

Aumento dell'efficienza di conversione c.c./c.c. per carichi ridotti e frequenze elevate

Una soluzione single chip composta da un MOSFET di potenza e da un diodo Schottky permette di aumentare l'efficienza operativa nelle applicazioni di conversione c.c./c.c.

Spiro Zefferys
Michael-Hyung Mook Choi
Vishay, Santa Clara, California

Per facilitare l'aumento dell'efficienza di conversione cc/cc in presenza di carichi di valore ridotto ed elevate frequenze di commutazione alte, è possibile ricorrere a dispositivi single chip che integrano un diodo Schottky e un MOSFET al fine di ridurre la potenza dissipata imputabile al commutatore low-side in un convertitore di tipo buck. Inoltre, l'inclusione di due componenti in un chip monolitico consente di ridurre il valore nominale di $r_{DS(on)}$ del MOSFET e minimizzare gli ingombri. I moduli di tipo POL (Point-of-Load), di conversione cc/cc e di regolazione della tensione sono alcune tra le applicazioni di gestione della potenza che, nei settori dell'informatica e delle telecomunicazioni fisse, determinano la richiesta di MOSFET ad elevate prestazioni in grado di migliorare il livello di efficienza.

Per conseguire questo obiettivo è interessante considerare il caso che prevede il miglioramento dell'efficienza in presenza di carichi con valori ridotti di corrente. Ciò è importante perché la maggior parte dei server e dei PC notebook non si trovano in condizioni di

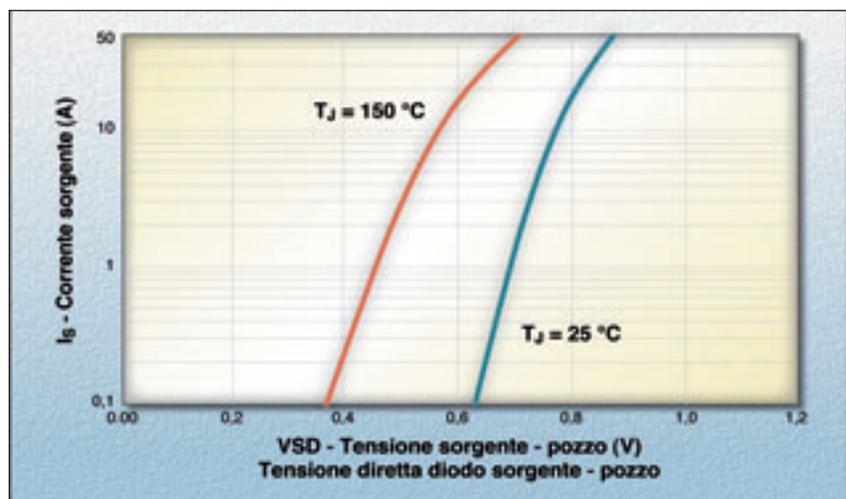


Fig. 1 - Curve caratteristiche V_F del MOSFET trench standard

carico massimo per la maggior parte del tempo di funzionamento. Questo significa che l'utilizzo della CPU è in genere basso e la corrente assorbita è ad un livello decisamente inferiore al valore massimo I_{OUT} che il sistema è in grado di gestire. Nei sistemi server, la corrente massima può essere maggiore di 120 A, ma durante il normale funzionamento, la corrente assorbita è compresa nell'intervallo tra 20 e 40 A. Nel caso di un numero molto ridotto di server, questa inefficienza di funzionamento potrebbe avere un impatto non significativo sulla bolletta elettrica dell'utente:

la situazione si modifica radicalmente nel caso in cui si considera ad esempio l'insieme di tutti i server di una grande azienda o un cluster di server. Con l'aumento dei costi energetici, l'opportunità di ridurre le perdite di potenza grazie a MOSFET più efficienti sta generando un interesse sempre maggiore.

Una seconda opportunità per migliorare l'efficienza consiste nel ridurre la potenza dissipata alle frequenze di 500 kHz e superiori. Man mano che i fattori di forma dei convertitori POL vengono ridotti e si utilizzano in misura sempre maggiore personal computer di tipo ultra-mobile (UMPC), le frequenze di commutazione aumenteranno con l'obiettivo di ridurre al minimo le

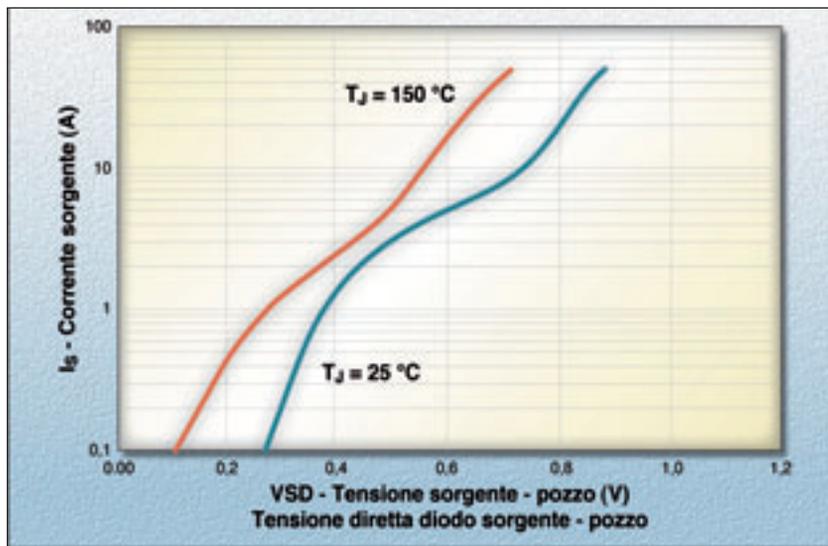


Fig. 2 - Curve caratteristiche V_F del MOSFET con diodo Schottky integrato

dimensioni dei circuiti di conversione della potenza. I livelli di efficienza, tuttavia, possono diminuire drasticamente alle frequenze più alte se i componenti dello stadio c.c./c.c. quali i MOSFET non vengano ottimizzati di conseguenza. I MOSFET, progettati per la gestione delle frequenze di motherboard tipiche di 250 kHz, possono non risultare adatti a questo tipo di applicazione POL. Pertanto, la riduzione della potenza dissipata in tutto l'intervallo di carico con frequenze elevate sta diventando sempre più importante.

Migliorare le prestazioni del dispositivo

L'integrazione del diodo Schottky con il MOSFET contribuisce a migliorare le prestazioni del dispositivo essenzialmente in due modi. Il primo miglioramento delle prestazioni è imputabile alla riduzione della carica inversa di ripristino (Q_{RR}) totale con l'aggiunta del diodo Schottky rispetto al body-diode (diodo interno tra source e drain) del MOSFET. Quando il MOSFET high-side si accende in un circuito convertitore tipo buck, una corrente inversa di ripristino passa dalla sorgente di ingresso (V_{IN}) attraverso sia il MOSFET high-side sia il body-diode

del MOSFET low side e il diodo Schottky integrato. La potenza dissipata in questo caso può essere espressa dalla relazione $V_{IN} \times Q_{RR} \times f_{SW}$. Pertanto, una riduzione di Q_{RR} è correlata ad una riduzione della potenza dissipata proporzionale all'aumento della frequenza di commutazione.

In secondo luogo, la caduta di tensione diretta (V_F) attraverso il diodo Schottky è di gran lunga inferiore alla caduta di tensione attraverso il diodo di body intrinseco del MOSFET. Il valore tipico della tensione diretta del dispositivo con diodo Schottky integrato è 0,44 V, rispetto a 0,72 V del MOSFET standard, il che equivale ad una riduzione del 38%. Ciò provoca una potenza dissipata sostanzialmente inferiore ($P = VI$) quando il MOSFET viene spento durante i tempi di inattività (l'intervallo in cui entrambi i MOSFET sono interdetti e la corrente dell'induttore principale passa attraverso il diodo Schottky anziché il diodo di body del MOSFET) in un'applicazione convertitore tipo buck.

Analisi della distribuzione di corrente fra il body diode e il diodo Schottky

Durante il funzionamento a bassa corrente, il diodo Schottky è in grado di

gestire la corrente totale dell'induttore nel sistema, impedendo l'accensione del diodo di body del MOSFET. Pertanto, non vi è alcuna perdita inversa di ripristino dovuta al diodo di body, e la carica inversa di ripristino del diodo Schottky, che è in teoria pari a zero, produce perdite di entità molto ridotta. Durante il funzionamento ad alta corrente, il diodo Schottky gestisce la maggior parte della corrente dell'induttore, ma non la totalità.

La porzione che non riesce a gestire passa attraverso il diodo di body del MOSFET. Questa è la ragione per cui il valore nominale di Q_{RR} per il dispositivo integrato è diverso da zero.

Le curve delle figure 1 e 2 riportano ciò che accade a $T_J=25^\circ C$. Nella figura 1, che è la curva caratteristica V_F del diodo di body di un MOSFET di tipo trench standard, V_F è pari a 0,72 V a 3 A. Nella figura 2, che riporta la curva caratteristica V_F del diodo MOSFET

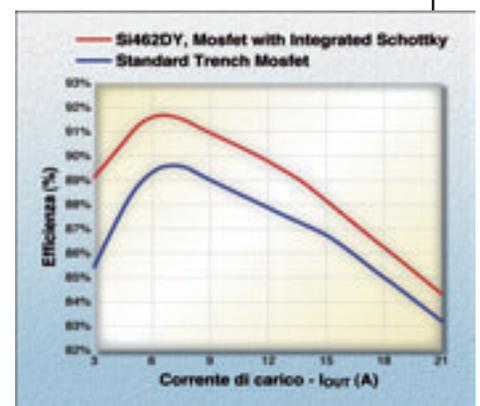


Fig. 3 - Curva di efficienza del SI4642DY SkyFET a 300 kHz

con il diodo integrato Schottky, V_F è di 0,49 V a 3 A, dovuta alla V_F del diodo Schottky. questa è la ragione per cui si osserva un miglioramento dell'efficienza con carichi di valore ridotto. Tuttavia, una volta che la corrente aumenta a 10 A, V_F assume il valore di 0,72 V, che è simile al diodo di body del MOSFET che ora conduce corrente.

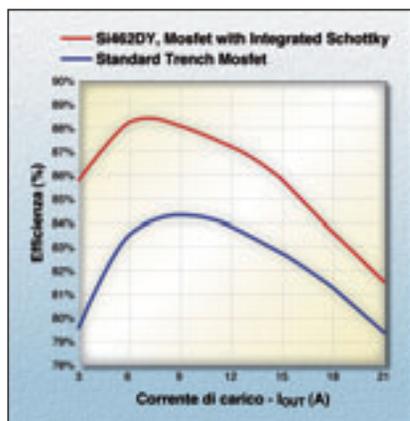


Fig. 4 - Curva di efficienza del SI4642DY SkyFET a 550 KHz

Alla corrente di 10 A, si può stimare che circa 7 A passano attraverso il diodo Schottky e 3 A attraverso il diodo di body. A carichi elevati, quindi, a condi-

zione che la maggior parte della corrente passi attraverso il diodo Schottky, i livelli di efficienza aumentano.

Miglioramento delle prestazioni

Si consideri il miglioramento dell'efficienza in un convertitore tipo buck ottenuta con SI4642DY SkyFET, un MOSFET a 30 V con un diodo Schottky integrato utilizzato come interruttore low-side.

Con una V_{IN} di 19 V e V_{OUT} di 1,3 V, valori assimilabili a quelli della topologia di potenza di un PC notebook standard, un MOSFET high side standard viene utilizzato per valutare le prestazioni degli interruttori low side. In questa valutazione, vengono utilizzati un MOSFET high side e due MOSFET low side. A entrambi i dispositivi viene applicata una tensione per il pilotaggio del

gate di 4,5 V. Rispetto a un MOSFET trench standard, il dispositivo integrato evidenzia prestazioni superiori a carichi più bassi. Questo miglioramento è esaltato man mano che la frequenza di commutazione aumenta da 300 kHz a 550 kHz. Il miglioramento a bassi carichi è di circa il 2 % a 300 kHz e 4 % a 550 kHz (figg. 3 e 4). Entrambi i MOSFET hanno valori nominali di $r_{DS(on)}$ simili. La tecnologia SI4642DY SkyFET sfrutta il vantaggio derivato dall'integrazione in un unico chip di un diodo Schottky e un MOSFET per bilanciare le limitazioni del diodo di body intrinseco del MOSFET. Il risultato netto è una potenza dissipata inferiore in sistemi quali server, notebook e VRM.

Vishay (Silverstar)
readerservice.it n.15

IL GENIO NON CONOSCE LIMITI



PCB Design Solutions | Le grandi menti del passato erano guidate dalla passione verso l'innovazione. Oggi, la spinta all'innovazione continua con un differente mix di parametri: tempo, budget e risorse. Grazie alle soluzioni innovative di Mentor Graphics in ambito PCB, il progettista è libero di sviluppare e ottimizzare idee creative in modo efficace ed efficiente. Libera la tua immaginazione e realizza il tuo più grande potenziale con Mentor. Visitate il nostro sito www.mentor.com, oppure chiamateci al numero 02 249894.1

Mentor Graphics
THE EDA TECHNOLOGY LEADER

readerservice.it n.21466