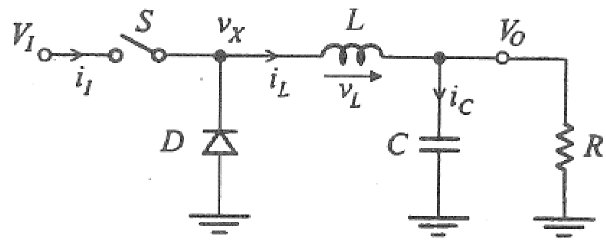
Problema

Conversores Electrónicos de Potência 2 – Conversor redutor

Considerar o circuito representado Fig. P11.2, em que a frequência de comutação é $f_s = 25$ kHz e o factor de ciclo é $D = 0.6$.



$V_I = 15$ V
$L = 0.36$ mH
$C = 500\ \mu$F
$R = 10\ \Omega$

Fig. P11.2

(a) Considerando o interruptor e o díodo ideais, determinar V_O e os valores máximo e mínimo de i_L. Representar graficamente $v_L(t)$, $i_L(t)$, $v_X(t)$, $i_I(t)$ e $i_C(t)$.

(b) Calcular o rendimento se as tensões no interruptor e no díodo quando conduzem forem $V_S = V_D = 0.8$V.

(c) Calcular a amplitude do tremor da tensão de saída.

(d) Determinar o valor de R acima do qual o conversor funciona em regime de condução descontínua.

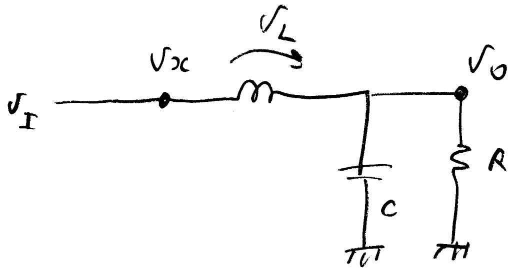
(e) Se $R = 100\ \Omega$, calcular V_O e o valor máximo de i_L. Representar graficamente $v_L(t)$, $i_L(t)$ e $v_X(t)$.

CONVERSORES ELECTRÓNICOS DE POTÊNCIA 2

a)

Fase 1: S ON, D OFF

$\Delta t = DT$



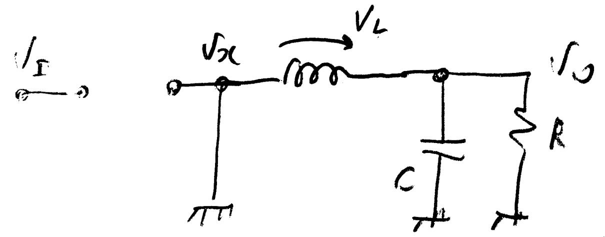
$v_x = v_I$

$v_L = v_I - v_o$

$$\Delta i_L^{(1)} = \frac{v_I - v_o}{L} DT$$

FASE 2: S OFF, D ON

$\Delta t = (1-D)T$



$v_x = 0$

$v_L = -v_o$

$$\Delta i_L^{(2)} = -\frac{v_o}{L}(1-D)T$$

$$\Delta i_L^{(1)} + \Delta i_L^{(2)} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{v_I - v_o}{L} DT - \frac{v_o}{L}(1-D)T = 0 \qquad v_o = D\,v_I \qquad \boxed{v_o = 9\,V}$$

Valor médio de i_L é o valor médio de $i_R = v_o/R$ uma vez que a corrente média no condensador é nula $\Rightarrow$

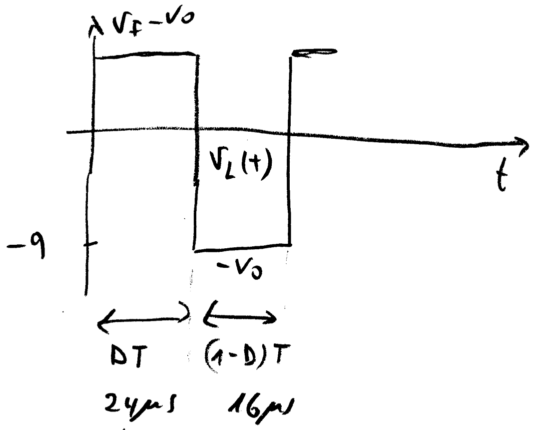
$$(i_L)_{av} = I_L = \frac{v_o}{R} = 0.9\,A$$

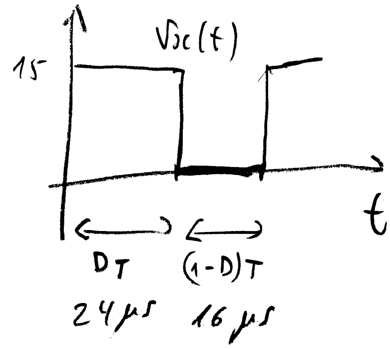
$$\Delta i_L^{(1)} = \frac{v_I - v_o}{L} DT = 0.4\,A$$

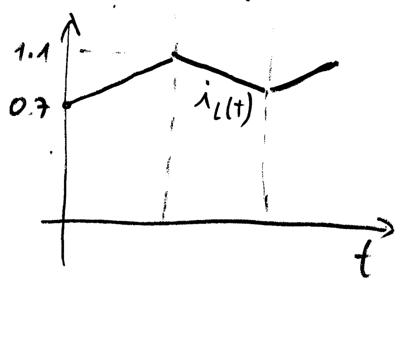
$T \to \frac{1}{25000} = 40\,\mu s$

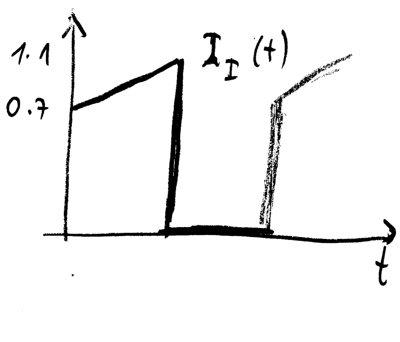
$$i_{L_{max}} = I_L + \frac{\Delta i_L^{(1)}}{2} = 1.1\,A$$

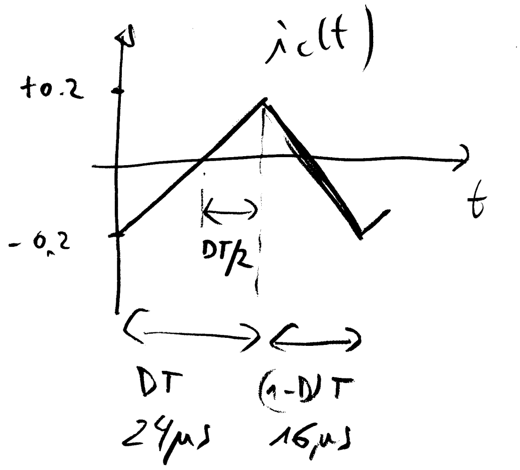
$$i_{L_{min}} = I_L - \frac{\Delta i_L^{(1)}}{2} = 0.7\,A$$











b)

$$V_I I_I = V_o I_o + V_S I_S + V_D I_D$$

$$1 = \underbrace{\frac{V_o I_o}{V_I I_I}}_{\eta} + \frac{V_S I_S}{V_I I_I} + \frac{V_D I_D}{V_I I_I}$$

$$\downarrow \quad I_S = I_I$$

$$I_D = I_o(1-D)$$
$$I_I = I_o D$$
$$\Rightarrow \frac{I_D}{I_I} = \frac{1-D}{D}$$

$$\Rightarrow \eta = 1 - \underbrace{\frac{V_S}{V_I}}_{0.0533} - \underbrace{\frac{V_D}{V_I}\frac{1-D}{D}}_{0.0355}$$

$$\boxed{\eta = 91.1\,\%}$$

c)

$$\Delta V_o = \frac{1}{C}\int_0^{T/2} i_c(t)\,dt = \underbrace{\frac{1}{C}}_{500\mu F}\,\frac{1}{2}\,\underbrace{\frac{T}{2}}_{20\mu s}\,\underbrace{\frac{\Delta i_L^{(1)}}{2}}_{0.2A}$$

$$\boxed{\Delta V_o = 4\,mV}$$

d) Regime de condução contínua desde que o valor médio da corrente seja maior que metade da variação

$$I_L > \frac{\Delta i_L^{(1)}}{2} \qquad \frac{V_o}{R} > 0.2A \qquad R < \frac{V_o}{0.2A}$$

$$R < \frac{9}{0.2A} \qquad R < 45\Omega$$

Condução descontínua: $\boxed{R > 45\Omega}$

e) $R = 100\Omega \Rightarrow$ Funcionamento descontínuo:

$$\Delta i_L^{(1)} = \frac{V_I - V_O}{L} DT$$

$$\Delta i_L^{(2)} = -\frac{V_O}{L} D_O T$$

$$\Rightarrow V_O = V_I \frac{D}{D + D_O}$$

Para calcular D_O: $D_O^2 + \underset{0.6}{D} D_O - \underset{0.18}{\frac{2L}{RT}} = 0$

$D_O = 0.2196$ ←

$D_O = -0.8196$ ✗

$\boxed{D_O = 0.22}$

$D_O T = 8.8\mu s$

$\Rightarrow \boxed{V_O = 10.98\,V}$

$$i_{L_{MAX}} = \Delta i_L^{(1)} = \frac{V_I - V_O}{L} DT$$

$\boxed{i_{L_{MAX}} = 0.268\,A}$