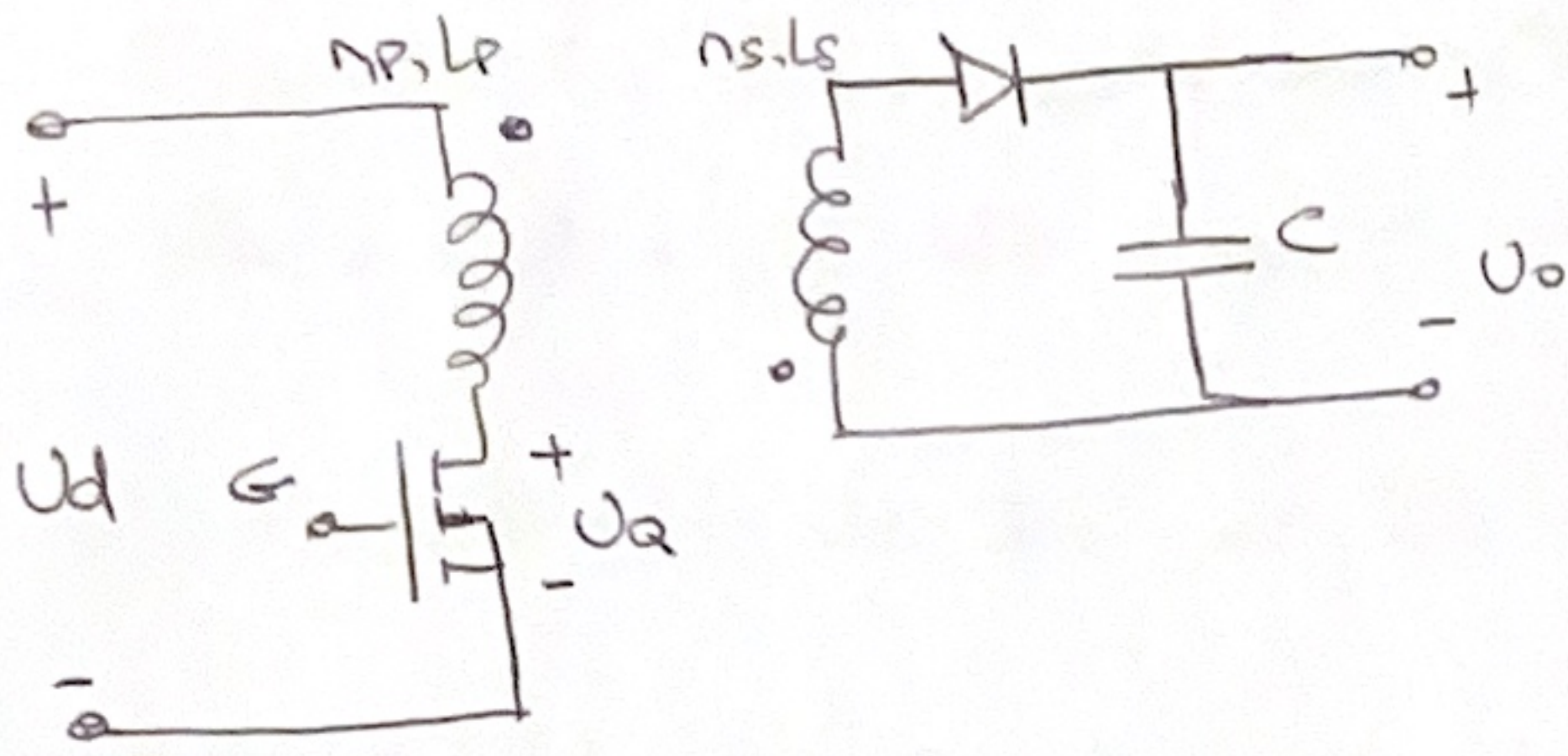
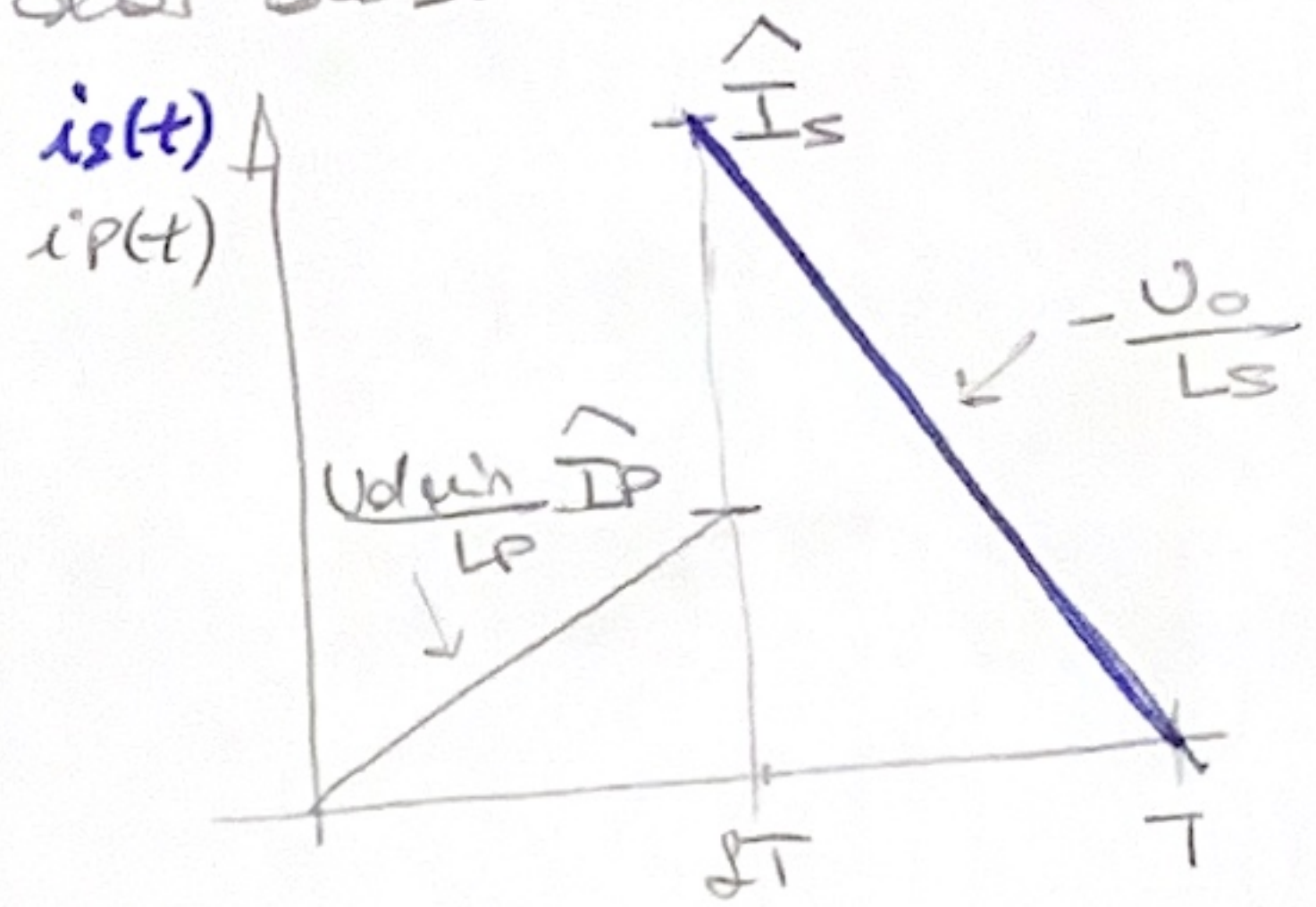


Solución Problema 2



$U_{dmin} = 150V$
 $U_{dmax} = 250V$
 $\delta_{max} = 0,5$
 $U_o = 24V \quad I_{o_{max}} = 5A$

a) Para que funcione siempre en MCD \Rightarrow para la carga máxima y la tensión mínima de entrada, el convertidor debe estar en el Límite de Conducción Continua (LCC)



$P_o = 24 \cdot 5 = 120W$

$P_o = P_{in} = \frac{1}{2} L_p \cdot \hat{I}_p^2 \cdot f$

$n_p \hat{I}_p = n_s \hat{I}_s \Rightarrow \hat{I}_p = \frac{n_s}{n_p} \hat{I}_s$

Al estar en el LCC, vale la transferencia en MCD:

$\frac{U_o}{U_d} = \frac{n_s}{n_p} \cdot \frac{\delta}{1-\delta} \Rightarrow \frac{n_s}{n_p} = \frac{U_o}{U_{dmin}} \cdot \frac{1-\delta_{max}}{\delta_{max}} = \frac{24}{150} \cdot \frac{1/2}{1/2} = 0,16$

$I_o = \langle I_s \rangle = \frac{1}{T} \int_0^{\delta T} \frac{1}{2} (1-\delta) t \cdot \hat{I}_s dt \Rightarrow \hat{I}_s = \frac{2 I_o}{(1-\delta)} = 4 I_o = 4 \cdot 5 = 20A$

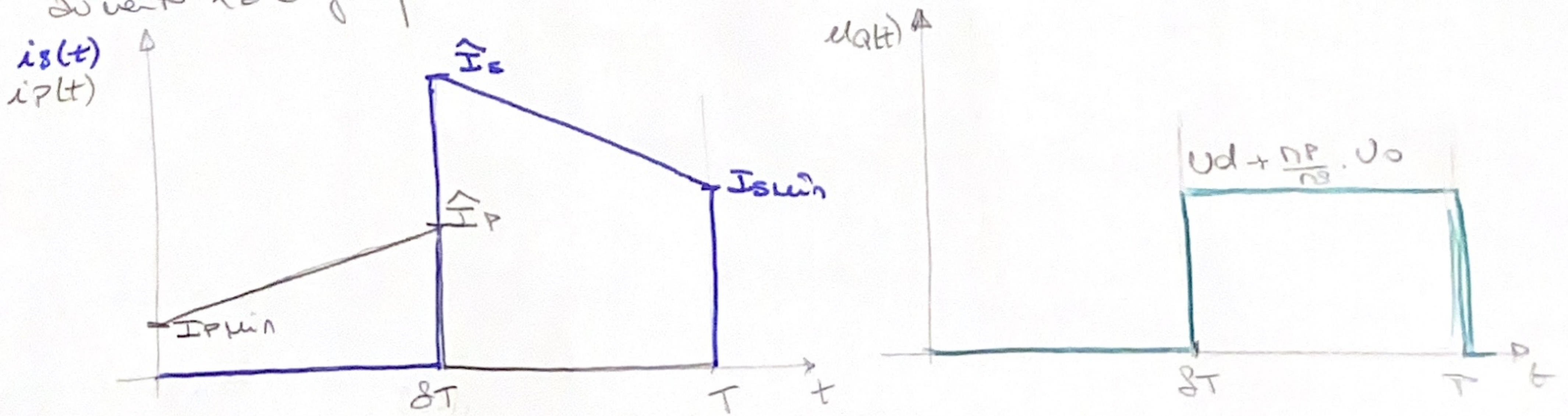
$\Rightarrow \hat{I}_p = 0,16 \cdot 20 = 3,2A$

$\Rightarrow L_p = \frac{2 P_{in}}{\hat{I}_p^2 \cdot f} = \frac{2 \cdot 120}{3,2^2 \cdot 100 \times 10^3} \Rightarrow L_p = 234,4 \mu H$

$\frac{L_p}{n_p^2} = \frac{L_s}{n_s^2} \Rightarrow L_s = \left(\frac{n_s}{n_p}\right)^2 \cdot L_p = 0,16^2 \cdot 234,4 \times 10^{-6} \Rightarrow L_s = 6 \mu H$

b) Ahora $P_o = 240W > P_{o_{max}}$

Al estar diseñado para trabajar en el LCC con carga máxima \Rightarrow al aumentar la carga pasará el modo de Conducción Continua con $\delta = 0,5$



Solución Problema 2 (cont.)

Cuando la llave está abierta:

$$U_a = U_d + \frac{n_p}{n_s} \cdot U_o \Rightarrow \text{en este caso: } \boxed{U_a = 150 + \frac{24}{0,16} = 300V}$$

$$P_o = 240W = U_o I_o \Rightarrow I_o = \frac{240}{24} = 10A$$

$$I_o = \frac{1}{T} \left[(1-\delta) T \cdot I_{swin} + \frac{1}{2} (1-\delta) T (\hat{I}_s - I_{swin}) \right]$$

$$I_{swin} = \hat{I}_s - \frac{U_o (1-\delta) T}{L_s} \Rightarrow \hat{I}_s = I_{swin} + \frac{U_o (1-\delta) T}{L_s}$$

$$\Rightarrow I_o = (1-\delta) \left[I_{swin} + \frac{1}{2} \left(I_{swin} + \frac{U_o (1-\delta) T}{L_s} - I_{swin} \right) \right] = (1-\delta) \left(I_{swin} + \frac{U_o (1-\delta) T}{2L_s} \right)$$

$$I_{swin} = \frac{I_o}{1-\delta} - \frac{U_o T (1-\delta)}{2L_s} = \frac{10}{0,15} - \frac{24 \cdot 0,5}{2 \times 6 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{I_{swin} = 10A}$$

$$\hat{I}_s = 10 + \frac{24 \cdot 0,5}{6 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^{-3}} = 30A \Rightarrow \boxed{\hat{I}_s = 30A}$$

$$\boxed{\hat{I}_p = 30 \cdot 0,16 = 4,8A}$$

$$I_{pmin} = \hat{I}_p - \frac{U_d \cdot \delta T}{L_p} = 4,8 - \frac{150 \cdot 0,15}{234,4 \times 10^{-6} \cdot 100 \times 10^{-3}} \Rightarrow \boxed{I_{pmin} = 1,6A}$$

$$c) T_j - T_a = P_{roscet} (R_{ojc} + R_{ocs} + R_{osa})$$

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

$$P_{on} = \frac{1}{2} \cdot U_a \cdot I_a \cdot t_r \cdot f = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 1,6 \cdot 38 \times 10^{-9} \cdot 100 \times 10^3$$

$$P_{on} = 0,912W$$

$$P_{off} = \frac{1}{2} U_a \cdot I_a \cdot t_f \cdot f = \frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 4,8 \cdot 39 \times 10^{-9} \cdot 100 \times 10^3$$

$$P_{off} = 2,808W$$

$$P_{cond} = P_{DS(on)} \cdot I_{a,eff}^2$$

$$I_{a,eff}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T i_a^2(t) dt = \frac{1}{T} \int_0^{\delta T} \left(I_{pmin} + \frac{\Delta I t}{\delta T} \right)^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^{\delta T} \left(I_{pmin}^2 + \frac{2 I_{pmin} \Delta I t}{\delta T} + \frac{\Delta I^2 t^2}{\delta^2 T^2} \right) dt$$

$$I_{a,eff}^2 = \frac{1}{T} \left(I_{pmin}^2 \delta T + \frac{2 I_{pmin} \Delta I}{\delta T} \frac{\delta^2 T^2}{2} + \frac{\Delta I^2}{\delta^2 T^2} \frac{\delta^3 T^3}{3} \right) = \left(I_{pmin}^2 + I_{pmin} \Delta I + \frac{\Delta I^2}{3} \right) \delta$$

$$I_{a,eff}^2 = \left(1,6^2 + 1,6 \cdot 3,2 + \frac{3,2^2}{3} \right) \cdot 0,15 = 5,547 A^2$$

$$P_{cond} = 3,24 \cdot 5,547 = \underline{\underline{17,97W}}$$

$$T_a = 40^\circ C$$

$$R_{ojc} = 0,65^\circ C/W \quad R_{ocs} = 0,24^\circ C/W$$

$$t_r = 38ns \quad t_f = 39ns$$

$$R_{DS(on)} = 2,7 \times 1,2 = 3,24\Omega$$

Como no conocemos $T_j \Rightarrow$ se toma

peor caso: $T_j = 150^\circ C$

Solución Problema 2 (cont. 2)

$$\Rightarrow P_{\text{MOSFET}} = 0,912 + 17,97 + 21808 = 21,69 \text{ W}$$

$$T_j = 21,69 (0,65 + 0,24 + 2) + 40 = 102,7^\circ\text{C} < 150^\circ\text{C} \Rightarrow \text{el MOSFET puede soportar esta condición de funcionamiento.}$$