



Remo Radaelli (radaelliremo)

RESONANT POWER SUPPLY

16 April 2010

L'evoluzione delle **direttive europee** in materia di efficienza energetica e le richieste di **elevati rendimenti** dei sistemi di alimentazione in molti settori, primi tra tutti il mondo dell'illuminazione a LED, del solare e dell'information technology, hanno portato negli ultimi anni ad una rivalutazione della topologia risonante serie (**SRC**), la quale comporta vari vantaggi in seguito descritti.

Tutti i maggiori produttori di componenti attivi presenti nel mercato degli **SMPS** hanno inserito a catalogo chip efficienti che consentono, con un grado di complessità circuitale effettivamente contenuto, la realizzazione di alimentatori con efficienza nella zona del 90-95% e con problematiche EMI/EMC ridotte rispetto ad altre topologie, grazie allo "Zero Voltage Switching" e alle correnti in alta frequenza sostanzialmente sinusoidali.

Mentre nei progetti dei più grandi produttori di apparecchiature elettroniche si nota in genere una corretta strutturazione dei componenti magnetici, i produttori che non hanno quantità "a sei cifre", pur beneficiando della stessa tecnologia in relazione ai componenti attivi e passivi in generale, a causa del necessario grado di personalizzazione ed alle minori risorse che possono essere destinate al progetto dell'alimentatore non godono degli stessi benefici in relazione ai componenti magnetici quali il trasformatore integrato e l'induttanza PFC, aventi entrambi un ruolo fondamentale.

Il trasformatore integrato

Utilizzando l'induttanza dispersa, che di norma rappresenta un indesiderabile effetto parassita, in sostituzione di un'induttanza discreta, si integrano in un solo componente magnetico due dei tre elementi del cosiddetto "tank" risonante, ovvero la rete induttanza-induttanza-capacità (LLC) sulla quale si basa il funzionamento del convertitore risonante.

La convenienza dell'integrazione in termini di costi e ingombri è evidente, inoltre va sottolineato che il flusso magnetico dell'induttanza dispersa si sviluppa in gran parte in aria, eliminando in pratica i problemi di saturazione del nucleo che vanno invece tenuti ben presenti se si utilizza un'induttanza discreta.

Per ottenere un buon risultato la struttura e i dettagli di progetto devono essere abilmente gestiti, al fine di ottenere l'induttanza dispersa richiesta nel rispetto di tutti gli altri parametri di progetto, in condizioni di perdite minime.

Mentre in altri frangenti l'uso dell'esperienza empirica e di semplici metodologie di calcolo generiche introducono approssimazioni più o meno accettabili per molti capitolati, nelle applicazioni ad alta efficienza qualche Watt in più di perdite -a volte anche solo qualche frazione di Watt- hanno un peso evidente sulla cifra di efficienza complessiva dell'alimentatore, rischiando di vanificare l'oculatezza delle scelte operate a tale scopo sul altri componenti attivi e passivi.

La migliore efficienza dei componenti magnetici si raggiunge solo superando alcune metodologie progettuali semplificate, quale ad esempio la suddivisione del target di perdite nel nucleo e nel rame in parti uguali.

Bibliografia ed esperienza insegnano che il punto di migliore efficienza va individuato tramite una puntuale definizione delle perdite in funzione del valore di induzione [fig.1].

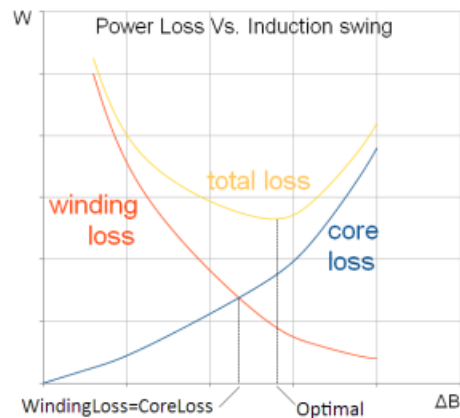


Fig.1 - Esempio di perdite in un componente magnetico in funzione del valore di induzione.

Nel caso specifico dei trasformatori integrati esistono vincoli che impongono una stretta collaborazione in sede di progetto elettronico con il costruttore di magnetici. Infatti la curva del rapporto tra induttanza e induttanza dispersa di una determinata struttura è fisso [fig.2], per cui in assenza di un dialogo con il progettista che consenta di concordare ritocchi mirati di qualche parametro, nella migliore delle ipotesi si è costretti a lavorare con un valore di induzione inopportuno, da cui può risultare una pessima efficienza energetica, o economica.

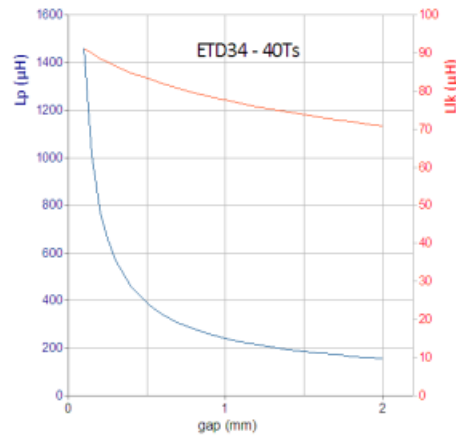


Fig.2 - Esempio di relazione tra induttanza e induttanza dispersa

La maggiore criticità nel design dei suddetti trasformatori consiste nel calcolo realistico delle perdite negli avvolgimenti, senza il quale ogni ottimizzazione progettuale diviene impraticabile. Tale calcolo deve tenere conto delle perdite per eddy current dovute al “proximity effect” ed assume una complessità rilevante in presenza di avvolgimenti in filo litz (multistrand), il cui uso è inevitabile date le frequenze di lavoro tipicamente dell'ordine dei 100KHz ed oltre.

Mentre in altri frangenti, per ridurre le perdite per eddy current, può venire in soccorso una struttura ad avvolgimenti intercalati (interleaved), in questo caso essa non è consentita a causa delle necessità di valori di induttanza dispersa consistenti. Contrariamente ad una diffusa opinione che confina lo scopo della struttura intercalata alla sola riduzione dell'induttanza dispersa, essa in realtà comporta anche una riduzione della forza magneto-motrice di picco tra gli strati degli avvolgimenti con conseguente sostanziale diminuzione delle perdite per “proximity effect”. Tali criticità portano ad incontrare spesso trasformatori lontani dalle condizioni ideali di efficienza sia dal punto di vista energetico che economico.

L'induttanza PFC

La presenza dello stadio PFC attivo all'ingresso degli SMPS “high-performances” è quasi d'obbligo. Anche in relazione a questo componente, soprattutto per alcune delle tipologie più utilizzate, sussistono alcune criticità a livello di design. La tipologia di PFC più utilizzata per potenze fino a 200-300W è la “Transition Mode” (a volte definita anche “Critical mode”), dove i comuni metodi di calcolo delle perdite nel nucleo non sono utilizzabili a causa della complessità della forma d'onda della corrente. Anche a carico costante la corrente ha infatti ampiezza e frequenza continuamente variabili, in funzione del valore istantaneo della tensione di rete $[|sen(V_{inRMS})|]$ [fig.3].

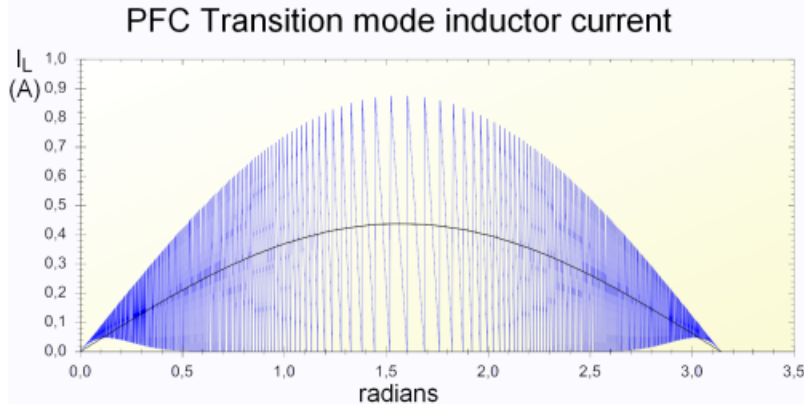


Fig.3 - Forma d'onda della corrente nell'induttanza di un PFC Transition Mode (simulazione da software proprietario Itacoil)

Ciò aumenta i possibili errori nel calcolo delle perdite rendendo necessario l'utilizzo di metodologie di calcolo evolute che tengano opportunamente conto delle curve per la determinazione delle perdite pubblicate dai produttori di nuclei, le quali sono riferite a forme d'onda sinusoidali, quindi non direttamente applicabili. E' pertanto necessario l'utilizzo di metodologie di calcolo evolute che considerano la particolarità dell'applicazione. Considerato che anche in questo componente sussistono le già citate problematiche di perdite negli avvolgimenti, un design ottimale non può prescindere dall'accesso a risorse e tools specifici, indisponibili in gran parte dei teams di progettazione prettamente elettronica.

Una soluzione possibile

In una visuale complessiva della filiera di fornitura, dovrebbe essere assunto dal produttore di magnetici l'onere della competenza progettuale, allo scopo di generare evidenti economie di scala nell'ambito di una proficua collaborazione. Gli investimenti per generare la necessaria competenza specifica, implementare sofisticati tools di calcolo, nonché costruire stampi per rocchetti e accessori specifici, adeguati sia in termini di prestazioni che di prescrizioni di sicurezza (isolamento, creepage, clearance), possono infatti essere più facilmente sostenibili per chi si propone per fornire i componenti magnetici.

Valentino Radaelli
technical manager
ITACOIL srl
www.itacoilweb.it

Estratto da ["http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Radaelliremo:rivalutazione_degli_alimentatori_risonanti"](http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Radaelliremo:rivalutazione_degli_alimentatori_risonanti)