

# 1. Modulación PWM y realimentación

## 1.1. Amplificador de error

### a) Valores de $R_2$ y $R_3$ si $V_o = 25VDC$

Como  $V_{FB}$  es el divisor de tensión de  $V_o$  y se busca cumplir  $V_{FB} = V_{REF}$ , se obtiene:

$$V_{FB} = V_{REF} = V_o \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} \quad (1)$$

Depejando de la ecuación (1) y suponiendo que  $R_3 = 10k\Omega$ , obtenemos:

$$R_2 = R_3 \cdot \left( \frac{V_o}{V_{REF}} - 1 \right) = 90k\Omega \quad (2)$$

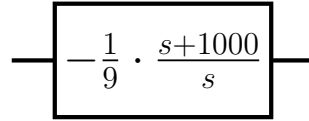
### b) Transferencia $\frac{\tilde{v}_c(s)}{\tilde{v}_o(s)}$ para pequeñas variaciones

La transferencia a pequeñas variaciones del amplificador de error se obtiene analizando el inversor con  $Z_1 = R_2$  y  $Z_2 = R_6 + \frac{1}{sC}$ . Esto se debe a que a pequeñas variaciones, tanto la fuente de tensión  $V_2$  como la fuente de corriente  $I_1$  se pasivan.

$$\frac{\tilde{v}_c(s)}{\tilde{v}_o(s)} = -\frac{R_6 + \frac{1}{sC_2}}{R_2} = -\frac{R_6}{R_2} \cdot \frac{s + \frac{1}{C_2 R_6}}{s} \quad (3)$$

### c) Amplificador de error como bloque de un sistema LTI. Ganancia, Polos y Ceros

Reemplazando los valores numéricos de la consigna en ecuación (3), el diagrama en bloque resulta:



El amplificador de error cuenta con una ganancia  $G_{amp} = \frac{1}{9}$ , un polo en  $s = -1000$  y un cero en el origen.

### d) Conjunto fuente de corriente $I_1$ y $R_7$

## 1.2. Modulación PWM

### a) Características de la señal triangular

### b) Duty cycle máximo

### c) Modulador PWM como bloque de un sistema LTI.

## 1.3. Convertidor DC/DC

### a) Función transferencia del convertidor

Considerando el diodo y el MOS como ideales, comenzamos analizando el espacio de estados. Durante el tiempo que la llave se encuentra cerrada (SW=ON) obtenemos:

$$\begin{bmatrix} \dot{i}_{L_1} \\ \dot{V}_{C_1} \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & -\frac{1}{R_8 \cdot C_1} \end{bmatrix}}_{A_{on}} \begin{bmatrix} i_{L_1} \\ V_{C_1} \end{bmatrix} + \underbrace{\begin{bmatrix} \frac{1}{L_1} \\ 0 \end{bmatrix}}_{B_{on}} V_1 \quad (4)$$

$$V_o = \underbrace{\begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix}}_{C_{on}} \begin{bmatrix} i_{L_1} \\ V_{C_1} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Por otro lado, durante el tiempo que la llave se encuentra abierta (SW=OFF), se obtiene que:

$$A_{off} = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{1}{L_1} \\ \frac{1}{C} & -\frac{1}{R_8 \cdot C_1} \end{bmatrix} \quad B_{off} = B_{on} \quad C_{off} = C_{on} \quad (6)$$

A continuación se calcula el promedio ponderado de las matrices de estado:

$$\overline{A} = A_{on} \cdot d + A_{off} \cdot (1 - d) \quad \overline{A} = A_{on} = A_{off} \quad \overline{B} = B_{on} = B_{off} \quad (7)$$

Finalmente, utilizando la ecuación provista por la cátedra en la clase de Transferencias y reemplazando los valores obtenidos anteriormente obtenemos la transferencia deseada.

$$\frac{\tilde{v}_o(s)}{\tilde{d}(s)} = \overline{C} \cdot (s \cdot I - \overline{A})^{-1} [(A_{on} - A_{off})X(s) + (B_{on} - B_{off})V_1] + (C_{on} - C_{off})X(s) \quad (8)$$

**b) Valor real del Duty cycle**

**c) Tiempos de establecimiento ante los cambios de carga**

**d) Tiempos de establecimiento con  $R_6 = 22k\Omega$  y  $R_6 = 1k\Omega$**