

## Esame sezione brevetti 2001-2002 Prova pratica elettronica

Tema elettronico (materiale allegato fig. 1 e fig. 2)

Il vostro cliente vi scrive:

Devo pilotare un laser di potenza a semiconduttore che dovrà essere utilizzato per effettuare prove e misure su fibre ottiche.

Il pilotaggio di questi tipi di laser richiede l'utilizzazione di impulsi con le seguenti caratteristiche:

- correnti di picco molto elevate, dell'ordine di 15-20 A;
- buon grado di riproducibilità;
- fronti di impulso molto ripidi per ottenere tempi di commutazione molto brevi;
- durata molto breve, dell'ordine di 200 ns ( $2 \cdot 10^{-7}$  s), per limitare la potenza dissipata e, nel caso delle misure, per permettere buone risoluzioni temporali;
- duty cycle, cioè rapporto tra durata di un impulso e periodo di ripetizione degli stessi impulsi, dell'ordine di 1:1000 o anche meno.

Le tecniche di pilotaggio generalmente usate fanno ricorso a diodi SCR, a transistori di media potenza ed a dispositivi di tipo V-MOS, ma non consentono di raggiungere questi obiettivi.

Infatti i diodi SCR (Silicon Controlled Rectifier) sono in grado di fornire le correnti elevate solo a prezzo di tempi di commutazione relativamente lunghi, mentre i transistori di media potenza, che sarebbero in grado di operare ad alta velocità, non riescono a fornire le correnti di picco richieste.

I dispositivi a tecnologia V-MOS infine presentano caratteristiche che costituiscono un compromesso tra quelle dei diodi SCR e dei transistori di media potenza, e come ogni soluzione di compromesso, sono soddisfacenti solo in pochi casi; in particolare, i dispositivi V-MOS non sono in grado di fornire le velocità di commutazione richieste per l'effettuazione di prove.

Ho pensato di utilizzare dei transistori a valanga, noti per le proprietà di commutazione abbastanza spinte, però i transistori in commercio progettati

espressamente per l'uso come transistori a valanga, nell'istante in cui si verifica la rottura a valanga, presentano una tensione residua collettore-emettitore abbastanza grande, per cui, con le correnti in gioco, si viene a determinare una potenza elettrica tale da provocare la bruciatura del transistor stesso.

Ho fatto degli studi e condotto esperimenti che mi hanno portato ad osservare che i normali transistori utilizzabili come interruttori veloci, sia di tipo n-p-n che di tipo p-n-p, progettati per essere usati nella zona lineare delle caratteristiche di collettore (con tensioni collettore-emettitore non superiori ad una trentina di volt, e correnti di collettore non superiori a 300 mA) possono essere portati ad operare nella zona di tensione corrispondente alla rottura di valanga e presentano in tale zona caratteristiche migliori di quelle di transistori a valanga veri e propri. In particolare, la tensione residua collettore-emettitore è notevolmente inferiore, e quindi il transistor può essere utilizzato con correnti molto elevate, come quelle accennate in precedenza. senza che la potenza dissipata ne provochi la bruciatura.

Nella figura 1 è riportato lo schema del circuito e la fig. 2 mostra le caratteristiche di collettore di un transistor utilizzabile nel circuito di fig.1.

Nella fig. 1, il circuito di pilotaggio in oggetto, delimitato dal tratteggio indicato con CP, è collegato da un lato ad un laser a semiconduttore L, schematizzato con il simbolo del diodo e dall'altro lato ad un generatore di impulsi G.

I transistori. TR1, TR2 di tipo n-p-n sono identici fra loro ed hanno funzione di interruttori elettronici ad alta velocità; TR1 e TR2 conducono quando il generatore G emette un impulso, collegando quindi il laser L ad una tensione di alimentazione V. Le basi TR1 e TR2 sono collegate al generatore di impulsi G tramite il condensatore C1 in serie e la resistenza R1 in parallelo verso massa, con funzioni di adattamento tra G e C1 dipendono dal tipo di generatore e di componenti usati nel circuito CP.

Gli emettitori di TR1, TR2 sono collegati al laser L, ed i collettori sono collegati all'alimentazione V tramite due reti RC identiche fra loro R2, C2 e R3, C3. La scelta della costante di tempo di queste reti RC determina il periodo di ripetizione degli impulsi di comando.

Secondo i miei studi, aumentando la tensione collettore-emettitore a valori all'incirca doppi di

quelli del funzionamento lineare (30V e 300 mA) o anche superiori, questi transistori assumono comportamento di transistori a valanga, con dissipazione di potenza molto inferiore a quella dei transistori espressamente progettati per funzionare nelle zone di valanga. Le tensioni di alimentazione, i valori delle resistenze R2, R3 ed il valore della resistenza interna del laser L in conduzione sono tali da portare TR1, TR2 a lavorare proprio in detta zona a valanga.

Per fare un esempio concreto supponendo che i transistori TR1, TR2 siano del tipo venduto con la sigla BSX 30, le cui caratteristiche di collettore sono riportate in fig. 2, valori adatti per l'alimentazione  $V_a$ . per R2, R3 e per C2, C3 sono i seguenti:

R2, R3: non inferiori a 150 ohm, e preferibilmente comprese fra 180 e 600 ohm: il limite inferiore è imposto dalla condizione che in assenza di impulsi del generatore G /corrente di base  $I_b=0$  per i transistori TR1, TR2) i transistori TR1, TR2 siano effettivamente interdetti;

$V_a$ : da 60V a 80V circa;

C2, C3; i valori di C2, C3 sono fissati in base alla larghezza dell'impulso, in modo da ottenere il duty cycle richiesto; tenuto conto dell'impiego previsto, con impulsi della durata massima di 200 ns, valori tipici possono essere compresi fra 100 pF e 10 nF.

In assenza di corrente dal generatore di impulsi G, i transistori TR1, TR2 sono interdetti, ed i condensatori C2, C3, si caricano con le rispettive costanti di R2 C2 e R3 C3, uguali fra loro. Quando si applica un impulso alla base dei transistori TR1, TR2 portandoli in conduzione, alla giunzione collettore-emettitore viene applicata la tensione di alimentazione, portando il punto di lavoro nella zona di valanga, ed i condensatori C2, C3 si scaricano attraverso TR1, TR2.

Se il transistor TR1, la resistenza R2 ed il condensatore C2 sono esattamente identici a TR2, R3, C3, gli istanti in cui avviene la valanga in TR1 e TR2 coincidono, e quindi si ha nel laser sovrapposizione delle correnti erogate attraverso i due rami del circuito, garantendo così il raggiungimento dei livelli di corrente per il pilotaggio del laser.

Quindi aumentando il numero dei transistori collegati in parallelo, aumenta di conseguenza la corrente di pilotaggio del laser.

Con questo tipo di circuito di pilotaggio si ottiene in definitiva un consumo totale di potenza molto limitato rispetto ai sistemi noti.

Nella ricerca di novità che ho compiuto non ho trovato utilizzi anteriori di questa tecnica, quindi sono sempre più convinto dell'importanza di questa idea. Non so se posso ottenere una protezione più ampia, non solo limitata all'utilizzo previsto, ma anche estesa al metodo generale di utilizzo dei normali transistori come interruttori veloci, anche se devo ammettere che l'utilizzo in circuiti di pilotaggio dei laser a semiconduttore è quello che più mi interessa per la mia attività.

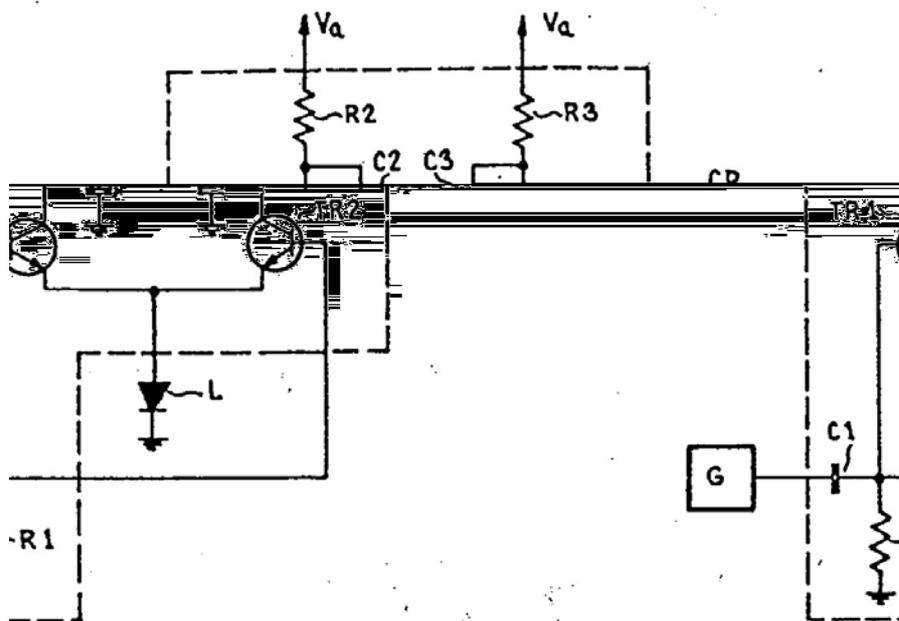


Fig. 1

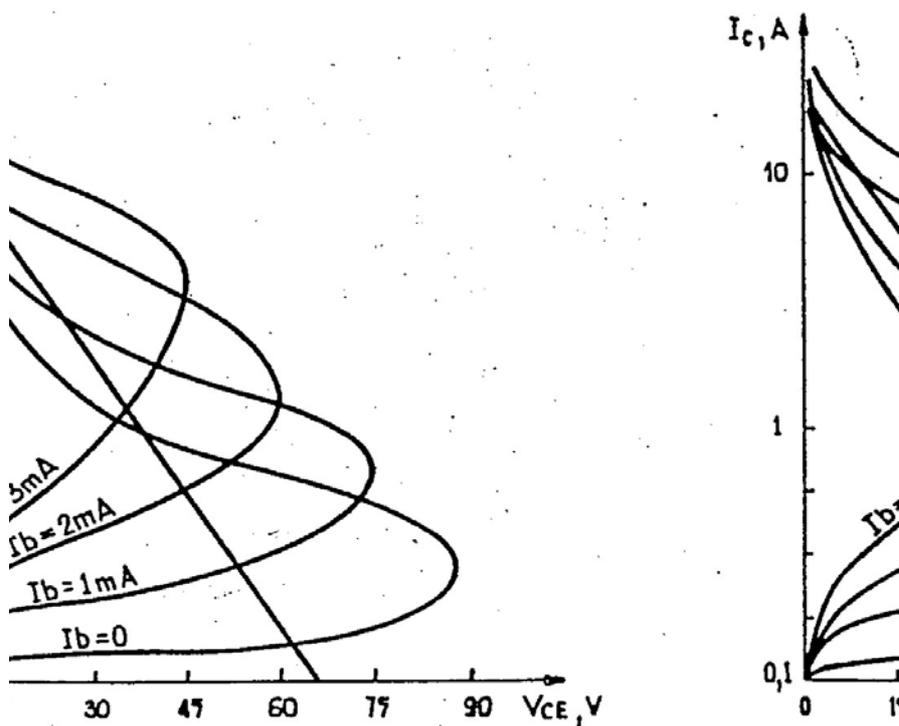


Fig. 2