



Convertitori DC/DC

Per poter meglio comprendere le moderne circuitazioni e soluzioni nei TVC costruiti negli ultimi anni è indispensabile tenere conto del comportamento di circuiti semplici ai quali tutti gli stadi Power Supply fanno capo.

Vediamo cosa deve sempre ricordare un tecnico durante lo studio o la semplice consultazione di uno schema elettrico impiegante un converter DC/DC

a cura di Flavio Criseo

Si definisce Converter DC/DC un dispositivo elettronico che, a partire da una tensione continua nel tempo (a meno di fisiologiche componenti alternate se questa è stata generata dalla tensione di rete), produce una tensione anch'essa continua ma in modo controllato.

La conversione può essere semplice o multipla; ad esempio alcuni induttori presenti nella rete possono essere accoppiati elettromagneticamente e, in tal caso, abbiamo i trasformatori; spesso gli induttori accoppiati possono essere più di uno.

Il principio di conversione di un Converter DC/DC si basa sulla generazione di una oscillazione che, pilotando un semplice interruttore, crea la presenza di un flusso di corrente su una rete LC.

Sfruttando le caratteristiche reattive dei Condensatori e degli Induttori, quando questi sono sottoposti a variazioni di corrente/tensione repentina, è possibile avere poca dissipazione a parità di risultato.

Con l'uso di un Converter si possono ottenere una dissipazione limitata e dei trasformatori e/o induttori di dimensioni molto ridotte rispetto ad un alimentatore lineare (si pensi alle dimensioni dei trasformatori negli alimentatori usati per gli amplificatori di potenza).

Le parti che lo compongono

Ricordando lo schema di Fig. 8 visibile nell'articolo del TVC Philips con telaio L6-1AA presente nelle pagine XXXX di questo numero, possiamo dire che, in un TVC, un

Converter DC/DC è formato dalle seguenti parti:

- Stadio di energia continua (spesso chiamata Vc.c. se destinata a polarizzare componenti BJT ma talvolta chiamata Vdd se destinata a polarizzare semiconduttori MOS).
- Sezione di filtro rete (è bene filtrare le oscillazioni generate dall'alimentatore in uscita perché possono disturbare apparecchi nelle vicinanze).
- Stadio di comando oscillante (si definisce tale qualsiasi stadio avente punto di lavoro instabile) responsabile del pilotaggio dell'interruttore elettronico.
- Stadio d'uscita e tensioni da esso generate (nel caso del Philips L6-1AA sopra citato abbiamo la presenza di un solo secondario e di un avvolgimento primario composto).
- Circuito di Retroazione (a riguardo, le soluzioni elettroniche sono molteplici non a caso l'Ingegnere progettista può decidere a

suo piacere cosa e come fare, tenendo conto delle esigenze richieste, costi, dimensioni, e altro ancora).

- Protezione e innesco iniziale.

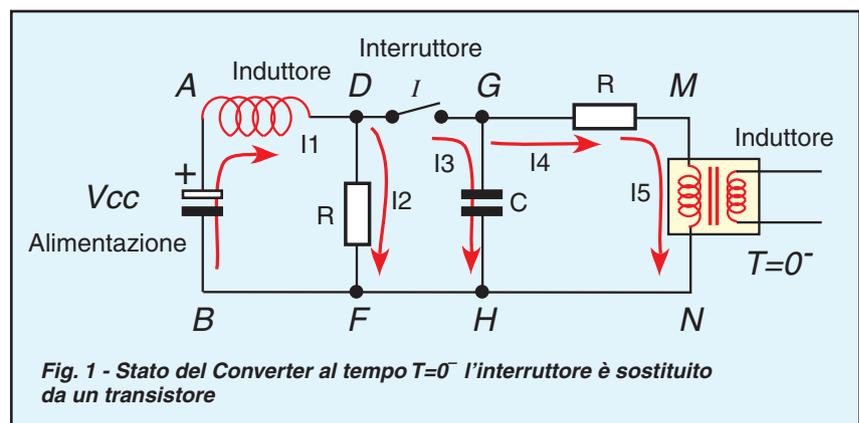
Vediamo in dettaglio come si deve ragionare di fronte ad uno stadio Switch Mode

Gli istanti fondamentali che devono essere presi in esame sono tre:

1. Tempo $t = 0^-$
2. Tempo $t = 0^+$
3. Tempo stazionario $t = \bullet$

I tempi indicati sottolineano che cosa avviene in un brevissimo istante prima (Tempo $t = 0^-$) e dopo (Tempo $t = 0^+$) la chiusura di un interruttore elettrico e cosa succede nelle maglie elettriche molto tempo dopo la chiusura dello stesso.

I componenti che risentono, in special modo, degli istanti $t = 0^-$ e $t = 0^+$ sono gli induttori e i condensatori.



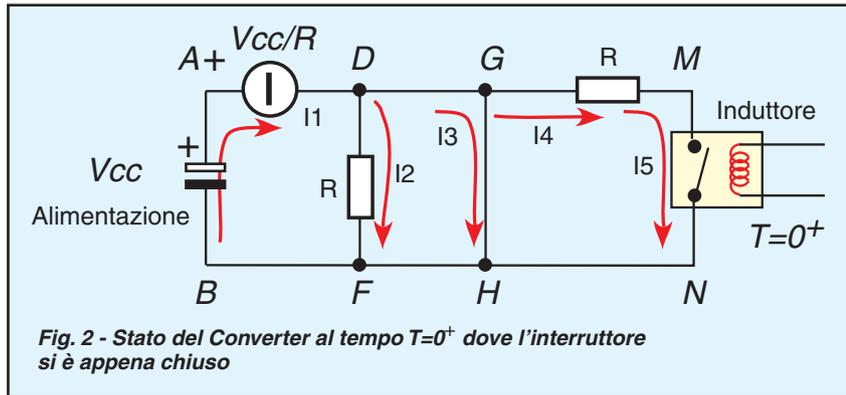


Fig. 2 - Stato del Converter al tempo $T=0^+$ dove l'interruttore si è appena chiuso

Induttori

Un induttore sollecitato da una variazione repentina della corrente che vi fluisce al suo interno si oppone ad essa reagendo in modo più o meno accentuato a seconda della frequenza di variazione. Più la frequenza adesso applicata è lontana dalla sua frequenza di risonanza maggiore sarà il suo effetto reattivo, viceversa, più la frequenza si avvicina alla sua pulsazione di risonanza minore sarà il suo effetto opponente alla variazione stessa.

Guardiamo la Fig. 1: volutamente abbiamo preso in esame la rete elettrica raffigurata perché sono visibili due induttori e precisamente uno a destra (avente un nucleo ferromagnetico) e uno a sinistra idealmente avvolto in aria (ovvero su un rocchetto senza nucleo interno).

Immaginiamo di trovarci nell'istante di tempo $t = 0^-$: l'interruttore al centro della maglia è aperto quindi sulla maglia destra del circuito non possono fluire correnti mentre, nella maglia sinistra, la batteria V_{cc} fa scorrere la corrente I_1 nel resistore R nel senso indicato in figura.

In questo istante, l'induttore non esercita alcuna funzione perché, trovandoci in regime stazionario, il verso della corrente è sempre lo stesso quindi, possiamo immaginarlo come un corto-circuito (si pensi idealmente di tracciare un filo diretto tra il punto A e il punto D) percorso dalla stessa corrente che attraversa la R .

Osservando la Fig. 2 si nota come all'istante $t = 0^+$ l'interruttore è chiuso istantaneamente, per la continuità delle energie accumulate, il circuito si pone nello stato visibile in figura.

L'induttore di sinistra è diventato

un generatore di corrente I_1 mentre l'induttore a destra reagisce opponendosi alla variazione repentina di potenziale ai suoi capi.

Condensatori

Ritornando alla Fig. 1 si noti come il condensatore C era scarico perché, per l'equilibrio della maglia, la corrente è nulla quindi non c'è differenza di potenziale ai capi di alcun componente.

Quando si chiude istantaneamente l'interruttore (Fig. 2) il condensatore si comporta inizialmente come un cortocircuito, facendo fluire tutta la corrente I_3 attraverso le sue armature: si veda il ramo G-H.

La corrente che passa dall'interruttore chiuso fluisce tutta attraverso C anche perché l'induttore di destra reagisce alla variazione, comportandosi come detto prima.

Se l'interruttore rimanesse per un tempo molto lungo nella posizione di Fig. 2 avremmo lo stato elettrico raffigurato in Fig. 3.

È importante notare come al tempo $t = \infty$ gli induttori scompaiono e

il condensatore, oramai carico, smetta di far fluire corrente nelle sue armature. In questa condizione ci troviamo in presenza di un circuito con due resistori in parallelo alla batteria V_{cc} pertanto la corrente da essa erogata è data da

$$I = \frac{V_{cc}}{R_p}$$

dove con la R_p indichiamo il parallelo dei resistori ovvero

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

e, se i resistori sono uguali,

$$R_p = \frac{R}{2}$$

Converter DC/DC

In un converter DC/DC l'interruttore I raffigurato nelle tre figure proposte è sostituito da un transistor bipolare oppure MOS che, pilotato ad una frequenza elevata, crea le condizioni di funzionamento negli istanti $t = 0^-$ e $t = 0^+$ sopra citati.

Ammettiamo quindi di trovarci al tempo $t = 0^-$ (non c'è corrente nella bobina a destra): quando si chiude il MOS (come avviene nel TVC Philips L6-1AA) l'induttore a destra in Fig. 2 si oppone al passaggio della corrente e, quindi, ai suoi capi, viene a crearsi una differenza di potenziale che, all'istante rappresentato in Fig. 1 (quando il MOS si riapre), va a caricare un eventuale condensatore posto in serie allo stesso induttore.

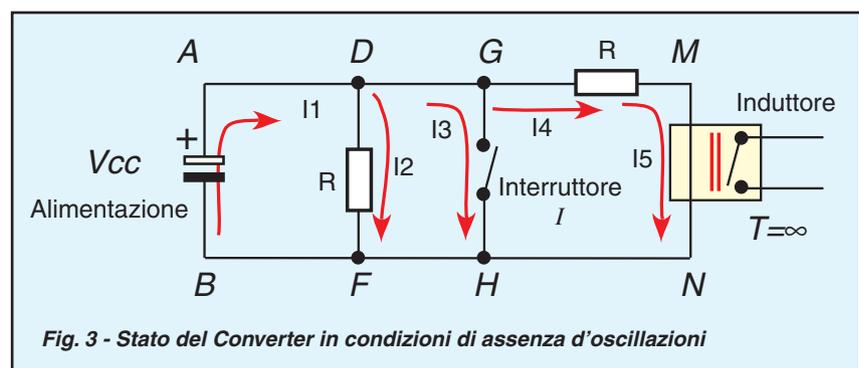


Fig. 3 - Stato del Converter in condizioni di assenza d'oscillazioni

La chiusura e l'apertura veloce dell'interruttore carica e scarica il condensatore C che riesce a scaricarsi completamente se i tempi di apertura e chiusura del MOS sono commisurati a permetterne la scarica.

Il condensatore C può elevare la tensione sul ramo G-H se le sue armature sono caricate ad un certo potenziale V (G-H) al tempo $t = 0^+$.

Se il potenziale ai capi del condensatore C è meno elevato di quello creatosi ai capi dell'induttore del ramo M-N, quest'ultimo lo carica al tempo $t = 0^-$.

Si veda la Fig. 2: nel caso in cui l'induttore del ramo M-N sia un trasformatore.

Nello schema dell'alimentatore del Philips L6-1AA di Fig. 8 proposto nelle pag. XXXX l'avvolgimento secondario del trasformatore è quello relativo alla bobina L5-6; al tempo $t = 0^+$ abbiamo un potenziale sul primario pari a V (M-N) (potenziale ai capi della bobina L2-3 nel telaio considerato) e nessuna tensione al secondario, mentre al tempo $t = 0^-$ abbiamo tensione al secondario e nessuna tensione al primario.

Tutti i Converter fanno capo a questo principio.

Si noti che in alcuni alimentatori (come in quello impiegato nel Philips L6 e proposto in questo numero di Cinescopio), il condensatore posto in serie alla bobina principale comandata dal MOS è caricato sempre con la stessa logica. Quando il MOS è interdetto la bobina principale si scarica mentre essa si carica quando il MOS è acceso.

Agendo quindi sui tempi d'apertura e chiusura dell'interruttore elettronico è possibile caricare più o meno il condensatore C creando la tensione desiderata ai suoi capi.

Sottolineiamo inoltre che la presenza della tensione secondaria sul trasformatore a destra nella Fig. 1 persiste proporzionalmente al tempo di apertura e chiusura dello Switching.

Se al primario abbiamo una tensione impulsiva, avremo una tensione impulsiva sul secondario (nel telaio L6-1AA, guardando lo stadio orizzontale, questa tensione serve per interdire il TRC durante il ritorno di traccia). □