

# Nuovi moduli ad alta densità producono i massimi risultati a livello termico ed elettrico

Steve Rivet  
Intersil Corporation

Il continuo incremento della complessità e capacità degli ultimi processori, ASIC, FPGA e i loro chip di memoria, richiede il continuo aumento della potenza richiesta dal sistema, ma allo stesso momento lo spazio disponibile continua a ridursi. Tutto questo enfatizza ancora di più l'importanza di una gestione efficace del sistema termico

**P**er far fronte a queste sfide progettistiche stringenti si stanno sviluppando nuovi moduli flessibili ad alta densità di potenza, che hanno caratteristiche elettriche e termiche molto performanti. Questi moduli sono disponibili in package integrati facili da usare.

Le capacità funzionali dei sistemi continuano ad aumentare, e con esse la richiesta di potenza. Ciò ha contribuito all'aumento della richiesta di soluzioni pienamente funzionali e veloci, da implementare da un punto di vista di potenza, a causa della continua pressione commerciale a cui sono sottoposti i progettisti, costretti a tagliare le tempistiche di sviluppo dei design.

I moduli di potenza stanno fornendo possibili soluzioni, quindi ciò che viene richiesto dai progettisti di sistemi è di ottenere il massimo della potenza dal minimo spazio disponibile.

I moduli di potenza disponibili variano da semplici assemblaggi di controllori, FET, condensatore o induttore a circuiteria di potenza completa che include circuiti integrati e tutti i componenti discreti e magnetici richiesti per implementare un alimentatore completo in un singolo package. Questi dispositivi sono disponibili sia in formato open frame sia totalmente incapsulati.

Questi moduli sono disponibili con un anello di controllo analogico o digitale. I moduli analogici hanno il vantaggio dell'estrema facilità d'uso mentre i moduli digitali, come ZL9117 di Intersil, forniscono vantaggi aggiuntivi quali la

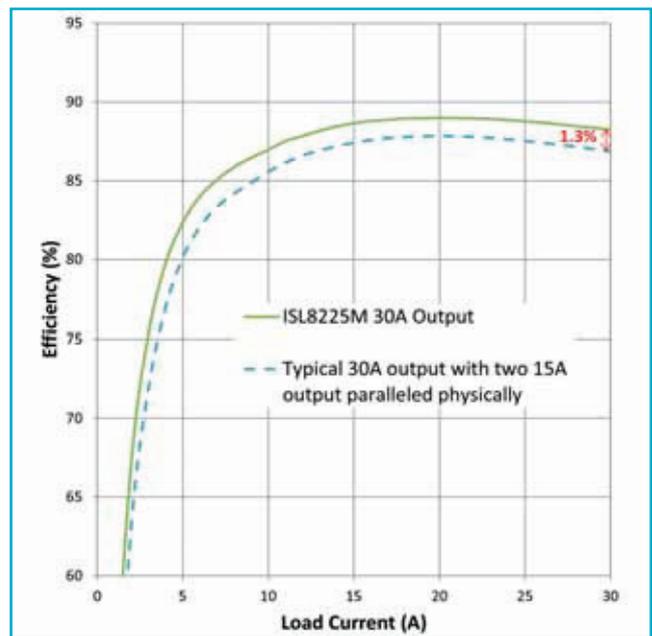


Fig. 1 - Incremento di efficienza di ISL8225M dovuto all'innovativo progetto dell'induttore

telemetria, l'autocompensazione e la programmabilità in situ. Questo articolo si focalizza sul modulo analogico e ad alta potenza ISL8225 a 30 A di Intersil.

La gestione termica è una delle sfide più difficili nella progettazione di moduli ad alta potenza (maggiori di 10W).

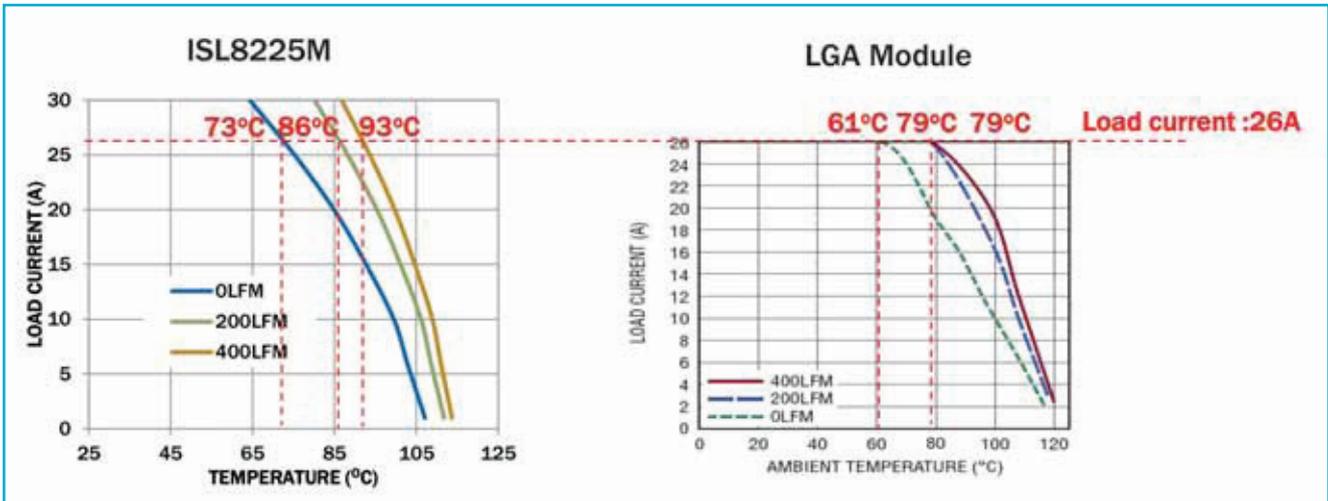


Fig. 2 - In presenza di una corrente di carico di 26A, ISL8225M può operare a una temperatura ambiente più elevata rispetto a un modulo tradizionale

L'ingombro e soprattutto la potenza nominale, specialmente ad alta temperatura ambiente, sono dettate dalla progettazione elettrica e meccanica del modulo. Questa sfida progettistica riguarda la creazione del controllore, dell'induttore e di interruttori FET che contribuiscono all'alta efficienza e bassa perdita di potenza e all'uso di package, efficienti da un punto di vista termico, che possono smaltire il calore. La progettazione della parte elettrica e meccanica è molto interdipendente in dispositivi altamente integrati come i moduli di potenza.

### Induttore: un elemento critico

La progettazione dell'induttore è una delle parti chiave della progettazione elettromeccanica. Molte applicazioni hanno uno spazio limitato con alta temperatura ambiente e necessitano di un induttore molto piccolo e a perdita bassa.

Quando vi sono limitazioni di spazio e il progettista è costretto a usare un induttore più piccolo di quello dettato dalle specifiche di progetto, la corrente di uscita sarà più limitata, si verificheranno degli affollamenti di calore/punti caldi e/o l'efficienza sarà inferiore.

ISL8225M può risolvere queste problematiche utilizzando una struttura dell'induttore impilabile tridimensionale. In questo tipo di struttura si può usare un induttore di dimensioni pari a quelle dell'intero ingombro del modulo che viene installato sopra gli altri componenti. Questa tecnica raddoppia l'area disponibile in cui piazzare gli altri componenti sul substrato; di contro, un metodo di montaggio uno a fianco dell'altro va a scapito di una crescita in altezza del pacchetto.

Una grande induttanza può ulteriormente essere usata per ridurre la fluttuazione di corrente, e pertanto può ridurre

le perdite del nucleo induttivo. Inoltre, usando un'induttanza più grande, anche le perdite del MOSFET di commutazione possono essere ridotte diminuendo la frequenza di commutazione. La struttura tridimensionale può ridurre la perdita di potenza complessiva dell'alimentatore e raggiungere una soluzione di alta efficienza, alta densità di potenza e una migliore prestazione termica. L'ISL8225M è un dispositivo flessibile che può essere usato in modalità di uscita duale (dual output mode) o come singola uscita ad alta corrente (high-current single output). Nel dual-output mode, L'ISL8225M fornisce uscite indipendenti che possono alimentare 2 voltaggi separati senza interferenza. L'induttore a 2 fasi del ISL8225M è un progetto brevettato che utilizza avvolgimenti non accoppiati su un singolo nucleo. Nel modo di uscita singolo l'innovativo induttore a 2 fasi può parzialmente cancellare il flusso magnetico dei due avvolgimenti e pertanto ridurre la perdita induttiva del nucleo e migliorarne l'efficienza. La figura 1 mostra il vantaggio in termini di efficienza di questa struttura, nei confronti di una ad avvolgimenti con nuclei separati con lo stesso DCR. Il progetto dell'induttore dell'ISL8225M riduce sia l'ingombro sia la perdita di potenza rispetto a un design più tradizionale. Molti modelli di potenza oggi sul mercato utilizzano materiali come laminati isolanti per montare i componenti del modulo. Mentre questi laminati isolanti/fattori di forma LGA forniscono una facilità di creazione delle tracce dei singoli componenti all'interno del modulo, la loro abilità di dissipare il calore è limitata dalla elevata resistività termica del laminato e dalla limitata area conduttiva delle tracce di rame che vanno dai componenti ai piedini esterni del pacchetto.

Al contrario, i moduli ad alta potenza più popolari, come quelli offerti da Intersil, utilizzano un leadframe tipo QFN

dove i dispositivi di potenza possono essere montati direttamente a un leadframe di rame, e offrono sia una bassa resistività termica sia un'ampia area conduttiva, che permette un'efficiente trasferimento del calore. La differenza in queste tecnologie d'impaccamento è ovvia quando si confronta l'elevata degradazione della temperatura ambiente dei dispositivi prodotti con i differenti metodi costruttivi.

La migliorata efficienza termica intrinseca ai pacchetti che usano il leadframe di rame, consente a questi dispositivi di operare allo stesso livello di potenza di uscita ma a una temperatura ambiente molto più alta, senza degradare le prestazioni nei confronti di simili moduli basati sui laminati.

La flessibilità nel trovare soluzioni dove richiesto o dove lo spazio è disponibile, invece di dove il flusso d'aria è disponibile, è consentita dalla mancanza del fabbisogno di radiatori di calore/flussi d'aria. Al contrario, l'utilizzabilità

delle connessioni, e il secondo è che fornisce un accesso delle sonde da test per un'analisi del sistema iniziale e debug della scheda. I moduli incapsulati sono meccanicamente molto più robusti, dal punto di vista meccanico, nei confronti dei moduli a telaio aperto e possono essere manipolati con una strumentazione di selezione e posa automatica ("pick & place"). Spesso questo elimina un passo di piazzamento manuale, necessario con moduli a struttura aperta con fori che vanno da una parte all'altra della scheda ("through hole").

La flessibilità di usare soluzioni di potenza simile, senza dover ricorrere a un significativo cambiamento progettuale, può ridurre significativamente le tempistiche di sviluppo di un progetto di un ingegnere dei sistemi. Utilizzando moduli multipli a cascata si può fornire una potenza più elevata, ma questo comporta una complicazione significativa del progetto? I controllori di ultima generazione utilizzati nell'ISL8225M consentono il collegamento a cascata

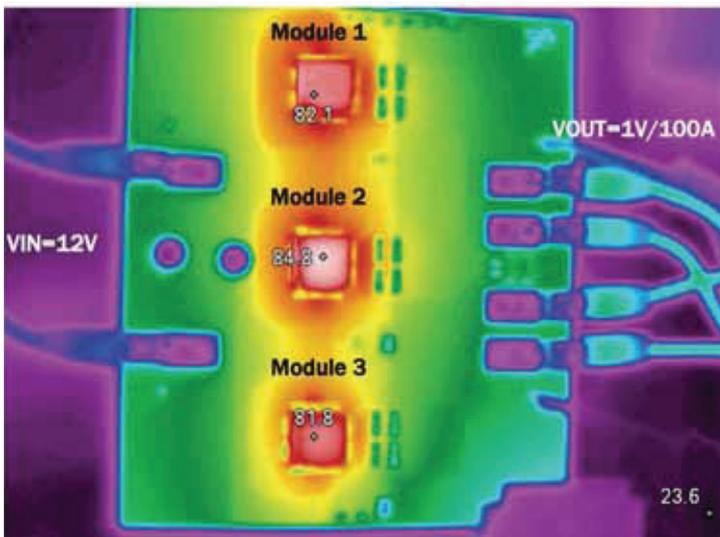
fino a 6 moduli, per un totale di 180A di uscita, con un minimo di cambiamenti progettuali del sistema. La sincronizzazione dei clock fra i dispositivi è implementata automaticamente collegando il clock di uscita (CLKOUT) del dispositivo master ai pin di sincronizzazione dei dispositivi slave.

Il controllore integrato si occupa della sincronizzazione del clock e cambia/modifica automaticamente la relazione di fase fra uscite, per produrre un'operazione interleaving (letteralmente: interfogliamento) multi-fase completo. Con due fasi per modulo la mutazione dell'auto-fase può supportare fino a 12 fasi (6 moduli) con un offset totale di 30 gradi e questo riduce significativamente la fluttuazione all'uscita e i carichi di potenza istantanei sull'alimentazione di entrata.

Il collegamento dei piedini che condividono la corrente (ISHARE) di ognuno dei moduli consente inoltre la condivisione automatica della corrente attraverso un algoritmo patentato, che consente di avere tutte le correnti di uscita dei moduli a cascata a un +/- 10% l'uno dall'altro, minimizzando così

i picchi transitori durante transizioni di carico e massimizzando l'uniformità termica dell'intera scheda. Il risultato di questo bilancio può essere mostrato in figura 3 su una scheda di valutazione a 3 moduli, che pilota un carico di 100A con i moduli che operano a 3 gradi l'uno dall'altro. La dissipazione uniforme del calore e il minimo numero di componenti esterni consente di piazzare i moduli in relativa prossimità l'uno dall'altro.

Tutto questo è ottenuto senza l'utilizzo di circuiteria aggiuntiva per il controllo della condivisione della corrente, la sincronizzazione del clock o la mutazione della fase.



**Fig. 3 - Scheda di valutazione a tre moduli: la dissipazione uniforme del calore e il minimo numero di componenti esterni consente di piazzare i moduli in relativa prossimità l'uno dall'altro**

di un flusso d'aria consente a questi moduli di operare a una temperatura d'ambiente più alta o a una massima potenza operativa più alta.

Un altro beneficio del leadframe tipo QFN nei confronti del fattore di forma LGA e ingombro, è che tutti i terminali dei segnali escono dai bordi del pacchetto, al contrario delle strutture "nascoste" sotto il dispositivo tipico dei fattori di forma LGA. Ci sono due vantaggi principali dell'accesso ai conduttori al bordo del package: il primo è che permette un'ispezione visuale di tutte le giunture saldate, e pertanto elimina la necessità di un'ispezione ai raggi X

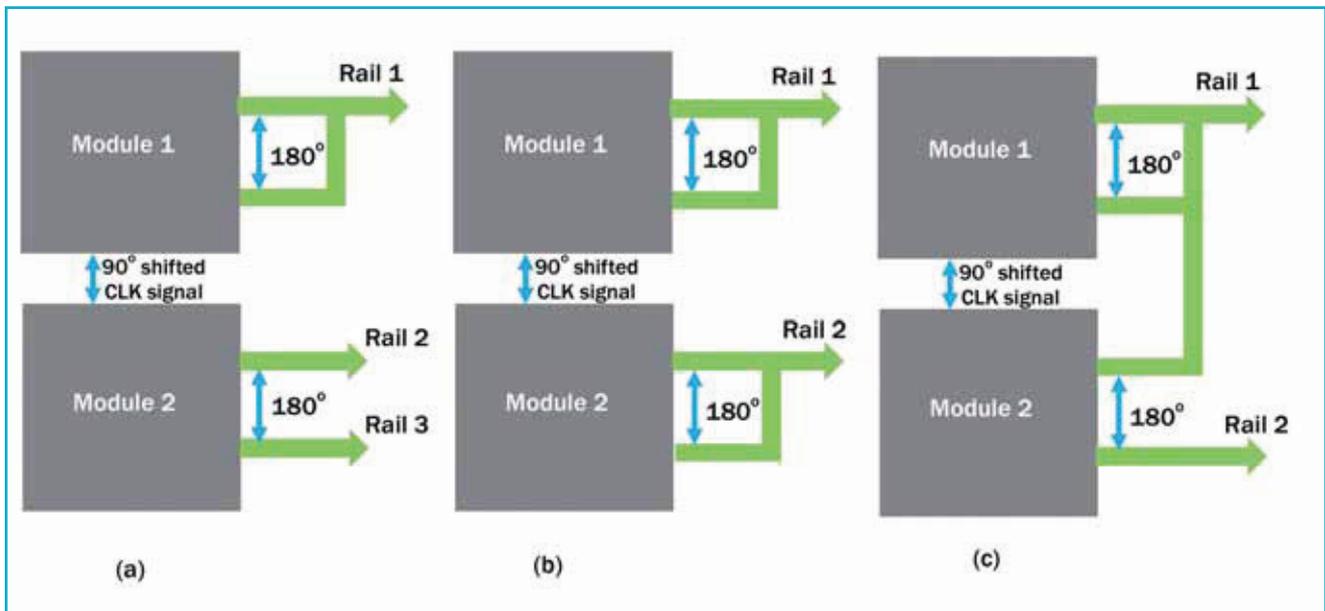


Fig. 4 - In questo progetto a due moduli viene enfatizzata la flessibilità a disposizione dei progettisti di sistemi

L'ISL8255M utilizza un loop di tensione per regolare il voltaggio di uscita, con un loop speciale di corrente per bilanciare la corrente fra le fasi e raggiungere una condivisione accurata della corrente.

A differenza della maggior parte degli alimentatori controllati a tensione, il loop di corrente dell'ISL8225M fornisce la flessibilità di combinare le uscite in modo parallelo in combinazioni differenti, collegando insieme i piedini ISHARE di ogni modulo. L'ISL8225M può essere facilmente programmato per realizzare un interleaving delle fasi, riducendo la fluttuazione di ingresso/uscita e i requisiti di filtraggio.

Nella figura 4 è mostrato un progetto a due moduli per enfatizzare la flessibilità disponibile ai progettisti di sistemi. Il segnale di CLK del secondo modulo può sincronizzarsi al segnale di CLK shiftato a 90 gradi del primo; le due fasi interne di ognuno dei moduli ISL8225M operano con uno shift di fase di 180 gradi. In questa configurazione l'interleaving su tutte le 4 fasi viene fatto uniformemente. L'ISL8225M fornisce inoltre la flessibilità di combinare le uscite per fornire più corrente a certe alimentazioni, per soddisfare un'ampia varietà di specifiche progettuali.

Due ISL8225M possono fornire 4 alimentazioni, ognuna di 15A, o una alimentazione di 60A. Due moduli ISL8255M possono essere programmati per fornire 3 alimentazioni una da 30A e due da 15A, o 2 entrambe da 30A, o 2 da 45A e 15A. L'ISL8255M fa in modo di semplificare in maniera molto significativa la progettazione di complicati sistemi di alimentatori.

La flessibilità, le prestazioni elettriche e termiche, e l'alto livello d'integrazione contribuiscono alla facilità d'uso, e consentono ai progettisti di schede che non sono esperti nella potenza, di progettare alimentatori ad alta resa e alta densità. Intersil fornisce inoltre svariati programmi di progettazione che supportano i progettisti di schede che usano i moduli di potenza della società. iSim è un simulatore prodotto da Intersil che può essere lanciato direttamente dal sito [www.intersil.com](http://www.intersil.com) o che può essere scaricato e usato dai computer dei clienti.

Il programma iSim include anche un'interfaccia di progetto estremamente semplice, che consente ai progettisti di schede di generare uno schema elettrico, una lista dei componenti (BOM - bill of materials) e simulazioni, specificando solo Vin, Vout & Iout. Sono anche disponibili schede valutative che dimostrano una tipica singola uscita, uscita duale o l'operazione di 3 moduli in cascata. Gli schemi, la BOM e file di layout per ognuna di queste schede possono essere scaricati e usati come progetti di riferimento (reference design).

Riassumendo, i moduli di potenza possono fornire una soluzione densa di componenti e facile da usare per rispondere al fabbisogno di conversioni di potenza ad alta prestazione.

Un alto livello di integrazione e una varietà di design tool facili da usare incrementano in maniera drammatica il tasso di successo del progetto degli alimentatori al primo tentativo e consentono la progettazione veloce di schede e un ritorno più rapido degli investimenti. ■