

## PRÁCTICA 4: MEDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA

En la cuarta práctica vamos a recordar el manejo del osciloscopio y tomaremos las medidas necesarias para realizar un diagrama de Bode de amplitud.

### Estudio de la respuesta en frecuencia de circuitos RC de primer orden

#### OBJETIVO

Observar cómo se modifica la tensión de la señal de salida al medir la tensión entre dos puntos del circuito cuando se modifica la frecuencia de la señal de entrada. Obtener los valores necesarios para realizar el diagrama de Bode de amplitud de la salida en el condensador de un circuito RC.

#### FUNDAMENTO TEÓRICO

##### Filtro paso bajo

En la figura 4.1 se representa un filtro paso bajo de 1<sup>er</sup> orden. El fasor que representa a la corriente que circula por el circuito es:

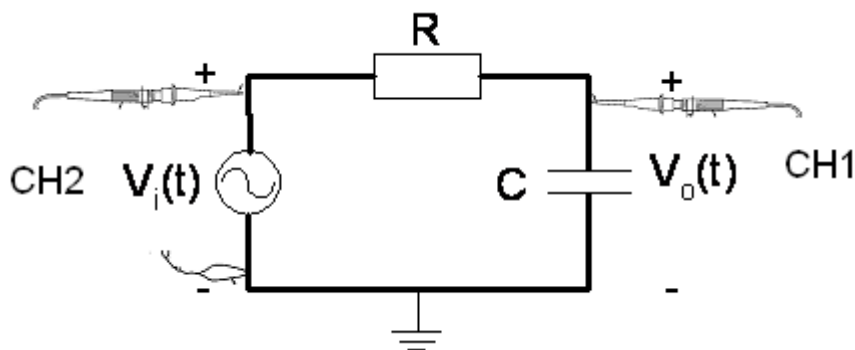
$$i_f = \frac{j\omega C v_{i,f}}{1 + j\omega RC}$$

siendo  $v_{i,f}$  el fasor que representa la tensión de la fuente de entrada. Por tanto, el fasor que representa la caída de tensión en el condensador, medido con el canal 2 (CH2) en la figura 4.1, es:

$$v_{cf} = \frac{v_{i,f}}{1 + j\omega RC}$$

De esta manera, la función de transferencia del circuito es

$$T(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$$



**Figura 4.1** Filtro RC paso bajo de 1<sup>er</sup> orden.

En esta práctica vamos a obtener experimentalmente el diagrama de Bode de amplitud, por lo que es necesario calcular el módulo de la función de transferencia, obteniéndose

$$|T(\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega / \omega_0)^2}}$$

siendo  $\omega_0 = 1/(R \cdot C)$  la frecuencia de corte del circuito. La función de transferencia en el diagrama de Bode se representa usando los decibelios, obteniéndose por consiguiente

$$|T(\omega)|_{dB} = 20 \log \left[ \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega / \omega_0)^2}} \right]$$

Las características de este diagrama de filtro paso bajo son:

- Para bajas frecuencias no se atenúa la amplitud de salida (se mantiene muy parecida a la de entrada) y el diagrama de Bode vale en torno a 0 dB.
- Para una frecuencia igual a la de corte, la atenuación es de -3 dB.
- 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), con una pendiente de 20 dB/década.

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

### Filtro paso bajo:

1. Dados una resistencia y un condensador, medid sus valores con el polímetro y anotadlos. Con ellos, calculad teóricamente la frecuencia de corte del filtro  $\omega_0$ .
2. Montad en el zócalo el circuito de la fig. 4.1. 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. Medid las amplitudes pico a pico de la entrada  $V_i(t)$  ( $V_{ipp}$ ) y de la señal de salida  $V_o(t)$  ( $V_{opp}$ ) 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 olvides poner al menos una de las masas de las sondas al polo negativo del generador. Como vamos a obtener experimentalmente el diagrama de Bode en amplitud, debemos realizar esta operación repetidamente cambiando la frecuencia de la señal de entrada, construyendo una tabla como la siguiente (para simplificar sólo se han representado cuatro frecuencias distintas):

	$V_{ipp}$	$V_{opp}$	$\omega$
$f_1$			
$f_2$			
$f_3$			
$f_4$			

El rango de frecuencias que vamos a estudiar comprende entre los 100 Hz y los 500 KHz, con los factores 1, 2, 3, 5 y 8 en cada década. Para hacer más sencillo el procedimiento, comenzad con el valor de la frecuencia más bajo, donde no se observa la atenuación de la señal de entrada.

4. Buscad experimentalmente la frecuencia de corte (teóricamente es  $f_c = 1/(2\pi RC)$ , donde se cumple que  $V_{opp} = 0.7V_{ipp}$  y anotadla en la tabla de arriba. Compárala con la teórica.
5. Representad el diagrama de Bode en amplitud con ayuda de Excel (o similar) o papel milimetrado, donde en el eje X tendremos  $\log \omega$ , y en el eje Y el módulo de la ganancia en decibelios, es decir,  $20\log(V_{opp}/V_{ipp})$  correspondiente a cada frecuencia.
6. Sobre este diagrama, marca la frecuencia de corte experimental y halla la pendiente en la zona de bajada.

FORMULARIO PRÁCTICA 4

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

Turno de sesión de prácticas: \_\_\_\_\_

Diagrama de Bode:

*Valores de los elementos usados en el circuito:*

R =

C =

Frecuencia de corte  $\omega_0$  =

*Demuestra teóricamente que el valor en decibelios del módulo de la función de transferencia para la frecuencia de corte es -3 dB. Demuestra asimismo que la tensión pico pico de salida es 0.7 veces la tensión pico pico de la entrada para la misma frecuencia.*

**Pregunta difícil:** *En la práctica 3 se introducía una señal cuadrada y veíamos en la salida una señal típica de carga y descarga del condensador. En esta práctica introducimos EN EL MISMO CIRCUITO señales de entrada de tipo seno ¿de qué tipo son las señales de salida que se observan en la práctica? ¿Por qué en la práctica 3 no veíamos que la salida era otra señal cuadrada? Razona tu respuesta.*

**(Recuerda anotar los datos necesarios para realizar un informe de prácticas con los resultados obtenidos)**