



---

# MANUAL DE PRÁCTICAS LABORATORIO CIRCUITOS ELÉCTRICOS II

---

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA



---

CENTRO UNIVERSITARIO DE LOS LAGOS  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE LA BIODIVERSIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS EXACTAS Y TECNOLOGÍA



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología

## MANUAL DE PRÁCTICAS

### DATOS GENERALES

<b>Materia:</b>	Laboratorio de Circuitos Eléctricos II	<b>Créditos:</b>	2	<b>Clave:</b>	I7431
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Mecánica Eléctrica	<b>Periodo:</b>	2019 A		
<b>Maestro:</b>	Mtra. Diana Costilla López	<b>Fechas en que se cursará:</b>	16/enero/2019 al 15/julio/2019		
<b>Tipo de curso:</b>	Curso ( )	Taller ( )	Seminario ( )	Laboratorio ( X )	Otro ( )



## Contenido

Práctica 1 – Teorema de superposición .....	3
Práctica 2 – Equivalente de Thévenin.....	6
Práctica 3 – Equivalente de Norton.....	8
Práctica 4 – Polaridad de un capacitor.....	10
Práctica 5 – Capacitores en serie.....	11
Práctica 6 – Carga y descarga de un capacitor.....	14
Práctica 7 – Carga y descarga de un inductor.....	19

*Las presentes prácticas han sido adaptadas del libro*

*Ola García J. L. (2017) Circuitos eléctricos. Prácticas de laboratorio. México: Alfaomega.*



## Práctica 1 – Teorema de superposición

### Introducción

El teorema de superposición se vale de la linealidad de las resistencias y de la suma de la corriente y voltajes, permitiendo, analizar redes con múltiples fuentes independientes tomando una a la vez. Éste es mucho más versátil y rápido que la técnica por conversión de fuentes, aunque ambos llegan al mismo resultado.

Dicho teorema indica que el efecto de dos o más fuentes independientes sobre una resistencia es igual a la suma algebraica del voltaje o corriente de cada fuente por separado; para ponerlo en práctica, es necesario seguir el procedimiento establecido a continuación:

1. Conocer la resistencia.
2. Colocar las fuentes de voltaje en cortocircuito y las de corriente en circuito abierto para estudiarlas una a una.
3. Resolver el circuito en serie-paralelo resultante.

El teorema de superposición es válido para corrientes y voltajes en un elemento, pero no para la potencia; es decir, no se puede sumar ésta para obtener un solo elemento debido a que no tiene características lineales, pero si es posible calcular la potencia con la corriente total de ese elemento a causa de la contribución de todas las fuentes operando individualmente (Ola, 2017).

### Objetivo

El estudiante aplicará el teorema de superposición a circuitos reales, determinará la linealidad de los circuitos resistivos y reconocerá un circuito abierto y un cortocircuito.

### Material

- Protoboard o simulador.
- Dos fuentes reguladas a 5 v y 9 v, pueden ser baterías y cambiar los valores.
- Resistencias de 360  $\Omega$ , 330 $\Omega$ , 100 $\Omega$ , y 180 $\Omega$ .
- Multímetro digital.

### Montaje

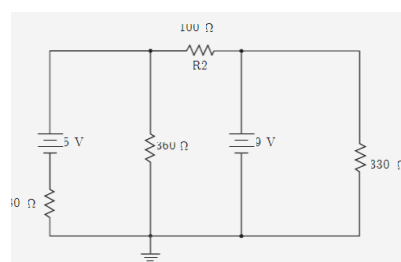


Figura 1.1 – Comprobación del teorema de superposición <sup>1</sup>

<sup>1</sup> (Ola, 2017)



## Procedimiento

1. Arme en un protoboard el circuito de la figura 1.1, con las fuentes a 5v y 9v; con esto se calculará experimentalmente la corriente total que pasa por  $R_2$  ( $I_t=I_1+I_2$ ). Identifica cada fuente como  $I_1$  e  $I_2$ .
2. Inicia la medición de corriente por cualquiera de las dos fuentes colocando en cortocircuito la fuente restante; luego, repita la medición para ésta anota las mediciones en la tabla 1.1, posteriormente comprueba el teorema.

Fuente 1 =	$I_1=$
Fuente 2=	$I_2=$
Corriente total por $R_2=$	Suma=

*Tabla 1.1 – Corriente total que pasa por  $R_2$ .*

3. Procede a conectar las dos fuentes a sus voltajes respectivos y mide nuevamente la corriente por  $R_2$ .

Fuentes 1 y 2	$I_T=$
---------------	--------

*Tabla 1.2 Corriente total que pasa por  $R_2$ .*

4. Compara la corriente por ambos métodos y escribe enseguida tus conclusiones al respecto.

---

---

---

5. ¿Se cumple el teorema de la superposición? Explica el porqué de tu respuesta.

---

---

---

6. ¿Qué observas en la resistencia de  $330 \Omega$  cuando se encuentra en cortocircuito la fuente 2?

---

---

---

7. Describe cómo realizaron la medición de la corriente en cada uno de los nodos que conectan con  $R_1$

---

---

---

8. ¿El teorema de la superposición puede aplicarse en cualquier circuito?

---

---

---



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

**Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología**

9. ¿Conoces alguna aplicación cotidiana del teorema de superposición?

---

---

---



## Práctica 2 – Equivalente de Thévenin.

### Introducción

El teorema de Thévenin, descubierto por éste y enunciado por Hermann Von Helmholtz en 1853, es sumamente importante, pues permite reducir una red compleja a una más sencilla para su análisis. Este teorema establece que un circuito compuesto de resistencias y fuentes lineales dependientes e independientes pueden reemplazarse por un circuito equivalente, consiste en una fuente de tensión y una resistencia ambas en serie. Su objetivo es reducir una parte del circuito a sólo dos elementos y a una resistencia en serie con una fuente de voltaje (Ola, 2017).

### Objetivo

El estudiante reconocerá la aplicación de los circuitos equivalentes de Thévenin y Norton, aplicará correctamente Thévenin en la reducción de circuitos complejos y comparará el análisis teórico con el práctico incluyendo simulación.

### Material

- Fuente regulada de voltaje a 9v.
- Resistencias varias.
- Multímetro.
- Protoboard o simulador.

### Montaje

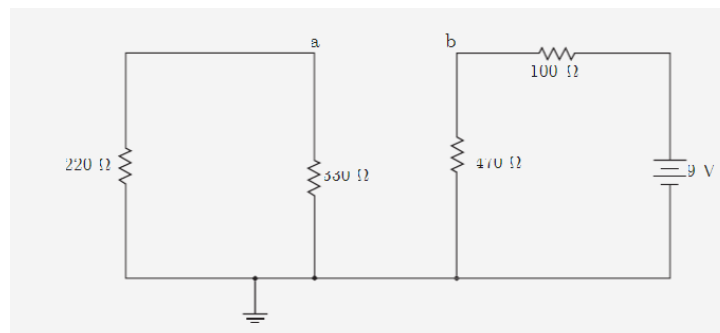


Figura 2.1 – Red eléctrica a reducir mediante Thévenin.<sup>2</sup>

### Procedimiento

1. Calcula la resistencia y voltaje de Thévenin para el circuito de la figura 2.1 y dibuja el circuito de Thévenin, anota los resultados en la tabla 2.1.
2. Para el análisis práctico del teorema de Thévenin, arma en el protoboard el circuito de la figura anterior, mide el voltaje de Thévenin en las terminales a y b a circuito abierto utilizando el multímetro, determina la resistencia de Thévenin.

<sup>2</sup> (Ola, 2017)



	Voltaje de Thévenin	Resistencia de Thévenin
Análisis teórico		
Análisis práctico		

*Tabla 2.1 Análisis teórico del teorema de Thévenin.*

3. Dibuja el circuito resultante basado en el equivalente de Thévenin.

*Gráfico 2.1 – Circuito resultante.*

4. Comprobación del equivalente de Thévenin con la carga  $R_L$ .
5. Conecta en las terminales a y b una resistencia de carga  $R = 1k\Omega$ , para el circuito que dibujaste anteriormente, después mide la caída de voltaje a través de  $V_L$ , así como la corriente de carga  $I_L$ , repita los mismos pasos cambiando el valor de  $1k\Omega$  a  $470\Omega$ . Anota el resultado y los valores en la tabla 2.2.

	$V_L$ con $1k\Omega$	$I_L$ con $1k\Omega$	$V_L$ con $470\Omega$	$I_L$ con $470\Omega$
Análisis teórico				
Análisis práctico				

*Tabla 2.2 Equivalente de Thévenin con la carga  $RL$ .*

6. Compara los valores de las tablas 2.1 y 2.2, escribe enseguida tus observaciones y conclusiones al respecto.

---

---

---





## Práctica 3 – Equivalente de Norton.

### Introducción

Junto con el teorema de Thévenin, el teorema de Norton es de gran utilidad en el análisis de circuitos. Aplicando la ley de Ohm al equivalente de Thévenin se puede determinar el equivalente de Norton. El teorema de Norton también tiene una resistencia, pero la fuente será una de corriente y no de voltaje (Ola, 2017).

### Objetivo

El estudiante reconocerá la aplicación del circuito equivalente de Norton, aplicará correctamente Norton en la reducción de circuitos complejos y comparará el análisis teórico con el práctico incluyendo su simulación.

### Material

- Fuente regulada de voltaje a 9 v.
- Resistencias varias.
- Multímetro.
- Protoboard o simulador.

### Montaje

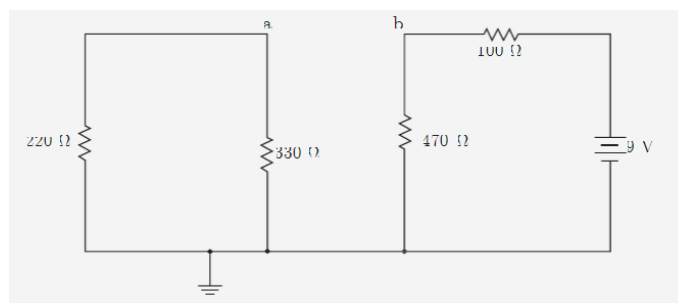


Figura 3.1 – Red eléctrica a reducir mediante Norton.<sup>3</sup>

### Procedimiento

1. Calcula las resistencias y la corriente de Norton para el circuito de la figura 3.1.
2. Dibuja enseguida el circuito de Norton
3. Anota los resultados en la tabla 3.1.
4. En seguida utilizando un multímetro mide las magnitudes en el circuito, la corriente de Norton en el cortocircuito entre a y b, y la resistencia.
5. Finalmente anota los datos obtenidos en la tabla 3.1.

<sup>3</sup> (Ola, 2017)



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología

	$I_N$	$R_N$
Análisis teórico		
Análisis práctico		

*Tabla 3.1 – Datos de la red eléctrica mediante Norton.*

6. Dibuja el circuito resultante basado en el equivalente de Norton.

*Gráfico 3.1 – Circuito resultante.*

- Comprobación del equivalente de Norton con la carga  $R_L$ .
- Conecta en las terminales a y b una resistencia de carga  $R = 1k\Omega$ , para el circuito que dibujaste anteriormente, después mide la corriente de carga  $I_L$ , anota el resultado y los valores en la tabla 3.2.
- Repite los mismos pasos cambiando el valor de  $1k\Omega$  a  $470\Omega$

	$V_L$ con $1k\Omega$	$I_L$ con $1k\Omega$	$V_L$ con $470\Omega$	$I_L$ con $470\Omega$
Análisis teórico				
Análisis práctico				

*Tabla 3.2 Equivalente de Norton con la carga  $R_L$ .*

10. Compara los valores de las tablas 2.1 y 2.2, escribe enseguida tus observaciones y conclusiones al respecto.

---



---



---



---



---



---



## Práctica 4 – Polaridad de un capacitor.

### Introducción

Los capacitores son dispositivos con la capacidad de almacenar energía, cuentan con extremo positivo y negativo, en esta actividad se verificará esta característica y se hará prueba de medición de los valores nominales.

### Objetivo

El estudiante verificará la polaridad de un capacitor y utilizará equipo para realizar mediciones.

### Material

- Capacitores electrolíticos de diferentes valores.
- Caja para prueba destructiva.
- Fuente de voltaje de 60 v y 0-5.1 A de corriente directa.
- Cables para conexión.

### Procedimiento

1. Utilizando el material disponible conecta el capacitor, de menor diferencia de potencial máxima con la polaridad invertida en las terminales, colócalo dentro de la caja para pruebas.
2. Conecta la fuente de poder empezando en 0 volts y ve incrementando la diferencia de potencial de forma gradual hasta observar algún efecto en el capacitor bajo prueba.
3. Escribe si el capacitor sufrió algún daño en qué valores de diferencia de potencial ocurrió el per-  
cance.

---

---

---

---

4. ¿Qué puedes concluir de este fenómeno?

---

---

---

---

## Práctica 5 – Capacitores en serie.

### Introducción

La conexión en serie o paralelo es una de las particularidades de los elementos activos y pasivos en los circuitos eléctricos, los capacitores se comportan al contrario de las resistencias.

### Objetivo

El estudiante comprobará mediante la conexión y medición la equivalencia de capacitores conectados en serie y paralelo.

### Material

- Capacitores de poliéster de diferentes valores.
- Multímetro.
- Fuente de voltaje de 60 v y 0-5.1 A de corriente directa.
- Cables para conexión.
- Protoboard o simulador.

### Montaje 1

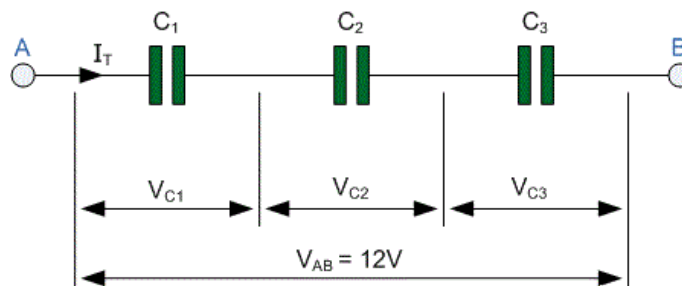


Figura 5.1 – Conexión de capacitores en serie<sup>4</sup>.

### Procedimiento

1. Selecciona tres capacitores de valores diferentes, mide el valor de capacitancia de cada uno y regístralos en la tabla 5.1.
2. Conecta los tres capacitores en serie, calcula el capacitor equivalente de la conexión con los valores medidos y compáralo con la lectura obtenida con el multímetro.
3. Aplica en los extremos la conexión la fuente a 12 volts.
4. Calcula la carga del capacitor equivalente.
5. Determina la diferencia de potencial en cada capacitor.
6. Verifica que la suma de los voltajes calculados sea igual a la aplicada por la fuente.
7. Anota los valores en la tabla correspondiente.

<sup>4</sup> [www.bateríasycapacitores.com](http://www.bateríasycapacitores.com)



Valores de capacitor	Capacitancia equivalente calculada	Capacitancia equivalente medida	Voltaje individual calculado	Voltaje individual medido	Voltaje total calculado
C1=			VC1=	VC1=	Voltaje total medido
C2=			VC2=	VC2=	
C3=			VC3=	VC3=	

Tabla 5.1 – Mediciones de capacitores en serie.

Montaje 2

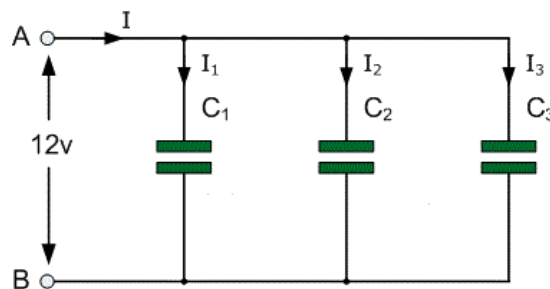


Figura 5.2 – Conexión de capacitores en paralelo<sup>5</sup>.

- Ahora conecta los tres capacitores en paralelo, calcula el capacitor equivalente de la conexión con los valores medidos y compáralo con la lectura obtenida con el multímetro.
- Aplica en los extremos la conexión la fuente a 12 volts.
- Calcula la carga del capacitor equivalente.
- Determina la carga en cada capacitor.
- Verifica que la suma de las cargas calculados sea igual a la carga medida.
- Anota los valores en la tabla 5.2.

Valores de capacitor	Capacitancia equivalente calculada	Capacitancia equivalente medida	Carga individual calculado	Carga individual medido	Carga total calculado
C1=			QC1=	QC1=	Carga total medido
C2=			QC2=	QC2=	
C3=			QC3=	QC3=	

Tabla 5.2 – Mediciones de capacitores en paralelo.

<sup>5</sup> [www.bateriasycapacitores.com](http://www.bateriasycapacitores.com)



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología

## 14. Observaciones y conclusiones:

---

---

---

---

## Práctica 6 – Carga y descarga de un capacitor.

### Introducción

El capacitor es un elemento diseñado para almacenar energía con el objeto de que sea utilizada en otro momento, además de ser vital en una red eléctrica de corriente alterna. La potencia que entrega un capacitor dura muy poco, solamente unos cuantos milisegundos o segundos, puesto que se descarga en cinco constantes de tiempo. Debido a lo anterior se puede considerar un componente pasivo, tal como el inductor (Ola, 2017).

### Objetivo

El estudiante conocerá el comportamiento del circuito RC bajo carga y descarga, para comprender la aplicación en circuitos temporizados.

### Material

- Capacitor de 2200  $\mu\text{F}$  para 12 v.
- Resistencia de 5  $\text{k}\Omega$ .
- 2 Multímetro.
- Fuente regulada.
- Switch de tres posiciones.
- Cronómetro.
- Protoboard o simulador.

### Montaje

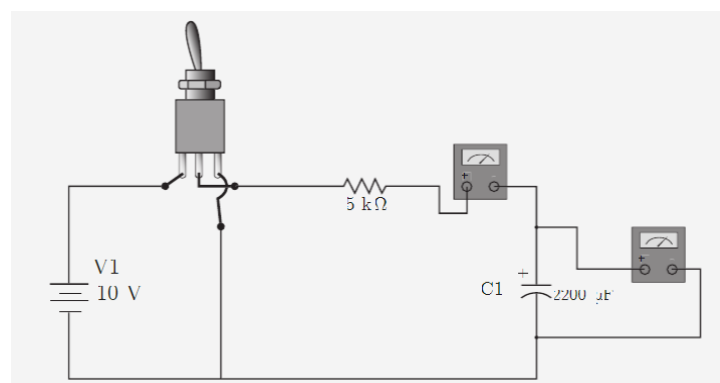


Figura 6.1 – Circuito RC.<sup>6</sup>

### Procedimiento

1. Primero coloca la resistencia entre las terminales del capacitor para descargarlo, luego calcula la constante de tiempo considerando los valores de los elementos.
2. Lee los pasos siguientes antes de continuar.

<sup>6</sup> (Ola, 2017)



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

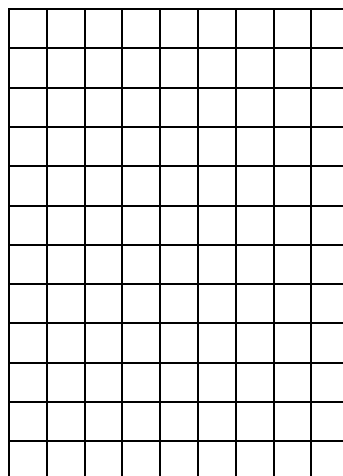
Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología

- Arma el circuito de la figura 6.1.
- Con el interruptor de encendido/apagado en su posición neutral (Off), prepara el cronómetro y define la estrategia para medir voltaje y corriente al mismo tiempo en intervalos de 5 segundos.
- Pon el interruptor en encendido e inicia la medición o fase de carga.
- Posteriormente anota los resultados en la tabla 6.1. regresa el interruptor a su estado inicial Off.

Medida	Tiempo (segundos)	V (volts)	I (mA)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

*Tabla 6.1 – Fase de carga del capacitor.*

- Traza las gráficas respectivas de la fase de carga de voltaje y de corriente.



*Gráfica 6.1 – Curva de carga de voltaje con respecto del tiempo.*



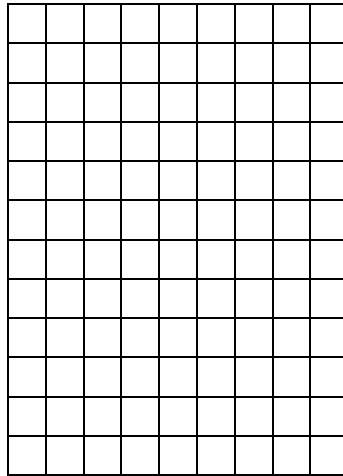


# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología



*Gráfica 6.2 – Curva de carga de corriente con respecto del tiempo.*

8. Repite los pasos 3 y 4 para descargar el capacitor y anota los resultados en la tabla 6.2.

Medida	Tiempo (segundos)	V (volts)	I (mA)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

*Tabla 6.2 – Fase de descarga del capacitor.*

9. Traza las gráficas respectivas de la fase de descarga de voltaje y de corriente.

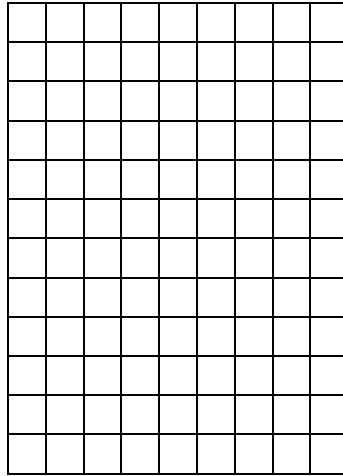


# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

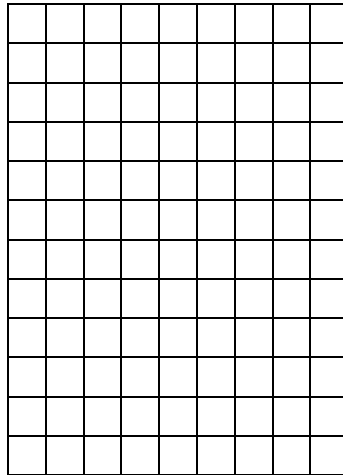
Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología



*Gráfica 6.3 – Curva de descarga de voltaje con respecto del tiempo.*



*Gráfica 6.4 – Curva de descarga de corriente con respecto del tiempo.*

10. ¿El cambio de voltaje en un capacitor es instantáneo? ¿Por qué?

---

---

---

11. De acuerdo con los datos obtenidos ¿Qué sucede con la corriente del capacitor, en carga y descarga para cada instante de tiempo?

---

---

---

12. ¿Alguna de las gráficas tienen valores negativos? Explica por qué.

---

---

---



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología

13. Si el valor del capacitor usado en esta práctica fuera diferente ¿qué pasaría?

---

---

---

14. ¿Qué es la polarización de un capacitor y cómo lo afecta?

---

---

---

15. ¿Por qué un capacitor electrolítico puede explotar?

---

---

---

16. Investiga las principales aplicaciones de los capacitores en el campo de la Ingeniería.

---

---

---

17. ¿Qué es la reactancia capacitiva?

---

---

---



## Práctica 7 – Carga y descarga de un inductor.

### Introducción

Un inductor es un elemento pasivo muy útil para representar circuitos equivalentes de circuito de corriente alterna, además permite realizar cálculos de equipo eléctrico real. En un análisis todo equipo eléctrico o electrónico puede ser sustituido por un inductor sin perder mucha precisión en los cálculos eléctricos. Esto es esencial para el estudio de circuitos de tipo inductivo en redes de corriente alterna.

### Objetivo

El estudiante conocerá mediante simulación el comportamiento del circuito RL bajo carga y descarga.

### Material

- o inductor de 100 mH.
- o Resistencia de 3 y 5 k $\Omega$ .
- o Fuente regulada a 16 v.
- o Simulador.

### Montaje

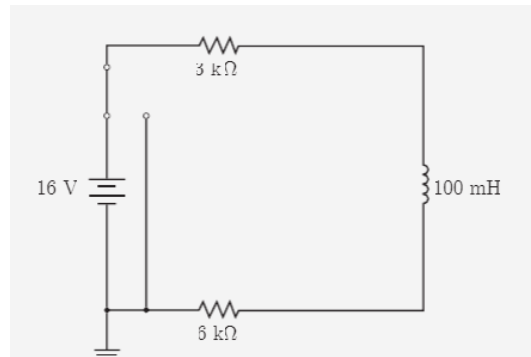


Figura 7.1 – Circuito RL, fase de carga.<sup>7</sup>

### Procedimiento

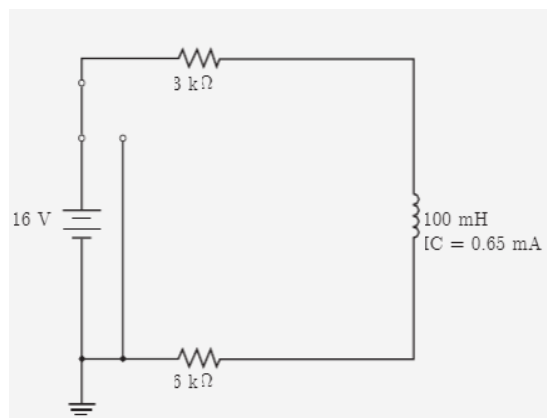
1. Arma en el simulador el circuito de la figura 7.1, la constante de tiempo será  $L/R$ .
2. Procede a la simulación determina las condiciones iniciales y selecciona una simulación de corriente.
3. Genera una gráfica, captúrala para anexarla al reporte.

<sup>7</sup> (Ola, 2017)



*Gráfica 7.1 – Curva de fase de carga del inductor.*

4. Exporta los datos en una hoja de cálculo y luego determina la ecuación de la carga.
5. Arma el siguiente circuito y determina la constante de tiempo L/R



*Imagen 7.2 – Circuito RL, fase de carga, condición inicial.<sup>8</sup>*

6. Repite los pasos 2, 3 y 4 con la condición inicial  $i_0=0.65$  mA. Procede a la simulación.
7. Imprime y anexa la gráfica resultante.

*Gráfica 7.2 – Circuito RL, fase de carga del inductor, condición inicial.*

<sup>8</sup> (Ola, 2017)

8. Procede a construir el circuito de la imagen 7.3, para la fase de descarga y simula que el inductor está cargado al 100%; establece como condición inicial que la corriente total que circula por el inductor luego de 5 segundos en fase de carga tiene un valor de 1.777 mA.

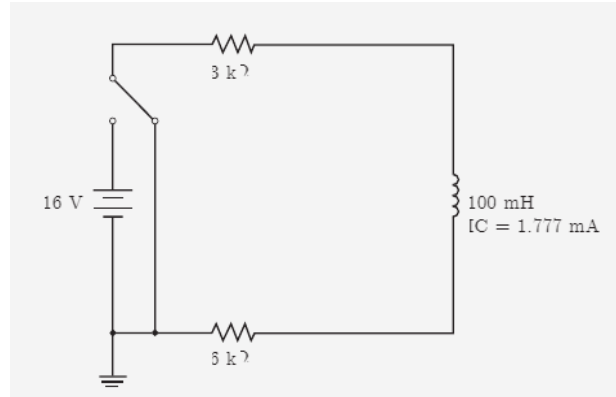


Imagen 7.3 – Circuito RL, fase de descarga.<sup>9</sup>

9. Imprime la curva generada y anéxala a continuación.

Gráfica 7.3 – Circuito RL, fase de descarga.

10. Exporta a una hoja de cálculo los datos obtenidos para luego determinar la ecuación de carga.  
11. Repite los pasos 2 y 3 para el circuito de la imagen 7.4, usando una fuente bipolar de voltaje de señal cuadrada, la señal de salida es el comportamiento transitorio del circuito RL.

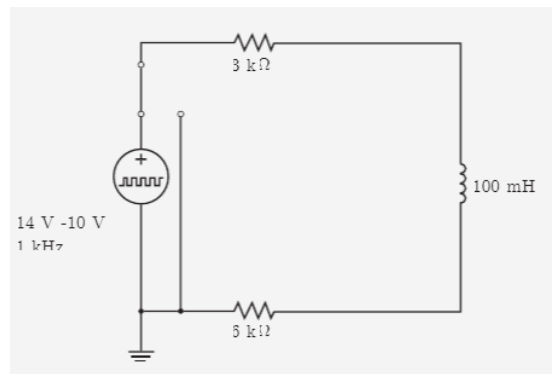


Imagen 7.3 – Circuito RL, fase de descarga.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> (Ola, 2017)

<sup>10</sup> (Ola, 2017)



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de los Lagos

División de Estudios de la Biodiversidad e Innovación Tecnológica

Departamento de Ciencias Exactas y Tecnología

12. Analiza cada gráfica y compáralas, escribe enseguida tus observaciones.

---

---

---

13. ¿Por qué es importante estudiar transitorios?

---

---

---

14. ¿El cambio de corriente en el inductor es instantáneo? ¿Por qué?

---

---

---

15. Retoma el circuito de la imagen 7.3 utiliza otro tipo de fuente y observa los cambios en la curva.

---

---

---

16. Realiza nuevamente la simulación disminuyendo el valor de la inductancia, ¿cuál es el principal efecto/cambio que notas?

---

---

---

17. Investiga las principales aplicaciones de los capacitores en el campo de la Ingeniería.

---

---

---