

TP3 - Teoría de Circuitos 1

Análisis de circuito RLC

Autores:

Pla, Juan Ignacio (63486)

Torino, Joaquín (63140)

Caviglia, Facundo (63178)

Belsito, Ramiro (62641)

Actualizado: November 9, 2023

1 Introducción

En el marco de la teoría de circuitos, llevamos a cabo una experimentación centrada en el estudio de circuitos RLC. El experimento se dividió en cuatro partes, abordando los aspectos fundamentales de resonancia, respuesta en frecuencia y respuesta transitoria.

En la primera parte se construyó el circuito RLC y, variando la frecuencia, se identificó la frecuencia de resonancia f_0 determinada por la máxima amplitud de tensión sobre la resistencia. Luego, se calculó caída de tensión relacionada con f_1 y f_2 y se midieron sus valores. Finalmente se computó el factor de calidad Q y el ancho de banda \mathcal{B} .

En las siguientes dos partes se caracterizó la respuesta en frecuencia del sistema al variar la frecuencia de entrada. Esto implicó la medición y análisis de la ganancia y fase de la salida en relación con la entrada de manera tanto analítica como experimental.

Finalmente, la última etapa aborda el estudio de la respuesta transitoria. Esta etapa de la experiencia consistía en variar la resistencia del circuito con un potenciómetro e identificar cuando el sistema se encontraba en estado sub amortiguado, críticamente amortiguado o sobreamortiguado. Por restricciones temporales, esta parte no pudo ser efectuada.

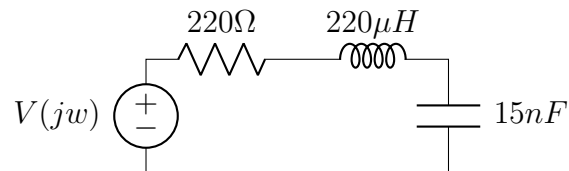
2 Materiales utilizados

- Osciloscopio digital para realizar las mediciones
- Generador de funciones para controlar la tensión de entrada al circuito.
- Una fuente de corriente continua para alimentar al generador de funciones.
- Una placa de pruebas (protoboard) para realizar las conexiones.

- Un amplificador operacional configurado como buffer para evitar cargar al generador de funciones.

3 Desarrollo

El siguiente fue el circuito utilizado para las 4 partes de la experiencia.



3.1 Parte 1

El osciloscopio fue conectado a los bornes de la resistencia de 220Ω para medir la caída de potencial V_R . El generador de funciones fue configurado para tener una diferencia de potencial $3V$ pico a pico y el buffer fue alimentado con $30V$ simétricos.

Frecuencia	Experimental	Analítica
f_0	92 KHz	87,611KHz

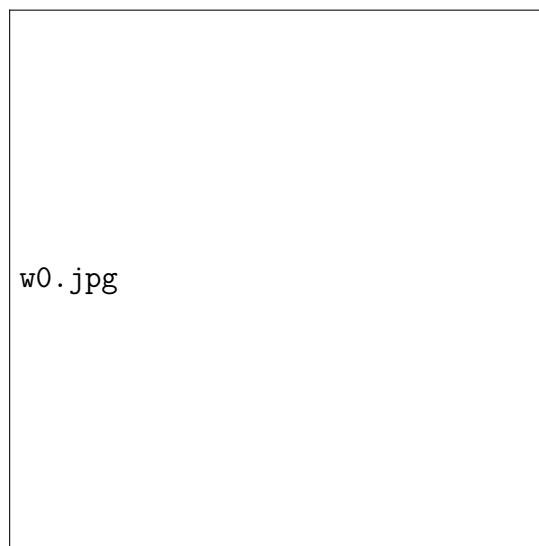


Fig. 1: V_R en resonancia

El valor máximo de tensión V_R fue el siguiente:

$$V_{R_{Max}} = 1,48V$$

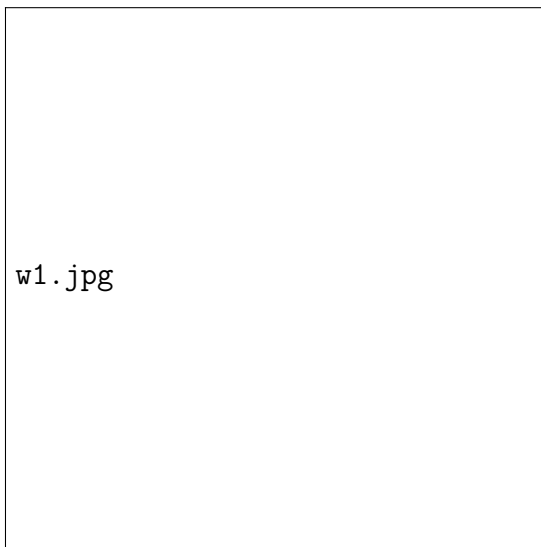
$$\Rightarrow \frac{V_{R_{Max}}}{\sqrt{2}} = 1,04V$$

Luego se midieron los valores de frecuencia f_1 y f_2 para los cuales la caída de potencial en la resistencia sea:

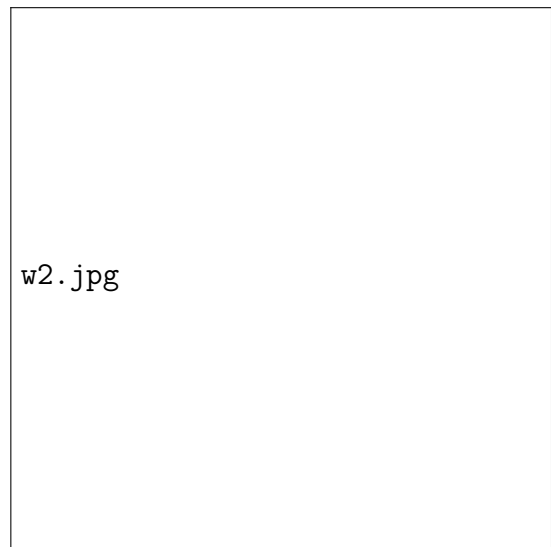
$$V_R = \frac{V_{R_{Max}}}{\sqrt{2}} = 1,04V$$

A su vez, estos valores fueron calculados de manera analítica. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Frecuencias	Experimentales	Analíticas
f_1	40KHz	46KHz
f_2	208KHz	190KHz



(a) V_R en el osciloscopio con el valor de frecuencia f_1



(b) V_R en el osciloscopio con el valor de frecuencia f_2

Finalmente, con los datos calculamos el factor de calidad y el ancho de banda.

$$\Delta B_f = |f_1 - f_2|$$

$$\Delta B_w = 2\pi|f_1 - f_2|$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta B_w}$$

	Experimentales	Analíticos
Q	0,521	0,608
ΔB_f	168KHz	144KHz

3.2 Partes 2 y 3

En estas dos secciones de la experiencia se tomaron una serie de mediciones de la amplitud y fase de V_R con respecto de la señal de entrada V_{in} , haciendo variar la frecuencia del generador de funciones.

La función de transferencia del circuito RLC serie es la siguiente:

$$H(s) = \frac{V_R}{V_{in}} = \frac{Rs/L}{s^2 + \frac{Rs}{L} + \frac{1}{LC}}$$

Reemplazando los valores de cada componente, la ganancia en tensión teórica es:

$$H(s) = \frac{1 \times 10^6 s}{s^2 + 1 \times 10^6 s + 303 \times 10^9}$$

quedando como polos de la función de transferencia dos polos complejos conjugados:

$$s_1 = -500KHz + j230,2KHz$$

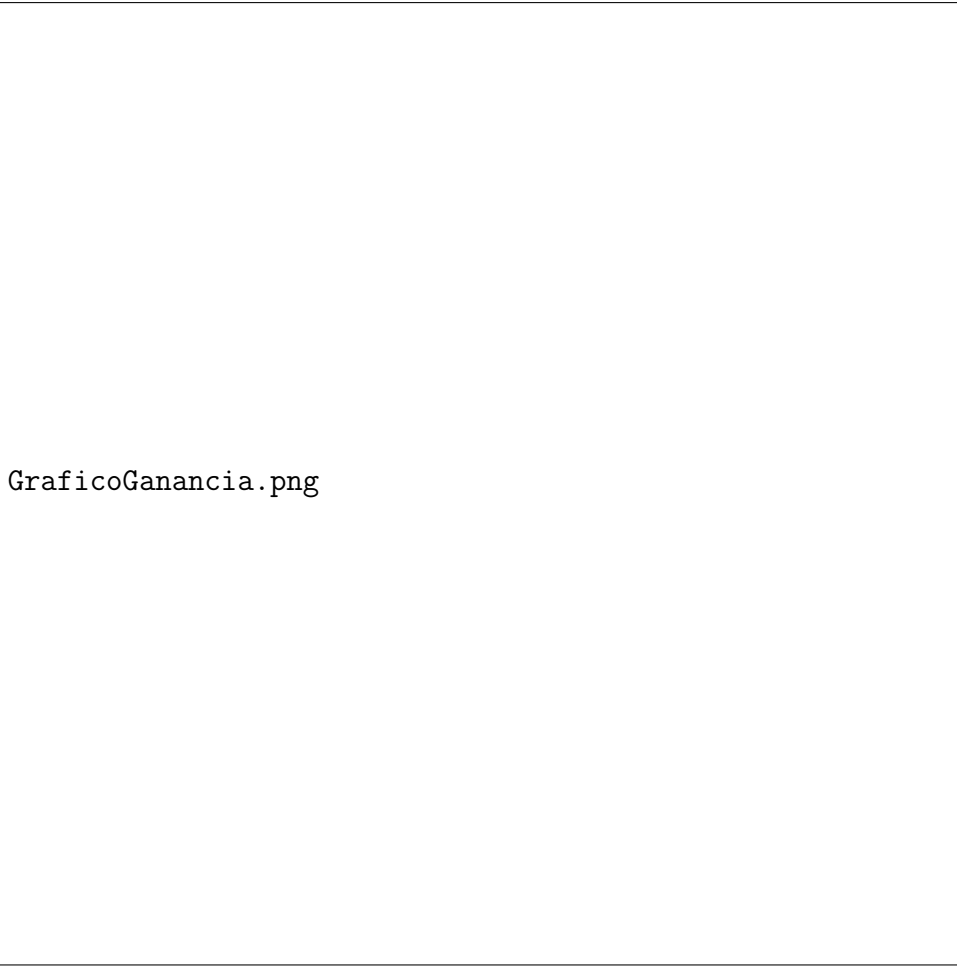
$$s_2 = -500KHz - j230,2KHz$$

De aquí se puede ver que el comportamiento en régimen transitorio del circuito en esta configuración es subamortiguado por las raíces de la ecuación característica.

3.3 Gráficos de Bode

Los gráficos presentados ilustran la coincidencia entre los resultados experimentales y las simulaciones. Se observa una similitud significativa en los valores cercanos a la frecuencia de resonancia, lo que indica una concordancia entre los datos empíricos y los obtenidos mediante simulación.

Medición de Ganancia:

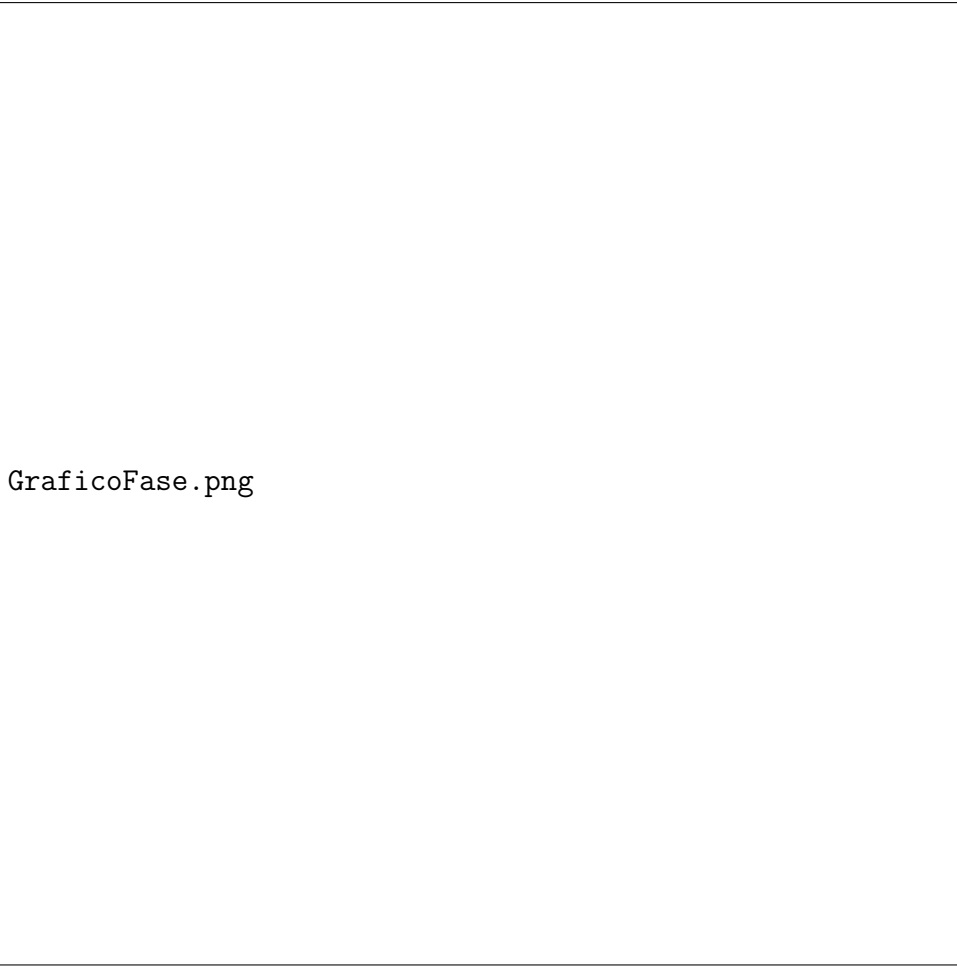


GraficoGanancia.png

Simulación de Ganancia:




Medición de Fase:



GraficoFase.png

Simulación de Fase:



SimulacionFase.png

4 Análisis de los resultados

Como es posible observar tanto en los graficos simulados como en los medidos, el circuito funciona como filtro pasa-banda, es decir, que reduce la tension V_R conforme la frecuencia se aleja de la frecuencia de resonancia, y aquellas que se encuentren fuera del ancho de banda son fuertemente atenuadas.

Con los parámetros de inductancia y capacitancia de nuestro circuito, dicha frecuencia de resonancia se encuentra alrededor de los 92KHz (medido experimentalmente). Sin embargo, dado al bajo factor de calidad que presenta el circuito se puede observar que si bien deja pasar mayoritariamente la frecuencia de resonancia, no es muy efectivo en filtrar el resto y por ende se tiene un gran ancho de banda.

5 Conclusion

En síntesis, en la experiencia de laboratorio fue posible observar varios aspectos de un circuito de segundo orden y los efectos del cambio de frecuencia en el mismo. Además, fue posible observar la correlación entre los valores teóricos y los medidos de manera empírica.