

Objetivo de la práctica

Aprender a usar el osciloscopio y estudiar un circuito RC en el dominio de la frecuencia a través de la medida de los cambios en la tensión de la señal de salida debidos a las variaciones de la frecuencia de la señal de entrada. Realizar el diagrama de Bode de la función de transferencia al tomar como salida el condensador del circuito. Calcular la frecuencia de corte y experimental del circuito propuesto.

Fundamento teórico

Esta práctica se basa en los fundamentos teóricos de diagramas de bode, corriente alterna y circuitos RC.

Como el condensador y la resistencia están en serie la impedancia equivalente es:

$$Z_{eq} = Z_r + Z_c = R + \frac{1}{j\omega C} = \frac{j\omega RC + 1}{j\omega C} = \frac{1 + j\omega RC}{j\omega C}$$

De esta forma el fasor que representa a la corriente que circula por el circuito es:

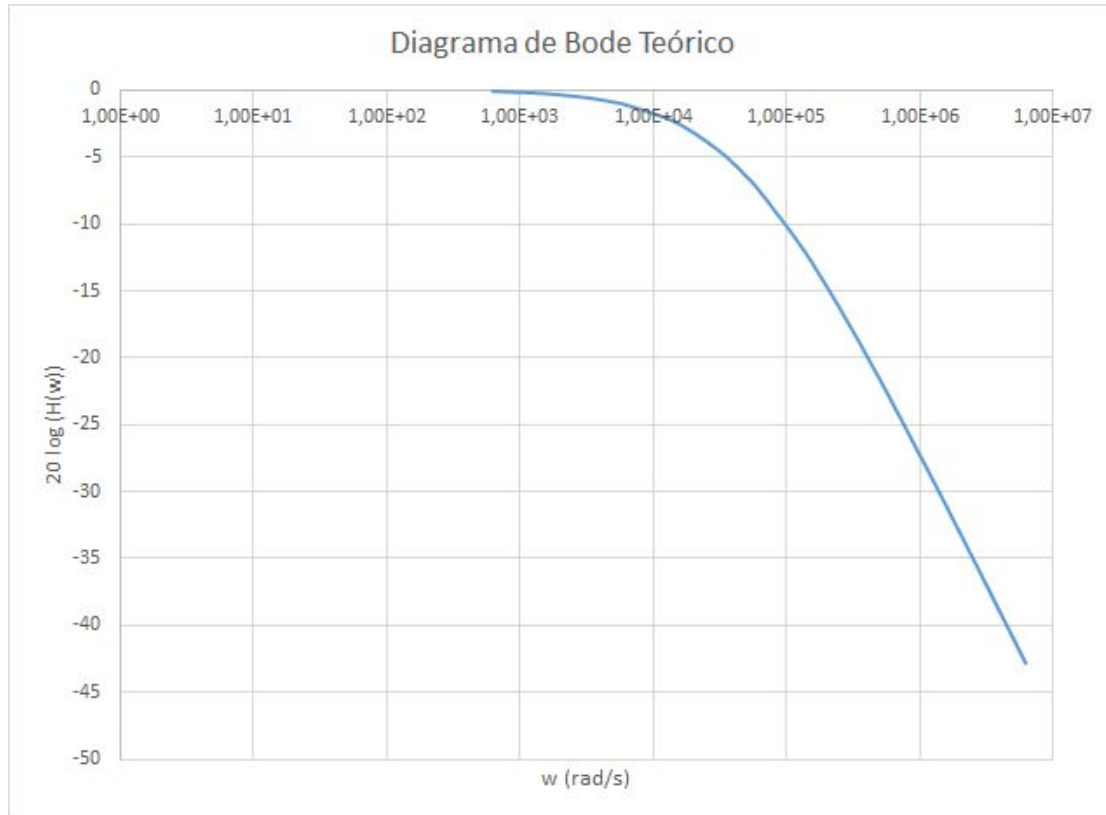
$$i(\omega) = \frac{v_i(\omega)}{Z_{eq}} = v_i(\omega) \frac{j\omega C}{1 + j\omega RC}$$

siendo $v_i(\omega)$ el fasor que representa la tensión de la fuente de entrada. Por tanto, el fasor que representa la caída de tensión en el condensador es:

$$v_c(\omega) = i(\omega) Z_c = \frac{v_i(\omega)}{1 + j\omega RC}$$

Y la función de transferencia del circuito:

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



Material de prácticas

En la práctica usaremos dos instrumentos principales.

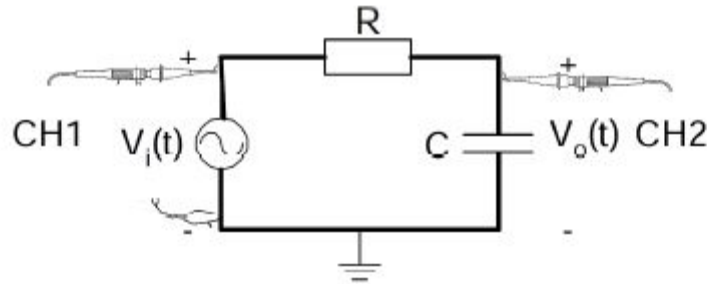
Osciloscopio 54622A de Agilent Generador de Señales Agilent 33220A El osciloscopio es un instrumento análogo al multímetro o polímetro. Es decir, sirve para medir voltajes entre los polos de sus terminales llamados sondas. Podemos realizar operaciones sobre las ondas, mostrar 1 o 2 al mismo tiempo, ajustar la escala además de tomar medidas.

El generador de señales lo usaremos para generar una señal con las características deseadas. En el caso de la práctica, una señal seno de Voltaje Pico-Pico de 10V. La frecuencia la cambiaremos para el experimento.

Desarrollo y resultados

Desarrollo

La práctica consiste en medir los voltajes de entrada y salida del siguiente circuito RC para luego calcular la función de transferencia.



Para ello utilizaremos el material mencionado previamente.

Seleccionaremos frecuencias de distintos órdenes de magnitud, desde 100Hz hasta 10^6 Hz. Los datos obtenidos al realizar las medidas de las distintas magnitudes necesarias para realizar la práctica y poder sacar conclusiones se muestran a continuación en la siguiente tabla:

Resultados - Medidas

Resistencia = 9,88 k Ω

Capacidad del condensador = 2,225 nF

La frecuencia de corte teórica la podemos calcular como:

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi}$$
$$\omega_0 = \frac{1}{R \cdot C}$$

Frecuencia de corte teórica = 7,24 * 10^3 Hz

Frecuencia angular teórica = 4,55 * 10^4 rad/s

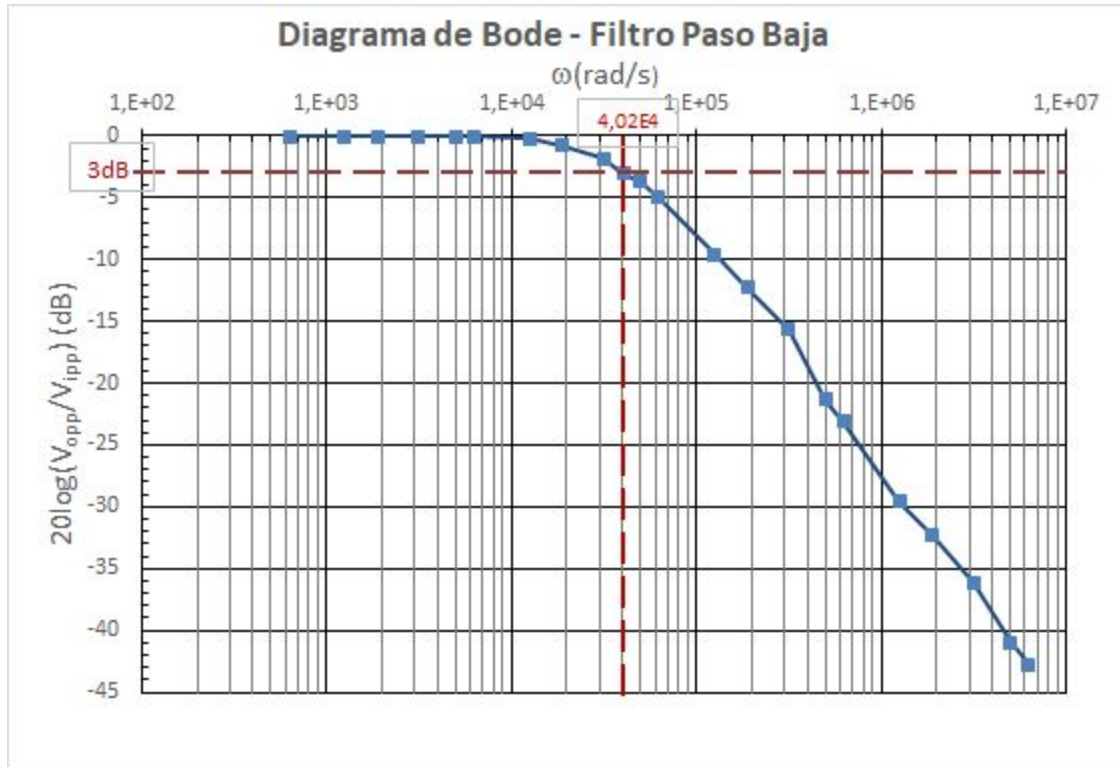
Resultados

$f_{exp}(Hz)$	$\omega \text{ exp}$ (rad/s)	$\log(\omega \text{ exp})$	Vopp (V)	Vipp(V)	Vopp/Vipp	$20\log(Vopp/Vipp)$
1,00E+02	628	2,8	10,2	10,3	0,9902913	-0,0847411
2,00E+02	1257	3,1	10,2	10,3	0,9902913	-0,0847411
3,00E+02	1885	3,28	10,2	10,3	0,9902913	-0,0847411
5,00E+02	3142	3,5	10,2	10,3	0,9902913	-0,0847411
8,00E+02	5027	3,7	10,2	10,3	0,9902913	-0,0847411
1,00E+03	6283	3,8	10,2	10,3	0,9902913	-0,0847411
2,00E+03	12566	4,1	10	10,3	0,9708738	-0,2567445
3,00E+03	18850	4,28	9,4	10,3	0,9126214	-0,7941874
5,00E+03	31416	4,5	8,3	10,3	0,8058252	-1,8751826
6,40E+03	40212	4,6	7,25	10,3	0,7038835	-3,0499844
8,00E+03	50265	4,7	6,7	10,3	0,6504854	-3,7352484
1,00E+04	62832	4,8	5,8	10,3	0,5631068	-4,9881846
2,00E+04	125664	5,1	3,4	10,3	0,3300971	-9,6271662
3,00E+04	188496	5,28	2,5	10,3	0,2427184	-12,2979443
5,00E+04	314159	5,5	1,7	10,3	0,1650485	-15,6477661
8,00E+04	502655	5,7	0,88	10,3	0,0854369	-21,3670911
1,00E+05	628319	5,8	0,72	10,3	0,0699029	-23,1100946
2,00E+05	1256637	6,1	0,34	10,3	0,0330097	-29,6271662
3,00E+05	1884956	6,28	0,25	10,3	0,0242718	-32,2979443
5,00E+05	3141593	6,5	0,16	10,3	0,015534	-36,1743448
8,00E+05	5026548	6,7	0,092	10,3	0,008932	-40,9809879
1,00E+06	6283185	6,8	0,075	10,3	0,0072816	-42,7555192

La frecuencia de corte experimental se representa con el sombreado naranja.

Representación gráfica

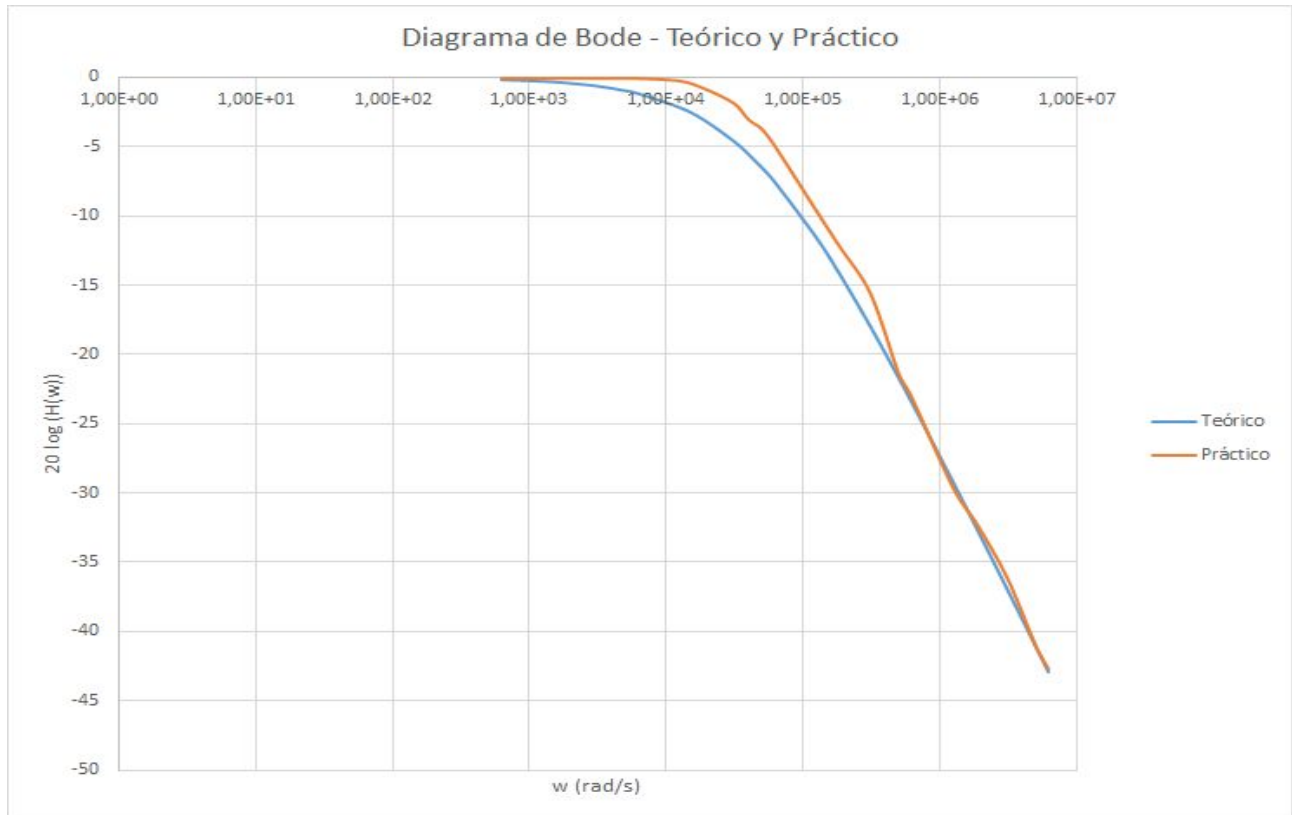
Las líneas rojas muestran la frecuencia de corte.



Discusión/Conclusión

De la teoría podemos deducir que la frecuencia de corte es $7,24 \cdot 10^3$ Hz y que 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 y 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. Lo que significa que se trata de un filtro paso-bajo.



De la parte experimental obtenemos unos resultados bastante parecidos, la mayor diferencia se encuentra en la frecuencia de corte medida, que es $6,4 \cdot 10^3$ Hz, que es la frecuencia teórica con un error de un 10%. Sin embargo, se obtienen resultados como los esperados teóricamente, la amplitud de entrada es prácticamente igual a la de salida hasta llegar a la frecuencia de corte experimental, y a partir de ese momento, la amplitud de salida se atenúa cada vez más, con una pendiente de 19,3 dB/década.

De estos datos podemos deducir que las aproximaciones teóricas describen con bastante certeza el funcionamiento del circuito y que se puede utilizar la teoría para predecir cómo se comportaría el circuito sin necesidad de medirlo.