

Diodi da 0,2V a 4A con corrente regolabile

Paolo De Vittor

L'efficienza dei regolatori switching è condizionata non solo dai transistor che fungono da switch di potenza, ma anche dalla potenza dissipata dai diodi di blocco e di recupero, la cui caduta di tensione deve essere selezionata accuratamente

I progettisti di alimentazioni switching di elevate prestazioni - utilizzate ad esempio nel settore dei personal computer, nel settore degli apparati professionali e della strumentazione - cercano da anni di ottimizzare i circuiti utilizzati allo scopo di ottimizzarne l'efficienza e ridurne le dimensioni. Viene in aiuto ai progettisti in questo compito la nuova soluzione proposta da Linear Technology, che notoriamente è specializzata sia nei circuiti lineari sia nei regolatori per impieghi di commutazione. In questo ambito, l'aumento dell'efficienza di un regolatore switching è ottenibile riducendo al massimo la potenza dissipata, il che significa non solo contenere la dissipazione dei transistor Mosfet in fase di conduzione, ma anche minimizzare il più possibile la potenza dissipata dai diodi.

Infatti, mentre per i transistor è possibile scegliere dispositivi con valori di resistenza in conduzione estremamente bassi, per i diodi non è facile trovare valori di V_f (caduta di tensione in conduzione) tali da permettere un'analogia efficienza. Per correnti di alcune decine di ampere e tensioni di lavoro di poche decine di volt, ad esempio, è possibile oggi utilizzare transistor Mosfet con valori di $R_{ds(on)}$ di poche decine di milliohm (anche se questo valore aumenta con la temperatura), che portano a una potenza dissipata in conduzione di pochi decimi di watt, mentre la potenza dissipata nel transistor di commutazione (decisamente preponderante rispetto a quella in conduzione) è condizionata da vari fattori, quali ad esempio i tempi di commutazione, i valori di corrente e tensione massimi applicati, la carica applicata al gate, le capacità parassite interne nonché le caratteristiche del diodo di substrato, che contribuisce anch'esso alla dissipazione totale, soprattutto quando si usano configurazioni a doppio switch (high-side e low-side) come conseguenza della possibile fase di conduzione contemporanea dei due dispositivi. Per rettificare la medesima corrente si possono utilizzare diodi Schottky (che a 40 A hanno ad esempio

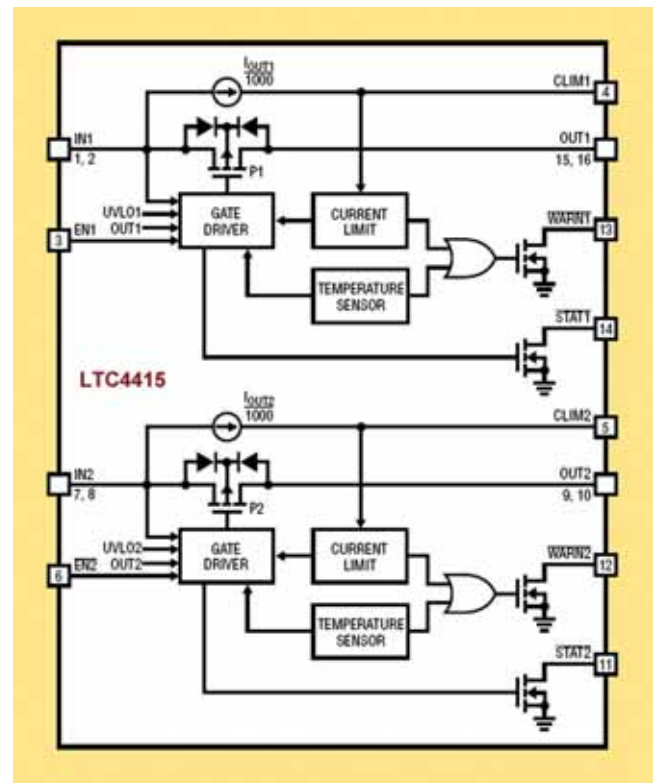


Fig. 1 – Schema funzionale interno del diodo duale ideale LTC4415 di Linear Technology

una caduta di tensione di 0,7 Volt) oppure diodi ultrafast, che a 40 A presentano cadute di circa 1 V. Se ne deduce che ogni diodo può dissipare fino a ben 30-40 watt, spesso anche più del transistor di commutazione.

Ridurre la dissipazione

Per ovviare a questo inconveniente (che di sicuro limita fortemente l'efficienza del regolatore switching) vi sono sostanzialmente due soluzioni alternative all'uso dei



Fig. 2 - I package utilizzati per l'LTC4415 sono gli MSOP e i DFN da 16-pin

classici diodi. La prima - che è quella più largamente utilizzata sebbene più costosa - prevede la sostituzione del diodo di recupero con un transistor, che viene portato in conduzione non appena la conduzione dello switch principale viene bloccata.

Questa soluzione - detta di "rettificazione sincrona" - permette di sostituire un diodo con una caduta di 0,8 V con un Mosfet da poche decine di milliohm di Rds(on), con un considerevole risparmio nella potenza dissipata e quindi a tutto vantaggio dell'efficienza dell'alimentatore. Una seconda soluzione è quella recentemente proposta da Linear Technology, che consiste nell'impiego di quello che viene definito "un doppio diodo ideale da 4A con limite di corrente regolabile". In sigla LTC4415, esso integra due diodi da 50 milliohm di resistenza-serie, caratterizzati da una caduta di tensione di soli 15 mV a 4 A, un range operativo da 1,7 a 5,5 V, una corrente massima regolabile con precisione, una corrente inversa inferiore a 1 μ A (ideale per le configurazioni in Oring), una corrente a riposo inferiore ai 45 μ A e una fase di spegnimento priva di oscillazioni.

Una soluzione di questo tipo permette altresì - rispetto ai circuiti a rettificazione sincrona - un risparmio di spazio e di costo, nonché una riduzione della potenza dissipata con un'auto-limitazione termica e in corrente, con il van-

taggio di preservare la carica della batteria (o la corrente di perdita fra due batterie) grazie alla ridotta corrente di fuga.

Fra le caratteristiche vantaggiose sfruttabili, sono da segnalare la possibilità di monitorare la corrente di carico con soglie regolabili con precisione, la possibilità di attivare un soft-start per limitare la corrente di picco all'accensione, la disponibilità di un pin di Status che indica lo stato di conduzione, l'integrazione di una limitazione della corrente e di una protezione termica con Warning. Lo schema funzionale interno è visibile in figura 1.

I package utilizzati sono gli MSOP e i DFN da 16-pin a bassa resistenza termica (Fig. 2), con dimensioni di soli 3 x 5 millimetri. Si noti che è stato possibile ospitare il chip in package di così piccole dimensioni nonostante correnti di ben 4 A per ciascun diodo grazie alla bassissima caduta di tensione (Fig. 3), impossibile da ottenere né con i diodi Schottky né tanto meno con i diodi ultrafast.

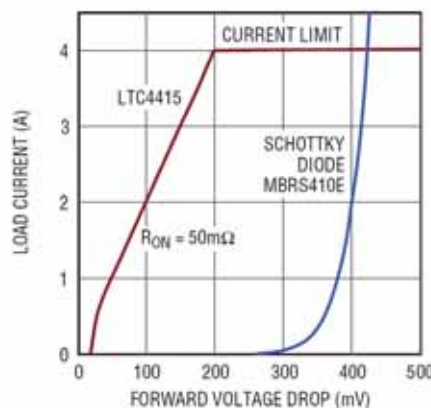


Fig. 3 - La caduta di tensione resa possibile dall'LTC4415 è sensibilmente inferiore a quella offerta da un comune diodo Schottky

I due diodi ideali possono venir messi in conduzione indipendentemente grazie a due appositi pin di abilitazione EN1 ed EN2, mentre i valori di corrente possono essere impostati da 0,5° a 4° tramite resistori ai pin Clim, per mezzo dei quali è possibile monitorare il valore istantaneo delle correnti attraverso ciascun diodo.

Due pin di Status di tipo open-drain indicano quando i diodi si trovano in conduzione, mentre se ci si avvicina alla temperatura di shutdown termico o se la corrente di carico supera la soglia prefissata, i corrispondenti pin di Warning vanno a livello basso. Nel caso in cui la tensione di uscita superi quella di ingresso, i diodi interni effettuano lo switch-over automatico, con relativa segnalazione. Durante la fase di accensione, il circuito interno provvede ad attuare una procedura di soft-start automatica, in modo da evitare l'insorgere di pericolosi picchi di corrente.

Gli impieghi previsti per l'LTC4415 riguardano gli switch PowerPath a elevata corrente, l'Oring di alimentazioni (Fig. 4), di caricabatterie e di circuiti di backup nelle applicazioni di "load sharing", gli switch di potenza controllati da circuiti logici (come nello switchover automatico fra due sorgenti di alimentazione), i sistemi UPS, lo sharing di batterie multiple nonché l'Oring di elementi a supercondensatori. ■

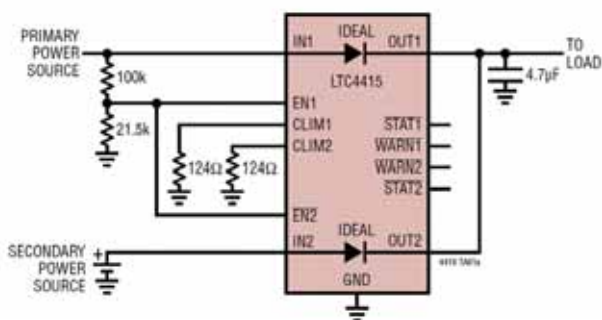


Fig. 4 - L'LTC4415 impiegato nell'Oring di due alimentazioni a priorità differente