

Fonte immagini: ale

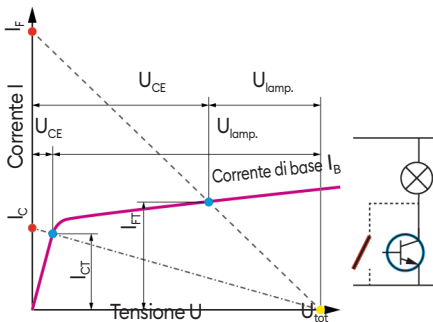
L'elettronica di potenza si basa principalmente sulla tecnica di commutazione e di controllo della tensione continua e alternata. Teoricamente, la commutazione può essere eseguita con interruttori meccanici, con dei transistor bipolari, con dei MOSFET o IGBT. Di seguito saranno descritti alcuni circuiti che utilizzano i transistor bipolari. Si tratta di determinare i punti di funzionamento e di perdita di potenza durante la commutazione e quindi del surriscaldamento del transistor.

### Transistor bipolari

I punti di funzionamento dei componenti elettronici come i diodi o i transistor sono indicati con delle curve caratteristiche. Nel diagramma, l'ascissa (asse x) è rappresentata la tensione. Il punto giallo indica la tensione totale ( $U_{tot}$ ). L'ordinata (asse y) indica la corrente. I punti sono calcolati con:

$$I = \frac{U_{tot}}{R}$$

Nello schema in basso, il circuito della lampada è commutato una volta da un interruttore e una volta da un transistor. La lampadina ha una forte comportamento PTC. Questo significa che il filamento ha circa 10 volte meno resistenza



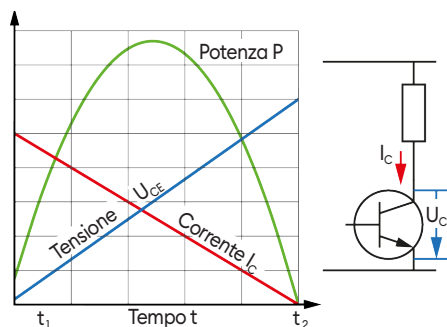
Curva caratteristica di un transistor

quando è freddo che quando è caldo. In questo modo, nell'istante che l'interruttore viene azionato, scorrerà un'intensità di corrente circa 10 volte maggiore ( $I_F$ ) rispetto a quella che circolerà durante il suo funzionamento a caldo ( $I_C$ ). Nello stesso diagramma è disegnata in viola la linea della corrente di base di un transistor. Questo suddivide le proprietà del transistor: a sinistra c'è l'area di commutazione ripida e a destra l'area di amplificazione piatta. Le intersezioni blu indicano in direzione orizzontale le cadute di tensione sul transistor ( $U_{CE}$ ) e sulla lampadina ( $U_{lamp}$ ). La corrente che scorre attraverso il transistor è indicata sulla verticale.  $I_{CT}$  è molto vicina alla corrente della lampada  $I_C$  commutata manualmente. Ma la  $I_{FT}$  è molto più piccola della  $I_F$ . Ciò significa che il transistor attenua l'elevata corrente di spunto della lampada e può persino rendere superfluo il fusibile. Naturalmente, il transistor può essere pilotato con diverse correnti di base. Questo sposta i punti di funzionamento del transistor e la lampada

potrebbe essere accesa più "dolcemente". L'interruttore meccanico ha il vantaggio di non creare praticamente nessuna caduta di tensione sui contatti. Al contrario, il transistor può essere usato sia come interruttore sia come regolatore di impulsi. Nel controllo ad impulsi, il transistor è pilotato con una frequenza costante, oppure variabile nel tempo.

### Commutazione di carichi resistivi

Se un carico resistivo è acceso o spento da un interruttore meccanico o elettronico, si verifica una perdita di potenza. Nell'istante  $t_1$  il transistor è commutato e la caduta di tensione tra il col-



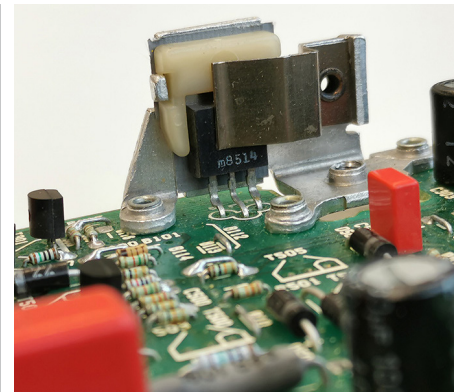
Perdita di energia durante il processo di commutazione.

lettore e l'emettitore  $U_{CE}$  è di circa 0.3 Volt. La corrente che scorre dipende dalla tensione di funzionamento e dal valore ohmico del carico. La dissipazione di potenza risultante è piccola, ma è presente durante tutto il tempo di commutazione del transistor.

Nel punto  $t_2$  il transistor non è più pilotato e quindi si blocca. Di conseguenza, il voltmetro indica la tensione massima. Il flusso di corrente è interrotto e l'ampereometro indica 0 A. Per questo motivo, anche la potenza risultante è pari a 0 W. Al centro, il prodotto della tensione per la corrente forma una curva ad arco corrispondente alla potenza. Se il transistor è commutato solo raramente, la quantità di calore introdotta nello stesso è piccola, poiché il tempo di commutazione tra  $t_1$  e  $t_2$  è molto breve. Tuttavia, la perdita di energia deve ancora essere moltiplicata per la frequenza di funzionamento dell'interruttore. Pertanto, i transistor di potenza devono essere raffreddati di conseguenza o il circuito deve essere adattato.

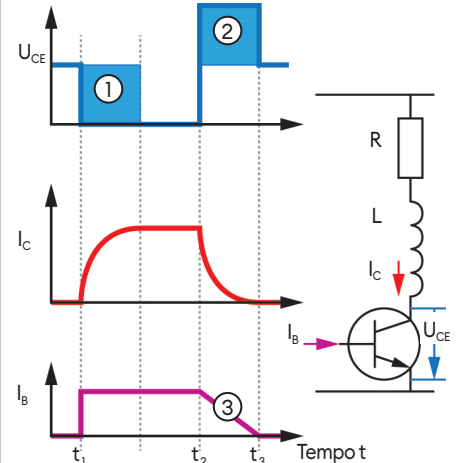
### Commutazione di carichi induttivi

Se i transistor devono commutare bobine o carichi induttivi, anche l'autoinduzione gioca un ruolo importante. Questo porta infatti a carichi eccessivi sui componenti elettronici di commutazione. Nella figura a lato sono colle-



Il transistor di potenza è fissato al dissipatore di calore grazie alla forza della molla.

gati in serie una resistenza ohmica (R), una resistenza induttiva (L) e il rispettivo transistor di commutazione. In teoria, la resistenza e l'induttanza sono spesso rappresentate separatamente, ma in realtà dobbiamo sapere che una bobina ha una componente di resistenza ohmica e una induttiva. L'induzione e quindi anche l'autoinduzione sono efficaci solo quando il campo magnetico si crea o si annulla. Se la corrente di base è inserita ( $t_1$ ), la tensione collettore-emettitore ( $U_{CE}$ ) scende a circa 0.3 Volt. L'induzione all'istante dell'accensione crea una tensione inversa (controtensione indotta) nella bobina che ostacola la salita della corrente nella stessa. Così anche



Commutazione di induttanze

la corrente del collettore aumenta lentamente e l'energia (1) è immagazzinata nella bobina sotto forma di campo magnetico. Tra  $t_1$  e  $t_2$  il transistor è in conduzione e nell'induttanza non succede nulla. Solo quando la corrente di base (3) del transistor viene interrotta, si verifica nuovamente l'autoinduzione nella bobina. Durante tale processo, l'energia (1) immagazzinata durante l'inserimento è rilasciata di nuovo (2). Se il transistor è commutato rapidamente, allo spegnimento si verifica un'induzione breve, ma molto elevata (analoga all'inserimento), la qual cosa metterebbe a dura prova il transistor. La lenta caduta della corrente di base (3) permette una maggior dissipazione di energia, il che fa salire meno la tensione di autoinduzione.

Partner: © A&W Verlag AG / SVBA-ASETA-ASITA / AGVS/UPSA / Andreas Lerch