

METODI DI PROGETTO DI CONVERTITORI SWITCHING

A. Cantillo, A. De Nardo, N. Femia, W. Zamboni

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Ingegneria Elettrica - DIIE
Università degli Studi di Salerno
Via Ponte Don Melillo, 84084 Fisciano (SA)

L'attività di ricerca condotta dall'Unità di Salerno si inquadra nell'ambito di un progetto finalizzato alla formulazione di metodologie per l'ottimizzazione di convertitori DC-DC di tipo *switching*. Gli aspetti metodologici di maggiore interesse nella progettazione dei convertitori *switching* riguardano la formulazione delle equazioni di vincolo derivanti dalle specifiche statiche e dinamiche di progetto e la correlazione fra i parametri dei componenti di potenza e le prestazioni del convertitore. Nel panorama della rapida crescita delle applicazioni commerciali dei convertitori DC-DC di tipo *switching* nei sistemi di alimentazione – dai personal computer ai moderni sistemi di automazione industriale, dagli elettrodomestici ai sistemi di telecomunicazione – diventano sempre più stringenti i requisiti di massima efficienza, minimo numero di componenti, minimo costo e volume. In questo scenario un ruolo determinante è occupato dai dispositivi dello stadio di potenza ed in particolar modo dai condensatori. Infatti una buona scelta dei condensatori ha un impatto positivo nel conseguimento dei requisiti sopra elencati. Fra le problematiche specifiche studiate è stato quindi affrontato il problema della minimizzazione dei condensatori, per i quali è stato sviluppato un modello unificato applicabile a qualsiasi convertitore DC-DC, finalizzato alla formulazione generalizzata delle equazioni di vincolo, derivanti dalle specifiche statiche del convertitore, per i parametri fisici del condensatore, capacità C e resistenza parassita ESR.

I metodi di progetto tradizionali trascurano le correlazioni fra i parametri fisici dei condensatori, ottenendo, così, equazioni di vincolo indipendenti per ciascun parametro. Nel piano C -ESR tali vincoli definiscono una regione di accettabilità rettangolare. Per superare le limitazioni derivanti da tale approccio, che comportano un sottodimensionamento o un sovradimensionamento dei condensatori, è stata definita e identificata una funzione algebrica generalizzata, definita a tratti, che individua nel piano C -ESR la regione di accettabilità in forma chiusa per la scelta dei condensatori. Tale regione è stata ottenuta ipotizzando che la corrente di condensatore sia lineare a tratti e imponendo che il *ripple* di tensione sul condensatore reale sia inferiore al massimo *ripple* ammissibile per l'applicazione in oggetto. Il modello così ottenuto è del tutto generale, in quanto è applicabile ad un'ampia classe di condensatori per convertitore *switching* DC-DC, partendo dalla conoscenza dei parametri della forma d'onda della corrente che attraversa il condensatore in esame. La natura algebrica del metodo proposto lo rende estremamente utile per la sua implementazione in qualsiasi strumento di CAD.

Nella figura 1(a) è mostrata la regione di accettabilità (area con campitura grigliata) per la scelta di un condensatore nel piano C -ESR ottenuta con l'approccio proposto. La curva di contorno Γ è definita a tratti, e l'espressione elementare che la rappresenta cambia in corrispondenza delle iperboli Ψ' , Ψ'' (curve a $\tau=C \cdot ESR$ costante). Il rettangolo esterno (campitura diagonale) e quello interno (grigio) rappresentano le regioni di accettabilità semplificate, ovvero quelle ottenute mediante l'approccio tradizionale. La consistenza del metodo permette di evitare scelte inappropriate, quali la #1 (condensatore sovradimensionato) o la #3 (sottodimensionato) in Fig. 1.

L'approccio proposto è stato applicato con successo alla scelta dei condensatori di potenza nel SEPIC. In Fig. 2 è rappresentata la curva per la scelta dei condensatori di ingresso.

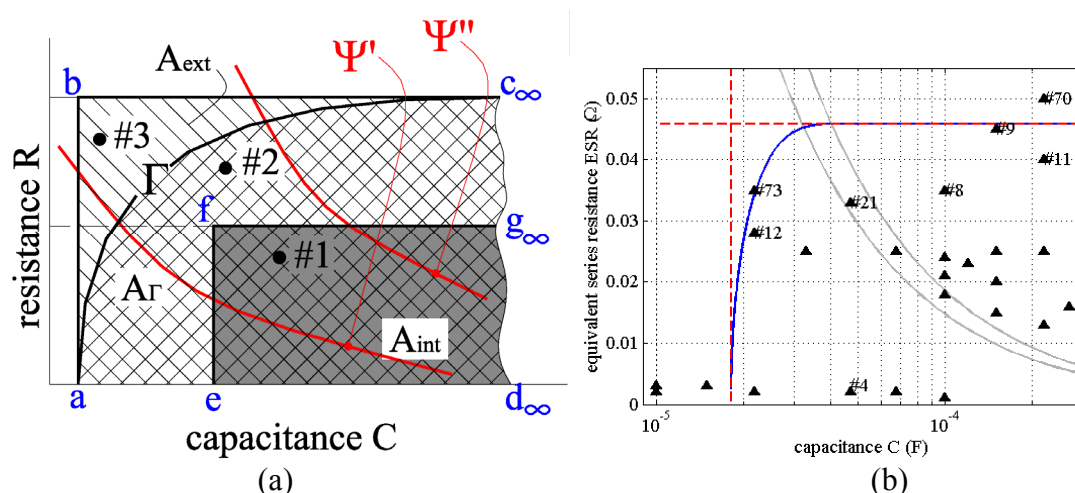


Figura 1. Regioni di accettabilità per la scelta dei condensatori. (a) rappresentazione qualitativa; (b) condensatore di ingresso del SEPIC

Tra le soluzioni di progetto che ricadono nella regione di accettabilità nel piano C - ESR , il condensatore reale viene poi scelto mediante una procedura di valutazione comparativa dei condensatori disponibili. Tale valutazione è effettuata rispetto ai parametri maggiormente discriminanti dal punto di vista dei requisiti di progetto. In [2] è proposta una procedura di valutazione che permette di estrarre i condensatori reali ottimali rispetto alla *capacità, rating di tensione, dimensione, e numero di condensatori in parallelo*.

Il metodo sviluppato presenta i seguenti principali vantaggi: i) per una data applicazione vengono individuate più soluzioni di progetto; ii) il progetto risulta sistematico, poiché non vengono fatte assunzioni preliminari arbitrarie sui parametri di funzionamento; iii) non si incorre nel sovradimensionamento dei componenti, poiché vengono considerate le correlazioni fisiche tra i parametri caratteristici degli stessi.

Nel laboratorio di Circuiti Elettronici di Potenza dell'Università degli Studi di Salerno, sono state condotte simulazioni numeriche e analisi sperimentali che hanno permesso di verificare la correttezza e l'efficienza del metodo proposto.

Referenze

- [1] A. Cantillo, A. De Nardo, N. Femia, W. Zamboni, "A Unified Model for Filter Capacitor Constraints in DC to DC Switching Converters Design", *Proc. of ICECS Conference*, Hammamet, Tunisia, Dec.13 -16, 2009.
- [2] A. Cantillo, A. De Nardo, N. Femia, W. Zamboni, "Scoring Criteria for the Selection of Capacitors in DC to DC Converters Design", *Proc. of ICECS Conference*, Hammamet, Tunisia Dec 13 -16, 2009.
- [3] A. Cantillo, A. De Nardo, N. Femia, W. Zamboni, "CAD-based Capacitors Selection for Switching Regulators", accepted for presentation to *ISIE Conference*, Bari, July 4-7, 2010.