

Convertitore Invertente

Per ottenere una tensione continua negativa in valore assoluto superiore o inferiore a quella disponibile si può usare un circuito a commutazione.

La tensione continua viene trasformata in un treno di impulsi rettangolari.

Variando il Duty Cycle della forma d'onda in ingresso si varia la tensione in uscita.

Teoricamente la trasformazione avrebbe rendimento pari a 1, poiché il transistor che si occupa di ottenere impulsi rettangolari da una tensione continua non dissipa alcuna potenza funzionando come un interruttore aperto o chiuso.

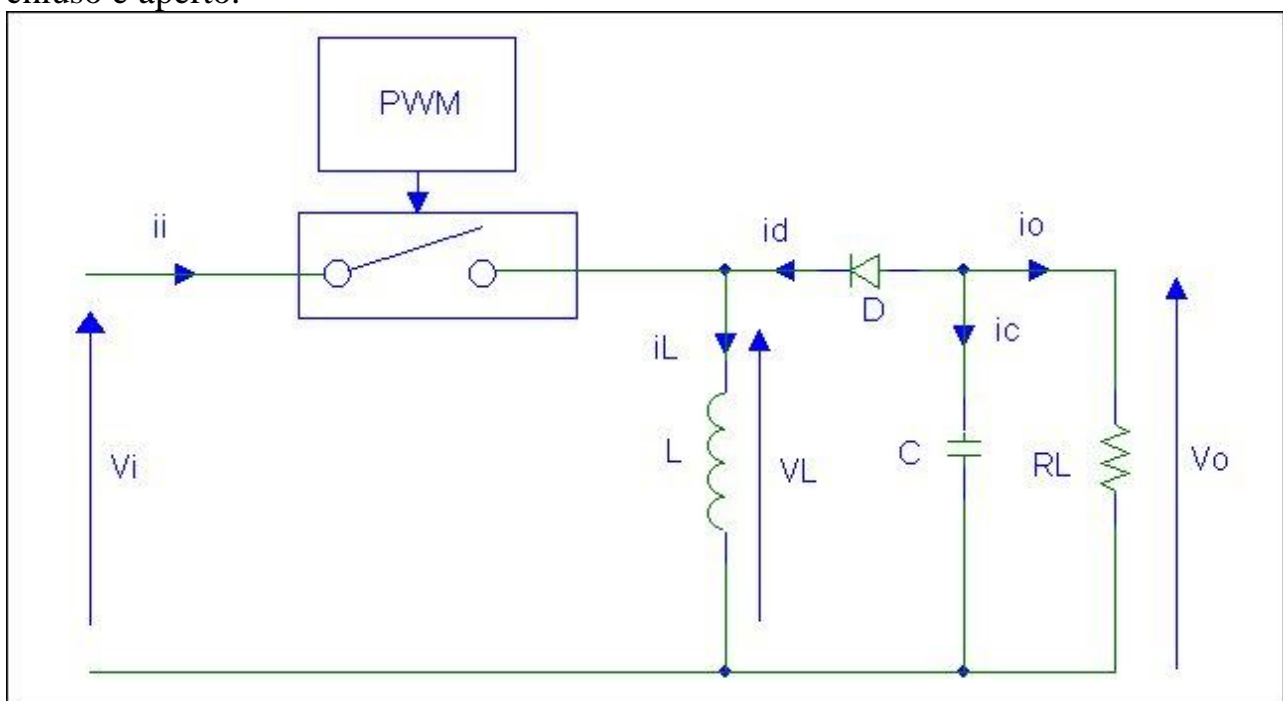
Naturalmente ciò non è vero a causa della resistenza non nulla offerta dal dispositivo quando è in conduzione (ON) e dai tempi di commutazione non nulli quando passa da On a Off e viceversa. I rendimenti che si ottengono sono comunque piuttosto alti, tali da permettere l'uso di dissipatori di dimensione molto ridotte o talvolta il funzionamento senza dissipatore.

Il convertitore invertente è un circuito a commutazione e si usa per ottenere una tensione negativa in valore assoluto maggiore o minore di quella in ingresso eventualmente regolabile e stabilizzabile agendo sul Duty Cycle.

Quando l'interruttore è chiuso (ON) la corrente nell'induttore aumenta linearmente nel tempo poiché l'induttore risulta collegato alla batteria V_i , il diodo D non è conduttore e il condensatore in parallelo al carico si scarica su questo, quando l'interruttore si apre l'induttore tende a mantenere il flusso di corrente generando una tensione V_L di senso opposto a quella segnata in figura (quindi negativa).

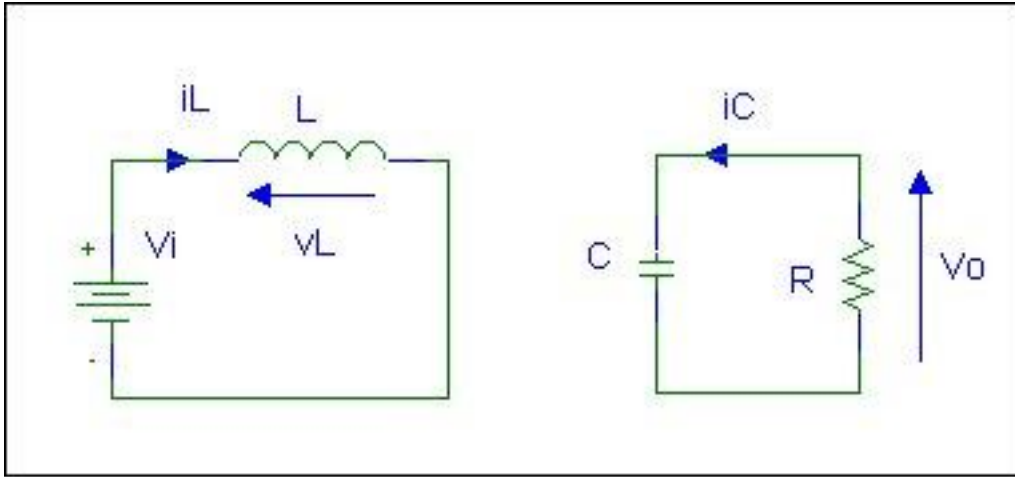
Il diodo D diventa conduttore e la tensione sul carico risulta negativa.

Il valore della tensione sul carico e della corrente nell'induttore è ovviamente legato oltre che ai valori dei componenti ai tempi t_{ON} e t_{OFF} in cui l'interruttore rimane chiuso e aperto.



L'interruttore è in realtà un transistor comandato con onda rettangolare e funziona in saturazione/interdizione. La frequenza di commutazione viene scelta di solito tra i 10 kHz e i 100 kHz o più.

Il circuito con l'interruttore chiuso (ON) è:



$$R = R_L$$

Per il circuito di cui sopra si possono scrivere le equazioni differenziali:

$$di_L = \frac{V_i}{L} * dt$$

$$i_c = C * \frac{dv_o}{dt} = - \frac{v_o}{R}$$

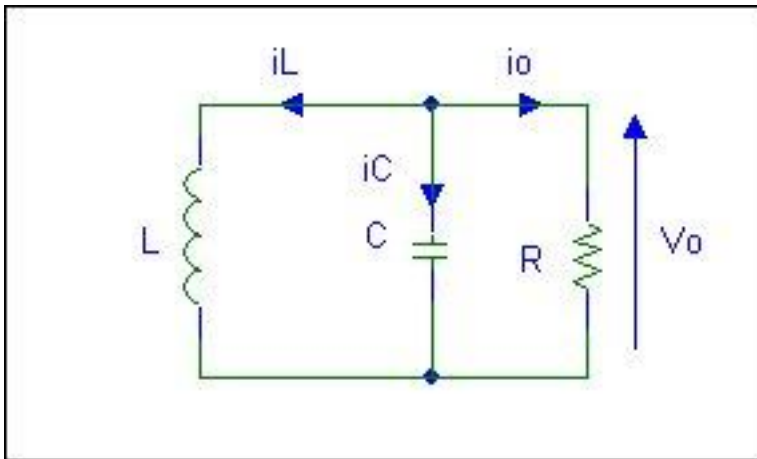
e passando alle differenze finite:

$$i_L(i+1) = i_L(i) + V_i * dt / L$$

$$v_o(i+1) = v_o(i) - v_o(i) * dt / R * C$$

$$i_d(i) = 0$$

Con l'interruttore aperto (OFF) il circuito diventa:



$$R = R_L$$

Per il circuito con S=Off posso scrivere:

$$di_L(t) = \frac{v_o(t)}{L} * dt$$

$$v_o(t) = -R * (i_L(t) + C * \frac{dv_o(t)}{dt})$$

e passando alle differenze finite:

$$i_L(i+1) = i_L(i) + v_o(i) * dt / L$$

$$V_o(i+1) = V_o(i) - i_L(i) * dt / C - v_o(i) * dt / R * C$$

$$dt = (1/f) / N$$

N è il numero dei campioni, ripetendo i calcoli NI volte con NI = 5000, si ottengono soluzioni abbastanza approssimate.

Il periodo è suddiviso in 2 parti: da 0 a D*N e da D*N+1 a N.

Dove D è il Duty Cycle del comando dell'interruttore.

Il primo semiperiodo è composto da D*N campioni, il primo campione del secondo semiperiodo è il campione D*N + 1.

Il primo campione del secondo semiperiodo avrà lo stesso valore dell'ultimo campione del primo semiperiodo (valore iniziale):

$$i_L(D*N + 1) = i_L(D*N)$$

$$i_C(D*N + 1) = i_C(D*N)$$

$$V_O(D*N + 1) = V_O(D*N)$$

$$i_d(D*N + 1) = i_d(D*N)$$

Essendo la forma d'onda periodica, l'ultimo campione del secondo semiperiodo avrà lo stesso valore del primo campione del primo semiperiodo:

$$i_L(1) = i_L(N)$$

$$i_C(1) = i_C(N)$$

$$V_O(1) = V_O(N)$$

$$i_d(1) = i_d(N)$$

Per visualizzare un certo numero di periodi (Np) i campioni ottenuti vengono riproposti nel grafico Np volte.

Esempio:

Vi = 15 V ; Vo = -25 V Io = 0,1 A ; Delta ILm/ Io = 0.4 ;

Delta Vo = 60 mV; f = 11 kHz

Inserisco i dati nel “ Progetto “ trovo: L = 7,99 mH ; C = 94,7 uF

Poiché dispongo di una L = 100 mH e C = 220 uF (volendo esagerare) , inserisco i nuovi dati nelle caselle relative alla “ verifica “ e trovo:

Vo = - 25 V ; Delta Vo = 25,9 mV ; la corrente nell'induttore non si annulla mai e il circuito funziona bene.