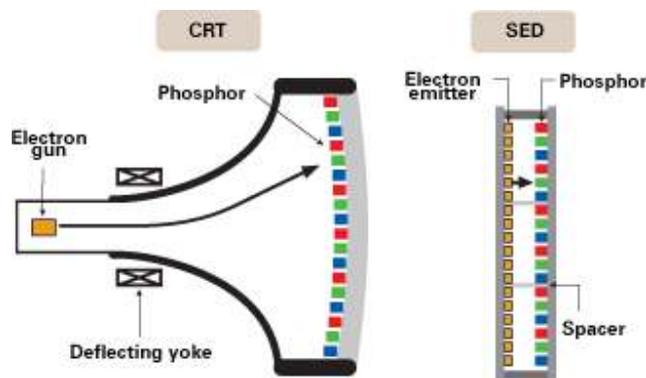
Teoria degli schermi SED

In linea di principio la tecnologia SED prevede l'uso di altre tecnologie, quali quelle di "electron-emission" e "microfabrication" di Canon e quella di costruzione dei display CRT e dei display LCD di Toshiba. Il punto chiave della tecnologia SED, che potremo comunque definire ad emissione degli elettroni (come quella CRT), sta in una fessura ampia alcuni nanometri posta fra due poli elettrici: gli elettroni sono emessi da una parte della fessura e, attraverso il fenomeno dello scattering, arrivano dall'altra parte. Questo passaggio di elettroni fa sì che nella loro collisione con la parete di fosfori venga generata luce. Affinché

avvenga il fenomeno è comunque necessario applicare una tensione molto elevata, pari a ben 10 kV.



In pratica il funzionamento non è molto diverso da quello di un tradizionale tubo catodico, che sfrutta anch'esso la collisione degli elettroni con uno schermo ricoperto di fosfori per generare luce. A differenza dei dispositivi CRT, però, gli emettitori di elettroni non sono rappresentate da un cannone elettronico ma da un certo numero di pixel distribuiti sul display.



Poiché la tecnologia SED è basata sugli stessi principi dei monitor CRT, da questi riprende la dinamica dei colori, la chiarezza delle immagini e la veloce risposta video che non risente del problema della persistenza ben noto con i pannelli LCD e plasma. Inoltre la nuova tecnologia SED non richiede nessun tipo di deflessione elettronica permettendo la realizzazione relativamente semplice di display anche fino a 40 pollici pur con spessori di qualche centimetro. Infine è da considerare l'ottimo rapporto fra le dimensioni del monitor ed i suoi consumi: questo è possibile grazie al fatto che SED converte l'energia elettrica

in emissione di luce con una efficienza molto elevata che permette di superare quella di qualunque altra tecnologia per display di tipo CRT, PDP (plasma) o LCD. Insomma SED permette di unire le migliori doti dei display CRT con tutti i vantaggi di quelli LCD!

SED è già una realtà

Tutto quanto abbiamo detto non è solo teoria, in quanto Canon ha già realizzato prototipi di monitor funzionanti.



Le caratteristiche tecniche di tali display sono:

- Response time di 1ms;
- Rapporto di contrasto 100000:1;
- Luminosità pari a 400 cd/m²;
- Risoluzione di 1920x1080 punti;
- Angolo di visuale: totale (180° sia in verticale che in orizzontale);
- Diagonale di 36 pollici.

Con una risoluzione di 1920x1080 punti e considerando lo standard RGB sono necessari 6.220.800 cannoncini (1920x1080x3) al fine di poter generare la corretta immagine a video.



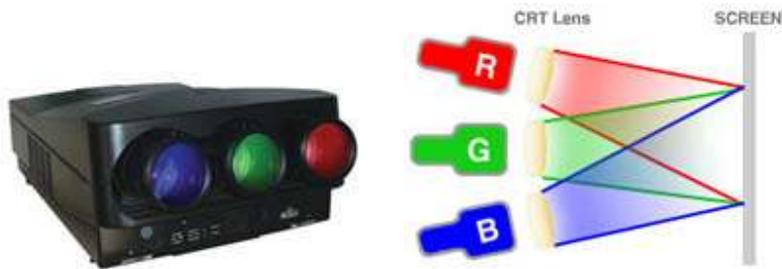
Il pannello protettivo in vetro è stato trattato alla stessa maniera di quello dei monitor Sony X-Black. Come è possibile vedere dalla foto l'angolo di visuale è perfetto anche se si nota una certa riflessione che invece il trattamento dello schermo dovrebbe eliminare.

La disponibilità di questi nuovi display è prevista, da Toshiba, per il 2007. Canon, dal canto suo, afferma che già per fine 2006 vedremo i primi monitor SED. Molto interessante anche il prezzo di queste soluzioni che all'inizio potrebbe essere già uguale a quello di un monitor LCD di pari diagonale.

Videoproiettori CRT

Funzionamento

Il funzionamento dei videoproiettori CRT si basa sulla tecnologia a tubo catodico dei comuni televisori. Concettualmente, al loro interno sono presenti tre o quattro tubi la cui superficie interna è ricoperta da fosfori. Al passaggio di un fascio di elettroni all'interno dei tubi, i fosfori si eccitano e realizzano sullo schermo televisivo i singoli punti dell'immagine. Per dare il colore appropriato ad ogni punto, si utilizza la giustapposizione di tre zone di colore primario (Rosso Verde Blu) che rendono l'esatta tinta.



Come il nome stesso suggerisce, nei videoproiettori tritubo sono affiancati tre tubi catodici indipendenti, ciascuno dedicato ad un colore primario. Ogni fascio di elettroni viene "sparato" nel tubo fino ad una griglia che definisce i punti, e poi fatto convergere attraverso un sistema di lenti. Sullo schermo di otterrà quindi un'immagine composta dalla sovrapposizione delle tre immagini monocolori. La qualità dell'immagine può dipendere dal tipo di accoppiamento lenti-tubo che viene realizzato. In particolare ci sono due modalità:

- **Liquid coupled (accoppiamento a liquido):** permette di ottenere un rapporto di contrasto elevato mentre le immagini risultano leggermente più sfuocate
- **Air coupled (accoppiamento ad aria):** le immagini sono più brillanti e contrastate ma i soggetti possono essere affetti da problemi di aloni sui contorni (effetto Halo)

Vantaggi

- Rapporto di contrasto elevato
- Miglior livello dei neri
- Nessun artefatto per l'assenza delle matrici di pixel
- Dispositivi multiscan (nessun problema di scaling)
- Buona affidabilità

Svantaggi

- Luminosità non elevata (occorre un ambiente buio per ottenere i migliori risultati)
- Installazione difficoltosa (la prima deve essere effettuata da un tecnico specializzato e la taratura è un processo abbastanza complesso)
- Costi elevati sia di acquisto che di manutenzione
- Logorio dei tubi

Il sistema CRT rimane ancora oggi il modo migliore di proiettare un film cinematografico grazie al suo elevato rapporto di contrasto e la sua capacità di rendere i neri nel migliore dei modi. Si tratta di un

dispositivo di livello superiore rispetto ai DLP e gli LCD, anche per quanto riguarda il prezzo.

Chi vuole un sistema home theatre degno di tale nome e non accetta compromessi in fatto di qualità per la visione di film in casa. Occorre ricordare comunque gli elevati costi, compresi quelli di installazione.

Tecnologia DLP



La tecnologia DLP (Digital Light Processing), anche chiamata DMD (Digital Micromirror Device), è basata sul principio della riflessione. Il segnale digitale è interpretato come un comando rivolto a dei micro-specchi che rifletteranno o no la luce derivante dalla lampada del proiettore.

Principi basilari

Nel 1987, Texas Instruments sviluppò un riflettore chiamato DMD. I componenti erano una matrice di 1.3 milioni di micro-specchi posizionati su una testina che li orienta verso la fonte di luce. Possiamo semplicemente dire che ogni specchio corrisponde ad un pixel dell'immagine proiettata. Siccome la risoluzione base della matrice è 1280x1024, il risultato è un'immagine da 1.3 milioni di pixel. Con l'aggiunta al proiettore di una fonte luminosa (la lampada) e le lenti di proiezione, ecco nascere la tecnologia DLP.



Vantaggi e svantaggi della tecnologia DLP

Vantaggi

Confrontato con altre tecnologie, DLP offre un'immagine più colorata, brillante e con un contrasto migliore. Siccome gli spazi tra ogni microspecchio e minore di un micron, lo spazio tra i pixel è molto limitato. Come risultato, l'immagine finale è più nitida. Grazie all'utilizzo di specchi, la perdita di luce è molto ridotta e quindi l'output più luminoso. Confrontato con la tecnologia LCD, la DLP offre un nero più profondo.

Svantaggi

L'unico svantaggio reale dei proiettori DLP è quello che i devoti chiamano "effetto arcobaleno". I proiettori DLP consumer utilizzano un disco trasparente colorato (ruota cromatica) che gira di fronte alla lampada. Questo disco, diviso nei colori principali, compone tutti i colori finali. I colori primari sono posizionati come le fette di una torta. Dipendentemente dal proiettore, possono esserci 3 segmenti (1 rosso, 1 blu e 1 verde), 4 segmenti (1 rosso, 1 verde, 1 blu e 1 bianco), 6 segmenti (1 rosso, 1 verde, 1 blu e poi ancora 1 rosso, 1 verde e 1 blu), o anche 8 segmenti con due segmenti bianchi in più. Meno segmenti ci sono, meno è la rapidità con cui il disco ruota, e superiore è la capacità dell'occhio nell'individuare i colori. Questo significa che a volte si può intravedere un effetto arcobaleno, specialmente in aree in cui l'immagine è molto luminosa. Fortunatamente, non tutti hanno la capacità di scorgere questo effetto.

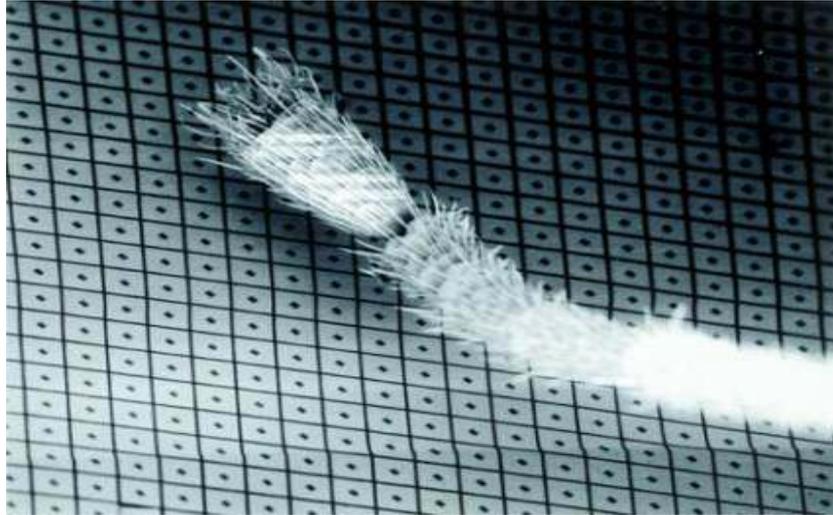
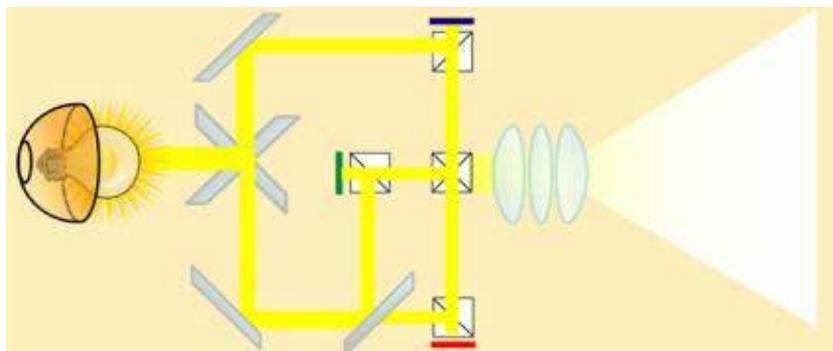


Immagine di una zampa di formica posizionata su una matrice DMD vista al microscopio elettronico.

Technologie D-ILA

La tecnologia D-ILA (Direct Drive Image Light Amplifier) fu sviluppata dalla Giapponese JVC. Infatti, è l'unico produttore che utilizza questa tecnologia. Come i DLP, i proiettori D-ILA utilizzano il principio della riflessione. La matrice ILA è una matrice LCD, identica a quella dei proiettori LCD, ma è montata sopra uno substrato di silicone metallizzato. La tecnologia offre due vantaggi:

La visibilità della matrice LCD è fortemente ridotta e il display è utilizzato come riflettore (come per i DLP) e non come un trasmettitore (come per gli LCD). Il risultato è un colore nero più profondo. Anche i proiettori D-ILA esistono in diverse versioni: mono e tri-ILA. Per quest'ultima versione, ogni colore primario (rosso, verde e blu) è associato a matrici differenti. Per il mono-D-ILA, il Bianco della lampada allo Xenon è diviso nei colori primari con l'utilizzo dell'olografia.



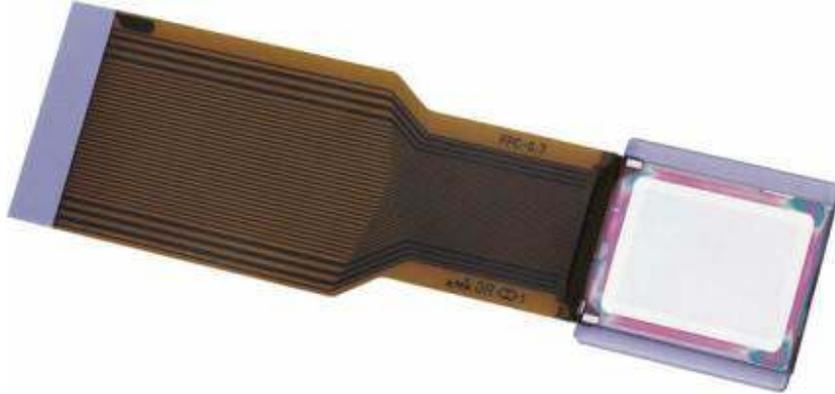
Vantaggi e svantaggi della tecnologia D-ILA

Vantaggi

Nero più profondo e contrasto dell'immagine più elevato. La risoluzione delle matrici LCD sono molto elevate, spesso più alte di quelle utilizzate per i proiettori DLP e LCD.

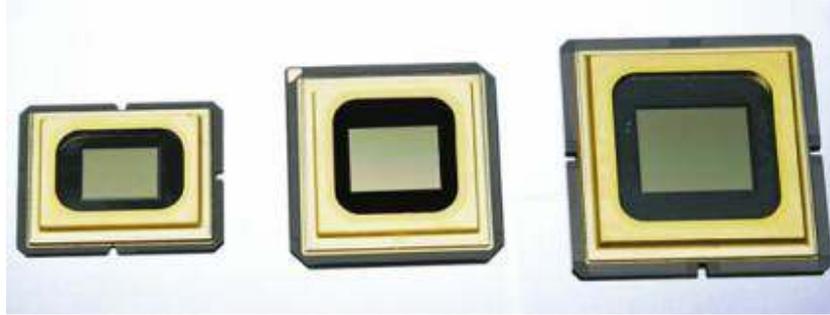
Svantaggi

Il prezzo è abbastanza alto se comparato con i proiettori DLP o LCD. I proiettori sono più rumorosi a causa dell'elevato calore (e quindi maggiore potenza di raffreddamento) prodotto dalla lampada allo Xenon.



Il formato dei proiettori

I proiettori sono disponibili in due formati, come le televisioni. Oltre al formato 4/3, i produttori offrono anche proiettori nel formato nativo a 16/9. Questo significa, per esempio, che non è necessario adattare il formato da 4/3 a 16/9 se volete vedere un film in Cinemascope. Se siete quindi accaniti amanti dei film, sarà preferibile scegliere un proiettore 16/9 perché l'adattamento di un formato 4/3 impatta negativamente sulla qualità dell'immagine. Allo stesso modo, è comunque possibile adattare un 16/9 a 4/3.



Risoluzione

Una matrice è composta da un certo numero di pixel, e questo numero determina la qualità dell'immagine. È molto semplice notare la differenza qualitativa di un'immagine visualizzata a 640x480 rispetto alla stessa immagine visualizzata a 1280x1024.

Matrice 4/3

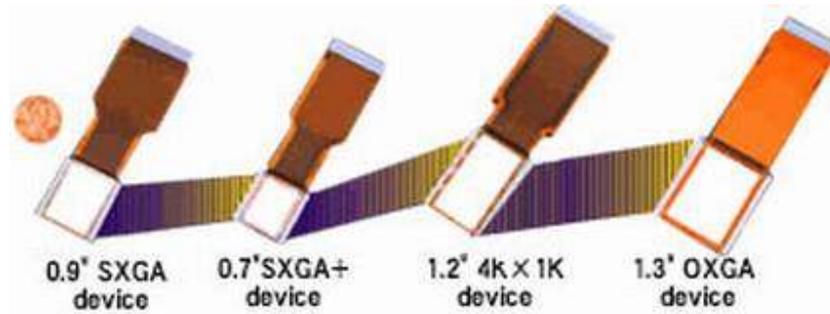
640 x 480 (307,200 pixels)
800 x 600 (480,000 pixels)
1024 x 768 (786,432 pixels)
1365 x 1024 (1,397,760 pixels)

Matrice 16/9

954 x 544 (518,976 pixels)
1280 x 720 (921,600 pixels)
1366 x 768 (1,049,088 pixels)

640x480 e 954x544 sono le risoluzioni minime dei proiettori 4/3 e 16/9. Tuttavia, il loro utilizzo sta diventando sempre meno frequente. 800 x 600 e 1024 x 768 sono ormai standard al giorno d'oggi per i proiettori 4/3, mentre 1280 x 720 è lo standard per i modelli 16/9.

Ovviamente, più è elevato il numero di pixel, più l'immagine sarà definita e precisa. A partire da 800 x 600, un'immagine di 2 metri visualizzata da una distanza di 4 metri fornisce un'ottima qualità, anche se la matrice può essere ancora notata. Diventa meno visibile passando ad una risoluzione di 1024 x 768 e scompare completamente a 1365 x 1024.



Limitazioni

Per guadagnare pieno vantaggio delle alte risoluzioni, la fonte deve essere della stessa risoluzione del proiettore. In altre parole, se il segnale originale ha una risoluzione più bassa, l'immagine visualizzata non godrà del pieno vantaggio fornito dall'elevata risoluzione del proiettore.

Per beneficiare totalmente delle elevate risoluzioni, è necessario possedere un'immagine adeguata. Se utilizzare un computer, la fonte avrà la risoluzione permessa dalla scheda video. In questo caso potrete quindi beneficiare della massima risoluzione. Inoltre, tutti i segnali HDTV possono trarre vantaggio dalla risoluzione elevata. Anche l'Xbox è capace di produrre segnali HDTV. Alcuni proiettori accettano addirittura la risoluzione video ad alta definizione come la 1080i.



Conclusioni

Questo documento ha cercato di spiegarvi il funzionamento delle tecnologie nascoste dietro agli schermi CRT al plasma, LCD, OLED e SED evidenziandone pregi e difetti. Anche se non è una buona idea confrontare le mele con le arance, possiamo dire che la tecnologia al

plasma è un passo avanti in termini di qualità assoluta. Nonostante ciò, il futuro sembra girare attorno al mondo LCD. Il mercato di questi televisori è per ora piuttosto calmo ma potrebbe essere prossimo all'esplosione; presto saremo invasi da questi televisori, alcuni buoni, altri meno e altri ancora fondi di magazzino dalla scadente qualità. La conferma di questa tendenza, iniziata meno di sei mesi fa, sta nel numero di produttori provenienti dall'industria dei computer saltati sul vagone dei televisori LCD. Ma un televisore non è un monitor per computer e questo "dettaglio" è qualcosa che dovranno sempre tenere in mente.

Quale tecnologia si dimostrerà vincente? La scelta non dipenderà da noi. I produttori preferiscono chiaramente gli LCD, grazie alle similitudini con le tecniche di fabbricazione dei semiconduttori, delle quali sono quasi tutti conoscitori esperti. Tuttavia, le nuove tecnologie emergenti come quelle OLED e SED daranno filo da torcere ai cristalli liquidi, soprattutto nel settore della HOME-TV.