Práctico de Laboratorio: 5

Filtros Pasivos.

Objetivos:
1. Medir la respuesta en frecuencia de los filtros.
2. Medir la frecuencia de corte de un filtro pasa altas y pasa bajas.

Introducción teórica.

Los filtros son circuitos que permiten el paso de una determinada banda de frecuencias mientras atenúan todas las señales que no están comprendidas dentro de esta banda. En los filtros se usan dispositivos activos como transistores o amplificadores operacionales y redes pasivas RLC. Los dispositivos activos proporcionan ganancia de voltaje y las redes pasivas proporcionan selectividad de frecuencia. En este Laboratorio la atención se centrará en filtros pasivos, en los que sólo se usan resistencias y capacitores[‡].

Los filtros son parte fundamental de los circuitos electrónicos y se utilizan en aplicaciones que van de los circuitos de audio a los sistemas de procesamiento de señales digitales.

Filtros RC

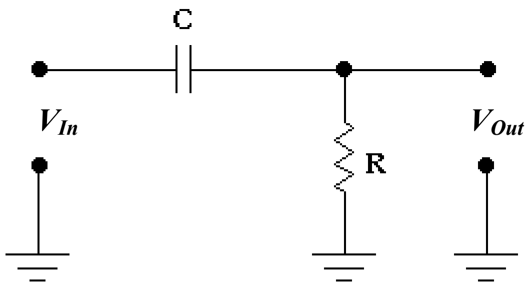
Esta clase de filtros es la más simple y consta de un circuito RC serie. En estos circuitos siempre tendremos una señal de entrada ($\boldsymbol{V_{In}}$) y una señal de salida ($\boldsymbol{V_{Out}}$), la amplitud de la señal de salida dependerá de la frecuencia de la señal de entrada. Veremos dos variantes de estos filtros: ***El Filtro Paso Altas y Paso Bajas***[§]**.**

Filtro RC Paso Altas

Este filtro, como su nombre lo indica atenúa el paso de señales de " frecuencia baja" y permite el paso de señales de "frecuencia alta". El circuito y su respuesta en frecuencia se muestran en las siguientes Figuras:

Como se demostró en teoría, la ganancia F(f) del filtro se define como el cociente entre la tensión de salida ($\boldsymbol{V_{Out}}$) y la tensión de entrada ($\boldsymbol{V_{In}}$):

$$\left|F(f)\right| = \frac{\left|\boldsymbol{V_{Out}}\right|}{\left|\boldsymbol{V_{In}}\right|} = \frac{f/f_C}{\sqrt{1+\left(\dfrac{f}{f_C}\right)^2}} \qquad (1.1)$$



Circuito Paso Altas

en donde $\boldsymbol{f_C = 1/2\pi RC}$ es la frecuencia de corte.
O sea, que cuando $\boldsymbol{f = f_C}$ la amplitud de la señal de salida es el 70.7% de $\boldsymbol{V_{In}}$, y como se observa en la ***Fig.1*** a medida que $\boldsymbol{f}$ aumenta la amplitud de ($\boldsymbol{V_{Out}}$) tiende a la de entrada.

Es más usual expresar la ganancia en decibeles, esto se debe a la respuesta logarítmica del oído humano a la intensidad del sonido y a que esta representación permite apreciar de una manera más clara la respuesta del filtro a diversas frecuencias. La Ganancia en decibeles del filtro paso-altas está dada por:

---

‡ Los filtros en los que se usan amplificadores operacionales como elementos activos proporcionan ventajas sobre los filtros pasivos. El amplificador operacional proporciona ganacia, por lo que la señal no se atenúa cuando paso a través del filtro. La impedancia de entrada elevada del amplificador evita la carga excesiva de la fuente de alimentación, y la baja impedancia de salida del amplificador evita que el filtro sea afectado por la carga a la que alimenta. Los filtros activos son también fáciles de ajustar dentro de un amplio rango de frecuencias, sin alterar la respuesta deseada.
§ Ver Apuntes de Teoría.

$$G_{dB} = 20\log\frac{|V_{Out}|}{|V_{In}|} = 20\log|F(f)| = 20\log\frac{f/f_C}{\sqrt{1+\left(\frac{f}{f_C}\right)^2}} \qquad (1.2)$$

En la Figura 2 se observa la ventaja de representar la ganancia en decibeles (con la f en escala logarítmica).

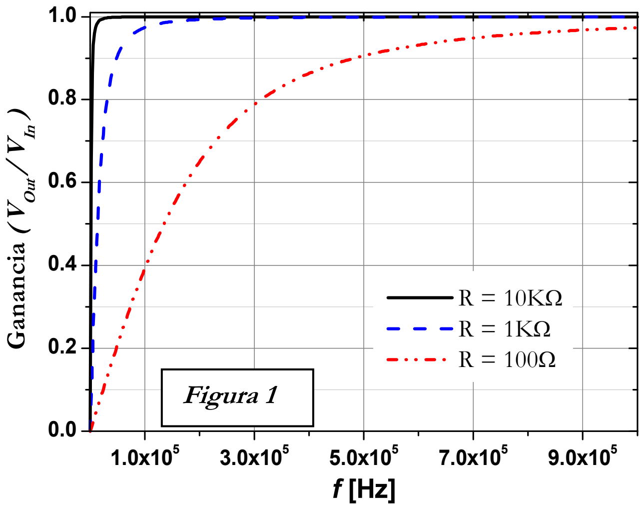


Figura 1

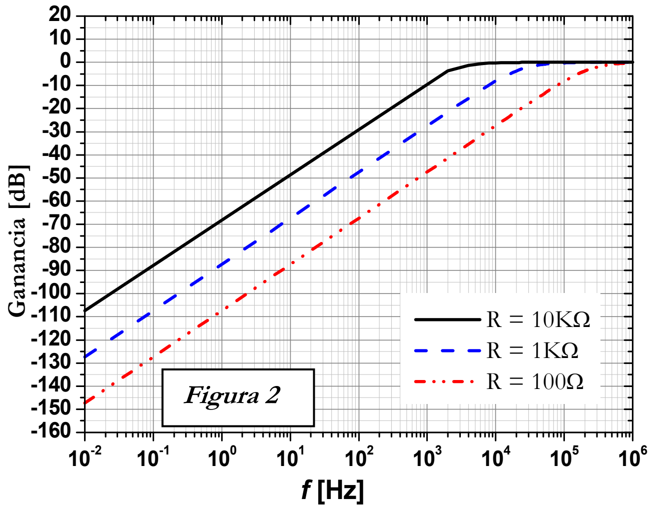


Figura 2

I) Calcular la f_C para los tres casos y señalarla en los dos gráficos. (C = 0.0068 uF)

f_C(R=10KΩ)=………………. - f_C(R=1KΩ)=……………….- f_C(R=100Ω)=……………….

II) Cuánto vale la ganancia en la f_C?

III) Con que otro nombre se conoce la f_C?

IV) Si la frecuencia se reduce 10 veces (***1 década***) por debajo de f_C ¿En cuánto disminuye la ganancia?
Nota: Esta disminución en la ganancia con la frecuencia se denomina ***caída de la ganancia (roll-off)***.

Además de atenuar la señal de salida en baja frecuencia, los filtros de este tipo provocan un ***desfasamiento*** creciente a medida que desciende la frecuencia. Como se aprendió en la teoría, el ángulo de fase se expresa como:

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R}\right) \qquad (1.3)$$

Para frecuencias altas (por encima de f_C) $X_C \approx 0$, por lo que $\phi = 0$ °. En $f = f_C$, X_C = R, entonces ϕ = 45 ° y para frecuencias bajas (menores a f_C) $\phi \rightarrow 90$ °.
En la gráfica de la derecha se ha representado el ángulo de fase versus la frecuencia, para un filtro paso altas con R= 10KΩ.

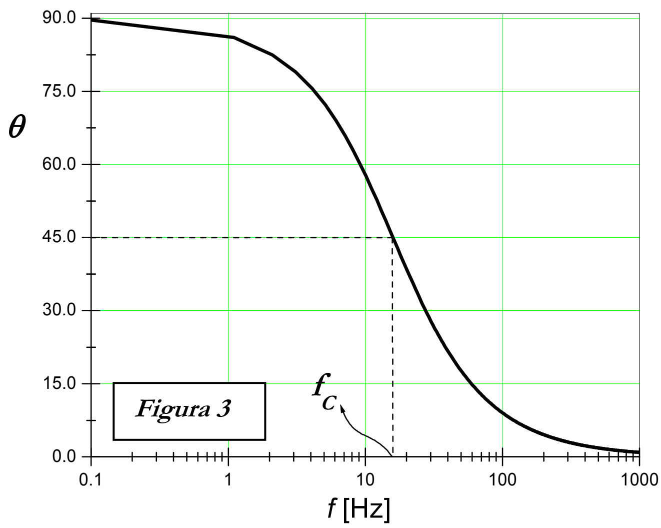
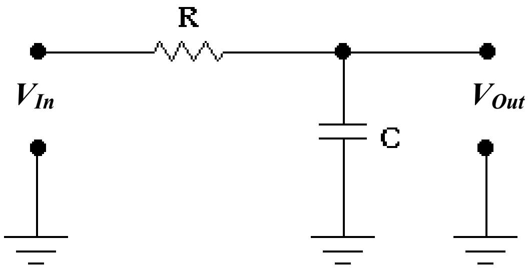


Figura 3

Filtro RC Paso Bajas

Intercambiando la posición de *R* con *C*, obtenemos el filtro paso bajas que produce el efecto opuesto al paso altas.



Circuito Paso Bajas

V) Realice los gráficos correspondientes de la respuesta en frecuencia para el filtro paso-bajas. Idem que las Fig. 1, 2 y 3. Con los mismos valores de R y C.
VI).

Práctica de Laboratorio:

Diseñe un filtro paso altas y uno paso bajas y determine su respuestas en frecuencia, es decir, obtenga experimentalmente la curva de la Fig. 2 (Utilice uno de los valores de *R*). **Grafique los puntos experimentales junto con la curva analítica en un mismo gráfico**. A partir de la curva experimental calcule la frecuencia de corte y compárela con la frecuencia de corte analítica. Una vez obtenida la frecuencia de corte mida la diferencia de fase entre V_{Out} y V_{In} (Mida también la fase a frecuencias bajas y altas para comparar).
Redacte un informe donde este detallado los circuitos utilizados con la ubicación de las puntas del osciloscopio, los valores de los elementos, y las gráficas obtenidas.

Nota: Para levantar la respuesta en frecuencia de un filtro es conveniente que en un canal del osciloscopio tenga siempre la señal de entrada y en el otro la señal de salida. **Y cada vez que varíe la frecuencia controle que la amplitud de la señal de entrada se mantenga en el mismo valor**.