

**Prova Scritta di  
ELETTRONICA INDUSTRIALE del 15/9/2004  
(Gaio-Tenti)**

Dato il convertitore flyback di figura, con le seguenti specifiche:

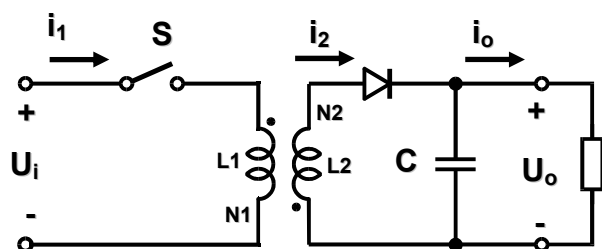
Tensione d'ingresso:  $U_i = 48 \text{ V} \pm 20\%$

Tensione d'uscita  $U_o = 5 \text{ V}$

Corrente d'uscita  $I_o = 0 \div 1 \text{ A}$

Frequenza di switching:  $f_s = 100 \text{ kHz}$

Massima ondulazione della tensione d'uscita  $\frac{\Delta U_o}{U_o} \leq 5\%$



$$n = \frac{N_1}{N_2}$$

Si chiede:

- di scegliere i parametri  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $n$  in modo da garantire il funzionamento limite (CCM/DCM) in corrispondenza al seguente punto di dimensionamento:  
 $U_i = U_{i\min}$ ,  $I_o = I_{o\max}$ ,  $\delta = 0.5$ ;
- di dimensionare  $C$  in modo da soddisfare la condizione sull'ondulazione massima  $\Delta U_o$  in condizioni statiche e dinamiche in corrispondenza del punto di dimensionamento;
- di calcolare gli stress di corrente nell'interruttore ( $\hat{I}_s, \bar{I}_s, I_{srms}$ ) e nel diodo ( $\hat{I}_D, \bar{I}_D$ ) in corrispondenza del punto di dimensionamento;
- di calcolare i massimi stress di tensione sull'interruttore e sul diodo.

**Note:**

- L'elaborato deve avere la forma di una sintetica relazione di progetto.
- Le variabili utilizzate per i calcoli debbono essere chiaramente indicate nello schema e, ove necessario, se ne deve indicare la convenzione di segno.
- Su ogni foglio deve essere indicato il nome dell'allievo
- Completare e consegnare il presente foglio con le indicazioni sottostanti:

**ALLIEVO/A: Cognome:**

**Nome:**

**Matricola:**

**Dichiaro di:**

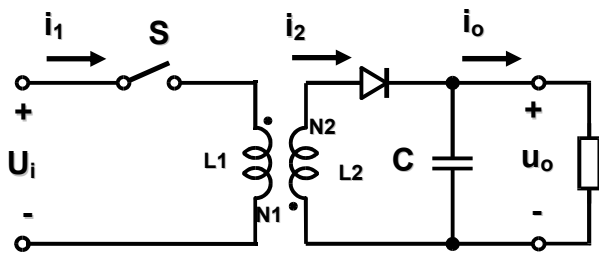
aver superato tutti gli esami necessari per accedere a questa prova di esame, oppure:

prevedo di superare tutti gli esami necessari entro la presente sessione

**Firma**

---

## Soluzione



$$n = \frac{N_1}{N_2}$$

$$U_i = 38.4 \pm 57.6 \text{ V}$$

Al limite CCM/DCM, nel punto di lavoro indicato per il dimensionamento, valgono le seguenti relazioni:

$$\frac{U_o}{U_{i\min}} = \frac{N_2}{N_1} \frac{\delta}{(1-\delta)} = \frac{1}{n} \frac{0.5}{(1-0.5)} \Rightarrow n = \frac{U_{i\min}}{U_o} = 7.68$$

$$I_o = \frac{\hat{I}_2 \cdot t_{\text{off}}}{2 \cdot T_s} = \frac{N_1 \hat{I}_1 \cdot t_{\text{off}}}{N_2 2 \cdot T_s} = n \cdot \frac{U_i \cdot t_{\text{on}} \cdot t_{\text{off}}}{L_1 \cdot 2 \cdot T_s} = n \cdot \frac{U_i}{f_s \cdot L_1} \frac{\delta \cdot (1-\delta)}{2}$$

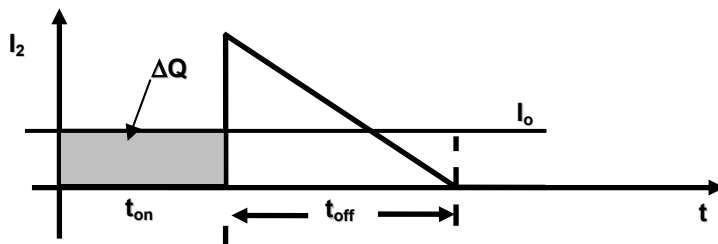
da cui si ricava:

$$L_1 = n \cdot \frac{U_i}{f_s \cdot I_o} \frac{\delta \cdot (1-\delta)}{2} = \frac{7.68 \cdot 38.4 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{10^5 \cdot 1 \cdot 2} \cong 370 \mu\text{H}$$

$$L_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot L_1 = \frac{L_1}{n^2} \cong 6.3 \mu\text{H}$$

b)

Verifica dell'ondulazione di tensione in condizioni statiche:



$$\Delta Q = I_o \cdot T_{\text{on}} = 1 \cdot 5 \cdot 10^{-6}$$

$$\Delta U_o = \frac{\Delta Q}{C} \Rightarrow C \geq \frac{\Delta Q}{\Delta U_o} = \frac{5 \cdot 10^{-6}}{0.25} = 20 \mu\text{F}$$

Verifica dell'ondulazione di tensione in condizioni dinamiche; si considera il caso limite di distacco di carico:

$$I_0 = \frac{\hat{I}_2 \cdot t_{off}}{2 \cdot T_s} \quad \Rightarrow \quad \hat{I}_2 = \frac{2 \cdot I_0}{(1 - \delta_{max})} = \frac{2}{0.5} \cong 4A$$

$$C \geq \frac{\frac{1}{2} \cdot L_2 \cdot \hat{I}_2^2}{U_o \cdot \Delta U_o} \cong \frac{\frac{1}{2} \cdot 6.3 \cdot 10^{-6} \cdot 16}{5 \cdot 0.25} \cong 40 \mu F \quad \text{Si sceglie questo valore per il dimensionamento}$$

c)

Stress di corrente nell'interruttore

$$\hat{I}_s = \frac{U_i \cdot t_{on}}{L_1} = \frac{38.4 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{370 \cdot 10^{-6}} = 0.52A$$

$$\bar{I}_s = \frac{U_o \cdot I_o}{U_i} = \frac{5 \cdot 1}{38.4} = 0.13A$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T_s} \int_0^{t_{on}} \left(\frac{U_i t}{L}\right)^2 \cdot dt} = \frac{U_i}{L_1} \sqrt{\frac{1}{T_s} \int_0^{t_{on}} (t)^2 \cdot dt} = \frac{U_i}{L_1} \sqrt{\frac{t_{on}^3}{3T_s}} = \frac{U_i \cdot t_{on}}{L_1} \sqrt{\frac{\delta}{3}} = \frac{38.4 \cdot 5 \cdot 10^{-6}}{370 \cdot 10^{-6}} \sqrt{\frac{0.5}{3}} \cong 0.21A$$

Nel diodo:

$$\hat{I}_D = \hat{I}_2 = 4A$$

$$\bar{I}_D = I_o = 1A$$

d)

Massima tensione ai capi dell'interruttore:

$$\hat{U}_S = U_{i \max} + n \cdot U_o = 57.6 + 7.68 \cdot 5 \cong 96V$$

$$\hat{U}_D = \frac{U_{i \max}}{n} + U_o = 5 + \frac{57.6}{7.68} \cong 12.5V$$