Premessa

La televisione è uno dei mezzi di comunicazione e d'informazione più utilizzati nel mondo, ma anche uno dei più contestati. Esistono, infatti, numerosissime discussioni riguardanti la potenzialità della televisione a livello sociale, il suo cattivo utilizzo e la dipendenza che si è venuta a creare nei confronti di quest'apparecchio.

Nonostante la validità di questi argomenti e il grande interesse che questi temi suscitano, ho preferito focalizzare la mia attenzione su un altro aspetto riguardante questo strumento, trovando una risposta a una domanda che in realtà mi sono sempre posto: "Come funziona la televisione?".

La TV, come già detto, è uno dei dispositivi elettronici più utilizzati e, come conseguenza alla sua popolarità e al rapido sviluppo tecnologico, le aziende hanno investito molto in questo campo, apportando diversi cambiamenti a questo strumento e migliorandone nettamente le capacità. È quindi necessario capire quali diverse tecnologie sono state utilizzate dalla sua nascita fino ad ora, in modo da comprenderne a pieno il funzionamento.

Ciò di cui ho scritto, è quindi il percorso storico-tecnologico della televisione, rivissuto analizzando in successione il tubo a raggi catodici, dai primi utilizzi fino al cinescopio, lo schermo al plasma, la tecnologia LCD e quella OLED.

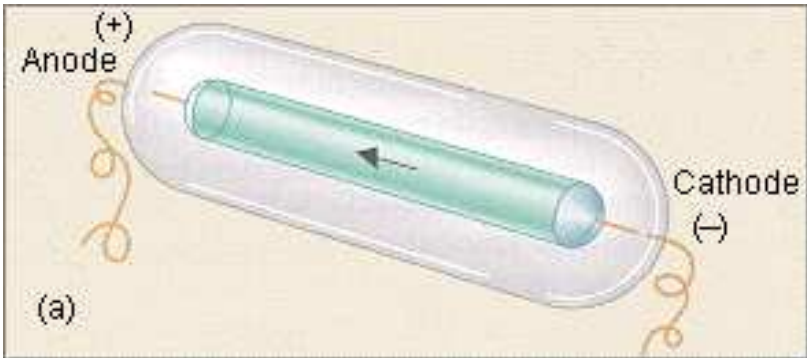
Svolgendo questo percorso, mi sono concentrato maggiormente sul tubo catodico per due motivi. In primo luogo perché questa tecnologia ha un passato, a mio parere, più affascinante delle altre, probabilmente anche per la sua distanza nel tempo, e poi perché quest'argomento è molto vicino al programma di Fisica svolto nell'ultimo anno. Detto ciò, non voglio per nulla svalutare le altre tecnologie, che hanno risposto alla mia domanda iniziale lasciandomi molto sorpreso e soddisfatto.

IL TUBO A RAGGI CATODICI

Le prime pompe a vuoto

Le prime pompe a vuoto furono costruite da Otto von Guericke intorno al 1650. Questi strumenti sono stati fondamentali soprattutto nella costruzione dei tubi catodici (cathode-ray tube o CRT) e quindi per la scoperta degli elettroni. Grazie a questi strumenti divenne possibile svolgere diversi esperimenti sulla corrente elettrica alla presenza di un'atmosfera rarefatta.

Intorno al 1838 Michael Faraday, sperimentando il passaggio della corrente elettrica in una pompa a vuoto, fece una scoperta sconvolgente. Egli notò che all'interno del tubo si formava un arco di luce, che si sviluppava tra anodo e catodo, mentre intorno al catodo si creava una zona oscura, chiamata zona oscura di Faraday, in onore dello scienziato britannico che lo scoprì,mentre il fascio di luce è dettoluce positiva.



La scoperta di Faraday fu il punto di partenza per lo studio del fenomeno riguardante i raggi catodici e ci furono diverse interpretazioni, tra le quali sono molto importanti quella sostenuta dagli scienziati tedeschi e quella della scuola inglese, in netta contrapposizione tra loro. La scuola tedesca (Goldstein e Hertz) era convinta che quelle che si formavano all'interno del tubo fossero particolari onde elettromagnetiche, che, nonostante il fenomeno della deflessione mediante un campo magnetico e l'emissione in un'unica precisa direzione, presentavano in pratica tutte le proprietà della luce. La scuola britannica sosteneva invece la teoria di Crookes, secondo la quale le molecole del gas presente nel tubo, urtando nel loro moto il catodo, acquistavano carica negativa ed erano quindi respinte con forza dal polo negativo andando velocemente verso l'anodo, gli urti di tali molecole sul vetro originavano la fosforescenza.

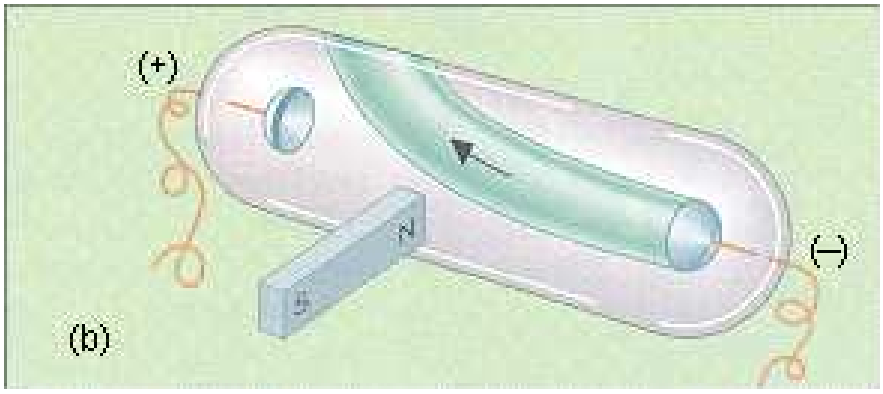
Arthur Schuster cercò di conoscere quantitativamente i raggi catodici intervenendo dall'esterno su di essi attraverso un magnete. Egli notò che disponendo un campo magnetico, in direzione perpendicolare alla traiettoria dei raggi catodici, questi vengono deflessi e descrivono un arco di circonferenza.

Il campo magnetico esercita quindi una forza centripeta sulle particelle che compongono i raggi catodici. Dato che ciascuna delle particelle ha massa m, velocità v e carica q e che le particelle si muovono in un campo magnetico B lungo una traiettoria con raggio di curvatura R, si può scrivere la seguente equazione ottenuta eguagliando la forza magnetica (forza di Lorentz) alla forza centripeta che origina il moto circolare:

$$Bqv = \frac{mv^2}{R}$$

dalla quale si può ricavare:

$$\frac{q}{m} = \frac{v}{BR}$$

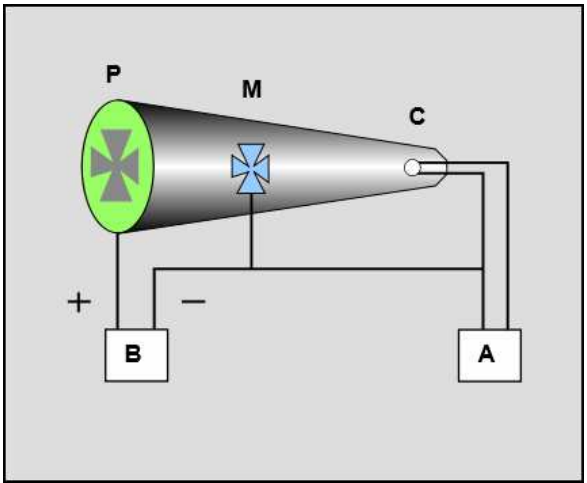


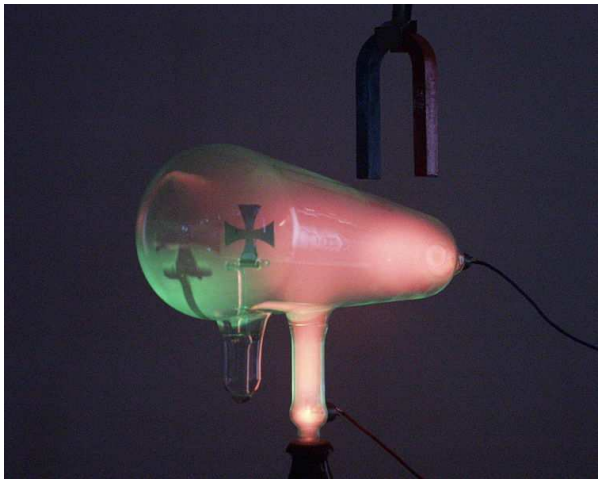
Dell'espressione ora scritta Schuster conosceva B ed R ma non la velocità v dei raggi catodici. Osservò però che la curvatura della traiettoria rimaneva costante per una data tensione applicata al tubo catodico e per un dato B. In tali circostanze R era indipendente dalla corrente trasportata dal fascio di raggi catodici. Da ciò Schuster dedusse che la velocità delle particelle che compongono i raggi catodici dipende non dalla quantità di corrente nel fascio ma dal solo potenziale acceleratore (dalla tensione alimentatrice) che mantiene costante il rapporto q/m.

Tubo di Crookes

Anche William Crookes si dimostrò intenzionato a scoprire per quale motivo qualsiasi materiale fosforescente, se eccitato e a bassa pressione, nel vuoto irradia luce, costruì quindi i suoi primi tubi intorno al 1874 con l'intento di studiare questo fenomeno. Il fisico inglese denominò lo stato di eccitazione del materiale raggio catodico.

Utilizzò strumenti con una struttura abbastanza semplice ed essenziale: nell'estremità stretta del cono di vetro aveva sistemato il polo negativo, chiamato catodo, sull'estremità opposta l'anodo. Tra il catodo e l'anodo avevadisposto una piccola lastra metallica, solitamente una croce di Malta,





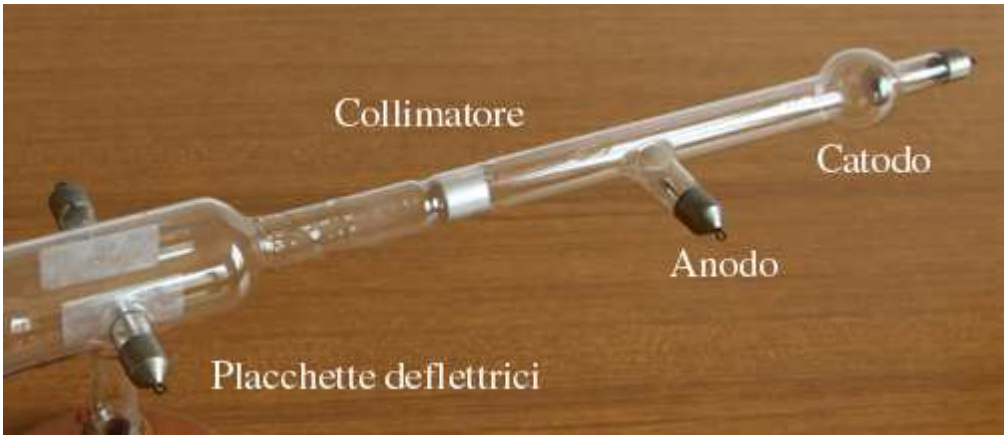
la cui ombra era proiettata dal raggio.

Sostituendo la lastra metallica con un cilindro a emissione forzata di raggi si ottenne il pennello (o cannone) elettronico, che permise la creazione di precisi punti luminosi. Successivi Sviluppi permisero l'utilizzo di questi strumenti inizialmente come monitor per gli oscilloscopi e in seguito per gli schermi dei radar e dei televisori, ma prima di raggiungere questi risultati ci furono nuovi passaggi rilevanti.

Tubo di Braun

Braun aveva costruito i suoi primi tubi fin dal 1897 modificando quelli utilizzati da Crookes per studiare i raggi catodici.

L'apparecchio, successivamente perfezionato da Wehnelt, consisteva ancora una volta in un tubo di vetro con all'interno un catodo (un disco di alluminio posto alla sua estremità sottile), un anodo posto di lato e un cilindro di alluminio con alla base un foro per convergere il fascetto di elettroni che si dirige verso lo schermo fluorescente, in un unico punto.

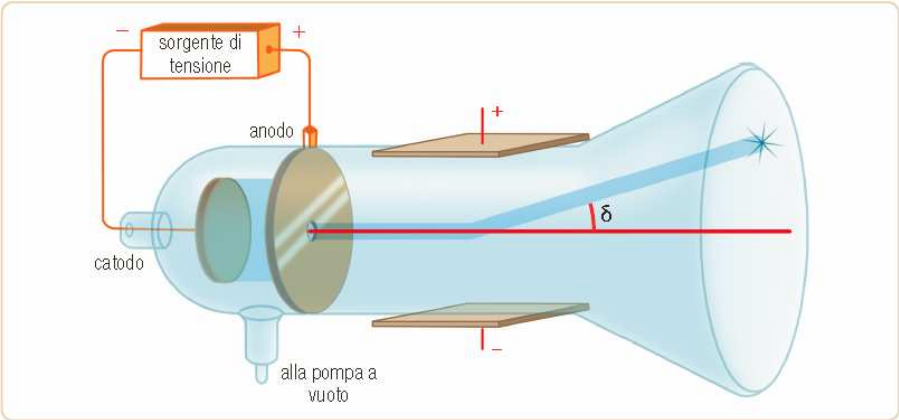


Gli elettroni, una volta accelerati dal forte campo elettrico esistente tra l'anodo e il catodo, proseguono veloci in direzione dello schermo,ma, grazie al collimatore, i raggi catodici passano solo attraverso il foro e illuminano solo una piccola parte del disco. Questo fatto dimostra che i raggi catodici proseguono in linea retta dal catodo allo schermo. La deflessione orizzontale è ottenuta per mezzo di un campo elettrico generato da una coppia di piastre interne collegate a un generatore, mentre la deflessione verticale viene ottenuta mediante il campo magnetico generato da una coppia di bobine, provando così che i raggi catodici si comportano come particelle negative, dotate di grandissima velocità.

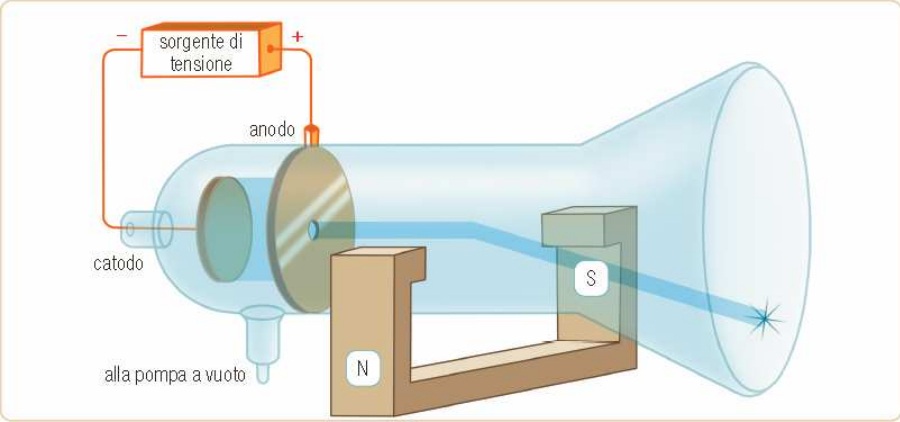
La scoperta dell'elettrone

Sapendo che la particella responsabile dei raggi catodici era dotata di una carica elettrica negativa, nel 1897 J.J. Thomson (premio Nobel per la Fisica nel 1906) costruì un tubo di Crookes che decise di modificare in modo opportuno.

Il tubo catodico che costruì, aveva, nella parte anteriore all'anodo, delle piastre alle quali era possibile applicare un campo elettrico esterno variabile. Grazie a questa modifica, Thomson notò che l'angolo di deflessione δ del fascio era proporzionale al campo elettrico applicato.



Anche applicando un campo magnetico esterno il raggio era deviato.



Thomson riuscì a calcolare il rapporto carica massa in funzione della velocità, che però non conosceva.

Così applicando allo stesso tempo sia il campo elettrico sia quello magnetico, fece in modo che le due forze si bilanciassero in modo da ottenerne la velocità.

$F_m = ev \cdot B sin\alpha$ $\qquad$ $F_e = E \cdot e$ $\qquad$ $v = \frac{E}{B}$

Thomson riuscì in questo modo a determinare il rapporto carica/massa della particella responsabile dei raggi catodici.

In seguitolo scienziato inglese, riprodusse la stessa esperienza utilizzando altri tubi con elettrodi composti da metalli diversi e all'interno del tubo,inserì molti tipi di gas, così notò che il valore del rapporto carica/massa determinato era sempre costante.

Grazie a queste prove sperimentali egli poté dimostrare l'esistenza di particelle universali contenute da tutti gli elementi e che quindi componevano anche il raggio catodico. Il nome elettroni fu proposto nel1874 dall'irlandese G.J. Stoney. Il fisico formulò allora il modello atomico

a panettone, secondo il quale l’atomo è formato da particelle subatomiche,dotate di carica positiva e negativa, e quindi divisibile.

Il cinescopio

Il cinescopio è il particolare tubo catodico che è utilizzato nei televisori elettronici di vecchia generazione detti appunto CRT. Il primo esemplare di questo tipo di TV fu costruito il 7 settembre 1927, dall'inventore americano Philo Farnsworth nel proprio laboratorio di San Francisco, utilizzando il tubo di Braun.

Il tubo elettronico è un tubo a vuoto realizzato in vetro, ceramica o metallo, oppure un tubo a gas nel quale viene immesso appunto un gas a opportuna pressione. Al suo interno sono collegati due o più elettrodi, tra i quali un catodo, che consiste nel cannone elettrico.

In questo dispositivo il catodo emette un raggio o "pennello" di elettroni che viene guidato da un campo elettromagnetico esterno,generato dalla corrente passante negli avvolgimenti di rame che circondano il collo del cinescopio. Il fascio di elettroni è inoltre accelerato da placche o griglie di tensione opportuna disposte lungo il tubo.

Il raggio, dopo essere stato accelerato deviato in modo opportuno dai vari campi elettromagnetici, è focalizzato accuratamente, in modo da arrivare a colpire un punto preciso sulla superficie interna dello schermo.

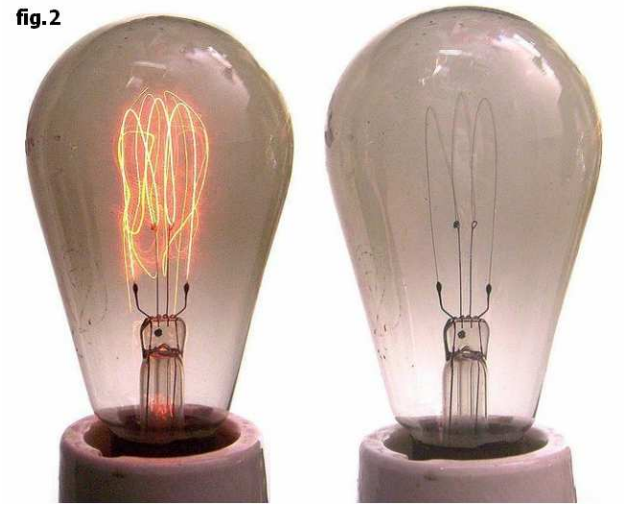
Lo schermo è rivestito internamente da una sostanza fluorescente, in genere metalli di transizione oppure terre rare, che eccitata dall'energia degli elettroni emette luce nel punto in cui è colpita.

Gli elettroni sono rilasciati dal catodo dopo che questo viene riscaldato fino all'incandescenza, per effetto termoionico.

Effetto termoionico

Fenomeno fisico scoperto nel 1883 da Thomas Alva Edison. Detto anche effetto termoelettronico, consiste nella liberazione di particelle cariche (elettroni o ioni) da parte di un metallo riscaldato ad alta temperatura, per esempio a seguito del passaggio di una corrente elettrica (effetto Joule).

L'aumento della temperatura del materiale provoca un aumento dell'energia cinetica degli elettroni al suo interno, che permette loro di vincere la forza che li trattiene vincolati agli atomi del materiale. Tutte le particelle emesse tendono a restare in prossimità della superficie, la quale sarà quindi carica con segno opposto ma uguale in modulo al totale delle cariche emesse. Se l'emettitore viene collegato a una batteria, si ricrea lo stesso stato precedente all'emissione, il cui flusso di corrente neutralizzerà tale carica.



Nei tubi a vuoto e di conseguenza nei tubi catodici,è sfruttato questo effetto per creare il flusso di elettroni.In questi strumenti gli elettroni sono emessi da un catodo metallico portato ad alte temperature attraverso una corrente elettrica. L'intensità della corrente di cariche aumenta notevolmente al crescere della temperatura, tuttavia le emissioni da una superficie metallica in un ambiente in cui è stato realizzato il vuoto diventano rilevanti soltanto per temperature superiori ai 1000 K.

La scansione interlacciata dell'immagine

Prima di descrivere in che modo il pennello di elettroni crea l'immagine vera e propria sullo schermo è necessario fare delle semplici premesse.

È risaputo e quotidianamente costatato che il nostro occhio percepisce la realtà circostante perché i fotoni, che provengono da una sorgente luminosa e sono riflessi in varia misura da oggetti tridimensionali, vengono focalizzati dal cristallino sulla retina formando un'immagine bidimensionale. Nella retina stessa è, infatti, presente un sistema molto complesso di neuroni che analizza in parte l'immagine prima del cervello.

La fotografia è un esempio concreto di ciò che il nostro occhio percepisce, infatti, la macchina fotografica, funziona proprio come l'occhio, trasformando ciò che è compreso nel suo campo visivo in un'immagine bidimensionale.

È noto poi che riproducendo molte fotografie in rapida sequenza e osservandole scorrere in un secondo momento con una velocità maggiore o uguale a sedici fotogrammi al secondo percepiamo l'illusione del movimento.

È proprio questo concetto l'idea su cui si basa la televisione, la quale utilizza l'elettricità per trasmettere una rapida successione d'immagini.

La formazione delle immagini sul televisore avviene mediante la descrizione di più linee parallele su un apposito tracciato denominato Reticolo o Raster. Ogni 64 milionesimi di secondo, muovendosi da sinistra a destra, il pennello elettronico traccia sullo schermo una riga orizzontale, poi si spegne e torna rapidamente alla sinistra dello schermo, dove comincia la scansione di una nuova riga, leggermente più in basso, proseguendo in questo modo fino a coprire tutto lo schermo. La funzione descrittiva del raster è detta scansione. L'intensità del pennello elettronico non è costante, ma varia in funzione del segnale ricevuto, in modo che la luminosità delle righe cambia da punto a punto, generando così un'immagine.

Nello standard europeo le righe di scansione sono 625 e la frequenza di scansione dell'immagine totale è di 50 Hz. Detto in modo più semplice, lo schermo televisivo è percorso 50 volte al secondo su 625 righe. Diversamente, nelle Americhe e in alcuni paesi dell'Asia è adottato uno standard che prevede 525 righe di scansione a una frequenza di 60 Hz.

Anche se 20/25 fotogrammi al secondo sono più che sufficienti per creare l'illusione del movimento, una frequenza di questo tipo non fornisce una visione dell'immagine nitida e senza disturbi. I punti dello schermo televisivo, infatti, rimangono per la maggior parte del tempo scuri e se il pennello elettronico li illuminasse solo 25 volte al secondo,sarebbe percepito un fastidioso sfarfallio, "flikering". È per questo motivo che la televisione utilizza 50 immagini al secondo.

Per stabilire dei validi standard del segnale televisivo è necessario però tenere in considerazione i limiti imposti dalla larghezza di banda, che consistono nella quantità massima d'informazioni che possono essere trasmesse attraverso un dato canale in un certo tempo. È quindi importante sapere che, volendo trasmettere 50 immagini al secondo, ogni immagine non può essere composta da un numero di righe maggiore di 300/350.

A causa di questa restrizione, però, la quantità di dettagli che si riescono a distinguere chiaramente sarebbe piuttosto bassa. Per risolvere questo problema, gli ingegneri che stabilirono gli standard televisivi, raggirarono l'ostacolo e fecero in modo che ogni fotogramma fosse composto da 625 righe e che fosse esplorato in due riprese, in un cinquantesimo di secondo le righe dispari e nel cinquantesimo di secondo successivo le righe pari. In altri termini, nello standard europeo, abbiamo 25 immagini al secondo (quadro o frame) ognuna delle quali è composta da due semi quadri da 312 righe e 1/2 per un totale di 625 righe e 50 immagini.

Il dettaglio nell'immagine di sinistra è stato ripreso fotografando lo schermo del televisore con un tempo di esposizione di 1/50 di secondo e pertanto risultano visibili solo le linee di scansione di un semi quadro. La foto di destra è stata ripresa con 1/25 di secondo e quindi ha registrato sia le linee pari sia quelle dispari.

Le regole di base per la formazione e la trasmissione del segnale televisivo ancor oggi in uso sono state sviluppate e standardizzate sulla base delle tecnologie elettroniche (analogiche) disponibili nel '900, che utilizzavano sia per la trasmissione sia per la ricezione il tubo catodico.

Lo schermo a colori

La produzione di schermi a colori fu problematica poiché era necessario far coesistere, almeno fin quando non sarebbero stati sostituiti tutti i vecchi apparati televisivi, questa nuova tecnologia con quella in bianco e nero. In sostanza, gli allora futuri programmi televisivi a colori dovevano essere visibili anche su televisori in bianco e nero, così come i programmi in bianco e nero dovevano essere visibili come tali anche su televisori in grado di riprodurre il colore.

Dopo ripetuti esperimenti, gli Stati Uniti riuscirono finalmente, nel 1954, a trasmettere regolarmente a colori, applicando lo standard NTSC (National Television Systems Commitee). Dalla metà degli anni sessanta anche Francia, Gran Bretagna e Germania iniziarono a diffondere programmi televisivi a colori, l'Italia invece raggiunse quest'obiettivo l'1 febbraio 1977.

Sugli schermi dei tubi catodici a colori sono presenti diversi tipi di fosfori in grado di emettere i colori rosso, verde e blu, mentre i catodi diventano tre. Ci sono quindi tre cannoni elettronici, che generano un fascio per ciascun colore. La corrispondenza tra colore e fascio, che è comunque invisibile, dipende esclusivamente da quale fosforo è colpito.

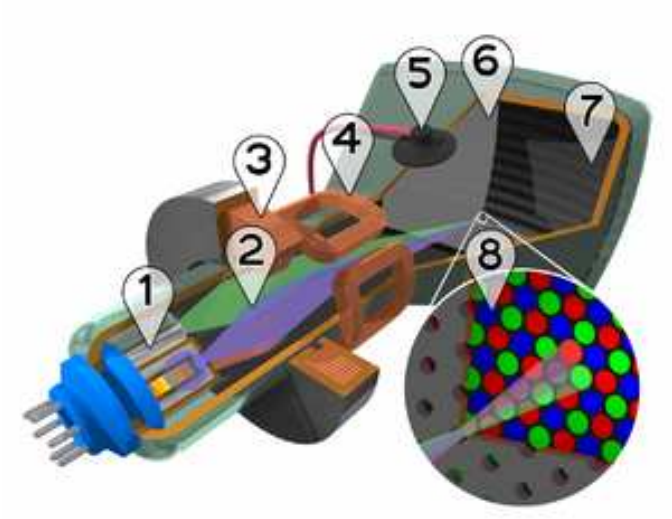
L'intensità di ogni fascio è controllata separatamente, mentre il movimento è contemporaneo, perché tutti e tre i fasci sono egualmente soggetti al campo elettromagnetico generato dagli avvolgimenti attorno al collo del cinescopio.

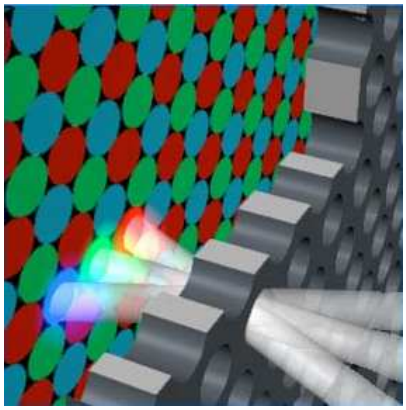
La disposizione dei fosfori sullo schermo dipende da quale tipo di maschera di separazione è utilizzata. La maschera di separazione è una griglia disposta prima dei fosfori dello schermo, in modo da poter distinguere con maggiore precisione i diversi fosfori, assorbire gli elettroni che non

siano sulla traiettoria esatta ed evitare l'illuminazione di un fosforo sbagliato, che causerebbe 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.

I tre colori sono stati scelti in quanto nessuno dei tre può essere ottenuto da una combinazione degli altri duee, soprattutto, perché all'epoca in cui furono stabiliti gli standard, erano disponibili sostanze in grado di emettere luce a quelle lunghezze d'onda con buona efficienza.

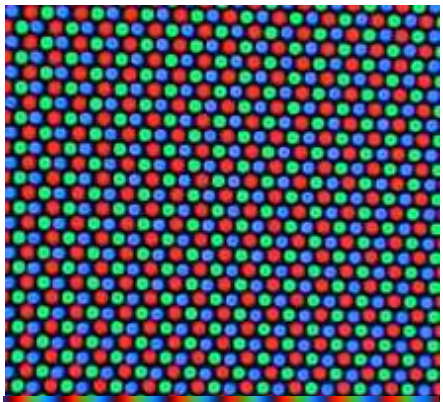




Esistono tre principali tipi di maschere di separazione:

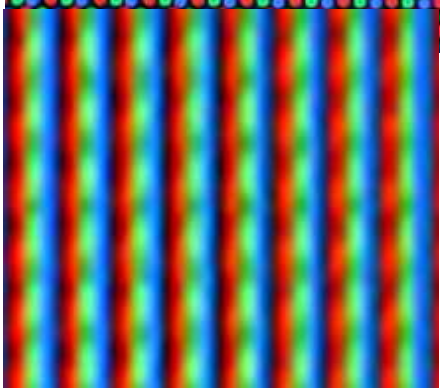
- Shadow mask

  Questa tecnologia è caratterizzata dall'uso di una griglia con fori circolari o quadrati, disposti in modo da non avere mai due fosfori dello stesso colore adiacenti. Grazie a questa caratteristica garantisce un'alta precisione nell'illuminazione del pixel.Gli schermi shadow mask presentano una curvatura sferica.



- Aperture grille

  È caratterizzata da una griglia di sottili fili verticali che si trova tra i cannoni elettronici e i fosfori dello schermo. I fosfori, sotto forma di rettangoli di colore primari, sono disposti in file continue verticali con distanze minime.Gli schermi aperture grille hanno una curvatura solamente in senso orizzontale (come una sezione di cilindro).



- Cromaclear

  Questa tecnologia inventata verso gli anni '90 unisce i vantaggi della tecnica Shadow mask e Aperture grille, in particolar modo la maggiore omogeneità luminosa dell'immagine.

LO SCHERMO AL PLASMA

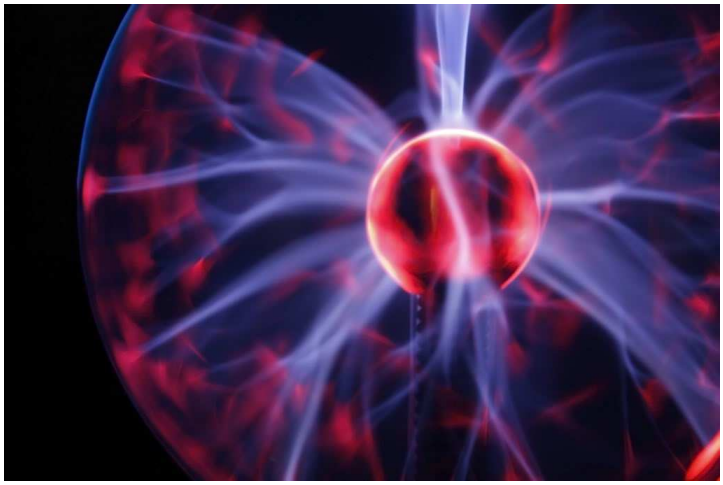
Lo schermo al plasma è stato inventato nel 1964 nell'Università dell'Illinois da Donald L. Bitzer, H. Gene Slottow, e dallo studente Robert Willson. Durante gli anni ’70 i primi schermi al plasma monocromatici ebbero grande successo, ma per avere in commercio degli schermi a colori bisognò aspettare la fine degli anni ’90.

Il plasma

Prima di capire su quale tecnologia si basa uno schermo al plasma, è importante sapere cos’è il plasma. In fisica e chimica è detto plasma il quarto stato della materia. Essendo un gas ionizzato, è composto da un insieme di elettroni e ioni e, nonostante sia composto da particelle cariche, è neutro. Questo avviene grazie alle forze a lungo raggio che si stabiliscono al suo interno.

Il plasma è un ottimo conduttore di elettricità grazie alle cariche libere al suo interno, che gli permettono di interagire con i campi elettromagnetici.

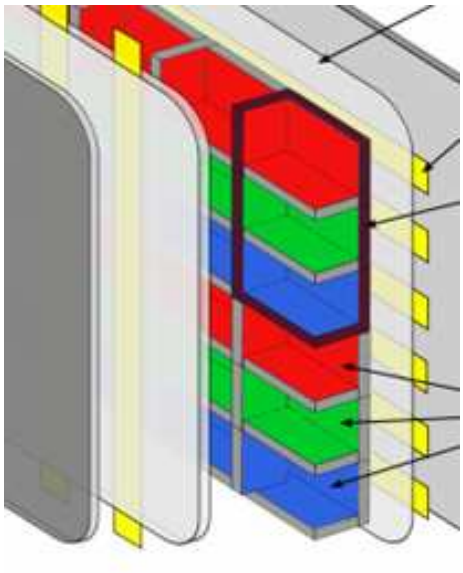
Il quarto stato della materia fu una scoperta di William Crookes, compiuta durante gli esperimenti sui tubi di catodici. Fu una scoperta notevole, dato che, come si costatò in seguito, l’universo è costituito principalmente da plasma: lo sono il Sole, le stelle e le nebulose; mentre sulla terra è presente in modo naturale, solo sotto forma di fulmini e aurore polari.



Funzionamento

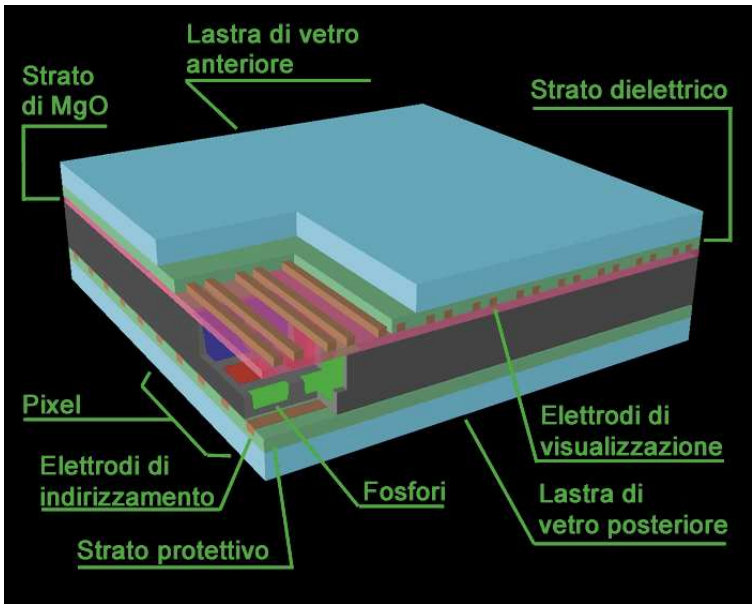
Gli schermi piatti al plasma PDP (Plasma Display Panels) possono essere considerati simili ai CRT poiché il funzionamento si basa sulla fluorescenza, in altre parole l'emissione della luce da parte di fosfori.

Un PDP ha una struttura di base costituita da una matrice di celle sistemate tra due lastre di vetro. Gli elettrodi trasparenti del display sono montati davanti alle celle, in prossimità del vetro



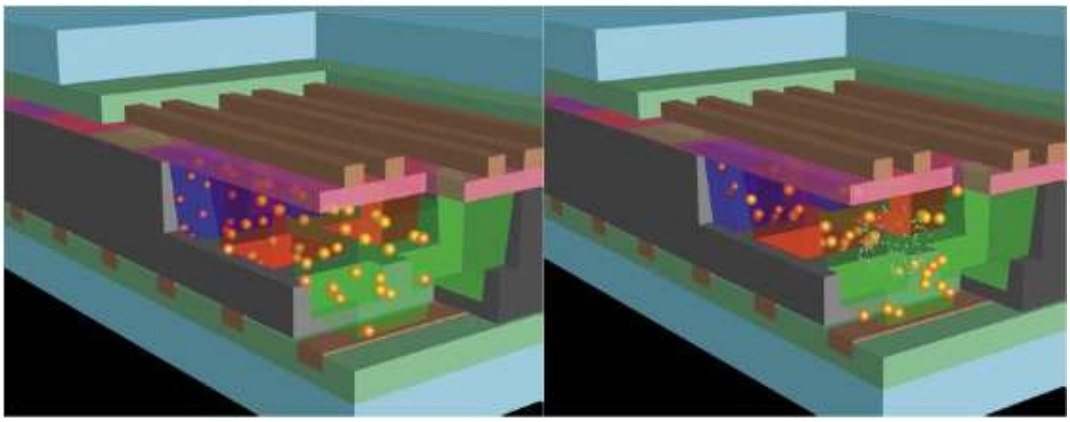
anteriore, protetti da uno strato di materiale dielettrico e coperti da un ulteriore strato protettivo in ossido di magnesio. Dal lato opposto, sopra la lastra di vetro posteriore, ci sono invece gli elettrodi d'indirizzamento, anch'essi protetti da uno strato di dielettrico. Gli elettrodi sono quindi disposti come una griglia(quelli del display sono disposti orizzontalmente e quelli di indirizzamento verticalmente).

All'interno delle centinaia di migliaia di celle sono contenuti i gas di xeno e neon, mantenuti a bassa pressione (circa mezza atm).Ogni cella è formata da tre sottocelle, coperte rispettivamente da fosfori di colore rosso, verde o blu. Il fosforo copre anche il dielettrico posto nel retro della



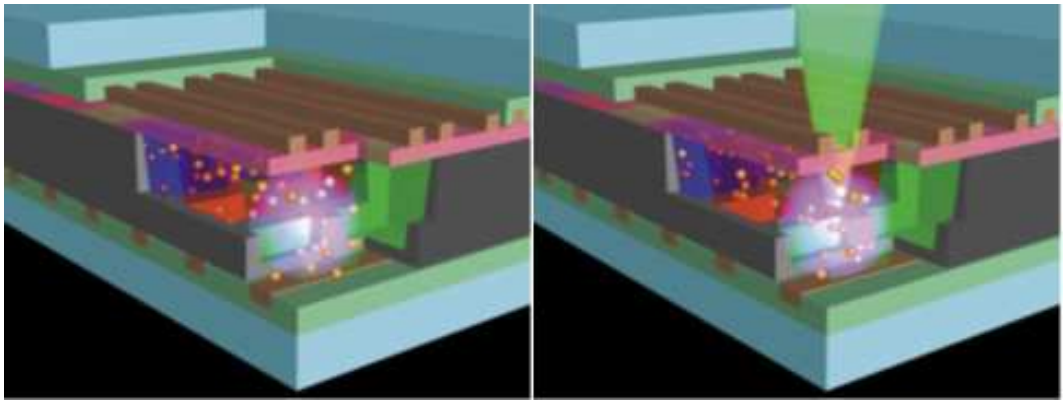
cella, mentre la parte anteriore rimane trasparente.

La circuiteria di controllo carica gli elettrodi che s'incrociano in corrispondenza di una cella, creando un'elevata differenza di potenziale (150 - 250 V) tra le due facce. Si ha così un passaggio di corrente nel gas in essa contenuto che provoca la ionizzazione dello stesso e il passaggio di stato, con la formazione di plasma. In questa fase, un certo numero di atomi di Xe vengono eccitati ed emettono raggi ultravioletti, che colpiscono gli atomi di fosforo. Gli elettroni degli atomi di fosforo passano a un livello energetico superiore e, quando ritornano al livello precedente, emettono



energia sotto forma di luce visibile, del colore appropriato.

Ciascuna delle sottocelle è indipendentemente dalle altre con impulsi di scrittura, cancellazione o sostenimento e attraverso un sistema di modulazione di durata di tali impulsi, è possibile generare 256 livelli per ciascuna componente. In questo modo si ottiene una gamma di colori analoga a quella dei CRT.



Variando gli impulsi di corrente che scorrono attraverso le diverse celle migliaia di volte al secondo, il sistema di controllo può aumentare o diminuire l'intensità di ogni colore di ogni sottocella, così da poter creare una vasta gamma di diverse combinazioni di verde, rosso e blu, in modo da riuscire a produrre la maggior parte dei colori visibili. Gli schermi al plasma usano gli stessi fosfori dei CRT, consentendo quindi una riproduzione dei colori veramente accurata, ma la tecnologia stessa di questo sistema impedisce la riproduzione dei colori intermedi, poiché la cella può essere o accesa oppure spenta. Per simulare i livelli di colore inferiori si usa una tecnica particolare che prevede l'accensione della singola sottocellula per una frazione di tempo inferiore.

LO SCHERMO A CRISTALLI LIQUIDI

I cristalli liquidi

I cristalli liquidi erano conosciuti fin dalla fine del 1800, si sapeva che, se un particolare composto organico veniva riscaldato, il cholesteryl benzoate, si riscontravano due punti di fusione differenti, il primo a 145° e il secondo a 179°.

Otto Lehmann, un professore di fisica tedesco, studiò, nel 1889,il fenomeno attraverso un microscopio in grado di riscaldare il composto. Riuscì a scoprire che, un attimo prima della fusione, le molecole c'è una fase in cui le molecole si comportano come un liquido, pur mantenendo la struttura molecolare e le proprietà ottiche di un cristallo solido. Egli li definì "cristalli liquidi".

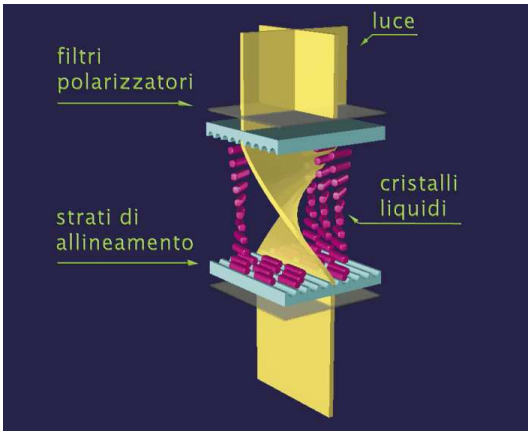
Nonostante i cristalli liquidi fossero già conosciuti, i primi utilizzi nella costruzione di display risalgono al 1968 presso il Centro Ricerche David Sarnoff della Radio Corporation of America negli Stati Uniti.

Funzionamento

Lo schermo a cristalli liquidi, in sigla LCD dalla corrispondente espressione inglese liquid crystal display, è una tipologia di display a schermo piatto utilizzata nei più svariati ambiti.

Il funzionamento degli LCD si basa sulle proprietà ottiche dei cristalli liquidi e su una tecnologia a valvola di luce, la quale filtra la luce bianca, variandone la quantità, in modo da ottenere la scala dei grigi.

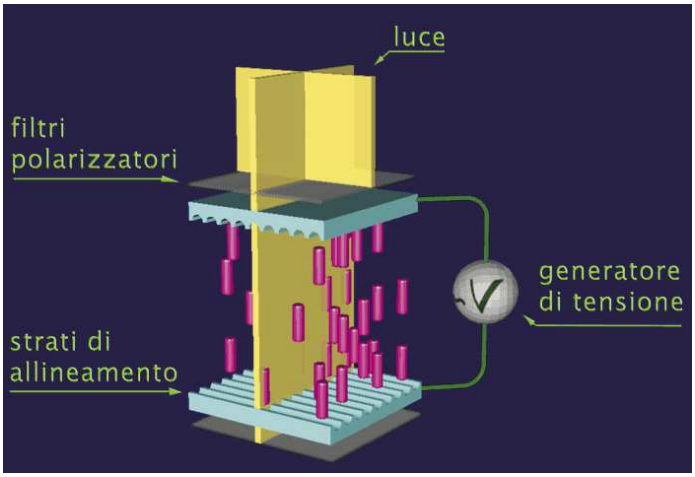
La maggior parte dei cristalli liquidi è costituita da molecole allungate che, tendono a disporsi con l'asse maggiore parallelo a quelle delle molecole vicine, delle quali, ponendole sopra una superficie finemente corrugata, è possibile controllarne l'allineamento. I cristalli sono dunque posti fra due superfici, sistemate in modo che le corrugazioni di una superficie siano perpendicolari a quelle dell'altra, se le corrugazioni sono parallele, anche le molecole si dispongono parallele l'une alle altre. Se le molecole prossime a una superficie hanno direzione nord-sud e quelle vicine alla superficie opposta hanno direzione est-ovest, quelle intermedie sono ruotate nella direzione intermedia.



Oltre questi tre strati, ce ne sono altri due, posti esternamente, che consistono in filtri polarizzanti per la luce, con direzione perpendicolare tra loro. La luce passante attraverso il dispositivo, subisce un cambio di polarizzazione e quindi una rotazione di 90° ed è portata a seguire l'orientamento delle molecole.

Le superfici vetrose sono provviste di numerosissimi contatti elettrici con i quali poter applicare un campo elettrico al liquido contenuto. Ogni contatto elettrico comanda una piccola sezione del pannello, che corrisponde a un pixel o subpixel, se si tratta di schermi a colori. In questo caso i pixel non sono fisicamente separati da quelli adiacenti come negli schermi al plasma.

Se non è applicato nessun campo elettrico, la luce, fatta eccezione per la porzione assorbita dai polarizzatori, può passare liberamente attraverso l'intera struttura, che appare trasparente. Nel momento in cui il campo elettrico viene attivato, le molecole del liquido si allineano parallelamente al campo elettrico, limitando la rotazione della luce entrante. Se i cristalli sono completamente allineati col campo, la luce è polarizzata perpendicolarmente al secondo polarizzatore, e viene quindi bloccata del tutto facendo apparire il pixel non illuminato.



È possibile dunque regolare la quantità della luce da far passare, controllando la torsione dei cristalli liquidi in ogni pixel. Un pixel guasto appare quindi sempre illuminato. Esistono anche tipologie di pannelli che funzionano al contrario, cioè sono trasparenti se accesi e opachi quando sono spenti, in questo caso un pixel guasto resta sempre opaco.

Negli schermi a colori ogni pixel è in realtà suddiviso in 3 subpixel dotati di filtro rosso verde o blu, attraverso i quali è fatta passare la luce bianca. La diversa tonalità di ciascun pixel è ottenuta variando la tensione applicata al cristallo liquido, infatti, la posizione delle molecole del cristallo liquido, e di conseguenza, la quantità di luce che transita, è proporzionale alla tensione applicata. Con questi schermi si possono ottenere fino a 256 livelli per ciascuno dei colori primari, analoghi a quelli forniti dai CRT.

Modalità trasmissiva e modalitàriflettiva

La differenza sostanziale tra gli schermi di tipo trasmissivo e quelli di tipo riflettivo è che i primi sono hanno una luce interna, mentre i secondi utilizzano la luce proveniente dall'ambiente.

Negli schermi trasmissivi, viene posizionata una luce sul lato posteriore di modo che i cristalli liquidi agiscano da filtro facendo passare solo la componente cromatica desiderata. La luce posteriore è fornita generalmente da tubi fluorescenti montati lungo i lati superiori e inferiori ed è distribuita su tutto il pannello usando guide di luce o prismi di plastica.

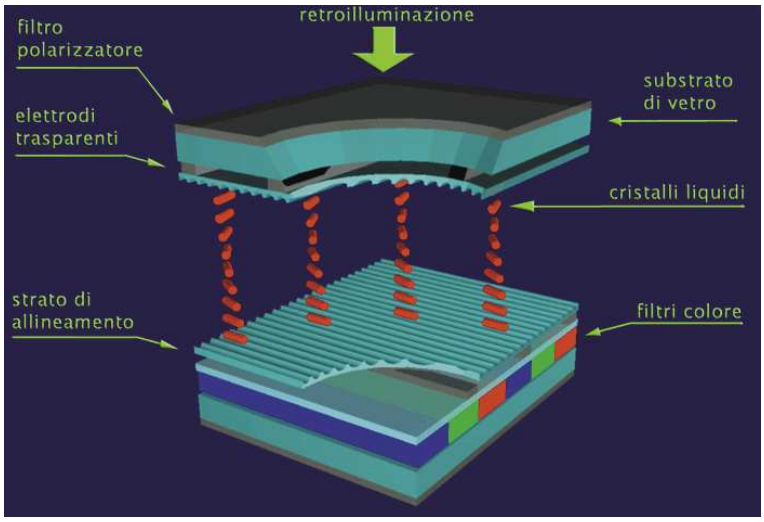
Gli schermi riflettivi invece, possiedono uno specchio dietro lo schermo che riflette la luce che arriva dall'ambiente, la luce è così costretta a passare due volte attraverso il filtro. Queste tipologie di schermi, se di piccole dimensioni, consumano così poco da poter essere alimentato da una semplice cella fotovoltaica.

Infine ci sono gli schermi transriflettivi, che uniscono le caratteristiche migliori dei trasmissivi e dei riflettivi. Hanno un semi-specchio posto dietro il display che riflette la luce frontale, ma lascia passare la luce proveniente dall'interno.

I display a matrice passiva

Un LCD a matrice passiva è da due elementi saldati assieme, con una particolare resina e al loro interno sono iniettati i cristalli liquidi.

I due elementi sono pressoché analoghi e rispecchiano la struttura descritta inizialmente. Le uniche differenze consistono nella presenza di un substrato di vetro trasparente per non compromettere la qualità dell'immagine e di una griglia di elettrodi, necessari ad attivare i singoli elementi dello schermo.



La griglia di elettrodi è organizzata in righe e colonne. Per controllare i singoli pixel, le righe sono attivate in sequenza, e quindi ogni riga è attiva solo per un breve tempo e i pixel, controllati solo uno per volta, devono ricordare il loro stato finché il circuito non si dedica nuovamente a loro. Di conseguenza la risposta di questi schermi è molto lenta.

I display a matrice attiva

Nei display a matrice attiva a ogni elemento di ciascun pixel è associato un transistor. Lo schermo contiene, infatti, una sottile pellicola di transistor (Thin Film Transistor - TFT), realizzata

direttamente con un substrato di materiale semiconduttore trasparente, che applica il campo elettrico direttamente nel punto necessario. Questo dispositivo inoltre, memorizza lo stato elettrico di ogni pixel dello schermo mentre gli altri pixel vengono aggiornati.

In questo modo si elimina il problema di bassa velocità di commutazione.

LO SCHERMO OLED

Oled

Gli OLED sono dei dispositivi, più precisamente dei diodi organici, in grado di emettere luce. Furono chiamati O-LED, perché composti da sostanze organiche e perché, come i LED, sono attivati utilizzando una tensione continua e hanno un'elevata efficienza luminosa.

I primi modelli di display costruiti con questa tecnologia erano strutturalmente molto semplici, ma non erano molto pratici, perché richiedevano un'estrema precisione in fase di produzione, col rischio di dover buttare interamente i display.

Negli anni '80 Ching Tand e Stephen VanSlyke riuscirono ad applicare a strati estremamente fini di un composto dell'alluminio un campo elettrico a bassa tensione, ottenendo una più elevata efficienza luminosa. Nel1998 sono stati proposti i primi prodotti a colori.

Tali display sono formati da due strati organici: il primo predisposto per ricevere lacune, l'altro per ricevere elettroni; in questo modo, e con successivi miglioramenti, fu possibile costruire display ad alta luminosità alimentati da basse tensioni.

Un elemento viene definito organico poiché contenente una struttura costituita prevalentemente da carbonio.

Funzionamento

Generalmente la struttura delle celle degli schermi OLED è formata da una pila di strati di materiale organico compresi fra un anodo, trasparente,e un catodo metallico. Gli strati organici che compongono una cella sono quattro: uno per l'iniezione delle lacune, uno per il trasporto delle lacune, uno che emette gli elettroni e uno che li trasporta. Quando alla cella è applicata una tensione, generalmente una decina di volt, lecariche, dopo essere state immesse, si ricombinano e producendo luce.

Normalmente, gli strati organici sono in grado di emettere solo luce bianca, ma con opportuni drogaggi (di composti elettrofosforescenti) è possibile renderli in grado di emettere luce rossa, verde o blu.I pixel sono quindi composti, come in ogni display a colori, da 3 microdisplay affiancati, uno per ciascun colore. Visto da lontano, ogni elemento composto da tre microdisplay appare

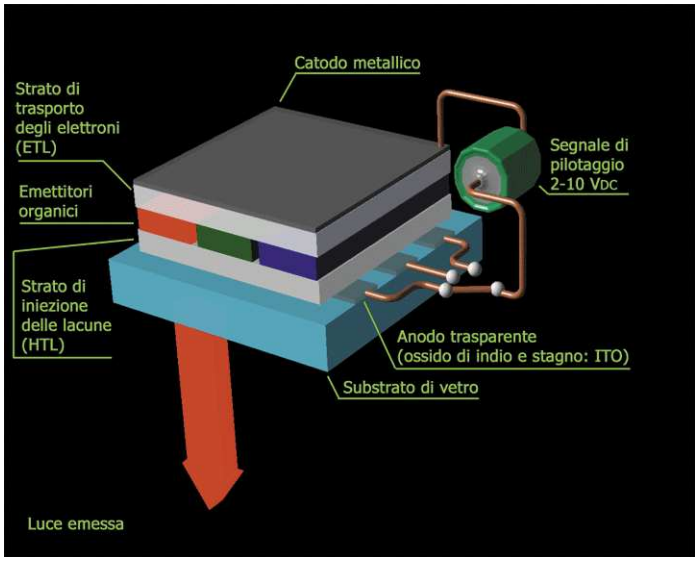
all'occhio umano come un singolo punto, il cui colore cambia secondo l'intensità con cui è emessa la luce dei vari colori.

Grazie a un'accurata scelta dei materiali costituenti e alla produzione delle strutture in apposite camere sotto vuoto, l'intera cella può arrivare ad avere uno spessore pari a un decimo di mm.

Come negli schermi LCD anche tra quelli OLED esistono display a matrice passiva e a matrice attiva.

In quelli a matrice passiva, durante l'attivazione, vieneapplicata una tensione opportuna a una linea anodica e sono quindi attivate in sequenza tutte le linee catodiche. Poi è attivata la linea anodica successiva,e nuovamente tutte quelle catodiche, attuandosi quindi una scansione riga dopo riga.

In quelli a matrice attiva invece, grazie a una struttura di transistor attivi posta sul substrato del display, ogni pixel è mantenuto attivo fino al periodo di scansione successivo.



Fonti

Le informazioni e le immagini utilizzate per la realizzazione di questo lavoro sono state ricavate principalmente dalla rivista "Elettronica e Telecomunicazioni" del Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica RAI, uscita n°2, Agosto 2002 e dalle pagine internet:

- http://web.tiscali.it/videoreporteronline/immagine.htm
- http://xoomer.virgilio.it/spartacovitiello/immatel.htm
- http://www.fisicamente.net/FISICA_1/index-1776.pdf

Il materiale citato è stato rielaborato e amplificato con informazioni prese dall'enciclopedia Wikipedia, dalla pagina http://www.istitutomontani.it/museo/file/visstrumento.php?codice=685 e dal file reperibile alla seguente pagina: http://www.simonescuola.it/areadocenti/s554/percorso2/approfondimenti/esperimento_di_thomson.pdf.