



Università degli Studi di Salerno

Dipartimento di Ingegneria Elettronica ed Ingegneria Informatica

Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione
XI Ciclo – Nuova Serie

SOMMARIO

**Models and methods for the design of
isolated power converters in high-
frequency high-efficiency applications**

CANDIDATO: **GIULIA DI CAPUA**

TUTOR: **PROF. NICOLA FEMIA**

COORDINATORE: **PROF. ANGELO MARCELLI**

Anno Accademico 2011 – 2012

Il lavoro di tesi ha come obiettivo la formulazione di modelli e metodi per la progettazione di convertitori isolati di tipo switching ad alta frequenza ed ad elevata efficienza. Particolare attenzione è stata rivolta all'analisi e allo sviluppo di modelli di perdita per i dispositivi magnetici (trasformatori) e allo stato solido (MOSFETs), nonché alla correlazione tra le caratteristiche di tali dispositivi e le condizioni operative di funzionamento, ai fini della minimizzazione delle perdite e delle dimensioni dei convertitori isolati. Tale problematica riveste una notevole importanza in tutte le moderne applicazioni dei sistemi di alimentazione, sia in relazione ad aspetti di risparmio energetico, sia ai fini della realizzazione di apparati e prodotti tecnologici ad elevata integrazione.

Per quanto riguarda il trasformatore, è stata sviluppata e formalizzata una metodologia innovativa di progetto e una conseguente procedura di classificazione dei nuclei magnetici che ha evidenziato la correlazione fra le caratteristiche del nucleo e le specifiche delle applicazioni in cui ciascuna tipologia di nucleo offre maggiori vantaggi in termini di minimizzazione delle perdite e/o delle dimensioni. È stato quindi sviluppato un modello completo elettro-magneto-termico del trasformatore, nonché un idoneo algoritmo di risoluzione, che include la caratterizzazione termica dei nuclei ferromagnetici per componenti di potenza in applicazioni switching ad alta frequenza. Tale modello consente di valutare il grado di sensitività delle prestazioni del trasformatore rispetto ai parametri fisici e di funzionamento.

Per quanto riguarda i dispositivi allo stato solido, è stato sviluppato un nuovo modello per il calcolo delle perdite di tipo switching in coppie di MOSFETs funzionanti in configurazione half-bridge. Il modello proposto utilizza i parametri e le informazioni contenute nei datasheet dei dispositivi e tiene conto del comportamento non lineare delle capacità inter-elettrodeiche del MOSFET. È stata quindi sviluppata una tecnica numerica *ad-hoc* per la risoluzione del sistema di equazioni differenziali formulato, che ha permesso di calcolare con un buon livello di affidabilità le perdite di switching nei dispositivi in silicio. Il modello sviluppato ha consentito di analizzare in dettaglio i percorsi delle correnti capacitive fra i MOSFETs nelle fasi di commutazione. La

ricostruzione di tali percorsi ha evidenziato l'inadeguatezza di alcuni modelli utilizzati in letteratura per il calcolo delle perdite di commutazione.

Per entrambe le tipologie di dispositivi, magnetici e allo stato solido, è stata svolta un'intensa attività sperimentale mirata a validare i metodi e i modelli proposti attraverso la realizzazione di misure delle perdite *on-line*. Le condizioni di alta frequenza, elevati *slew-rates*, alta corrente ed basse perdite dei dispositivi in questione rendono tali misure estremamente sensibili rispetto ai parametri parassiti del *layout* circuitale. Ciò ha reso necessaria l'investigazione di tecniche di misura non convenzionali al fine di realizzare misure affidabili.

I modelli sviluppati sono gli elementi costitutivi di un modello generalizzato di correlazione fra gli stress e le perdite dei dispositivi allo stato solido e magnetici, integrato in una procedura di selezione congiunta dei suddetti dispositivi orientato alla minimizzazione delle perdite e delle dimensioni dei convertitori di potenza isolati ad alta frequenza.