

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MORELIA  
\*\*Análisis de un sistema de primer orden\*\*

Alumnos: Enesto Prado Rodríguez (14120085)  
Juan Pablo Leon Pascual (15122003)

Profesor: Gerardo Marx Chávez Campos

Materia: Control 1

27 de noviembre de 2017

## 1. INTRODUCCIÓN

Es muy difícil analizar cualitativa mente la transformada de Laplace y la transformada Z, ya que al graficar su magnitud y ángulo a su parte real e imaginaria da como resultado varias gráficas de superficies de dos dimensiones en espacios de tres dimensiones. Por esta razón, es común el examinar la gráfica de la función de transferencia con sus polos y ceros y tratar una vez más una idea cualitativa de lo que hace el sistema. Dada a una función de transformación continua, en el dominio de Laplace,  $H(s)$ , o en el dominio discreto de Z,  $H(z)$ , un cero es cualquier valor de  $s$  o  $z$  para los cuales la función de transferencia es cero, un polo es cualquier valor de  $s$  o  $z$  para la cual la función de transferencia es infinita. Lo siguiente da a una definición precisa:

**Ceros** El valor(es) para  $z$  donde el numerador de la función de transferencia es igual a cero. Las frecuencias complejas que hacen que la ganancia de la función de transferencia del filtro sea cero.

**Polos** El valor(es) para  $z$  donde el denominador de la función de transferencia es igual a cero. Las frecuencias complejas que hacen de la ganancia de la función de transferencia del filtro se infinita.

## 2. METODOLOGÍA

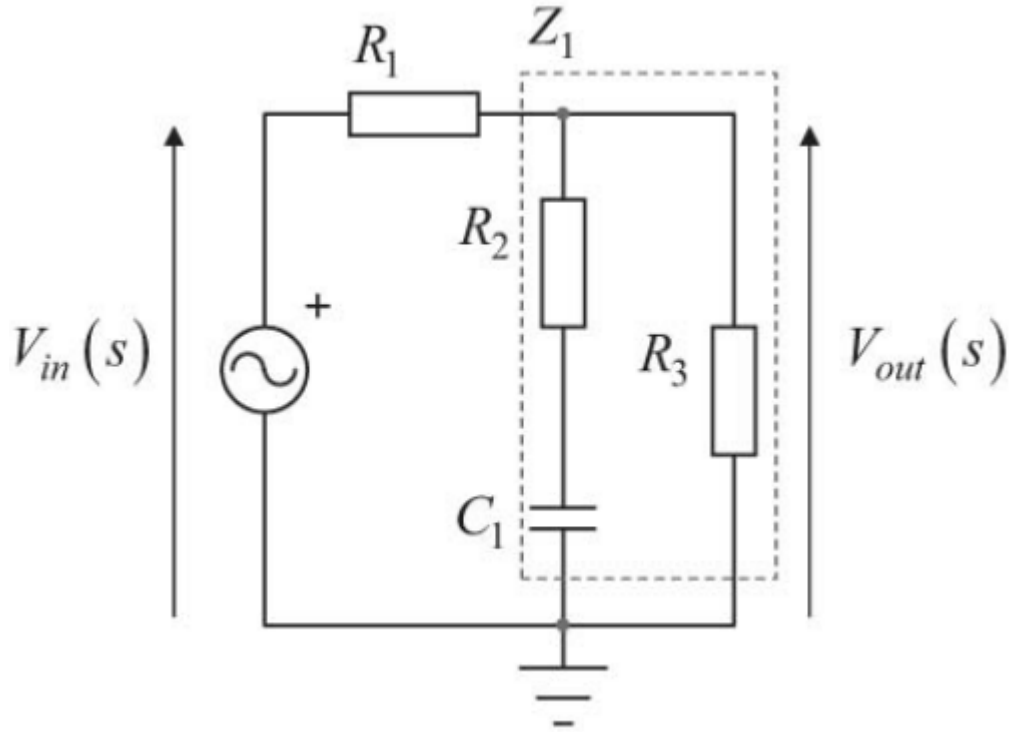


Figura 1: Diagrama del problema a resolver

Capacitor. Analisis por mallas

Malla 1

$$-V_{in}(t) + R_1 I_2(t) + R_2(I_1(t) - I_2(t)) + \frac{1}{c} \int [I_1(t) - I_2(t)] dt = 0 \quad (1)$$

Malla 2

$$\frac{1}{c} \int [I_2(t) - I_1(t)] dt + R_3 I_2(t) + R_2[I_2(t) - I_1(t)] \quad (2)$$

Malla 1

$$-V_{in}(s) + R_1 I_2(s) + R_2(I_1(s) - I_2(s)) + \frac{1}{sc} [I_1(s) - I_2(s)] = 0 \quad (3)$$

Malla 2

$$\frac{1}{sc} [I_2(s) - I_1(s)] + R_3 I_2(s) + R_2[I_2(s) - I_1(s)] \quad (4)$$

se resuelve el sistema de ecuaciones por igualación

ecuacion 1

$$I_1(s) = \frac{Vin(s) + I_2(s)[R_2 + \frac{1}{sc}]}{R_1 + R_2 + \frac{1}{sc}} \quad (5)$$

ecuacion 2

$$I_1(s) = \frac{-I_2(s)[\frac{1}{sc} + R_3 + R_2]}{\frac{-1}{sc} - R_2} \quad (6)$$

igualamos ecuacion 1 y 2

$$\frac{Vin(s) + I_2(s)[R_2 + \frac{1}{sc}]}{R_1 + R_2 + \frac{1}{sc}} = \frac{-I_2(s)[\frac{1}{sc} + R_3 + R_2]}{\frac{1}{sc} - R_2} \quad (7)$$

donde

$$I_2(s) = \frac{Vin(s)[\frac{-1}{sc} - R_2]}{[R_2 + \frac{1}{sc}][\frac{-1}{sc} - R_2] + [\frac{1}{sc} + R_3 + R_2][R_1 + R_2 + \frac{1}{sc}]} \quad (8)$$

$$Vo(s) = I_2(s)R_3 \quad (9)$$

y nos queda

$$\frac{Vo(s)}{Vin(s)} = \frac{R_3 + R_2R_3sc}{R_3R_1sc + R_3R_2sc + R_2R_1sc + R_3} \quad (10)$$

INDUCTOR analisis por mallas

Malla 1

$$-Vin(t) + R_1I_2(t) + R_2(I_1(t) - I_2(t)) + L \int [I_1(t) - I_2(t)]dt = 0 \quad (11)$$

Malla 2

$$L \int [I_2(t) - I_1(t)]dt + R_3I_2(t) + R_2[I_2(t) - I_1(t)] \quad (12)$$

Malla 1

$$-Vin(s) + R_1I_2(s) + R_2(I_1(s) - I_2(s)) + Ls[I_1(s) - I_2(s)] = 0 \quad (13)$$

Malla 2

$$Ls[I_2(s) - I_1(s)] + R_3I_2(s) + R_2[I_2(s) - I_1(s)] \quad (14)$$

resolvemos por igualacion

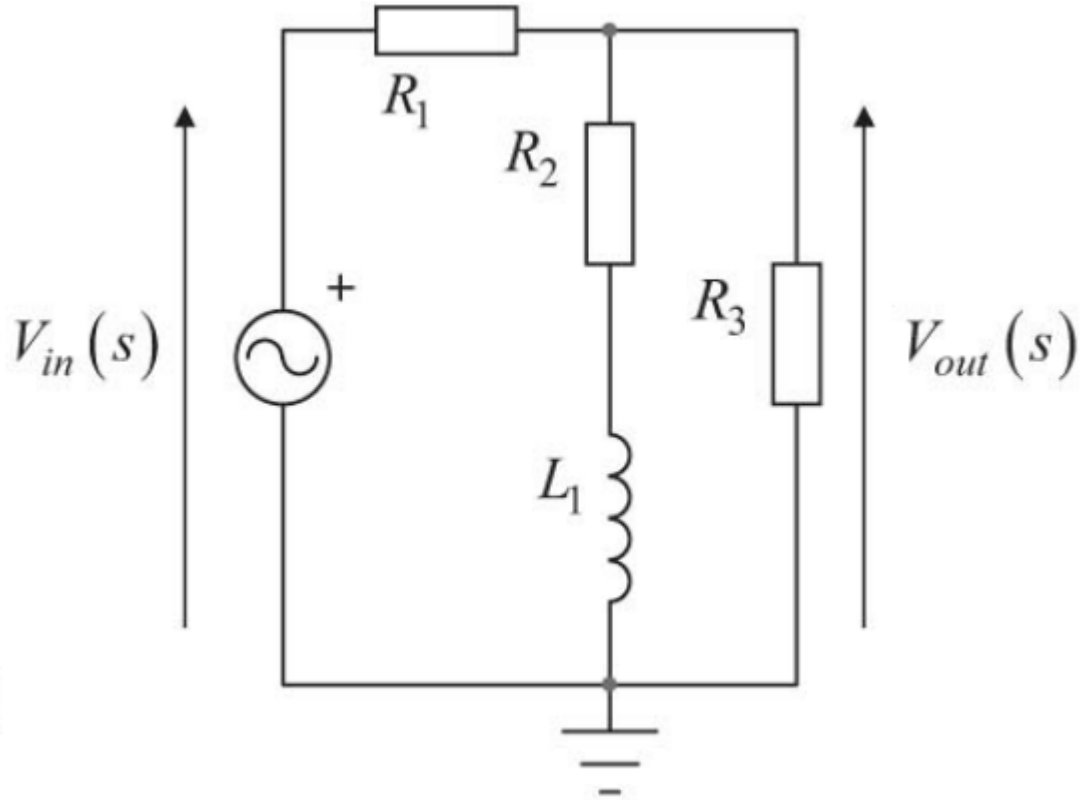


Figura 2: Diagrama del problema a resolver

ecuacion 1

$$I_1(s) = \frac{V_{in}(s) + I_2(s)[R_2 + Ls]}{R_1 + R_2 + Ls} \quad (15)$$

ecuacion 2

$$I_1(s) = \frac{-I_2(s)[Ls + R_3 + R_2]}{Ls - R_2} \quad (16)$$

igualamos ecuacion 1 y 2

$$\frac{V_{in}(s) + I_2(s)[R_2 + Ls]}{R_1 + R_2 + Ls} = \frac{-I_2(s)[Ls + R_3 + R_2]}{Ls - R_2} \quad (17)$$

entonces queda

$$I_2(s) = \frac{V_{in}(s)[Ls - R_2]}{[R_2 + Ls][-Ls - R_2] + [Ls + R_3 + R_2][R_1 + R_2 + Ls]} \quad (18)$$

y nos queda

de control/capacitor.png de control/capacitor.png de control/capacitor.png de  
control/capacitor.png de control/capacitor.png de control/capacitor.png de  
control/capacitor.png de control/capacitor.png de control/capacitor.png

```
descripcion:  
V1 1 0 AC 12v  
R1 1 2 1000  
R2 2 3 1000  
R3 2 0 1000  
C1 3 0 0.1uF  
.ac Dec 100 10Hz 900kHz  
.probe  
.tf  
.end
```

Figura 3: código del capacitor

$$\frac{Vo(s)}{Vin(s)} = \frac{R_3 + \frac{R_2 R_3}{Ls}}{\frac{R_3 R_1}{Ls} + \frac{R_3 R_2}{sc} + \frac{R_2 R_1}{sc} + R_3} \quad (19)$$

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Para la realización o programación de nuestro código tomamos como base el código proporcionado por el profesor en las clases de laboratorio, tal código no lo modificamos tanto, ya que solo era necesario introducirle primero que nada el valor de las variables.

A continuación veremos los datos que se tomaron en la practica, con el primer circuito que es con el capacitor.

Enseguida podemos observar el comportamiento del primer circuito con el capacitor.

Enseguida obtenemos el valor de  $\tau$  para el capacitor.

Enseguida podemos observar como se calculo  $\tau$  con ayuda de los cursores en el osciloscopio.

A continuación veremos los datos que se tomaron en la practica, con el primer circuito que es con el inductor.

de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png de control/grafica del capacitor.png

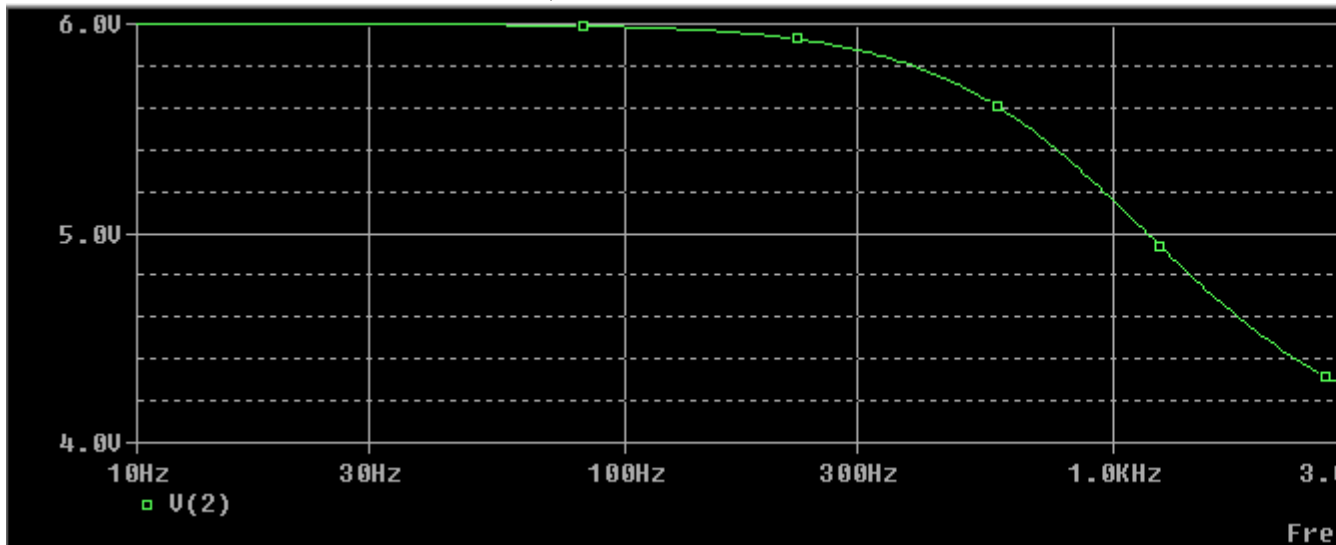


Figura 4: gráfica del capacitor

## 4. CONCLUSIÓN

ERNESTO PRADO RODRÍGUES:

Un requerimiento importante para un sistema de control es que debe ser estable. Esto significa que si al sistema se aplica una entrada de magnitud finita, entonces la salida debería también ser finita y ningún modo infinita, es decir, incrementarse dentro de un límite. Se tratan las condiciones que se deben satisfacer para sistemas estables. Para sistemas lineales el requerimiento de estabilidad se puede definir en términos de los polos de la función de transferencia en lazo cerrado. Los polos son las raíces del polinomio del denominador de la función de transferencia y los ceros las raíces del polinomio del numerador de la función de transferencia.

JUAN PABLO LEÓN PASCUAL

Un sistema hidráulico se puede modelar con un circuito eléctrico ya que tiene el mismo comportamiento, se analizó el llenado de un tinaco cuando la entrada al sistema era mayor e igual. Esta analogía lo traslada a un sistema de primer orden donde se proporciona una entrada y se obtiene una salida en el dominio de la transformada de Laplace y obtener una función de transferencia para el control del mismo sistema. Comparamos las gráficas donde la entrada al sistema era mayor y proporciona una salida menor esto por la superficie de salida del tinaco. En pocas palabras un sistema de primer orden describe el comportamiento y la estabilidad mediante los factores, de la constante de tiempo y la ganancia del sistema.

F(hz)	vpp
10	5,61
20	5,61
50	5,6
80	5,6
100	5,6
150	5,59
200	5,59
250	5,59
300	5,58
350	5,58
400	5,57
450	5,57
500	5,56
1000	5,08
1500	4,68
2000	4,48
3000	4,24
4000	4,16
5000	4,08
6000	4,04
7000	4,04
8000	4,02
9000	4
10000	4

Figura 5: tabla de los datos medidos del capacitor



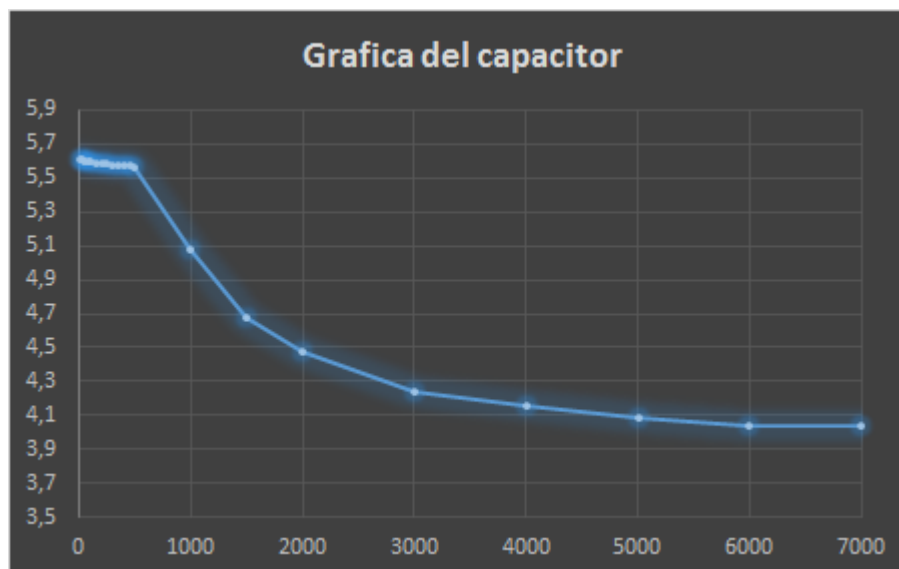


Figura 6: gráfica del capacitor

$$\begin{aligned} \tau &= [(R_2 \parallel R_3) + R_1] (C) \\ \tau &= [(1k\Omega \parallel 1k\Omega) + 1k] (C) \\ \tau &= (1.5k\Omega) (0.1\mu F) = \underline{150 \mu s} \\ V &= 4.28V \quad \underline{63\% = 2.69} \\ \Delta t &= 82.0 \text{ ns} \end{aligned}$$

Figura 7: calculo del tau para el capacitor

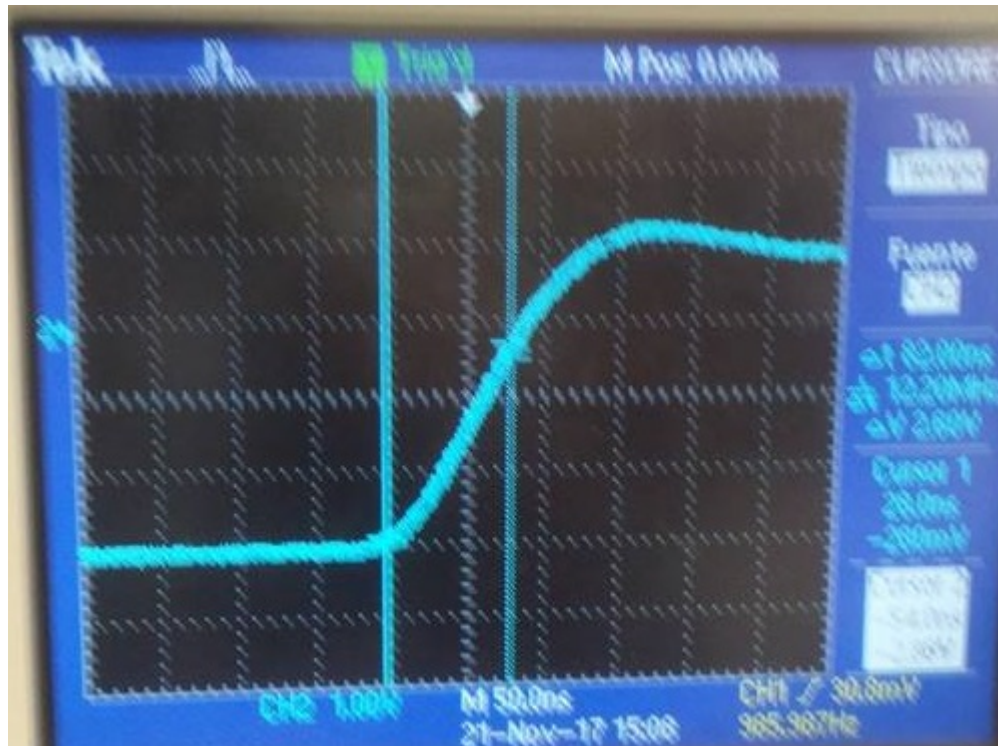


Figura 8: tao al 63

de control/inductor.png de control/inductor.png de control/inductor.png de control/inductor.png de control/inductor.png de control/inductor.png de control/inductor.png de control/inductor.png

descripcion:

```
V1 1 0 AC 12v
R1 1 2 1000
R2 2 3 1000
R3 2 0 1000
L1 3 0 2.7mH
.ac Dec 100 1kHz 900kHz
.probe
.tf
.end
```

de control/inductor.png de control/inductor.png

Figura 9: código del inductor



F(hz)	Vpp
500	3,81
1000	3,81
2000	3,82
3000	3,82
4000	3,82
5000	3,84
10000	3,92
15000	4
20000	4,01
25000	4,02
30000	4,16
40000	4,24
50000	4,4
60000	4,56
70000	4,8
80000	5,04
100000	5,28
130000	5,44
160000	5,6
190000	5,6
220000	5,68
280000	5,68
310000	5,68

Figura 12: tabla de datos obtenidos del inductor

$$\begin{aligned} \tau &= [(R_2 \parallel R_3) + R_1] \left( \frac{1}{L} \right) \\ \tau &= [(1k\Omega \parallel 1k\Omega) + 1k\Omega] \left( \frac{1}{2.4mH} \right) \\ \tau &= (0.5k\Omega + 1k\Omega) \left( \frac{1}{2.4mH} \right) \\ \tau &= 625 \mu s \\ 63\% &\rightarrow 3.37 \\ \Delta t &= 96 ns \end{aligned}$$

Figura 13: tao del inductor

de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png de control/pulsante inductor.png

```
descripcion:  
V1 1 0 PULSE (0v, 12v, 0s, 1ns, 1ns, 1ms, 2ms)  
R1 1 2 1000  
R2 2 3 1000  
R3 2 0 1000  
C1 3 0 2.7mH  
.tran 100us 4ms  
.probe  
.end
```

Figura 14: pulsante