



Revisión de temas

Temas que se abordan en el
diseño del convertidor DC/DC

Dimensionamiento de los elementos del
convertidor. Inductancia y capacitor de salida.

- Asegurar operación en CCM
- Filtrado del ripple de conmutación.
- Respuesta ante cambios abrupto de la carga.
- Amortiguamiento del sistema.

Obtención de modelo de pequeña señal para
operación CCM.

- Modelo promediado de estados.
- Linealización de la célula elemental:
Técnica de Vorpèrian.

Diseño de la estrategia de control.

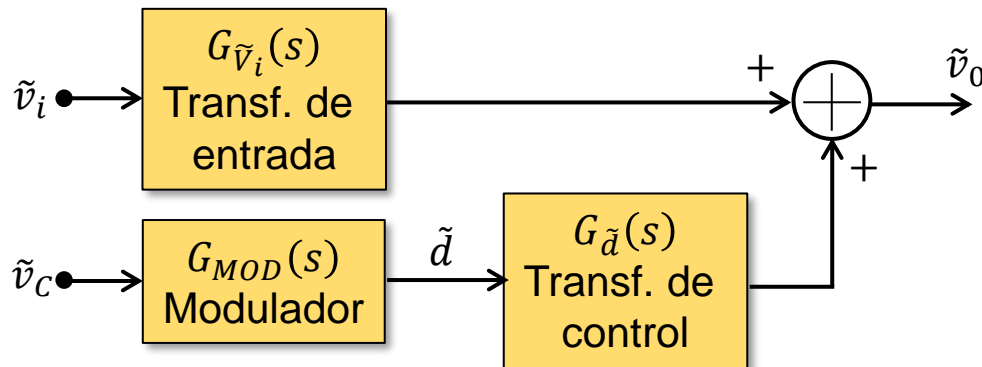
- Elección de variable a controlar.
- Diseño del controlador. Error en estado estacionario, rechazo a perturbaciones, ancho de banda, margen de fase, etc.
- Síntesis del controlador. Analógico o digital.





Revisión de temas

Modelo general de pequeña señal del convertidor.



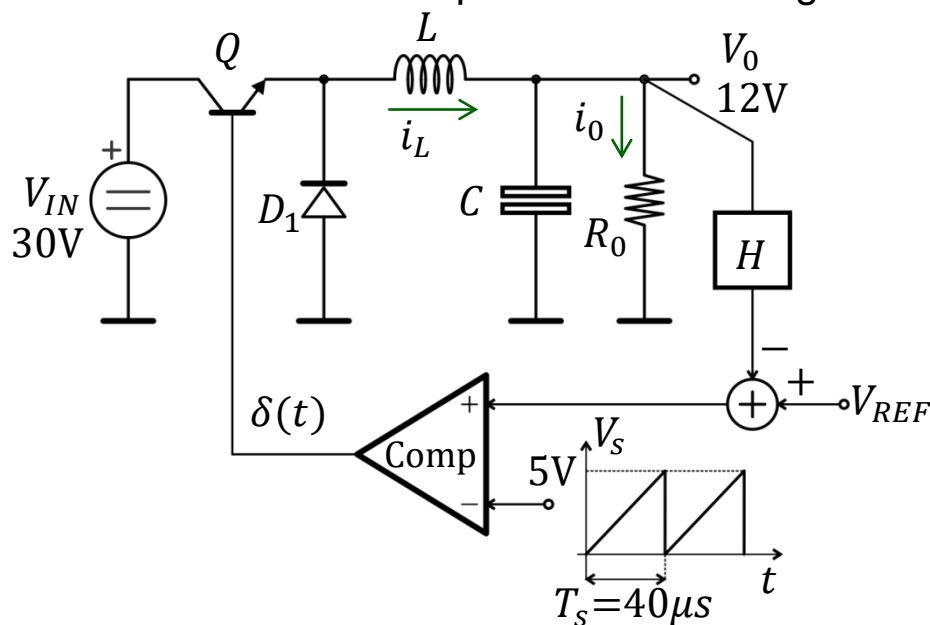
- Determinar el punto o rango de operación del convertidor.
- Identificar el rango de validez en frecuencia del modelo de pequeña señal.
- Evaluar la variabilidad de la planta con el punto de operación. Ganancia y singularidades.
- Identificar características de la perturbación. Frecuencia, amplitud, componentes, etc.





Convertidores DC/DC. Ejercicio 3

Considere el convertidor realimentado tipo forward de la figura.



- Calcular la inductancia crítica para una corriente $I_{0MIN} = 1A$.
- Estimar el capacitor C para obtener un transitorio de tensión menor a 1V cuando se produce un cambio brusco en la carga, pasando de $I_{0MAX} = 10A$ a $I_{0MIN} = 1A$.
- Verifique si la transferencia de la planta presenta un sobrepico en la respuesta debido al filtro resultante para el peor caso. En tal caso, diseñe un circuito para amortiguar el sobrepico de modo tal de obtener un amortiguamiento crítico.





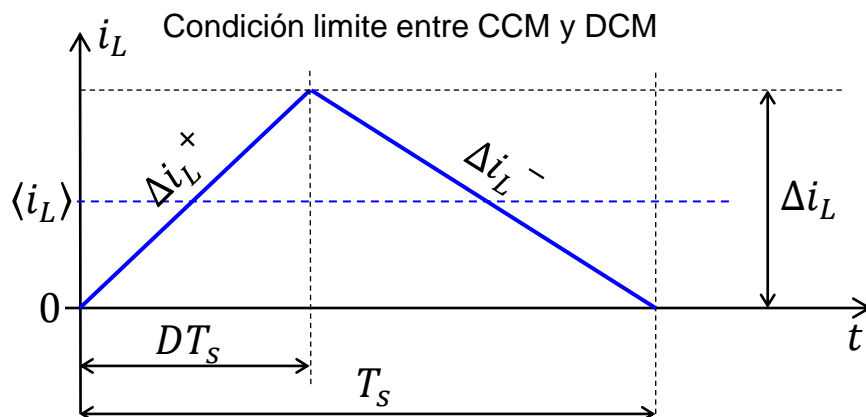
Convertidores DC/DC. Ejercicio 3

Dimensionamiento de los elementos del convertidor.

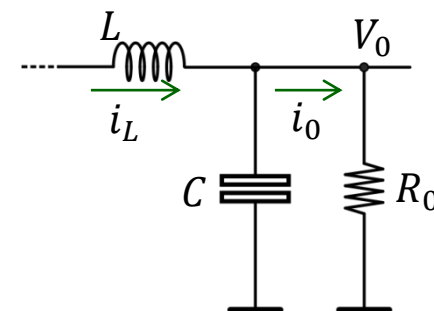
Inductancia critica.

Se busca reducir el tamaño y volumen del inductor y mejorar las características transitorias del convertidor.

Condición limite entre CCM y DCM



$$\begin{cases} R_{0MAX} = \frac{V_0}{I_{0min}} \\ R_{0MAX} = 12\Omega \\ R_{0MIN} = \frac{V_0}{I_{0MAX}} \\ R_{0MIN} = 1.2\Omega \end{cases}$$



Punto de operación

$$D = \frac{V_0}{V_{IN}}$$

Si $V_0 = \text{cte} \Rightarrow \langle i_L \rangle = I_0$

$$\langle i_L \rangle = I_0 = \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{V_0(1-D)T_s}{2L}$$

$$L_C = \frac{V_0(1-D)T_s}{2I_{0min}}$$

$$L_C = 144\mu H$$



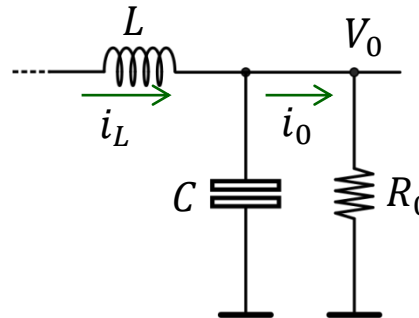
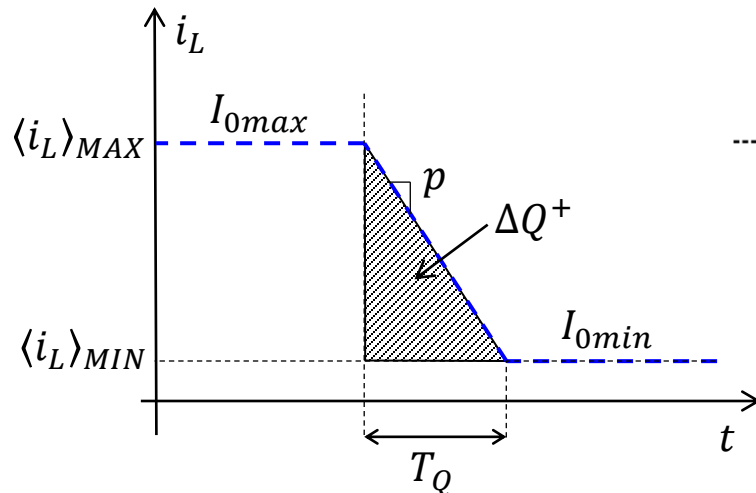


Convertidores DC/DC. Ejercicio 3

Dimensionamiento de los elementos del convertidor.

Cálculo del capacitor. (Cambio abrupto de la carga $I_{0max} \rightarrow I_{0min}$)

Se busca acotar la amplitud transitoria en la tensión debido a cambios en la carga.



Control a lazo abierto (s=OFF)

Se asume ΔV_0 pequeño

$$p \approx -\frac{V_0}{L}$$

$$I_{0max} + p \cdot T_Q = I_{0min}$$

$$T_Q \approx \frac{L(I_{0max} - I_{0min})}{V_0}$$

$$T_Q \approx 108 \mu s$$

$$\Delta Q^+ = \frac{(I_{0max} - I_{0min})T_Q}{2}$$

$$C = \frac{\Delta Q^+}{\Delta V_0}$$

$$\Delta V_0 \approx \frac{L(I_{0max} - I_{0min})^2}{2 \cdot V_0 \cdot C}$$



$$C \approx \frac{L(I_{0max} - I_{0min})^2}{2 \cdot V_0 \cdot \Delta V_0}$$

$$\Delta V_0 = 1V$$

$$C = 486 \mu F$$

Similar análisis puede realizarse evaluando variación de energía.

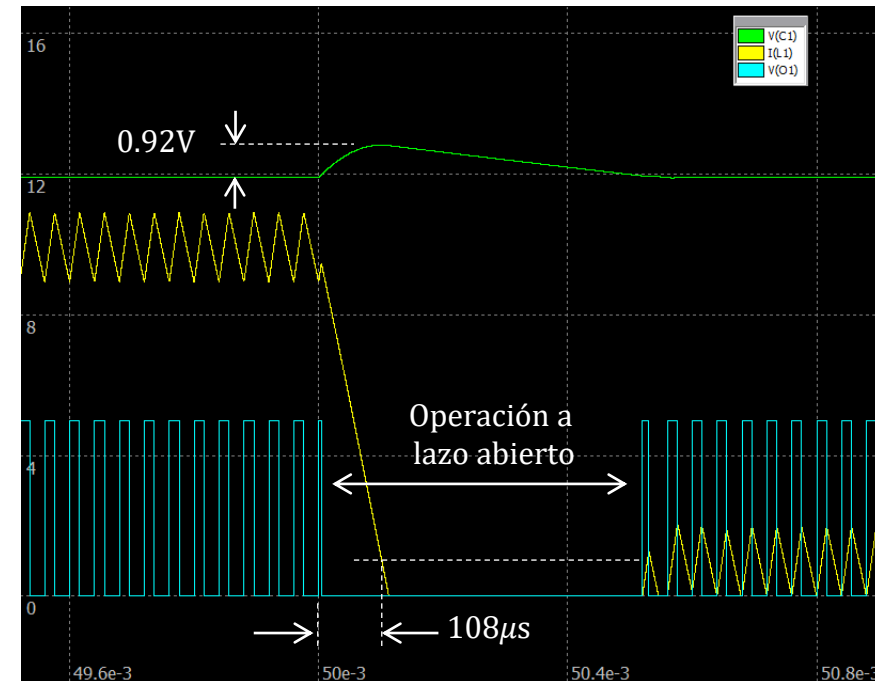
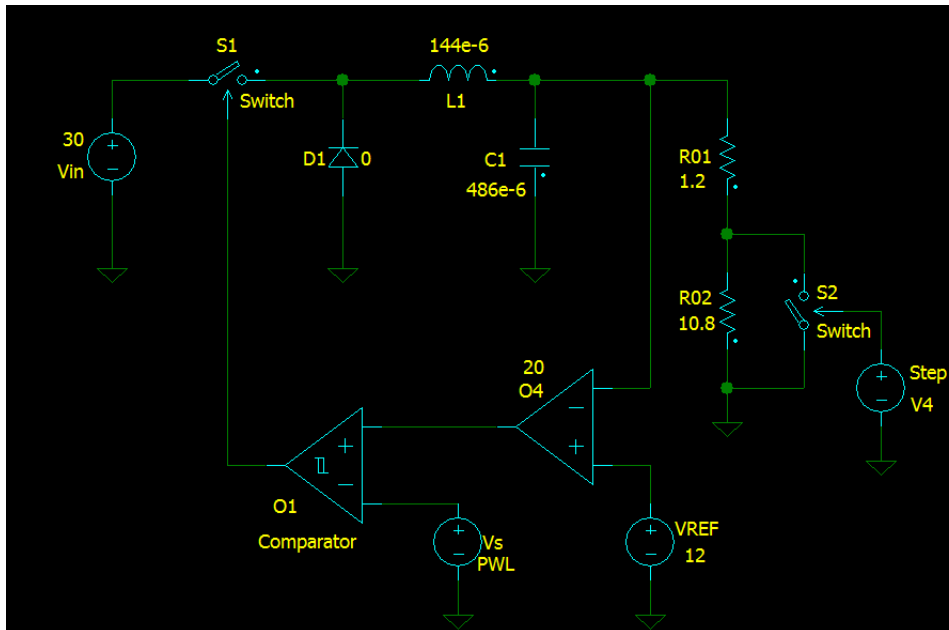




Convertidores DC/DC. Ejercicio 3

Dimensionamiento de los elementos del convertidor.

Cálculo del capacitor. (Cambio abrupto de la carga $I_{0max} \rightarrow I_{0min}$)

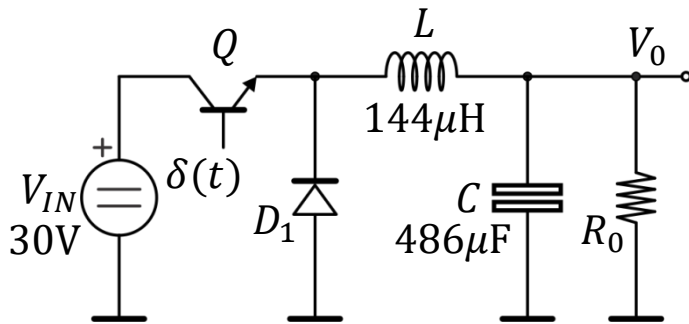




Convertidores DC/DC. Ejercicio 3

Dimensionamiento de los elementos del convertidor.

Análisis de la función transferencia de la planta



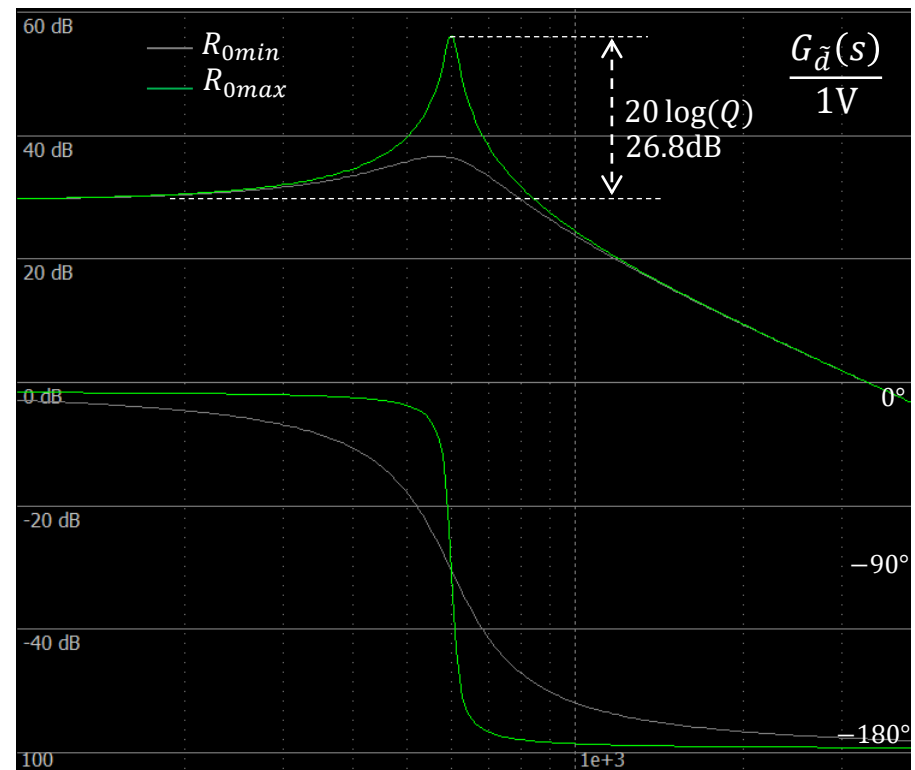
$$G_{\tilde{a}}(s) = \frac{\tilde{v}_0}{\tilde{d}} = \frac{V_{IN}}{LCs^2 + L/R_0s + 1}$$

$$G_{\tilde{a}}(s) = \frac{V_{IN}}{\frac{s^2}{\omega_0^2} + \frac{s}{Q\omega_0} + 1}$$

$$Q = R_0\sqrt{C/L} \quad \omega_0 \approx 2\pi 600 \text{ r/s}$$

$$R_{0max} \rightarrow Q_{max} = 22 \leftarrow \text{Peor caso}$$

$$R_{0min} \rightarrow Q_{min} = 2.2$$



Atención con la fase en ambos casos!

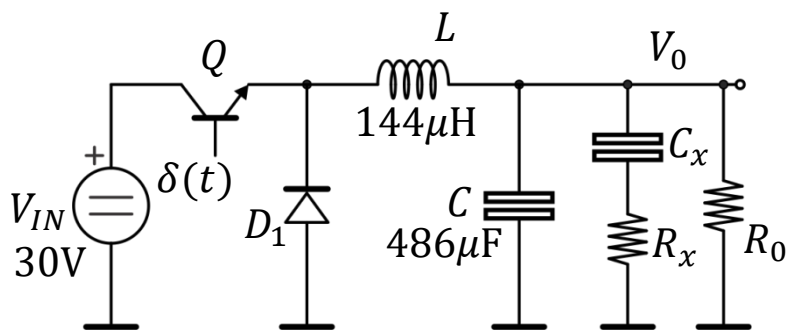




Convertidores DC/DC. Ejercicio 3

Dimensionamiento de los elementos del convertidor.

Red de amortiguamiento



Red RC en paralelo con la carga.

$$R_x \parallel R_{0max} = 0.5\sqrt{L/C}$$

$$R_x \approx \frac{1}{\omega_0 C_x}$$

$$R_x \approx 0.27\Omega$$

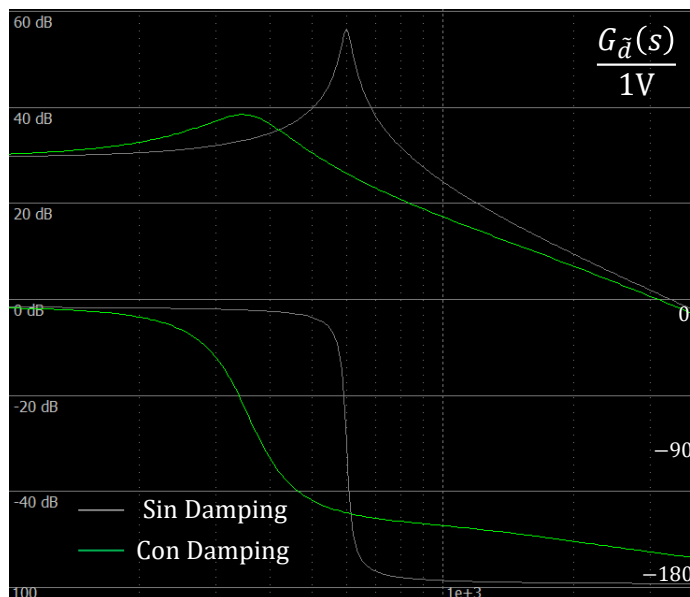
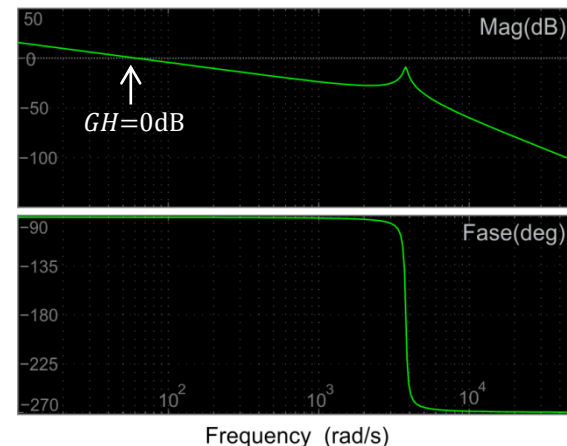
$$C_x \approx 980\mu F \leftarrow \text{Resulta } \sim 2C$$

Evaluar cuanto disipa R_x

Necesidad de amortiguar.

El sobrepico hace que el ancho de banda resultante sea bajo.

Posible GH con control integral



¿Se puede amortiguar en forma activa?

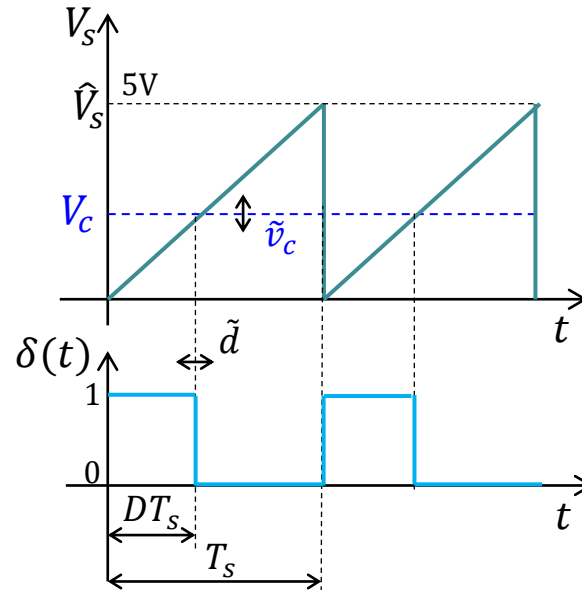
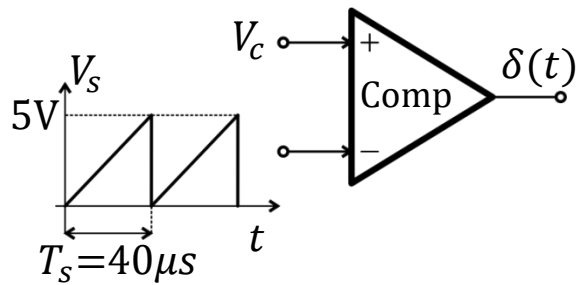




Convertidores DC/DC. Ejercicio 3

Modelado del sistema.

Modulador



$$\frac{V_c}{DT_s} = \frac{\hat{V}_s}{T_s}$$

$$D = \frac{V_c}{\hat{V}_s}$$

$$G_{MOD} = \frac{dD}{dV_c} = \frac{1}{\hat{V}_s}$$

Diagrama de bloques del sistema

