

PRÁCTICA Nº 6: ESTUDIO DE LA RESPUESTA EN FRECUENCIA DE CIRCUITOS

El objetivo de la práctica es el estudio de la respuesta en frecuencia de circuitos RC de primer orden y la medida del diagrama de Bode de los filtros asociados a este circuito.

Las actividades a desarrollar son:

- Montaje y obtención de los diagramas de Bode de circuitos RC en configuración de filtro paso bajo y paso alto de 1^{er} orden.

SESIÓN 6: Estudio de la respuesta en frecuencia de circuitos RC de 1^{er} orden.

Instrumental de laboratorio

- Osciloscopio
- Polímetro
- Generador de señal alterna

Componentes electrónicos

- 1 resistencia
- 1 condensador

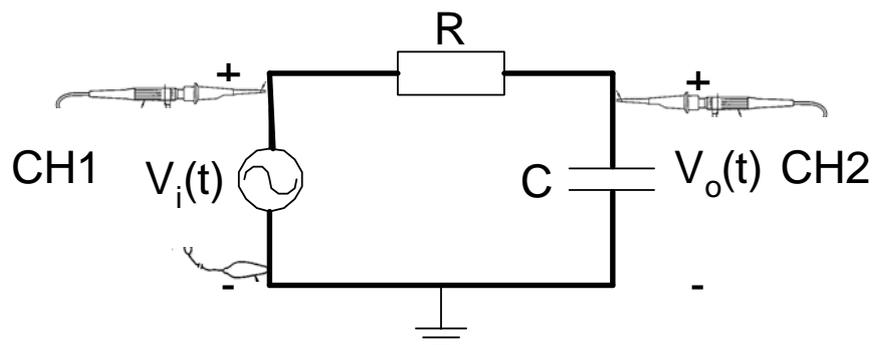
6.1. Fundamento teórico

Filtro paso bajo

En la figura 6.1 se representa un filtro paso bajo de 1^{er} orden. La relación fasorial entre las tensiones de entrada y de salida es la de un divisor de tensión:

$$T = \frac{V_{opp} e^{j(\omega t + \gamma)}}{V_{ipp} e^{j\omega t}} = \frac{Z_C}{Z_R + Z_C} = \frac{1}{\frac{j\omega}{\omega_o} + 1} \quad (2.3)$$

siendo $\omega_o = 1/(R \cdot C)$ una constante denominada frecuencia de corte del circuito. Para analizar el comportamiento en frecuencia, veamos la dependencia en frecuencia del módulo y de la fase (γ) de la anterior relación:



$$|T(\omega)| = \frac{V_{opp}}{V_{ipp}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega / \omega_o)^2}} \quad (2.4)$$

$$\varphi(T(\omega)) = -\arctan(\omega / \omega_o)$$

Por tanto, como se sabe, el módulo de T es el cociente de las amplitudes de ambas señales, mientras que la fase de T representa el desfase de la señal de salida respecto de la entrada. En este circuito, estas magnitudes tienen la dependencia con la frecuencia que se indica en el término de la derecha de la expresión (2.4).

Figura 6.1 Filtro RC paso bajo de 1^{er} orden.

Si representamos T en módulo y en fase en función de la frecuencia, las principales características de estos dos diagramas son:

- Para bajas frecuencias, no se atenúa la amplitud de salida (se mantiene muy parecida a la de entrada) ni hay desfase entre las dos señales.
- Para una frecuencia igual a la de corte, la atenuación es en un factor $1/2^{0.5} = 0.707$ y el desfase es de -45° .
- Para frecuencias superiores a la de corte la amplitud de salida se atenúa cada vez más (amplitud de salida más y más pequeña al aumentar la frecuencia) y el desfase (para frecuencias muy alejadas) se hace igual a -90° .
- Debido a este comportamiento, el circuito se denomina filtro paso bajo, porque atenúa las componentes de frecuencia superior a la de corte mientras que deja pasar las de frecuencia menor.

Filtro paso alto

- De forma análoga al caso anterior, en la figura 6.2 se representa un filtro paso alto de 1^{er} orden. Obtener la relación fasorial entre la entrada y la

salida (T). Calcular también el módulo y la fase, en función de la frecuencia, de dicha relación. Describir cómo varían estas funciones dependientes de la frecuencia.

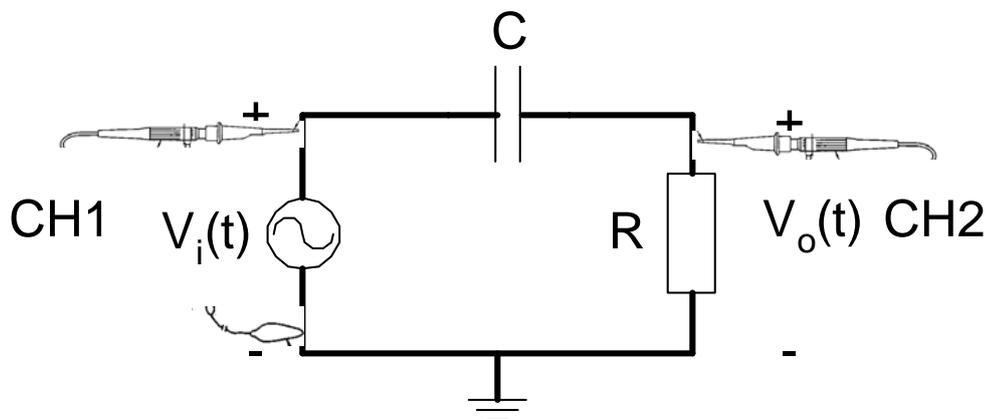


Figura 6.2: filtro RC paso alto de 1^{er} orden.

6.2. Procedimiento experimental

Filtro paso bajo:

1. Dadas una resistencia y un condensador, medir sus valores con el polímetro y anotarlos. Con ellos, calcular teóricamente la frecuencia de corte del filtro de acuerdo con lo arriba expuesto.
2. Montar en el zócalo el circuito de la fig. 6.1. La fuente $V_i(t)$ será el generador de señal con forma de onda sinusoidal sin "offset" con amplitud pico a pico de al menos 10 V.
3. Medir las amplitudes pico a pico de la entrada $V_i(t)$ (V_{ipp}) y de la señal de salida $V_o(t)$ (V_{opp}), el desfase entre ambas señales (φ) y la frecuencia de la señal de entrada. Para ello poner la sonda del canal 1 del osciloscopio a medir la entrada y la del canal 2 la salida. No olvide poner al menos una de las masas de la sondas al polo negativo del generador. Indicar el desfase en radianes o en grados. Como vamos a obtener experimentalmente la relación, en módulo y fase, entre los fasores de las tensiones de entrada y salida en función de la frecuencia debemos realizar estas operaciones repetidamente para construir la siguiente tabla:

f(oscil)	V_{ipp}	V_{opp}	Desfase
f_1			

f_2			
f_3			
$f_4 \dots$			

Tabla 2.1

El rango de frecuencias a barrer es desde 100 Hz a 500 KHz, con los factores 1, 2, 3, 5 y 8 en cada década.

4. Buscar experimentalmente la frecuencia de corte (teóricamente es $f_o=1/(2\pi RC)$), donde se cumple que $V_{opp}=0.7V_{ipp}$ y anotarla en la tabla de arriba. Compárela con la teórica.
5. Representar dos diagramas con la amplitud y la fase de T , respectivamente, en función del logaritmo decimal de la frecuencia ($\log(f)$).
6. Sobre este diagrama, marque la frecuencia de corte experimental y halle la pendiente en la zona de bajada.

Filtro paso alto:

1. Montar, empleando los mismo componentes que en el filtro paso bajo, un filtro paso alto y obtener su respuesta en frecuencia (repetir los pasos 3 a 6 anteriores).
2. Observar el comportamiento temporal del circuito ante una señal periódica cuadrada, de forma análoga a como se hizo en el apartado 5.2 (Medida del circuito RC en condiciones transitorias).
3. ¿Qué diferencias encuentra en la respuesta temporal y en frecuencia de ambos circuitos?
4. Describa cualitativamente el comportamiento de ambos circuitos.