



SCHERMO A TUBO CATODICO – CRT

SCERMO A TUBO CATODICO - CRT

Lo schermo a tubo catodico o display CRT, è una tipologia di display ormai quasi del tutto soppiantata, a partire dall'inizio del secolo, dallo schermo a cristalli liquidi, dallo schermo al plasma e più recentemente dallo schermo a LED. Per creare le immagini lo schermo a tubo catodico utilizza un tubo a raggi catodici nel quale i raggi sono convogliati su di una superficie fotosensibile.

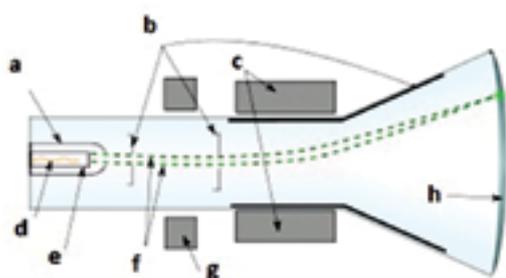
Cenni storici

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 LED, meno ingombranti e con costi di produzione in continua discesa (dal 2008 le tonnellate di CRT ritirate sono quantificate in circa 157.040).

I monitor a tubo catodico presentano il vantaggio, rispetto alle tecnologie concorrenti, di una migliore velocità di reazione, immagini con colori più fedeli e più parsimoniosi nei consumi, e il consumo si riduce ulteriormente in caso di immagini scure.

Descrizione e funzionamento

Questo sistema ha un funzionamento di base che viene riadattato a seconda delle diverse tipologie tecnologiche.



- a. Controllo della griglia
- b. Anodo
- c. Bobina deflettrice
- d. Riscaldatore
- e. Catodo
- f. Fascio di elettroni
- g. Bobina di messa a fuoco
- h. Schermo fluorescente

PRINCIPIO DI BASE

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 Braun. Nel 1922 fu sviluppata la prima versione commerciale a catodo caldo da parte di J. B. Johnson e H. W. Weinhart, della Western Electric.

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 viene deflesso dall'azione di campi magnetici 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. 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.

Evoluzione tecnologica

TELEVISORI E MONITOR MONOCROMATICI

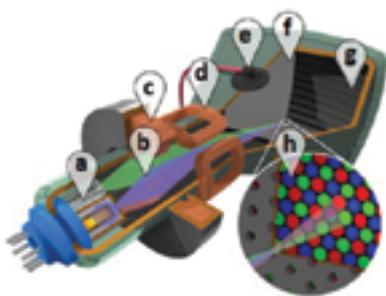
Nei televisori e nei monitor la superficie è scandita secondo una matrice predefinita di righe successive, chiamata raster, e l'immagine è creata modulando l'intensità del fascio elettronico secondo l'andamento del segnale video.

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.

MONITOR A COLORI

Spaccato di un tubo a raggi catodici a colori shadow mask



- a. Cannone di elettroni
- b. Fascio di elettroni
- c. Bobina di messa a fuoco
- d. Bobina di deflessione
- e. Polo positivo (Anodo)
- f. Maschera di separazione del verde, rosso e blu
- g. Strato di fosfori verdi, rossi e blu
- h. Ingrandimento dello strato con i fosfori

I tubi catodici a colori utilizzano differenti tipi di fosfori (g e h, in figura) 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 (a) con tre sistemi di focalizzazione (complessivamente detti cannoni elettronici), che generano un fascio per ciascun colore (b). All'interno del tubo, a breve distanza dallo schermo, è presente una maschera metallica forata in diversi modi a seconda della tipologia (f) con la funzione di assorbire gli elettroni che non siano sulla traiettoria esatta per raggiungere il fosforo corretto (g) 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 bario, 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 emissione di raggi X di energia maggiore.

Le componenti critiche dei CRT a fine vita

IL TUBO CATODICO E IL RISCHIO DI IMPLOSIONE

All'interno del tubo è praticato un vuoto spinto per cui su tutta la sua superficie agisce costantemente una spinta risultante diretta verso l'interno, dovuta in massima parte dalla spinta idrostatica (1kg per cm²) dell'atmosfera. Questo permanente stato di sollecitazione del materiale del tubo costituisce un cospicuo accumulo di energia potenziale al suo interno, energia che può liberarsi sotto forma di una implosione in caso di rottura 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. Il tubo catodico deve essere maneggiato con attenzione e competenza: si deve evitare in particolare di sollevarlo per il collo, o comunque maneggiarlo attraverso i punti appositamente previsti.

TOSSICITÀ DEI FOSFORI

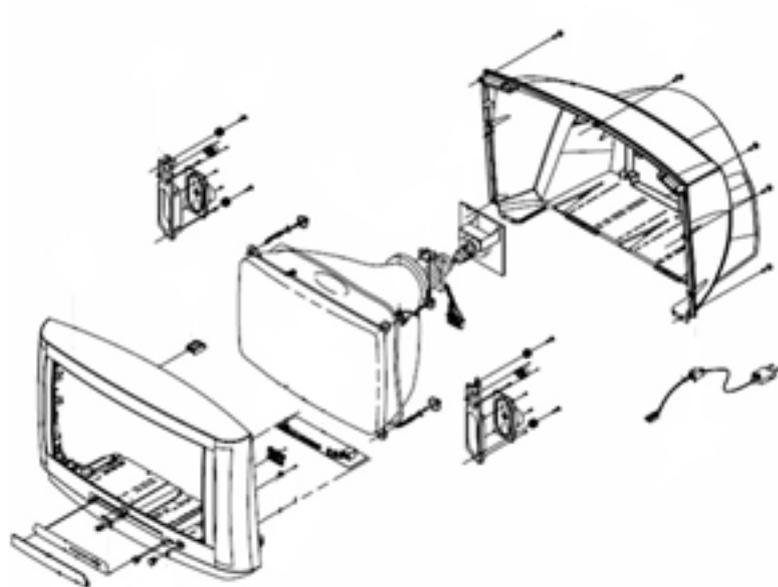
L'implosione non corretta del CRT potrebbe causare la dispersione dei fosfori, elementi inquinanti e quindi pericolosi per la salute.

L'esposizione a breve termine al bario (in forma disponibile e non legata alla matrice vetrosa) potrebbe provocare rigonfiamento cerebrale, debolezza muscolare, danno al cuore, al fegato e alla milza. Gli studi animali rivelano l'aumento della pressione sanguigna e delle variazioni nel cuore, se il bario viene ingerito per un periodo prolungato. Gli effetti a lungo termine dell'esposizione cronica al bario non si conoscono ancora, a causa della mancanza di dati relativi agli effetti.

L'esposizione a breve termine agli alti livelli di piombo (in forma disponibile e non legata alla matrice vetrosa) può causare vomito, diarrea, convulsioni, coma o persino la morte. Gli altri sintomi sono inappetenza, dolori addominali, stitichezza, affaticamento, perdita del sonno, irritabilità e mal di testa. La prolungata esposizione eccessiva, come avviene in ambito industriale, può colpire i reni. È particolarmente pericoloso per i giovani perché può danneggiare il sistema nervoso e causare disordini del sangue e del cervello.

SCHEDA TECNICA CRT

Componenti	Quantità	Componenti pericolose (SI o NO)	Codice CER
gruppo maschera frontale	1	NO	
maschera frontale	1	NO	
sportello controlli	1	NO	
supporto interno controlli	1	NO	
chiusura	1	NO	
targhetta marchio	1	NO	
finestra controllo remoto	1	NO	
manopola accensione spegnimento	1	NO	
molla	1	NO	
indicatore led	1	NO	
chiusura vite	1	NO	
tasti controllo	1	NO	
chiusura viti	1	NO	
vite taptite	2	NO	
gruppo schede controllo	1	SI	20 01 35 – 16 02 15
molletta (fermo) tubo catodico	1	NO	
tubo catodico a colori	1	SI	16 02 15 – 10 11 11 – 20 01 21
morsettiera	4	NO	
gruppo viti	4	NO	
gruppo schede elettriche tubo catodico	1	SI	20 01 35 – 16 02 15
supporto altoparlanti	1	NO	
gruppo viti	4	NO	
coperchio posteriore	1	NO	
vite taptite	8	NO	
gruppo cavo alimentazione	1	NO	



Le schede presentate nelle varie relazioni (CRT, LCD, PLASMA) riguardano la tipologia di R3 prodotta da uno specifico Produttore: ciò significa che non necessariamente tutte le schede siano pericolose. Nel dettaglio, il Produttore in questione informa che le schede dei loro CRT contengono condensatori aventi al loro interno del PCB e sono quindi considerati dal Produttore stesso come pericolosi.

COMPONENTI OTTENUTE DAL TRATTAMENTO

Da un televisore a tubo catodico si recupera oltre il 90% di materiali da riutilizzare (la tabella sotto è identificativa di un campione trattato: i valori in essa espressi, quindi, non sono da considerarsi assoluti).

Materiali di risulta	%
Ferro	14,0
Vetro	48,0
Plastica	20,0
Legno	4,0
Gioghi	1,6
Cavo	1,2
Schede	4,0

LE CARATTERISTICHE TECNICHE DEL VETRO RICAVATO DAL TUBO CATODICO

Nei CRT si distinguono:

- **la parte frontale** (quella che nell'apparecchio lascia passare l'immagine) che è di vetro di maggior spessore ed è a base di bario;
- **la parte posteriore**, cosparsa di coating (rivestimento) protettivo, di vetro più sottile avente come costituente principale il piombo.

Le due parti sono unite tra loro in modo indissolubile da una fritta che ha il compito di assicurarne la tenuta. Durante il processo di recupero i vetri sono separati con processi termici e/o meccanici, sono bonificate le polveri fluorescenti presenti sullo schermo e poi, mediante burattatura o altri processi meccanici, è eliminato il coating. Dopo questo processo si ottengono due tipologie di vetro che possono essere avviate al recupero. Per migliorare la conoscenza delle tipologia di vetro, sono state effettuate delle analisi sia sul vetro tipo panel (frontale) sia sul vetro tipo funnel (cono o retro), provenienti da televisori o monitor PC.

I risultati hanno evidenziato differenze poco significative relative a vetri della stessa tipologia, panel o funnel, ma appartenenti ad apparecchiature elettroniche differenti (TV e PC). Nella tabella 1 sono riassunti i risultati delle analisi effettuate:

Analisi chimica in ossidi (peso %) dei vetri CRT a colori

Ossido	Panel PC	Funnel PC	Panel TV	Funnel TV
SiO ₂	63,28	54,85	59,17	58,58
Al ₂ O ₃	1,99	3,50	3,13	3,33
Na ₂ O	7,67	7,10	8,86	6,87
K ₂ O	5,70	5,79	5,42	4,95
CaO	0,87	3,26	1,39	2,98
MgO	0,28	1,88	1,23	2,16
BaO	11,17	2,47	8,89	5,58
SrO	8,28	2,13	9,39	1,86
Fe ₂ O ₃	0,08	0,11	0,11	0,12
CoO	0,01	0,00	0,02	0,00
TiO ₂	0,49	0,11	0,21	0,26
ZrO ₂	0,00	0,21	1,81	0,26
ZnO	0,14	0,25	0,21	0,18
PbO	0,01	18,29	0,02	12,87
NiO	0,03	0,03	0,04	0,01
P ₂ O ₅	0,00	0,00	0,00	0,00
Totale	100	100	100	100

Le differenze principali tra i due vetri riguardano la percentuale di ossido di piombo, elevata nel funnel e praticamente nulla nel panel dove è invece sostituita da ossidi di stronzio e bario presenti in percentuali pressoché uguali (intorno al 9%).

Inoltre è da indicare la presenza nel funnel di una percentuale intorno al 5% di ossidi modificatori alcalino-terrosi come ossidi di calcio e magnesio, che sono presenti invece in quantità più basse nel panel (1-2%). Per tutte due le tipologie si è verificata la presenza di circa il 14% di ossidi alcalini di sodio e potassio.



WWW.CDCRAEE.IT