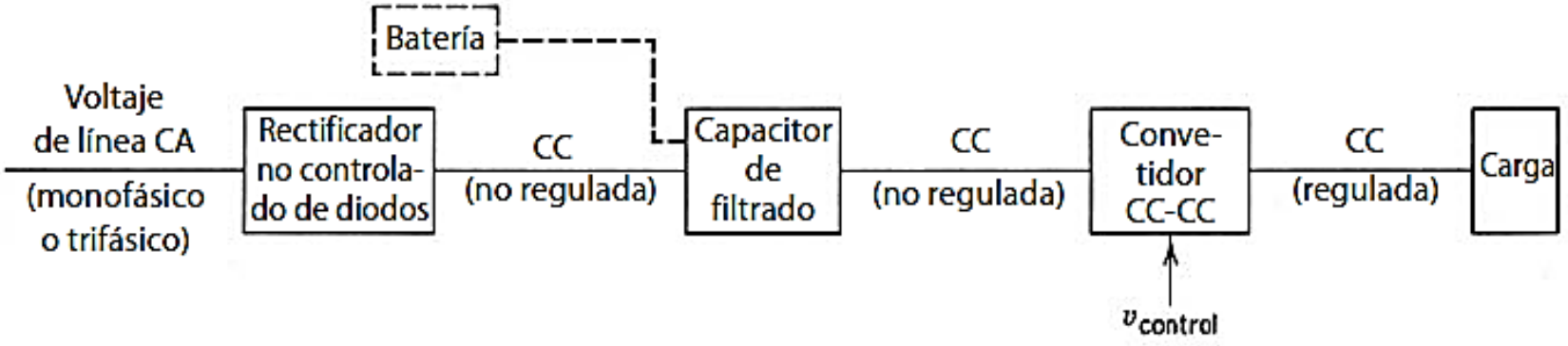
Convertidores de Modo de Conmutación de CC-CC Convertidor Reductor (buck)

Dra. Victoria Serrano

Introducción

- Para convertir la entrada no regulada en una salida de CC controlada en el nivel de voltaje deseado

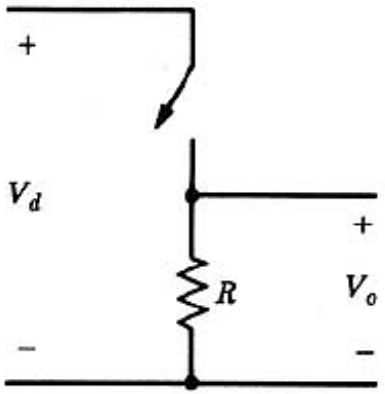


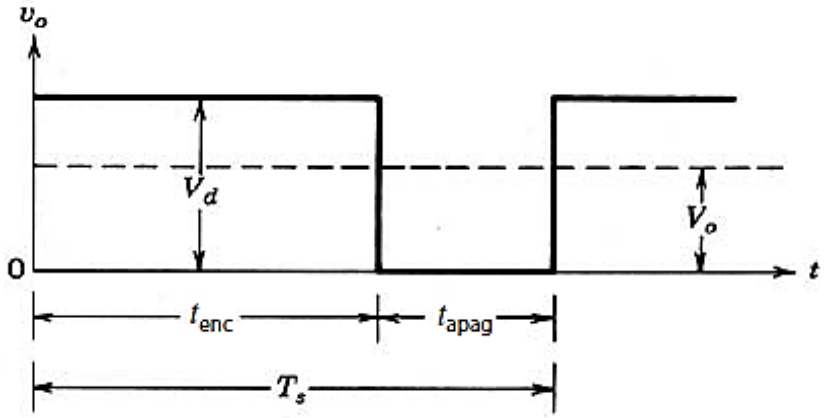
Tipos de Convertidores CC-CC

1. Convertidor reductor (buck)
2. Convertidor elevador (boost)
3. Convertidor reductor/elevador (buck-boost)
4. Convertidor Cúk
5. Convertidor de puente completo (adaptación del convertidor reductor)

Conversión de CC-CC en Modo de Conmutación

- Control PWM:
  - T_s
  - Duración de encendido del interruptor para controlar el voltaje medio de salida

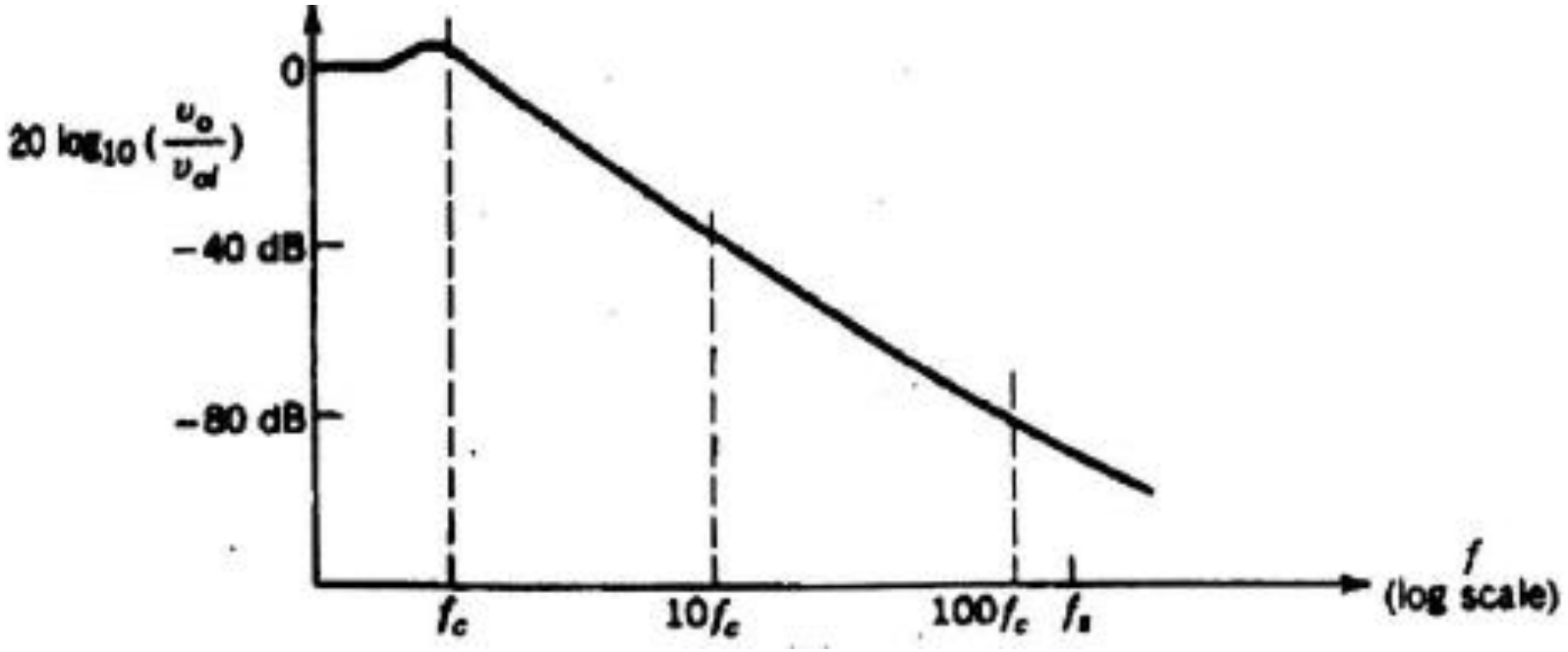




$$D = \frac{t_{enc}}{T_s} = \frac{v_{control}}{\widehat{V_{st}}} = \text{relación de trabajo}$$

$$T_S = \text{periodo de conmutación}$$

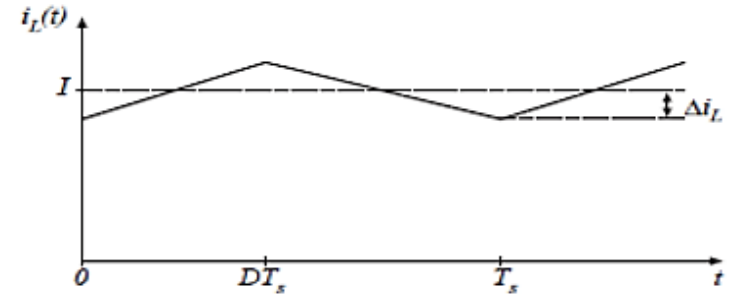
Respuesta de Filtro de Salida

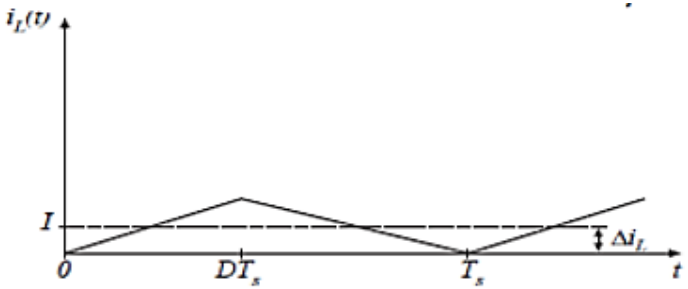


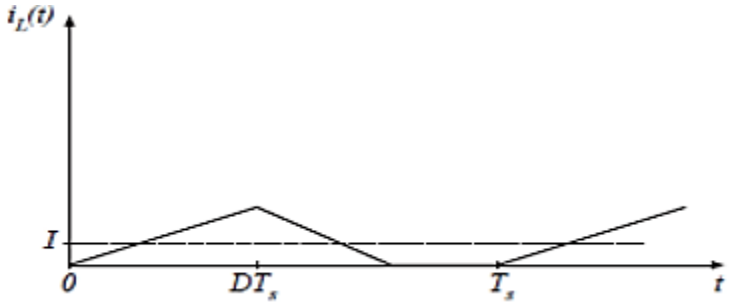
Frecuencia de conmutación debe estar por lo menos unas 100 veces arriba de fc para facilitar el filtrado

Modos de Operación de Convertidores CC-CC

- Conducción de corriente continua
- Conducción de corriente discontinua







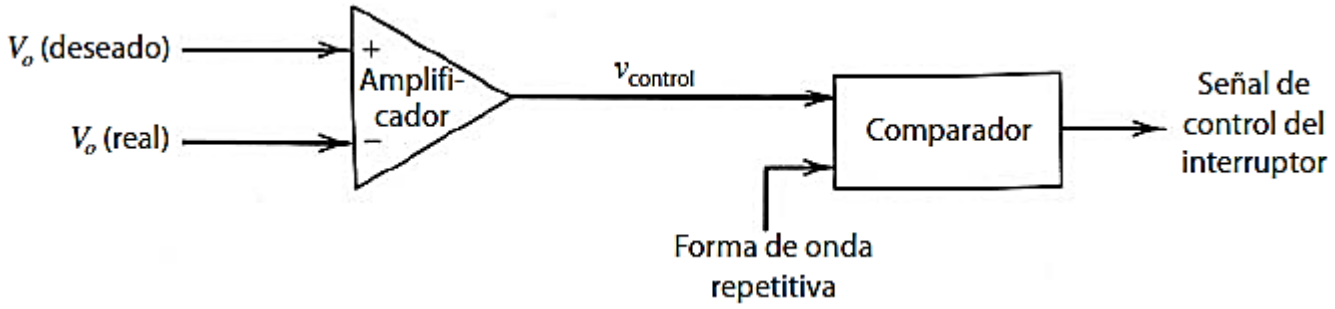
Convertidor Reductor (Buck)

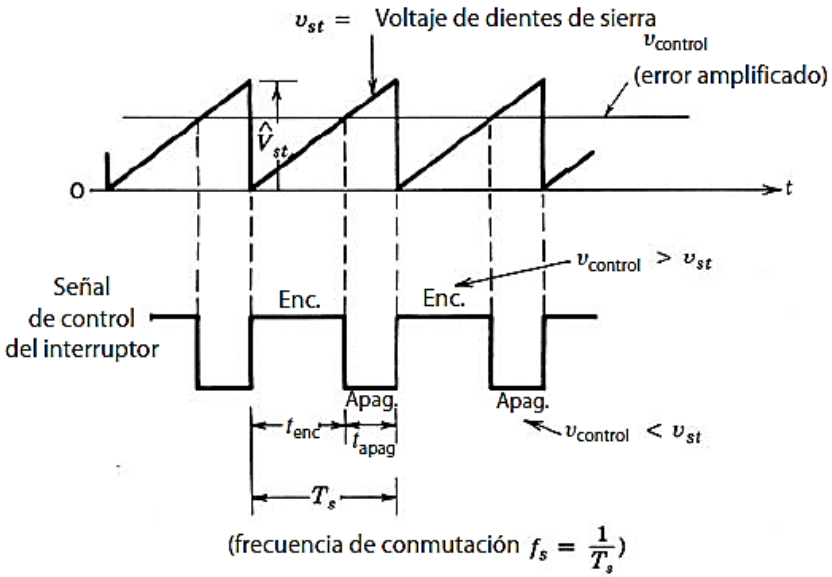
- Para un voltaje de salida más bajo que el de entrada
- Aplicaciones principales:
  - Fuente de energía CC regulada
  - Control de velocidad de motores de CC

$$V_o = \frac{1}{T_s}\int_0^{T_s} v_o(t)\,dt = \frac{1}{T_s}\left(\int_0^{t_{enc}} V_d dt + \int_{t_{enc}}^{T_s} 0\,dt\right) = \frac{t_{enc}}{T_s}V_d = DV_d$$

$$V_o = \frac{V_d}{\hat{V}_{st}} v_{control} = k v_{control}$$

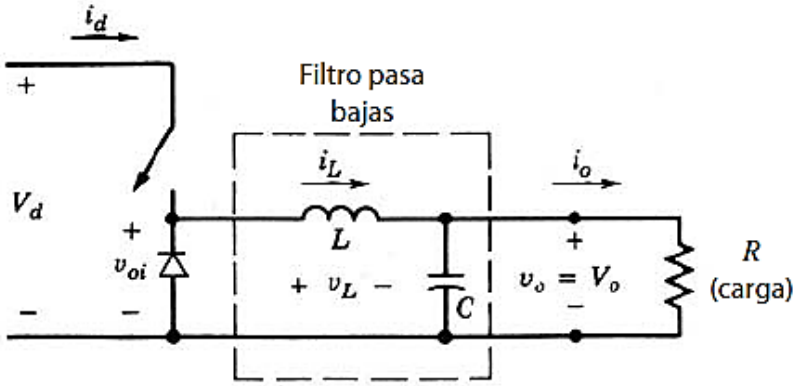
Modulador de Anchura de Impulsos (PWM)

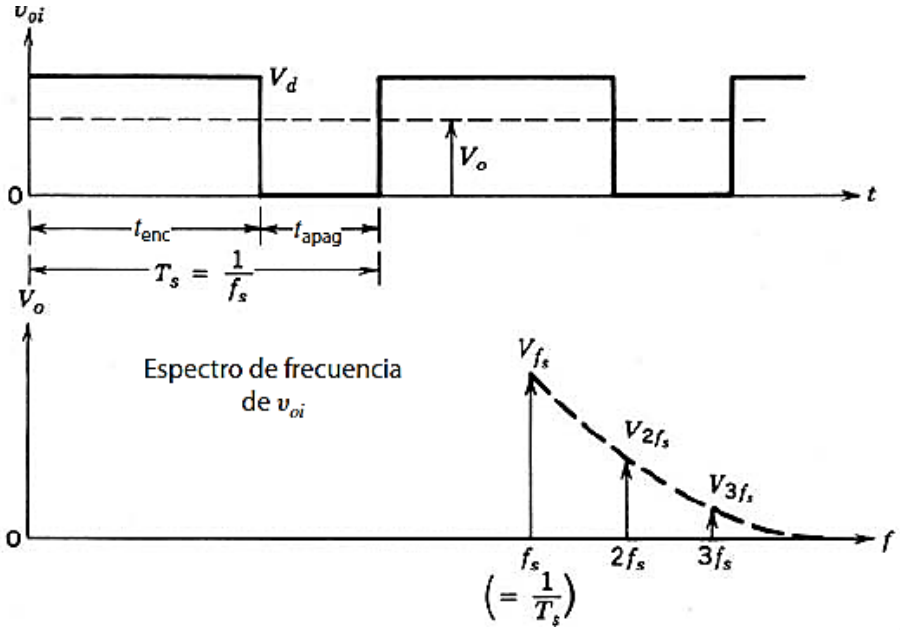




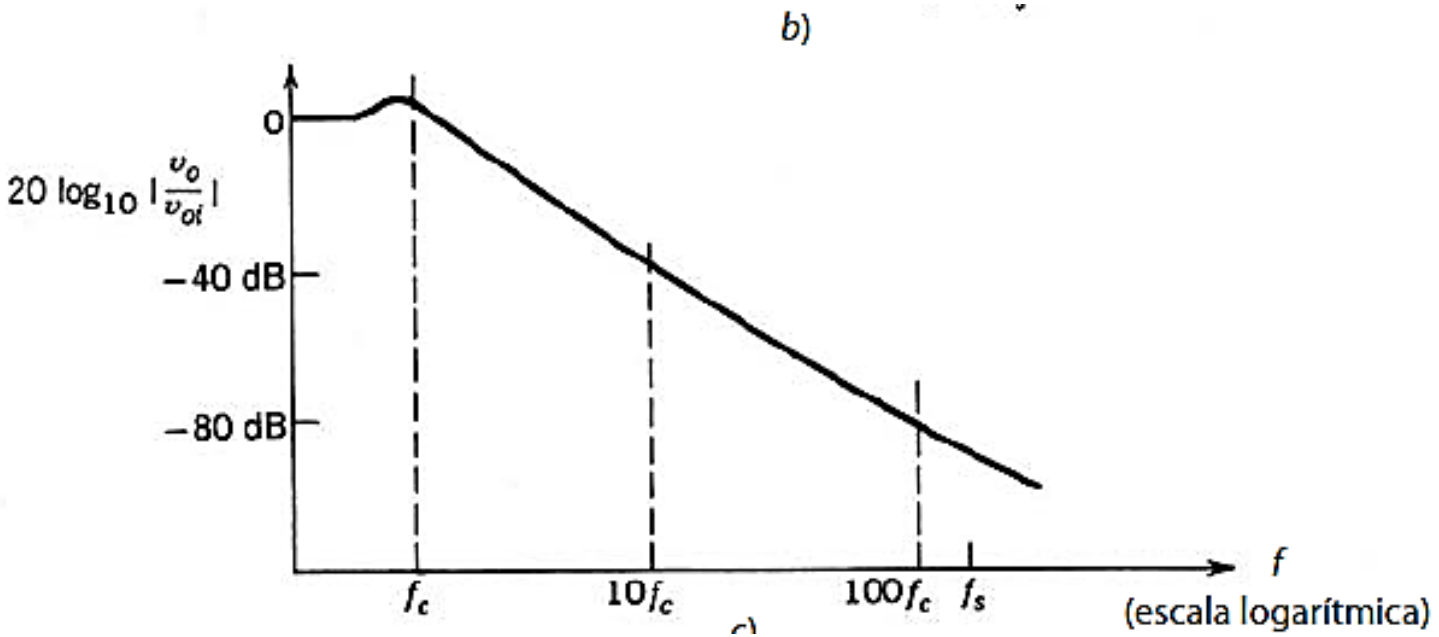
Convertidor Reductor de CC-CC

- La frecuencia de ángulo *fc* de este filtro pasa bajas se selecciona de modo que sea mucho más baja que la frecuencia de conmutación

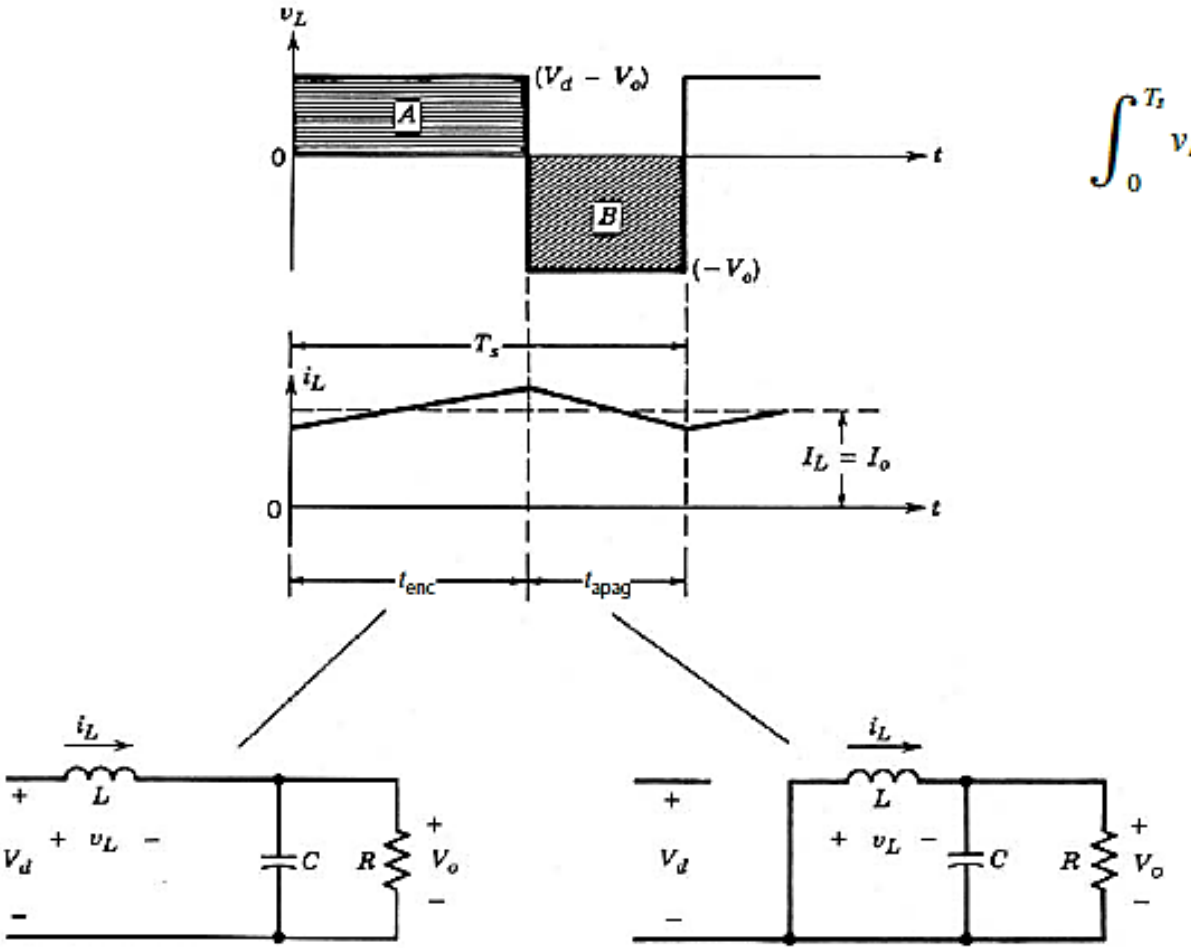




Convertidor Reductor de CC-CC



Modo de Conducción Continua



$$\int_0^{T_s} v_L dt = \int_0^{t_{enc}} v_L dt + \int_{t_{enc}}^{T_s} v_L dt = 0$$

$$P_d = P_o$$

$$V_d I_d = V_o I_o$$

$$\frac{I_o}{I_d} = \frac{V_d}{V_o} = \frac{1}{D}$$

Corriente que define la frontera entre operación en modo continuo y modo discontinuo

Ecuación en términos generales:

$$I_{OB} = \frac{DT_S}{2L}(V_d - V_0)$$

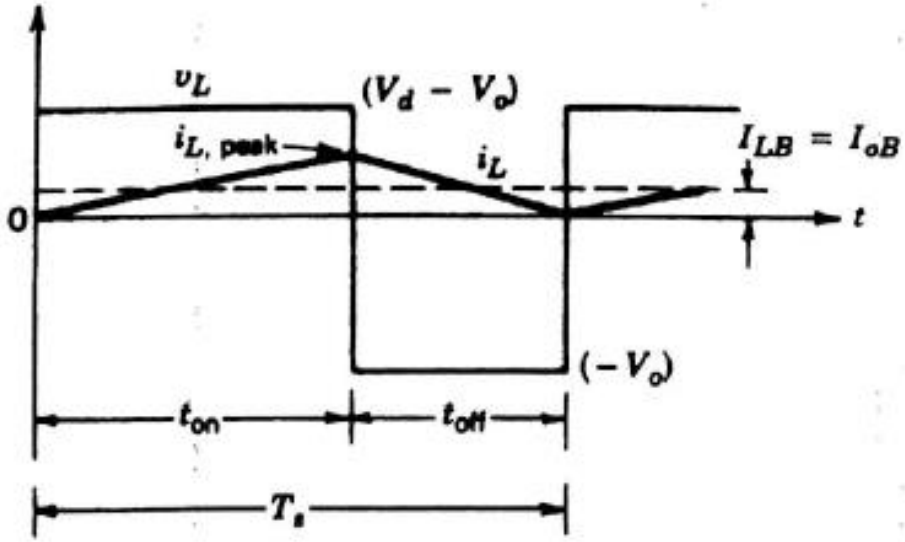
V_0 constante (Fuente de alimentación):

$$I_{OB} = \frac{V_0 T_S}{2L}(1 - D)$$

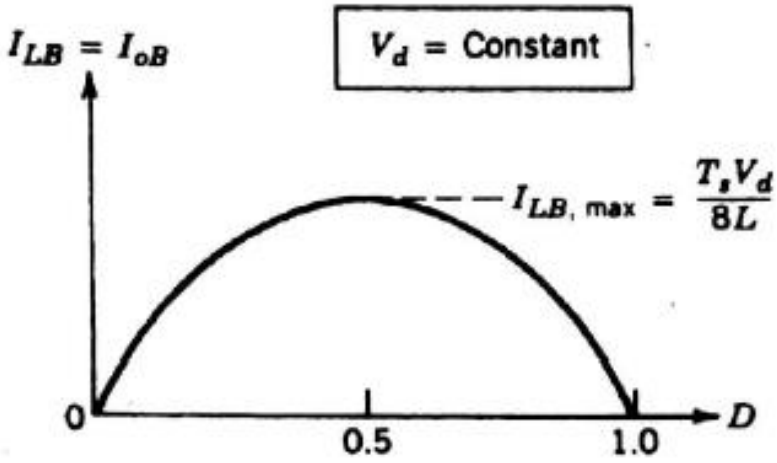
V_d constante (control de motores DC):

$$I_{OB} = \frac{V_d T_S}{2L} D(1 - D)$$

Frontera entre modo continuo y modo discontinuo

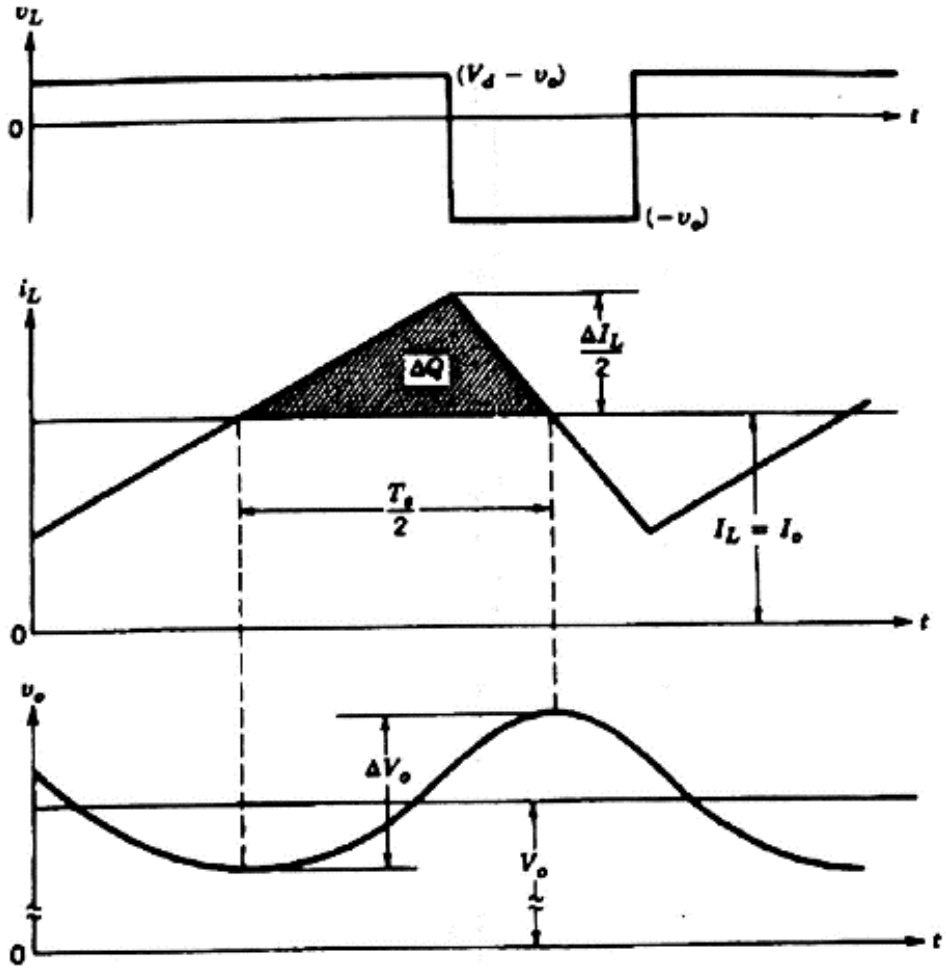


Corriente en el inductor



Corriente de frontera

Formas de onda en el filtro de salida para el convertidor reductor



Variación de voltaje en el capacitor de filtro:

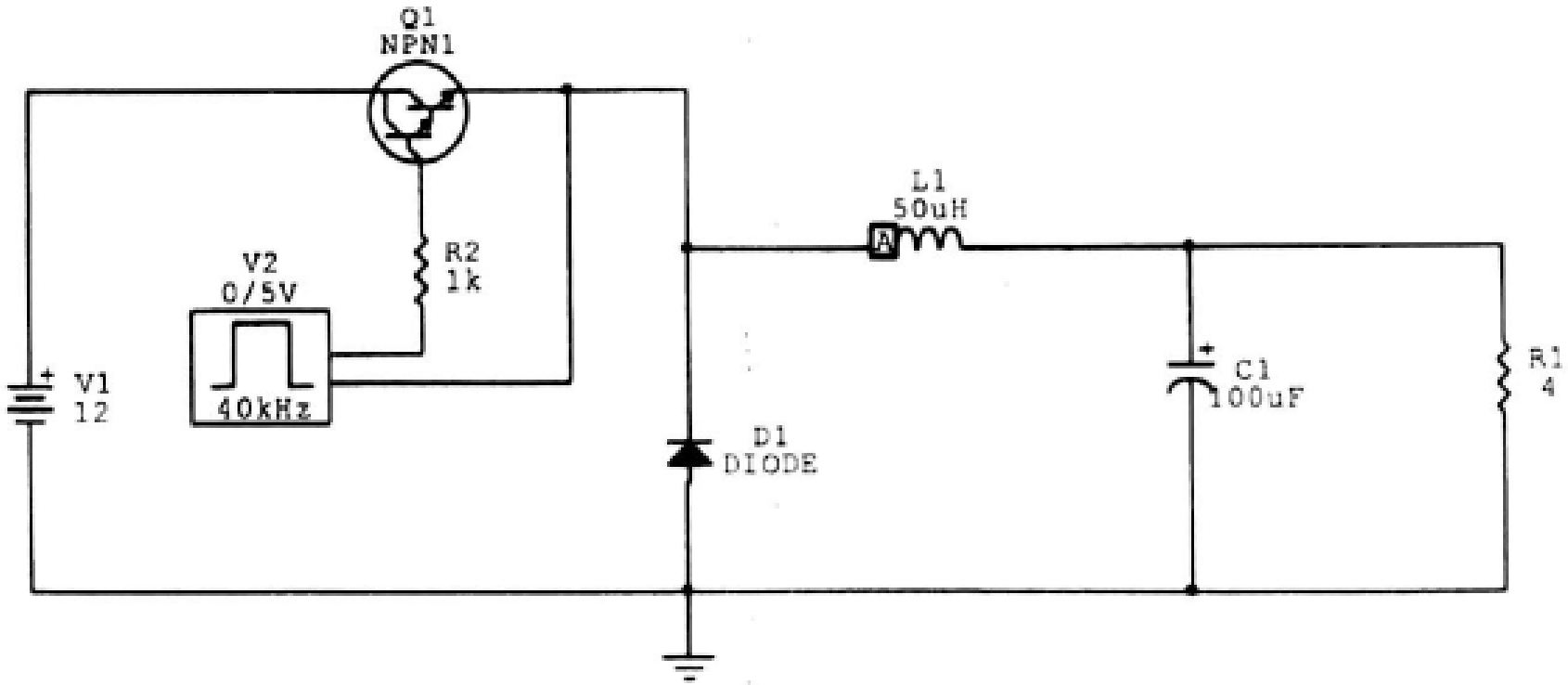
$$\Delta V_0 = \frac{T_S}{8C}\frac{V_0}{L}(1-D)T_S$$

Frecuencia de corte del filtro LC:

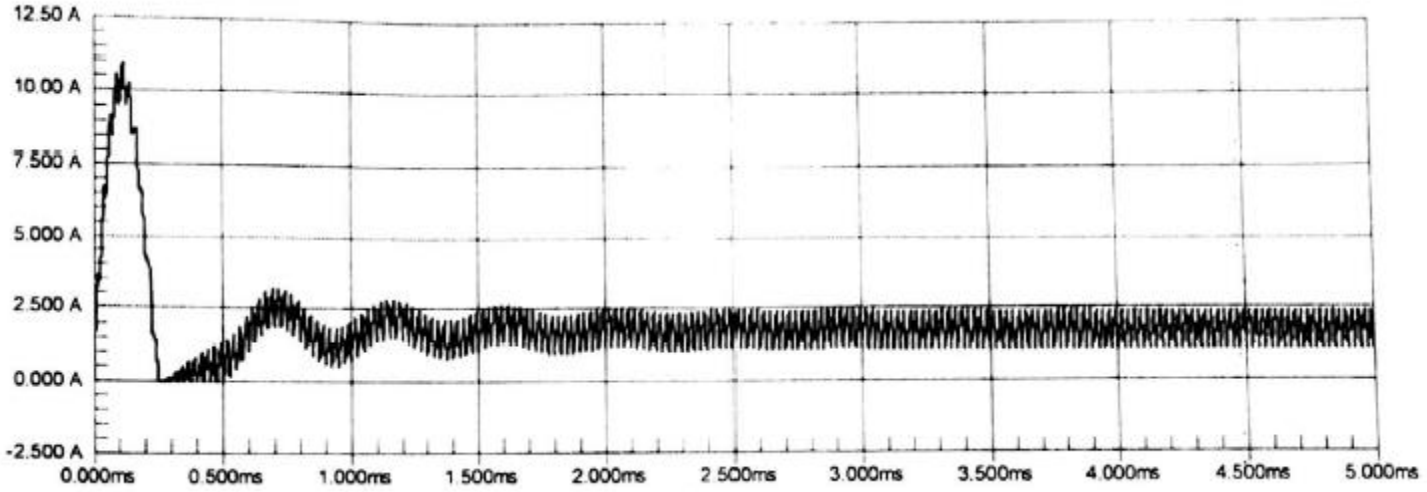
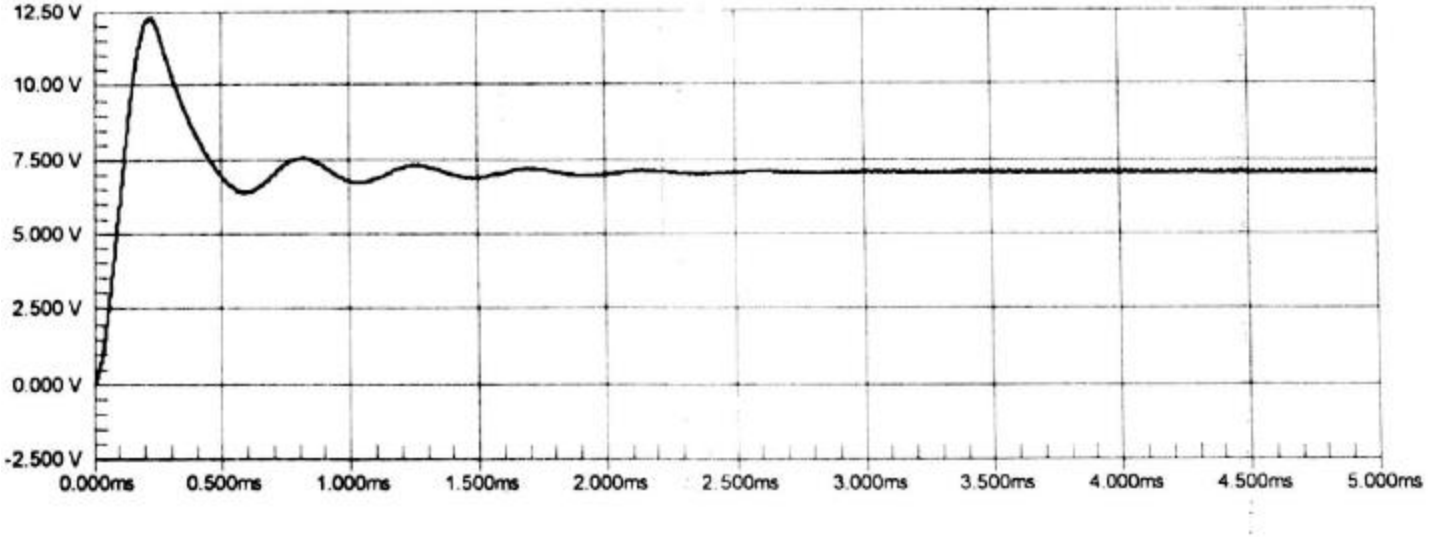
$$f_C = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

f_C debe ser mucho menor que f_S

Simulación-Convertidor Reductor



Corriente en el Inductor



Voltaje de Salida