

Práctica 6

Filtros y resonancia

6.1 Objetivos de Aprendizaje

- Obtener experimentalmente el comportamiento entrada-salida en función de la frecuencia de algunos circuitos de filtrado.
- Caracterizar un RLC experimental y analíticamente, en cuanto a los valores de sus parámetros (R, C, L y Z), frecuencia de resonancia, frecuencias de corte y factor de calidad.
- Comprobar la resonancia electrónica de un circuito RLC experimentalmente y utilizando el programa simulador.

6.2 Trabajo Previo

- 6.2.1 Repasar el comportamiento de los elementos: resistencia, capacitancia e inductancia en circuitos con fuentes de voltaje senoidal.
- 6.2.2 Investigar que son los filtros pasivos y algunos tipos de éstos.
- 6.2.3 El circuito que se muestra en la Figura 6.2.1 se encuentra en estado senoidal estable. Bajo esta condición la relación de magnitud entrada-salida (Vo/Vi) y el ángulo (@) en función de la frecuencia angular ( $\omega = 2 * \text{Pi} * f$ ), son las que se muestran en la Figura 6.2.1.

Reporte una gráfica de estas funciones para valores de frecuencia de 10, 50, 100, 500, 1 K Y 5K Hertz .

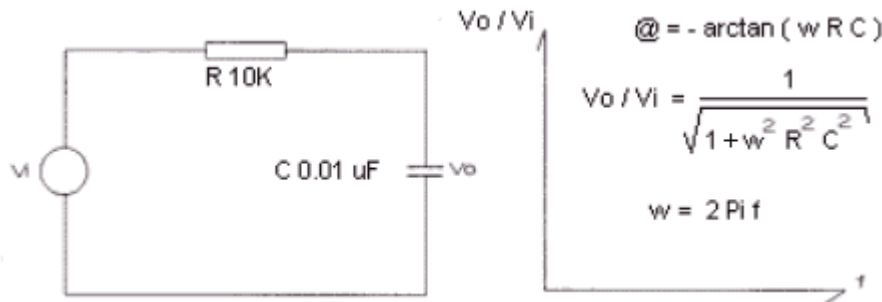


Figura 6.2.1

Calcule la frecuencia de corte: esto es, la frecuencia  $f_c$  para la cual la relación  $V_o/V_i$  es igual a 1 entre la raíz de 2 ( $=0.70711$ ), a partir de la relación mostrada en la Figura 6.2.1. Muestre en la gráfica la frecuencia de corte obtenida.

- 6.2.4 Indique de qué tipo de "Filtro" se trata este circuito.
- 6.2.5 Investigue el concepto de resonancia y Circuito RLC en resonancia.
- 6.2.6 A continuación se muestra un circuito RLC en estado senoidal estable (Figura 6.2.2). Bajo esta condición la relación de magnitud entrada-salida ( $V_o/V_i$ ) y el ángulo (@), son las que se muestran en la Figura 6.2.2.

Reporte una gráfica de estas funciones para valores de frecuencia de 100, 500, 1K y 5KHz.

Calcule las frecuencias de corte (son 2, en este caso obtenga la fórmula antes de sustituir valores): esto es, las frecuencias para las cuales la relación  $V_o/V_i$  es igual a 1 entre la raíz de 2 y muéstrelas en la gráfica.

Calcule el ancho de banda: esto es, la diferencia entre las frecuencias de corte obtenidas.

Calcule además la frecuencia de resonancia, es decir, la frecuencia para la cual  $V_o/V_i = 1$  y muéstrela en la gráfica.

Indique de qué tipo de "Filtro" se trata este circuito

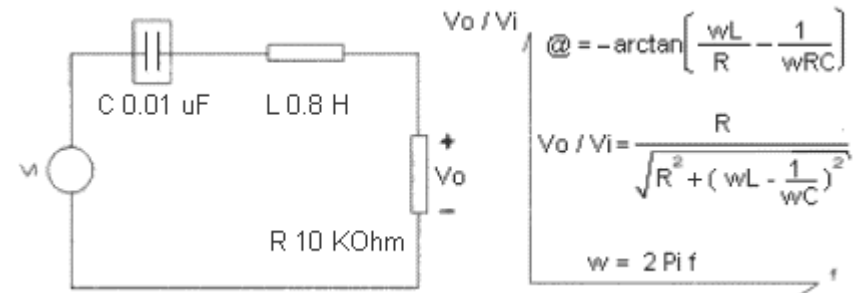


Figura 6.2.2

6.3 Introducción

El profesor guiará una discusión en grupo de los puntos tratados en el trabajo previo y explicará la forma de clasificar los filtros pasivos según el comportamiento de su señal de salida con la frecuencia de la señal de entrada (filtros pasa bajas, pasa altas y pasa banda).

El profesor explicará el concepto de frecuencia de corte de un filtro y la forma de obtenerla experimentalmente.

## ITAM

El profesor explicará como conectar el Diagramador de Bode para aplicarlo en el programa simulador , la interpretación de un diagrama de espectro de frecuencia y la unidad de Decibeles que estos utilizan (dB, dB/década).

El profesor explicará cómo determinar el defasamiento entre dos señales utilizando la curva de Lissajous.

### 6.4 Instrumental, Equipo y Materiales

- 1 Osciloscopio con sus puntas de prueba (OSC)
- 1 Generador de funciones con sus cables (GF)
- 1 Multímetro digital con sus puntas de prueba (MD)
- 1 Resistencia de 10KOhm (R10K)
- 1 Resistencia de 2.2 KOhm (R2.2K)
- 1 Capacitor de 0.01 ,uFarads (C0.01)
- 1 Capacitor de 0.1 uFarads (C0.1)
- 1 Capacitor de 1 uFarads (C1)
- 1 Transformador de 120 a 12 V para utilizar su bobina primaria como inductancia.

### 6.5 Desarrollo Experimental

#### 6.5.1 Aplicación de Circuitos de Filtrado: Tipo 1

Alambre el circuito de la Figura 6.5.1.1.

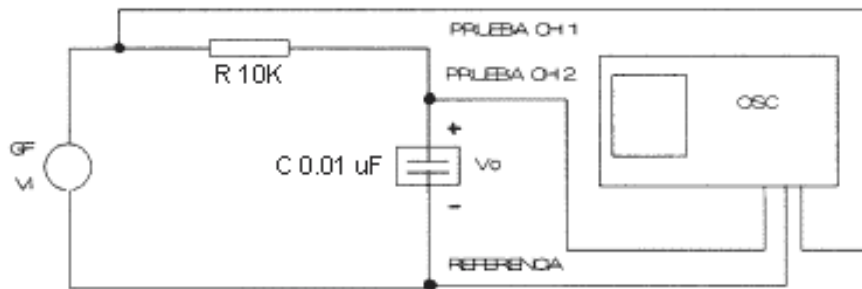


Figura 6.5.1.1.

Conecte las puntas de prueba y referencia como se muestran en la Figura con el fin de observar el voltaje de entrada  $V_i$  en el canal 1 y el voltaje de salida  $V_o$  en el canal 2 simultáneamente. Use el GF con señal senoidal de 5 V de amplitud.

Varié la frecuencia de la señal de entrada, ajuste a los valores indicados en la Tabla 6.5.1.1 y mida las amplitudes de los voltajes de entrada ( $V_i$ ) y de salida ( $V_o$ ) para cada una de las frecuencias propuestas (F). Registre sus resultados en la misma Tabla.

## LABORATORIO DE ELEMENTOS DE ELECTRONICA

Tabla 6.5.1.1

Filtro	1			2			3		
	$V_i$	$V_o$	$V_o/V_i$	$V_i$	$V_o$	$V_o/V_i$	$V_i$	$V_o$	$V_o/V_i$
50									
100									
500									
1000									
5000									
10000									
50000									

#### 6.5.2 Aplicación de Circuitos de Filtrado: Tipo 2

Arme el circuito como se muestra en la Figura 6.5.2.1.

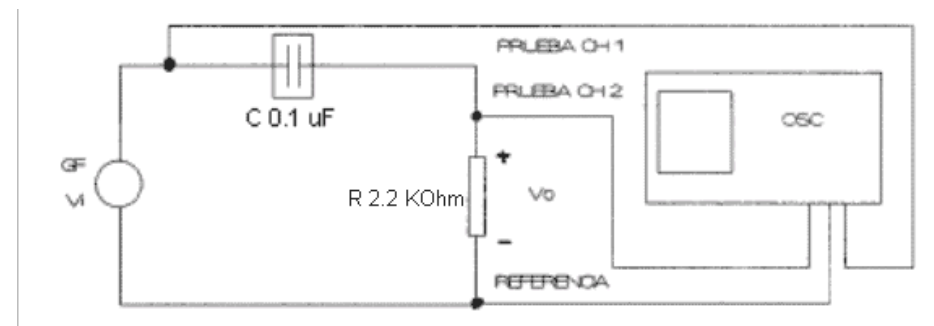


Figura 6.5.2.1

Varié la frecuencia de la señal de entrada, fíjela a los valores indicados en la Tabla 6.5.1.1 y mida las amplitudes de los voltajes de entrada y de salida para cada una de las frecuencias propuestas.

#### 6.5.3 Aplicación de Circuitos de Filtrado: Tipo 3

Alambre el circuito de la Figura 6.5.3.1. Note que este circuito se obtiene interconectando los circuitos armados en las secciones anteriores: 6.5.1 y 6.5.2.

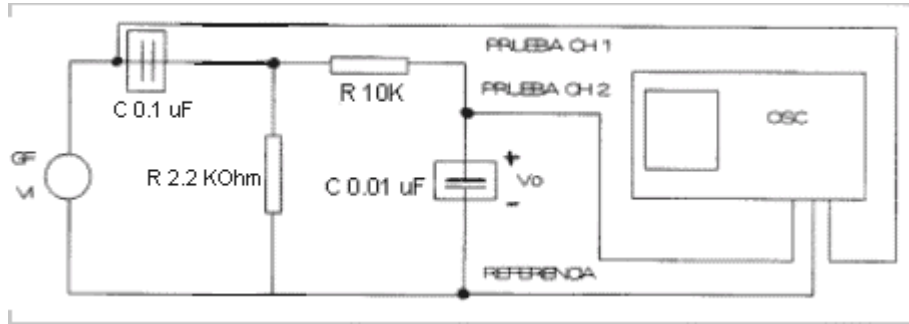


Figura 6.5.3.1

Varíe la frecuencia de la señal de entrada, fíjela a los valores indicados en la Tabla 6.5.1.1 y mida las amplitudes de los voltajes de entrada y de salida para cada una de las frecuencias propuestas.

Reporte los datos obtenidos, completando la Tabla 6.5.1.1 con el cálculo la relación  $V_o/V_i$  para cada filtro.

Reporte para cada filtro una gráfica a escala de la relación  $V_o/V_i$  en función de la frecuencia (f). Interpole los puntos por medio de líneas curvas y haga notar en estas gráficas la (s) frecuencia (s) de corte e indique con claridad de qué tipo de filtro se trata.

6.5.4 Caracterización experimental del circuito RLC y Resonancia

Con ayuda del puente de impedancias mida el valor de los parámetros R, C, L y su factor de Calidad (Q/D) de los elementos que utilizará para armar el circuito RLC en resonancia.

Nota. Utilice la bobina primaria del transformador como inductancia L.

Vacíe sus mediciones en la Tabla 6.5.4.1.

Tabla 6.5.4.1

	Valor Baja	Q / D Baja	Z(Re,Im) Baja	Valor Alta	Q / D Alta	Z(Re,Im) Alta
F [Hz]	120	120	120	1000	1000	1000
R						
C						
L						

Calcule la impedancia  $Z_R$ ,  $Z_C$  y  $Z_L$  correspondiente de cada elemento (R, C y L) tanto en baja como en alta frecuencia. Registre sus resultados en la Tabla 6.5.4.1.

Alambre el circuito RLC como se muestra en la Figura 6.5.4.1.

Conecte las puntas del OSC como se muestra en la Figura. Ajuste la salida del GF para que suministre una señal senoidal de 5 V de amplitud y 1 KHz de frecuencia.

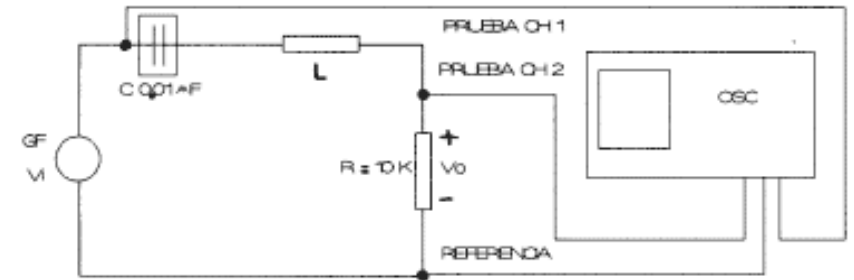


Figura 6.5.4.1

Observando simultáneamente las señales  $V_i$  y  $V_o$  en el OSC, varíe la frecuencia de la señal de suministro  $V_i$  desde 100 Hz hasta 100 KHz y observe como varía la amplitud y el defasamiento de la señal  $V_o$  en la resistencia, a lo largo del barrido de frecuencias. Reporte sus observaciones.

Ajuste la frecuencia de la señal  $V_i$  tal que la señal de salida en  $V_o$  se encuentre en igualdad de fase con la señal de entrada. En esta situación el circuito se comporta como solamente resistivo y la frecuencia ajustada es la de resonancia.

Determine experimentalmente la frecuencia de resonancia del circuito ( $f_r$ ).

A partir del valor de la frecuencia de resonancia, calcule el valor de la inductancia L del circuito.

Determine experimentalmente las frecuencias de corte del circuito y calcule el ancho de banda. Para ello parte del circuito en resonancia y aumente la frecuencia hasta que  $V_o$  caiga al 70.7 % de su valor máximo, siendo esta la frecuencia de corte superior  $f_2$ , en forma similar obtenga la frecuencia de corte inferior  $f_1$ . Reporte sus observaciones, las frecuencias de corte obtenidas y el cálculo del ancho de banda del circuito.

Mida con el voltmetro en AC los voltajes de la fuente  $V_i$ ,  $V_{zC}$ ,  $V_{zL}$  y  $V_r$  (utilice la escala mayor y vaya ajustándola de acuerdo al valor del voltaje medido, recuerde que este valor de voltaje es el eficaz). Reporte un diagrama fasorial de los voltajes medidos.

Cambie el OSC al modo X-Y con ambas señales ubicadas en la misma referencia, varíe nuevamente la frecuencia de la señal de suministro, observe la curva de Lissajous que se obtiene. Reporte sus observaciones y una gráfica de la Figura de Lissajous a la frecuencia de resonancia.

Ajuste la frecuencia de la fuente  $V_i$  a la frecuencia de resonancia del circuito ( $f_r$ ) y observe el voltaje de salida del circuito  $V_o$  en el osciloscopio. En estas condiciones, cambie el capacitor

## ITAM

C por uno de valor de 1  $\mu\text{F}$  y observe que sucede con la amplitud de  $V_o$ . Reporte sus observaciones y una explicación de las causas de tal efecto.

### 6.6 Trabajo Complementario

- 6.6.1 Con los valores de impedancia obtenidos para R, L y C (Tabla 6.5.4.1) a la frecuencia más próxima a la de resonancia, calcule la frecuencia de resonancia, las frecuencias de corte, el ancho de banda y el factor de calidad total (Q) del circuito RLC resonante.
- 6.6.2 Utilice el EWB para simular el circuito de la sección 6.5.4 del desarrollo. Utilice el *Bode Plotter* como se muestra en la Figura 6.6.2.1..

Reporte la gráfica dB contra f, indicando en la misma las frecuencias de corte y la frecuencia de resonancia.

Haga una comparación acerca de los tres métodos utilizados para caracterizar dicho circuito, reporte sus observaciones y conclusiones.

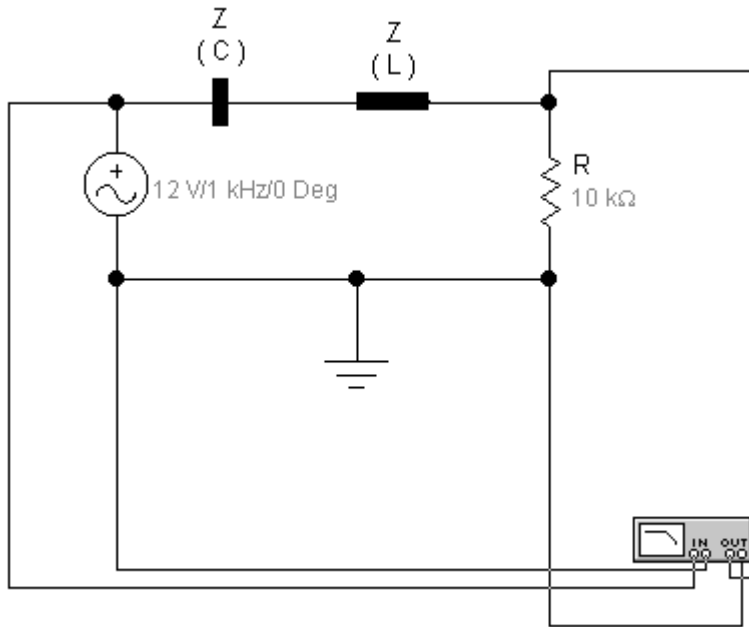


Figura 6.6.2.1

- 6.6.3 Comente acerca del método de Figuras de Lissajous para medir defasamientos entre dos señales.

## LABORATORIO DE ELEMENTOS DE ELECTRONICA

### 6.7 Bibliografía

- 6.7.1 Robert L. Boylestad. "Análisis introductorio de circuitos-". Ed. Trillas, 1987.