

Driver per LED “universali”

Grazie alla disponibilità di driver per LED innovativi è possibile garantire la conformità alle normative relative al PFC e al THD in vigore su scala globale

James Lee

- Manager – Lighting Segment Marketing
- ON Semiconductor

Prima dell'avvento della tecnologia LED, molte applicazioni d'illuminazione venivano definite sulla base del tipo di lampade utilizzate e dei consumi di potenza. Con l'introduzione dei LED, lo scenario è radicalmente mutato. Oggi, la medesima tecnologia a stato solido di base può essere utilizzata per applicazioni d'illuminazione a bassa, media e alta potenza, garantendo una maggiore efficienza e una migliore luminosità.

Nelle applicazioni ad alta potenza, come nel caso dei troffer standard (strutture rettangolari che s'inseriscono in un soffitto modulare) che ospitano tubi fluorescenti, dei sistemi di illuminazione stradale e dei proiettori, così come in altre tipologie di illuminazione per esterni, i vantaggi in termini di risparmio energetico possono essere molto consistenti. Nel momento in cui si desidera integrare altre funzionalità come la connettività e la possibilità di variare l'intensità dell'uscita luminosa (dimmer), l'illuminazione a LED rappresenta una scelta quasi obbligata. Grazie alla loro efficienza, la maggior parte delle applicazioni di illuminazione a LED può essere gestita mediante stadi di potenza inferiori a 100 W. Si tratta di un fatto significativo in quanto influenza direttamente la topologia dei convertitori di potenza, dei controllori dei LED e dei circuiti di pilotaggio (driver) dei LED richiesti.

I requisiti per i driver

Fondamentalmente, la maggior parte delle lampadine, ad eccezione di quelle a incandescenza (che operano direttamente con un'alimentazione in AC), richiede una conversione di potenza di qualche tipo. Mentre l'illuminazione a LED opera con un'alimentazione positiva o rettificata, la maggior parte delle altre tecnologie di illuminazione funziona a partire da un'alimentazione AC ad alta tensione/alta frequenza. Ciò spesso si traduce in sprechi di energia e comporta l'insorgere d'inefficienze anche se, a parità di luminosità, i LED consumano una potenza nettamente inferiore e sono quindi in grado di

operare con un'alimentazione AC/DC a bassa tensione. Le luci che richiedono una potenza inferiore a 100 W solitamente utilizzano una topologia di tipo flyback a singolo stadio. Il passaggio dalla corrente alternata (AC) a quella continua (DC), che deve avvenire garantendo un'alimentazione stabile e costante necessaria per minimizzare il fastidioso fenomeno dello sfarfallio (flicker), è il principale problema nel passaggio dall'illuminazione esistente a quella basata su LED.

Poiché non è ragionevole ipotizzare, perlomeno nel breve periodo, che tutti i circuiti d'illuminazione possano utilizzare la corrente continua, è necessario sviluppare stadi di conversione e di pilotaggio per ciascuna lampada, apparecchio d'illuminazione o troffer. L'approccio più conveniente, almeno dal punto di vista dell'utilizzatore, è integrare questi componenti negli apparecchi di illuminazione o, meglio ancora, nella lampada stessa.

In tutte quelle applicazioni dove le potenze in gioco sono inferiori a 100 W, il convertitore flyback a stadio singolo è la topologia più comune, mentre i convertitori a più stadi sono solitamente richiesti nelle applicazioni in cui i livelli di potenza superano i 100 W. Un convertitore a stadio singolo può essere utilizzato in un'ampia gamma di applicazioni, fino a quelle a bassissima potenza tipiche delle singole lampade o delle luci da incasso.

Il comune denominatore di tutte queste applicazioni è la necessità di effettuare la correzione del fattore di potenza (PFC - Power Factor Correction) e garantire una ridotta distorsione armonica totale (THD - Total Harmonic Distorsion): si tratta di parametri che ora devono soddisfare normative emesse a livello governativo, anche se i livelli stabiliti variano tra le diverse regioni del globo. In funzione della potenza consumata dall'applicazione, è necessario il rispetto dei vincoli imposti in termini di PFC e THD e i costruttori stanno valutando soluzioni in grado di rimpiazzare quelle esistenti, ad esempio sostituendo le attuali lampade CFL (lampade fluorescenti compatte) con i LED. Ciò pone problemi di notevole

entità in termini di spazio, in quanto tutte le funzionalità di conversione AC/DC e di controllo/pilotaggio dei LED devono essere integrate in uno spazio solitamente occupato dalla sola lampadina (Fig. 1)

Conversione di potenza:

le opzioni disponibili

A causa sia dei vincoli in termini di spazio sia della necessità di garantire la conformità alle normative vigenti, la topologia più utilizzata per la conversione di potenza all'interno di un LED è un convertitore flyback a stadio singolo che utilizza

la regolazione sul lato primario (PSR - Primary Side Regulation). Questa configurazione permette di utilizzare un

numero inferiore di componenti e condensatori di capacità ridotta rispetto a una topologia che preveda la regolazione sul lato secondario (SSR - Secondary Side Regulation) e, attualmente, i produttori di semiconduttori, rendono disponibile una vasta gamma di dispositivi per soddisfare questa richiesta.

Uno dei vantaggi della regolazione PSR è rappresentato dal fatto che non è richiesta alcuna retroazione relativa al lato secondario, con il duplice vantaggio di semplificare il progetto del trasformatore ed eliminare la necessità di ricorrere a opto-isolatori. Il tipo di regolazione adottata è importante per il raggiungimento degli obiettivi previsti in termini di PFC e THD. Per cercare di conseguirli, i produttori di semiconduttori si stanno orientando verso la modalità DCM (Discontinuous Conduction Mode - ovvero a conduzione discontinua). In questa modalità la carica immagazzinata nel trasformatore si esaurisce completamente prima che il transistor di commutazione torni nello stato di "on" (ovvero in conduzione) e di conseguenza la tensione ai capi del diodo di uscita si azzerava. Di conseguenza, per un certo periodo di tempo, non vi è flusso di corrente nel lato primario o secondario. E' proprio per l'instaurarsi di tale periodo, denominato tempo morto (dead time), che a questa topologia flyback viene conferito il nome di discontinuo. Il vantaggio più evidente è l'assenza di perdite ai capi del diodo e, nelle applicazioni dove la potenza di uscita è di valore ridotto, ciò può consentire l'uso di un trasformatore di dimensioni più piccole. Uno svantaggio è rappresentato dalla sensibilità alla corrente di ondulosione, che può contribuire alle perdite.

La commutazione di tipo "valley" è un'estensione del concetto di DCM che prevede la commutazione del tran-

sistor nello stato di on quando l'oscillazione della tensione di uscita è al suo livello più basso (ovvero a valle). Questo stato si manifesta durante le prime oscillazioni all'inizio del tempo morto e in questo momento il transistor verrà commutato (quindi tornerà nello stato di on) riavviando il ciclo di trasferimento della potenza. In un contesto di questo tipo è necessario un controllore in grado di rilevare l'ondulosione della tensione di uscita e commutare nel momento in cui questa si trova nel punto più basso. Esso dovrà inoltre essere capace di variare il tempo di commutazione in funzione della potenza di

uscita richiesta, ovvero commutare in anticipo se la richiesta è elevata o in tempi più lunghi se la richiesta è ridotta. Questa caratteristica è nota anche

come limitazione di tensione (voltage foldback) e, mentre la variazione della tensione di commutazione può ridurre le interferenze EMI, la commutazione "a valle" può comportare un'ondulosione di maggiore entità dell'uscita a causa della variabilità dei tempi di commutazione.

Una diffusa alternativa alla modalità DCM e alla commutazione "a valle" è la modalità QR (Quasi-Resonant), nota anche come modalità di conduzione critica (CrM - Critical Conduction Mode). In questa modalità, il transistor viene commutato quando il controllore rileva il punto più basso della prima oscillazione della tensione di uscita, garantendo in tal modo minori perdite di commutazione e un'efficienza maggiore rispetto a tutte le modalità descritte. Va comunque sottolineato il fatto che può risultare difficile ottenere buoni risultati in termini di PFC e THD utilizzando le modalità QR/CrM.

Sviluppo di un driver per LED

NCL3038x è una famiglia di convertitori flyback buck/boost a stadio singolo operanti in modalità QR/CrM per fornire corrente e tensione costanti a un LED o a una stringa di LED. A differenza di altri controllori QR/CrM, i dispositivi della serie NCL3038x garantiscono un PFC > del 95% e un THD < 10%. Poiché tali valori sono superiori a quelli previsti dagli standard in vigore su scala globale, questi dispositivi possono essere utilizzati in tutte le regioni geografiche in cui sono in vigore normative relative a questi due parametri. Nella figura 2 viene esemplificato l'uso del controllore NCL30386 (con regolazione dell'intensità luminosa) in un tipico circuito applicativo. Il dispositivo opera secondo tre modalità: per carichi di uscita superiori all'80% adotta la metodologia CrM, per

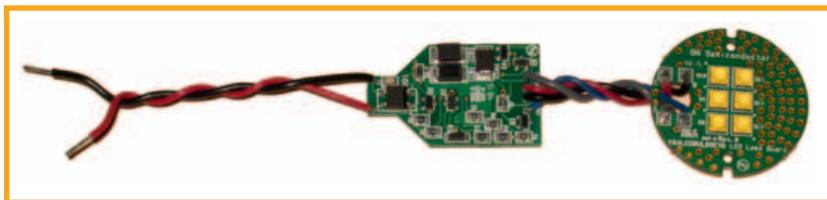


Fig. 1 – Componenti integrati all'interno di una lampadina a LED

carichi inferiori all'80% sfrutta la metodologia "valley" mentre in presenza di carichi di valore molto ridotto può ricorrere al foldback (riduzione) di frequenza. Un tale grado di flessibilità assicura elevati livelli di efficienza e valori molto bassi di THD in tutte le condizioni di carico. Un'altra caratteristica interessante dei dispositivi della serie NCL3038x è la funzionalità di avviamento (start-up) ad alta tensione (HV - High Voltage) che garantisce un tempo di avvio costante e il mantenimento dell'operatività in presenza di carichi di valore molto basso. Il pin HV regola il funzionamento in modo dinamico per assicurare i migliori risultati, in termini di PFC, THD e regolazione, durante il funzionamento.

Illuminazione "intelligente"

La variazione dell'intensità luminosa è una caratteristica importante dei sistemi di illuminazione a LED "intelligenti" che è supportata da molti circuiti per il pilotaggio dei LED, compreso il dispositivo NCL30386. Per implementare tale funzionalità è possibile utilizzare un livello analogico per impostare l'uscita luminosa oppure un segnale PWM. Il controllore NCL30386 è in grado di gestire entrambe le modalità. Spesso la variazione dell'uscita luminosa che utilizza la modulazione PWM può dar luogo a rumore elettrico e fenomeni di sfarfallio in uscita, provocati dallo stato di off del duty-cycle della modulazione PWM ma, utilizzando NCL30386 l'uscita è sempre convertita in un livello analogico, indipendentemente dal fatto che la variazione dell'intensità luminosa sia ottenuta mediante un ingresso analogico o un segnale PWM. Questo controller di **ON Semiconductor** può supportare livelli di variazione dell'intensità luminosa dallo

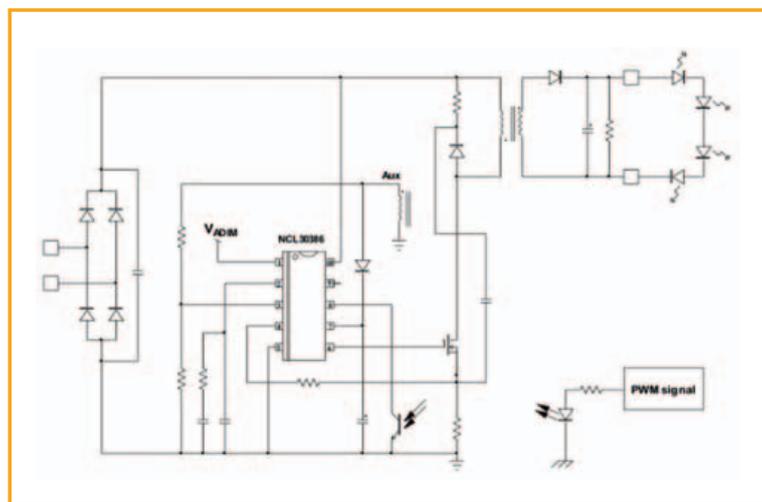


Fig. 2 – Una tipica applicazione di NCL30386 (Fonte: ON Semiconductor – NCL30386_8_presentation_v2.pdf)

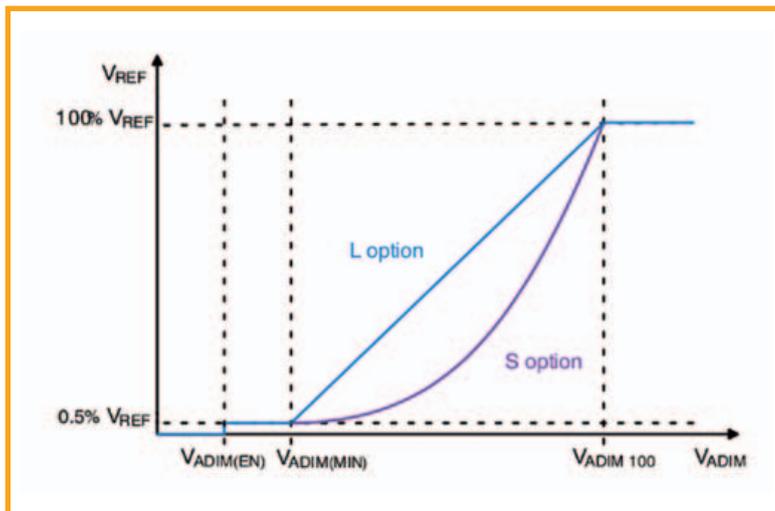


Fig. 3 – Curve di variazioni dell'intensità luminosa ottenibile con NCL30386 nelle due versioni disponibili (Fonte: On Semiconductor - AND9714-D.PDF)

0 al 100% utilizzando la modulazione PWM e dallo 0,5 al 100% utilizzando un ingresso analogico. La figura 3 riporta le curve di uscita per le versioni lineare e quadratica di NCL30386.

Un altro aspetto da tenere in considerazione è la forma dell'uscita, che avrà un andamento di tipo lineare o quadratico. Mentre un andamento del primo tipo fornisce livello di intervalli di illuminazioni regolari e deterministici, un andamento del secondo tipo viene spesso considerato più "naturale". NCL30386 è disponibile con uscita sia lineare sia quadratica, mentre è anche previsto il mod. NCL30388 che non prevede la possibilità di variare l'intensità luminosa.

Grazie a caratteristiche quali lunga durata operativa, alta efficienza ed elevata efficacia, l'illuminazione a LED è stata rapidamente adottata nella maggior parte delle applicazioni di illuminazione. Questo tipo d'illuminazione deve comunque rispettare severi vincoli in termini di PFC e di THD, che possono variare nelle diverse parti del mondo. A differenza di altri driver per LED, i componenti la serie NCL3038x utilizzano la modalità QR/CrM che, oltre ad assicurare un PFC elevato e bassi valori di THD, semplificano la progettazione del trasformatore. Poiché tali dispositivi sono anche in grado di fornire correnti e tensioni costanti, sono in grado di gestire la funzionalità di avviamento a freddo (cold start) e operare alla stregua di alimentatori ausiliari. Grazie alle eccellenti caratteristiche in termini di PFC e THD per una vasta gamma di carichi, i produttori possono assicurare la conformità alle normative con una piattaforma comune che può essere utilizzata in un gran numero di applicazioni e di regioni geografiche.