

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES

22.42 LABORATORIO DE ELECTRÓNICA

TRABAJO PRÁCTICO N° 2

Osciloscopios/ Analizador de Impedancias/ Circuitos RLC

Grupo 5:

Nicolás DE LEÓN

Leg. 57232

Tomás VIGÓN

Leg. 57327

Benjamín LIN

Leg. 57242

Lucero Guadalupe FERNANDEZ

Leg. 57485

Profesor:

Pablo COSSUTTA

Alejandra WEILL

Matías SALVATI

Entregado: 25 de Septiembre de 2018

1. Medicion de Componentes con Analizador de Impedancia

2. Respuesta del Circuito LRC

Se armó el circuito LRC representado en la figura ??, cuyos valores nominales son $L = 1mH$ para la bobina y $C = 8,2nF$ para el capacitor. Con el uso de un Buffer en la entrada se evita impedancia del generador y que se cargue el generador, provocando un funcionamiento incorrecto durante las mediciones.

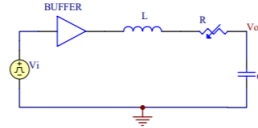


Figura 2.1: Circuito LRC armado

La ecuación característica del circuito es $s^2 + s\frac{2\xi}{\omega_0} + 1$, donde $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ y $\xi = \frac{\omega_0 RC}{2}$. Calculado la frecuencia de resonancia $f_0 = 55,5kHz$ y teniendo en cuenta el valor de $\xi = 0,19$ hallamos el valor de la resistencia $R = 130\Omega$. Cabe notar que el factor de calidad $Q = \frac{1}{2\xi}$ por lo que resulta en este caso $Q = 2,6$, por lo tanto se trataría de un circuito sub-amortiguado.

2.1. Respuesta al Escalon

Exitando el circuito con una onda cuadrada de $V_i = 0,5V_{pp}$ y una frecuencia de $f = 5,5kHz$ obteniendo la siguiente respuesta:

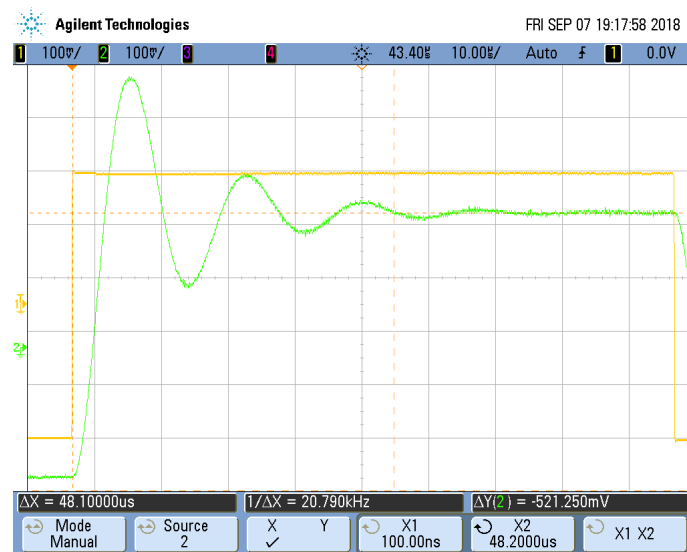


Figura 2.2: Respuesta al escalon

De tal manera que se obtuvo un sobrepico de $M_p = 257mV$, un tiempo de establecimiento del 5% $t_s = 47,6\mu s$ y su frecuencia de oscilacion $f_t = 56,2kHz$. Como criterio para la medicion del tiempo de establecimie se tomo la diferencia de tiempo desde la excitacion de la señal cuadrada y el tercer sobrepico de la oscilacion. Notamos que la señal de salida tiene comportamiento de una oscilacion subamortiguada, donde el capacitor y la inductancia en serie actuan como un oscilador y la resistencia actua como dicipador de energia reduciendo asi la amplitud de la oscilacion.

Se obtuvo la respuesta analítica del circuito partiendo de la ecuación:

$$\frac{V_c''(t)}{\omega_0^2} + \frac{V_c'(t)2\xi}{\omega_0} + V_c(t) = 0,5u(t)$$

tal que las condiciones iniciales son nulas. Con el uso de la transformada de Laplace llegamos a $V_c(s) = \frac{0,5}{s(\frac{s^2}{\omega_0^2} + \frac{s2\xi}{\omega_0} + 1)}$ por lo que su antitransformada es equivalente a:

$$V_c(t) = 0,5 \left(1 - \frac{e^{-\xi\omega_0 t}}{\sqrt{1-\xi^2}} \sin \left(\omega_0 \sqrt{1-\xi^2} t + \arctg \frac{\sqrt{1-\xi^2}}{\xi} \right) \right)$$

De esta manera se podrá derivar $V_c(t)$ y hallar el punto crítico, es decir el sobrepico de la función que tiene forma $t_p = \frac{\pi}{\omega_0 \sqrt{1-\xi^2}}$, lo que resulta en este caso $t_p = 9,18\mu s$ y su correspondiente valor $M_p = 272mV$. Como describe la ecuación la frecuencia de oscilación es $f_t = \frac{\omega_0 \sqrt{1-\xi^2}}{2\pi} = 54,5kHz$. Por último el tiempo de establecimiento de la señal la aproximamos con $t_s = \frac{\pi}{\xi\omega_0}$ que obtenemos $t_s = 47,42\mu s$

Comparando los resultados analíticos y experimentales, los resultados están en el mismo orden si bien existen diferencias las cuales pueden ser debido a errores accidentales en las mediciones y aproximaciones en los cálculos teóricos.

2.2. Efecto de la frecuencia en el circuito LRC

Con el uso del del circuito anterior se observó la onda de salida exitada con una señal cuadrada de duty 50% variando su frecuencia partiendo de $f_i = 5,5kHz$.

Inicialmente, como las condiciones eran idénticas a la experiencia anterior se vio en la señal su correspondiente periodo transitorio y su periodo estacionario en cada escalon. Sin embargo al aumentar la frecuencia, disminuye la cantidad de periodos de oscilaciones en la respuesta del escalon del circuito.

Al llegar a la frecuencia de resonancia f_0 la señal de salida oscila en transitorio y tiene forma de una senoidal como la frecuencia de la señal cuadrada es similar a su frecuencia de la oscilación f_t , por lo que siendo el duty cycle de la función de entrada 50%, solo medio periodo de la oscilación ocurre antes de que se presente un nuevo escalon de tensión, es decir notamos un solo máximo en cada escalon. Aumentando la frecuencia desde este punto, la forma de la onda es idéntica a la de f_0 , pero la amplitud de la señal de salida se ve atenuada. Podemos explicar este fenómeno ya que el circuito tiene característica de un pasa bajos el cual las altas frecuencias son filtradas y solo deja el paso de frecuencias bajas.

2.3. Diagrama de Bode

Realizando un barrido de frecuencia entre $\frac{f_0}{10}$ a $20f_0$ con una onda senoidal, se midió la amplitud y la fase de tensión del capacitor. Con el uso de los datos obtenidos se realizó su correspondiente diagrama de Bode. Además, se calculó la respuesta en transferencia del circuito que tiene la forma $H(s) = \frac{1}{s^2 LC + sRC + 1}$ con los valores de L, C y R los valores mencionados previamente.

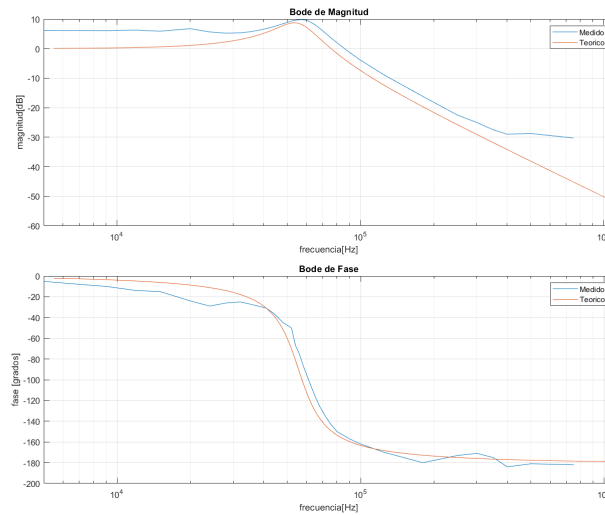


Figura 2.3: Diagrama de Bode

De la figura 2.3 identificamos que el circuito de segundo orden actúa como un filtro pasa bajos y tiene su respectivo sobrepico al rededor de $f_p = f_0 \sqrt{1 - 2\xi^2} = 53,5 kHz$. Analizando el Bode con el punto anterior, reconocemos que a frecuencias mayores a f_0 la salida es atenuada respecto a la entrada como también la frecuencia en que la amplitud máxima del sobrepico de la salida coincide con la frecuencia f_p , al rededor de la f_0

Si bien identificamos diferencias en el Bode medido y el Bode teórico, a grandes rasgos son idénticas; estas diferencias pueden ser debido a la tolerancia de los componentes utilizado y errores accidentales en las mediciones de las mismas.

2.4. Respuesta al escalon condicionadas

2.4.1. Sobrepico de 0.2V