

# **MEMORIA PRÁCTICA 3**

# **MEDIDAS EN CORRIENTE**

# **ALTERNA**

**INMACULADA GÁLVEZ LÓPEZ**  
**DAVID MUÑOZ SÁNCHEZ**

**1º DGIIM FFT**



## 1. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta práctica es aprender el manejo del osciloscopio, estudiando 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. Con estas medidas, se realizará el diagrama de Bode en amplitud de la función de transferencia, que se obtiene al tomar la salida en el condensador del circuito RC.

## 2. FUNDAMENTO TEÓRICO

La práctica se basa en estudiar la función de transferencia (de tipo filtro de paso bajo) del circuito RC. Llamamos filtro paso bajo a aquel circuito que, ante la aplicación de un voltaje de entrada, permite que exista un voltaje de salida de  $f < \omega_c$  (frecuencia de corte).

Como bien he dicho en el inicio, deseamos hallar la función de transferencia del circuito. Para ello hallamos la impedancia equivalente (sumando la del condensador y la resistencia) y con ella, calculamos el fasor de la intensidad que circula por el circuito (usando la Ley de Ohm generalizada y el fasor del voltaje de entrada).

Una vez tenemos el fasor de la intensidad, calculamos el fasor de la caída de tensión en el condensador (tensión de salida), usando la Ley de Ohm generalizada y la impedancia del condensador.

Como ya tenemos la tensión de salida, la expresamos en función de la tensión de entrada, y de esta manera calculamos la función de transferencia,

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

siendo  $\omega_0 > \frac{1}{RC}$  (la frecuencia de corte).

Por tanto, la función de transferencia en el Diagrama de Bode se representa usando los decibelios, obteniéndose:

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

Las características de este diagrama son:

- Para frecuencias bajas  $\Rightarrow$  la amplitud de salida parecida a la de entrada y el diagrama de Bode vale en torno a 0 dB.
- Para a un a 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.

### 3. MATERIAL

- Osciloscopio.
- Generador de señales Agilent 33220A.
- Placa (protoboard).
- Resistencia de 10  $k\Omega$ .
- Condensador de 2,2 nF.
- Cables de cocodrilo.
- Sondas.

### 4. DESARROLLO Y RESULTADOS

Comenzamos la práctica midiendo con el osciloscopio los valores de la resistencia (de 10k $\Omega$  teóricamente) y el condensador (de 2,2nF) usados. Las medidas experimentales de estos dispositivos son:

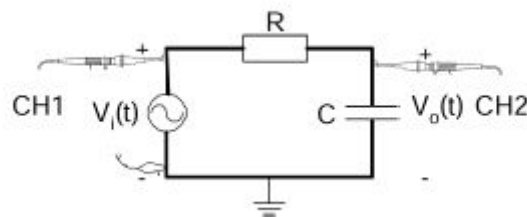
$$R = 9,8k\Omega \quad C = 2,21nF$$

Con estos resultados, calculamos la frecuencia de corte teórica  $\omega_0 = (1/RC)$

$$\omega_0 = 46172,32 \text{ rad/s}$$

$$f_0 = 7348,55 \text{ Hz } (2\pi/\omega_0)$$

A continuación, montamos el circuito deseado en la placa, que consta de una fuente de tensión alterna  $v_i(t)$  (el generador de señal con forma de onda sinusoidal sin “offset” con amplitud de pico a pico de 10V) en serie con la resistencia y el condensador (donde queremos medir la tensión de salida).



Colocaremos la sonda del canal 1 del osciloscopio a medir la entrada y la sonda del canal 2 a medir la salida, con una de las masas de las sondas al polo negativo del generador.

Con esto, mediremos las amplitudes pico a pico de la entrada (**V<sub>ipp</sub>**) y de la salida (**V<sub>opp</sub>**) y la frecuencia de la señal de entrada (experimentalmente), variando esta frecuencia de 100 Hz a 1.000.000 Hz, y anotando todos los resultados en una tabla.

A partir de estos resultados, buscamos la frecuencia de corte experimental, donde  $V_{opp}/V_{ipp} = 0,7$  y obtenemos que esta frecuencia es, aproximadamente:

$$f_{0exp} = 6500 \text{ Hz}$$

$$\omega_{0exp} = 40840,67 \text{ rad/s}$$

Como podemos observar, estos resultados no se alejan demasiado de la teoría, si bien es cierto que tampoco son muy exactos.

Con estos resultados, podemos representar el diagrama de Bode en amplitud, asociando al eje X la frecuencia angular ( **$\omega$** ) en escala logarítmica, y en el eje Y el módulo de la función de transferencia en decibelios ( **$20\log(V_{opp}/V_{ipp})$** ) correspondiente a cada frecuencia.

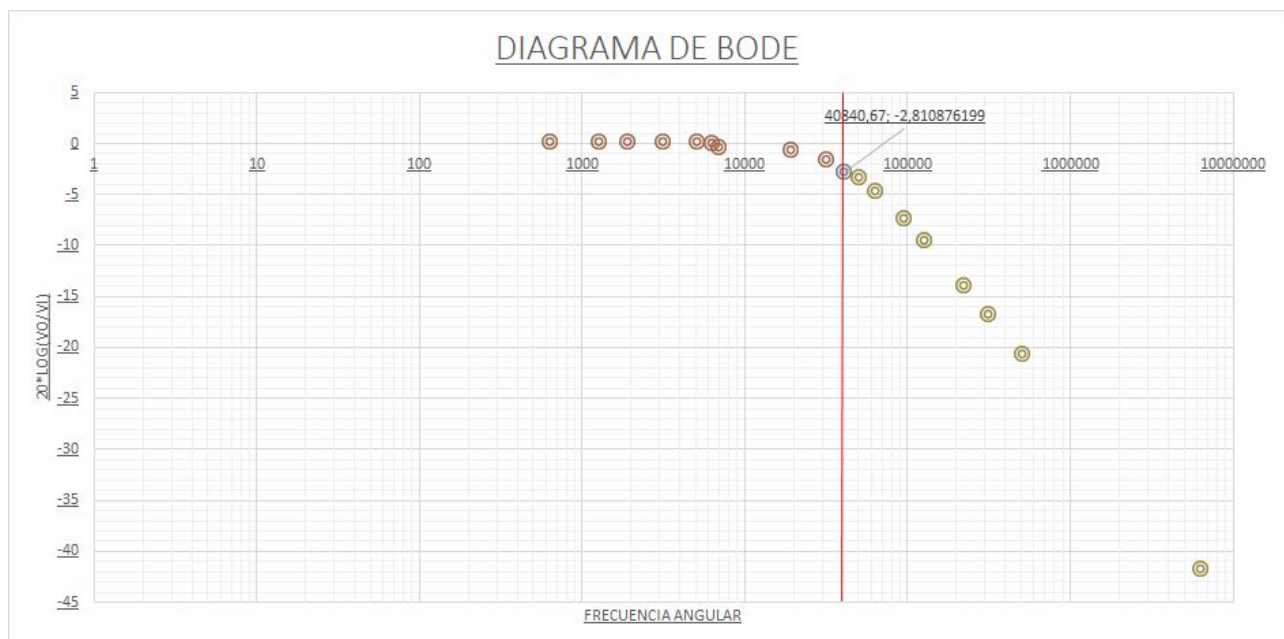
## 5. DISCUSIÓN

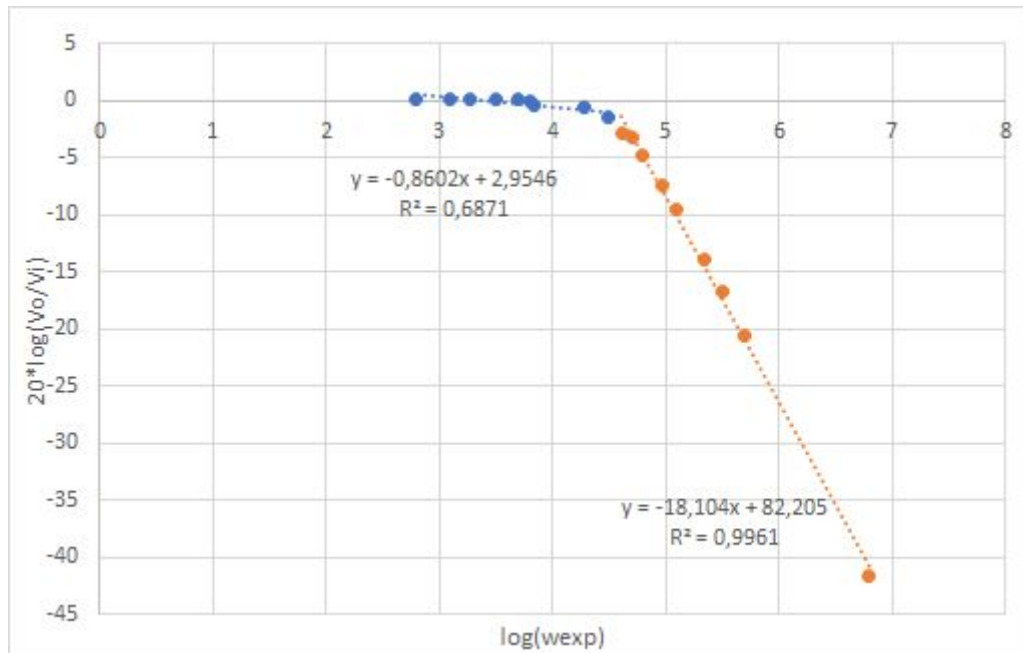
Tras analizar el diagrama de Bode con el filtro paso bajo, podemos diferenciar varios casos:

- Para frecuencias bajas, ocurre que el diagrama de Bode es aproximadamente 0, con lo que tenemos  $V_{opp}/V_{ipp}$  es aproximadamente 1. Esto es, para frecuencias bajas, no se atenúa la amplitud de la señal de salida, dicho de otro modo, la señal de salida se mantiene parecida a la señal de entrada. La pendiente es de **-0,86 dB/década**, muy cercana a **0 dB/década**, que es lo que teóricamente debería salir.
- Para la frecuencia de corte, la atenuación vale **-2,81 dB**, aproximadamente. La teoría nos dice que la atenuación valdría **-3 dB**, un valor muy cercano al que hemos obtenido.
- Para frecuencias superiores a la de corte, la amplitud de salida se atenúa en gran medida (amplitud de salida más y más pequeña al aumentar la frecuencia), y obtenemos una pendiente en la zona de bajada de **-18,103784 dB/década**. La teoría nos dice que la pendiente es de **-20 dB/década**, también muy cercano al que hemos obtenido experimentalmente. Este valor de la pendiente lo hemos obtenido gracias a la función “pendiente” de Excel, asociando a **y** los valores de  **$\log(V_{opp}/V_{ipp})$**  y a **x** los de  **$\log(\omega)$** .

### PRÁCTICA 3: MEDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA

$f_{teo}(Hz)$	$f_{exp}(Hz)$	$w_{exp}(rad/s)$	$V_o$	$V_{in}$	$V_o/V_i$	$20 \cdot \log(V_o/V_i)$	$\log(w_{exp})$
100	100	628,318	10,5	10,3	1,019417476	0,167041487	2,798179502
200	200	1256,636	10,5	10,3	1,019417476	0,167041487	3,099209497
300	301	1891,23718	10,5	10,3	1,019417476	0,167041487	3,276745997
500	500	3141,59	10,5	10,3	1,019417476	0,167041487	3,497149506
800	800	5026,544	10,5	10,3	1,019417476	0,167041487	3,701269489
1000	1000	6283,18	10,3	10,3	1	0	3,798179502
2000	1098	6898,93164	9,8	10,2	0,960784314	-0,347481921	3,838781842
3000	3030	19038,0354	9,5	10,2	0,931372549	-0,617531329	4,27962213
5000	5013	31497,5813	8,6	10,2	0,843137255	-1,48203441	4,498277206
6500	6500	40840,67	7,38	10,2	<b>0,723529412</b>	-2,810876199	4,611092858
8000	7980	50139,7764	7	10,2	0,68627451	-3,270042635	4,700182393
10000	10100	63460,118	5,94	10,2	0,582352941	-4,696274536	4,802500875
15000	15020	94373,3636	4,38	10,2	0,429411765	-7,342521225	4,974849434
20000	20020	125789,264	3,44	10,2	0,337254902	-9,440834584	5,099643575
35000	34970	219722,805	2,06	10,2	0,201960784	-13,89465903	5,341875134
50000	49940	313782,009	1,48	10,2	0,145098039	-16,76676913	5,49662804
80000	79800	501397,764	0,95	10,2	0,093137255	-20,61753133	5,700182393
1000000	998000	6270613,64	0,079	9,59	0,008237748	-41,68383032	6,797310043





La línea de tendencia logarítmica de Excel es en función del logaritmo neperiano, y nos hace falta una en función del logaritmo en base 10. Para solventar esto, representamos el diagrama de Bode, pero esta vez sin escala logarítmica en el eje X, sino representando directamente  $\log(w_{exp})$ . Al hacer un ajuste lineal, nos sale directamente las dos pendientes comentadas anteriormente, la del primer trozo (muy cercana a 0) y la del segundo (muy cercana a -20).

## 6. CONCLUSIÓN

En esta práctica, hemos podido aprender, asimilar y afianzar el uso del osciloscopio y del generador de señales, y aplicarlos a la realización y el estudio de un circuito RC de filtro paso bajo, exponiendo su función de transferencia y el Diagrama de Bode.

Hemos observado que, tomando una gran cantidad de medidas, nos acercamos más y más a los resultados que la teoría nos dice y, aunque los obtenidos no son exactamente iguales a los teóricos, podemos decir que están dentro del rango que cabría esperar, teniendo en cuenta la precisión de los aparatos, el error de los dispositivos o las condiciones de ambiente, mismamente.