

## Tecnologie di protezione contro le sovratensioni: criteri di scelta

Kelly Casey  
Manager  
Market and technology development  
Littelfuse

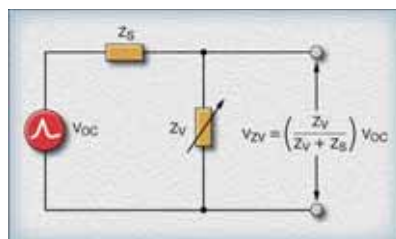
*Alcune linee guida per la scelta dei dispositivi più idonei a garantire una protezione adeguata contro i danni provocate da fenomeni transitori*

Le sovratensioni, che si manifestano solitamente sotto forma di fenomeni transitori, possono provenire da parecchie fonti. Colpi di fulmine che cadono nelle vicinanze, scariche elettrostatiche (ESD) prodotte da persone e dal funzionamento di apparecchi elettrici possono essere la causa di transitori distruttivi e potenzialmente dannosi. Differenti "minacce" richiedono differenti dispositivi di protezione. I progettisti di circuiti dovrebbero in prima istanza circoscrivere la loro scelta concentrando la loro attenzione su una o due tecnologie per la soppressione delle tensioni transitorie che meglio si adattano alla particolare applicazione considerata.

Nella tabella 1 viene riportato un elenco delle principali cause delle sovratensioni e dei dispositivi di protezione più idonei.

### Tecnologie disponibili

Esistono numerosi tipi di tecnologie di protezione con differenti caratteristiche da utilizzare nelle diverse applicazioni. Una regola empirica molto utile è quella di prendere in considerazione una tecnologia simile a quella del circuito che si vuole proteggere. Nel momento in cui si vogliono proteggere dispositivi in larga misura meccanica - come ad esempio interruttori di commutazione, conduttori, relè e più in generale apparati di natura prettamente



**Fig. 1 – Un dispositivo di aggancio impedisce alla tensione di superare un determinato valore e di ripristinarsi al cessare del fenomeno transitorio. Il dispositivo di aggancio  $Z_v$  forma un partitore di tensione con la resistenza serie  $Z_s$  e cambia valore per mantenere la tensione ai terminali ( $V_{oc}$ ) praticamente costante**

meccanici pesanti - la scelta verosimilmente si orienterà verso componenti ceramici come GDT e MOV.

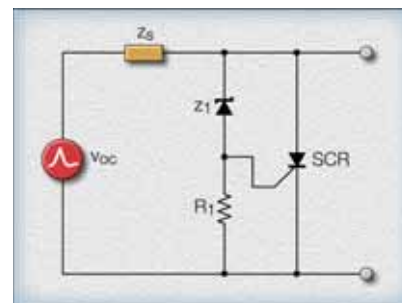
Quando invece si devono proteggere dispositivi realizzati in silicio e altri materiali contraddistinti da elevata sensibilità, la scelta si orienterà su circuiti di protezione in silicio.

Inoltre è necessario esaminare l'opportunità di ricorrere a un dispositivo di aggancio (o bloccaggio - clamping) o di tipo crowbar. Un circuito di aggancio (Fig. 1) si ripristina una volta che il fenomeno transitorio si è esaurito, mentre un

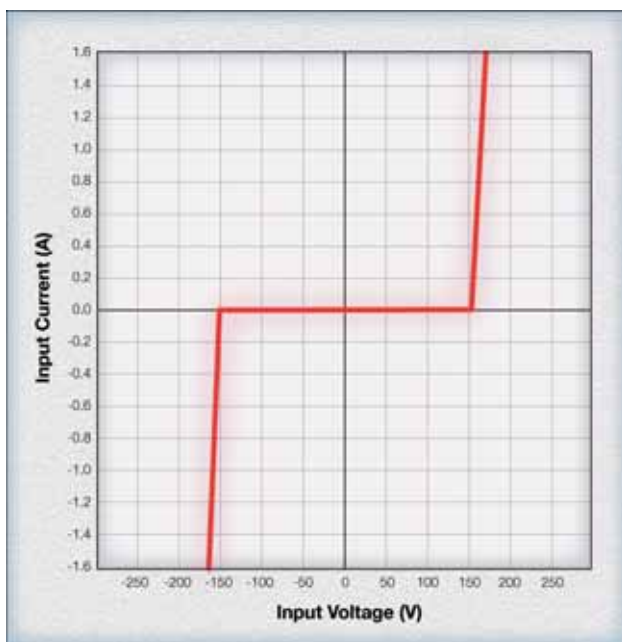
dispositivo di crowbar si mantiene in conduzione finché la corrente non scende al di sotto del suo valore di mantenimento e in genere non dovrebbe essere impiegato nei circuiti di potenza.

L'idea di base è dare vita a una sorta di gara tra il circuito - o il dispositivo da proteggere - e il circuito di protezione ed essere sicuri che quest'ultimo risulti sempre vincitore. Comunque, non è necessario pagare un sovrapprezzo per questa protezione.

Per proteggere i contatti dei relè non è richiesto l'acquisto di dispositivi di pro-



**Fig. 2 – Un dispositivo di tipo crowbar fa diminuire la tensione a un valore prossimo a zero e si mantiene in conduzione fino al momento in cui la corrente non scende al di sotto del suo valore di mantenimento. In linea generale esso non deve essere usato sui circuiti di potenza**



**Fig. 3 – Un TVS di tipo bidirezionale si comporta come una coppia di diodi a valanga di potenza**

tezione di silicio. Le tecnologie ceramiche come quelle utilizzate per realizzare i MOV sono meno costose dei dispositivi in silicio: anche se risultano meno precisi durante il funzionamento, ciò non rappresenta un problema per le applicazioni nelle quali sono normalmente utilizzati.

### GTD (Gas Discharge Tube)

I tubi a scarica gassosa (anche noti come circuiti di arresto a gas plasma) dissipano i transitori di tensione attraverso il gas plasma in essi contenuto e sono in grado di gestire correnti di picco (surge current) fino a 40.000 A. Essi sono caratterizzati da un'elevata resistenza di isolamento e da bassi valori di capacità e di correnti di perdita in modo da minimizzare gli effetti sul normale funzionamento delle apparecchiature per infrastrutture di telecomunicazione. L'elevata velocità di risposta e la capacità di dissipare grandi quantità di energia ne fanno i componenti ideali per la protezione contro le correnti di picco provocate

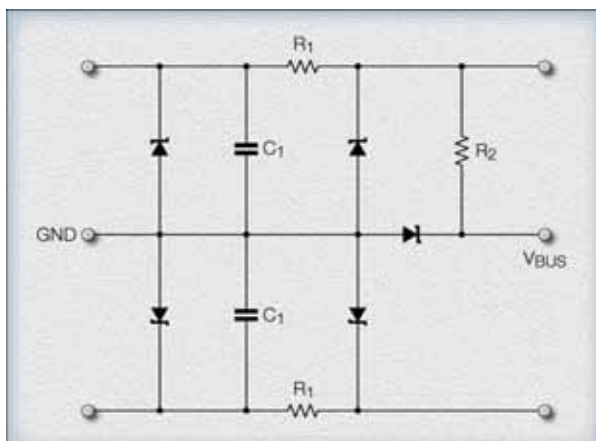
dai fulmini, in modo particolare per le apparecchiature di telecomunicazione ospitate in strutture esterne. Essi sono dispositivi di tipo crowbar, quindi non possono essere usati sulle linee di alimentazione senza fusibili.

### Varistori

Questi dispositivi deviano le tensioni transitorie dai componenti sensibili. Il loro comportamento elettrico è simile a quello di una coppia di diodi a valanga collegati a polarità opposte. Si tratta di dispositivi di aggancio, quindi quando si attivano non mettono in cortocircuito la linea e si ripristinano automaticamente quando

di correnti di picco e di energia di picco variabili rispettivamente da 20 a 500 A e da 0,05 a 2,5 J. Utilizzati prevalentemente nei settori automobilistico, nei computer, nei dispositivi portatili e in applicazioni industriali di tipo generale, essi garantiscono elevate prestazioni e buone caratteristiche di filtraggio a costi contenuti. Poiché sono forniti generalmente sotto forma di dispositivi a montaggio superficiale, la loro induttanza parassita non assume valori particolarmente significativi e sono quindi in grado di garantire tempi di risposta compresi tra 1 e 5 ns. I valori di capacità relativamente alti (che possono raggiungere 6000 pF) li rendono inadatti all'uso in linee ad alta frequenza.

**Varistori a ossido metallico (MOV – Metal-Oxide Varistor)** – in grado di gestire energia con valori nominali compresi tra 0,1 e 10.000 J e correnti di picco variabili da 40 a 70.000 A. I MOV possono deviare correnti transitorie lontane dai componenti circuitali sensibili in una vasta gamma di applicazioni. I dispositivi di fascia alta, di costo più elevato, sono adatti per la soppressione di tensioni transitorie dovute a fulmini o altri transitori ad alta energia in applicazioni sulle linee c.a. e industriali.



**Fig. 4 – I diodi TVS sono disponibili sotto forma di singoli componenti o di matrice, come in questa rete di protezione di una porta USB multifunzionale che include diodi a valanga TS, componenti di filtraggio EMI/RFI (R1 e C1) e un resistore di terminazione (R2)**

cessa la sovratensione. Esistono due principali gruppi di varistori:

**Varistori multi-strato (MLV – Multi-Layer Varistor)** – essi garantiscono la protezione contro fenomeni transitori caratterizzati da valori medio-bassi di energia in apparecchiature sensibili operanti da 0 a 120 VDC, con valori nominali

### Circuiti polimerici per la soppressione ESD

Si tratta di circuiti di soppressione delle statiche elettrostatiche di piccole dimensioni ad azione rapida utilizzati per la protezione di dispositivi elettronici da fenomeni transitori. Questi dispositivi di aggancio, caratterizzati da bassi valori di capacità (0,05 pF), sono ideali per la soppressione di scariche elettrostatiche (ESD) su linee di I/O digitali ad alta velocità operanti a 0-24 VDC. Essi sono spesso scelti per circuiti ad alta velocità, come ad esempio porte HDMI. Il valore di capacità è sufficientemente basso da evitare degradazioni non accettabili del segnale. Per questi dispositivi il valore di energia di picco è ridotto.

**Tabella 1 – Alcune delle principali cause delle sovratensioni e i dispositivi di protezione più adatti**

Cause esterne o funzionamento del circuito	Applicazioni tipiche	Criteri di protezione	Dispositivi di protezione
Fulmini	Tutti i sistemi, a eccezione di quelli automobilistici	Risposta veloce, elevati valori nominali di energia	TSPD, GDT, MOC; in secondo luogo TVS
Scariche elettrostatiche (ESD)	Un gran numero di apparecchiature elettroniche	Tempi di salita rapidi, tensione di picco nominale di valore elevato (breve durata)	Circuiti di soppressione ESD, matrici TVS; in secondo luogo MLV o SCR
Transitori elettrici veloci (EFT)	Tutti i sistemi, a eccezione delle infrastrutture di telecomunicazione	Tempi di salita e ripristino rapidi per impulsi ripetitivi	TVS, MV, MOV
Commutazione di carichi induttivi e spike di commutazione	Motori di grandi dimensioni, pompe, compressori, relè e sistemi di distribuzione c.a.	Elevato valore di energia nominale	MOV, GDT e in secondo luogo TVS e MLV
Transitori di tensione sulle linee di comunicazione e dati	Computer, bus dati e linee telecom	Possibilità di operare velocemente su più linee	Matrici TVS e SPA
Commutazione di corrente/Diversione	Parecchi tipi di circuiti elettrici ed elettronici	Capacità di trasporto di corrente e tensione di blocco adeguata	THY (tiristori)

## Matrici SPA

### (Silicon Protection Array)

Questi dispositivi di aggancio ESD sono espressamente progettati per proteggere linee di segnali analogici e digitali come ad esempio linee dati, tastiere, apparati audio/video analogici, porte HDMI, USB 2.0 e IEEE 1394. Poiché si tratta di matrici di dispositivi, sono in grado di sostituire parecchi componenti discreti in modo da garantire significativi risparmi in termini di costi e di occupazione di spazio. Tra le specifiche tipiche si possono annoverare tensioni operative fino a 30 VDC, correnti di perdita di 20 nA e valori di capacità di soli 3 pF. Come i circuiti di soppressione ESD polimerici, i valori di picco di energia sono ridotti.

## Diodi TVS

I diodi per la soppressione di tensioni transitorie (TVS – Transient Voltage Suppression), essenzialmente diodi di potenza a valanga, sono disponibili in configurazioni unidirezionale e bidirezionale (Fig. 3). Essi garantiscono la protezione contro fenomeni transitori ad alta tensione di interfacce di I/O, bus Vcc e altri circuiti particolarmente vulnerabili presenti nelle apparecchiature di telecomunicazione, computer (Fig. 4), apparati industriali

e dispositivi elettronici consumer. I valori di potenza di picco sono compresi tra 400 W e 50 kW, mentre le tensioni di stand-off inverse (ovvero la tensione inversa applicata per assicurare una condizione di non conduzione) sono comprese tra 5 e 376 V. Talvolta i diodi TVS bidirezionali vengono utilizzati sulle linee c.a. in quanto le loro tensioni di aggancio di precisione garantiscono una maggiore regolarità rispetto ai MOV. Poiché si tratta di dispositivi di grandi dimensioni caratterizzati da aree di giunzione estese, i valori di capacità possono raggiungere 1000 pF, rendendoli quindi inadatti alla protezione di linee ad alta velocità.

## Tiristori di protezione

Conosciuti anche come commutatori di tensione bilaterali o TSPD (Thyristor Surge Protective Devices), questi tiristori sono progettati per sopprimere i transitori di sovratensione nelle apparecchiature telecom e datacom. Essi possono deviare correnti fino a 5000 A a massa a fronte di valori di tensione di sovralongazione minime. Tra i principali vantaggi dei dispositivi TSPD si possono annoverare, oltre alla bassa tensione di sovralongazione, stabilità delle caratteristiche elettriche, disponibilità sul lungo termine e

bassa capacità. Poiché i TSPD sono dispositivi di tipo crowbar, la tensione nello stato di on è particolarmente bassa, il che comporta una dissipazione di potenza minima. Per questo motivo, è possibile gestire valori nominali di correnti di picco particolarmente elevati con dispositivi ospitati in package di ridotte dimensioni. D'altra parte, poiché di tratta di dispositivi di tipo crowbar, possono essere utilizzati solamente in circuiti dove le potenze in gioco non raggiungono valori elevati. Le società che realizzano dispositivi di protezione sono in grado di fornire utili indicazioni dal punto di vista applicativo e generalmente dispongono di personale qualificato che può fornire suggerimenti e assistenza nella scelta dei prodotti e delle topologie circuitali più adatte. Per poter effettuare la scelta migliore, è comunque importante che il costruttore sia in grado di rendere disponibili tutte le tecnologie di protezione e non solo alcune di esse.

*readerservice.it*

<b>Littelfuse</b>	<b>n. 08</b>
<b>(Arrow Italy)</b>	<b>n. 09</b>
<b>(Comprel)</b>	<b>n. 10</b>
<b>(Future Electronics)</b>	<b>n. 11</b>
<b>(Rutronik Italia)</b>	<b>n. 11</b>