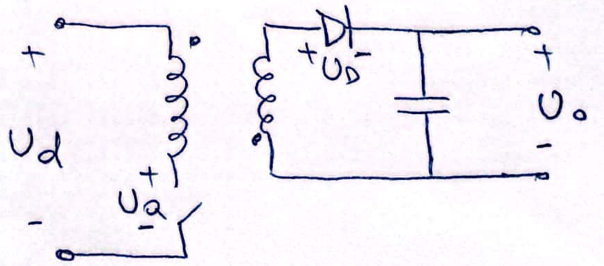
Examen de Electrónica de Potencia - Julio 2024 

Solución Problema 2




$f = 100kHz \quad L_P = 180\mu H$

$U_d = 220 \pm 20\%$ $\quad U_o = 48V$

$U_D = 1V \quad U_{Qmáx} = 0{,}8 \cdot 800 = 640V$

$T_{jmáx} = 0{,}8 \cdot 150 = 120°C \quad T_a = 40°C$

a) $n_P/n_S$?

$U_Q = U_d + \frac{n_P}{n_S} U'_o$, $\quad U'_o = U_o + U_D$ $\Rightarrow U_{Qmáx} = U_{d\,máx} + \frac{n_P}{n_S}(U_o + U_D)$

$$\frac{n_P}{n_S} = \frac{U_{Qmáx} - U_{dmáx}}{U_o + U_D} = \frac{640 - 1{,}2 \cdot 220}{49} = 7{,}67$$

$$\boxed{\frac{n_P}{n_S} = 7{,}67}$$

b) $\delta_{máx}$

Para que el convertidor trabaje siempre en MCD ⇒ para $U_{d\,mín}$ y carga máxima debe estar en el L.C.C. ⇒ allí vale la transferencia en MCD:

$$\frac{U'_o}{U_{d\,mín}} = \frac{n_S}{n_P} \cdot \frac{\delta_{máx}}{1 - \delta_{máx}} \Rightarrow \delta_{máx} = \frac{\frac{n_P}{n_S}\frac{U'_o}{U_{d\,mín}}}{1 + \frac{n_P}{n_S}\frac{U'_o}{U_{d\,mín}}} = \frac{\frac{7{,}67 \cdot 49}{0{,}8 \cdot 220}}{1 + \frac{7{,}67 \cdot 49}{0{,}8 \cdot 220}}$$

$$\Rightarrow \boxed{\delta_{máx} = 0{,}681}$$

c) Potencia máxima a la salida ⇒ del lado del primario, está asociada a $\hat{I}_P$

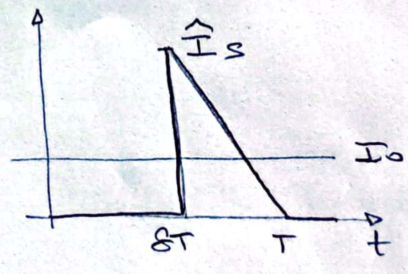
$\hat{I}_{Pmáx}$ ⇒ para $\delta_{máx}$ y $U_{d\,mín}$.

$P_{in} = P_o + P_D \Rightarrow P_{o\,máx} = P_{in\,máx} - P_{D\,máx}$

$$P_{in\,máx} = \frac{1}{2} L_P \cdot \hat{I}_{Pmáx}^2 \cdot f$$

$$\hat{I}_{Pmáx} = \frac{U_{d\,mín}}{L_P \cdot f} \cdot \delta_{máx} = \frac{0{,}8 \cdot 220 \cdot 0{,}681}{180\times10^{-6} \cdot 100\times10^3} = 6{,}67A$$

$$P_{in\,máx} = \frac{1}{2} 180\times10^{-6} \cdot 6{,}67^2 \cdot 100\times10^3 = 400{,}4W$$




$P_{D\,máx} = U_D \cdot I_{o\,máx}$

$$I_o = \frac{1}{T}\frac{1}{2}(1-\delta_{máx})T \cdot \hat{I}_S = \frac{\hat{I}_S(1-\delta_{máx})}{2}$$

$$n_P \cdot \hat{I}_P = n_S \hat{I}_S \Rightarrow \hat{I}_S = \frac{n_P}{n_S} \cdot \hat{I}_P = 7{,}67 \cdot 6{,}67 = 51{,}2A$$

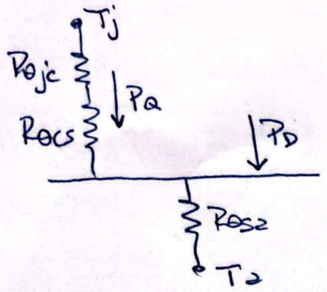
$$I_o = \frac{51{,}2(1 - 0{,}681)}{2} = 8{,}17A$$

Solución Problema 2 - cont.

$P_{Dmáx} = 1 \cdot 8,17 = 8,17 W$

$\Rightarrow P_{Omáx} = 400,4 - 8,17 = 392,23 W$

d)




$R_{\theta jc} = 0,65\,°C/W$

$R_{\theta cs} = 0,24\,°C/W$

$R_{DS(on)} = 1,2 \cdot 2,2 = 2,64\,\Omega$

$t_f = 39\,ns$

$$T_j - T_a = P_Q(R_{\theta jc}+R_{\theta cs}) + (P_Q+P_D)R_{\theta sa} \Rightarrow R_{\theta sa} = \frac{T_j - T_a - P_Q(R_{\theta jc}+R_{\theta cs})}{P_Q+P_D}$$

Se debe determinar $P_{Q máx}$ ← se da para $P_{Omáx}$

$P_Q = P_{on} + P_{cond} + P_{off}$

- $P_{on} = 0$ MCD.
- $P_{cond} = R_{DS(on)} \cdot I_{Qeff}^2$
- $P_{off} = \frac{1}{2} U_Q I_Q \cdot t_f \cdot f \rightarrow U_Q = U_d + \frac{n_p}{n_s} U'_o$

$$I_{Qeff}^2 = \frac{1}{T}\int_0^{\delta T} \frac{\hat{I}_P^2}{\delta^2 T^2}\theta^2 d\theta = \frac{1}{T}\frac{\hat{I}_P^2 \delta^3 T^3}{3\delta^2 T^2} = \frac{\hat{I}_P^2 \delta}{3}$$

$$P_Q = R_{DS(on)} \cdot \frac{\hat{I}_P^2 \cdot \delta}{3} + \frac{1}{2} U_d \cdot \hat{I}_P \cdot t_f \cdot f + \frac{1}{2}\frac{n_p}{n_s} U'_o \cdot \hat{I}_P \cdot t_f \cdot f \rightarrow \hat{I}_P = \frac{U_d\,\delta}{L_P f} \Rightarrow \delta = \frac{L_P \hat{I}_P f}{U_d}$$

$$\Rightarrow P_Q = R_{DS(on)} \frac{\hat{I}_P^3 L_P f}{3U_d} + \frac{1}{2} U_d \cdot \hat{I}_P t_f \cdot f + \frac{1}{2}\frac{n_p}{n_s} U'_o \hat{I}_P \cdot t_f f = \frac{A}{U_d} + B \cdot U_d + C$$

⇒ el máximo de $P_Q$ se dará para $U_{dmin}$ o $U_{dmáx}$ pero no en los valores de $U_d$ intermedios

$$P_{Q1}\,(U_{dmin}) = \frac{2,64 \cdot 6,67^3 \cdot 180\times10^{-6} \cdot 100\times10^3}{3 \cdot 0,8 \cdot 220} + \frac{0,8 \cdot 220 \cdot 6,67 \cdot 39\times10^{-9} \cdot 100\times10^3}{2} +$$

$$+ \frac{7,67 \cdot 49 \cdot 6,67 \cdot 39\times10^{-9} \cdot 100\times10^3}{2} = 26,7 + 2,29 + 4,89 = 33,8 W$$

$P_{Q\,Udmáx} = 17,8 + 3,44 + 4,89 = 26,13 W$

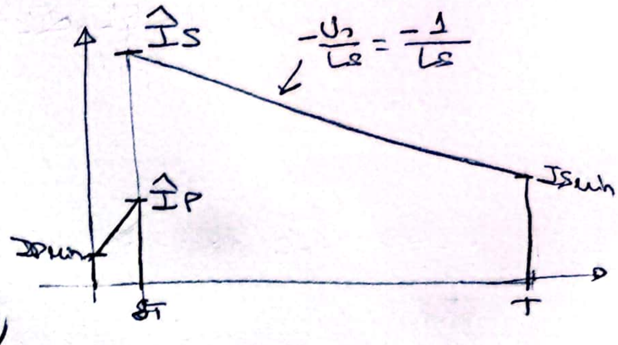
⇒ $P_Q$ es máxima, a carga máxima, con $U_d = U_{dmin}$.

$$R_{\theta sa} = \frac{120 - 40 - 33,8(0,65+0,24)}{33,8 + 8,17} \Rightarrow R_{\theta sa} = 1,19\,°C/W$$

e) En cortocircuito $U_o = 1V$.

Asumo que el convertidor pasa a trabajar en MCC.

Ahora $$\delta = \frac{\frac{7{,}67 \cdot 1}{1{,}2 \cdot 220}}{1 + \frac{7{,}67 \cdot 1}{1{,}2 \cdot 220}} = 0{,}028$$




$\hat{I}_P = 7{,}8A \Rightarrow \hat{I}_S = 7{,}8 \cdot 7{,}67 = 59{,}83A$

$$I_{Pmin} = \hat{I}_P - \frac{U_d}{L_P} \cdot \delta T$$

MCC (OK)

$$I_{Pmin} = 7{,}8 - \frac{1{,}2 \cdot 220 \cdot 0{,}028}{180\times10^{-6} \cdot 100\times10^{3}} \Rightarrow I_{Pmin} = 7{,}39 \Rightarrow I_{Smin} = \frac{n_P}{n_S} I_{Pmin} = 56{,}68A$$

$$I_o = \frac{1}{T}\frac{1}{2}(\hat{I}_S + I_{Smin})(1-\delta)T = \frac{(\hat{I}_S + I_{Smin})(1-\delta)}{2} = \frac{(59{,}83+56{,}68)(1-0{,}028)}{2}$$

$I_o = 56{,}6$ A