

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID**



**CIRCUITOS ELECTRÓNICOS**  
(2018 - 2019)

## **PRÁCTICA 4**

Alba Ramos  
Andrea Salcedo  
Grupo: 1212

Madrid, 05/11/2018

## **TABLA DE CONTENIDOS**

Introducción .....	3
Simulación .....	3
Datos y resultados experimentales .....	3
Conclusiones .....	10

## Introducción

En esta práctica hemos trabajado con señales continuas y alternas en el mismo circuito, que además era un filtro. Hemos conectado ambas señales al osciloscopio y hemos tomado diferentes medidas para estudiar el comportamiento del filtro para frecuencias de 50Hz a 50KHz y compararlo con el comportamiento obtenido en la simulación previa.

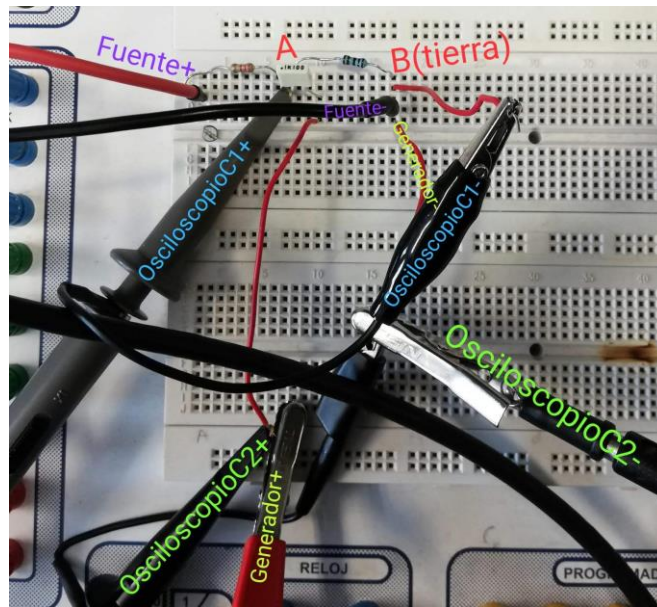
## Simulación

El estudio previo de esta práctica se entregó en la sesión pasada.

## Datos y resultados experimentales

Se ha montado el circuito indicado. La señal V2 se ha generado con el generador de funciones, estableciendo una amplitud de 2v y una frecuencia de 1KHz. La fuente V1 es la fuente de alimentación que proporciona 10v. Utilizando el canal 1 del osciloscopio, hemos medido el valor máximo (3'96v), mínimo (2'48v) y promedio (3'22v) del voltaje entre los puntos A y B. Hemos utilizado el menú measure para ello y el modo de acoplamiento DC para corriente continua.

A continuación, hemos utilizado el modo acoplamiento AC para ver la componente alterna. En el canal 2 hemos representado la señal V2 que habíamos generado anteriormente. En la figura 1 se muestra cómo ha quedado nuestro circuito con las respectivas conexiones.



*Figura 1: circuito con los diferentes instrumentos conectados*

Seguidamente hemos hecho un barrido de frecuencias de 50Hz a 50KHz por décadas, y hemos medido la amplitud entre Vab, la amplitud de V2 y el desfase temporal. Con estos valores, hemos calculado el módulo de la ganancia  $A_v$  (como el cociente entre Vab y V2

–módulos-), la ganancia en decibelios ( $20 \cdot \log(|A_v|)$ ) y la diferencia de fase en grados (multiplicando el desfase temporal por la frecuencia y por 360). Hemos omitido algunos casos en los que la amplitud y el desfase cambiaban poco. Los valores obtenidos anteriormente se representan en la tabla adjunta.

Frecuencia (Hz)	Vab  (v)	V2  (v)	$A_v$ (adimensional)	$A_v$ (dB)	Desfase temporal	Diferencia de fase (grados)
50	0,047	2	0,0235	-32,58	5,6ms	100,8
100	0,089	2	0,0445	-27,03	2,6ms	93,6
300	0,252	2	0,126	-17,99	720 $\mu$ s	77,76
500	0,420	2	0,21	-13,56	440 $\mu$ s	79,2
700	0,55	1,92	0,29	-10,75	340 $\mu$ s	85,68
800	0,6	1,86	0,32	-9,89	240 $\mu$ s	69,1
900	0,66	1,84	0,36	-8,91	240 $\mu$ s	77,76
1000	0,72	1,82	0,4	-8,05	200 $\mu$ s	72
2000	1	1,58	0,63	-4,01	70 $\mu$ s	50
3000	1,18	1,5	0,79	-2,08	36 $\mu$ s	38,9
4000	1,24	1,44	0,86	-1,30	20 $\mu$ s	28,8
5000	1,26	1,38	0,91	-0,79	12 $\mu$ s	21,6
6000	1,28	1,36	0,94	-0,54	8 $\mu$ s	17,28
7000	1,28	1,34	0,95	-0,40	6 $\mu$ s	15,12
10000	1,26	1,3	0,97	-0,26	4 $\mu$ s	14,4
20000	1,3	1,3	1	0	2 $\mu$ s	14,4
30000	1,3	1,3	1	0	800ns	8,64
40000	1,3	1,3	1	0	400ns	5,76
50000	1,3	1,3	1	0	200ns	3,6

*Figura 2: valores medidos y calculados para diferentes frecuencias*

Hemos observado que la amplitud de V2 iba variando ligeramente con las diferentes frecuencias, aunque era aproximadamente 2v. Creemos que estas variaciones se deben al comportamiento del osciloscopio.

Notamos que, para frecuencias a partir de 10KHz, el desfase temporal era muy complicado de medir debido a la falta de precisión de los cursores por estar las ondas casi en fase. Al principio medíamos esto poniendo un cursor en un pico de la primera onda (Vab), y otro cursor en el pico de la segunda onda (V2) más cercano. Esto empezó a ser complicado y pasamos a poner los cursores en donde cortaban las ondas con el eje horizontal, y así logramos medir con mayor precisión. Además, en algunas frecuencias iniciales tampoco pudimos medir bien, porque nuestra onda tenía ruido y lo hicimos aproximado. En el gráfico de la diferencia de fases hemos eliminado estos valores para que se viera más claramente la forma.

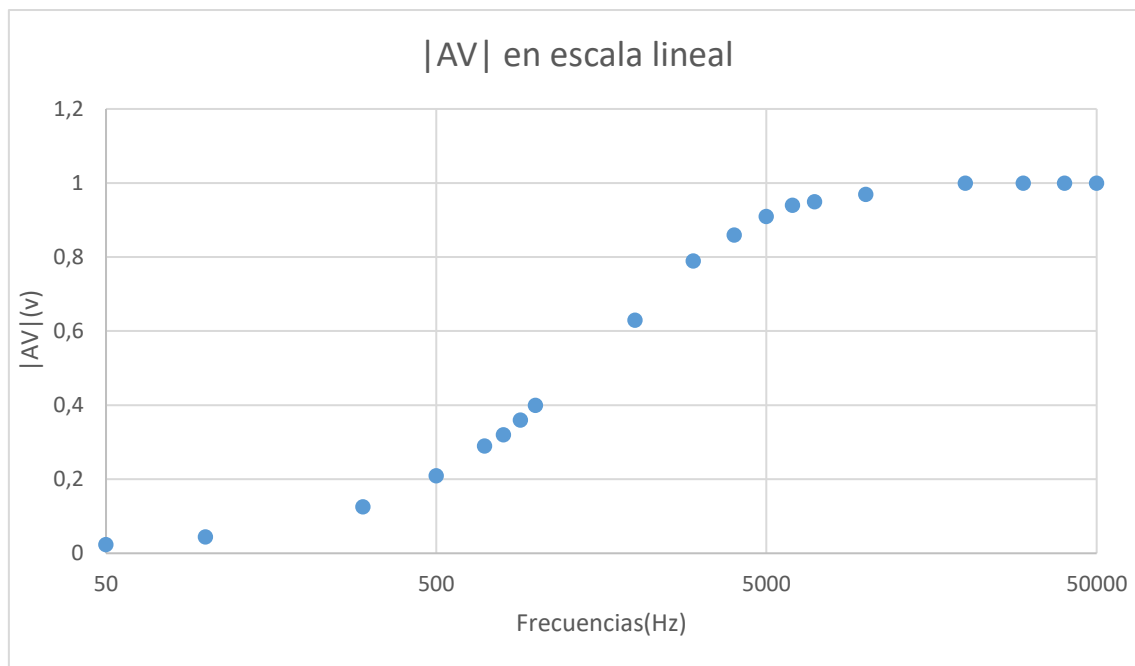


Figura 3: representación de la ganancia de voltaje en escala lineal

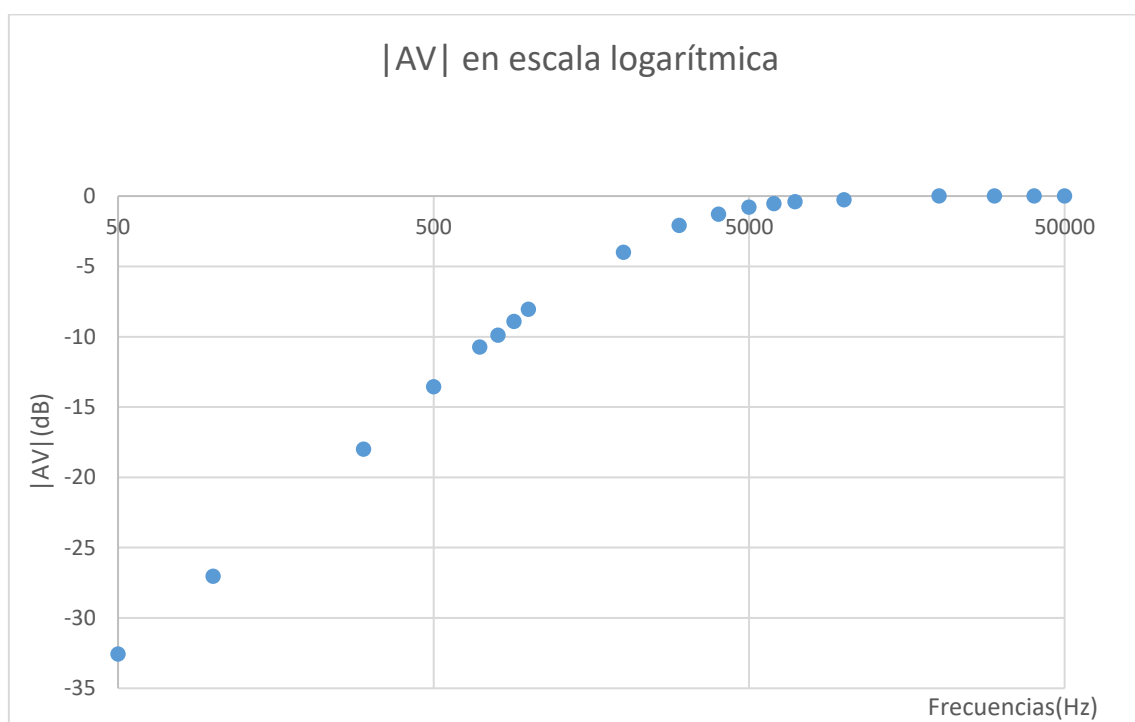


Figura 4: representación de la ganancia de voltaje en escala logarítmica

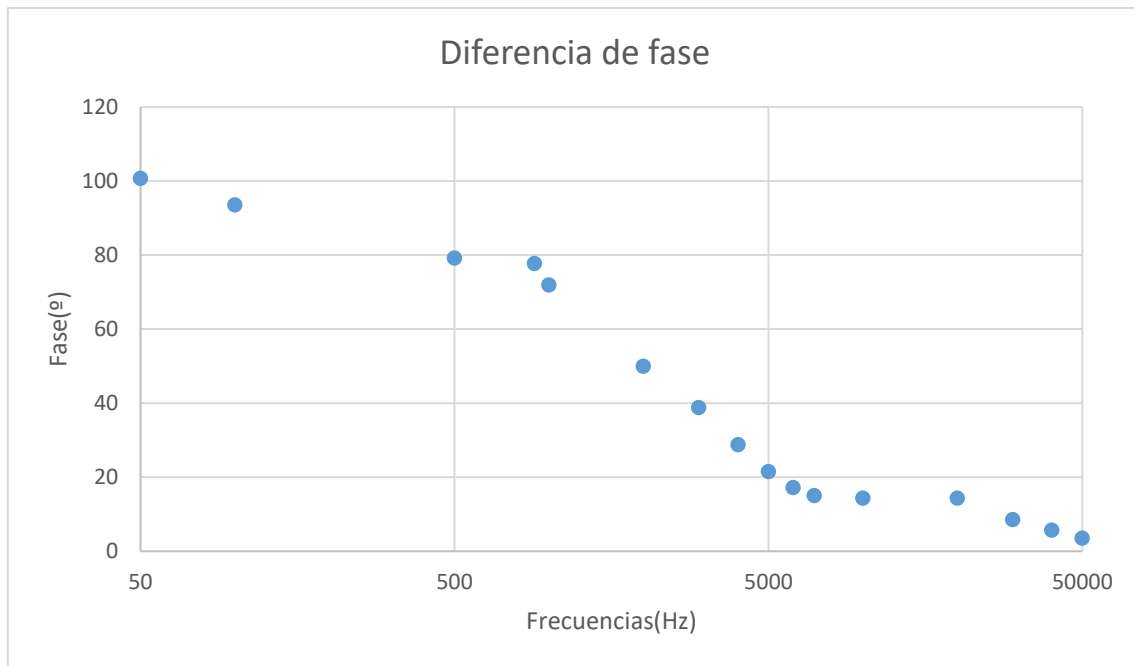


Figura 5: representación de la diferencia de fases en grados

Podemos observar que se trata del comportamiento de un filtro paso alto. Además, comparando con los valores teóricos y simulados para las frecuencias de 100Hz, 1KHz y 10KHz vemos que coinciden los valores.

Hemos calculado la frecuencia de corte teóricamente (el procedimiento se muestra en la figura 6), obteniendo 2314,98Hz. A esta frecuencia,  $|A_v| = 1 / \sqrt{2}$ , siendo 1 el máximo valor de la ganancia en voltios. Si hacemos esta división, se obtiene  $|A_v| = 0,7v$ . Comparando con el valor medido de nuestra tabla (0,63v), vemos que prácticamente coinciden.

$$|A_v| = \frac{\omega R_1 R_2}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (\omega R_1 R_2)^2}} = \frac{R_1 R_2 C}{\sqrt{\left(\frac{R_1 + R_2}{\omega}\right)^2 + (R_1 R_2 C)^2}} \quad |A_v|_{max} = 1$$

$$|A_v|(\omega_c) = \frac{|A_v|_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{R_1 R_2 C}{\sqrt{\left(\frac{R_1 + R_2}{\omega}\right)^2 + (R_1 R_2 C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$2(R_1 R_2 C)^2 = \left(\frac{R_1 + R_2}{\omega}\right)^2 + (R_1 R_2 C)^2$$

$$(R_1 R_2 C)^2 = \left(\frac{R_1 + R_2}{\omega}\right)^2$$

$$\omega = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C} \rightarrow \omega = 2\pi f$$

$$f = \frac{R_1 + R_2}{2\pi R_1 R_2 C} = \underline{\underline{2314,98 \text{ Hz}}}$$

Figura 6: cálculo de la frecuencia de corte

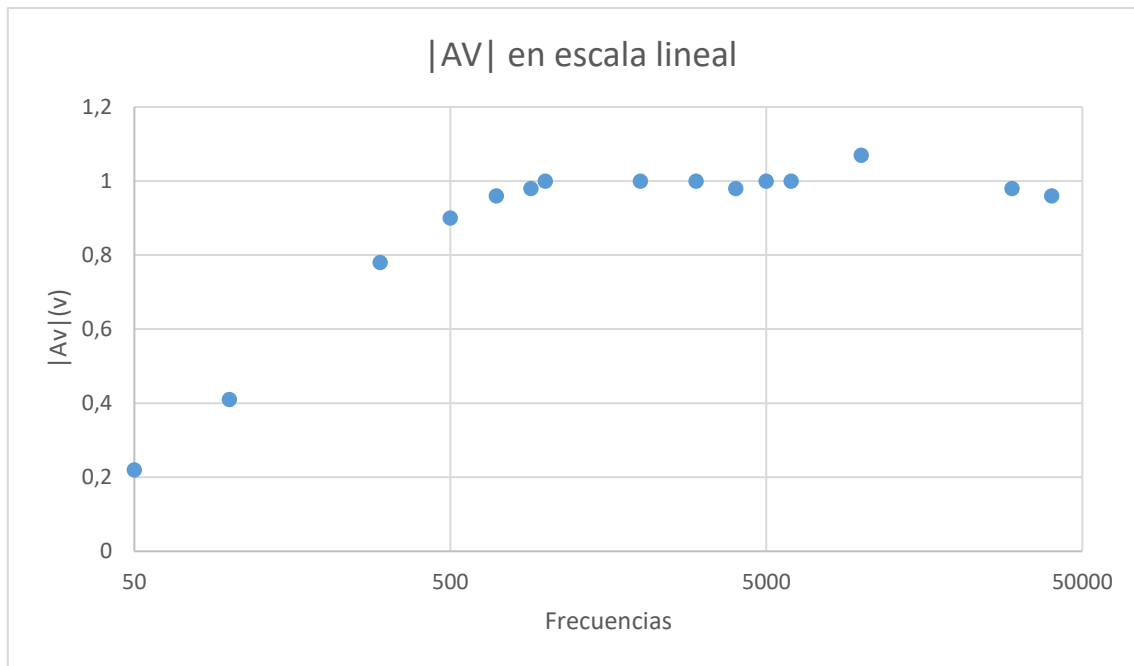
A continuación, hemos cambiado las resistencias por unas de 10K y 22K ohmios, y hemos repetido las medidas anteriores omitiendo algunas frecuencias para las que los valores apenas cambiaban.

Frecuencia (Hz)	Vab  (v)	V2 (v)	Av (adimensional)	Av (dB)	Desfase temporal	Diferencia de fase (grados)
50	440mv	2,04	0,22	-13,15	5,6ms	100,8
100	0,84	2,03	0,41	-7,71	1,84ms	66,24
300	1,6	2,04	0,78	-2,16	360μs	38,88
500	1,8	2	0,9	-0,92	160μs	28,8
700	1,92	2	0,96	-0,35	7,6μs	1,92
900	1,96	2	0,98	-0,18	60μs	19,44
1000	2	2	1	0	44μs	15,84
2000	2	2	1	0	15μs	10,8
3000	2	2	1	0	10μs	10,8
4000	2,04	2,08	0,98	-0,18	2,8μs	4,032
5000	2,08	2,08	1	0	2,1μs	3,78
6000	2,08	2,08	1	0	2,4μs	5,18
10000	2,18	2,04	1,07	0,59	1μs	3,6
30000	1,89	1,92	0,98	-0,18	400ns	4,32
40000	1,72	1,8	0,96	-0,35	0	0
50000	1,64	1,68	0,98	-0,18	0	0

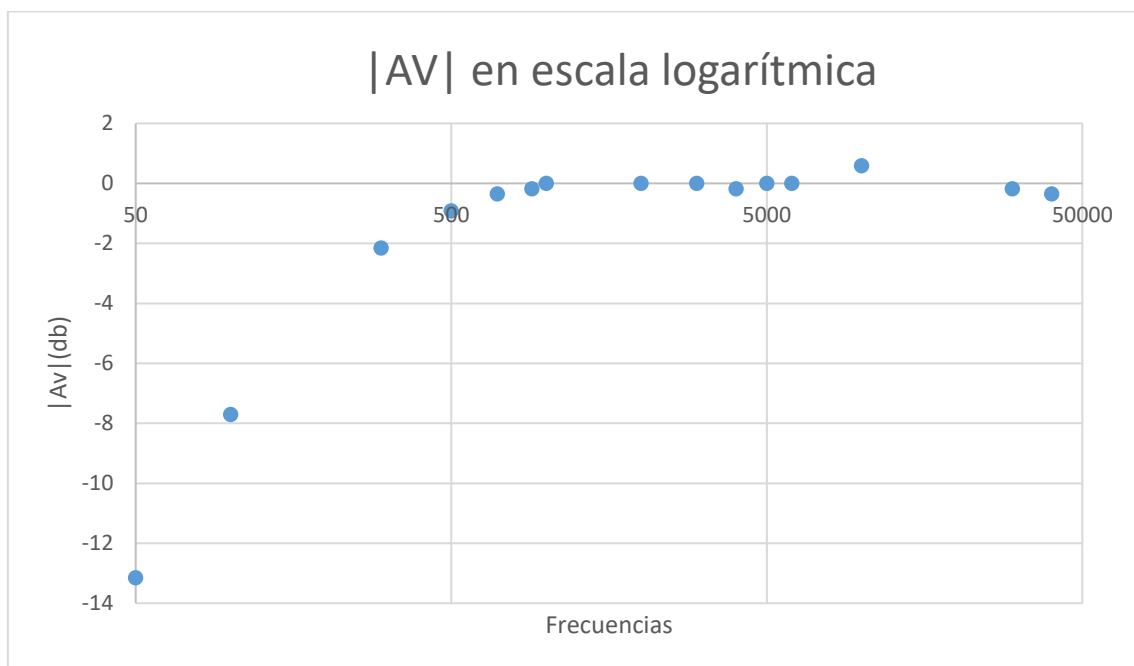
*Figura 7: valores medidos y calculados para diferentes frecuencias*

Al igual que con las medidas para las anteriores resistencias, hemos observado que la amplitud de V2 iba variando ligeramente con las diferentes frecuencias, aunque seguía siendo aproximadamente 2v.

También notamos que para frecuencias a partir de 700Hz, el desfase temporal era muy complicado de medir debido a la falta de precisión de los cursores por estar las ondas casi en fase. Para poder calcular el desfase, tuvimos que detener la onda (pulsando el botón RUN STOP del osciloscopio) y agrandar la escala para poder medir con mayor precisión.



*Figura 8: representación de la ganancia de voltaje en escala lineal*



*Figura 9: representación de la ganancia de voltaje en escala logarítmica*



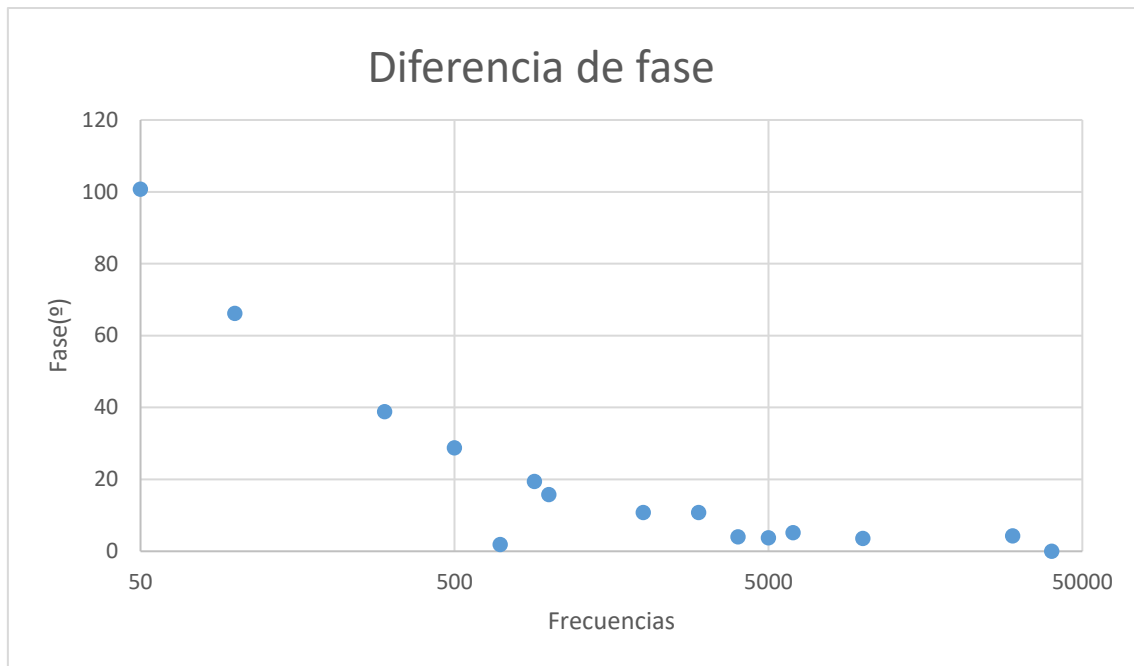


Figura 10: representación de la diferencia de fases en grados

Podemos observar que se trata del comportamiento de un filtro paso alto. Además, comparando con los valores teóricos y simulados para las frecuencias de 100Hz, 1KHz y 10KHz vemos que coinciden los valores.

Hemos calculado la frecuencia de corte teóricamente (el procedimiento se muestra en la figura 10), obteniendo 231,498Hz. A esta frecuencia,  $|A_v| = 1 / \sqrt{2}$ , siendo 1 el máximo valor de la ganancia en voltios. Si hacemos esta división, se obtiene  $|A_v| = 0,7v$ . Comparando con el valor medido de nuestra tabla (0,63v), vemos que prácticamente coinciden.

$$|A_v| = \frac{\omega C R_1 R_2}{\sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (\omega C R_1 R_2)^2}} = \frac{R_1 R_2 C}{\sqrt{\left(\frac{R_1 + R_2}{\omega}\right)^2 + (R_1 R_2 C)^2}}$$

$$|A_v|_{\max} = 1 \quad |A_v|_{\omega_c} = \frac{|A_v|_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{R_1 R_2 C}{\sqrt{\left(\frac{R_1 + R_2}{\omega}\right)^2 + (R_1 R_2 C)^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\omega = \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C} \rightarrow \omega = 2\pi \cdot f$$

$$f = \frac{R_1 + R_2}{2\pi R_1 R_2 C} = \frac{10000 + 22000}{2\pi \cdot 10000 \cdot 22000 \cdot 100 \cdot 10^{-9}} = 231,5 \text{ Hz}$$

$$R_1 = 10000 \, \Omega$$

$$R_2 = 22000 \, \Omega$$

$$C = 100 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Figura 11: cálculo de la frecuencia de corte

## Conclusiones

En esta práctica hemos tenido que montar un circuito más complejo que incluía un condensador y dos resistencias para aprender a medir diferentes puntos de tensión entre nodos. Además, las hemos comparado con los valores teóricos para comprobar que los resultados eran correctos. También hemos adquirido un mayor conocimiento acerca del uso del osciloscopio, sobre todo, para calcular el valor del desfase.

Gracias a esta práctica hemos conseguido dominar la construcción de circuitos con diferentes elementos, y a usar mejor los instrumentos del laboratorio, en especial, el osciloscopio. También hemos aprendido a crear gráficas con ayuda de Excel y a ponerlos en escala logarítmica.