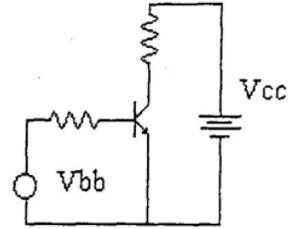


## I TIRISTORI

Un transistor può essere utilizzato come interruttore se viene forzato a funzionare in condizione di saturazione e di interdizione (ON-OFF).

Se analizziamo il seguente circuito a transistor BJT

La tensione di controllo applicata alla base ha due livelli:  
quello alto manda il transistor in saturazione  
quello basso lo interdice.



Se utilizziamo un circuito con MOSFET di tipo ad arricchimento,

Se  $V_g=0$  il canale non esiste e quindi il Drain e il Source risultano elettricamente separati da una giunzione polarizzata inversamente, il cui comportamento risulta simile a quello di una capacità.

Se  $V_g > V_s$  (la soglia per formare il canale) il Drain e il Source risultano collegati e si ha il comportamento da interruttore chiuso, pur presentando una resistenza  $R_{on}$  che chiaramente dovrà avere valori molto bassi.

I BJT da utilizzare come switch (interruttori) devono avere le seguenti caratteristiche:

- Bassa tensione di saturazione
- Alta velocità di commutazione
- Elevato guadagno.

I MOSFET per applicazioni switching devono avere:

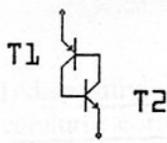
$R_{on}$  bassa

Tempi di commutazioni ON-OFF bassi.

**Il transistor usato come interruttore richiede il mantenimento delle condizioni di polarizzazione per tutto l'intervallo in cui conduce, inoltre è utilizzabile solo in corrente continua. Per applicazioni in alternata e quando le potenze in gioco sono molto elevate è preferibile ricorrere ad altri tipi di interruttore, fra cui gli SCR (Silicon Controlled Rectifier) ed i TRIAC, i cosiddetti Tiristori**

I tiristori sono componenti a semiconduttore basati sulle proprietà delle giunzioni, all'interno dei quali si sviluppa un fenomeno di retroazione positiva che provoca passaggi repentini tra due stati diversi di funzionamento. A differenza dei transistori che possono funzionare da interruttori come da amplificatori, i tiristori possono lavorare solo come interruttori. La loro principale applicazione è il comando di dispositivi di elevata potenza, quali motori elettrici, riscaldatori, sistemi di illuminazione etc., (il controllo, cioè, della corrente in carichi ad elevato assorbimento).

La struttura come a tutti i tiristori è formata da quattro zone drogate sovrapposte, con una successione del tipo pnpn. Quindi vi sono tre giunzioni in serie, di cui almeno una è polarizzata inversamente e se questa giunzione viene portata in conduzione, il componente fa passare corrente tra i suoi terminali.

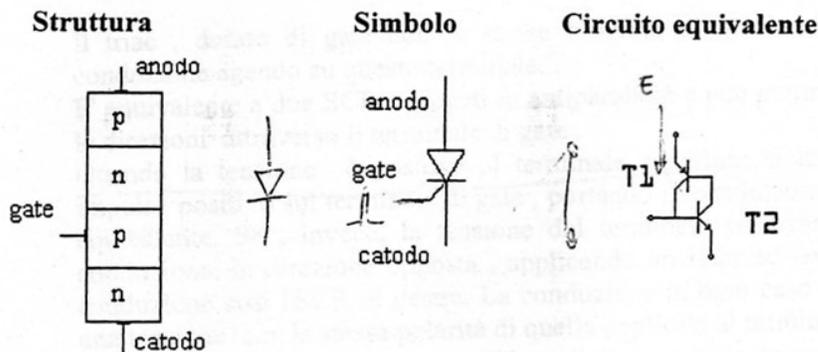


Il circuito equivalente può essere rappresentato da due transistori BJT (uno pnp e l'altro npn) collegati secondo lo schema seguente tale da permettere una retroazione positiva in base alla quale se aumenta di poco la corrente di base di T2, si assiste ad un'ulteriore sua crescita dovuta alla somma della variazione stessa amplificata, e questo aumento porta ad un'ulteriore crescita amplificata e così via sino a portare i due transistori alla saturazione (in cui la corrente di base non controlla più la corrente di collettore che si stabilizza su un valore imposto dal circuito esterno). Se la corrente di base di T2 diminuisce, questa diminuzione si rifletterà amplificata sulla stessa base, producendo un'ulteriore calo della corrente di collettore sino all'annullamento delle correnti stesse, portando il componente all'interdizione non facendo passare più corrente tra i due emettitori. Questo circuito permette, in sostanza, due soli stati stabili nel tempo: o l'interdizione (circuito aperto) o la saturazione dei due transistori (circuito chiuso).

La tensione necessaria per portare il componente in conduzione è detta tensione di breakover e se la corrente scende sotto un valore minimo detto "di mantenimento", il componente si interdice.

### SCR

Aggiungendo un terminale collegato alla zona p più vicina al catodo per il controllo della tensione della giunzione vicina al catodo, si ottiene un SCR.



Il terminale aggiunto è detto gate e permette di portare in conduzione il componente senza che si raggiunga la tensione di breakover. Questa tensione è molto alta negli SCR e non viene mai raggiunta nel funzionamento normale; l'innescò si ottiene applicando una tensione sufficiente (intorno a 0,7V) tra gate e catodo del componente e fornendo al gate una corrente di intensità sufficiente (molto piccola rispetto alla corrente di anodo ammessa). La tensione fra anodo e catodo, in conduzione, scende a valori molto bassi. L'SCR torna all'interdizione quando la corrente di nodo scende sotto il valore di mantenimento.

Sono state realizzate diverse varianti dell'SCR, che sono normalmente dispositivi per piccole potenze.

Il foto-SCR ha una giunzione sensibile alla luce e può essere portato in conduzione da una illuminazione di intensità sufficiente.

Il CGS viene innescato come un comune SCR, ma può essere riportato all'interdizione anche con un impulso di tensione di segno negativo sullo stesso gate.

L'SCS, infine, ha due terminali di gate che fanno capo alle due zone drogate interne: il gate di catodo produce l'innescò con una tensione positiva e l'interdizione con una tensione negativa, mentre il gate di anodo ha funzionamento opposto.

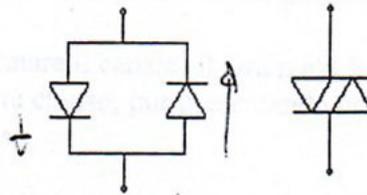
## I DIAC

I dispositivi fin qui esaminati hanno un funzionamento unidirezionali, possono cioè condurre corrente in una sola direzione. Vi sono però tiristori bidirezionali, in grado di condurre in entrambi le direzioni, equivalenti a due SCR collegati in antiparallelo, quali i DIAC.

Il diac, con due soli terminali, si innesca quando la tensione ai suoi capi raggiunge il valore di breakover ed è in genere un componente di piccola potenza.

Se la tensione ha polarità positiva in alto, conduce il diodo di sinistra, se, invece, si raggiunge il breakover con la polarità opposta, entra in conduzione il diodo di destra.

Il diac torna all'interdizione quando il valore assoluto della corrente scende al di sotto di quello di mantenimento.



## IL TRIAC

Il triac, dotato di gate con le stesse funzioni di quello di un SCR, viene portato in conduzione agendo su questo terminale.

E' equivalente a due SCR collegati in antiparallelo e può controllare la corrente in entrambe le direzioni attraverso il terminale di gate.

Quando la tensione è positiva al terminale superiore si innesca la conduzione con un impulso positivo sul terminale di gate, portando in conduzione l'SCR di sinistra del circuito equivalente. Se, invece, la tensione del terminale superiore è negativa, si innesca la conduzione, in direzione opposta, applicando un impulso negativo al gate e portando in conduzione così l'SCR di destra. La conduzione in ogni caso si instaura applicando al gate una tensione con la stessa polarità di quella applicata al terminale superiore.

Entrambi i componenti tornano all'interdizione quando la corrente che li percorre scende sotto il valore di mantenimento. Questi componenti controllano efficacemente entrambe le semionde di una tensione alternata.

