

L'importanza dei commutatori di carico nella gestione della potenza

I commutatori di carico (load switch) rivestono un ruolo critico nella gestione della potenza e nella protezione dei carichi in sistemi di grandi e piccole dimensioni e nel processo di selezione è necessario prendere in considerazione numerosi fattori

Bryson Barney

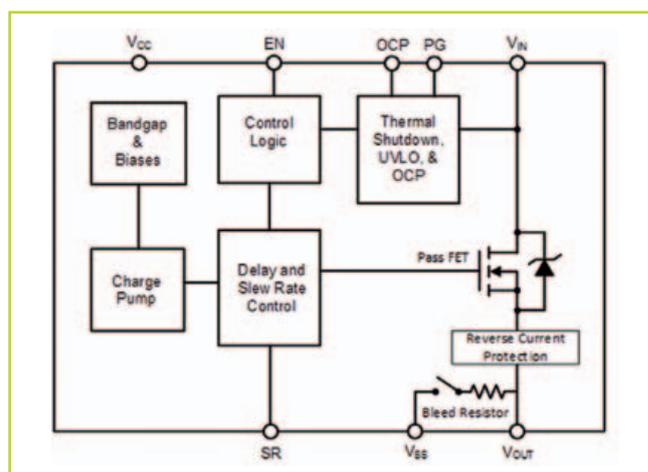
- Applications Engineer
- ON Semiconductor

La potenza è la linfa vitale della tecnologia che sta plasmando il mondo moderno e sulla quale facciamo sempre più affidamento sia sul lavoro sia nella vita privata. Nelle applicazioni tecnologicamente avanzate e a basso consumo il controllo e il monitoraggio della potenza assumono un ruolo di particolare importanza. Indipendente dal fatto che siano impegnati nello sviluppo di un sistema di alimentazione a più terminali (multi-rail) per un dispositivo di grandi dimensioni o stiano cercando di ottimizzare il consumo di energia di un prodotto alimentato a batteria, uno dei fattori prioritari che i progettisti devono tenere in considerazione è la gestione della potenza (power management).

I commutatori di carico (load switch) rivestono un ruolo importante nella gestione della potenza e nella protezione dei carichi in sistemi di grandi e piccole dimensioni. Nel processo di selezione di un commutatore di carico per una specifica applicazione è necessario prendere in considerazione numerosi fattori e valutare attentamente le potenzialità dei numerosi dispositivi con caratteristiche e prestazioni migliorate che sono ora disponibili sul mercato.

La principale funzione di ogni commutatore di carico è collegare/scollegare la potenza dal carico. Anche se questa funzionalità può essere implementata senza problemi con una soluzione a discreti che utilizza un semplice "pass MOSFET" (ovvero un transistor connesso in serie con l'ingresso e l'uscita del circuito), è possibile considerare l'opportunità di ricorrere a dispositivi per la commutazione del carico completamente integrati: si tratta di componenti di dimensioni solitamente inferiori rispetto a quelle di una soluzione a discreti che consentono di ridurre il numero di componenti richiesti e offrono un numero superiore di funzionalità, tra cui rilevamento e protezione contro sovratemperatura, sottotensioni e sovracorrenti. Alcuni di questi componenti includono anche la protezione contro la corrente inversa, che blocca ogni tentativo della corrente di fluire dal carico alla sorgente. Si tratta di una caratteristica molto importante per il recente standard USB-C, dove

la funzionalità PD (Power Delivery) viene sfruttata in una pluralità di applicazioni.



Schema a blocchi di un tipico dispositivo per la commutazione del carico integrato

Tutti i commutatori di carico integrati sono dotati di un minimo di quattro pin – V_{IN} , V_{OUT} , GND ed EN (Enable) anche se molto spesso sono presenti altri pin per supportare funzionalità aggiuntive e fornire uscite per il sistema necessarie per implementare le caratteristiche di protezione (Fig. 1).

Oltre a svolgere semplici compiti di controllo on/off e di protezione, i commutatori di carico sono anche in grado di controllare la velocità con la quale il carico viene attivato attraverso il controllo di V_{OUT} . Grazie al controllo della carica del gate del FET, anche la corrente di spunto (in-rush current) viene controllata, così come il tempo di salita di V_{OUT} . Un avviamento graduale (soft startup) di questo tipo protegge il carico dagli spike (ovvero incrementi istantanei e consistenti) di corrente che potrebbero venire generati da una connessione non controllata del carico alla sorgente di potenza, specialmente nei casi in cui il carico non sia puramente resistivo.

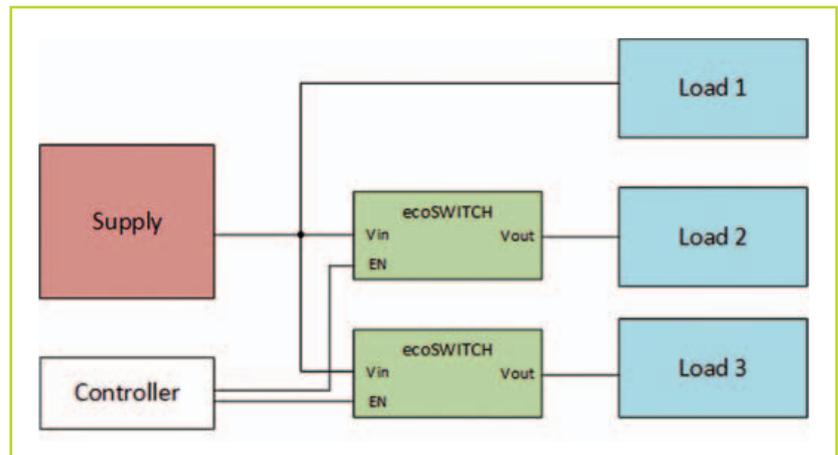
Alcuni commutatori di carico prevedono anche un resistore di dispersione (bleed resistor) che consente una scarica rapida dell'energia immagazzinata nel carico, eliminando un nodo flottante sul pin di alimentazione del carico quando il commutatore di carico viene spento.

Sistema di commutazione di carico: utilizzi e configurazioni

Una delle più comuni applicazioni dei commutatori di carico è la gestione di domini di potenza diversi all'interno di un sistema. Questo tipo di controllo è particolarmente utile nei dispositivi alimentati a batteria dove la prevenzione di qualsiasi dissipazione di energia non necessaria è un aspetto particolarmente critico per ottenere il massimo tempo di funzionamento della batteria stessa.

I commutatori di carico, come evidenziato in figura 2, possono essere utilizzati per controllare l'erogazione della potenza alle varie sezioni che compongono il sistema che sono partizionate in domini logici. In pratica, le sezioni che vengono impiegate solo per brevi periodi di tempo come ad esempio i sensori o il circuito di trasmissione/ricezione saranno alimentati solamente per il periodo in cui sono attivi.

I commutatori di carico possono anche essere impiegati in sistemi dove sono presenti più sorgenti di potenza per alimentare un singolo carico, come visibile in figura 3. In sistemi di questo tipo la potenza può essere controllata in modo che venga erogata, ad esempio, dall'alimentazione di rete oppure da una batteria di back-up.



I commutatori di carico possono gestire l'erogazione della potenza a diversi domini di carico

Sistemi complessi spesso richiedono più terminali di alimentazione (power rail) e, in molti casi, questi terminali devono essere avviati seguendo una sequenza prefissata il modo da semplificare il corretto funzionamento di un sistema. Il core di un processore, ad esempio, deve essere completamente operativo prima che venga abilitato il trasmettitore radio al fine di evitare trasmissioni confuse o non comprensibili.

Mentre la messa in sequenza dell'accensione (power-up sequencing) può essere ottenuta mediante un microcontrollore esterno che abilita i commutatori di carico con la corretta sincronizzazione, questi ultimi sono anche in grado di effettuare tale l'operazione di sequenziamento in modo autonomo utilizzando l'uscita "power good", come riportato in figura 4. Più commutatori di carico possono essere connessi in modalità "daisy chain" collegando il pin "power good" di un commutatore di carico al pin "EN" del succes-

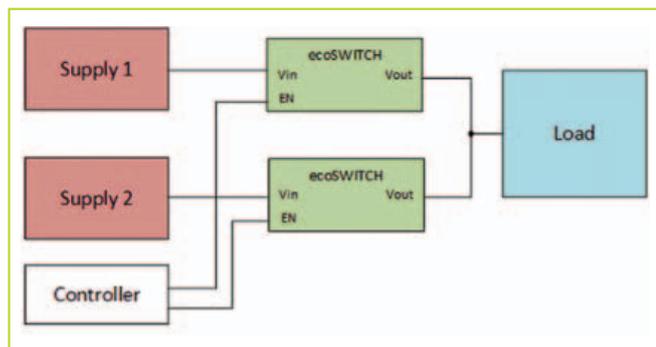


REGOLATORE A COMMUTAZIONE DA 300mA CON INTERVALLO DI TENSIONI D'INGRESSO ECCEZIONALMENTE AMPIO

R-78HE, realizzato appositamente per applicazioni con alimentazione a batteria da 12 V a 60 V

- Ampio intervallo d'ingresso (da 6,5 V a 72 V)
- Resiste a picchi di 100 V Protetto dai cortocircuiti
- Funzionamento da -40°C a +105°C per ingresso da 48 V a pieno carico
- Efficienza fino all'83%, nessuna necessità di dissipatori di calore
- 3 anni di garanzia





La moltiplicazione della potenza consente a più sorgenti di alimentazione di fornire potenza a un singolo carico

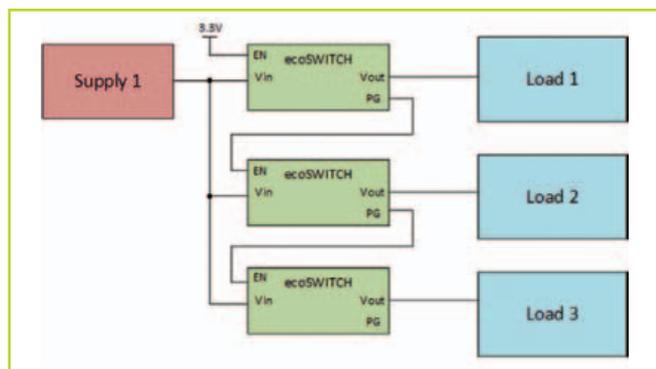
sivo. Se tra le diverse fasi è necessario che intercorra un ritardo maggiore, è possibile aggiungere un condensatore tra la linea di controllo e la massa per incrementare il ritardo.

Criteri di scelta

Oggigiorno i progettisti possono scegliere tra numerosi tipi di commutatori di carico per soddisfare le esigenze della particolare applicazione considerata. Anche se in un primo momento la scelta può risultare un'operazione abbastanza impegnativa, un'attenta valutazione di sei parametri chiave permette di semplificare la valutazione tra le varie opzioni disponibili e individuare il dispositivo più adatto.

Uno dei motivi principali per il quale si utilizza un commutatore di carico è senza dubbio l'efficienza energetica. I progettisti dovrebbero prestare una particolare attenzione alla resistenza R_{ON} del dispositivo preso in considerazione. Più bassa è la resistenza del commutatore, più ridotta sarà la caduta di tensione tra tensione di ingresso (V_{IN}) e di uscita (V_{OUT}) durante il funzionamento: ciò contribuisce a ridurre sia le perdite di potenza sia il calore dissipato nel commutatore di carico.

Inoltre è necessario scegliere i valori nominali più adatti relativi alla massima corrente di carico ammissibile e all'intervallo di tensioni di ingresso del dispositivo. Oltre ad accertarsi che il valore della corrente nominale sia adeguato, è necessario non sovra-specificare questo valore in quanto



I commutatori di carico possono semplificare la messa in sequenza della potenza automatica

transistor FET di maggiori dimensioni sono caratterizzati da una capacità di gate più elevata e quindi richiedono più energia per l'accensione (turn-on). Senza dimenticare che, in linea generale, un dispositivo caratterizzato da valori nominali più elevati tende ad avere dimensioni maggiori e un costo superiore.

Il valore della corrente di riposo (quiescent current), ovvero l'energia usata quando il commutatore di carico è nello stato di on, deve essere il più ridotto possibile, così come quello di qualsiasi corrente di perdita (leakage current), ovvero la corrente che fluisce dalla sorgente al carico mentre il MOSFET del commutatore di carico è nello stato di off.

Per altri tipi di applicazioni, invece, la velocità di risposta rappresenta un elemento critico per quanto riguarda sia il tempo richiesto per effettuare la commutazione on/off sia la sincronizzazione delle operazioni di protezione in presenza di eventuali malfunzionamenti. Questo tempo di risposta è influenzato dalle dimensioni del MOSFET: dispositivi più grandi richiedono una carica maggiore a discapito della velocità di funzionamento.

Anche in questo caso, una "sovra-progettazione" che preveda l'impiego di un FET di dimensioni troppo grandi può penalizzare le prestazioni in presenza di fenomeni transistori.

EcoSWITCH: una gamma completa di commutatori di carico

La serie ecoSWITCH per la gestione del carico di ON Semiconductor è formata da dispositivi caratterizzati dal miglior valore di R_{ON} tra tutti gli analoghi prodotti attualmente presenti sul mercato. Questa famiglia, formata da oltre 20 modelli, viene continuamente ampliata con l'aggiunta di nuovi commutatori di carico. Per descrivere le prestazioni offerte dai prodotti della serie ecoSWITCH si può prendere ad esempio il modello NCP45560. Alloggiato in un package DFN12 di dimensioni pari a 3 x 3 mm, questo dispositivo è in grado di commutare correnti fino a 24 A in modo continuo ed efficiente con valori di R_{ON} che possono essere di appena 4,1 m Ω .

Ideale per applicazioni di gestione della potenza e di "rimpiaccio a caldo" (hot swap) che richiedono una soluzione compatta, NCP45560 integra un gran numero di funzionalità di protezione, oltre a garantire significativi risparmi, in termini di spazio e di costi, rispetto alle soluzioni discrete.

Nel momento in cui aumenta la complessità dei requisiti relativi alla potenza e cresce l'esigenza di poter utilizzare dispositivi portatili di piccole dimensioni alimentati a batteria nel modo più efficiente possibile, i commutatori di carico stanno assumendo un'importanza sempre maggiore. Grazie a essi i progettisti possono implementare schemi di potenza sofisticati e caratterizzati da un elevato grado di efficienza anche nei dispositivi di dimensioni estremamente contenute.