

PRÁCTICA 2: MEDIDAS EN CORRIENTE ALTERNA

Por Francisco Navarro y Luis Sola.

Para la asignatura «Fundamentos físicos y tecnológicos» del primer curso del grado en ingeniería informática de la Universidad de Granada.

Grupo F3.

Introducción.

Objetivo: observar cómo se modifica la tensión de la señal de salida al medir la tensión entre dos puntos del circuito cuando se modifica la señal de entrada. La intención es realizar un filtro paso bajo con un circuito compuesto por una fuente de corriente alterna, una resistencia y un condensador.

En esta práctica hemos realizado un circuito RC (utilizando una resistencia y un condensador) con la intención de construir un filtro de paso bajo que cumpla lo siguiente:

- A bajas frecuencias, la amplitud de salida es muy similar a la de entrada. El diagrama de Bode vale en torno a 0dB.
- Cuando la frecuencia es igual a la frecuencia de corte, la atenuación es de -3dB.
- Una vez se supera la frecuencia de corte, la amplitud de salida se atenúa cada vez más, con una pendiente de 20dB/década.

Índice

I	Proceso experimental.	3
II	Fundamento teórico.	4
III	Datos.	5
IV	Discusión de los resultados.	6

Parte I. Proceso experimental.

Filtro paso bajo:

En primer lugar, medimos los valores de la resistencia y el condensador que vamos a utilizar. Los resultados obtenidos son:

Resistencia: $0,98k\Omega$

Condensador: $10,02nF$.

Con estos datos podemos calcular la frecuencia de corte teórica del filtro.

La frecuencia de corte sería:

$$F_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

Sustituyendo los valores (R y C) de la resistencia y el condensador, obtenemos una frecuencia de corte teórica: $F_c = 16,207'8845Hz$.

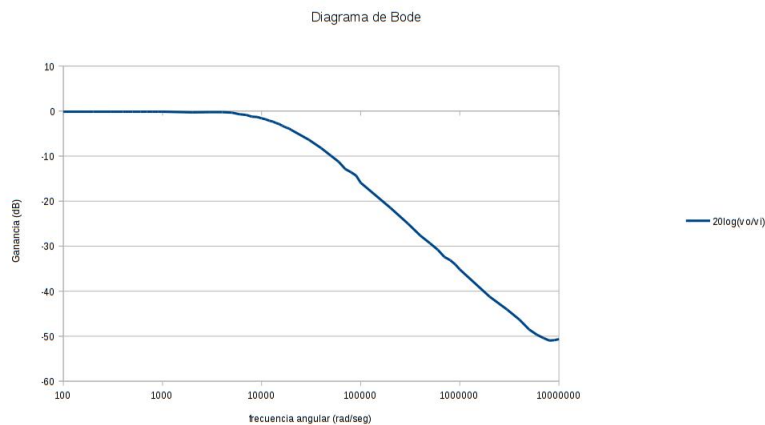
A continuación, montamos en el zócalo el circuito ya mencionado. La fuente será un generador de señal con forma de onda sinusoidal sin "offset" con amplitud pico a pico de 10V.

Medimos las amplitudes pico a pico de la entrada $V_i(t)$ (Vipp) y de la señal de salida $V_o(t)$ (Vopp) y la frecuencia de la señal de entrada. Los datos obtenidos son los que se muestran en el Cuadro 1.

En teoría, la frecuencia de corte es de $F_c = 16207,88454640671Hz$.

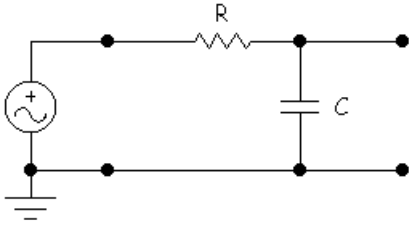
Experimentalmente, podemos encontrar la frecuencia de corte buscando la frecuencia a la que se cumpla que $V_o=0.7V_i$. Según los datos recogidos este valor está entre 16000 y 16200, que es más o menos lo que calculamos de forma teórica.

El diagrama de Bode obtenido:



Podemos aproximar la frecuencia de corte sobre el diagrama en torno a los 10.000Hz, lo que, teniendo en cuenta que se trata de una escala logaritmica, se puede aproximar a los 16.000 teóricos.

Parte II. Fundamento teórico.



Atendiendo a la figura II. Hemos utilizado una fuente de corriente alterna, tomando como valor de V_i el punto entre esta y la resistencia, y como V_o el punto entre el condensador y la resistencia.

La función de transferencia, T , se calcula como $T = \frac{V_o}{V_i}$ considerando que V_o y V_i se toman en los extremos de la resistencia (V_i entre la fuente y la resistencia y V_o entre el condensador y la resistencia). Suponiendo que entre la fuente de tensión y el condensador hay una tensión conocida (la suponemos 0, tierra), tenemos que:

Entonces:

$$V_i = \left(\frac{1}{j\omega C} + R \right) i$$

$$V_o = \frac{i}{j\omega C}$$

$$\text{Entonces } T = \frac{i}{j\omega C \left(\frac{1}{j\omega C} + R \right) i} = \frac{1}{1 + j\omega CR}$$

Si trabajamos con números complejos:

$$T = \frac{|V_o| e^{j \arg V_o}}{|V_i| e^{j \arg V_i}} = \frac{|V_o|}{|V_i|} = e^{j(\arg V_o - \arg V_i)} = |T| e^{j \arg T}$$

entonces tenemos que el módulo de la función de transferencia es:

$$|T| = \frac{1}{\sqrt{1 + (CR\omega)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 9,64 \cdot 10^{-11} \omega}}$$

Conociendo esto, podemos establecer un modelo de los resultados aproximados del módulo de la función de transferencia en función de si la frecuencia angular, ω , es muy grande o muy pequeña.

Cuanto más grande es ω , más pequeño se hace el módulo de T , por ejemplo, si probamos con la frecuencia de corte teórica, 16207.88, obtenemos un módulo de 0,98...

A medida que tomamos valores más grandes, por ejemplo 1620700, obtenemos módulos más pequeños (0.0627)

Por otro lado, si tomamos valores de ω muy pequeños, la ecuación queda: $|T| = \frac{1}{\sqrt{1}} = 1$ porque el producto de $(CR\omega)^2$ es despreciable.

Esto demuestra que estamos ante un filtro paso bajo porque:

- deja pasar las frecuencias pequeñas (módulo de $T = 1$).
- atenúa las altas (módulo de T tiende a 0).

Parte III. Datos.

Frecuencias altas (se atenúan)

Frec. (Hz)	Vopp (V)	Vipp (V)	Vo/Vi = T
18000	11.6	17.8	0.6516853933
19000	11.3	17.7	0.6384180791
20000	10.9	17.7	0.615819209
30000	8.4	17.5	0.48
40000	6.7	17.3	0.387283237
50000	5.5	17.2	0.3197674419
60000	4.7	17.2	0.273255814
70000	3.9	17.2	0.226744186
80000	3.6	17.2	0.2093023256
90000	3.3	17.2	0.1918604651
100000	2.75	17.2	0.1598837209
200000	1.42	16.9	0.0840236686
300000	0.95	16.9	0.0562130178
400000	0.7	16.9	0.0414201183
500000	0.569	16.7	0.0340718563
600000	0.481	16.7	0.0288023952
700000	0.4	16.7	0.0239520958
800000	0.369	16.7	0.0220958084
900000	0.331	16.7	0.0198203593
1000000	0.291	16.7	0.0174251497
2000000	0.145	16.7	0.0086826347
3000000	0.095	15.2	0.00625
4000000	0.07	14.5	0.0048275862
5000000	0.05	13.3	0.0037593985
6000000	0.041	12.5	0.00328
7000000	0.035	11.6	0.0030172414
8000000	0.03	10.6	0.0028301887
9000000	0.028	9.8	0.0028571429
10000000	0.027	9.2	0.0029347826

Frecuencias bajas (no se atenúan)

Frec. (Hz)	Vopp (V)	Vipp (V)	Vo/Vi = T
100	18	18.3	0.9836065574
200	18	18.3	0.9836065574
300	18	18.3	0.9836065574
400	18	18.3	0.9836065574
500	18	18.3	0.9836065574
600	18	18.3	0.9836065574
700	18	18.3	0.9836065574
800	18	18.3	0.9836065574
900	18	18.3	0.9836065574
1000	18	18.3	0.9836065574
2000	17.7	18.3	0.9672131148
3000	17.5	18	0.9722222222
4000	17.5	18	0.9722222222
5000	17.3	18	0.9611111111
6000	16.6	18	0.9222222222
7000	16.3	18	0.9055555556
8000	15.6	18	0.8666666667
9000	15.3	17.8	0.8595505618
10000	14.8	17.8	0.8314606742
11000	14.4	17.8	0.808988764
12000	13.9	17.8	0.7808988764
13000	13.6	17.8	0.7640449438
14000	13.1	17.8	0.7359550562
15000	12.8	17.8	0.7191011236
16000	12.3	17.8	0.691011236
16100	12.3	17.8	0.691011236
16200	12.3	17.8	0.691011236
16300	12.2	17.8	0.6853932584
17000	11.9	17.8	0.6685393258

Parte IV. Discusión de los resultados.

A lo largo de la práctica en torno al desarrollo del diagrama de Bode, hemos podido observar como funcionan los filtros de frecuencia; en este caso, se trata de un filtro paso bajo que, como ya hemos comentado, deja pasar las frecuencias bajas (por debajo de un valor determinado frecuencia de corte) y atenúa las frecuencias altas.

Este fenómeno se fundamenta en el estudio de la función de transferencia de cada circuito. En este caso, con un circuito RC y tomando los valores V_O y V_i entre los extremos de la resistencia.

Para cada función de transferencia, puede establecerse un «modelo» de resultados del módulo de la función de transferencia para valores muy grandes o muy pequeños de w . En este caso, hemos comprobado que para valores muy grandes, el módulo tendía a 0, mientras que para valores muy pequeños el módulo tiende a 1. Otro ejemplo visto en clase de filtros de este tipo (con un circuito RB) produce un filtro de paso alto, ya que para valores muy bajos el módulo tiende a 0 mientras que para valores muy altos tiende a 1; justo lo contrario que en nuestro caso.

Por consiguiente podemos llegar a la conclusión de que todo circuito es susceptible de ser un filtro de determinadas frecuencias. Comprobando con la función de transferencia como reacciona la frecuencia introducida en un elemento del circuito al pasar por dicho elemento (ya sea una resistencia, un condensador, una bobina etc...). Podemos determinar la existencia de filtros muy concretos como son el filtro paso bajo y el filtro paso alto y prever la existencia de filtros menos exactos que dejen pasar no ya, frecuencias altas o bajas sino determinadas bandas de frecuencia o frecuencias muy concretas. Esto significa que la función de transferencia tiene una gran importancia a la hora de separar frecuencias que puede utilizarse, por ejemplo, en fotografía donde un filtro de paso bajo puede servir para detener la información de la imagen en alta frecuencia y reducir los efectos de Moaré y falsos colores causados por las ondas de alta frecuencia. Otro ejemplo típico es la manipulación de sonido, donde estos filtros pueden servir para eliminar agudos o graves de un sonido, ruidos etc...

En conclusión, consideramos que el principal uso que se le podría dar a la función de transferencia es la facilidad que ofrece para establecer determinados filtros y conocer cómo influye cada elemento en la señal (de corriente alterna) que le llega. Esto es muy interesante porque las posibilidades son muy variadas y el concepto es relativamente sencillo de aplicar.

Los datos que hemos obtenido se ajustan perfectamente a lo que cabría de esperar, por lo que podemos llegar a la conclusión de que los hemos recogido adecuadamente y que los cálculos teóricos son correctos.