

Un breve resoconto su ciò che serve, nella progettazione di un dispositivo elettronico, a garantirsi la sicurezza contro il pericolo delle cariche elettrostatiche



ESD

Cresce la sfida, aumentano le soluzioni

DI **ROBERT ASHTON**

Garantire la protezione delle apparecchiature dagli effetti deleteri delle scariche elettrostatiche (ESD) è un'esigenza importante nel processo di sviluppo e una potenziale fonte di grattacapi per i progettisti. I prodotti elettronici devono essere affidabili e quindi vanno protetti non solo dai danni che potrebbero essere provocati da fenomeni fisici come vibrazioni, umidità e temperature estreme, ma anche dalle scariche elettrostatiche. I progettisti devono fare attenzione alla progettazione dei contenitori e dei circuiti stampati, alla scelta dei componenti e persino all'aggiornamento del software al fine di garantire la compatibilità agli standard ESD come l'IEC 61000-4-2.

L'impiego di dispositivi di protezione in punti circuitali critici come i connettori d'ingresso e di uscita è un elemento importante nel processo di sviluppo di sistemi ESD. I componenti di protezione elettrostatica sono spesso denominati soppressori di sovratensioni transitorie (Transient Voltage Suppressors, TVS).

In questo articolo si analizzeranno i tipi principali di dispositivi di protezione a disposizione dei progettisti di sistema e se ne confronteranno le caratteristiche.

SOPPRESSORI DI SOVRATENSIONE (TVS) PER ESD

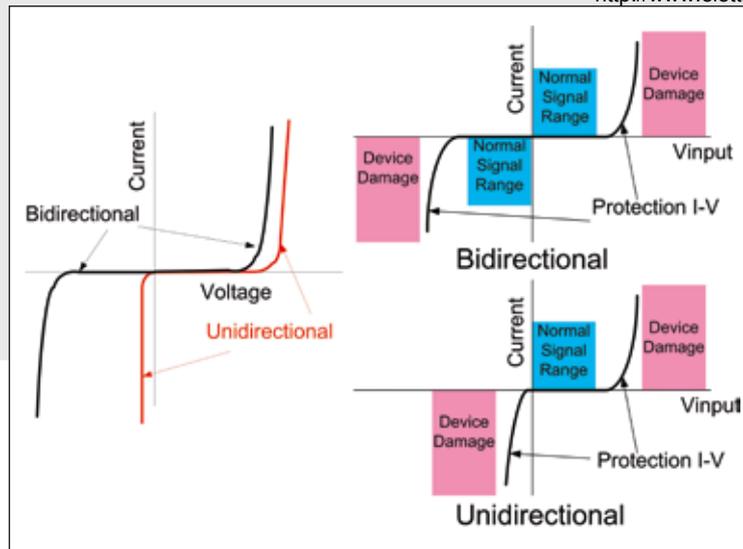
Le elevate sovratensioni che si creano in corrispondenza dei contatti d'ingresso di molti circuiti integrati durante uno "stress elettrostatico" potrebbero danneggiare i dispositivi stessi. Tra la fascia delle tensioni operative e la soglia della fascia delle tensioni pericolose, esiste una regione di sovratensione sicura.

In realtà c'è una sovrapposizione tra la regione delle sovratensioni sicure e la regione delle tensioni dannose, dal momento che sovratensioni elevate possono solitamente essere tollerate se la loro durata è molto breve. Il ruolo di

un TVS è mantenere la V_{ingresso} entro il range delle sovratensioni sicure durante una scarica elettrostatica, senza compromettere le prestazioni del sistema durante il normale funzionamento. I dispositivi TVS sono collocati in prossimità dei punti dai quali le scariche elettrostatiche potrebbero entrare nel sistema e agiscono per limitare la tensione in questi nodi sensibili, dirigendo la corrente verso nodi meno sensibili come i terminali di terra.

Per svolgere questa funzione in modo efficace, il TVS deve avere una resistenza elevata nel normale intervallo di tensioni operative. All'esterno di questo intervallo, il TVS dovrebbe presentare una resistenza bassa, in modo da allontanare la corrente dal nodo sensibile e limitare così i transitori di tensione. Sebbene le caratteristiche di un TVS dipendano dalla specifica applicazione, vi sono comunque dei requisiti fondamentali da rispettare, tra cui: la capacità di gestire lo stress elettrostatico atteso, un'elevata resi-

Fig. 1 - Dispositivi TVS unidirezionali e bidirezionali a confronto



stenza (basse perdite) nel normale range di tensioni operative e una resistenza bassa all'esterno di questo range, una ripida diminuzione della resistenza durante uno stress elettrostatico, e infine una capacità che non sia troppo elevata per l'uso previsto.

Vi sono due categorie di dispositivi che occorre comprendere prima di poter confrontare i diversi tipi di TVS: dispositivi unidirezionali/bidirezionali e dispositivi limitatori di tensione/crowbar.

Dispositivi unidirezionali/bidirezionali

Entrambe le tipologie (unidirezionali e bidirezionali) possono proteggere il sistema dagli stress elettrostatici sia positivi che negativi. Le differenze tra questi due tipi di TVS vengono meglio comprese in termini dell'intervallo di tensioni in cui essi mantengono una resistenza elevata e basse perdite.

Questo intervallo di tensioni determina i tipi di nodi circuitali che il dispositivo TVS è in grado di proteggere. Un TVS bidirezionale possiede proprietà simmetriche rispetto alla tensione di zero volt, come si può vedere dalla Fig. 1.

Questi dispositivi sono la scelta migliore per proteggere nodi circuitali con tensioni simmetriche o bidirezionali rispetto allo zero. I TVS unidirezionali hanno invece un comportamento asimmetrico rispetto allo zero, come si può vedere dalla Fig. 1.

I dispositivi TVS unidirezionali sono l'ideale per proteggere nodi circuitali la cui tensione conserva sempre la medesima polarità.

Dispositivi limitatori di tensione/crowbar

I dispositivi limitatori di tensione (clamping) passano da una resistenza elevata quando la tensione è bassa a una resistenza bassa quando la tensione supera la soglia di attivazione, senza attraversare una regione a resistenza negativa, come illustrato in Fig. 2. I dispositivi operano limitando la tensione al di sopra della soglia di attivazione, offrendo un percorso a bassa resistenza verso terra.

I dispositivi crowbar possiedono una resistenza elevata in corrispondenza di basse tensioni. A tensioni più elevate, invece, si attiva una diversa tipologia di conduzione in cui un aumento di corrente è accompagnato da una diminuzione di tensione. Un dispositivo crowbar presenta quindi una regione a resistenza negativa. In alcuni dispositivi, la tensione d'innescò può essere piuttosto elevata. Se il crowbar si attiva sufficientemente in fretta, questo può fornire la protezione richiesta, anche se la tensione è a un livello potenzialmente dannoso.

Varistori, diodi polimerici e diodi al silicio sono le tre principali tecnologie utilizzate nei dispositivi TVS per la protezione elettrostatica.

Varistori in ossido di metallo (Metal Oxide Varistors, MOV)

A valori bassi di corrente e di tensione, i varistori presentano una resistenza elevata, ma a valori più alti

la resistenza cala rapidamente; questi dispositivi vengono quindi classificati come fissatori di tensione.

I varistori sono bidirezionali e sono disponibili con un'ampia gamma di portate di correnti e tensioni, ciò li rende adatti in applicazioni che spaziano da linee di trasmissione ad alta tensione a piccoli dispositivi a montaggio superficiale per la protezione elettrostatica. Per contro, possiedono una capacità troppo alta in relazione alla conduttività; ciò li rende poco validi per proteggere linee di segnale ad alta velocità. I varistori sono inoltre soggetti a un degrado molto più repentino se sottoposti a sollecitazioni ripetute piuttosto che a sollecitazioni singole.

Limitatori di sovratensione polimerici

I limitatori di sovratensione polimerici sono dispositivi crowbar bidirezionali; essi possiedono capacità molto basse e sono adatti in applicazioni ad alta velocità; d'altro canto, possiedono una tensione di attivazione elevata, una resistenza di conduzione piuttosto bassa e sono soggetti a usura se sottoposti a stress ripetuti.

Dispositivi TVS a diodi

Oggi, la maggior parte dei diodi sono dispositivi allo stato solido, in genere al silicio, dotati di due terminali. Conducono facilmente se polarizzati direttamente e possiedono

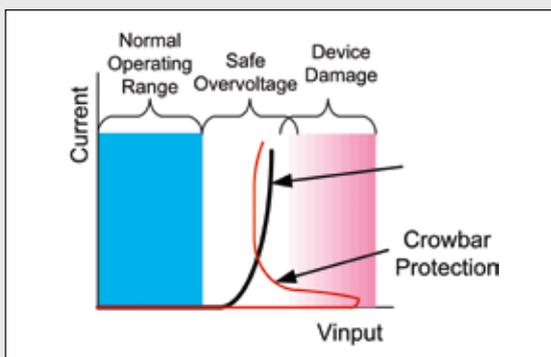


Fig. 2 - Confronto tra limitatori di tensione e dispositivi crowbar

Tabella 1 - Confronto tra le diverse tipologie di dispositivi TVS

Tipo	Direzionalità	Limitatore o crowbar	Capacità	Usura	Precisione della tensione	Resistenza di conduzione
Varistore	Bidirezionale	Limitatore	Alta	Sì	Bassa	Media
Polimero	Bidirezionale	Crowbar	Molto bassa	Sì	Bassa	Media
Diodo al silicio	Bidirezionale o unidirezionale	Limitatore	Da media a molto bassa	No	Alta	Bassa

una resistenza elevata fino alla tensione di rottura se polarizzati inversamente. I diodi sono per loro natura unidirezionali e proteggono il sistema fissando la tensione a un certo valore.

Le caratteristiche del diodo dipendono dai livelli di drogaggio delle regioni *n* e *p*, lontano dalla giunzione e vicino ad essa. La regolazione del livello di drogaggio consente la realizzazione di diodi con tensioni inverse di rottura che variano da centinaia di volt a qualche volt. Diodi che presentano una precisa tensione di rottura inversa vengono denominati diodi Zener.

Offrendo una protezione sia unidirezionale che bidirezionale, i TVS a diodi sono più versatili rispetto ad altri dispositivi di protezione elettrostatica. Il diodo elementare è unidirezionale ed è attualmente l'unico dispositivo disponibile che offre questo tipo di protezione. La combinazione di due diodi in serie crea facilmente una protezione di tipo bidirezionale.

La protezione bidirezionale può essere ottenuta in una delle due configurazioni a catodo comune o ad anodo comune. Il funzionamento bidirezionale si può ottenere utilizzan-

do una coppia di dispositivi TVS unidirezionali. Vi è un'ampia gamma di TVS bidirezionali a diodi in cui i due diodi sono inclusi in un unico contenitore e spesso addirittura integrati su un unico substrato di silicio.

In passato, l'elevata capacità dei dispositivi TVS al silicio li ha resi poco validi nella protezione di linee di segnale a bassa tensione e alta velocità. Recenti progressi tecnologici hanno superato questi limiti come nel dispositivo ESD9L5.0 di ON Semiconductor per applicazioni ad alta velocità, che si comporta come un semplice diodo Zener.

ANALISI COMPARATIVA

Le proprietà fondamentali dei tre tipi principali di dispositivi TVS sono riassunte in **Tab. 1**.

I nodi circuitali, che hanno una sensibilità asimmetrica allo stress, potrebbero richiedere una protezione unidirezionale che solo i dispositivi TVS a diodi sono in grado di offrire. Le applicazioni ad alta velocità richiedono capacità molto basse il che fa dei dispositivi polimerici una soluzione molto valida. In questa scelta occorre comunque tenere in consi-

derazione il grado di protezione offerto dai dispositivi polimerici.

Affinché il TVS polimerico sia accettabile, il nodo ad alta velocità deve poter sopportare la sovratensione necessaria ad attivare il TVS polimerico e la resistività del mezzo nello stato di conduzione.

I varistori sono interessanti per il basso costo intrinseco e hanno l'ulteriore vantaggio di non richiedere una tensione elevata per attivarsi.

Spesso però, possiedono capacità troppo elevate per essere utilizzati in applicazioni ad alta velocità, questo perché per avere una resistenza di conduzione sufficientemente bassa e offrire una protezione adeguata, le dimensioni non possono essere troppo ridotte.

I prodotti TVS a diodi possiedono buone caratteristiche come fissatori di tensione e sono oggi disponibili in versioni a bassissima capacità per applicazioni a più alta velocità. I diodi sono inoltre utili come dispositivi unidirezionali con tensioni compatibili con gran parte dei moderni dispositivi digitali ad alta velocità.

ON Semiconductor
www.onsemi.com