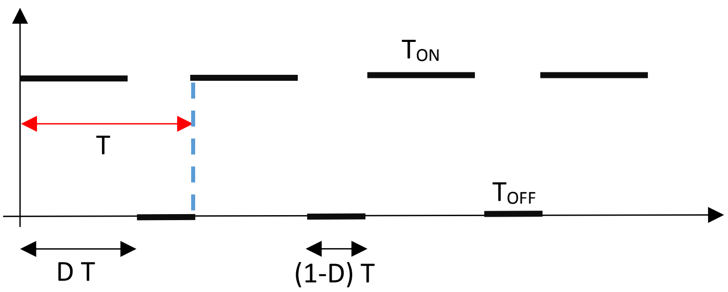
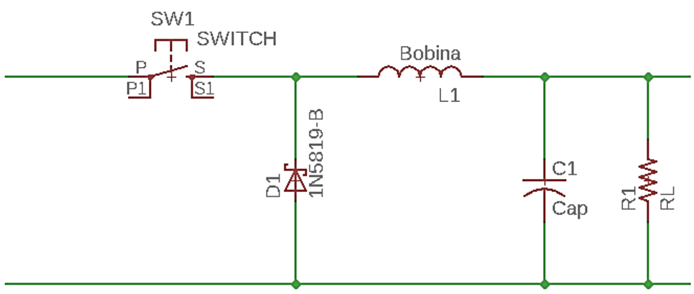
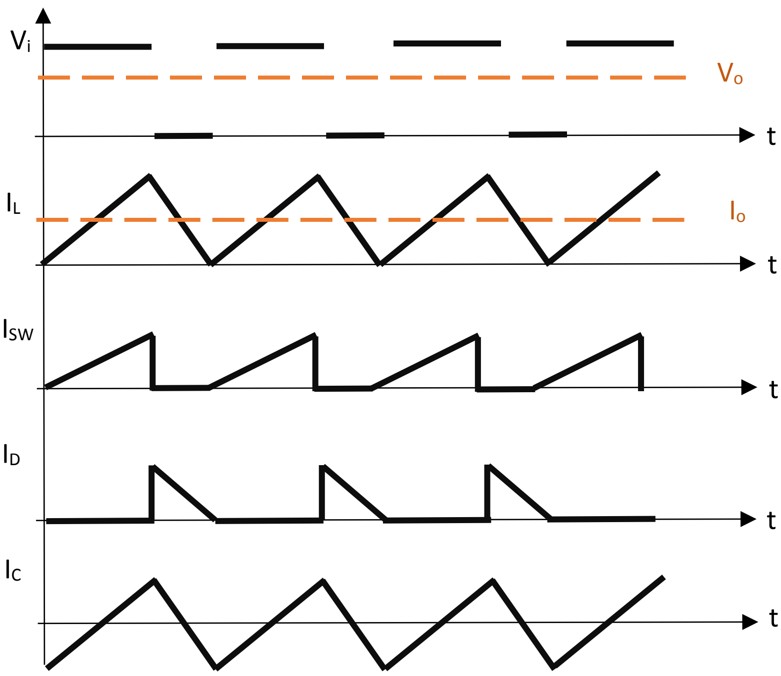
Fuente Buck-converter o reductora

Conceptos previos:



$T = T_{ON} + T_{OFF}$	**Periodo [Seg]**
$f = \frac{1}{T}$	Frecuencia [Hz]
$D = \frac{T_{ON}}{T}$	Ciclo de trabajo [%]
$T_{ON} = D\,T$	Tiempo de encendido [Seg]
$T_{OFF} = (1-D)T$	Tiempo de apagado [Seg]





Hipótesis:

a) Se supone conocido el ciclo de trabajo (es variable también para el presente proyecto).
b) La tensión de salida y de entrada son constantes.
c) La carga de la salida de la fuente es constante.
d) La energía disponible en la bobina al final de cada ciclo es igual a cero.
e) Los componentes son "ideales".

Cálculos:

$$V_L(t) = L\frac{di}{dt} \Rightarrow V_i - V_O = L\frac{di}{dt}$$

$$di = \frac{(V_i - V_O)}{L}\, dt \;\Rightarrow\; \Delta i_L = \frac{(V_i - V_O)}{L}\, \Delta t$$

Análisis considerando el switch cerrado:

$$\Delta t = D\, T$$

$$\Delta i_L = \frac{(V_i - V_O)}{L}\ \mathrm{D\ T}$$

La energía almacenada por un inductor está dada por:

$$\Delta\varepsilon_{ON} = \frac{1}{2}\, L\, (\Delta i_L)^2 = \frac{1}{2}\, L\, \left(\frac{(V_i - V_O)}{L}\ \mathrm{D\ T}\right)^2$$

$$\Delta\varepsilon_{ON} = \frac{1}{2}\, L\, \frac{(V_i - V_O)^2}{L^2}\ \mathrm{D}^2\ \mathrm{T}^2 = \frac{(V_i - V_O)^2}{2\, L}\ \mathrm{D}^2\ \mathrm{T}^2$$

Ahora consideramos el switch abierto:

$$\Delta i_L = -\frac{V_O}{L}\, \Delta t = -\frac{V_O}{L}\, (1 - \mathrm{D})\, T$$

El cambio de energía viene dado por:

$$\Delta\varepsilon_{OFF} = \frac{1}{2}\, L \left(-\frac{V_O}{L}\,(1-\mathrm{D})\,T\right)^2 = \frac{1}{2}\, L \left(-\frac{V_O}{L}\right)^2 (1-\mathrm{D})^2\, T^2$$

$$\Delta\varepsilon_{OFF} = \frac{1}{2}\, L\, \frac{V_O^2}{L^2}(1-\mathrm{D})^2\, T^2 = \frac{V_O^2}{2\,L}(1-\mathrm{D})^2\, T^2$$

Consideramos que la energía almacenada durante el tiempo de encendido es entregada durante el tiempo de apagado (y respetando el primer principio de termodinámica), por lo tanto:

$$\frac{(V_i - V_O)^2}{2\,L}\ \mathrm{D}^2\,\mathrm{T}^2 = \frac{V_O^2}{2\,L}(1-\mathrm{D})^2\, T^2$$

$$(V_i - V_O)\, D = V_O(1-D)$$

$$\boxed{V_O = V_i\, D}$$

Valor medio de la corriente de salida:

$$\overline{I_O} = \frac{1}{T}\frac{\Delta i_L\, T}{2} = \frac{\Delta i_L}{2}$$

Relacionando, algunas fórmulas ya obtenidas para encontrar el incremento de corriente en el inductor:

$$L\,\frac{\Delta i}{\Delta t} = V_i - V_O = V_i\,(1-D)\ \Rightarrow$$

$$\boxed{\Delta i_L = \frac{V_i}{L}\,(1-D)\,D\,T}$$

$$I_O = \frac{V_O}{R} = \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{1}{2}\,\frac{V_i}{L}\,(1-D)\,D\,T = \frac{D\,V_i}{R}$$

Despejando de la última fórmula:

$$\boxed{L = \frac{R}{2}\,(1 - D)\,T}$$

Por último, se puede demostrar que la capacidad mínima de salida (ideal) debe ser:

$$\boxed{C \geq \frac{V_O}{\Delta \mathrm{V_O}} \frac{(1 - D)\,T^2}{8\,L}}$$