



INSTITUTO TECNÓLOGICO DE MORELIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

CONTROL I

Practica No. 2 POLOS Y CEROS ENCONTRADOS POR INSPECCION

Ariadne Paola González Gallegos

13121114

José Abel Gutiérrez Álvarez

13121117

Índice general

Introducción	2
1. Metodología.	3
1.1. Obteniéndola por el Método de Polos y Ceros	3
1.2. Obteniéndola la función de transferencia por métodos tradicionales	8
1.3. Comprobando en SciLab	10
1.4. Obteniendo las formas de onda con LTI SPICE	10
1.4.1. Respuesta en el tiempo	10
1.4.2. Respuesta en la frecuencia	11
2. Resultados y Discusión	15
2.1. Resultados y análisis del circuito físico	15
2.1.1. Respuesta en el tiempo	15
2.1.2. Respuesta en la frecuencia	16
2.2. Graficando la respuesta en frecuencia	16
2.3. Tau	17
2.4. Discusión	18
3. Conclusiones	22

Introducción

Con anterioridad ya vimos como es que para sistemas de primer orden una forma de obtener la función de transferencia es por medio de métodos de análisis electrónico tradicionales, y que en caso de tener un sistema distinto a este, como lo son hidráulico o mecánico, siempre podemos realizar una analogía entre ellos. La forma de hacerlo es simple, consiste en obtener las formulas de balance de energía que definen al sistema y luego despejar una variable de salida sobre una de entrada, de tal forma que el termino resultante sera la ecuación que defina el comportamiento de nuestro sistema.

Pero, Qué pasa si el sistema no es tan simple?, Qué pasa con un circuito mas complejo?, bueno, obtener la función de transferencia de este por métodos tradicionales puede ser un proceso medianamente complicado o realmente complicado, dependiendo del sistema, y de nuestra capacidad para el álgebra, pero existe una forma mas simple de hacerlo, este método consiste en encontrar algunas variables de interés del circuito, como su punto de DC, sus polos y sus ceros, de tal manera que al utilizar esta información podamos encontrar la función de transferencia del circuito mucho mas fácil, este método es cómodo ya que la expresión que se obtiene ya esta simplificada y tiene una forma con la cual, con la misma información, podemos encontrar la función de transferencia en circuitos de segundo orden.

En esta practica compararemos ese método con el utilizado en la practica anterior, también utilizaremos un entorno de simulación tipo SPICE para realizar una predicción de las respuestas en el tiempo y la frecuencia, y luego obtendremos las reales, para ver si se cumple lo que esperamos o no.

Parte 1

Metodología.

1.1. Obteniéndola por el Método de Polos y Ceros

Para esta sección vamos a utilizar la técnica de polos y ceros que aprendimos durante la parte teórica de la materia, con el fin de obtener la función de transferencia de el circuito mostrado en la figura 1.1 y de la figura 1.2.

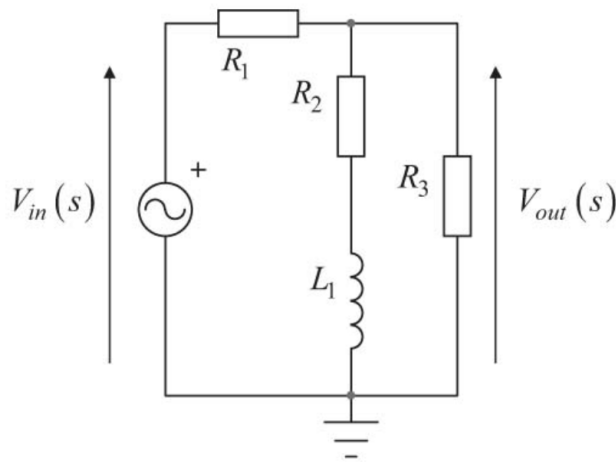


Figura 1.1: Circuito para la parte 1 con inductor

Como podemos apreciar es un circuito de primer orden, solo que es un poco mas complejo que los vistos en la practica anterior. Ahora, para obtener la función de transferencia por medio de polos y ceros primero tenemos que definir que para este método la función de transferencia estará dada por la formula:

$$H(s) = \frac{V_{out}(S)}{V_{in}(S)} = G_0 \frac{1 + \frac{S}{W_{z1}}}{1 + \frac{S}{W_{p1}}} \quad (1.1)$$

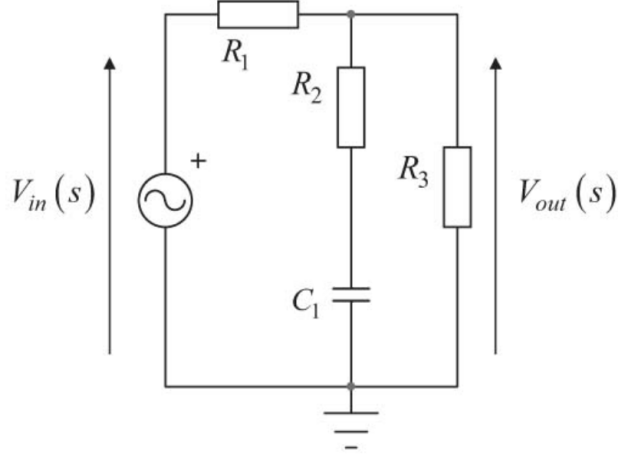


Figura 1.2: Circuito para la parte 1 con capacitor

Ahora que sabemos esto debemos de encontrar los valores de G_0 , W_{z1} y W_{p1} .

La forma de encontrarlos es diferente para cada uno, iniciemos por G_0 , cuyo valor se obtiene por medio del punto de operación de DC, en este caso se obtiene sustituyendo los inductores por un circuito cerrado, y los capacitores por un circuito abierto, obteniendo las figuras 1.3 y 1.5 respectivamente, y sus G_0 se obtienen midiendo el voltaje a la salida, es decir en R_3 , primero haremos todo el proceso para un inductor, y después para un capacitor. El circuito equivalente quedaría como el de la figura 1.3.

Por lo tanto su G_0 seria:

$$G_0 = \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} = \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_2 + R_3}} = \frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \quad (1.2)$$

Para calcular su W_{z1} tendríamos que encontrar la frecuencia donde el $V_{out} = 0$ para el circuito original con inductor, y en este caso el único componente que afecta a la salida con respecto a la frecuencia es el inductor, y la rama que este afecta es en la que se encuentra en serie con R_2 , y por casualidad el voltaje en R_3 es el mismo que en la rama de $R_2 + SL_1$, e igualando este voltaje a cero y trabajando en el dominio de la frecuencia:

$$R_2 + SL_1 = 0$$

Y haciendo un despeje para hacer quede de la forma:

$$1 + \frac{S}{W_{z1}} = 0$$

Obtenemos que:

$$1 + \frac{SL_1}{R_2} = 0$$

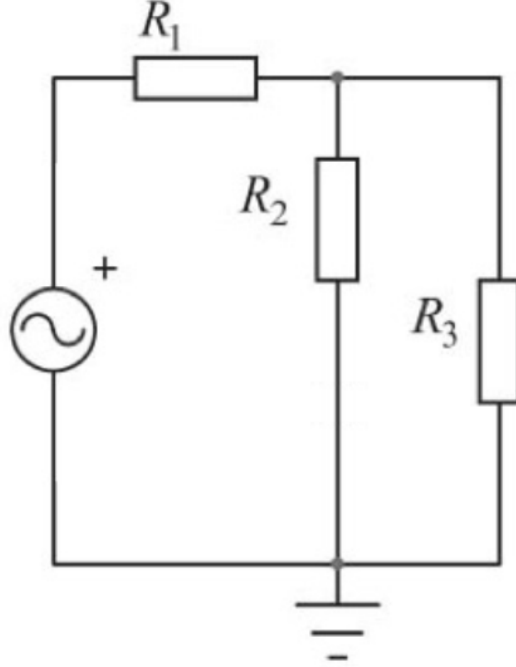


Figura 1.3: Circuito para obtener el DC point de un inductor

Y deducimos que:

$$W_{z1} = \frac{R_2}{L_1} \quad (1.3)$$

Posteriormente pasaremos a calcular W_{p1} , para hacer esto primero necesitamos encontrar la resistencia vista desde las terminales del inductor o capacitor, esto se hace, como ya sabemos, por medio de la resistencia de Thevenin. Para el caso del inductor, el circuito que nos quedaría como el de la figura 1.4.

Y la resistencia equivalente seria:

$$R_{equ} = R_2 + R_1 || R_3$$

Ahora, con base en esa resistencia debemos calcular el valor de $\frac{1}{\tau}$, y ese sera el valor de W_{p1} , sabiendo que $\tau = \frac{L}{R}$ deducimos que:

$$W_{p1} = \frac{1}{\tau} = \frac{R}{L} = \frac{R_2 + R_1 || R_3}{L_1} = \frac{R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}}{L_1} = \frac{(\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_3})}{(\frac{L_1}{1})} = \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{L_1 R_1 + L_1 R_3} \quad (1.4)$$

Sustituyendo las ecuaciones 1.2, 1.3 y la 1.4 en la ecuación 1.1, y obtenemos:

$$H(S) = (\frac{R_2 || R_3}{R_1 + R_2 || R_3}) (\frac{1 + \frac{S L_1}{R_2}}{1 + \frac{S(R_2 + R_1 || R_3)}{L_1}})$$

Para realizar un manejo mas simple de la función de transferencia del circuito, la llevaremos a su forma estándar utilizando álgebra de la siguiente manera:

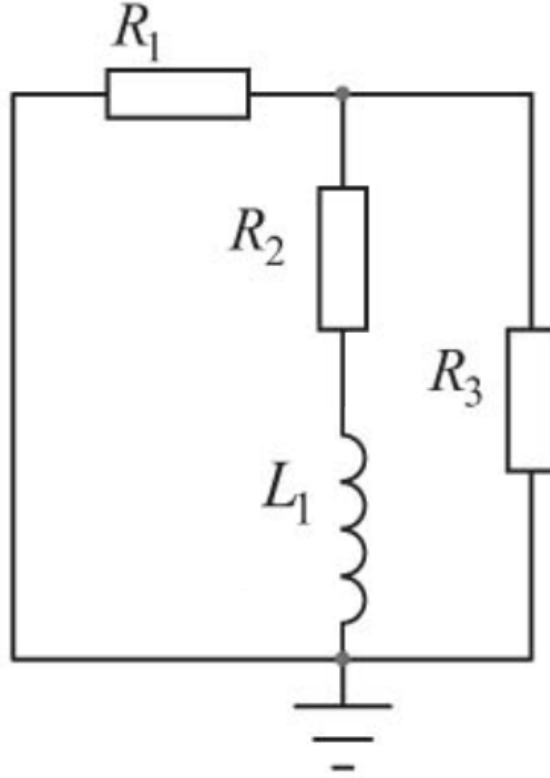


Figura 1.4: Circuito para encontrar la resistencia vista por el inductor

$$\begin{aligned}
 H(S) &= \left(\frac{R_2 || R_3}{R_1 + R_2 || R_3} \right) \left(\frac{1 + \frac{SL_1}{R_2}}{1 + \frac{S(R_2 + R_1 || R_3)}{L_1}} \right) \\
 &= \left(\frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \right) \left(\frac{1 + \frac{SL_1}{R_2}}{1 + \frac{SL_1}{R_2 + R_1 || R_3}} \right) \\
 &= \left(\frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \right) \left(\frac{\frac{R_2 + SL_1}{R_2}}{1 + \frac{(\frac{SL_1}{1})}{(\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_3})}} \right) \\
 &= \left(\frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \right) \left(\frac{\frac{R_2 + SL_1}{R_2}}{1 + \frac{SL_1 R_1 + SL_1 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}} \right) \\
 &= \left(\frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \right) \left(\frac{\frac{R_2 + SL_1}{R_2}}{\frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3 + SL_1 R_1 + SL_1 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}} \right) \\
 &= \frac{(R_2)(R_3)(R_2 + SL_1)}{(R_2)(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3 + SL_1 R_1 + SL_1 R_3)} \\
 &= \frac{R_3 R_2 + SL_1 R_3}{(SL_1)(R_1 + R_3) + (R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)}
 \end{aligned}$$

Y haciendo un ultimo acomodo tenemos que la función de transferencia en su forma estándar para el circuito de la parte 1 con inductor es la mostrada en la ecuación 1.5.

$$H(S) = \frac{\frac{SR_3}{(R_1+R_3)} + \frac{R_2R_3}{L_1(R_1+R_3)}}{S + \left(\frac{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}{L_1(R_1+R_3)}\right)} \quad (1.5)$$

Ahora, haremos lo mismo para el circuito 1.2.

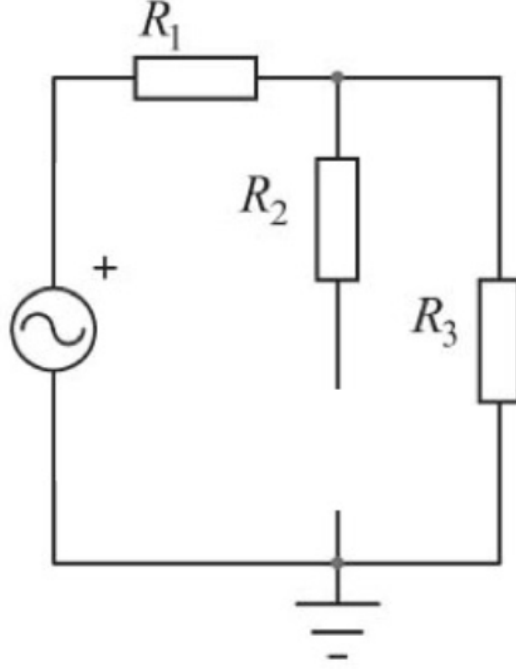


Figura 1.5: Circuito para obtener el DC point de un capacitor

Lo primero es obtener el termino G_0 , y quedaría como es mostrado en la ecuación 1.6.

$$G_0 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} \quad (1.6)$$

Después debemos obtener el termino W_{z1} , al igual que en el caso del inductor, este valor sale de la rama de R_2 al igual que en el caso anterior y es el mostrado en la ecuación 1.7.

$$W_{z1} = \frac{1}{C_1 R_2} \quad (1.7)$$

Y finalmente obtenemos W_{p1} , la R_{equ} es la misma que en el caso del inductor, sin embargo la formula de τ es distinta, ya que en este caso su valor es RC , y por consecuencia el valor de W_{p1} queda como en la ecuación 1.8.

$$W_{p1} = \frac{R_1 + R_3}{C_1(R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3)} \quad (1.8)$$

Sustituyendo las ecuaciones 1.6, 1.7 y 1.8 en la ecuación 1.1, obtenemos la funcion de transferencia siguiente:

$$H(S) = \left(\frac{R_3}{R_1+R_3}\right) \left(\frac{1+SC_1R_2}{1+\left(\frac{SC_1(R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3)}{R_1+R_3}\right)}\right)$$

Pero aplicando álgebra para pasar la función de transferencia en su forma estándar obtenemos la ecuación 1.9.

$$H(S) = \frac{S\left(\frac{R_2R_3}{R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3}\right) + \left(\frac{R_3}{C_1(R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3)}\right)}{S + \frac{R_1+R_3}{C_1(R_1R_2+R_1R_3+R_2R_3)}} \quad (1.9)$$

1.2. Obteniéndola la función de transferencia por métodos tradicionales

Ahora vamos a utilizar métodos tradicionales para obtener la función de transferencia en la forma estándar de los circuitos 1.1 y 1.2.

Para un inductor y utilizando el circuito 1.1 el proceso es el siguiente:

Primero establecemos las ecuaciones de mallas, para la malla 1 tenemos que:

$$V_{IN} = R_1I_1 + R_2(I_1 - I_2) + SL_1(I_1 - I_2)$$

Y para la malla 2:

$$R_3I_2 + SL_1(I_2 - I_1) + R_2(I_2 - I_1) = 0$$

Ahora despejamos I_1 de la malla 1 y obtenemos que:

$$I_1 = \frac{V_{IN} + I_2(R_2 + SL_1)}{R_1 + R_2 + SL_1}$$

Y sustituimos este valor en la malla 2 de la siguiente forma:

$$I_2(R_3 + SL_1 + R_2) - (SL_1 + R_2)\left(\frac{V_{IN} + I_2(R_2 + SL_1)}{R_1 + R_2 + SL_1}\right)$$

De aquí podemos despejar I_2 ya que esta es la corriente de salida (I_{out}), y con esta podemos obtener V_{out} para finalmente tener la función de transferencia. Así que despejamos I_2 :

$$I_2(R_3 + SL_1 + R_2)(R_1 + R_2 + SL_1) - (SL_1 + R_2)(V_{IN} + I_2(R_2 + SL_1)) = 0$$

$$I_2(R_2 + R_3 + SL_1)(R_1 + R_2 + SL_1) - I_2(SL_1^2 + 2SL_1 + R_2^2) = V_{IN}(SL_1 + R_2)$$

$$I_2(R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3 + SL_1(R_1 + R_3)) = V_{IN}(SL_1 + R_2)$$

$$\frac{I_{out}}{V_{IN}} = \frac{(SL_1 + R_2)(R_3)}{SL_1(R_1 + R_3) + (R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3)}$$

Y para obtener V_{out} se necesita multiplicar I_{out} por R_3 , así que tenemos que:

$$\frac{V_{out}}{V_{IN}} = \frac{SL_1R_3 + R_2R_3}{SL_1(R_1 + R_3) + (R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3)}$$

Ya por ultimo solamente debemos de despejarla de forma que quede similar a:

$$H(S) = \frac{bS+c}{S+a}$$

Y de esta manera finalmente llegamos a:

$$H(S) = \frac{S(\frac{R_3}{R_1+R_3}) + \frac{R_2 R_3}{L_1(R_1+R_3)}}{S + \frac{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{L_1(R_1+R_3)}}$$

Observando detenidamente la ecuación anterior podemos ver que es la misma que la ecuación que la 1.5, con esto se comprueba que ambas estn correctas.

Ahora, para el capacitor es casi lo mismo, primero debemos obtener la malla 1:

$$V_{IN} = R_1 I_1 + R_2 (I_1 - I_2) + (\frac{1}{SC_1})(I_1 - I_2)$$

Y la malla 2:

$$R_3 I_2 + (\frac{1}{SC_1})(I_2 - I_1) + R_2 (I_2 - I_1) = 0$$

Como vemos las ecuaciones son las mismas que para el caso del inductor, sustituyendo RL_1 por $\frac{1}{RC_1}$ así que omitiremos pasos hasta llegar a la parte donde se diferencia del anterior.

$$\begin{aligned} \frac{V_{out}}{V_{in}} &= \frac{\frac{R_3}{SC_1} + (R_2 R_3)}{(\frac{R_1+R_3}{SC_1}) + (R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)} \\ &= \frac{\frac{1}{s}(\frac{R_3}{R_1+R_3}) + (\frac{C_1 R_2 R_3}{R_1+R_3})}{\frac{1}{s} + (\frac{C_1(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)}{R_1+R_3})} \\ &= \frac{\frac{R_3(R_1+R_3) + S(R_1+R_3)(R_2 R_3)}{S(R_1+R_3)(R_1+R_3)}}{\frac{(R_1+R_3) + SC_1(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)}{S(R_1+R_3)}} \\ &= \frac{R_3 + SC_1 R_2 R_3}{(R_1+R_3) + SC_1(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)} \\ &= \frac{S(\frac{R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} + \frac{R_3}{C_1(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)})}{S + \frac{R_1+R_3}{C_1(R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3)}} \end{aligned}$$

Y si comparamos esa ecuación con la ecuación 1.9 vemos que son iguales, por lo cual comprobamos que ambas son correctas.

1.3. Comprobando en SciLab

Ahora vamos a introducir las funciones 1.5 y 1.9 en el programa que generamos durante la practica pasada, con el fin de observar la respuesta de salida del circuito, el código es:

```
function[y]=EcuGen(a,b,c)
tau = 1/a;
t = 0:tau/10:10*tau;
n=length(t);
u = c/a;
if a~=0 then
    for i=1:n
        y(1,i) = u + ((b-u)*exp(-a*t(i)));
    end
else
    for i=1:n
        y(n) = b;
    end
end
plot(t,y)
endfunction
```

Y para tener datos exactos necesitamos conocer los valores de R_1 , R_2 , R_3 , L_1 y C_1 , los propondremos de valores que podamos implementar durante la parte física de la practica, así que serán de 100Ω para las resistencias, $4,25mH$ para el inductor y $10\mu F$ para el capacitor. Sabiendo esto podemos ingresar los valores en la función anterior y obtener las gráficas de respuesta del circuito. Y estas quedan como las mostradas en la imagen 1.6 y 1.7.

1.4. Obteniendo las formas de onda con LTI SPICE

1.4.1. Respuesta en el tiempo

En esta parte del reporte debemos de simular los circuitos de las figuras 1.1 y 1.2, lo realizaremos en el entorno de simulación LTI SPICE, utilizaremos al igual que en el tercer inciso de la parte 1 los valores que usaremos de manera física en la parte 3 para simular, siendo 100Ω para las resistencias R_1 , R_2 y R_3 , $4,25mH$ para el inductor y $10\mu F$ para el capacitor. Y conociendo los valores podemos escribir el código en SPICE para la respuesta de tiempo en el inductor:

```
Vin n1 GND PULSE(0v 5v 0s 10ns 10ns 7.5ms 15ms)
R1 n1 n2 100
R2 n2 n3 100
R3 n2 GND 100
L1 n3 GND 4.25mH
.TRAN 0.5us 50ms
```

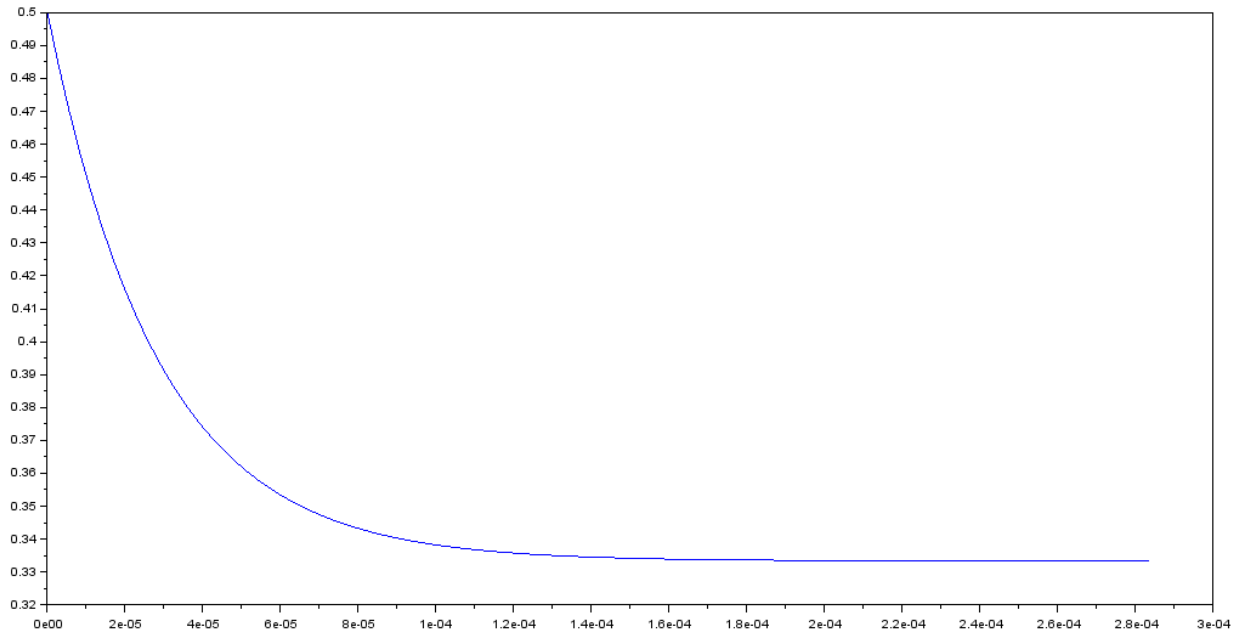


Figura 1.6: Respuesta de la función de transferencia para el circuito con inductor

Y este genera la forma de onda mostrada en la figura 1.8.

Ahora veamos la respuesta en el tiempo para el capacitor, y esta se genera con el siguiente código:

```
Vin n1 GND PULSE(0v 5v 0s 10ns 10ns 7.5ms 15ms)
R1 n1 n2 100
R2 n2 n3 100
R3 n2 GND 100
C1 n3 GND 10uF
.TRAN 0.5us 50ms
```

Y este genera la respuesta mostrada en la figura 1.9.

1.4.2. Respuesta en la frecuencia

Ahora vamos con la respuesta en frecuencia, para el inductor esta dada por:

```
Vin n1 GND AC(2.5v)
R1 n1 n2 100
R2 n2 n3 100
R3 n2 GND 100
L1 n3 GND 4.25mH
.ac dec 10 100Hz 100kHz
```

Y la respuesta que nos da es la mostrada en la figura 1.10.

Mientras que para el capacitor, el código es:

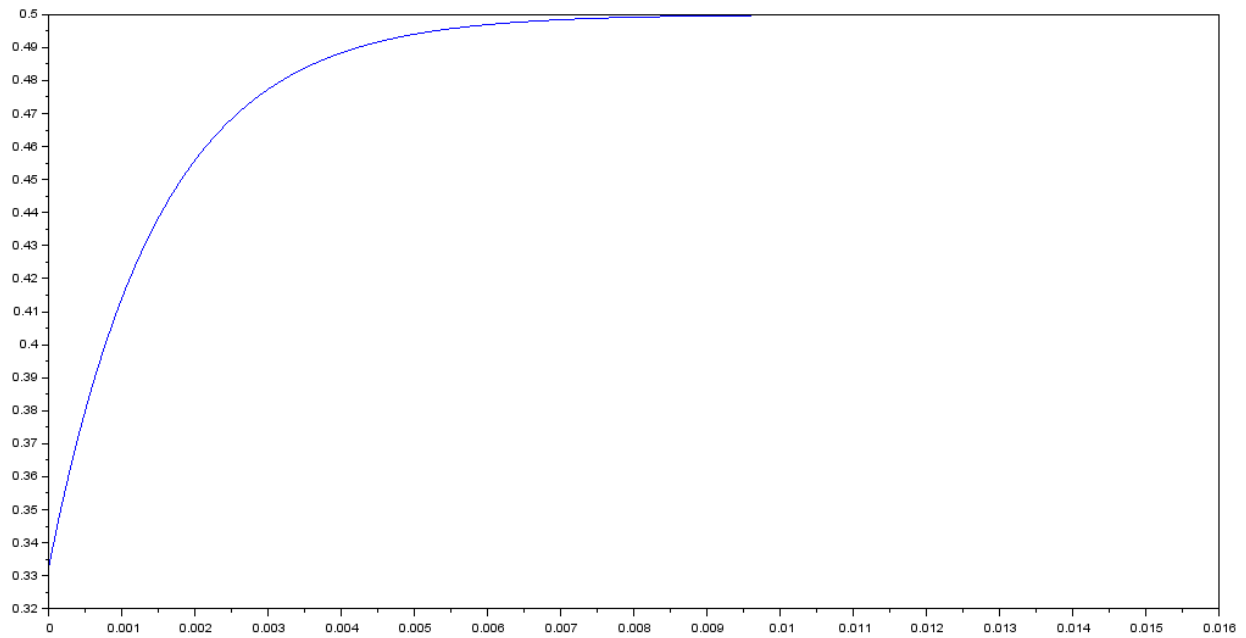


Figura 1.7: Respuesta de la función de transferencia para el circuito con capacitor

```
Vin n1 GND ac(2.5v)
R1 n1 n2 100
R2 n2 n3 100
R3 n2 GND 100
C1 n3 GND 10uF
.ac dec 10 1Hz 10kHz
```

Y la respuesta en frecuencia del mismo es la mostrada en la figura 1.11.

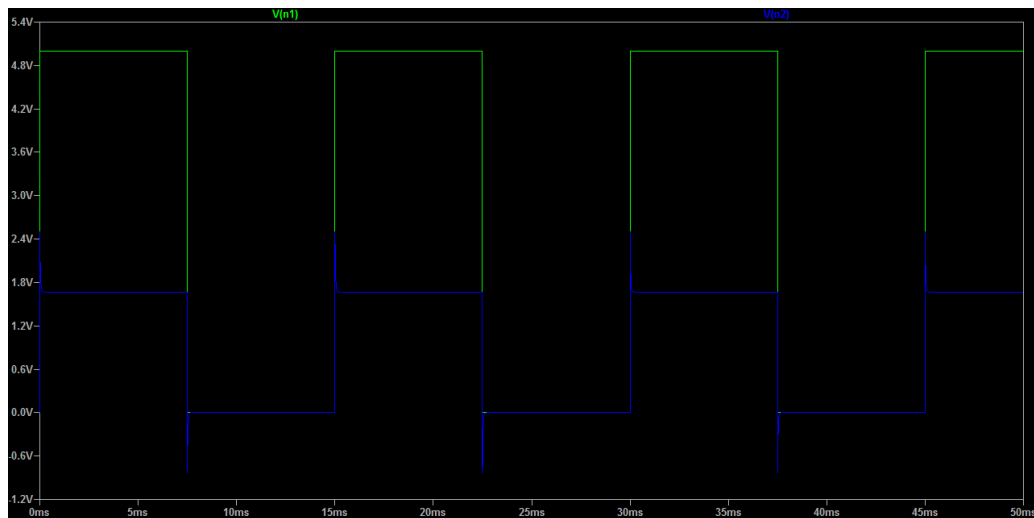


Figura 1.8: Respuesta en el tiempo para el inductor

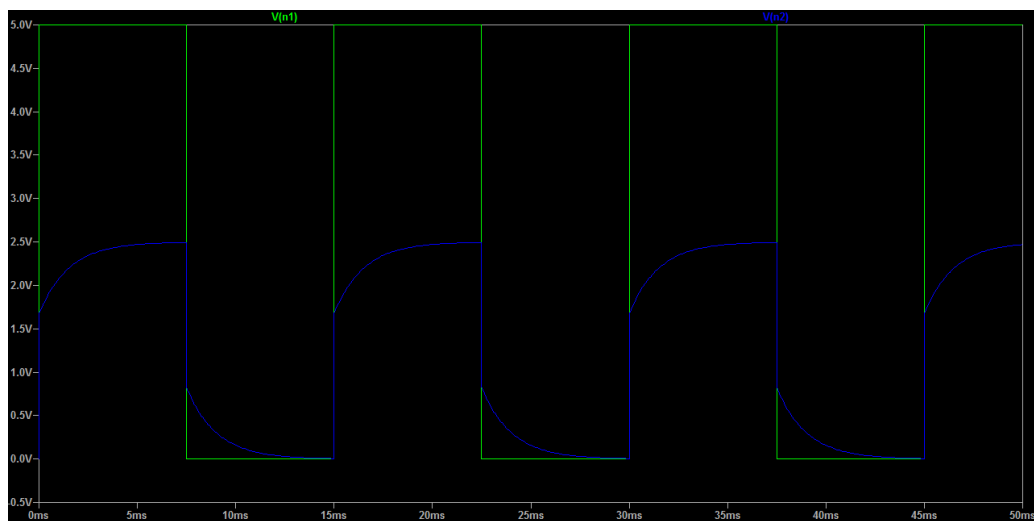


Figura 1.9: Respuesta en el tiempo para el capacitor

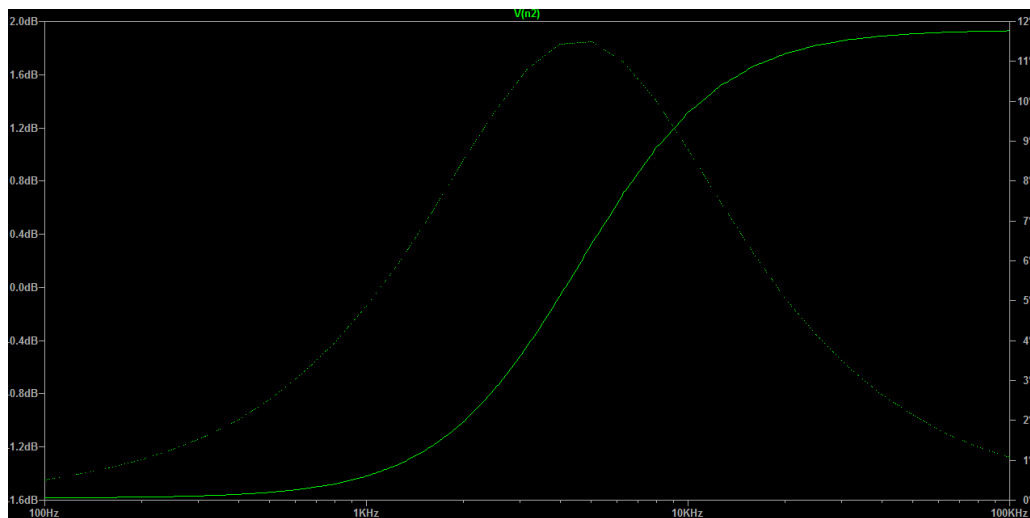


Figura 1.10: Respuesta en la frecuencia para el inductor

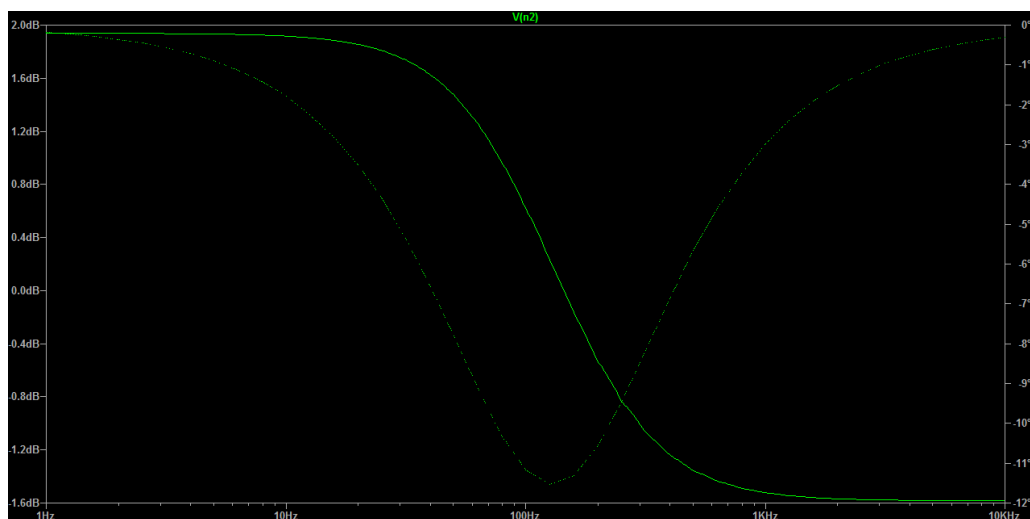


Figura 1.11: Respuesta en la frecuencia para un capacitor

Parte 2

Resultados y Discusión

2.1. Resultados y análisis del circuito físico

2.1.1. Respuesta en el tiempo

Para esta parte del reporte realizamos el circuito de manera física en el laboratorio, utilizamos los valores de resistencias en 100Ω , para el inductor de $4,25mH$ y para el capacitor de $10\mu F$, lo primero que se nos requiere es la forma de la respuesta en el tiempo, esta podemos medirla directamente en el osciloscopio, simplemente medimos la onda de entrada y la forma de onda en R_3 .

Y obtuvimos la respuesta mostrada en la figura 2.1.



Figura 2.1: Respuesta real en el tiempo para el inductor

Y para el capacitor se hizo exactamente lo mismo, y obtuvimos las formas de onda mostradas en la figura 2.2.



Figura 2.2: Respuesta real en el tiempo para el capacitor

2.1.2. Respuesta en la frecuencia

Para esta parte no podemos solo realizar la medición directa, no contamos con el equipo para realizar lo, así que lo que hicimos fue alimentar el circuito con frecuencias distintas, diez frecuencias por cada década, y capturamos las formas de onda, esto con el fin de mas tarde utilizando los valores de frecuencia y voltaje en la salida de cada captura, obtener la forma de la respuesta en frecuencia del circuito, y con la forma de onda de entrada, obtener la forma de la función de transferencia, esto con el fin de compararlas mas adelante en el reporte con las obtenidas en las partes previas.

Iniciemos generando una tabla con los valores para el inductor, esta queda como la de la tabla 2.1.

Y para el capacitor tendríamos los valores mostrados en la tabla 2.2.

2.2. Graficando la respuesta en frecuencia

Con los datos obtenidos en el paso anterior, podemos generar las formas de onda de la respuesta en frecuencia para el capacitor (figura 2.3) y el inductor (figura 2.4), y quedan como se muestra en sus respectivas imágenes.

Ademas, agregando el voltaje de entrada real en el circuito podemos definir la función de transferencia con la formula $F.T(S) = \frac{V_{out}}{V_{in}}$, y con el inverso de la frecuencia obtenemos el periodo, dándonos la oportunidad de graficar la función de transferencia para el circuito con el inductor y con el capacitor, las cuales quedaría como se muestra en las figuras 2.5 y 2.6, respectivamente.

Numero de medición	Frecuencia	Voltaje de entrada	Voltaje de salida
1	100.8Hz	3.8V	1.56V
2	199.7Hz	3.8V	1.56V
3	299.4Hz	3.8V	1.56V
4	398.1Hz	3.84V	1.56V
5	505.1Hz	3.84V	1.64V
6	599.5Hz	3.84V	1.56V
7	701.3Hz	3.88V	1.64V
8	803.9Hz	3.84V	1.56V
9	897.7Hz	3.84V	1.6V
10	1.02kHz	3.88V	1.72V
11	2.002kHz	3.92V	1.76V
12	2.952kHz	3.96V	1.8V
13	4.082kHz	3.96V	1.8V
14	5.071kHz	3.96V	1.84V
15	5.97kHz	3.96V	1.92V
16	7.092kHz	4.0V	1.96V
17	8.188kHz	4.0V	1.96V
18	9.091kHz	4.0V	2.0V
19	10.01kHz	4.04V	2.04V
20	20.59kHz	4.04V	2.08V
21	31.0kHz	4.08V	2.16V
22	39.28kHz	4.08V	2.28V
23	50.15kHz	4.08V	2.4V
24	60.98kHz	4.08V	2.4V
25	69.96kHz	4.08V	2.32V
26	81.04kHz	4.08V	2.32V
27	89.93kHz	4.16V	2.4V
28	99.8kHz	4.08V	2.4V

Cuadro 2.1: Datos del barrido en frecuencia

2.3. Tau

Para encontrar τ de manera teórica solo necesitamos analizar la forma estándar de la función de transferencia del circuito, si recordamos del reporte anterior, el termino a de esta forma es el valor inverso de τ , así que viendo las formulas 1.5 y 1.9, podemos deducir que los valores para los τ del capacitor y del inductor están dados por las formulas 2.1 y 2.2 respectivamente.

$$\tau = \frac{L_1(R_1 + R_3)}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3} \quad (2.1)$$

$$\tau = \frac{C_1(R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3)}{R_1 + R_3} \quad (2.2)$$

Y substituyendo los valores que utilizamos en para esta practica tenemos valores teóricos de

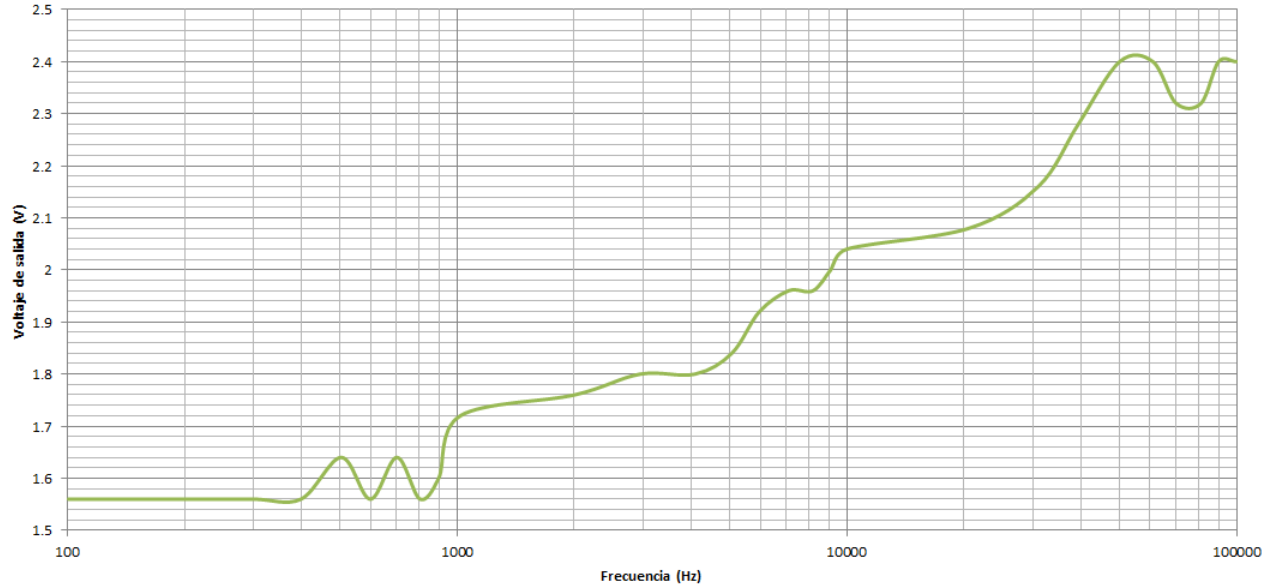


Figura 2.3: Respuesta real en la frecuencia para el inductor

τ igual a $28,33\mu s$ para el capacitor y a $1,5ms$ para el inductor.

2.4. Discusión

Como podemos ver, a lo largo del reporte, las formas de onda obtenidas del circuito real contrapuestas contra las obtenidas a través del modelado matemático y simulación, son, de manera general, similares, obviamente existen factores externos, de tipo "compensable", como lo pueden ser las tolerancias de $\pm 5\%$ en los valores reales de las resistencias y del 10 al 20% en el caso de los capacitores, las cuales en caso de ser un circuito en el que queramos tener los valores precisos podríamos intentar compensar con mas resistencias o capacitores conectados en serie o paralelo; sin embargo también existen factores no compensables como capacitancias, inductancias y resistencias paracitas, dadas por cables, y simplemente por los mismos componentes del circuito, estas no son compensables ni siquiera medibles en algunos casos, además de otras como temperatura, que si son medibles, pero no controlables.

Por lo cual, conociendo, por ende, que las simulaciones son aproximaciones teóricas para la respuesta de un circuito ideal, podemos concluir que lo obtenido en la parte física es aceptable, ya que si bien las formas de onda no son tan estéticas como en las predicciones que hicimos, estas tienen una respuesta similar a lo que esperamos.

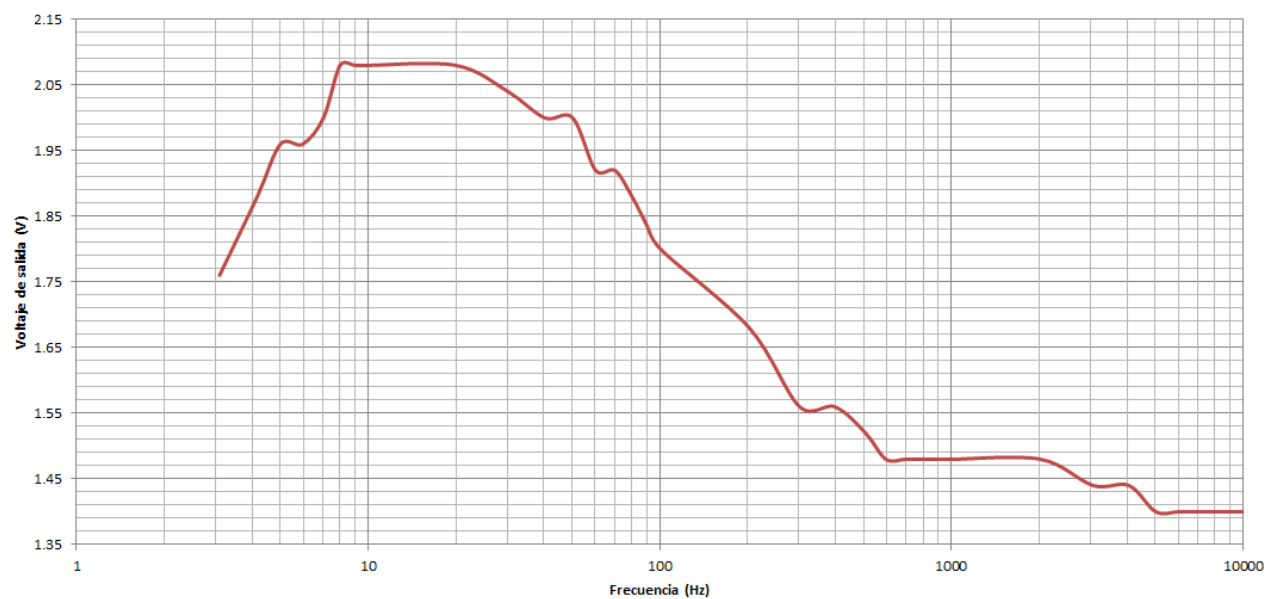


Figura 2.4: Respuesta real en la frecuencia para el capacitor

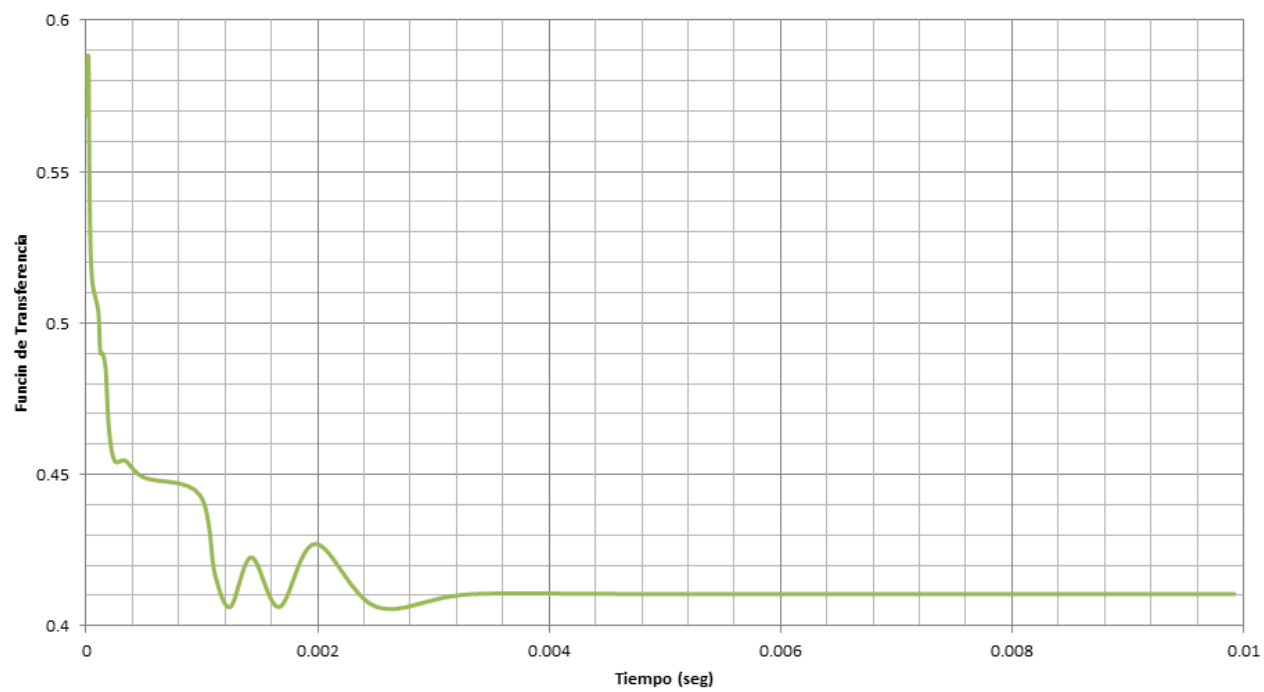


Figura 2.5: Función de Transferencia Real para el inductor

Numero de medición	Frecuencia	Voltaje de entrada	Voltaje de salida
1	3.09Hz	4.16V	1.76V
2	4.16Hz	4.24V	1.88V
3	5.0Hz	4.24V	1.96V
4	5.96Hz	4.24V	1.96V
5	7.02Hz	4.24V	2.0V
6	8.0Hz	4.24V	2.08V
7	9.02Hz	4.24V	2.08V
8	10.0Hz	4.24V	2.08V
9	19.97Hz	4.16V	2.08V
10	30.18Hz	4.16V	2.04V
11	40.29Hz	4.08V	2.0V
12	50.23Hz	4.08V	2.0V
13	60.19Hz	4.08V	1.92V
14	70.13Hz	4.08V	1.92V
15	80.28Hz	4.08V	1.88V
16	89.41Hz	4.08V	1.84V
17	100.54Hz	4.08V	1.8V
18	202.72Hz	4.0V	1.68V
19	301.66Hz	3.92V	1.56V
20	398.22Hz	3.92V	1.56V
21	507.1Hz	3.92V	1.52V
22	596.21Hz	3.92V	1.48V
23	696.5Hz	3.92V	1.48V
24	808.28Hz	3.92V	1.48V
25	899.6Hz	3.92V	1.48V
26	1.01kHz	3.92V	1.48V
27	2.02kHz	3.92V	1.48V
28	3.06kHz	3.84V	1.44V
29	4.06kHz	3.92V	1.44V
30	5.02kHz	3.84V	1.4V
31	6.01kHz	3.84V	1.4V
32	7.23kHz	3.84V	1.4V
33	8.06kHz	3.84V	1.4V
34	8.99kHz	3.91V	1.4V
35	10.06kHz	3.84V	1.4V

Cuadro 2.2: Datos de barrido para el capacitor

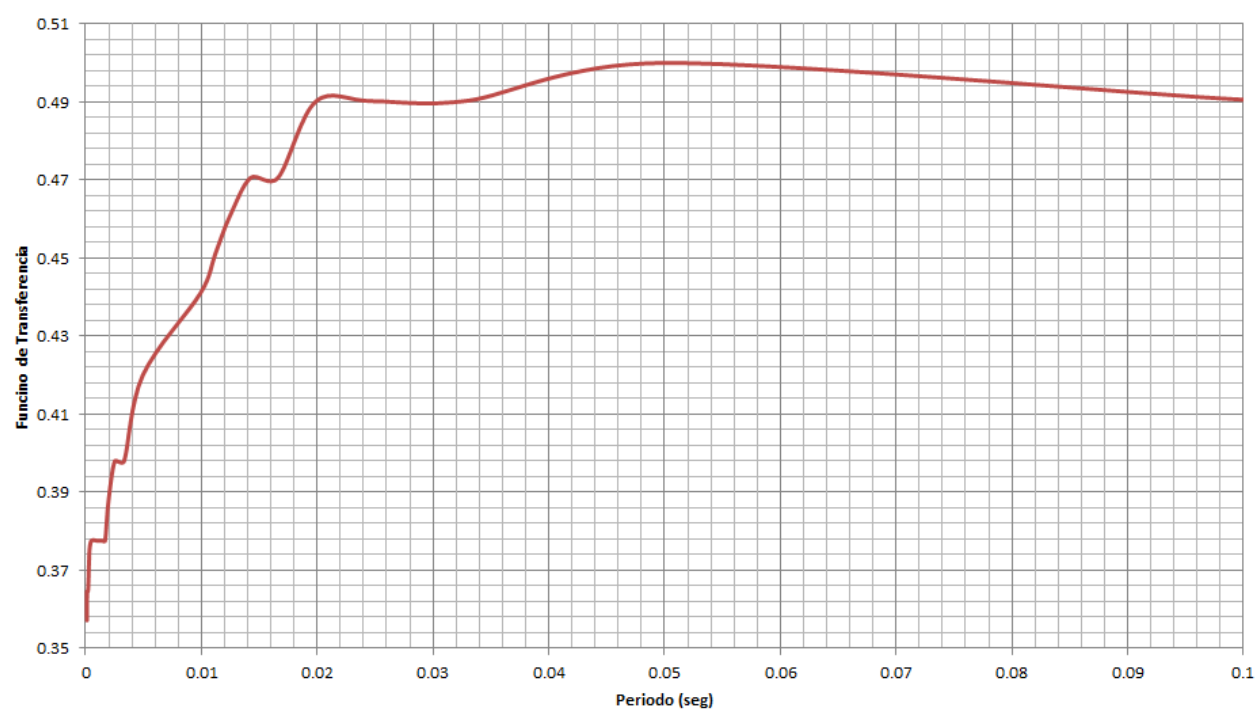


Figura 2.6: Función de Transferencia real para el capacitor

Parte 3

Conclusiones

Concluyendo con esto que para un sistema, realizar un modelado matemático o simulación es bastante útil en el sentido de que tendremos una aproximación previa de que es lo que esperamos ver, teniendo con esto la posibilidad de analizar si realmente tendrá la respuesta que deseamos obtener o si será útil en la aplicación que intentamos darle, de tal manera que será más simple para nosotros comprobar si su funcionamiento es óptimo, malo o muy deficiente, y que podemos hacer para arreglarlo o mejorarlo.