

# Convertitore flyback semplifica la progettazione degli alimentatori isolati

di Bruce Haug, Sr. Product Marketing Engineer, Power Products  
Linear Technology

Vi è mai capitato di aver bisogno di un semplice alimentatore domestico isolato a basso consumo, ma di non volere comprare un dispositivo o un modulo standard? La decisione su cosa fare dipende da molti fattori, ma semplicità, dimensioni della soluzione, costo e prestazioni hanno un peso rilevante. L'alimentazione isolata dall'ingresso all'uscita viene utilizzata per vari tipi di applicazioni, tra cui alcuni sistemi medicali.

La separazione della massa da una tensione di alimentazione rumorosa è uno dei motivi per optare per un alimentatore isolato, soprattutto per quanto riguarda le apparecchiature medicali. La tensione di alimentazione rumorosa può influire negativamente sui display di apparecchi come telecamere medicali, strumenti odontoiatrici o dispositivi per monitorare il sonno e i segni vitali. La separazione della massa garantita da un alimentatore isolato è in grado di eliminare il rumore che provoca anomalie nel display.

I grandi sistemi medicali (es. TAC, analizzatori di emogas ed elettroliti e alcuni sistemi a ultrasuoni) utilizzano un'architettura di alimentazione distribuita a causa delle diverse schede PC usate per varie funzioni e normalmente distribuiscono una tensione di bus di 24V o 48V nel sistema. Le architetture di alimentazione più distribuite richiedono la conversione DC/DC isolata dalla tensione di bus alle tensioni di esercizio del sottosistema per migliorare l'affidabilità e la sicurezza. Questo tipo di tensione di bus è in grado di fornire una grande quantità di corrente e l'isolamento serve ad evitare i rischi dovuti a eventuali cortocircuiti.

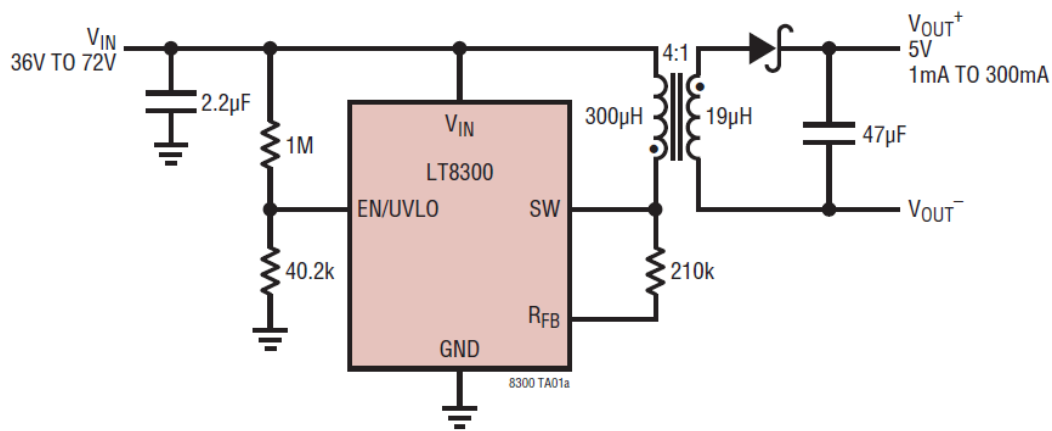
I convertitori flyback vengono utilizzati da anni nelle applicazioni DC/DC isolate; questo non significa però che siano la prima scelta del progettista. I progettisti di alimentatori li scelgono con riluttanza e lo fanno per necessità, ove sia richiesto un basso consumo, e non perchè sono facili da progettare. Il convertitore flyback ha problemi di stabilità dovuti al famoso zero nel semi-piano destro (right-half-plane) nel loop di controllo che viene ulteriormente complicato dal ritardo di propagazione, dall'invecchiamento e dalla variazione di guadagno dell'optoaccoppiatore.

Inoltre la progettazione del trasformatore richiede molto tempo, compito che viene ulteriormente complicato dalla scelta limitata di trasformatori standard e dall'eventuale necessità di creare un trasformatore personalizzato. Gli ultimi progressi tecnologici in fatto di conversione hanno semplificato molto la progettazione dei convertitori isolati a basso consumo. L'LT8300 di Linear

Technology, un convertitore flyback isolato presentato di recente, risolve molti di questi problemi di progettazione.

### Semplice design dell'IC flyback

L'LT8300 rende superfluo l'optoaccoppiatore, la tensione di riferimento sul lato secondario e il terzo avvolgimento del trasformatore, pur mantenendo l'isolamento tra il lato primario e secondario con una sola parte, il trasformatore di potenza, che attraversa la barriera di isolamento. L'LT8300 utilizza uno schema di rilevamento sul lato primario in grado di individuare la tensione in uscita attraverso la forma d'onda del nodo di commutazione sul lato primario flyback. Nel periodo di switch off il diodo di uscita fornisce la corrente all'uscita e la tensione in uscita viene riflessa sul lato primario del trasformatore flyback. Il valore della tensione del nodo di commutazione è data dalla somma della tensione in ingresso e della tensione in uscita riflessa che l'LT8300 è in grado di ricostruire. La tecnica del feedback della tensione di uscita garantisce una regolazione totale migliore del  $\pm 5\%$  sull'intero range della linea, del carico e della temperatura. Nella figura 1 si vede lo schema di un convertitore flyback con l'LT8300 e solo 7 componenti esterni.



**Figura 1. Convertitore flyback LT8300 con rilevamento della tensione in uscita sul lato primario**

L'LT8300 è disponibile in un piccolo package SOT-23 a 5 conduttori e accetta una tensione in ingresso compresa tra 5V e 100V che può essere applicata direttamente al dispositivo senza bisogno del resistore per la caduta di tensione di serie. È in grado di funzionare in modo affidabile con una tensione in ingresso elevata dovuta all'LDO integrato ad alta tensione e alla spaziatura extra intrinseca dei pin 4 e 5 del package SOT-23. Inoltre lo switch di potenza DMOS interno da 260mA, 150V on-board consente di fornire fino a 2W di potenza in uscita.

Il funzionamento Burst Mode® a basso ripple in presenza di carichi leggeri riduce la corrente di riposo ad appena 330µA, funzione che consente di prolungare la durata della batteria nella modalità sleep. Tra le altre caratteristiche figurano soft-start interno e blocco di sottotensione. Il rapporto di trasformazione e un resistore esterno è tutto ciò che serve per impostare la tensione in uscita.

### Rilevamento della tensione in uscita sul lato primario

Solitamente il rilevamento della tensione in uscita per un convertitore isolato richiede un optoaccoppiatore e una tensione di riferimento sul lato secondario. L'optoaccoppiatore trasmette il segnale di feedback della tensione in uscita mediante il collegamento ottico, ma mantenendo la barriera di isolamento. Ma il rapporto di trasferimento dell'optoaccoppiatore varia con la temperatura e l'invecchiamento, compromettendone la precisione. Anche gli optoaccoppiatori possono essere non lineari da un'unità all'altra, il che comporta caratteristiche di guadagno/fase diverse da un circuito all'altro. Per chiudere il loop di feedback si può utilizzare, al posto dell'optoaccoppiatore, un progetto flyback dotato di avvolgimento extra del trasformatore per la retroazione di tensione. Tale avvolgimento, però, comporta un aumento delle dimensioni e del costo del trasformatore.

L'LT8300 rende superfluo l'optoaccoppiatore e l'avvolgimento supplementare del trasformatore rilevando la tensione in uscita sul lato primario del trasformatore. La tensione in uscita viene misurata con precisione sulla forma d'onda del nodo di commutazione del lato primario durante il periodo di spegnimento del transistor (v. figura 2), dove  $N$  è il rapporto di trasformazione,  $V_{IN}$  è la tensione in ingresso e  $V_C$  è la tensione bloccata massima.

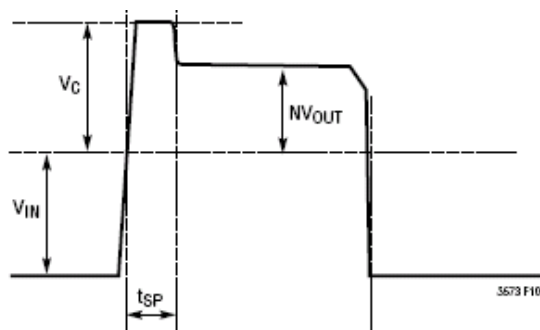


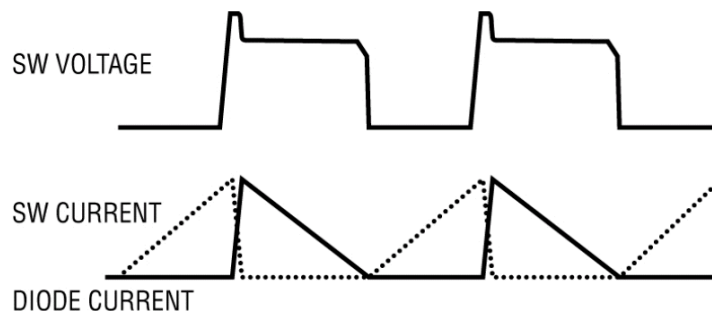
Figura 2. Tipica forma d'onda del nodo di commutazione

## Il funzionamento in modalità boundary riduce le dimensioni del convertitore e migliora la regolazione

Il convertitore flyback LT8300 accende il suo switch interno non appena la corrente sul lato secondario arriva a zero e si spegne quando la corrente dello switch raggiunge il limite predefinito. Funziona sempre nel punto di passaggio tra la modalità CCM (Continuous Conduction Mode) e la modalità DCM (Discontinuous Conduction Mode), solitamente denominato modalità boundary o CCM (Critical Conduction Mode).

La modalità boundary è uno schema di commutazione con controllo in modalità di corrente a frequenza variabile. Quando lo switch di potenza interno si accende, la corrente del trasformatore aumenta fino al limite preimpostato. La tensione sul pin SW aumenta fino alla tensione in uscita divisa per il rapporto di trasformazione secondario-primario più la tensione in ingresso. Quando la corrente secondaria nel diodo scende a zero, la tensione del pin SW scende al di sotto di  $V_{IN}$ . Il comparatore DCM interno rileva l'evento e riattiva lo switch, ripetendo il ciclo.

La modalità boundary riporta la corrente secondaria a zero alla fine di ogni ciclo, per cui la caduta di tensione resistiva parassita non provoca errori di regolazione del carico. Inoltre lo switch flyback primario viene sempre attivato quando la corrente è a zero e il diodo di uscita non presenta perdita di 'reverse recovery'. Questa riduzione della perdita di potenza consente al convertitore flyback di operare con una frequenza di commutazione relativamente alta, il che, a sua volta, riduce le dimensioni del trasformatore rispetto a progetti alternativi con frequenze inferiori. Nella figura 3 si vedono la tensione e la corrente SW e la corrente nel diodo di uscita.



**Figura 3. Forme d'onda del convertitore flyback nella modalità boundary**

La regolazione del carico è eccellente con il funzionamento in modalità boundary perché la tensione in uscita riflessa esegue sempre il campionamento sul passaggio a zero corrente del diodo. Di regola l'LT8300 offre una regolazione del carico migliore di  $\pm 2\%$  (v. figura 4).

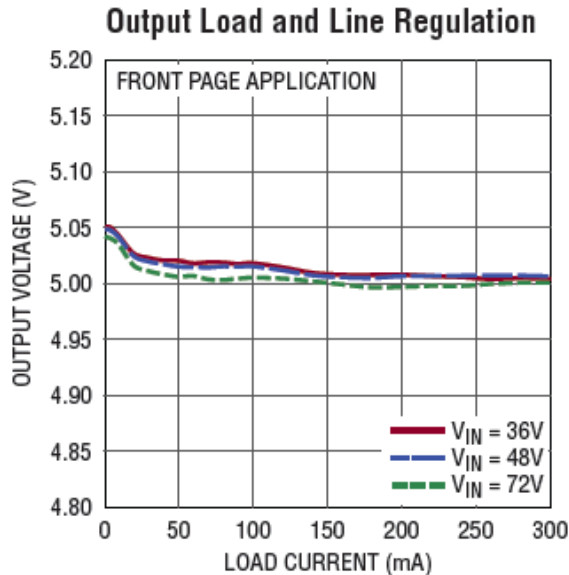


Figura 4. Curve di regolazione del carico e della linea dello schema nella figura 1

### Selezione del trasformatore e considerazioni progettuali

La specifica e la progettazione del trasformatore rappresentano probabilmente la parte più importante di una buona applicazione dell'LT8300. Oltre ai soliti problemi associati alla progettazione di trasformatori di alimentazione isolati, relativi a bassa induttanza dispersa e accoppiamento stretto, occorre tenere sotto stretto controllo il rapporto di trasformazione. La tensione sul lato secondario del trasformatore dipende dalla tensione campionata sul lato primario, per cui il rapporto di trasformazione va controllato per garantire una tensione in uscita uniforme.

Linear Technology ha collaborato con i principali produttori di componenti magnetici alla realizzazione di trasformatori flyback pre-progettati da usare con l'LT8300. La tabella 1 contiene un breve elenco di trasformatori standard consigliati da Würth Elektronik, Pulse Engineering e BH Electronics; l'elenco completo è incluso nella scheda tecnica dell'LT8300. Questi trasformatori resistono a una tensione di rottura di 1,500VAC per un minuto dal primario al secondario. Si possono utilizzare anche tensioni di rottura maggiori e trasformatori personalizzati.

Applicazione	Fornitore	Codice articolo
Da 48V a 3.3V/0.51A, da 24V a 3.3V/0.37A, da 12V a 3.3V/0.24A	Wurth Elektronik	750312367
Da 48V a 5V/0.29A, da 24V a 5V/0.22A, da 12V a 5V/0.15A	Wurth Elektronik	750312365
Da 48V a 24V/67mA, da 24V a 24V/50mA, da 12V a 24V/33mA	Wurth Elektronik	750312559
Da 48V a 5V/0.29A, da 24V a 5V/0.22A, da 12V a 5V/0.15A	Sumida	10396-T024
Da 48V a 12V/67mA, da 24V a 12V/50mA, da 12V a 12V/33mA Da 48V a 15V/62mA, da 24V a 15V/44mA, da 12V a 15V/28mA	Sumida	10396-T028
Da 48V a 3.3V/0.42A, da 24V a 3.3V/0.32A, da 12V a 3.3V/0.22A Da 48V a 5V/0.38A, da 24V a 5V/0.27A, da 12V a 5V/0.17A	BH Electronics	L10-0116

**Tabella 1 – Trasformatori standard per LT8300**

Per configurare un circuito LT8300 usando uno dei trasformatori elencati nella tabella 1, scaricare una copia gratuita del software LTspice su [www.linear.com/LTspice](http://www.linear.com/LTspice). La simulazione produce risultati realistici che contribuiscono a semplificare e a confermare ulteriormente la progettazione di tali convertitori. Il circuito di simulazione comprende informazioni sull'avvio e sulla sua reazione agli step di carico per tensioni in ingresso diverse. È facile apportare modifiche e vedere l'impatto sulle prestazioni del circuito.

## Conclusioni

L'isolamento dell'alimentatore può essere utilizzato nei sistemi medicali per eliminare i disturbi sull'alimentazione e nelle architetture di alimentazione distribuita. Un circuito basato sull'LT8300 facilita la progettazione del convertitore flyback isolato rendendo superfluo l'optoaccoppiatore, la tensione di riferimento sul lato secondario e il terzo avvolgimento del trasformatore. Questo dispositivo mantiene l'isolamento primario/secondario con una sola parte che attraversa la barriera di isolamento. I trasformatori standard evitano l'uso di quelli personalizzati. L'LT8300 opera in un range di tensioni in ingresso compreso tra 5V e 100V, con una potenza di uscita fino a 2 watt, per questo è la soluzione ideale per una vasta gamma di applicazioni (es. medicale, industriale, telecomunicazioni e datacom).