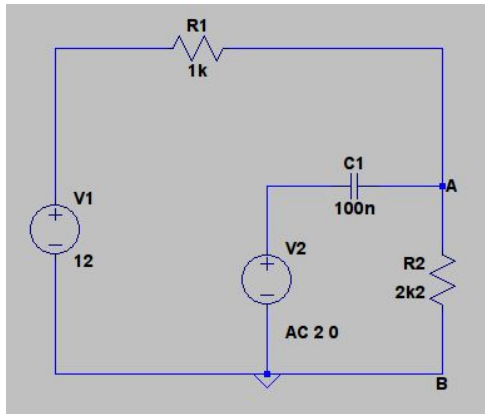


1) SIMULACIÓN PREVIA:

Se realizarán dos simulaciones sobre el siguiente circuito:



1a) * Perfil de simulación de punto de operación en continua:

Utilizando el comando de simulación **.op**, el resultado es el siguiente:

```

--- Operating Point ---
V(n001):      12      voltage
V(n002):       0      voltage
V(a):         8.25     voltage
I(C1):        8.25e-019 device_current
I(R2):        -0.00375 device_current
I(R1):        -0.00375 device_current
I(V2):        8.25e-019 device_current
I(V1):        -0.00375 device_current
    
```

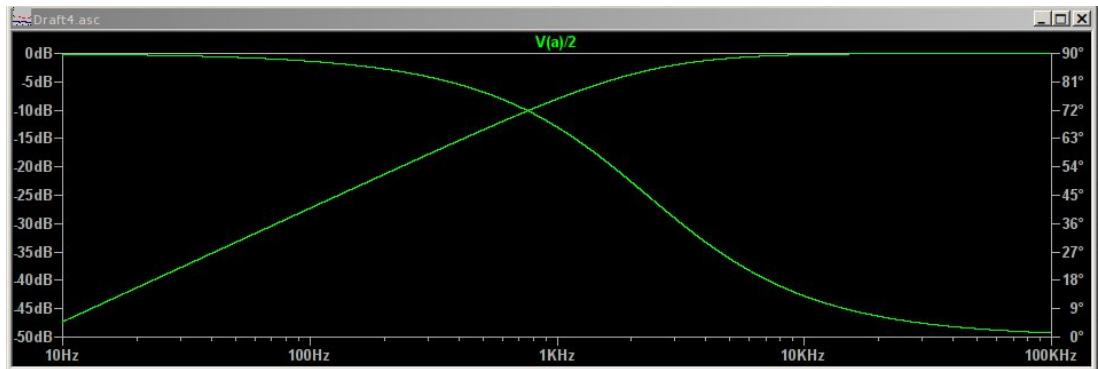
* Cálculos teóricos:

$$V_{AB} = R_2 \frac{V_1}{R_1 + R_2} = 2.2 \cdot 10^3 \cdot \frac{12}{3.2 \cdot 10^3} = 8.25V$$

1b) * Perfil de simulación para análisis en corriente alterna:

Rango de frecuencias, de 10Hz a 100kHz.

Se utiliza el comando de simulación **.ac dec 100 10 100k**, el resultado se muestra en la siguiente figura.:



En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para una serie de frecuencias mediante la simulación:

Frecuencia (Hz)	Ganancia	Ganancia (mdB)	Fase (°)
14,5k	0,988	-109,33	9,07
21,25k	0,994	-51,25	6,22
59,95k	0,999	-6,47	2,21
97,77k	1,000	-2,34	1,35

*Cálculos teóricos:

$$A_V = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + Z_C} \frac{V_{in}}{V_{in}} = \frac{R_1 \parallel R_2}{R_1 \parallel R_2 + Z_C} = \frac{687.5 + j0}{687.5 + \frac{1}{j\omega 100^{-9}}}$$

$$= \frac{j687.5\omega C}{j687.5\omega C + 1} \Rightarrow |A_V| = \frac{687.5\omega C}{((687.5\omega C)^2 + 1^2)^{1/2}}; \varphi(A_V) = \frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{687.5\omega C}{1}\right)$$

$$f = 14.5kHz \Rightarrow \omega = 2\pi 14500 rad/s \Rightarrow |A_V| = 987.49mV, \varphi(A_V) = 8.59^\circ$$

$$f = 21.25kHz \Rightarrow \omega = 2\pi 21250 rad/s \Rightarrow |A_V| = 994.11mV, \varphi(A_V) = 6.2^\circ$$

$$f = 59.95kHz \Rightarrow \omega = 2\pi 59950 rad/s \Rightarrow |A_V| = 999.25mV, \varphi(A_V) = 2.2^\circ$$

Los módulos de la ganancia teórica son exactamente iguales que los de la simulación, y la fase apenas difiere.

Se asemeja a un **filtro paso alto** porque, para los valores más pequeños de la frecuencia, la ganancia es notablemente más pequeña. Aunque no se aprecia un salto en una frecuencia en concreto, la ganancia crece progresivamente hasta llegar a su valor máximo..

2) MONTAJE EXPERIMENTAL

*MEDIDAS PREVIAS:

Vabmin [V]	Vabmax [V]	Vpromedio [V]
7,36	8,84	8,06

*PRIMER PAR DE RESISTENCIAS:

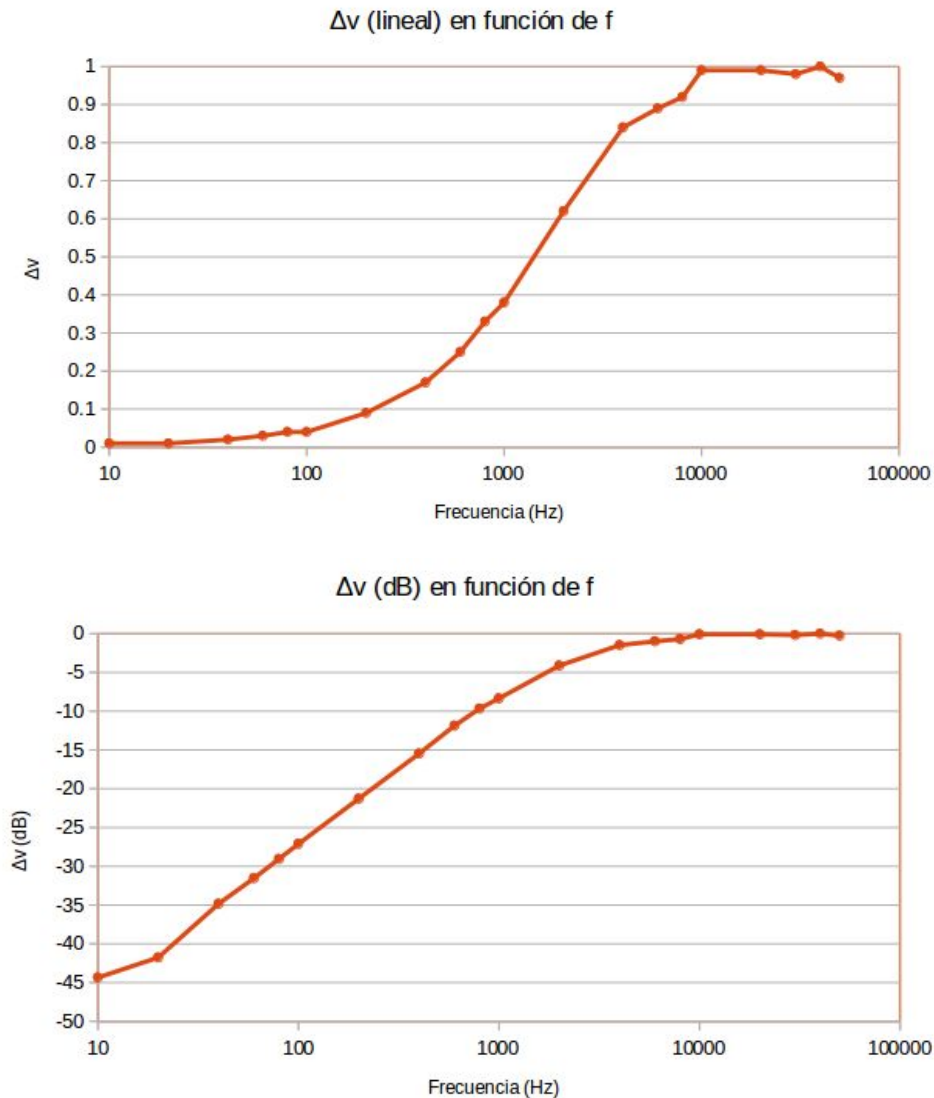
Utilizando las **resistencias de 1K y 2K2 ohmnios**, los datos obtenidos fueron los presentes en las columnas Vab, V2 y Desfase(μs). El resto de datos han sido calculados a partir de estos.

Frecuencia (Hz)	Vab (V)	V2 (V)	Δv	Δv (dB)	Desfase(μs)	Desfase(°)
10	0,01	1,65	0,01	-44,35	25055,56	90,20
20	0,02	1,96	0,01	-41,76	12500,00	90,00
40	0,04	2,04	0,02	-34,83	6258,33	90,12
60	0,05	2,04	0,03	-31,54	4117,59	88,94
80	0,07	2,04	0,04	-29,05	3064,24	88,25
100	0,09	2,04	0,04	-27,11	2433,33	87,60
200	0,18	2,04	0,09	-21,28	1200,00	86,40
400	0,34	2,04	0,17	-15,46	570,00	82,08
600	0,52	2,04	0,25	-11,87	357,04	77,12
800	0,67	2,04	0,33	-9,67	248,26	71,50
1000	0,78	2,04	0,38	-8,35	180,00	64,80
2000	1,27	2,04	0,62	-4,12	74,50	53,64
4000	1,72	2,04	0,84	-1,48	20,00	28,80
6000	1,82	2,04	0,89	-0,99	8,93	19,28
8000	1,88	2,04	0,92	-0,71	6,00	17,28
10000	1,92	1,94	0,99	-0,09	3,81	13,70
20000	1,92	1,94	0,99	-0,09	0,93	6,73
30000	1,96	2,00	0,98	-0,18	0,41	4,45
40000	1,92	1,92	1,00	0,00	0,25	3,58
50000	1,96	2,02	0,97	-0,26	0,14	2,44

La ganancia $|\Delta v|$ se obtiene de la división de los campos V_{ab} y V_2 . Posteriormente se realiza la conversión a decibelios ($20 \cdot \log(|\Delta v|)$) para obtener la siguiente columna. Por otro lado, el paso del desfase de segundos a grados se realiza siguiendo las instrucciones dadas en el guión de la práctica. Cabe mencionarse que la toma de medidas del desfase en segundos se realizó colocando manualmente los cursores del osciloscopio en las ondas, lo que puede dar lugar a errores sistemáticos.

Apartado A:

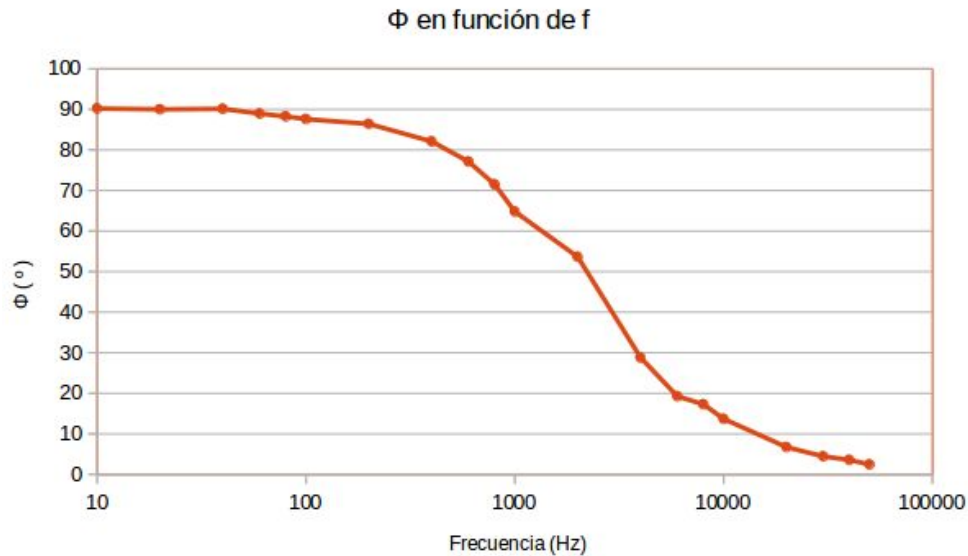
Las 2 gráficas obtenidas son las siguientes:



Vemos cómo en ambos casos la ganancia alcanza su valor máximo para valores muy altos de la frecuencia. El valor máximo de la ganancia se da cuando V_a vale lo mismo que V_2 , es decir, cuando la tensión de salida es prácticamente igual a la de entrada. Por todo esto se trata de un **filtro pasa alta**.

Apartado B:

La gráfica obtenida es la siguiente. Como se puede apreciar el desfase disminuye progresivamente hasta que, para frecuencias muy altas, es casi despreciable.



Apartado C:

Ya comprobamos en el preinforme que los valores de simulación eran prácticamente iguales que los esperados teóricamente.

Después de analizar los resultados del montaje, obtenemos que tampoco éstos difieren de los anteriores: la ganancia parte de -45dB a frecuencias bajas y asciende hasta encontrar su máximo, casi 0 dB, para frecuencias cercanas a los 10kHz. Esto puede observarse igual en la gráfica de simulación como en la del primer montaje. En cuanto al desfase, también coinciden los valores de la simulación con los del montaje: es de 90 grados para frecuencias bajas y desciende rápidamente a partir de los 100Hz para estabilizarse de nuevo a partir de los 10 kHz, donde el desfase es prácticamente nulo.

Apartado D:

Como la ganancia máxima es 1 (0 dB), para ver la frecuencia de corte del filtro debemos hallar la frecuencia a la cual la ganancia es de $1/\sqrt{2}$.

Esto sucede, según los datos tomados del montaje, en alguna frecuencia entre los 2000Hz y los 4000Hz (más cercana a los 2000Hz). Los cálculos realizados en la prepráctica indican que esta ganancia se alcanza aproximadamente a los 2270 Hz, es decir, un valor dentro del intervalo obtenido a partir de la simulación.

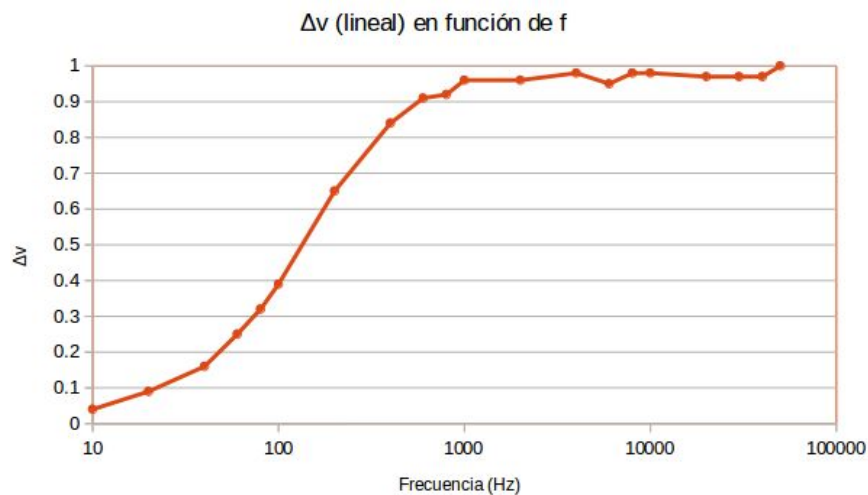
*SEGUNDO PAR DE RESISTENCIAS:

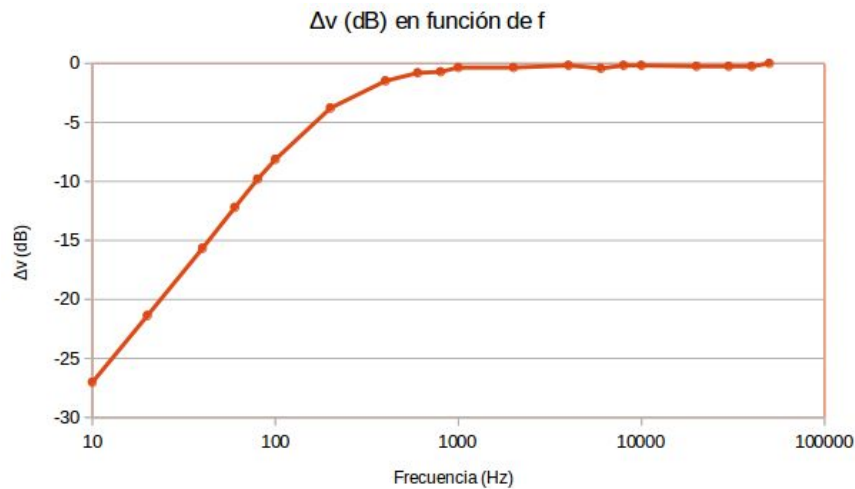
Los resultados obtenidos con el segundo par de resistencias, de **10K y 22K Ohmios**, son los siguientes:

Frecuencia (Hz)	Vab (V)	V2 (V)	$ \Delta v $	$ \Delta v $ (dB)	Desfase(μ s)	Desfase($^{\circ}$)
10	0,07	1,64	0,04	-27,03	25033,33	90,12
20	0,16	1,92	0,09	-21,37	12152,78	87,5
40	0,34	2,04	0,16	-15,67	5648,61	81,34
60	0,50	2,04	0,25	-12,21	3522,22	76,08
80	0,66	2,04	0,32	-9,80	2595,83	74,76
100	0,80	2,04	0,39	-8,13	1934,44	69,64
200	1,32	2,04	0,65	-3,78	700,00	50,4
400	1,72	2,04	0,84	-1,48	240,00	34,56
600	1,86	2,04	0,91	-0,80	80,00	17,28
800	1,88	2,04	0,92	-0,71	60,00	17,28
1000	1,96	2,04	0,96	-0,35	40,00	14,4
2000	1,96	2,04	0,96	-0,35	10,00	7,2
4000	2,04	2,08	0,98	-0,17	4,00	5,76
6000	2,02	2,12	0,95	-0,42	1,21	2,62
8000	2,04	2,08	0,98	-0,17	0,65	1,88
10000	2,04	2,08	0,98	-0,17	0,42	1,52
20000	2,02	2,08	0,97	-0,25	0,13	0,9
30000	2,02	2,08	0,97	-0,25	0,05	0,52
40000	2,02	2,08	0,97	-0,25	0,03	0,38
50000	2,04	2,04	1,00	0,00	0,02	0,28

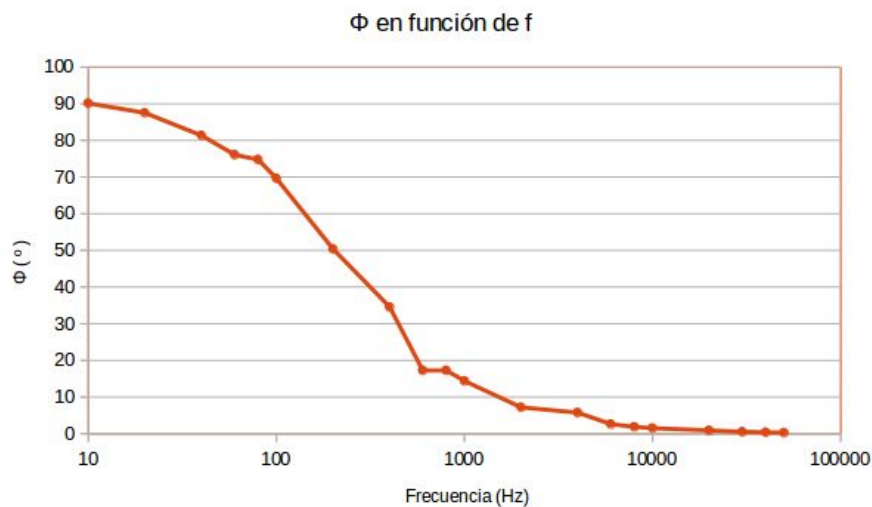
Apartado A:

Las dos gráficas obtenidas son las siguientes. Como se puede apreciar, la ganancia crece mucho más rápido con este par de resistencias que con el anterior.





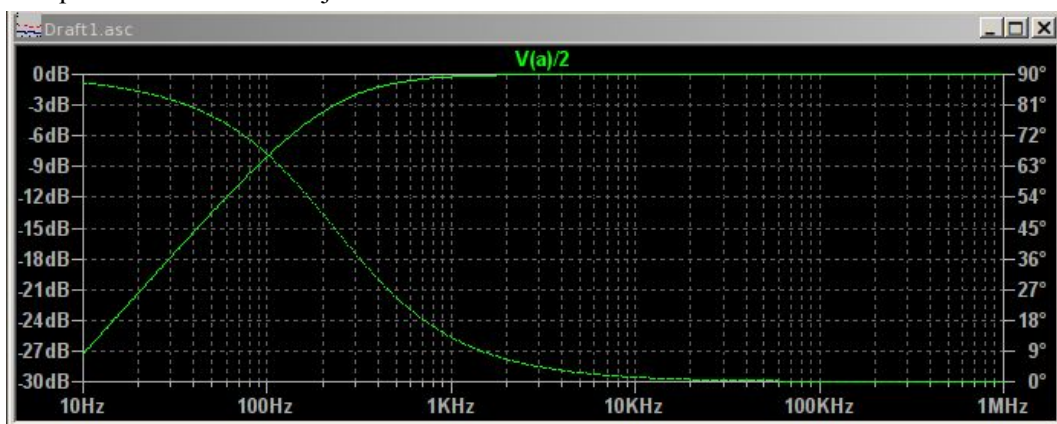
Apartado B:



Lo mismo ocurre con el desfase, decrece más rápido tras el cambio de resistencias.

Apartado C:

Si comparamos la traza realizada, en dB, en el apartado A con la de la simulación vemos que se comportan de forma similar. Claro está que los datos experimentales no son idénticos y esto se debe, en parte a que la simulación trabaja sobre elementos ideales.



No se realizaron cálculos teóricos específicos con estos valores de las resistencias. Pero sustituyendo sus valores en la fórmula presente en la primera página (válida porque la disposición de elementos es la misma) los valores no se desvían mucho de los obtenidos por los métodos anteriores.

Apartado D:

La ganancia máxima del filtro es 1, y para hallar la frecuencia de corte debemos hallar la frecuencia a la que la ganancia es 0.7. Esto, según la tabla y la gráfica construidas, sucede un poco por encima de los 200Hz.

Teóricamente, obtenemos el valor de 227Hz para la frecuencia de corte: esto concuerda con lo obtenido anteriormente a partir del montaje.