

Informe de Laboratorio

Tema: Medición de respuestas temporal y frecuencial

Cátedra: Teoría de Circuitos II

Año: 2019

Docentes: Ing. Costa, *Nicolás*. Aux. Consiglio, *Dante*

Alumnos: Rodriguez, *Ana Victoria*. Ulloa, *Daniel Alejandro*

Fecha de Entrega: 08/10/2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PATAGONIA
SAN JUAN BOSCO

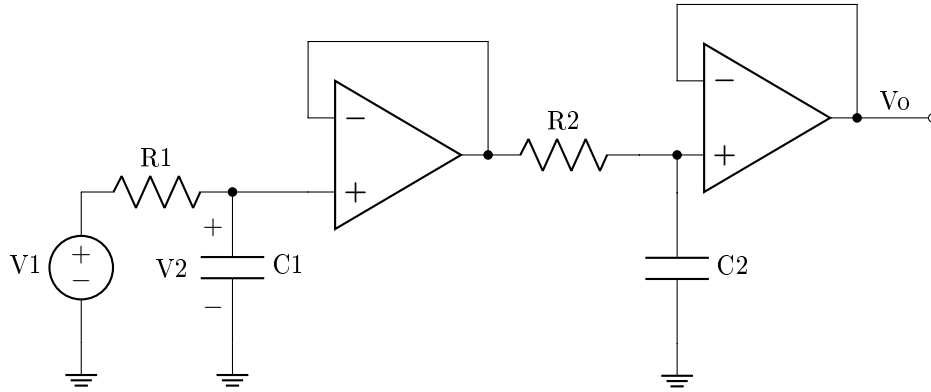
Índice

1. Objetivos	2
2. Modelado Matemático	2
3. Respuesta en Frecuencia	3
4. Respuesta al escalón	4
5. Conclusión	6

1. Objetivos

- Modelar e interpretar el circuito
- Realizar los gráficos de Bode correspondiente al circuito
- Obtener la función de transferencia a partir de la respuesta al escalón

2. Modelado Matemático



- Los amplificadores operacionales son ideales
- La salida del sistema es la tensión a la salida del segundo amplificador operacional

Para la primera ecuación se analizó el nodo V_2 , en donde se tiene que:

$$\frac{V_2 - V_1}{R_1} + V_2 s C_1 = 0 \quad (1)$$

Se define la ecuación de la tensión de salida como

$$\frac{V_o - V_2}{R_2} + V_o s C_1 = 0 \quad (2)$$

Con estas dos ecuaciones es posible obtener la función de transferencia del sistema

$$H(s) = \frac{1}{s^2(C_1 C_2 R_1 R_2) + s(C_1 R_1 + C_2 R_2) + 1} \quad (3)$$

Utilizando MATLAB se realizó el Diagrama de Bode

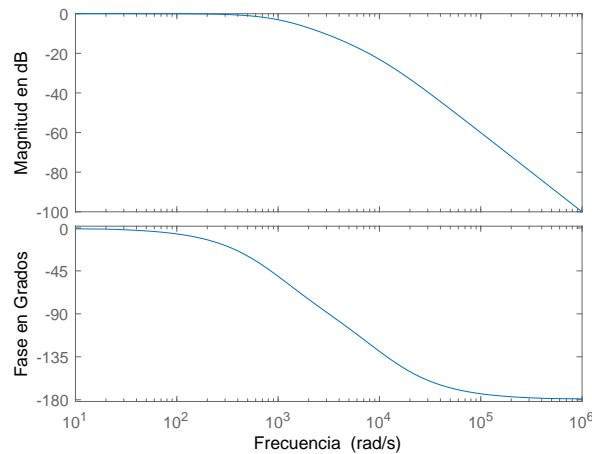


Figura 1: Diagrama de Bode

Del análisis del circuito se puede concluir que se trata de un sistema de segundo orden y mediante el Diagrama de Bode confirmar que es un filtro pasabajos.

3. Respuesta en Frecuencia

Para verificar el comportamiento del circuito se implementó en una protoboard utilizando un Amplificador Operacional TL082 y se realizó un barrido en frecuencia de la señal de entrada con el objetivo de obtener en forma experimental un diagrama de magnitud y fase. Se utilizó un osciloscopio RIGOL DS1052E para medir la salida del circuito y exportar digitalmente las mediciones en formato CSV para luego procesarlo utilizando MATLAB. El formato de los archivos permite representar vectorialmente cada canal y el tiempo en el cual fue adquirida cada muestra.

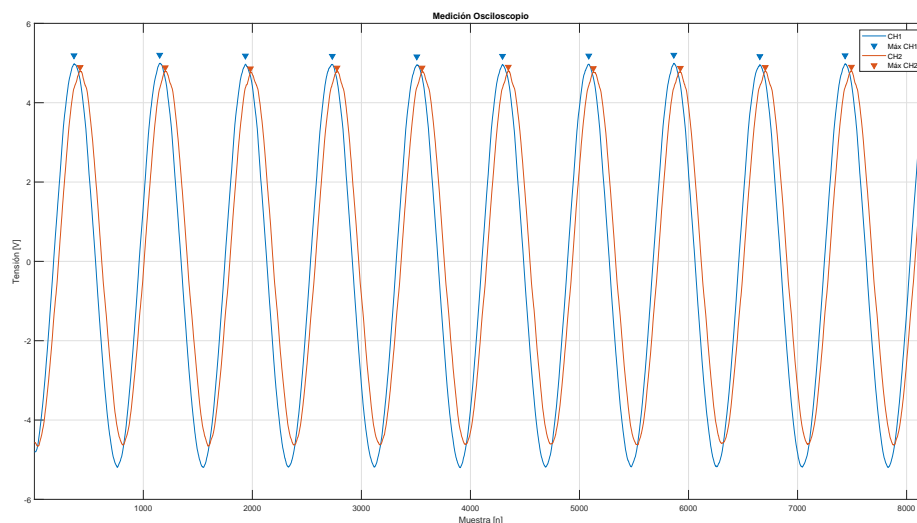


Figura 2: Frecuencia 400 radianes

Para realizar el Diagrama de Bode se necesitan varios puntos por década, se consideraron los puntos 1, 2, 3, 4 y 7 de cada década, desde 100 Radianes/s hasta 10k Radianes/s. El script analiza los máximos de cada par de señales y calcula el desfase y la ganancia respecto de la señal de referencia, la salida del script son vectores los cuales son representados en una escala semilogaritmica para tener el Diagrama de Bode.

Frecuencia	Magnitud	Fase
100	0,259191362	6,305732484
200	-0,163323083	12,38216561
300	-0,188826858	14,77099237
400	-0,313267461	22,90076336
700	-1,119635495	38,48552339
2000	-6,946829452	73,28653478
3000	-10,2860529	88,45124283
4000	-13,15738713	94,76099426
7000	-18,70924479	117,8619154
10000	-23,01491137	129,7607656
20000	-33,04149488	149,1560102
30000	-39,0498078	162,4137931
40000	-44,19764534	166,9299363
70000	-55,97526234	168,7750557
100000	-58,80464233	173,1319555

Comparando la respuesta experimental con la respuesta ideal:

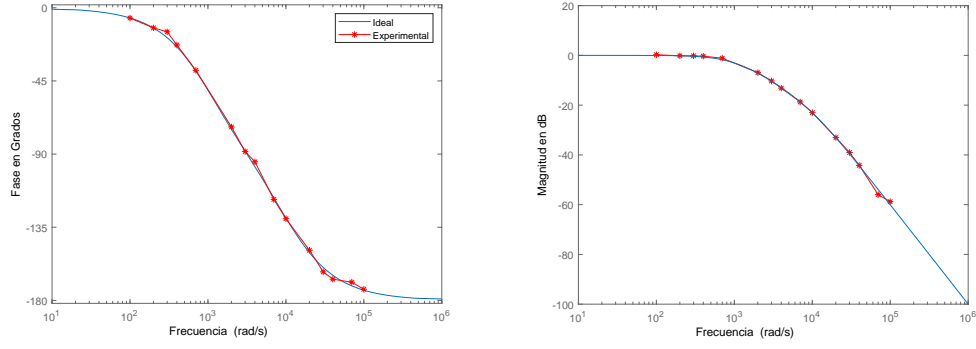


Figura 3: Comparación diagramas

Se observa que el circuito implementado responde como se esperaba en las simulaciones y que el barrido en frecuencia debería ser mas amplio, al menos 2 décadas antes y después de las singularidades del sistema.

4. Respuesta al escalón

Para obtener la respuesta al escalón se cambió la forma de onda del generador de funciones a una onda cuadrada de una frecuencia de 100Hz y se exportó la medición a un archivo CSV nuevamente.

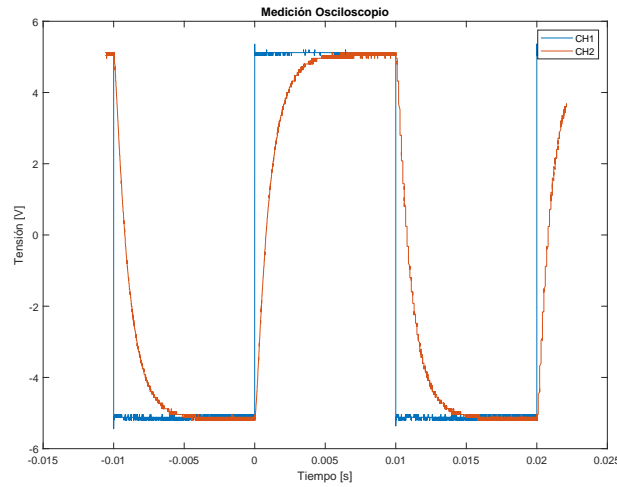


Figura 4: Respuesta al escalón

Al tratarse de una respuesta sobreamortiguada es posible aproximar la respuesta al escalón con una función exponencial y entonces representar el sistema como uno de primer orden. Esto se debe a que el polo dominante del sistema, es decir el que gobierna la dinámica, está lo suficientemente lejos del otro polo del sistema. Se puede aproximar la función de transferencia encontrando el valor máximo alcanzado V_{MAX} y una constante de tiempo que queda determinada por el tiempo que tarda el sistema en alcanzar $0,632V_{MAX}$. Hay que tener en cuenta que V_{MAX} en este caso será 10V, pero la función de transferencia debería tener ganancia unitaria según el análisis circuital y en esta aproximación se debe considerar como la proporcion entre la señal de entrada y la salida. Con un script de MATLAB se encontraron estos valores y la función de transferencia quedó expresada de la siguiente forma:

$$H(s) = \frac{1}{\tau s + 1} \quad (4)$$

Los valores obtenidos:

Tau	0.001092
Vmax	10

Para poder comparar directamente la función de transferencia aproximada con la medición se expresó la transferencia de la siguiente manera:

$$H(s) = \frac{10}{0,001092s + 1} \quad (5)$$

y se obtuvo el siguiente gráfico:

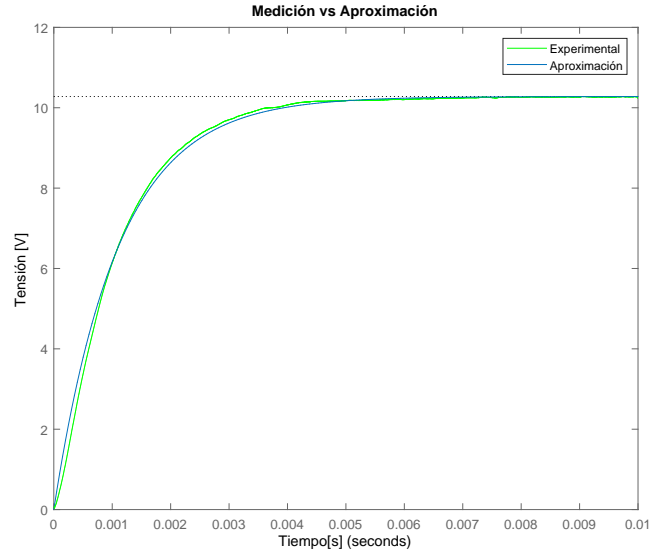


Figura 5: Respuestas de los sistemas

Se realizó otra comparación, la respuesta del sistema aproximado y la respuesta del sistema ideal:

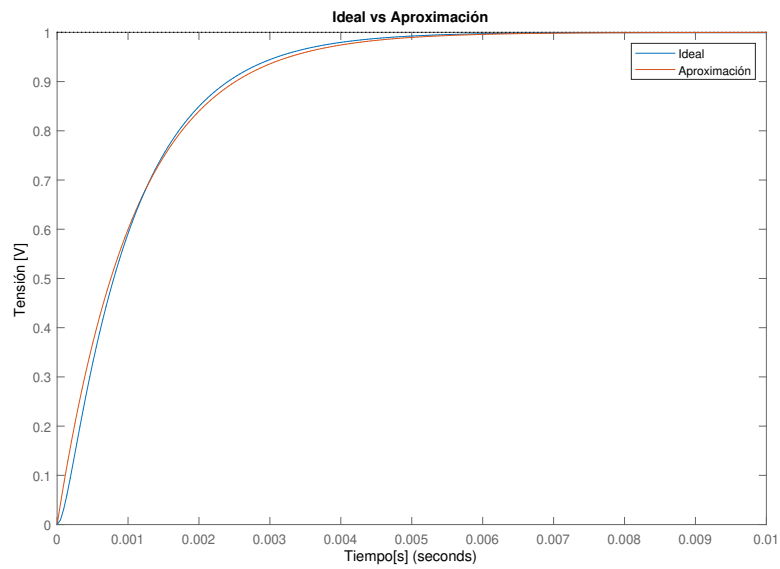


Figura 6: Respuestas de los sistemas

Se puede observar que las respuestas son similares y por lo tanto la aproximación es buena y puede ser útil para simplificar cálculos.

5. Conclusión

Con los datos medidos de la salida del circuito implementado se generaron los gráficos de bode, los cuales fueron comparados con los obtenidos en el modelo matemático. Se concluye que como los gráficos son similares, el modelo matemático se corresponde con el implementado.