

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID



CIRCUITOS ELECTRÓNICOS
(2018 - 2019)

PRÁCTICA 7

Alba Ramos
Andrea Salcedo
Grupo: 1212

Madrid, 03/12/2018

TABLA DE CONTENIDOS

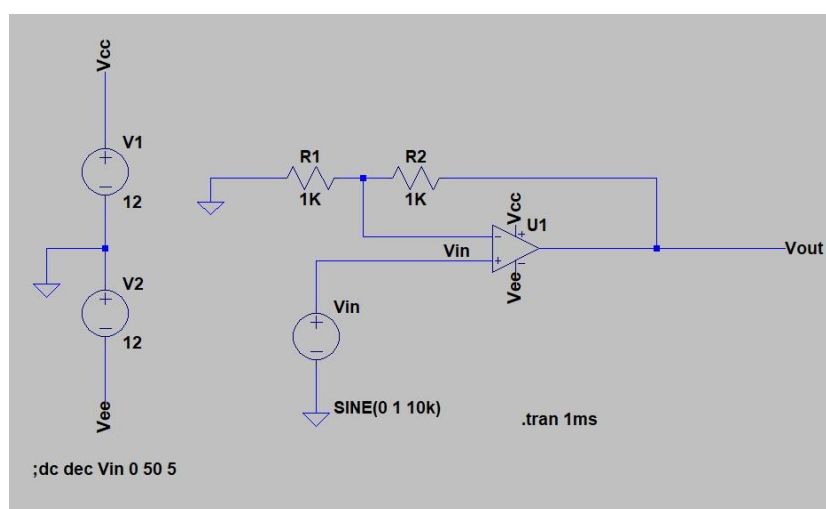
| | |
|---|----|
| Introducción | 3 |
| Simulación | 3 |
| Datos y resultados experimentales | 7 |
| Conclusión | 12 |

Introducción

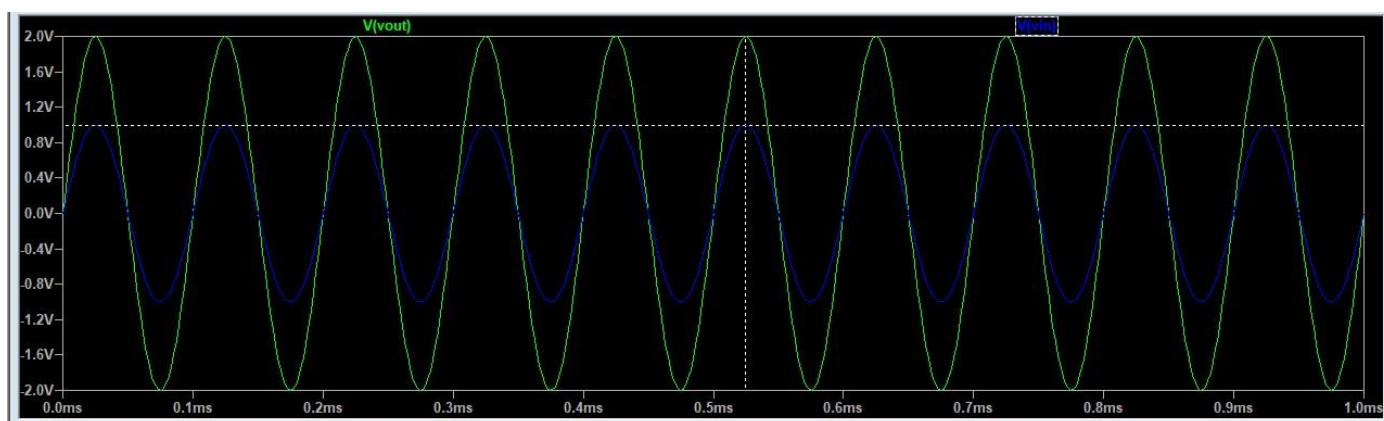
En esta práctica vamos a utilizar el amplificador operacional para realizar filtros de paso alto y paso bajo y estudiar el comportamiento de los mismos. Para ello montaremos dos circuitos aparentemente similares, pero en realidad distintos, y veremos el efecto de cada uno sobre una señal de audio que iremos escuchando y viendo qué hasta qué frecuencias podemos escuchar.

Simulación

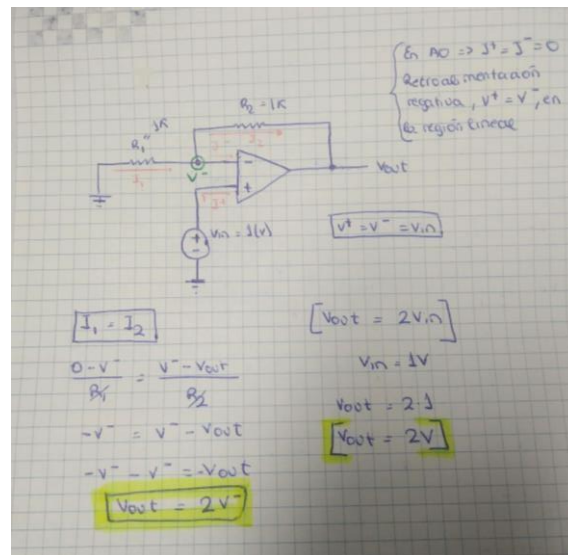
a. y b.



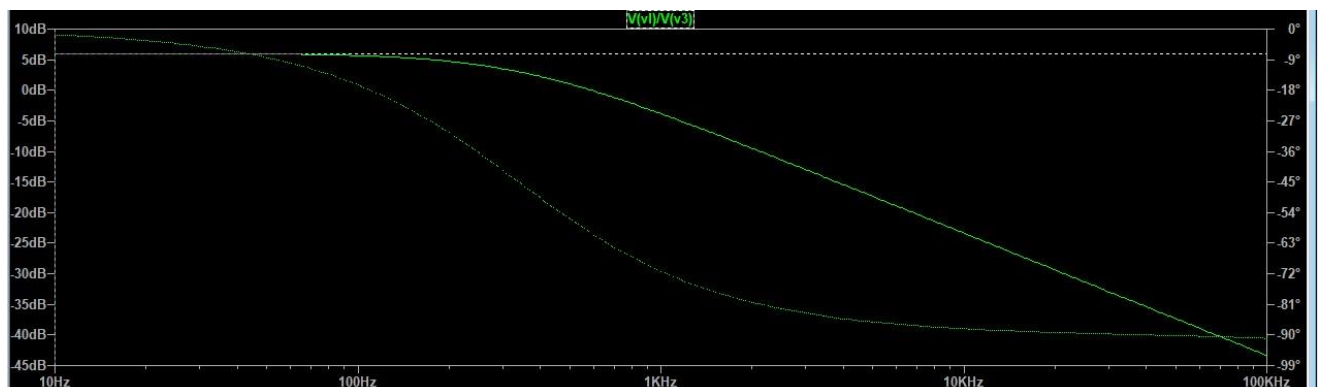
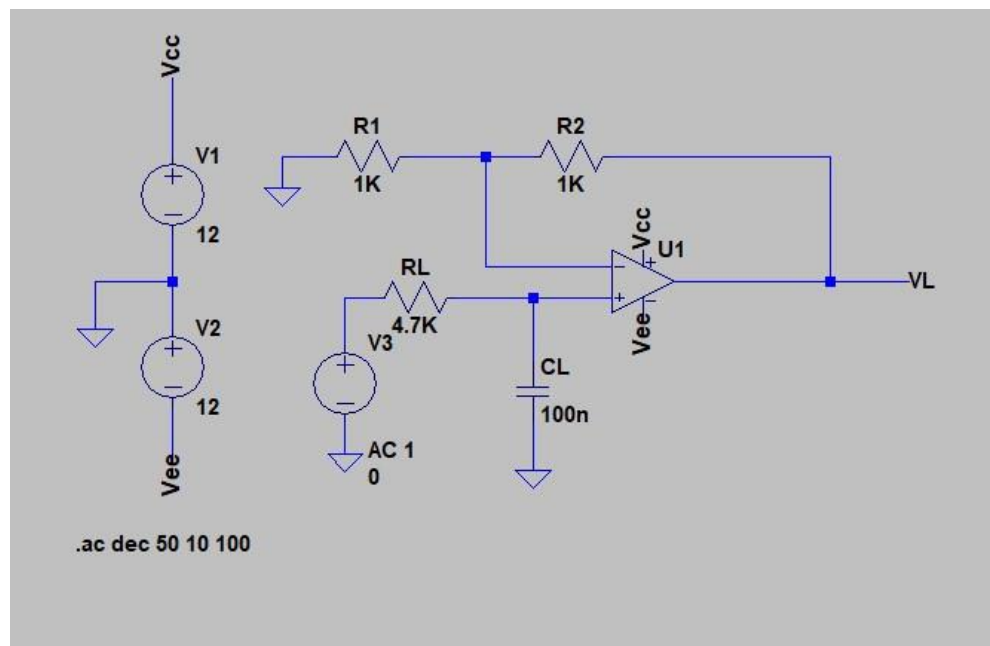
c.



Como observamos en la foto el valor máximo que toma Vout es 2 V y el valor máximo de Vin es 1 V por lo que la ganancia del amplificador es $A_v = V_{out}/V_{in} = 2/1 = 2$ V. Además, en la simulación se observa que las dos ondas están en fase.



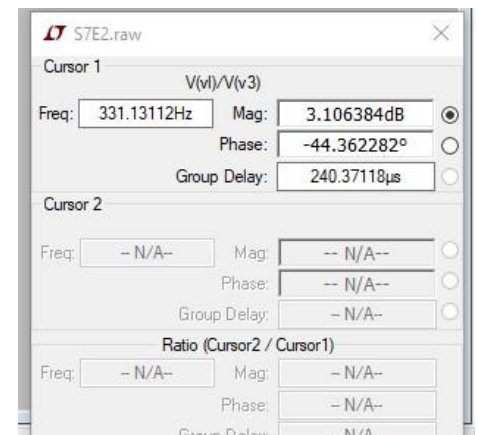
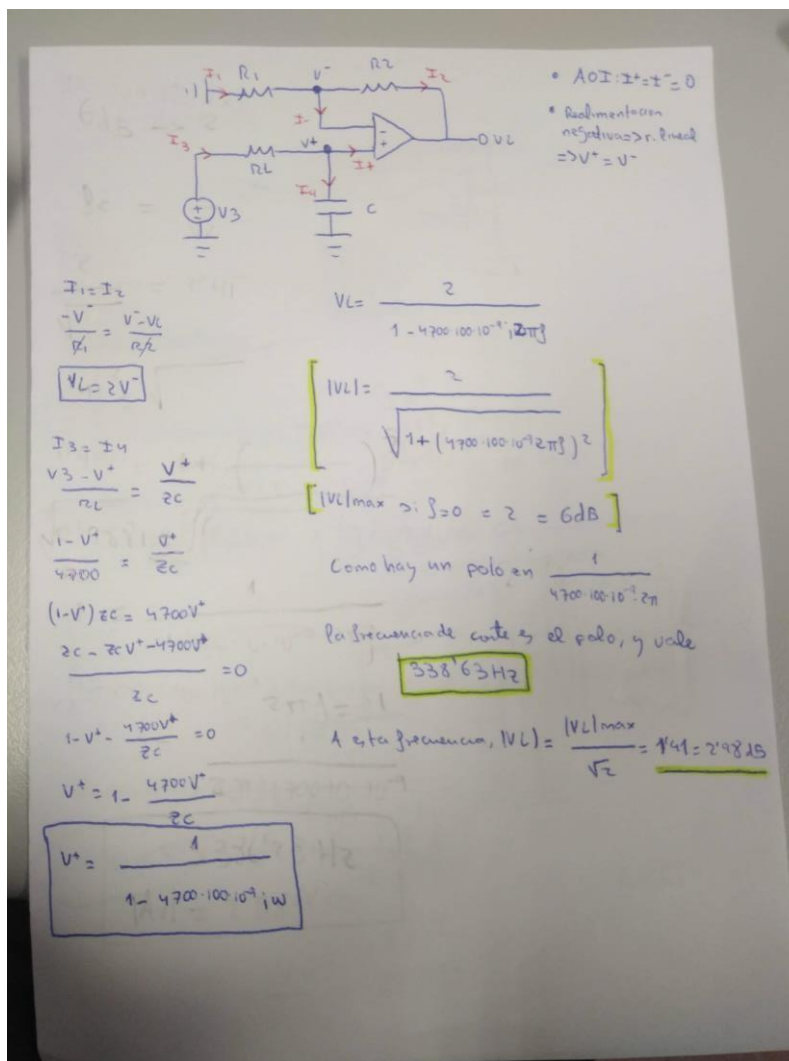
d. y e.



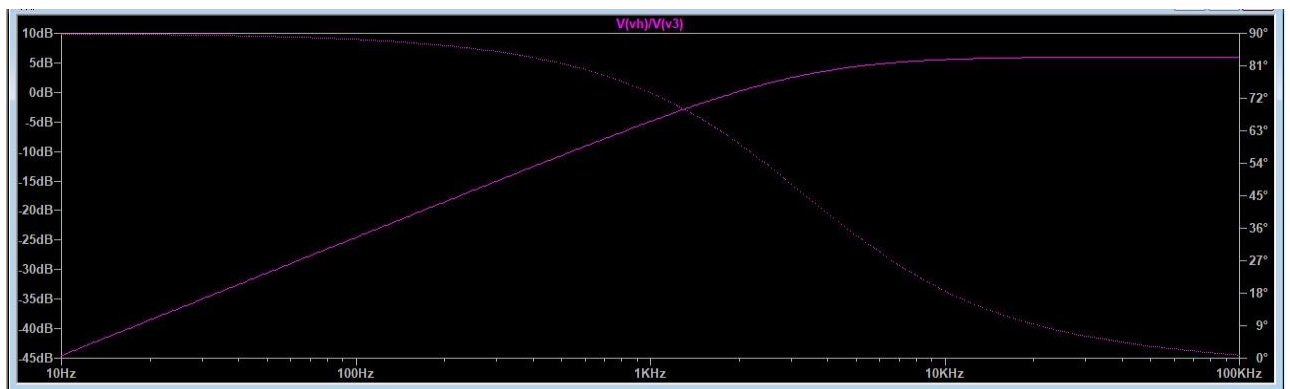
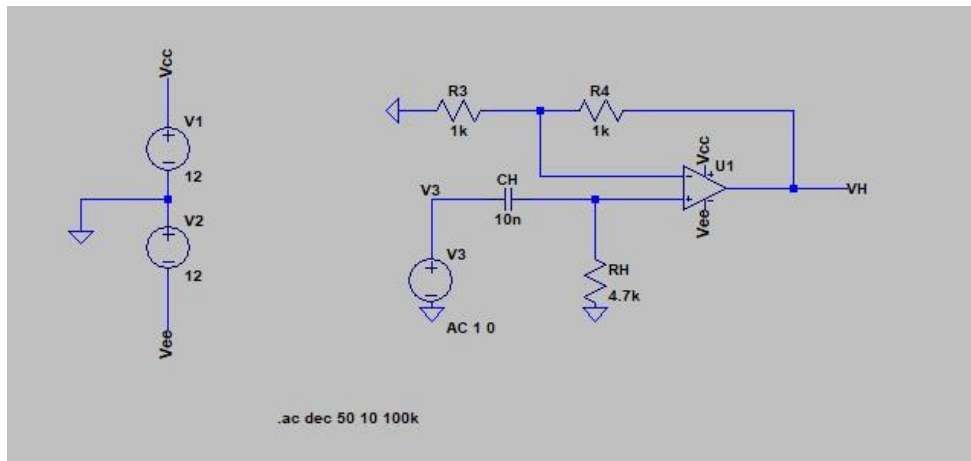
En la imagen observamos el circuito 2, la ganancia V_L/V_3 y el desfase entre ambas ondas (línea punteada).

f.

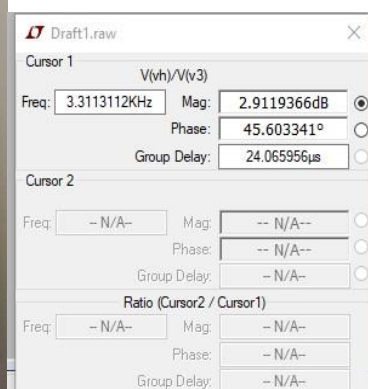
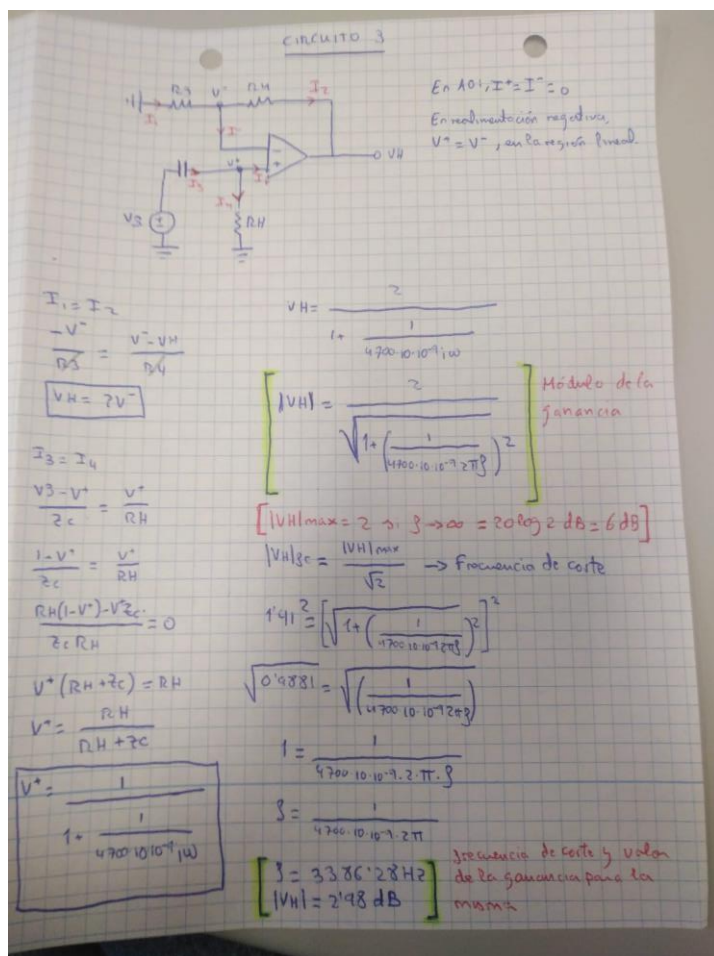
El comportamiento es el de un filtro paso bajo. A continuación, se muestra el proceso teórico para calcular la ganancia y la frecuencia de corte. En la simulación no pudimos poner los cursores en esa frecuencia exactamente, pero lo pusimos lo más cerca posible y vimos que era aproximadamente el valor teórico.



g.



En la imagen se observa el circuito 3 y la simulación, que muestra V_h/V_3 y el desfase entre las ondas (línea punteada). Es un filtro paso alto. A continuación, se muestra el proceso para calcular la ganancia y la frecuencia de corte teóricas, y el valor de la ganancia para esa frecuencia. En la simulación no pudimos poner los cursores en esa frecuencia exactamente, pero lo pusimos lo más cerca posible y vimos que era aproximadamente el valor teórico.



Datos y resultados experimentales

En primer lugar, hemos montado el circuito 2.

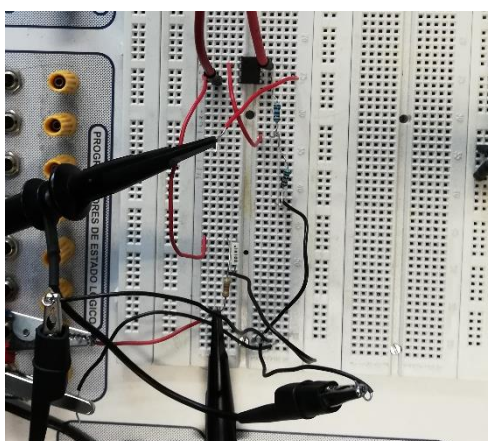


Figura 1: Circuito montado con todos los elementos

Para ello hemos generado una onda sinusoidal de amplitud 1v que será V3. Hemos configurado la fuente de alimentación para que suministre 12v y -12v, que serán los terminales Vcc del amplificador. Una vez comprobados los valores por separado,

hemos montado el circuito y hemos hecho un barrido de frecuencias entre 80Hz y 100KHz, midiendo la amplitud V3, la amplitud VL y el desfase temporal entre las ondas. Después hemos calculado la ganancia (V_L/V_3), la ganancia ($20 \cdot \log A_V$) en decibelios y el desfase en grados ($360 \cdot f \cdot \text{desfase temporal}$). Hemos omitido algunas frecuencias para las que los valores de desfase quedaban similares. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

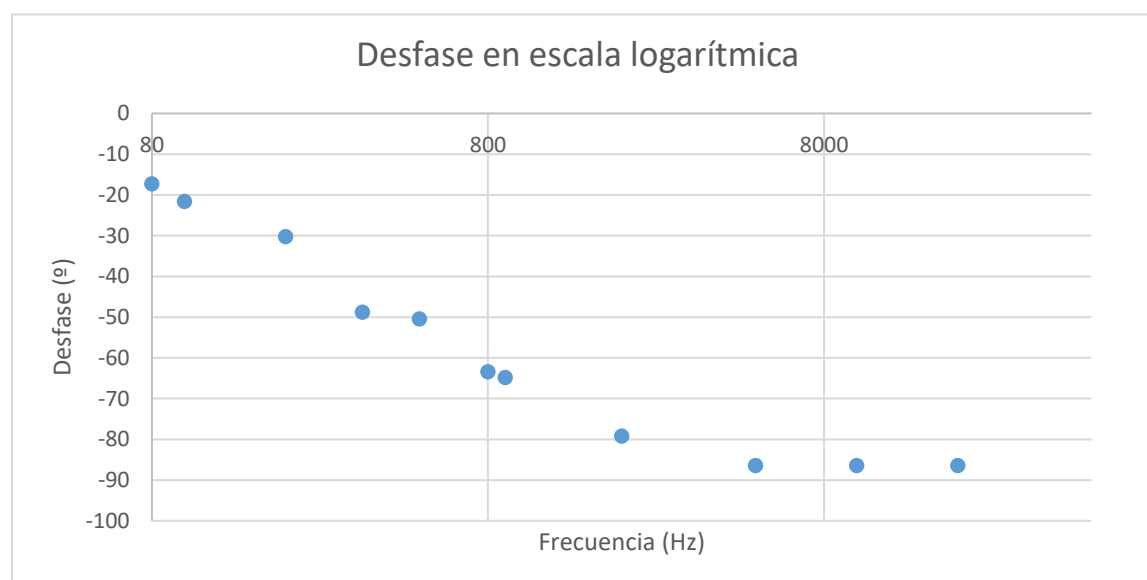
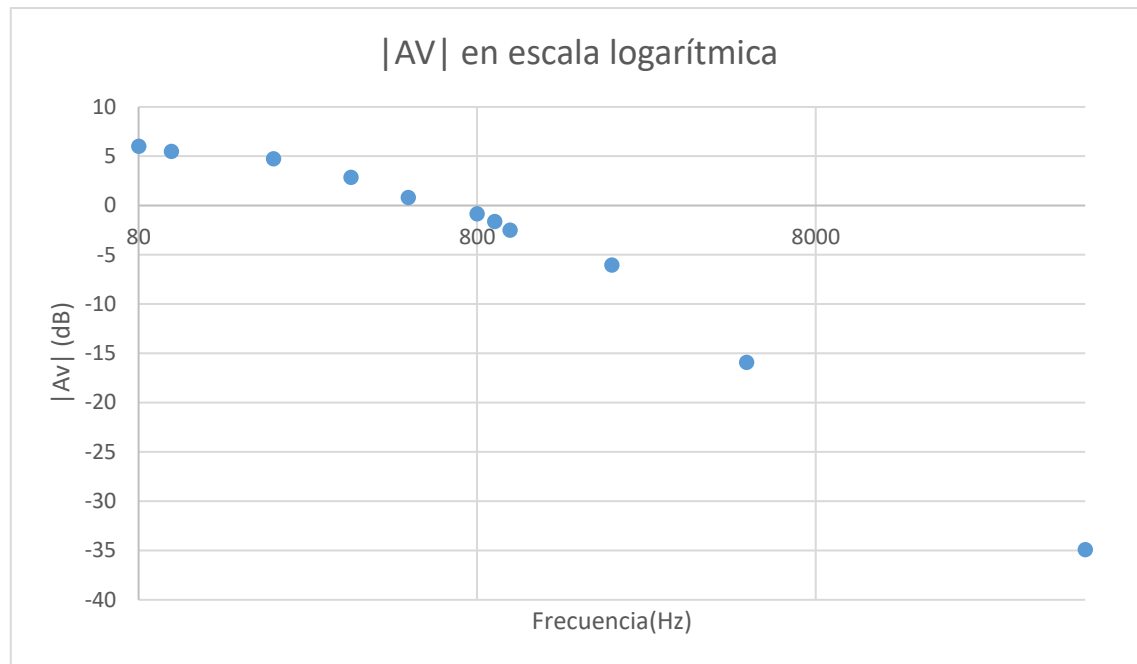
| Frecuencia (Hz) | VL (v) | V3 (v) | A_V | A_V (dB) | Desfase (s) | Desfase (°) |
|-----------------|--------|--------|-------|------------|-------------|-------------|
| 80 | 2 | 1 | 2 | 6,02 | 600 μ | -17,28 |
| 100 | 1,96 | 1,04 | 1,88 | 5,5 | 600 μ | -21,6 |
| 200 | 1,8 | 1,04 | 1,73 | 4,76 | 420 μ | -30,24 |
| 338,63 | 1,42 | 1,02 | 1,39 | 2,87 | 400 μ | -48,76 |
| 500 | 1,14 | 1,02 | 1,1 | 0,83 | 280 μ | -50,4 |
| 800 | 0,96 | 1,06 | 0,91 | -0,82 | 220 μ | -63,36 |
| 900 | 0,88 | 1,06 | 0,83 | -1,62 | 200 μ | -64,8 |
| 1000 | 0,8 | 1,06 | 0,75 | -2,5 | 160 μ | -57,6 |
| 2000 | 0,5 | 1,02 | 0,5 | -6,02 | 110 μ | -79,2 |
| 5000 | 0,173 | 1,08 | 0,16 | -15,9 | 48 μ | -86,4 |
| 10000 | 0,04 | 1,06 | 0,037 | -28,64 | 24 μ | -86,4 |
| 20000 | 0,038 | 1,06 | 0,04 | -27,96 | 12 μ | -86,4 |
| 50000 | 0,02 | 1,06 | 0,018 | -34,89 | 5,2 μ | -93,6 |

Observamos variaciones en la amplitud de V3, que debería ser fija. Esto se debe al osciloscopio, que algunos producen internamente estas variaciones.

La frecuencia de corte teórica eran 338'63Hz, para la que la ganancia valía 1'41. Introdujimos este valor en el generador de funciones y, efectivamente, obtuvimos una ganancia de 1'39, que es prácticamente el valor teórico esperado, y también el que aproximamos mediante simulación porque no podíamos colocar el cursor exactamente en esa frecuencia, como indicamos en el estudio previo.

Observamos que la amplitud iba decayendo, esto es debido a que estamos en un filtro de paso bajo, que atenúa las frecuencias altas y deja pasar las bajas.

A continuación, se representan la ganancia en decibelios y el desfase usando escala logarítmica. En el gráfico de la ganancia se ha omitido el valor para la frecuencia de 10KHz y 20KHz para que se aprecie un comportamiento más regular en el gráfico, pero en la tabla sí que se muestra. En el de la fase hemos omitido 1KHz y 50KHz por el mismo motivo.



A continuación, hemos utilizado el circuito para estudiar el filtro con un sonido. Hemos conectado un conector de audio hembra a la salida del amplificador, es decir, VL, estableciendo una frecuencia de 1KHz inicialmente y una amplitud de 500mV. Hemos conectado el condensador restante a Vcc+ para eliminar el exceso de ruido y escuchar un tono nítido. A continuación, hemos ido bajando la frecuencia hasta dejar de escuchar el pitido. A medida que bajábamos, iba volviéndose más grave, hasta consistir en pequeños golpes de graves que se han repetido hasta la frecuencia de 0Hz, y, aunque tenues, se seguían escuchando. Creemos que esto tiene sentido ya que se trata de un filtro paso bajo, que permite pasar las frecuencias bajas y atenúa las altas. Eso explica que en la frecuencia inicial de 1KHz ya no escuchásemos nada, y si la subíamos tampoco. Por tanto, la frecuencia mínima a la que dejábamos de escuchar son 0Hz, y la máxima 1KHz.

Una vez hechos y terminados estos cálculos, montamos el circuito 3 para volver a medir la amplitud V_3 , la amplitud V_L y el desfase temporal entre las ondas. Para ello, hemos usado el mismo Amplificador Operacional del anterior circuito, el cual se alimenta utilizando las fuentes S_1 y S_2 con tensiones de salida de 12 V.

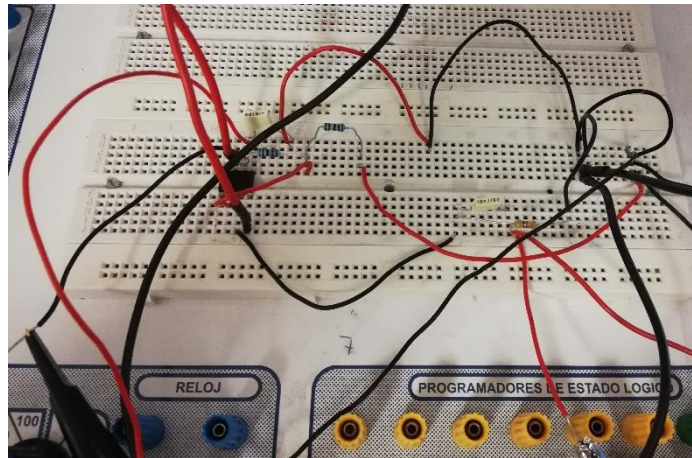


Figura 2: Circuito montado con todos los elementos

Hemos vuelto a montar el mismo circuito del ejercicio anterior con la única diferencia, de que hemos cambiado la resistencia (R_H) por el condensador de la red $RC(CH)$. Para todo esto, hemos hecho un barrido de frecuencias entre 80Hz y 100KHz. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

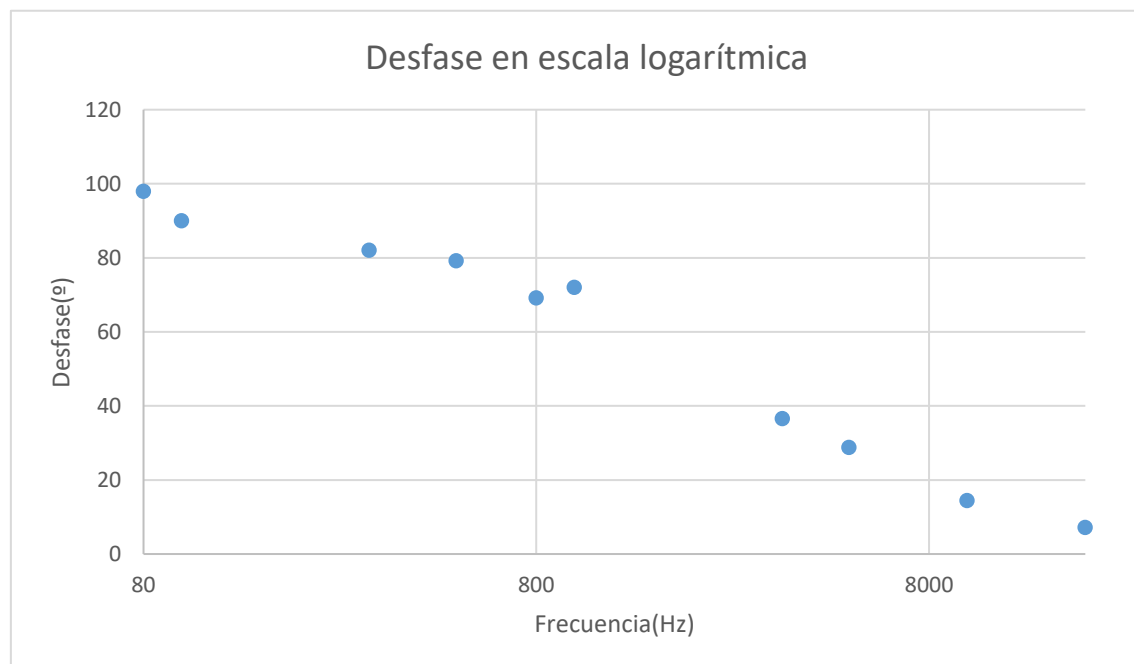
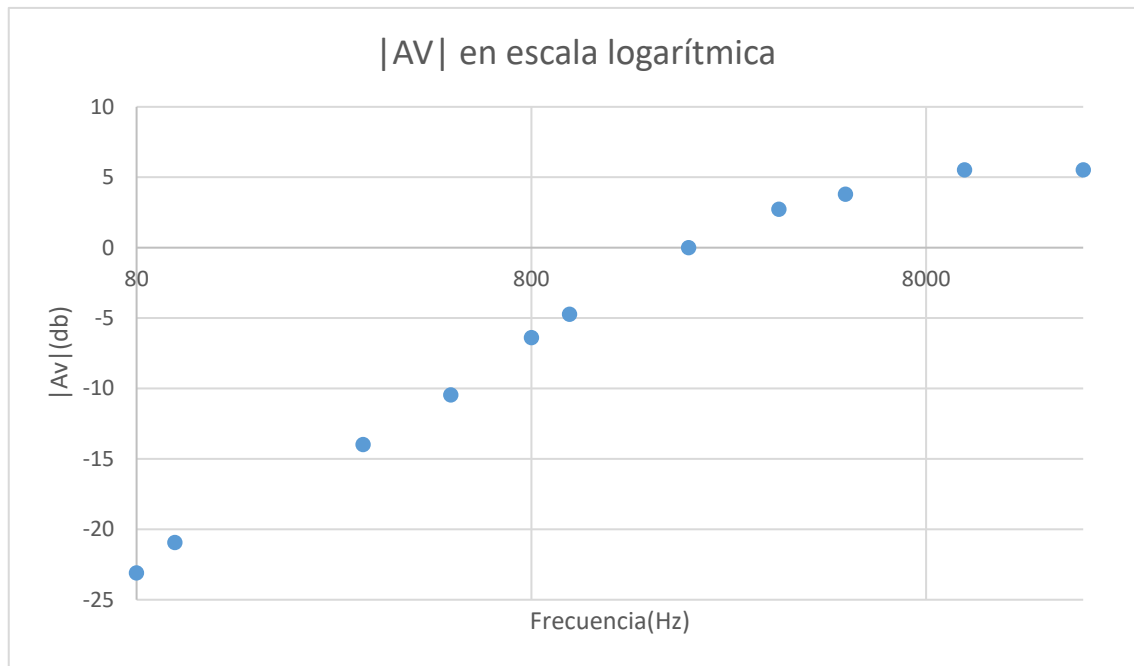
| Frecuencia (Hz) | V_L (v) | V_3 (v) | A_v | A_v (dB) | Desfase (s) | Desfase (°) |
|-----------------|-----------|-----------|-------|------------|-------------|-------------|
| 80 | 0,07 | 1,03 | 0,07 | -23,1 | 3,4 m | 97,92 |
| 100 | 0,09 | 1,03 | 0,09 | -20,92 | 2,5 m | 90 |
| 300 | 0,2 | 1,04 | 0,2 | -13,98 | 760 μ | 82,08 |
| 500 | 0,312 | 1,04 | 0,3 | -10,45 | 440 μ | 79,2 |
| 800 | 0,49 | 1,02 | 0,48 | -6,38 | 240 μ | 69,12 |
| 1000 | 0,59 | 1,04 | 0,58 | -4,73 | 200 μ | 72 |
| 2000 | 1,06 | 1,06 | 1 | 0 | 80 μ | 57,6 |
| 3386,28 | 1,42 | 1,04 | 1,37 | 2,73 | 30 μ | 36,57 |
| 5000 | 1,7 | 1,1 | 1,55 | 3,81 | 16 μ | 28,8 |
| 10000 | 2,04 | 1,08 | 1,89 | 5,53 | 4 μ | 14,4 |
| 20000 | 2,04 | 1,08 | 1,89 | 5,53 | 1 μ | 7,2 |

Observamos variaciones en la amplitud de V_3 , que debería ser fija. Esto se debe al osciloscopio, que algunos producen internamente estas variaciones.

La frecuencia de corte teórica eran 3386'28Hz, para la que la ganancia valía 1'41. Introdujimos este valor en el generador de funciones y, efectivamente, obtuvimos una ganancia de 1'37, que es prácticamente el valor teórico esperado, y también el que aproximamos mediante simulación porque no podíamos colocar el cursor exactamente en esa frecuencia, como se indica en el estudio previo.

Observamos que la amplitud iba ascendiendo a medida que avanzábamos, esto es debido a que estamos en un filtro de paso alto, que atenúa las frecuencias bajas y deja pasar las altas.

A continuación, se representan la ganancia en decibelios y el desfase usando escala logarítmica. En el gráfico de la fase hemos omitido 2KHz para que se aprecie un comportamiento más regular en el gráfico, pero en la tabla sí que se muestra.



A continuación, hemos utilizado el circuito para estudiar el filtro con un sonido. Para ello, hemos realizado las mismas conexiones y utilizado los mismos elementos y valores en los instrumentos del laboratorio que en anterior ejercicio. A través de una frecuencia inicial de 1KHz, hemos ido bajando la frecuencia hasta dejar de escuchar el pitido. A medida que bajábamos, iba volviéndose menos nítido el pitido, hasta llegar a un punto en el que no escuchábamos nada en la frecuencia de 32Hz. Creemos que esto tiene sentido ya que se trata de un filtro paso alto, que permite pasar las frecuencias altas y atenúa las bajas hasta cierto punto. Después, probamos con frecuencias altas y vimos que cada vez que las aumentábamos, el sonido se iba haciendo cada vez más agudo y se escuchaba mucho más. Hasta que llegamos a una frecuencia donde simplemente dejamos de escuchar ese sonido, que cada vez iba desapareciendo. Esta frecuencia es la de 20,5kHz. Por tanto, la frecuencia mínima a la que dejábamos de escuchar son 32Hz, y la máxima 20,5KHz.

Los valores obtenidos de las frecuencias audibles son diferentes tanto en el circuito 2, como en el circuito 3. Esto es debido, como hemos explicado anteriormente, a que el primer circuito se trata de un filtro paso bajo, que permite pasar las frecuencias bajas y atenúa las altas. En cambio, el segundo circuito es todo lo contrario, ya que nos encontramos con un filtro paso alto, el cual permite pasar las frecuencias altas y atenúa las bajas.

Conclusión

En esta práctica hemos tenido que montar unos circuitos más complejos usando amplificadores operacionales junto a resistencias y condensadores para aprender a medir diferentes puntos de tensión entre nodos, con ayuda del generador de ondas, el osciloscopio y la fuente de alimentación.

Además, las hemos comparado con los valores teóricos y simulados para comprobar que los resultados eran correctos. Hemos tenido que hacer un mayor uso de la fuente de alimentación, ya que los amplificadores pueden tomar valores de tensión negativos, además de hacer un mayor uso del osciloscopio y del generador de ondas, el cual hemos tenido que usar principalmente para calcular las frecuencias audibles de cada uno de los circuitos.

Gracias a esta práctica hemos conseguido dominar la construcción de circuitos con diferentes elementos, y a usar mejor los instrumentos del laboratorio.