

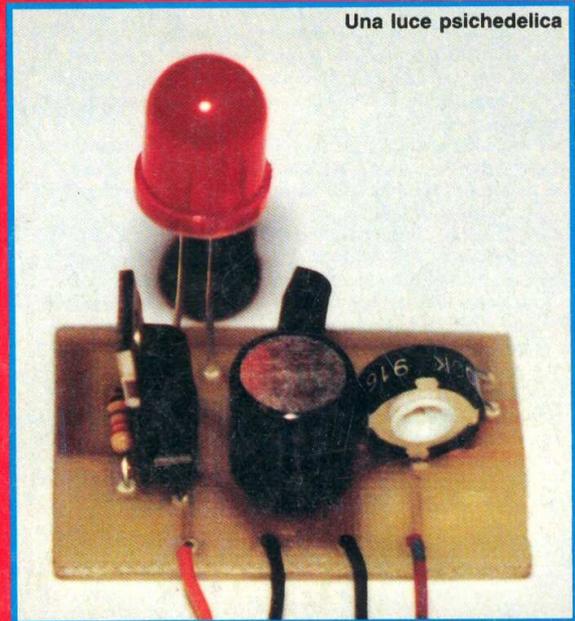
MARZO-APRILE 1992 - L. 5.000

ELECTRONICS

PROJECTS

IL MEGLIO PER L'HOBBY E L'AUTOCOSTRUZIONE

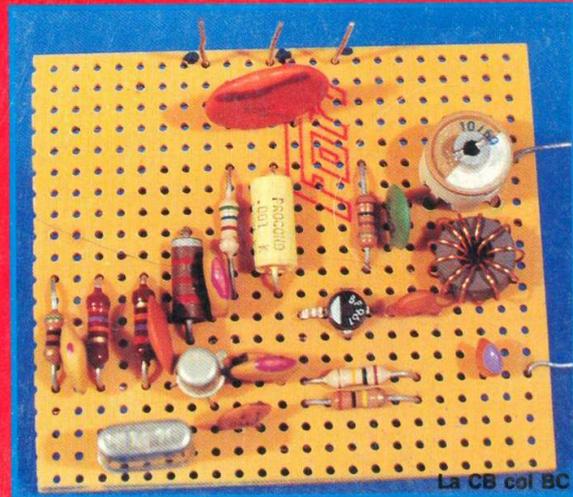
- CARICA BATTERIA PER CAMPER
- ACQUISIZIONE DATI AD ALTA VELOCITÀ
- FRENATA DI EMERGENZA
- SISTEMI DI VISUALIZZAZIONE
- UN GRID DIP METER
- LA CB COL BC
- CIRCUITO DI RITARDO
- ALIMENTATORE STABILIZZATO
- DOLCE RISVEGLIO
- LUCE PSICHEDELICA
- MODULATORE A DIODO
- ... E ALTRI ANCORA!



Una luce psichedelica



Carica batterie per camper



La CB col BC

Sistemi di visualizzazione

Vediamo in questo articolo quali sono e come funzionano i sistemi di visualizzazione maggiormente utilizzati nelle correnti applicazioni elettroniche.

Paolo Lasagna

Voglio presentarvi in questo articolo una panoramica sui sistemi di visualizzazione comunemente utilizzati dagli sperimentatori e dagli smanettoni. Vi preciso subito che non tratterò i tubi catodici per televisori, rimandando questo argomento ad un eventuale prossimo articolo.

I visualizzatori possono essere suddivisi in due categorie:

* visualizzatori attivi: emettono "luce propria";

* visualizzatori passivi: "operano" sulla luce incidente.

Alla prima categoria appartengono i LED ed i sistemi VACUUM FLUORESCENT, alla seconda i CRISTALLI LIQUIDI.

Cosa sia un led lo sapete tutti: si tratta di una giunzione (diodo) polarizzata direttamente.

Il materiale costituente la giunzione è in genere un arseniuro (tipicamente arseniuro di gallio, noto come GaAs).

L'emissione luminosa è causata dalla transizione degli elettroni dalla banda di conduzione alla banda di valenza.

Tale transizione è favorita dalla polarizzazione diretta della giunzione.

È interessante notare che una transizione tra due livelli energetici diversi è sempre caratterizzata da emissione di energia.

Nel caso dei led i livelli energetici hanno un "gap" (ovvero una differenza di energia) tale che la radiazione emessa dalla transizione degli elettroni sia caratterizzata da una lunghezza d'onda che cade nel visibile, come confermato dalla relazione:

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E_g}$$

dove:

λ = lunghezza d'onda della radiazione emessa, in metri.

h = costante di Planck ($6.626 \cdot 10^{-34}$ J*s).

c = velocità della luce ($= 3 \cdot 10^8$ m/s).

E_g = energia corrispondente al salto fra i due livelli.

I led hanno sicuramente molti vantaggi:

* facilità di pilotaggio;

* bassa tensione di pilotaggio (tipicamente 1,5 V in continua);

* costi molto contenuti.

Purtroppo dal punto di vista degli svantaggi presentano:

* elevata corrente di pilotaggio (tipicamente 10 mA);

* ridottissima visibilità in presenza di luce solare;

* scarse possibilità "grafiche".

Sempre nella categoria dei visualizzatori attivi abbiamo anche citato i sistemi VACUUM FLUORESCENT. Vediamo cosa sono.

Sicuramente chi possiede un ricetrasmittitore HF tipo IC765 o un videoregistratore ha capito di cosa stiamo parlando.

Si tratta infatti di quelle ampolle di vetro con numeri e simboli in genere verdi o azzurrini.

Come avete notato, ho parlato di ampolla: siamo infatti in presenza di un *triode a vuoto*, del quale possiamo identificare un anodo, un catodo ed una griglia.

Come in ogni triode che si rispetti le funzioni sono le seguenti:

* il *catodo* è costituito da un filamento caldo che emette elettroni;

* l'*anodo* "raccolge" gli elettroni ed emette la radiazione luminosa;

* la *griglia*, in funzione del suo potenziale, accelera o blocca il flusso di elettroni.

E dopo aver visto i tre componenti, passiamo al comportamento. Nell'ampolla, come già detto, abbiamo il vuoto spinto. Il filamento (catodo) emette elettroni che si liberano per agitazione termica.

La griglia, al variare del suo potenziale, consente di regolare la luminosità del display.

L'anodo è il responsabile della emissione luminosa. Grazie ad una ricopertura con particolari ossidi, emette una radiazione

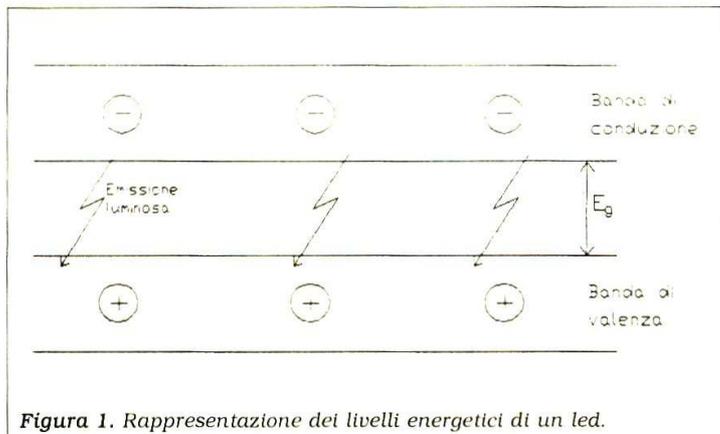


Figura 1. Rappresentazione dei livelli energetici di un led.

luminosa (fluorescente) quando viene colpito dagli elettroni emessi dal catodo.

Appare quindi subito evidente che è possibile sagomare l'anodo al fine di ottenere particolari figure o scritte.

Il pilotaggio può essere statico o dinamico a seconda dell'uso che se ne vuole fare.

I colori tipici sono: blu, azzurro, verde, rosso, arancio e giallo. Essi sono dati dal tipo di fosforo utilizzato (dove per fosforo intendo quelle sostanze analoghe a quelle impiegate nei tubi catodici).

Spesso sul vetro dei display vacuum fluorescent troviamo una specie di argentatura: si tratta del *getter*.

Tale *getter* è costituito da una sostanza a base di magnesio depositata sulla parete interna del display. Il suo scopo è quello di "bruciare" i residui di ossigeno ancora presenti dopo aver effettuato il vuoto. Per fare ciò si riscalda la parete esterna del display in corrispondenza del *getter*, finché quest'ultimo non prende fuoco.

Dopo la combustione, ciò che resta è proprio quell'alone simile ad una argentatura.

Questo procedimento era già effettuato nella produzione di

molte valvole, per migliorarne il funzionamento ed al tempo stesso per prolungarne la vita media.

Ed ora già che parliamo di vita media, vediamo quella del "vacuum fluorescent".

Essa rappresenta senza dubbio un punto di forza di questa tecnologia, in quanto si attesta attorno alle 130.000 ore.

Altri vantaggi possono essere così riassunti:

- * consumo limitato;
 - * facilità di pilotaggio;
 - * ottime possibilità grafiche;
 - * costo più che accessibile;
 - * buon range di temperatura.
- Al contrario i difetti vanno ricercati in:
- * scarsa visibilità in presenza di luce solare;
 - * ingombri non trascurabili;
 - * fragilità dovuta alla ampolla di vetro;
 - * necessità di survoltore in caso di utilizzo di piastre grosse.

Ed ora passiamo ai CRISTALLI LIQUIDI.

Come visto nell'introduzione essi appartengono alla categoria dei visualizzatori passivi.

Si rendono ora necessarie tre o quattro righe con dei paroloni un po' difficili, ma non spaventatevi.

Possiamo subito notare come

nel nome ci sia una evidente contraddizione.

Infatti alla parola *crystallo*, tipica di strutture *solide*, affianchiamo la parola *liquido*: ma allora abbiamo un solido oppure un liquido?

I sacri testi della materia affermano quanto segue:

il crystallo liquido è una mesofase liquida ed ordinata.

Cosa sia una mesofase è presto detto. Si tratta di una sostanza che si trova in uno stadio intermedio fra quello del solido "ordinato" e quello del liquido isotropo (ovvero con precise caratteristiche valide per ogni punto del liquido).

La chiave di volta del funzionamento sta nel campo elettrico che voi potete applicare a questa mesofase.

Infatti, un campo elettrico ha la possibilità di variare le proprietà ottiche del crystallo liquido.

Sistemate le definizioni formali iniziamo ad analizzare i vari tipi di cristalli liquidi, cominciando con i TWISTED NEMATIC, detti anche TN.

In un crystallo liquido di tipo Twisted Nematic (d'ora in avanti lo chiamerò semplicemente TN) le molecole sono simili a tanti bastoncini con le estremità molto arrotondate (per dirla con un altro parolone, potrei parlare di un ellissoide molto allungato).

In posizione di riposo le molecole sono poste parallele fra loro, un po' come i fiammiferi in una scatola.

Ogni molecola può ruotare attorno al proprio asse e muoversi sia longitudinalmente sia trasversalmente.

L'asse principale della molecola prende il nome di direttore nematico.

Il crystallo liquido viene poi confinato in una cella trasparente le cui pareti sono trattate con un

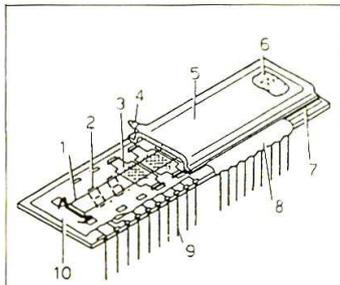


Figura 2. Spaccato di un display Vacuum Fluorescent.

Si può notare:

- 1) Filamento
- 2) Anodo (segmento)
- 3) Griglia
- 4) Tubetto di aspirazione aria (sigillato)
- 5) Vetro frontale
- 6) Getter (interno)
- 7) supporto di vetro
- 8) Resina
- 9) Piedini di collegamento
- 10) Substrato di vetro (basamento)

leggero strato di SiO_2 (Biossido di Silicio).

Nel metterlo in questa cella di confinamento si pone particolare cura, affinché siano rispettate le due condizioni che seguono: — l'asse delle molecole deve essere parallelo alle facce della cella;

— passando da una faccia a quella opposta, la direzione dell'asse risulta ruotata di 90° .

Quindi, se potessimo osservare l'andamento delle molecole all'interno della cella, vedremmo una struttura ad elica, o meglio un quarto di elica, corrispondente alla rotazione di 90° .

Questa particolare struttura è all'origine della parola "twisted".

Per meglio evidenziare la situazione, pensate ad un orologio digitale da polso.

La cella contenente il cristallo liquido TN è poi posta fra due polarizzatori ottici incrociati. Dietro a tutto c'è uno specchio. In condizioni normali la luce en-

tra, viene polarizzata dal primo polarizzatore, nel cristallo liquido TN ruota di 90° la precedente polarizzazione ed esce dal secondo polarizzatore inalterata. In queste condizioni la cella è trasparente.

Se io applico tensione al cristallo liquido, vado a srotolare l'elica precedentemente descritta e quindi a creare una cella opaca in quanto tra due polarizzatori incrociati la luce non viene trasmessa.

Vorrei puntualizzare ancora due fatti.

Nel primo caso la cella è trasparente grazie alla struttura ad elica del cristallo liquido che ruota di 90° il piano di polarizzazione della luce incidente. Grazie a questa rotazione i polarizzatori vengono ad essere virtualmente paralleli, consentendo la trasmissione della luce.

Nel secondo caso il campo elettrico che srotola l'elica fa sì che il direttore nematico tenda ad allinearsi al campo elettrico. È interessante notare come usando polarizzatori paralleli si possa ottenere il fenomeno inverso, ovvero:

tensione applicata \leftrightarrow cella trasparente

Assenza di tensione \leftrightarrow cella opaca

La tensione da applicare (sarebbe però meglio definirla differenza di potenziale) si aggira intorno ai 2-3 V.

Questo è il funzionamento per una singola molecola.

Per ottenere le cifre che vedete sul vostro orologio serve ancora uno strato plastico trasparente (spesso detto *film*) sul quale vengono serigrafati con inchiostro elettricamente conduttivo (e possibilmente trasparente) tutti i segmenti delle cifre ed i relativi collegamenti.

Questi fili di collegamento vengono poi portati sul bordo dello

strato plastico ed andranno collegati all'elettronica di gestione del vostro orologio. Il collegamento avviene per mezzo di una strisciolina di gomma nella quale sono stati "affogati" tanti sottilissimi fili di rame.

Il sistema consente un collegamento sicuro ed al tempo stesso una sorta di "ammortizzatore" per eventuali urti.

Come avete capito una tensione applicata alle cifre serigrafate consente di accendere o spegnere un segmento, rendendolo opaco o trasparente.

Ovviamente la gestione di tutti i segmenti avviene in multiplex. A questo punto si presentano altri problemi.

A seconda del duty cycle della tensione di pilotaggio varia l'angolo di visione.

L'angolo di visione è dato dal luogo dei punti che consentono una buona visione dell'informazione presentata dal cristallo liquido (in genere è dato da un ellissoide un po' deformato).

Generalmente esso migliora all'aumentare del duty cycle.

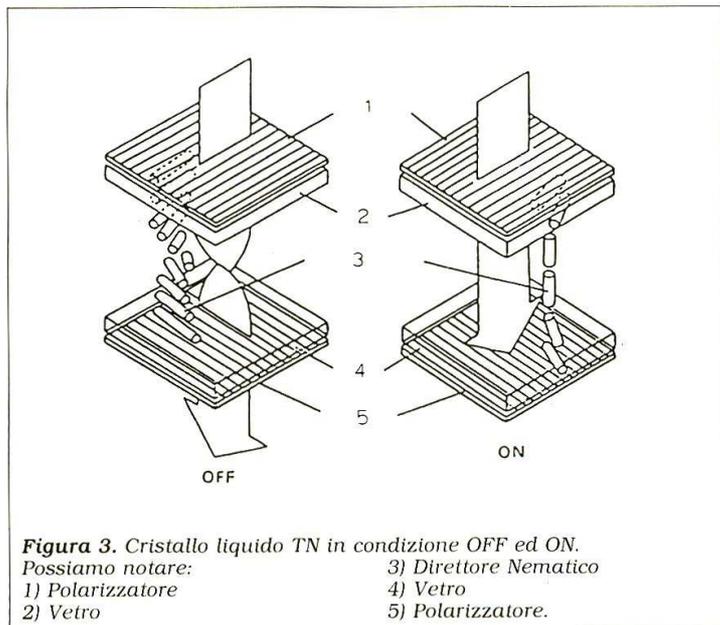
Naturalmente, per il pilotaggio in multiplex, sono necessarie ben precise forme d'onda per evitare il fenomeno di elettrolisi del cristallo.

Rispetto alla temperatura il TN come si comporta?

Tipicamente al diminuire della temperatura il tempo di commutazione aumenta drasticamente. A titolo di esempio posso dirvi che attorno ai -10°C si viaggia a circa 500 ms (1/2 secondo).

Viceversa, a temperature elevate, i TN sono pressoché inutilizzabili perché "anneriscono" (fenomeno reversibile che si presenta attorno ai $50-70^\circ\text{C}$ a seconda della qualità del cristallo liquido).

Un grosso vantaggio dei TN è dato dalla flessibilità nella pro-



gettazione sia per quanto riguarda le forme delle maschere sul film, sia per quanto riguarda le dimensioni.

Tuttavia, mentre il contrasto è ottimo, l'uso di due polarizzatori limita la brillantezza.

Per ovviare a questo problema, grazie a recenti scoperte tecnologiche, sono stati introdotti i GUEST HOST LIQUID CRYSTAL DISPLAY (o più brevemente GHD). Vediamo di cosa si tratta.

Una traduzione letterale di *guest-host* porterebbe a *ospite-ospitante*. Questa traduzione porta a pensare che oltre alle molecole già viste ci sia anche qualcosa di nuovo...

In effetti nei GHD il contrasto è controllato variando l'allineamento molecolare in una sottile striscia costituita da una miscela di molecole di cristallo liquido e da molecole di un colorante organico opportuno.

Questi GHD possono anche operare senza polarizzatori. Ne consegue una maggiore brillantezza

za e, allo stesso tempo, una diminuzione della dipendenza dell'angolo di visione.

Inoltre, sono addirittura stati sviluppati display di tipo sia trasmissivo che riflessivo, sia a colori che in bianco e nero, tutti caratterizzati da elevata brillantezza.

Dei vari tipi sviluppati, soffermiamoci brevemente sui seguenti tre:

1) sistema dicroico a singola cella (cella di Heilmair o HM).

Alla base di questo sistema c'è la cosiddetta *molecola dicroica* (detta anche *dye*), ovvero una molecola che presenta due indici di rifrazione principali. In parole semplici significa che un raggio di luce naturale che entra in una molecola dicroica, ne esce con una colorazione diversa a seconda della direzione di attraversamento.

È, quindi, possibile ottenere effetti di luce colorata o meno, a seconda dell'orientamento delle molecole.

Le molecole dicroiche vengono

disperse in un cristallo liquido ospitante, del quale ne seguono l'orientamento.

In questo sistema è necessario un polarizzatore in quanto la luce incidente in una delle direzioni di polarizzazione (perpendicolare all'asse di assorbimento delle molecole del colorante) non è assorbita al passaggio nella cella.

2) sistema dicroico a doppia cella (DHM).

Questo sistema è stato sviluppato per ovviare alla presenza del polarizzatore nelle celle di tipo HM.

Il principio di funzionamento è il seguente.

Gli orientamenti del sistema cristallo-dye di entrambe le celle sono tra loro perpendicolari, in modo tale che la componente della luce che può attraversare la prima cella viene assorbita dalla seconda, rendendo inutile il polarizzatore.

In presenza di campo elettrico i sistemi cristallo-dye di entrambe le celle ruotano disponendosi parallelamente e consentendo il passaggio della luce.

3) sistema colesterico o effetto White-Taylor (WT).

I cristalli detti colesterici possono presentare due strutture:

* opaco: gli assi delle eliche (vedi TN) sono paralleli alle pareti della cella, ma sono distribuiti casualmente (condizione colesterica);

* trasparente: gli assi delle eliche sono ordinati e perpendicolari alle pareti delle celle (condizione nematica).

La transizione da struttura opaca a struttura trasparente avviene applicando il campo elettrico.

Il cristallo liquido ospitante è di tipo colesterico, mentre la molecola ospite è di tipo dicroico.

Il sistema lavora per assorbimento e quindi non necessita di polarizzatori.

Riassumendo quanto fin qui visto analizziamo pregi e difetti della tecnologia GHD.

Tra i vantaggi annoveriamo:

— possibilità di disporre del colore;

— assenza di polarizzatori;

— buona brillantezza;

— buon angolo di visione.

Tra gli svantaggi abbiamo:

— tensione di pilotaggio maggiore che nei TN;

— difficoltà per pilotaggi di tipo multiplex;

— elevata sensibilità alla radiazione ultravioletta.

Ma quali sono gli usi di tutte

queste tecnologie?

Sicuramente i più disparati. Si è cominciato con gli orologi e siamo già alle TV portatili a colori con schermo LCD. Pensate che questo articolo è stato sviluppato su personal computer portatili con schermo LCD monocromatico con risoluzione niente meno che VGA. Inoltre sono già commercialmente disponibili personal computer con schermo LCD a colori... Anche nelle automobili, per esempio, la tecnologia galoppa. Dopo una comparsa dei led, specialmente usati come spia, siamo passati ad

alcuni cruscotti di tipo vacuum fluorescent per arrivare con prepotenza alla tecnologia LCD. E gli amici radioamatori? Ebbene, anche loro usano i cristalli liquidi per modulare l'emissione luminosa di un tubo laser, ed effettuare così "comunicazioni ottiche". Dopo questa mia trattazione spero che, guardando l'orologio o il display del videoregistratore, vi fermiate un attimino a pensare a quanta tecnologia ci sia dietro a quei numerini ed a quelle figurine...



ABBONATEVI A ELECTRONICS