

Stefano M (Ste75)

ANALISI BUCK INVERTITO PER PILOTAGGIO LED (PARTE II)

11 January 2012

Introduzione

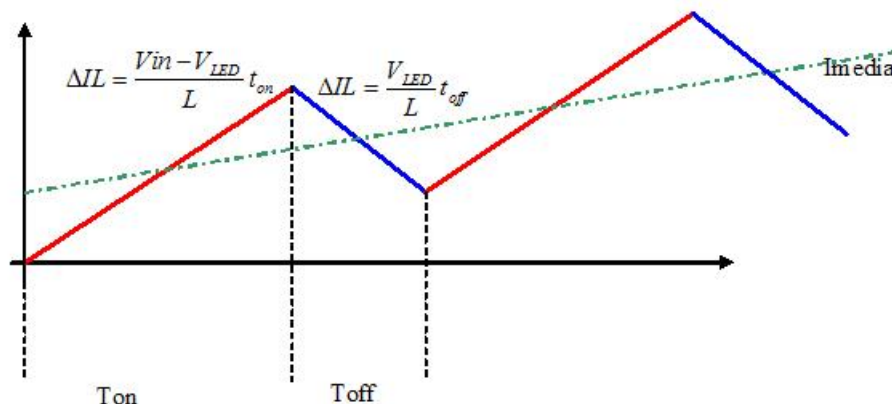
Alla luce delle chiacchierate avute con [IsidoroKZ](#), relative all'articolo [Analisi BUCK invertito per pilotaggio LED, Parte I](#), il quale mi ha fatto riflettere (oltre che ad insegnarmi cose nuove), mi sono posto un po' di dubbi e questioni... Ne è quindi nata questa PARTE II in cui questi dubbi vengono affrontati e, spero, risolti.

La questione....

Lavorando come descritto nel documento parte I, SONO MOLTO a RISCHIO sul corretto funzionamento del circuito rispetto alle variazioni della V_{in} o V_{led} .

Nel senso che se la V_{in} o la V_{led} , dovessero variare, ad esempio se la V_{in} salisse un po', succederebbe che, lasciando fisso il duty, la corrente andrebbe a divergere!!!

Questo perché le due pendenze non sarebbero più uguali, quindi NON saremmo più nella situazione di regime stazionario.



unoB.JPG

A questo punto una prima soluzione sarebbe di chiudere l'anello leggendo la corrente in modo da poter compensare le variazioni della variabile di uscita agendo sul Duty Cycle. Ma se non volessi complicarmi così tanto la vita, cosa posso fare?

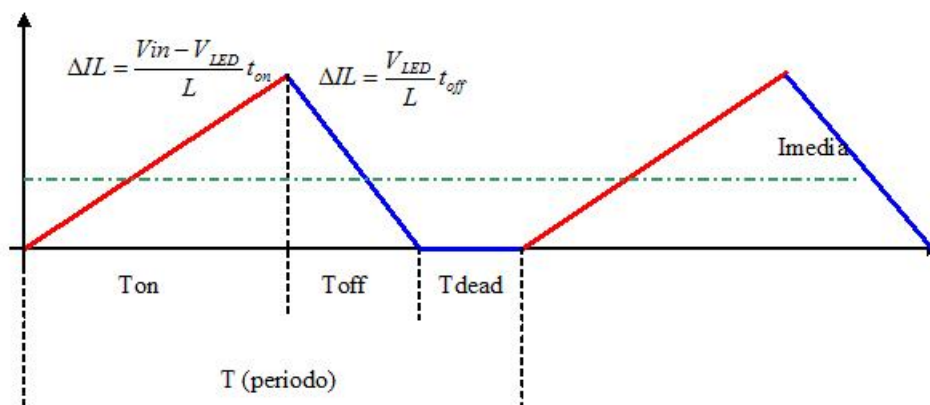
Beh, come seconda soluzione potrei mettere in serie ai led una piccola resistenza che crea come una specie di retroazione negativa in quanto all'eventuale aumento della corrente media, la resistenza "porterebbe via un po' di tensione sulla induttanza". Ma così peggioriamo il rendimento in quanto inseriamo un elemento dissipativo...

A questo punto mi chiedo:

se invece di lavorare in modo continuo, lavoro in modo DISCONTINUO, cioè lasciando azzerare la corrente e lasciandola a "zero" per un certo tempo (chiamo tempo morto, dead time), dovrei riuscire a superare il rischio di un divergere della corrente all'aumentare della V_{in} o al diminuire della V_{LED} , almeno entro certi limiti dovuti alle tolleranze e piccole variazioni delle tensioni (V_{in} e V_{led}).

Questo perché il "tempo morto" viene utilizzato come tempo di sicurezza che permetta alla corrente di partire sempre da valore nullo anche se la V_{in} salisse o la V_{led} scendesse. Sostanzialmente quello che voglio fare è cercare di lavorare SEMPRE in condizioni di funzionamento discontinuo. Questo funzionamento porterà però ad avere picchi di corrente triangolari più alti... Quindi correnti RMS maggiori per dimensionamento MOS, Induttanza ecc....

E' ovvio che se lavoro sempre a duty fisso, poi non regolo più alla corrente voluta, ma almeno evito il peggio. Nella seguente trattazione faccio riferimento a forme d'onda e diciture secondo questa immagine:



dueB.JPG

Regola di progetto (considero sempre di lasciare fisso il valore di induttanza, quella che ho nel cassetto... mentre posso variare la freq duty). Dovendo introdurre un

“tempo morto” necessariamente il valore di picco che subisce l’induttanza aumenta. Allora impongo un valore massimo permesso (ILmax).

Dimensiono il BUCK come se tutto fosse IDEALE (Vin, VLED fissate e costanti) e lo dimensiono per lavorare al limite tra funzionamento continuo e discontinuo.

ATTENZIONE: Lavorare al limite del funzionamento continuo/discontinuo significa che la corrente media massima che possiamo ottenere è LA META' del valore di picco. Ovvero, se impongo una corrente massima nell'induttore di 0.8A al massimo la corrente media che posso ottenere è 0.4A, non di più perchè dovrei allora passare in modalità continua (che non voglio in questo caso).

Nel momento in cui io invece decido di andare in modalità discontinua "pesante", la corrente media che posso ottenere scende ancora di più.

A questo punto, conoscendo Vin, Vled e ILmax, trovo ton dalla legge:

$$I_{L_{\max}} = \frac{V_{in} - V_{LED}}{L} \cdot t_{on}$$

Poi calcolo il duty cycle di lavoro (sempre come se fossi al limite tra DCM e CCM, dove la legge è ancora valida):

$$\delta = \frac{V_{LED}}{V_{in}}$$

In verità sarebbe meglio dire che, una volta imposto il valore massimo di corrente che accetto nell’induttanza, il tempo di Toff viene calcolato partendo da questo valore e considerando la tensione chesi becca l’induttanza in questa seconda fase Cioè:

$$I_{L_{\max}} = \frac{V_{led}}{L} t_{off}$$

Ovviamente se Vled è la metà di Vin, ton = toff.

A questo punto devo aggiungere il tempo morto in modo che ton + toff + tdead= periodo

Calcolo periodo necessario per avere in uscita la corrente media voluta (area triangolo diviso periodo):

$$\frac{(t_{on} + t_{off}) \cdot I_{L_{\max}}}{2} \cdot \frac{1}{T} = I_{LEDvoluta}$$

Trovato il periodo T, trovo $T_{dead} = T \cdot (T_{on} + T_{off})$. A questo punto ho tutti i dati per impostare la frequenza di uscita per il pilotaggio switch.

Siamo alla fine.

Con i valori ottenuti succede che se tutte le variabili sono fisse (V_{in} , V_{led} , L, freq) ottengo una corrente triangolare nel led di ampiezza max I_{ledmax} e di valor medio I_{led} (voluti).

Casi possibili:

-La V_{in} scende o V_f led sale ... I_{led} media scende

-La V_{in} sale o V_f led scende ... I_{led} aumenta MA NON DIVERGE fintanto che è presente un tempo morto (cioè finché rimango in modalità discontinua).

Rimarrebbe solo da capire quali sono i limiti di aumento di V_{in} e diminuzione di V_{led} per passare in modalità continua...

Esempio pratico:

- $V_{in} = 12\text{ V}$
- $V_{led} = 3\text{ V}$
- Induttanza a disposizione: 100 μH , 1A
- I_{led} voluta = 350 mA medi

$$0.8 = \frac{6}{100\mu\text{H}} \cdot t_{on}$$

$$t_{on} = 13.3\text{ us}$$

$$\delta = \frac{6}{12} = 50\%$$

$$T_{off} = 13.3\text{ us}$$

$$\text{Calcolo periodo da: } \frac{(13.3\mu\text{s} + 13.3\mu\text{s}) \cdot 0.8}{2} = \frac{1}{T} = 0.35$$

$$\text{Da cui } T = 30.4\text{ us}$$

$$\text{E quindi freq switching} = 32.8\text{ kHz}$$

$$\text{Tempo morto: } 3.8\text{ us}$$

Conclusione

Con questa seconda parte del documento si è cercato di migliorare, seppure con alcuni rovesci della medaglia, il pilotaggio di due led di potenza con un semplice generatore di onda quadra (micro o NE555 o addirittura oscillatore a NOT con ton e toff diversi usando diodi).

Rimane il fatto che la soluzione più elegante, sicura e di migliore prestazione, è aggiungere un anello per il controllo della corrente. Ma questa soluzione complica notevolmente il lavoro.

Questa soluzione si presta dove serve un basso costo, semplicità di utilizzo ma dove non è richiesta precisione nella regolazione della corrente.

Faccio notare inoltre che la corrente nel led ha una forma triangolare con picchi che possono essere anche più del doppio della nominale (dipende da V_{in} , V_{led} e numero di led).

Parte I

parte III

Estratto da "<http://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Ste75:analisi-buck-invertito-per-pilotaggio-led-parte-ii>"