INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

Trabajo Práctico Nº 1

Teoría de Circuitos - 2019

Grupo 1:

Farall, Facundo

Gaytan, Joaquín

Kammann, Lucas

Maselli, Carlos

Müller, Malena

17 de agosto de 2019

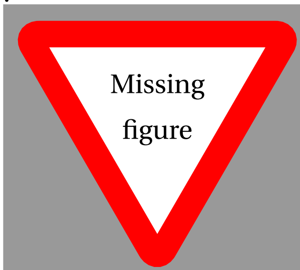
1. Ejercicio 1: Filtro notch pasivo

1.1. Cálculo teórico

Para el cálculo teórico se consideró al circuito como dos cuadripolos en paralelo, de los cuales se obtuvieron sus parámetros admitancia. El primero de los cuadripolos es el presentado en la figura

INSERT REFERENCE TO FIGURE Q1

.



First quadrupole circuit

El cálculo de los parámetros viene facilitado por la simpleza del circuito y el hecho de ser recíproco, de forma que sus parámetros admitancia son:

$$y_{A11} = \left.\frac{I_1}{V_1}\right|_{V_2=0} = \frac{1}{R_1 + \frac{R_2}{R_2 \cdot C_3 \cdot s+1}} = \frac{R_2 \cdot C_3 \cdot s + 1}{R_1 \cdot R_2 \cdot C_3 \cdot s + (R_1 + R_2)} \tag{1.1}$$

$$y_{A12} = \left.\frac{I_1}{V_2}\right|_{V_1=0} = \frac{-I_2 \cdot \frac{1}{R_1 \cdot C_3 \cdot s+1}}{I_2 \cdot \left(R_2 + \frac{R_1}{R_1 \cdot C_3 \cdot s+1}\right)} = -\frac{1}{R_1 \cdot R_2 \cdot C_3 \cdot s + (R_1 + R_2)} \tag{1.2}$$

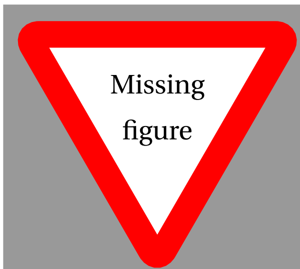
$$y_{A21} = \left.\frac{I_2}{V_1}\right|_{V_2=0} = -\frac{1}{R_1 \cdot R_2 \cdot C_3 \cdot s + (R_1 + R_2)} \tag{1.3}$$

$$y_{A22} = \left.\frac{I_2}{V_2}\right|_{V_1=0} = \frac{R_1 \cdot C_3 \cdot s + 1}{R_1 \cdot R_2 \cdot C_3 \cdot s + (R_1 + R_2)} \tag{1.4}$$

De forma análoga se obtienen los parámetros para el segundo cuadripolo

INSERT REFERENCE TO FIGURE Q2

, basándose en los cálculos del primero, y tomando provecho de su similitud.



Second quadrupole circuit

$$y_{B11} = \frac{\frac{1}{R_3 \cdot C_2 \cdot s} + 1}{\frac{1}{R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot s} + \frac{1}{C_1 \cdot s} + \frac{1}{C_2 \cdot s}} \tag{1.5}$$

$$y_{B12} = -\frac{1}{\frac{1}{R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot s} + \frac{1}{C_1 \cdot s} + \frac{1}{C_2 \cdot s}} \tag{1.6}$$

$$y_{B21} = -\frac{1}{\frac{1}{R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot s} + \frac{1}{C_1 \cdot s} + \frac{1}{C_2 \cdot s}} \tag{1.7}$$

$$y_{B22} = \frac{\frac{1}{R_3 \cdot C_1 \cdot s} + 1}{\frac{1}{R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot s} + \frac{1}{C_1 \cdot s} + \frac{1}{C_2 \cdot s}} \tag{1.8}$$

Se observa que la condición de Brune para cuadripolos en paralelo se cumple, y en consecuencia, se obtienen los parámetros admitancia del cuadripolo total mediante la suma de sus dos componentes. Dado que el objetivo final es calcular $\frac{V_o}{V_i}$, como tal cociente solo depende de los parámetros y_{21} y y_{22}, sólo se mostrará el cálculo de estos. Luego de trabajo algebráico, se llega a la siguiente expresión:

$$H(s) = \frac{V_o}{V_i} = -\frac{y_{A21} + y_{B21}}{y_{A22} + y_{B22}} = \tag{1.9}$$

$$= \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot s^3 + (R_1 + R_2) \cdot R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot s^2 + R_3 \cdot (C_1 + C_2) \cdot s + 1}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot s^3 + ((R_1 + R_2) \cdot R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 + R_1 \cdot R_3 \cdot C_1 \cdot C_3 + R_1 \cdot (R_2 + R_3) \cdot C_2 \cdot C_3) \cdot s^2 + R_3 \cdot (C_1 + C_2) \cdot s + 1} \tag{1.10}$$

Si se pide que $R_1 = R_2 = 2 \cdot R_3$ y $C_1 = C_2 = \frac{C_3}{2}$ se lleva la expresión de la ecuación **??** a:

$$H(s) = \frac{R_3^2 \cdot C_3^2 \cdot s^2 + 1}{R_3^2 \cdot C_3^2 \cdot s^2 + 4 \cdot R_3 \cdot C_3 \cdot s + 1} \tag{1.11}$$

Se pide que $f_0 = 2,7KHz$

$$\implies \omega_0 = 16,965 \cdot 10^3 \frac{rad}{s} \tag{1.12}$$

De la ecuación **??** se obtiene que:

$$\omega_0^2 = \frac{1}{R_3^2 \cdot C_3^2} \implies \omega_0 = \frac{1}{R_3 \cdot C_3} \tag{1.13}$$

Debe buscarse alguna combinación de R_3 y C_3 que me dé $\approx 0,058946ms$. La mejor combinación con valores comerciales es 15 y 39, ya que $15 \cdot 39 = 585$ (luego se corrige el órden). Para la elección de los componentes se tuvo en cuenta que el órden de magnitud de los capacitores sea tal que permita despreciar la capacidad parásita de las puntas del osciloscopio, y que admás haya disponibilidad de los componentes en el pañol de la universidad. Quedan así determinados también los valores de R_1, R_2, C_1 y C_2:

$$R_3 = 1,5K\Omega \implies R_1 = R_2 = 2 \cdot R_3 = 3K\Omega \longrightarrow \text{Elijo } R_1 = R_2 = 3,3K\Omega \tag{1.14}$$

$$C_3 = 39nF \implies C_1 = C_2 = \frac{C_3}{2} = 19,5nF \longrightarrow \text{Elijo } C_1 = C_2 = 18nF \tag{1.15}$$

Se consideró también utilizar dos resisencias en serie y dos capacitores en paralelo para lograr exactamente las relaciones indicadas. Sin embargo, la opción fue descartada por duplicar costo de componentes y, si bien mejora lo esperado en valores nominales, llega a duplicar las tolerancias de las resistencias y capacitores formados por dos componentes. Consecuentemente, la variación obtenida en la práctica puede ser aún más alejada de los valores esperados. Finalmente, y como criterio definitivo, se recalculó la variación de lo esperado al utilizar componentes que no respetan estríctamente la relación de doble o mitad. Utilizando la función transferencia de la ecuación **??**, se observa que el coeficiente de grado 3 será:

$$R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 = \tag{1.16}$$