

SELEZIONE N. 2023T45:
N. 1 TECNOLOGO DI RICERCA DI I LIVELLO

Prova scritta

TEMA 1

Si consideri la topologia illustrata in Fig. 1 che rappresenta un convertitore dc-dc di tipo SEPIC isolato. Il trasformatore di isolamento si assume equivalente ad un trasformatore ideale, avente rapporto spire pari a $n_{21} = N_2/N_1$, con induttanza di magnetizzazione L_m posta in parallelo all'avvolgimento primario.

Si derivi l'espressione del rapporto di conversione $M = \frac{V_o}{V_g}$ in funzione del duty-cycle D di lavoro del convertitore, nell'ipotesi di funzionamento in conduzione continua a frequenza costante (si consideri valida l'approssimazione di ondulazione di tensione residua trascurabile sui condensatori C_o e C_1). Si determini poi l'espressione del valore medio in regime stazionario V_1 della tensione sul condensatore C_1 . Si determinino inoltre le espressioni dei valori medi I_L e I_m delle correnti nell'induttanza d'ingresso L_i e nella induttanza di magnetizzazione L_m del trasformatore. Si disegni, infine, l'andamento di tali correnti in un periodo di commutazione T_s e si determinino le espressioni delle rispettive ondulazioni di corrente (valore picco-picco).

Si discuta il progetto di un eventuale circuito di snubber $R_s - C_s$, connesso in parallelo al diodo D_f , per smorzare le oscillazioni ad alta frequenza causate da una non trascurabile induttanza di dispersione L_s del trasformatore localizzata in serie all'avvolgimento secondario, secondo quanto mostrato in Fig. 2. In particolare, si stimi la potenza dissipata dalla resistenza di snubber R_s .

Si discutano poi gli aspetti critici di una realizzazione del convertitore su circuito stampato (layout, posizionamento dei componenti, connessioni tra gli stessi, etc.).

Di seguito, si descriva l'organizzazione di massima di un sistema di regolazione digitale della corrente media di ingresso I_L del convertitore. Si discutano, in particolare, le problematiche di sincronizzazione tra campionamento e modulazione, i possibili effetti della discretizzazione del duty-cycle e del segnale di feedback acquisito. Si indichino, infine, le risorse hardware minime di cui dovrebbe disporre un microcontrollore, o DSP, per permettere la realizzazione del controllo.

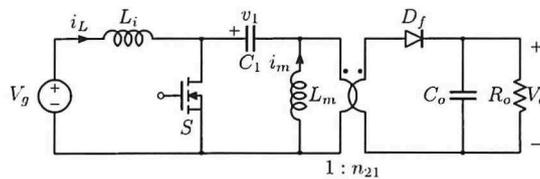


Figura 1: Schema di un convertitore SEPIC.

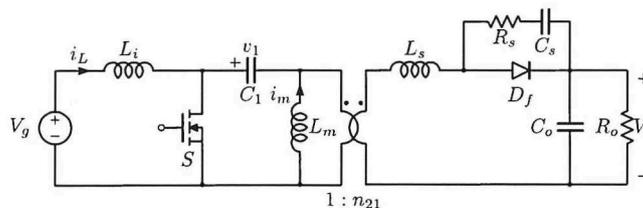


Figura 2: Convertitore SEPIC con circuito di snubber $R_s - C_s$ in parallelo al diodo D_f , per smorzare le oscillazioni di tensione ad alta frequenza ai capi del diodo allo spegnimento causate da una non trascurabile induttanza di dispersione L_s a secondario del trasformatore.

FB

SELEZIONE N. 2023T45:
N. 1 TECNOLOGO DI RICERCA DI I LIVELLO

Prova scritta

TEMA 2

Si consideri la topologia illustrata in Fig. 1, che rappresenta un convertitore dc-dc di tipo Cuk isolato. Il trasformatore di isolamento si assume equivalente ad un trasformatore ideale, avente rapporto spire pari a $n_{21} = N_2/N_1$, con corrente di magnetizzazione trascurabile.

Si derivi l'espressione del rapporto di conversione $M = \frac{V_o}{V_g}$ in funzione del duty-cycle D di lavoro del convertitore, nell'ipotesi di funzionamento in conduzione continua a frequenza costante (si assuma valida l'approssimazione di ondulazione di tensione residua trascurabile sui condensatori C_o , C_1 e C_2). Si determinino le espressioni dei valori medi in regime stazionario V_1 e V_2 delle tensioni misurabili, rispettivamente, sui condensatori C_1 e C_2 . Si determinino inoltre le espressioni dei valori medi I_1 e I_2 delle correnti nelle induttanze d'ingresso L_1 e di uscita L_2 . Si disegni l'andamento di tali correnti in un periodo di commutazione T_s e si determinino le espressioni delle rispettive ondulazioni di corrente (valore picco-picco).

Si discuta il progetto di un eventuale circuito di snubber $R_s - C_s$, connesso in parallelo al MOSFET S , per smorzare le oscillazioni ad alta frequenza causate da una non trascurabile induttanza di dispersione L_p del trasformatore localizzata in serie all'avvolgimento primario, secondo quanto mostrato in Fig. 2. Si stimi la potenza dissipata dalla resistenza di snubber R_s .

Si discutano poi gli aspetti critici di una realizzazione del convertitore su circuito stampato (layout, posizionamento dei componenti, connessioni tra gli stessi, etc.).

Di seguito, si descriva l'organizzazione di massima di un sistema di regolazione digitale della corrente media di ingresso I_1 del convertitore. Si discutano, in particolare, le problematiche di sincronizzazione tra campionamento e modulazione, i possibili effetti della discretizzazione del duty-cycle e del segnale di feedback acquisito. Si indichino, infine, le risorse hardware minime di cui dovrebbe disporre un microcontrollore, o DSP, per permettere la realizzazione del controllo.

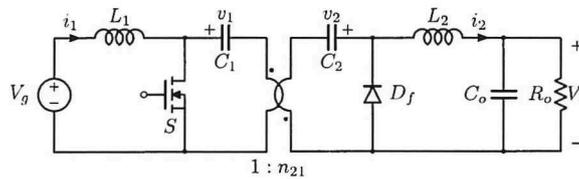


Figura 1: Schema di un convertitore Cuk.

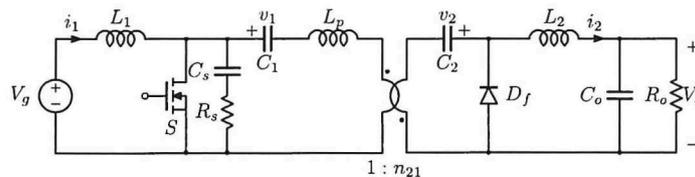


Figura 2: Convertitore Cuk con circuito di snubber $R_s - C_s$ in parallelo al MOSFET S , per smorzare le oscillazioni di tensione ad alta frequenza ai capi dell'interruttore allo spegnimento, causate da una non trascurabile induttanza di dispersione L_p a primario del trasformatore.

A FB B AB

SELEZIONE N. 2023T45:
N. 1 TECNOLOGO DI RICERCA DI I LIVELLO

Prova scritta

TEMA 3

Si consideri la topologia illustrata in Fig. 1a che rappresenta un convertitore dc-dc di tipo Flyback. Il trasformatore di isolamento si assume equivalente ad un trasformatore ideale, avente rapporto spire pari a $n_{21} = N_2/N_1$, con induttanza di magnetizzazione L_m in parallelo all'avvolgimento primario.

Si derivi l'espressione del rapporto di conversione $M = \frac{V_o}{V_g}$ in funzione del duty-cycle D di lavoro del convertitore, nell'ipotesi di funzionamento in conduzione continua a frequenza costante (si assuma valida l'approssimazione di ondulazione di tensione residua trascurabile sul condensatore C_o). Si determinino le espressioni dei valori medi I_g e I_m della corrente d'ingresso e della corrente magnetizzante. Si disegni l'andamento di tali correnti in un periodo di commutazione T_s e si determini l'espressione dell'ondulazione di corrente nell'induttanza di magnetizzazione (valore picco-picco).

Si discuta il progetto di un eventuale circuito di snubber $R_c - C_c - D_c$, connesso come mostrato in Fig. 1b, per limitare la sovratensione ai capi dell'interruttore al suo spegnimento, causata da una non trascurabile induttanza di dispersione L_p del trasformatore localizzata in serie all'avvolgimento primario. Si stimi la potenza dissipata dalla resistenza di snubber R_c .

Si discutano poi gli aspetti critici di una realizzazione del convertitore su circuito stampato (layout, posizionamento dei componenti, connessioni tra gli stessi, etc.).

Di seguito, si descriva l'organizzazione di massima di un sistema di regolazione digitale della tensione media di uscita V_o del convertitore. Si discutano, in particolare, le problematiche di sincronizzazione tra campionamento e modulazione, i possibili effetti della discretizzazione del duty-cycle e del segnale di feedback acquisito. Si indichino, infine, le risorse hardware minime di cui dovrebbe disporre un microcontrollore, o DSP, per permettere la realizzazione del controllo.

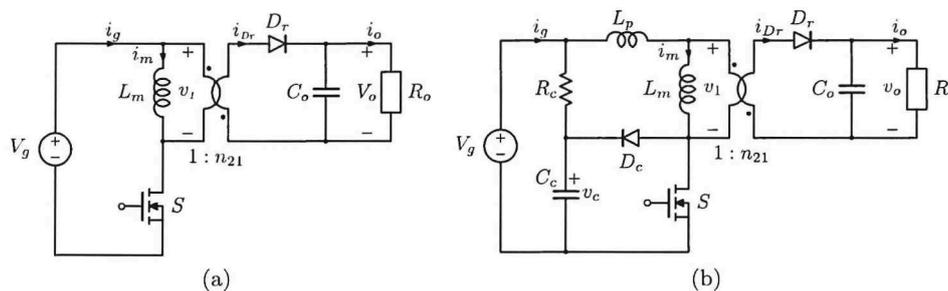


Figura 1: Convertitore Flyback: (a) schema semplificato; (b) con circuito di snubber RCD per limitare la sovratensione ai capi dell'interruttore allo spegnimento, causata dall'induttanza di dispersione a primario del trasformatore.

A FB S UB