



ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECHANICA

AREA ELECTRICA

**MANUAL DE PRACTICAS DE
LABORATORIO**

LABORATORIO DE ELECTRICIDAD I

16 de octubre de 2019

Versión: 1.1

Realizado por: Lisandro Araya
Juan J. Rojas y Nicolas Vaquerano

Índice general

1. Empleo y lectura de instrumentos de medición eléctrica para corriente y voltaje	4
1.1. Objetivos	4
1.2. Investigación previa	4
1.3. Materiales y equipo	5
1.4. Procedimiento	5
2. Resistencia y resistividad	8
2.1. Objetivos	8
2.2. Investigación previa	8
2.3. Materiales y equipo	9
2.4. Procedimiento	9
2.4.1. Resistividad	9
2.4.2. Resistencia	11
3. Circuitos en serie y paralelo	12
3.1. Objetivos	12
3.2. Investigación previa	12
3.3. Materiales y equipo	13
3.4. Procedimiento	13
3.4.1. Circuitos en serie	13
3.4.2. Circuitos en paralelos	14
4. Taller de simulación de circuitos	15
4.1. Objetivos	15
4.2. Investigación previa	15
4.3. Materiales y equipo	16
4.4. Procedimiento	16
5. Taller de implementación de un circuito en una protoboard	18
5.1. Objetivos	18
5.2. Investigación previa	18
5.3. Consideraciones para la implementación del circuito	19
5.4. Materiales y Equipo	19

5.5. Procedimiento	19
6. Análisis de Mallas y Teorema de Superposición	22
6.1. Objetivos	22
6.2. Investigación previa	22
6.3. Materiales y equipo	22
6.4. Procedimiento	23
7. Taller sobre el osciloscopio y el generador de señales	25
7.1. Objetivos	25
7.2. Investigación previa	25
7.3. Materiales y equipo	26
7.4. Procedimiento	26
8. Teoremas de Thévenin y máxima transferencia de potencia	28
8.1. Objetivos	28
8.2. Investigación previa	28
8.3. Materiales y equipo	29
8.4. Procedimiento	29
9. Circuitos RL y RC	31
9.1. Objetivos	31
9.2. Investigación previa	31
9.3. Materiales y equipo	31
9.4. Procedimiento	32
9.4.1. Circuito transitorio RC	32
9.4.2. Circuito transitorio RL	32
10. Valores eficaces	34
10.1. Objetivos	34
10.2. Investigación previa	34
10.3. Materiales y equipo	35
10.4. Procedimiento	35
11. Circuitos mixto RLC en corriente alterna	36
11.1. Objetivos	36
11.2. Investigación previa	36
11.3. Materiales y equipo	37
11.4. Procedimiento	37
12. Mejoramiento del factor de potencia	39
12.1. Objetivos	39
12.2. Investigación previa	39
12.3. Materiales y equipo	39
12.4. Procedimiento	40
A. El osciloscopio de rayos catódicos	42

B. Guía para la presentación de informes de laboratorio	48
B.1. Estructura	48
C. Lineamientos para la presentación de la bitácora	51
D. Seguridad en laboratorios de electricidad, instructivo para el estudiante	54
E. Normas de seguridad en el laboratorio	58

Laboratorio 1

Empleo y lectura de instrumentos de medición eléctrica para corriente y voltaje

1.1. Objetivos

Al finalizar la práctica de laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Comprender las limitaciones de lectura en los voltímetros y amperímetros de corriente continua en varias escalas.
- Calcular la resistencia equivalente de un elemento utilizando el método indirecto de la Ley de Ohm.
- Comprobar experimentalmente la Ley de Ohm.
- Demostrar el concepto de linealidad en una resistencia.

1.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. Defina el significado de voltaje, corriente y resistencia.
- b. ¿Cómo se debe conectar un amperímetro para medir la corriente en una carga? ¿Qué pasa si no se conecta así, qué peligros puede haber?
- c. ¿Cómo se debe conectar un voltímetro para medir el voltaje en una carga? ¿Qué pasa si no se conecta así, qué peligros puede haber?

- d. ¿Cómo se define el porcentaje de error en la lectura de un instrumento analógico y uno digital?
- e. Según las especificaciones de su multímetro y para los distintos rangos de medición, defina cuál es el porcentaje de error en las lecturas de voltaje, corriente.
- f. ¿Qué relación tienen entre si los términos eléctricos de potencia y energía?
- g. ¿Qué es la resistencia interna en un voltímetro y amperímetro? ¿Cuál es el valor en cada caso?
- h. Investigue por qué la temperatura afecta la resistencia de un conductor.
- i. ¿Qué significa la linealidad de un dispositivo eléctrico? ¿Qué consecuencias tiene esta?

1.3. Materiales y equipo

- 1 multímetro digital (a proveer por los estudiantes)
- 1 Voltímetro analógico de CD
- 1 Amperímetro analógico CD
- 1 socket para bombillo incandescente
- 1 bombillo incandescente
- 1 resistencia de potencia de $500\ \Omega$ en $100\ \text{W}$
- 10 cables conectores medianos
- 1 fuente variable de voltaje DC

1.4. Procedimiento

- a. Realice las conexiones del circuito tal y como se indica en la Figura 1.1.

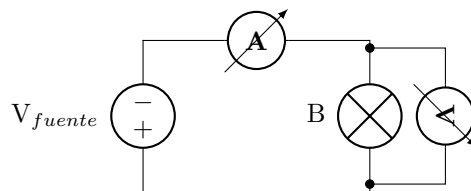


Figura 1.1: Medición de corriente y voltaje en un circuito.

- b. Encienda la fuente con un voltaje de 120 V y espere unos minutos mientras el bombillo se calienta. No se olvide de incluir en la discusión la razón por la cual se debe esperar que el bobillo caliente y si habrían cambiado los datos si se midieran en frío.
- c. Una vez que el bombillo calentó mida la corriente que circula por el bombillo y el voltaje que cae en este, anote el resultado en la Tabla 1.1, para las mediciones utilice instrumentos analógicos. Calcule indirectamente el valor de la resistencia interna del bombillo.
- d. Repita las mediciones utilizando los valores de voltaje que indica la Tabla 1.1 y complete la misma. Calcule indirectamente para cada caso el valor de la resistencia interna del bombillo.
- e. Grafique el comportamiento de la resistencia interna del bombillo y analice el comportamiento. ¿Es lineal? ¿Por qué?
- f. Cambie ahora el bombillo por una resistencia de potencia de $500\Omega/100W$, repita los pasos anteriores empezando con cero voltios en la fuente, llene la Tabla 1.2, para las mediciones utilice instrumentos analógicos. Calcule indirectamente el valor de la resistencia. *Nota: En este caso no es necesario dejar la resistencia calentando.*
- g. Grafique el comportamiento de la resistencia. Compruebe la validez de la ley de Ohm. Analice el comportamiento. ¿Es lineal? ¿Por qué?
- h. Repita esta última medición (Tabla 1.2) con un multímetro digital (usándolo como amperímetro), ¿cómo cambia la medición y el error de esta?

Tabla 1.1: Valores experimentales de corriente y voltaje del bombillo

V_B (V)	I_B (mA)	R_B (Ω)
0		
5		
10		
15		
20		
30		
40		
60		
80		
100		
120		

Tabla 1.2: Valores experimentales de corriente y voltaje en la resistencia

V_R (V)	I_R (mA)	$R(\Omega)$
0		
5		
10		
15		
20		
30		
40		
60		
80		
100		
120		

Laboratorio 2

Resistencia y resistividad

2.1. Objetivos

Al finalizar la práctica de laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Verificar cómo influye la longitud y el área transversal de un conductor eléctrico, en la resistencia del mismo.
- Comprobar que el valor de resistividad solo depende del tipo de material y no de su longitud o área transversal.
- Utilizar el ohmímetro para medir diversos valores de resistencia y comparar los datos con sus magnitudes nominales.

2.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. Liste el código de colores utilizado para definir el valor de resistencia y su tolerancia.
- b. Investigue sobre los distintos materiales y técnicas empleadas en la fabricación de resistencias.
- c. Liste los valores comerciales más comunes para resistencias de $\frac{1}{2}$ W.
- d. ¿Cuál es la resistencia mínima capaz de medir el multímetro empleado y cómo incide ésta en las lecturas de muy baja y de alta impedancia?
- e. ¿Qué significan los conceptos de resistividad y conductividad? ¿Cómo se diferencian de resistencia y conductancia?
- f. ¿Cómo afecta la frecuencia la capacidad de conducción de un metal?

- g. Investigue sobre la conductividad eléctrica del agua destilada. ¿Es un medio conductor o aislante?
- h. Liste la resistividad eléctrica del oro, cobre, hierro, plomo, estaño, zinc y nicromo. Compare éstos datos con sus respectivas conductividades. ¿Analice qué relación existe entre ambos parámetros?
- i. Investigue que es un dieléctrico y describa las características de cinco tipos distintos. ¿Por qué la forma constructiva incide en la capacidad de aislamiento?
- j. ¿En qué unidades se mide el calibre de los conductores eléctricos?
- k. ¿En qué consiste el proceso de galvanizado del hierro y cuál es su función? Investigue cómo afecta este proceso a la capacidad de conducción del hierro.
- l. Describa las propiedades eléctricas del óxido de hierro.
- m. Investigue por qué no hay que tocar ambas puntas con las manos cuando se mide una resistencia eléctrica ¿Esta restricción es válida para altos o bajos valores de resistencia? Explique.
- n. ¿Cuál es la diferencia que existe entre un ohmímetro, un mili ohmímetro y un mega ohmímetro? Investigue qué otro nombre comercial tiene este último.

2.3. Materiales y equipo

- 1 multímetro digital (a proveer por el grupo)
- 1 Mili ohmímetro digital
- 6 Tablas de alambre de diversos materiales
- Cables conectores pequeños y medianos
- 5 resistencias de 1 watt de distintos valores

2.4. Procedimiento

2.4.1. Resistividad

- a. Utilizando alambres de diferentes materiales, según se indica, proceda a medir la resistencia para cada uno de los diámetros y longitudes indicadas, utilizando para ello el mili ohmímetro.

- b. Para diámetros de igual material, se debe medir el valor de la resistencia para longitudes de 1 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m y 10 m. Anote los resultados en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1: Valores de resistencia de diversos materiales según longitud y área transversal

Material	Diametro (mm)	Resistencia (Ω)					
		1m	2m	3m	4m	5m	10m
Nicromo	0.72						
Nicromo	1.00						
Hierro Galvanizado	0.75						
Hierro Galvanizado	1.19						
Cobre	0.77						
Cobre	1.19						

- c. Calcule los valores de la constante del conductor como un promedio de los valores que se obtuvieron, para cada uno de los materiales. Anote sus cálculos en la Tabla 2.2.

Tabla 2.2: Valores de resistividad de diversos materiales

Material	Diametro (mm)	Resistividad (Ωm)						
		1m	2m	3m	4m	5m	10m	Promedio
Nicromo	0.72							
Nicromo	1.00							
Hierro Galvanizado	0.75							
Hierro Galvanizado	1.19							
Cobre	0.77							
Cobre	1.19							

- d. Por medio de métodos estadísticos demuestre que la resistividad es constante para cada material y es independiente de la longitud o del área transversal.
- e. Demuestre que la resistencia es proporcional a la distancia e inversamente proporcional al área transversal.

2.4.2. Resistencia

- a. Encontrará en la mesa 5 resistencias de 1 watt, lea el valor de cada una de ellas utilizando el código de colores y confirme sus magnitudes con el multímetro. En cada caso, tabule las tolerancias definidas en ellas y el porcentaje de error propio del medidor para los rangos empleados.
- b. Explique por qué cambia la lectura en el multímetro al tocar con sus manos los extremos de una resistencia de alta impedancia.

Laboratorio 3

Circuitos en serie y paralelo

3.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Verificar las características eléctricas de los circuitos en serie y en paralelo.
- Realizar conexiones eléctricas de circuitos con configuraciones en serie y en paralelo.
- Calibrar una resistencia variable de acuerdo al valor requerido

3.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. ¿Cómo se calcula el valor equivalente de varias resistencias en paralelo?
- b. ¿Cómo se calcula el valor equivalente de varias resistencias en serie?
- c. ¿Qué es un divisor de tensión? ¿Cómo se calcula? ¿Para qué tipo de configuraciones sirve?
- d. ¿Qué es un divisor de corriente? ¿Cómo se calcula? ¿Para qué tipo de configuraciones sirve?
- e. ¿Qué son las leyes de Kirchhoff? ¿Qué dicen cada una de ellas? ¿Cuál es su utilidad?
- f. ¿Qué es un valor nominal de un dispositivo? Cuando se calcula los valores teóricos ¿se deben utilizar siempre los valores nominales de los dispositivos?

- g. ¿Qué es un potenciómetro? ¿Cuáles son sus aplicaciones? ¿En qué se diferencia con una resistencia variable? ¿Se puede utilizar un potenciómetro como resistencia variable y de ser así cómo sería?
- h. Resuelva teóricamente el laboratorio para los valores nominales de los dispositivos, para ello utilice por aparte tanto la ley de Ohm, leyes de Kirchhoff y también las reglas de división de voltaje y corriente donde corresponda

3.3. Materiales y equipo

- 1 multímetro digital (a proveer por el grupo)
- 3 resistencias variables de $1\text{ k}\Omega$
- Cables conectores pequeños

3.4. Procedimiento

3.4.1. Circuitos en serie

- a. Coloque en cada uno de los potenciómetros el valor solicitado según la Figura 3.1.

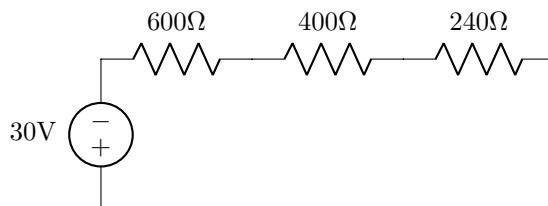


Figura 3.1: Circuito serie.

- b. Arme el circuito de la figura 1 sin la fuente de voltaje; utilizado un ohmímetro mida la resistencia equivalente que verá la fuente y compárela con la calculada anteriormente.
- c. Siguiendo el protocolo adecuado añada la fuente del voltaje al circuito.
- d. Tome la lectura de la corriente que fluye en cada uno de los elementos, el voltaje que cae en cada elemento; tabúlelo adecuadamente.
- e. Utilizado los valores reales de los dispositivos, calcule todos los valores teóricos de los voltajes y corrientes de los elementos del circuito; compruebe con ellos la validez de las leyes de Kirchhoff y la regla de división de voltaje o corriente según corresponda.

3.4.2. Circuitos en paralelos

- a. Revise cada uno de los potenciómetros para comprobar el valor solicitado según la Figura 4.1. , tenga cuidado con ello.

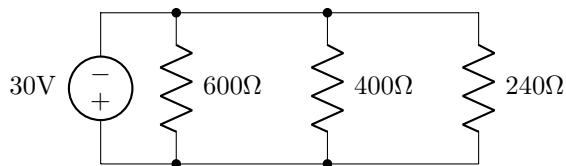


Figura 3.2: Circuito paralelo.

- b. Arme el circuito de la Figura 4.1. sin la fuente de voltaje; utilizado un ohmímetro mida la resistencia equivalente que vería la fuente y compárela con la calculada anteriormente.
- c. Siguiendo el protocolo adecuado añada la fuente del voltaje al circuito, luego tome la lectura de la corriente que fluye en cada uno de los elementos, el voltaje que cae en cada elemento; tabúlelo adecuadamente.

Laboratorio 4

Taller de simulación de circuitos

4.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Instalar un software de simulación por computadora enfocando su uso a circuitos de corriente directa, tanto con fuentes dependientes como independientes.
- Comprender el efecto del cambio de magnitud en un elemento sobre el resto de un sistema eléctrico.
- Simular circuitos eléctricos en un programa adecuado.

4.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. Averigüe cómo conseguir los programas de simulación de circuitos PSIP-CE, Multisim o TINA. ¿Dónde se consiguen en línea? ¿Cuáles son las compañías que los producen? ¿Cómo se bajan, cuál es su costo, en cuáles plataformas y dispositivos trabajan? ¿Compare sus ventajas y desventajas? ¿Con qué tipo de archivo de datos trabajan y si estos son compatibles entre programas? Siéntase en libertad de añadir otros programas de simulación.
- b. Escoja uno de ellos para trabajar, indique y explique las razones que lo motivaron en su elección.
- c. Redacte un resumen ejecutivo de cómo se usa el programa escogido para dibujar el circuito, añadir componentes, simular el problema y mostrar los

d. Lleve simulado el circuito de la Figura ?? de este taller.

- 1 equipo de cómputo adecuado para realizar el taller (Laptop, notebook, Tablet, Smartphone); este equipo debe tener previamente cargado el simulador a utilizar.

a. Presente al profesor el circuito simulado, en donde se muestre la potencia de la fuente de 3 V, la corriente en la fuente de 4 V y el voltaje en la resistencia de 6 Ω ; para cada uno de los siguientes valores de la resistencia R.

-

16

- b. Simule los circuitos que el profesor le presentará, presentando los resultados solicitados.

Laboratorio 5

Taller de implementación de un circuito en una protoboard

5.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Implementar en una protoboard un circuito mixto serie y paralelo.
- Comprobar los valores simulados de un circuito eléctrico implementado en una protoboard.

5.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. ¿Qué es una protoboard? Investigue un poco sobre su historia ¿Qué tipos de protoboards existen? ¿Quiénes son los fabricantes? ¿Dónde se pueden comprar, cuánto cuestan?
- b. ¿Cómo se implementa un circuito eléctrico en una protoboard? Algunas protoboards tienen unas terminales tipo banana externas ¿están estas conectadas al resto de la tableta? Si no es así ¿cómo se conectarían?
- c. ¿Cuáles son las limitaciones del circuito a implementar en una protoboard en cuanto a voltaje, corriente, potencia, dimensiones físicas, tamaño del circuito y otras?
- d. ¿Qué tipo de conectores eléctricos se utilizan al implementar un circuito en una protoboard?

- e. Investigue qué es una ferroboard, una tabla de wire wrap y un circuito impreso, compare estos con las protoboard, en cuanto a ventajas, aplicaciones, entre otros.
- f. Lleve simulado el circuito a utilizar en este taller.

5.3. Consideraciones para la implementación del circuito

- Utilice cable telefónico con diferentes colores de aislante, aproveche estos para implementar algún tipo de código de colores para el alambrado (por ejemplo, rojo para el positivo de la fuente de alimentación, cable negro para el negativo de la fuente, verde para demás conexiones).
- No pase un cable encima de otro, ni encima o debajo de un componente, ni un componente encima de otro componente.
- Trate de no hacer esquinas con el cable, utilice para ello los otros huecos del nodo; si debe hacerlas trate de que el cable quede lo más recto posible.
- No haga quiebres de 90° en los cables o dispositivos, estos se pueden romper.
- No corte las patillas de los componentes, la protoboard se utiliza para prototipos si corta las patillas de los elementos estos podrían no ser útiles luego.
- Trate de que los dispositivos iguales queden del mismo tamaño.

5.4. Materiales y Equipo

- a. 1 Protoboard Cable telefónico
- b. 1 multímetro digital
- c. Resistencias de $\frac{1}{2}$ W, valores de 1 k Ω ; 1,2 k Ω ; 2,2 k Ω ; 3,3 k Ω ; 5,6 k Ω y 6,8 k Ω (una de cada una).
- d. Cables conectores pequeños (a proveer por la Escuela)
- e. 1 fuente variable de voltaje DC (a proveer por la Escuela)

5.5. Procedimiento

- a. Mida y tabule los valores reales de todos los elementos del circuito (esta tabla será la número 1).

- b. Implemente en una protoboard el circuito mostrado en la Figura 5.1. Tome en cuenta que se le evaluará la presentación estética del mismo.

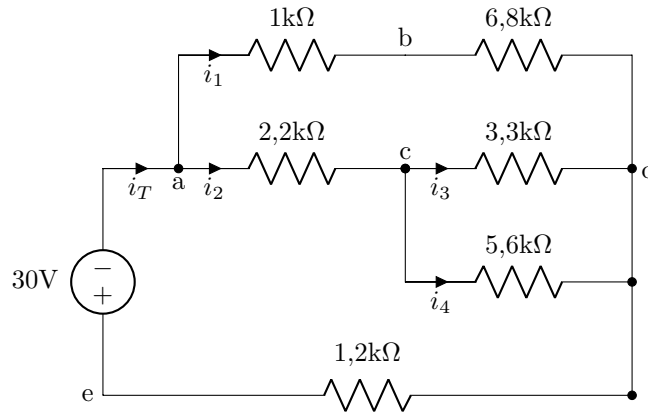


Figura 5.1: Circuito mixto serie-paralelo.

- c. Solicítele al profesor que le revise su trabajo.
- d. Una vez que tiene la aprobación del profesor mida las corrientes del circuito, tome como teóricas los valores simulados, tabule los valores en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1: Corrientes del circuito mixto

Variable	Teórico	Experimental	% de error
i_t			
i_1			
i_2			
i_3			
i_4			
$i_1 + i_2$			
$i_3 + i_4$			
$i_1 + i_3 + i_4$			
$i_{1,2k\Omega}$			

- e. Mida ahora los voltajes del circuito, tome como teóricas los valores simulados, tabule los valores en la Tabla 5.2. Tome el voltaje V_e como el de referencia a 0 V.

Tabla 5.2: Voltajes del circuito mixto

Variable	Teórico	Experimental	% de error
V_a			
V_b			
V_c			
V_d			
V_{ab}			
V_{ac}			
V_{ad}			
V_{bc}			
V_{bd}			
V_{cd}			

- f. Con los datos obtenidos compruebe las leyes de kirchhoff de voltajes y corrientes. Explique las diferencias, si existen, entre los datos teóricos y prácticos.

Laboratorio 6

Análisis de Mallas y Teorema de Superposición

6.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Implementar un circuito que valide el método de superposición para análisis de circuitos y comparar los resultados con el método de análisis de mallas.

6.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. Calcule los voltajes en los nodos A y B del circuito del laboratorio, empleando para ello los métodos de superposición y mallas. Presente claramente todos los pasos necesarios.
- b. Compare ambos métodos entre sí.
- c. Lleve, además, simulado la respuesta solicitada del circuito

6.3. Materiales y equipo

- 1 fuente DC con dos salidas de voltaje (a proveer por la Escuela)
- Cables conectores (a proveer por la Escuela)
- 1 multímetro digital
- 1 protoboard

- Resistencias de $\frac{1}{2}$ W, con valores de 1 k Ω ; 2,2 k Ω ; 3,3 k Ω ; 5,6 k Ω ; y 10 k Ω (una de cada una)
- Cable telefónico

6.4. Procedimiento

- a. Haga las conexiones necesarias para armar en una protoboard el circuito de la Figura 6.1.

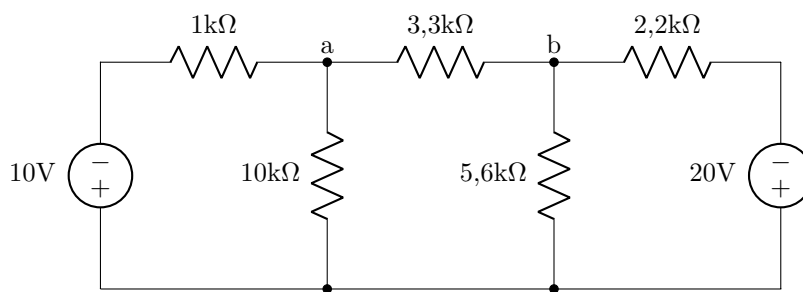


Figura 6.1: Circuito para el análisis de mallas y superposición.

- b. Con ambas fuentes de tensión funcionando, tome los datos de la corriente y voltaje de la rama ab , tal como se indica en el circuito y anótelos en la Tabla 6.2.
- c. Cortocircuite¹ la fuente de 10 V. Ajuste la fuente de tensión de 20 V y vuelva a tomar los datos en la rama ab .
- d. Cortocircuite la fuente de 20 V. Ajuste la fuente de tensión de 10 V y vuelva a tomar los datos en la rama ab .

Tabla 6.1: Valores de V_{ab} onbtenidos con una fuente a la vez

Variable	Teórico	Experimental	% de error
Ambas fuentes			
Solo la de 10V			
Solo la de 20V			
Σ Fuentes individuales			

¹No se debe cortocircuitar la fuente como tal, la forma correcta de hacerlo es quitar los cables de la fuente y unirlos físicamente.

Tabla 6.2: Valores de I_{ab} obtenidos con una fuente a la vez

Variable	Teórico	Experimental	% de error
Ambas fuentes			
Solo la de 10V			
Solo la de 20V			
Σ Fuentes individuales			

- e. Compare los datos teóricos con los resultados obtenidos en el laboratorio y analícelos.

Laboratorio 7

Taller sobre el osciloscopio y el generador de señales

7.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Estudiar el funcionamiento interno del osciloscopio para análisis de señales en el dominio del tiempo.
- Aprender a usar este instrumento para la toma de señales y medición de amplitud, período y frecuencia.

7.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- ¿Qué es un osciloscopio de rayos catódicos (ORC)? Investigue un poco sobre su historia ¿Qué tipo de variable eléctrica mide? ¿Dónde se pueden comprar, cuánto cuestan? ¿Qué variable se representa en el eje y?
- ¿Qué son rayos catódicos? ¿Cuál es el principio de funcionamiento? ¿Para qué sirve los controles de enfoque e intensidad en el osciloscopio?
- ¿Qué es un osciloscopio de memoria? ¿Existe alguno en la escuela?
- ¿Cómo se hace para representar una corriente utilizando un osciloscopio?
- ¿Qué es el disparo (trigger) en un osciloscopio? ¿Cómo afecta la representación de la señal en la pantalla?
- Generalmente los osciloscopios pueden graficar dos señales a la vez, ¿qué métodos de representación tienen estas dos? ¿Qué hacen las opciones de ADD y CHOP?

- g. ¿Cómo se calibra un ORC?
- h. Describa cómo son las puntas de medición de un osciloscopio ¿Por qué solo se puede usar una tierra a la vez? ¿Qué significa la opción 1X y 10X que tiene cada punta?
- i. ¿Por qué se puede invertir el canal 2 de un osciloscopio? ¿Qué aplicaciones prácticas tiene esto? ¿Por qué no se invierte el canal 1?
- j. ¿Cómo se establece el nivel de referencia a cero voltios en la pantalla del ORC?
- k. Explique y justifique la siguiente oración “Contrario a lo que mucha gente cree con la opción AC y DC del osciloscopio esta no se usa como un voltímetro digital; en realidad se debe colocar siempre la opción DC sin importar que la señal de entrada sea alterna o directa, a menos que el ‘offset’ de esta sea demasiado alto. Medir una señal utilizando la opción AC deforma un poco la onda a medir”.
- l. ¿Qué es un generador de señales?
- m. ¿Qué son señales alternas (CA o AC) y señales directas (CD o DC o CC)?
- n. Explique el concepto de amplitud, valor pico, periodo y frecuencia de una señal alterna.
- ñ. Investigue y explique qué son señales alternas sinusoidales, triangulares, diente de sierra, cuadrada, tren de pulsos (positivos y negativos)
- o. ¿Qué significa colocar un ‘offset’ a una señal de salida de un generador?

7.3. Materiales y equipo

- 1 Osciloscopio de rayos catódicos
- 1 Generador de señales BK

7.4. Procedimiento

Antes de empezar la práctica asegúrese de haber leído y comprendido el apéndice del osciloscopio al final de este documento.

- a. Familiarícese con el osciloscopio con el que va a trabajar, busque en él cada uno de los controles que se presentan en el apéndice.
- b. Encienda el osciloscopio y establezca en él valores adecuados de enfoque, intensidad, pendiente de la gráfica, ajuste de cero y calibración.
- c. En el generador de señales establezca una onda sinusoidal sin offset.

- d. Conecte la salida del generador de señales al canal uno del osciloscopio.
- e. Obtenga del generador una señal de 1 kHz, 5 V de amplitud y sin offset, si tiene problemas viendo la señal en la pantalla utilice el control del ‘trigger’.
- f. Cambie el ‘trigger’ y observe cómo afecta este a la señal mostrada.
- g. A continuación el profesor le solicitará que haga varias pruebas con el ORC y el generador de señales, sigas las instrucciones y reporte en la bitácora.

Laboratorio 8

Teoremas de Thévenin y máxima transferencia de potencia

8.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Comprobar de manera experimental los teoremas de Thévenin y máxima transferencia de potencia.
- Comparar dos formas de medición experimental de la resistencia de Thévenin.

8.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- Investigue el teorema de Thévenin y explique la relación de los circuitos equivalentes de Norton y Thévenin. ¿Cómo se transforma del uno al otro?
- Suponga un circuito serie que conste de una fuente CD de 25 V, una resistencia de $40\ \Omega$ y una resistencia variable R . Cree una tabla donde se muestre el valor de la potencia en la resistencia R con respecto a su valor, cree la tabla variando R en pasos de $5\ \Omega$ entre cero y $100\ \Omega$. ¿Qué valor de R define un máximo de potencia entregada por la fuente? Grafique la tabla anterior y muestre lo encontrado.
- Obtenga el equivalente de Thévenin visto por la carga R_L del circuito del laboratorio.

- d. Investigue y explique cuáles formas existen para encontrar experimentalmente el circuito equivalente de Thévenin.
- e. Una vez realizado lo anterior, obtenga el circuito equivalente de Norton.

8.3. Materiales y equipo

- 1 fuente DC con dos salidas de voltaje (a proveer por la Escuela)
- Cables conectores (a proveer por la Escuela)
- Resistencias de $\frac{1}{2}$ W, con valores de 1 k Ω ; 2,2 k Ω ; 3,3 k Ω ; 4,7 k Ω ; 6,8 k Ω y 7,5 k Ω (una de cada una)
- 1 multímetro digital
- 1 protoboard
- 2 potenciómetros de 10 k Ω
- Cables telefónicos

8.4. Procedimiento

Previamente al inicio del laboratorio prepare las tablas adecuadas para anotar los datos obtenidos.

- a. Mida el valor real de cada una de las resistencias que se van a utilizar en el laboratorio, tabule estos valores adecuadamente. Cuando realice los cálculos teóricos utilice estos valores en lugar de los nominales.
- b. Realice en una protoboard las conexiones del circuito tal y como se indica en la Figura 8.1. Más adelante entre los puntos *a* y *b* se colocará la carga, que será un potenciómetro de 10 k Ω .

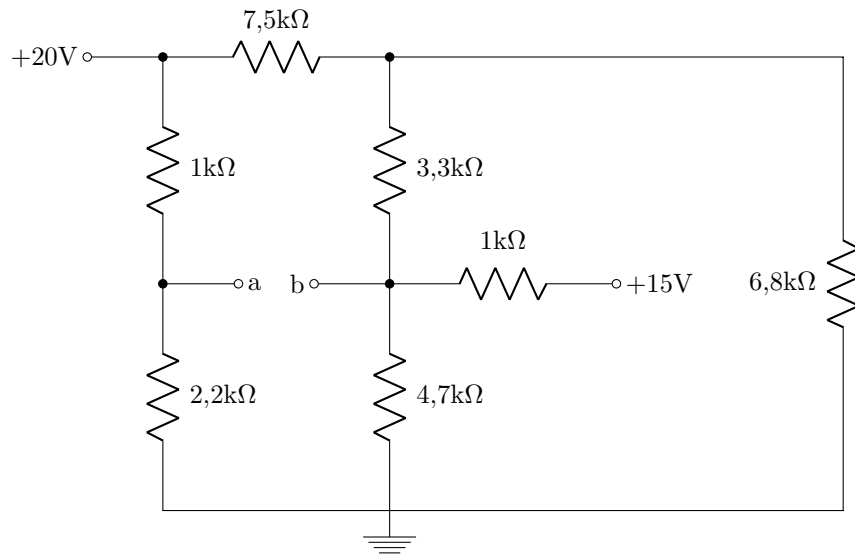


Figura 8.1: Circuito para teoremas de Thevenin y máxima transferencia de potencia.

- c. Dejando un abierto en la carga, mida el voltaje que habría entre a y b ; ese es el voltaje a circuito abierto V_{OC} ; anótelos en la tabla correspondiente.
- d. Colocando un amperímetro entre los puntos a y b (de tal forma que se forme un corto circuito). Tabule adecuadamente este valor como la corriente de corto circuito I_{SC} .
- e. Coloque el potenciómetro de carga entre los puntos a y b . Varíe el valor del potenciómetro hasta que el voltaje en este sea la mitad del valor V_{OC} . Tabule adecuadamente el valor de resistencia en el potenciómetro.
- f. Relacione los datos obtenidos con V_{TH} y R_{TH} .
- g. Coloque en corto ambas fuentes y mida directamente la resistencia R_{TH} entre los puntos a y b .
- h. Arme un circuito que conste de una fuente de voltaje con valor V_{TH} en serie con una resistencia con el valor de R_{TH} (para esto utilice el otro potenciómetro de 10 kΩ y la resistencia de carga utilizada).
- i. Varíe la resistencia de carga hasta que en esta halla un voltaje igual a la mitad del valor V_{OC} ; mida la resistencia de carga.

Laboratorio 9

Circuitos RL y RC

9.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Entender la dinámica y características del condensador e inductor.
- Comprobar experimentalmente el comportamiento de circuitos RC y RL serie en régimen DC.

9.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. Investigue sobre los distintos tipos de dieléctricos empleados en la fabricación de condensadores y sus campos de aplicación.
- b. Investigue cuál es la inductancia de una bobina de 100 vueltas, 10 cm de largo; 2,5 cm de diámetro y núcleo de aire. Defina su fórmula de cálculo.
- c. ¿Qué efecto tiene la permeabilidad (μ) del núcleo de esta misma bobina en el valor de la inductancia?
- d. ¿Qué son las figuras de Lissajous y cómo se mide el desfase de dos señales de igual frecuencia?
- e. Simule la respuesta en el tiempo que obtendrá en este laboratorio.

9.3. Materiales y equipo

- 1 generador de señales BK
- 1 osciloscopio

- 1 caja de inductancias variables de baja potencia
- 1 caja de condensadores variables de baja potencia
- 1 caja de resistencias variables de baja potencia
- Cables conectores

9.4. Procedimiento

9.4.1. Circuito transitorio RC

- a. Arme el circuito de la Figura 9.1 y conecte el osciloscopio de rayos catódicos tal y como se indica. Haga que el voltaje de salida del generador sea $5 V_P$.

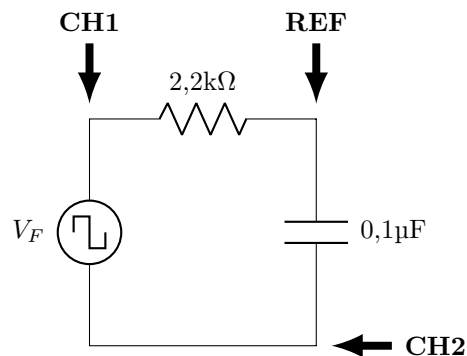


Figura 9.1: Circuito de carga y descarga de un capacitor.

- b. Observe y dibuje los gráficos V_C e I_C contra la variable temporal.
- c. Varíe la escala temporal de tal forma que pueda medir tau (τ) en el osciloscopio.
- d. Varíe el generador de señales a una onda senoidal de 5V pico.
- e. Calcule el ángulo de fase mediante las figuras de Lissajous.

9.4.2. Circuito transitorio RL

- a. Arme el circuito de la Figura 9.1 y conecte el osciloscopio de rayos catódicos tal y como se indica. Haga que el voltaje de salida del generador sea $5 V_P$.

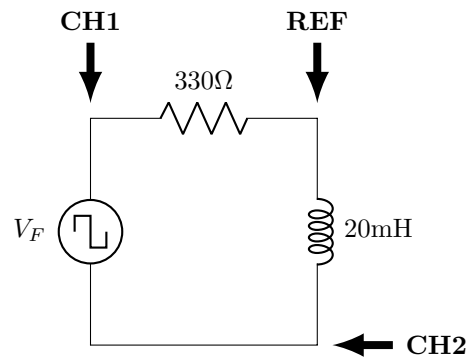


Figura 9.2: Circuito de carga y descarga de un inductor.

- b. Observe y dibuje los gráficos V_L e I_L contra la variable temporal.
- c. Varíe la escala temporal de tal forma que pueda medir tau (τ) en el osciloscopio.

Laboratorio 10

Valores eficaces

10.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Comprobar en forma práctica los valores eficaces de la corriente alterna

10.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- Explique qué son y cómo se calculan el valor eficaz, el valor medio de una señal alterna. ¿Por qué una señal alterna se representa con su valor eficaz en lugar del valor medio?
- ¿Qué es el valor raíz media cuadrática (RMS)? ¿Cómo se calcula y cómo se relaciona con el valor eficaz? ¿Depende el valor RMS de la frecuencia de la señal?
- Indique cuáles son las fórmulas para calcular el valor RMS de las siguientes señales alternas sin offset (a menos que se indique lo contrario)
 - Sinusoidal.
 - Sinusoidal con offset.
 - Triangular.
 - Diente de sierra.
 - Cuadrada.
 - Tren de pulsos.
 - ¿Cómo afecta el offset al valor RMS?
 - ¿Qué significa que un instrumento de medición eléctrica sea “True RMS”?
- ¿En qué casos afectaría que el instrumento no tenga esta característica?

10.3. Materiales y equipo

- 1 Osciloscopio de rayos catódicos
- 1 Generador de señales BK
- 1 Multímetro True RMS
- Cables conectores

10.4. Procedimiento

- a. Conecte la salida del generador de señales directamente al osciloscopio. Con ayuda de este haga que la señal de salida sea una onda sinusoidal de 1 kHz de frecuencia, 5 V_P y cero voltios de offset. *Nota: Asegúrese de que el osciloscopio esté debidamente calibrado.*
- b. Con ayuda de un multímetro ‘True RMS’ mida el valor RMS de la señal de salida del generador, varíe la frecuencia de salida tanto para valores mayores y menores ¿nota algún cambio en el voltaje de salida? Informe adecuadamente sus observaciones.
- c. Complete la Tabla 10.1 para diferentes valores de ondas y compare con los valores esperados. Para todos los casos la señal de salida será de 1 kHz y 5 V_P.

Tabla 10.1: Corrientes del circuito mixto

Tipo de onda	Offset (V)	V _{RMS} teórico(V)	V _{RMS} experimental(V)	% de error
Sinusoidal	0			
Sinusoidal	2			
Triangular	0			
Diente de sierra	0			
Cuadrada	0			
Tren de pulsos positivos	0			
Tren de pulsos negativos	0			

Laboratorio 11

Circuitos mixto RLC en corriente alterna

11.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Comprobar en forma práctica los valores eficaces de la corriente alterna

11.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- ¿Qué significa la medida de un voltímetro o amperímetro en corriente alterna, es esta el valor medio, pico, eficaz o algún otro?
- ¿Cómo se relaciona este valor medido por el instrumento con los fasores?
- ¿Cómo se puede medir experimentalmente el ángulo de fase en un circuito CA?
- ¿Qué es impedancia? ¿Cómo se calcula? ¿Cuál es la relación que tiene con el concepto de resistencia? ¿Qué significan admitancia, reactancia y suceptancia?
- ¿Cómo es la relación entre el voltaje y la corriente en un circuito inductivo? ¿Cómo sería en uno capacitivo?
- Simule la respuesta del circuito a utilizar en este laboratorio.

11.3. Materiales y equipo

- 1 multímetro digital (a proveer por el grupo)
- 1 generador de señales BK
- 1 inductor de 20 mH
- 1 capacitor de 47 nF
- 1 resistencia de $1000\ \Omega$
- Cables de conexión

11.4. Procedimiento

- a. Para el siguiente circuito mixto RLC, realice los cálculos teóricos correspondientes, con el propósito de seleccionar adecuadamente la amplitud de las escalas del equipo que se va a utilizar.

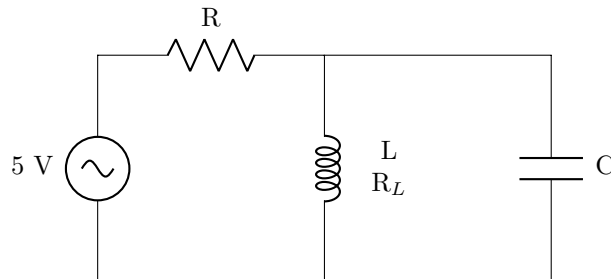


Figura 11.1: Circuito RLC en corriente alterna

Nota: Para los cálculos teóricos se deben considerar los siguientes valores

$$\begin{array}{lll}
 V = 5\text{ V} & F = 4\text{ kHz} & R = 1000\ \Omega \\
 C = 47\text{ nF} & L = 20\text{ mH} & R_L = 60\ \Omega
 \end{array}$$

- b. Mida y anote los valores reales de la resistencia R del circuito y de la resistencia interna del inductor, a efecto de comparar su concordancia. Anote los valores en la Tabla 11.1.

Tabla 11.1: Valores Teóricos y experimentales de las resistencias.

	Valor teórico	Valor experimental
R	$1000\ \Omega$	
R_L	$60\ \Omega$	

- c. Arme el circuito, con los valores de resistencia e inductancia que se indican.
- d. Escoja la amplitud apropiada de escala en el generador de audio y gradúe la frecuencia a 4 kHz.
- e. Encienda la fuente y lleve lentamente el generador de audio a un voltaje de 5 V.
- f. Ubicando apropiadamente el multímetro digital según sea el caso, proceda a medir la corriente que pasa por la resistencia, el inductor y el capacitor.
Nota: Asegúrese de apagar el generador de audio cada vez que cambie la ubicación del multímetro digital, para ponerlo en serie con el elemento siguiente.
- g. Proceda a medir el voltaje a través de la resistencia, del inductor y del capacitor y anótelos también en la Tabla referREFE.
- h. Compare los valores experimentales con aquellos calculados teóricamente, y obtenga las conclusiones correspondientes.

Tabla 11.2: Valores teóricos y experimentales para el circuito RLC.

	Valor teórico	Valor experimental	% de error
$I_{total}(\text{mA})$			
$I_{inductor}(\text{mA})$			
$I_{capacitor}(\text{mA})$			
$V_{resistencia}(\text{V})$			
$V_{inductor}(\text{V})$			
$V_{capacitor}(\text{V})$			

Nota: Debe anotarse el ángulo en los valores teóricos de la tabla.

Laboratorio 12

Mejoramiento del factor de potencia

12.1. Objetivos

Al finalizar este laboratorio el estudiante estará en capacidad de:

- Calcular el valor del condensador requerido para mejorar el factor de potencia de una carga, y comprobar experimentalmente los resultados.

12.2. Investigación previa

Antes de empezar el laboratorio presente el siguiente cuestionario lleno.

- a. ¿Qué significa el factor de potencia, por qué es importante en la industria?
- b. ¿Qué significa que el factor de potencia sea en atraso o adelanto?
- c. Investigue algunos ejemplos del monto de la multa por tener un factor de potencia inadecuado.

12.3. Materiales y equipo

- 1 osciloscopio de rayos catódicos
- 1 generador de audio BK
- 1 inductor de 20 mH
- 1 capacitor variable
- 1 resistencia de $22\ \Omega$
- Cables de conexión

12.4. Procedimiento

- a. Mida y anote en la Tabla 12.1 los valores reales de la resistencia R del circuito y de la resistencia interna del inductor, a efecto de comparar su concordancia.

Tabla 12.1: Valores Teóricos y experimentales de las resistencias.

	Valor teórico	Valor experimental
R	$150\ \Omega$	
R_L	$60\ \Omega$	

- b. Realizar los cálculos necesarios para obtener el valor del capacitor requerido para cambiar el factor de potencia a 0,83 utilizando una frecuencia de 5 kHz. Con esta información, asegúrese de seleccionar adecuadamente las escalas de medición de los instrumentos.

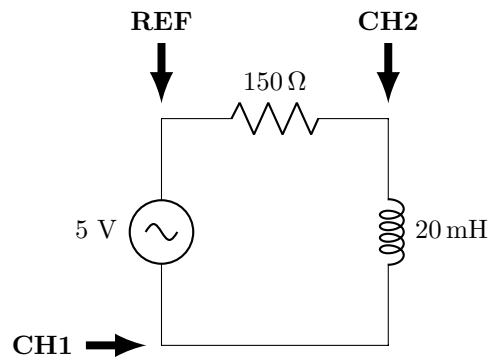


Figura 12.1: Medición del desfase en una bobina.

- c. Una vez instalado el equipo según la Figura 1, ajuste el generador de audio a la tensión y a la frecuencia indicadas.
- d. Conecte el osciloscopio de rayos catódicos con especial cuidado, verificando que las terminales se conecten bien.
- e. Obtenga las señales del voltaje de la bobina y la corriente total del circuito. Mida el período de las ondas y el desfase existente entre ambas. Obtenga el ángulo de desfase entre ambas y calcule el factor de potencia experimental inicial del circuito. Anote los resultados en la Tabla 12.2.
- f. Conecte el capacitor con el valor calculado al circuito tal y como se muestra en la Figura 12.2.

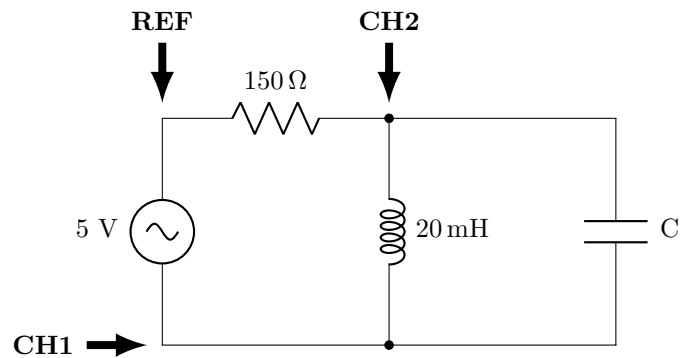


Figura 12.2: Corrección del factor de potencia.

- g. Nuevamente obtenga las señales de voltaje de la bobina y la corriente total del circuito. Mida el período de las ondas y el desfase existente entre ambas. Obtenga el ángulo de desfase entre ambas y calcule el factor de potencia experimental final del circuito. Anote el valor obtenido en la Tabla 12.2.

Tabla 12.2: Valores teóricos y experimentales.

	Valor teórico	Valor experimental	% de error
Factor de potencia inicial			
Factor de potencia final			

- h. Con el factor de potencia teórico y experimental, obtenga el porcentaje de error.

Apéndice A

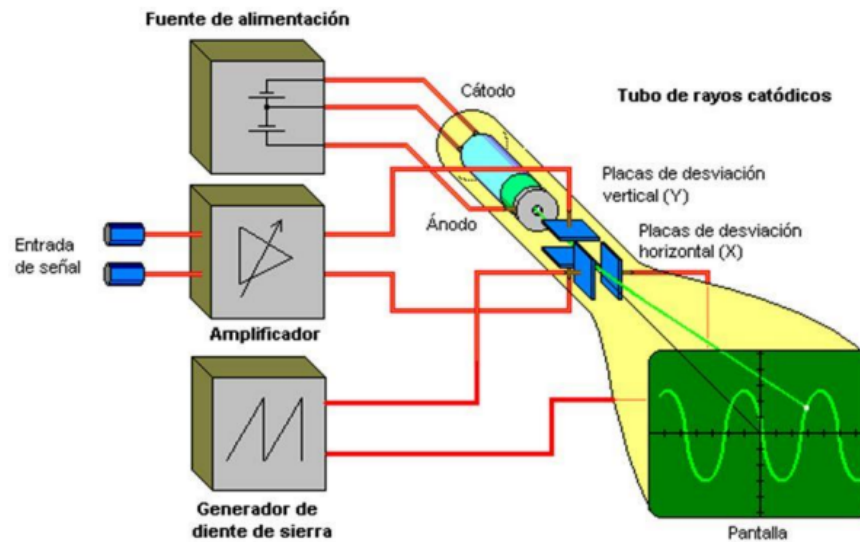
El osciloscopio de rayos catódicos

La configuración básica del tubo de rayos catódicos incluye elementos tales como.

- Un tubo de vidrio en forma de botella, en el cual se ha hecho un vacío
- Una fuente de electrones que emite, acelera y focaliza el haz de electrones.
- Un sistema de placas deflectoras X y Y.
- Un indicador sensible a la presencia de electrones sobre la pantalla.

El cátodo K se calienta indirectamente por medio de un filamento F, y emite electrones por medio de emisión termiónica conocida como efecto Edison.

El haz de electrones es atraído por un ánodo cilíndrico A, que acelera los electrones hasta alcanzar velocidades muy altas. Al atravesar el cilindro de Wehnelt, la corriente de electrones se enfoca en un hilo muy fino.



Tomado de wikipedia. Bajo "Licencia de documentación libre de GNU"

Figura A.1: Tubo de rayos catódicos

Entre el ánodo y la pantalla existen dos juegos de placas deflectoras, perpendiculares entre sí. Las placas de deflexión horizontal "X" producen un campo eléctrico uniforme, que desvía lateralmente el haz electrónico del eje del tubo. Las placas de deflexión vertical "Y" producen el mismo efecto pero en la dirección vertical.

La función de ambos juegos de placas es la de cambiar la posición del flujo luminoso que aparece en la pantalla P, cuando los electrones chocan con la pantalla fluorescente que la recubre.

La rejilla de mando R, al ser polarizada en una forma determinada, permite el paso de un número mayor o menor de electrones, con lo que cambia la intensidad del punto de la pantalla.

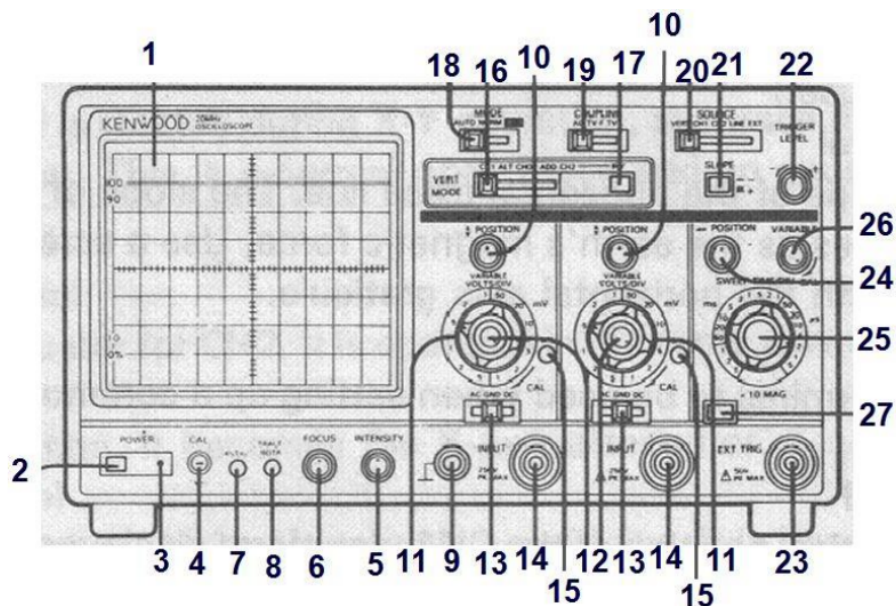


Figura A.2: Osciloscopio de rayos catódicos

1. **Tubo de rayos catódicos:** La superficie efectiva de la pantalla tiene un área de 8 divisiones de 1 cm. cada una en el eje vertical y de 10 divisiones de 1 cm. cada una en el eje horizontal. Las divisiones de los ejes centrales vertical y horizontal, tienen a su vez 5 subdivisiones de 2 mm. cada una.
2. **Botón de encendido:** Al apretar este botón se enciende la fuente de poder del osciloscopio. Si se vuelve apretar nuevamente, este se apaga.
3. **Luz piloto:** Indica que el osciloscopio está encendido.
4. **Terminal de calibración:** Terminal de voltaje para efectos de calibración. Tiene un volt pico a pico, de una onda cuadrada, cuya polaridad es positiva.
5. **Intensidad:** Botón que se utiliza para ajustar el brillo en la línea de trazo.
6. **Control de foco:** Se utiliza para ajustar el enfoque y obtener una imagen clara.
7. **Control de astigmatismo:** Para el ajuste del astigmatismo del trazo. Se debe utilizar un desatornillador para ajustar este control, en conjunto con el control de foco, y así obtener una imagen lo más clara posible. Una vez que se ha corregido, no es necesario hacer ajustes adicionales en uso normal.

8. **Control de rotación:** Sirve para ajustar la pendiente de línea de trazo horizontal, la cual se altera debido a influencias tales como la fuerza magnética de la Tierra. Se debe utilizar un desatornillador pequeño para ajustar horizontalmente esta línea de trazo.
9. **Terminal de tierra:** Esta Terminal se utiliza cuando se requiere una tierra común con otro equipo.
10. **Control de posición:** Para ajustar la posición vertical de la onda en la pantalla del tubo de rayos catódicos en ambos canales respectivamente. Durante la operación x-y se utiliza para ajustar la posición del eje “y”.
11. **VOLT/DIV:** Conmutador seleccionador de sensibilidad vertical. Este conmutador puede ajustarse para que la señal mostrada tenga la amplitud apropiada sobre la pantalla del osciloscopio.
12. **Control variable:** Para un fino ajuste en la sensibilidad del eje vertical. Permite un ajuste continuo de acuerdo a los rangos de VOLT/DIV. En la posición “CA”, la sensibilidad está calibrada al valor indicado en el conmutador VOLT/DIV.
13. **Control AC-GND-DC:** Este botón selecciona el acople de la entrada del amplificador vertical. En la posición AC el acople indica corriente alterna y es utilizado para observar solo las componentes de la señal AC. La posición DC indica corriente directa, y dicho acople permite observar todas las componentes, incluyendo la DC. En la posición GND se manda una señal del amplificador a tierra. Esta última posición permite verificar el nivel cero.
14. **Terminal de entrada:** Botón de entrada del eje vertical para el Canal 1 y el Canal 2 respectivamente. Durante la operación “x-”, este se transforma en el botón de entrada del eje “y”.
15. **Control de balance:** Para el ajuste del balance de la corriente directa y cada uno de los canales. Sin embargo, se pueden presentar discrepancias debido a variaciones de temperatura en la habitación. Un desatornillador pequeño ayuda al ajuste de este control, de tal manera que el trazo no se mueva de arriba a abajo cuando se hace girar el control de VOLT/DIV.
16. **Control selector de modo vertical:** Para seleccionar el modo de operación del eje vertical.
 - **CH1:** Para hacer aparecer la señal de entrada del Canal 1 en la pantalla.
 - **ALT:** Alterna las señales de entrada de los canales 1 y 2 para cada barrido, y los muestra en la pantalla.
 - **CHOP:** Para mostrar las señales de entrada del Canal 1 y Canal 2 en la pantalla, independientemente del barrido.

- **ADD:** Para mostrar en la pantalla la forma de onda de ambos canales de manera combinada. Sin embargo, cuando el Canal 2 está en inverso, la diferencia entre ambos canales se muestra en la pantalla.
 - **CH2:** Para hacer aparecer la señal de entrada del Canal 2 en la pantalla.
17. **Botón de inverso:** Cuando este botón está presionado, la señal de entrada en Canal 2 aparecerá invertida.
 18. **Botón selector de modo:** Selecciona los modos de disparo.
 19. **Selector de acople:** Selecciona el acople de disparo. En AC la señal de disparo es acoplada capacitivamente al circuito de disparo. La componente de corriente directa es eliminada. Se utiliza el acople AC para medidas normales de formas de onda. TV-F y TV-L se utilizan para aplicaciones especiales.
 20. **Perilla seleccionadora de fuente:** Se utiliza para seleccionar la señal de disparo de la fuente.
 - **VERT:** La señal de disparo de la fuente será seleccionada por el modo vertical.
 - **CH1:** La señal de disparo en Canal 1 será la señal de disparo.
 - **CH2:** La señal de disparo en Canal 2 será la señal de disparo.
 - **LINE:** La forma de la onda de la fuente de voltaje comercial se convertirá en la señal de disparo.
 - **EXT:** La señal de disparo en el botón EXT-TRIG se convertirá en la fuente de la señal de disparo.
 21. **Botón de pendiente:** Para seleccionar la polaridad de la pendiente de la señal. Cuando el botón está afuera el disparo se verá con la señal aumentando, y cuando el botón está presionado, la señal se verá descendiendo.
 22. **Control de nivel de disparo:** Para el ajuste del nivel de disparo. Esto determinará a que puntos de la pendiente se iniciará el barrido de la señal.
 23. **Entrada para disparo externo:** Entrada para señales generadas externamente. Cuando el botón "SOURCE" se coloca en "EXT", la señal de entrada a través de la terminal se convertirá en la fuente de la señal de barrido.
 24. **Control de posición:** Para el ajuste de la posición horizontal de la onda que aparece en la pantalla.
 25. **Control SWEEP TIME/DIV:** Control del tiempo de barrido por división. Sirve para seleccionar el tiempo de barrido. Se puede seleccionar desde $0.5 \mu\text{s}/\text{DIV}$ hasta $0.5 \text{ s}/\text{DIV}$.

26. **Control de variable:** Un ajuste de tiempo de barrido continuo puede ser obtenido fuera del rango de SWEEP TIME/DIV. El tiempo de barrido será compensado moviendo la perilla “cal” a la derecha.
26. **Control multiplicador por 10:** Presione este botón para aumentar por 10 la señal de la pantalla hacia la derecha e izquierda, tomando como referencia en centro de la pantalla.

Apéndice B

Guía para la presentación de informes de laboratorio

La información que se proporciona en esta Guía tiene por finalidad ayudar al estudiante a presentar la información obtenida en los laboratorios. El formato puede variar de acuerdo a las características particulares de la práctica que se esté realizando. Sin embargo, se espera que se tenga en todos los casos un orden lógico de presentación en el informe.

El informe de laboratorio debe realizarse utilizando LateX, basado en la respectiva plantilla que se encontrara en el TecDigital, siguiendo los lineamientos que esta proporciona.

El informe se recibirá únicamente en electrónico a la dirección que el profesor designe el primer día de lecciones, de común acuerdo con los alumnos.

El alumno al enviar el informe entiende y acepta que este se puede seleccionar como muestra en el proceso de acreditación y explícitamente está de acuerdo en dar su permiso de uso para tal fin.

El informe debe escribirse en forma impersonal (tercera persona) y en pasado. Se deberá utilizar el sistema internacional de unidades.

B.1. Estructura

- **Portada**

Deberá utilizarse la portada para informes de laboratorio que se adjunta en la respectiva plantilla.

- **Tabla de contenidos**

Se utilizara el sistema de autogeneracion incluido en la plantilla.

- **Objetivos**

Deben indicar la finalidad del trabajo que se realizó. Estos objetivos aparecen indicados en cada una de las prácticas a realizar.

- **Materiales y equipo**

Debe incluir el listado completo del equipo utilizado para realizar el laboratorio, esta información también está disponible en las prácticas a realizar. A pesar de lo anterior, este apartado debe indicar los instrumentos realmente usados en la práctica, si por algún motivo estos cambiaran.

- **Procedimiento**

Corresponde a una descripción de los procedimientos empleados, la cual debe ser lo suficientemente completa como para permitir una reproducción del trabajo. La organización de esta sección es simple y cronológica y debe indicar la razón de cada paso realizado.

Esta información también está disponible en las prácticas a realizar. A pesar de lo anterior, este apartado debe indicar el procedimiento realmente seguido en la práctica, si por algún motivo este cambiara

- **Resultados teóricos y experimentales**

Generalmente se incluyen cuadros y gráficos que encierran un resumen de resultados teóricos y prácticos, así como porcentajes de error entre los mismos. Nunca se presenta una discusión o interpretación de los mismos. No se recomienda aglomerar demasiada información en un cuadro. El título de las tablas, cuadros o gráficos debe concordar con los datos correspondientes, e incluir las unidades de medida cuando corresponda. El número y nombre de la tabla o cuadro se escribe en la parte superior, como encabezado. En la parte inferior debe aparecer un comentario corto y explicativo que indique la fuente de los datos obtenidos. En el caso de figuras, éstas se rotulan en la parte inferior con número y título. Debe aparecer en todos los casos las unidades y parámetros de los ejes, así como la escala utilizada. La numeración de los títulos debe ser auto generada por el programa Word ® o equivalente. Toda figura, ilustración, ecuación, tabla, gráfico, cuadro, etc. debe ser numerada y contener título.

- **Discusion de resultados**

Se discuten e interpretan los resultados obtenidos con base en los objetivos establecidos. Se indican causas y efectos, así como límites y defectos de los resultados obtenidos. En este apartado se debe hacer referencia a los aspectos que relacionen lo observado con lo medido, así como lo que indican los autores en la literatura citada. Es importante que quede claramente establecido el aporte del autor del informe en discusión.

- **Conclusiones**

En esta sección se hace un listado claro y conciso de las conclusiones a las que llega el autor del reporte, sobre los aspectos que incluye el laboratorio. Las conclusiones se presentan como oraciones, sin explicación, ya que la esta se encuentra en la discusión.

- **Apendices**

Incluye una serie de aspectos importantes que el lector del informe podrá

consultar para

- **Teoría**

Debe aparecer una síntesis de los fundamentos teóricos del tema, con información actualizada, que sirva para comparar, discutir y apoyar las implicaciones relacionadas o derivadas del trabajo hecho. Dicha revisión debe ir respaldada por la bibliografía consultada, ya que de otra forma no es válida. No se debe copiar información que aparezca en esta Guía de Laboratorio.

- **Muestra de calculos**

Es un resumen de fórmulas o procedimientos utilizados para hacer los cálculos teóricos. Deben aparecer los resultados obtenidos, pero no las operaciones que se realizaron para llegar a ellos.

- **Nomenclatura**

Indicar las abreviaturas utilizadas en el reporte y el significado que las mismas tienen en el contexto del reporte presentado.

- **Referencias bibliográficas**

Todas las publicaciones contenidas en esta sección deben haber sido citadas en el texto. Las referencias bibliográficas se realizarán bajo el formato IEEE.

Apéndice C

Lineamientos para la presentación de la bitácora

Como parte del trabajo a realizar por los estudiantes del curso del “Laboratorio de Electricidad II” se requiere que presenten una bitácora técnica con sus experiencias en el laboratorio. El objetivo de esta sección es brindar una serie de lineamientos para la elaboración adecuada de esta bitácora. La bitácora muestra las experiencias que tuvo la persona que realizó el experimento de tal forma que otra persona pueda repetir este. Por lo tanto, la bitácora debe indicar claramente los objetivos, los materiales utilizados, el equipo, los valores de los componentes, el procedimiento, los circuitos, los valores esperados y los obtenidos, si se cumplieron los objetivos planteados, cualquier recomendación u opinión que sea pertinente, así como cualquier otra información que quien la escribe considere importante. La bitácora no es un informe técnico formal (que se detalló en la sección anterior), por lo que tiene algunas diferencias. Entre ellas se numeran:

- La bitácora se llena exclusivamente a mano con bolígrafo color azul.
- La redacción es en pasado (incluyendo los objetivos y el procedimiento), y como es un documento que detalla la experiencia de quien realizó el laboratorio, debe escribirse preferiblemente en primera persona.
- No se deben dejar espacios vacíos en esta, si un espacio no corresponde llenarlo se debe “matar el espacio”, esto se hace con una línea encima del espacio. En caso que sean muchos espacios colindantes se puede pasar una línea curva sobre todos ellos.
- Todos los gráficos, tablas, ilustraciones o figuras se deben encerrar en un cuadro.
- Como la bitácora es una reseña de las experiencias, es recomendable que los materiales, procedimientos, resultados, conclusiones y otros se presenten

como parte de un solo texto que explique lo encontrado, y no como títulos por separado.

- La bitácora se debe presentar por duplicado, en el caso de la que usa la Escuela el papel produce la copia de una vez sin necesidad de papel carbón. La hoja blanca (donde se escribe) es el original que le corresponde al profesor y la verde es la copia que se deja el alumno.
- Todas las hojas de la bitácora se deben firmar por el alumno en el espacio “Firma Responsable”. Al recibir la bitácora el profesor firma en el espacio “Firma Testigo”.
- Es completamente válido presentar impresos los gráficos, tablas, ilustraciones o figuras; sin embargo, se debe colocar la misma información en la hoja de copia ya sea impresa o a mano.

Se debe utilizar una hoja gruesa debajo de la hoja de copia (verde) al realizar la bitácora. Como la copia se hace automáticamente a presión si no se usa esta hoja gruesa para proteger las demás hojas estas quedarán marcadas. La bitácora viene con una hoja índice para tal fin, en esta se debe escribir el nombre de cada uno de los laboratorios que se encuentran en la bitácora. La bitácora es un documento legal que refleja el trabajo realizado, debido a esto, no se permite usar corrector u otro producto que borre el contenido (ya que introduce dudas sobre la veracidad de la información). El estudiante debe prestar suma atención para no tener que hacer correcciones; si debe realizar algún cambio se traza una línea sobre la información incorrecta, firmar encima de la corrección y colocar el nuevo dato a la par o en otra parte del documento (debidamente referenciado dónde). Todas las hojas de la bitácora vienen con un consecutivo, por ninguna circunstancia este se debe perder. Consecuentemente, si por alguna razón se debe prescindir de una hoja se debe colocar una leyenda grande a mano que diga “NULO” o “ANULADO” y firmar la hoja. Los campos de la bitácora se deben llenar de la siguiente forma:

- a. **Libro No.** Si la información de las experiencias de laboratorio ocupan varias bitácoras, estas se numeran. En caso que solo se vaya a utilizar una bitácora este campo “se mata”.
- b. **Nombre:** Del estudiante; marcar además el campo respectivo, deje los otros dos en blanco (“Profesor” y “Otro”).
- c. **Nombre del proyecto:** Nombre del curso.
- d. **Número de proyecto:** Número consecutivo del laboratorio implementado.
- e. **Experimento:** Nombre del laboratorio implementado.
- f. **Fecha:** En que se pasó la bitácora. No se coloca la fecha en que se hizo el laboratorio, si esta última se debe indicar se hace en el texto.

- g. **Protección:** Estos campos no se usan por lo que se deben “matar”.
- h. **Firma Responsable:** Del alumno al entregar la bitácora.
- i. **Firma Testigo:** Del profesor al recibir.

Por último, los laboratorios se deben reportar en el orden en que se realizaron, no es permitido saltarlos o bien reportarlos de otra forma.

Apéndice D

Seguridad en laboratorios de electricidad, instructivo para el estudiante

Cuando se trabaja con electricidad es imprescindible que se tenga claro los riesgos que conlleva el trabajar con corriente eléctrica. Esta, aunque no es la principal causa de accidentes, cuando ocurren son graves y en muchos casos mortales.

Las consideraciones que se citan a continuación deben ser acatadas por el estudiante cuando trabaje en los laboratorios, pero más importante aún, cuando en su vida profesional se vea expuesto a situaciones en donde exista corriente eléctrica.

■ Riesgo de incendio

Los incendios provocados por causas eléctricas ocurren principalmente por:

- Sobrecarga de conductores que provoca calentamiento en cables y equipo.
- Sobre calentamiento debido a fallas de equipo de control
- Fallas en el aislante de conductores.
- Combustión de materiales inflamables por cercanía a equipos de baja tensión (papel, madera)
- Combustión de materiales inflamables por chispas o arcos (thinner, pinturas, etc.)

■ Shock eléctrico

El shock eléctrico, dependiendo de su intensidad, puede causar desde una sensación de cosquilleo, hasta estímulos musculares dolorosos que podrían provocar la pérdida total del control muscular y llegar hasta la muerte. Los mecanismos de muerte por electricidad son:

- Fibrilación ventricular. Se denomina fibrilación ventricular al trastorno del ritmo cardiaco que presenta un ritmo ventricular rápido (¿250 latidos por minuto), irregular, de morfología caótica y que lleva irremediablemente a la pérdida total de la contracción cardiaca, con una falta total del bombeo sanguíneo y por tanto a la muerte del paciente.
- Tetanización. Es un proceso por el cual un músculo deja de responder a los estímulos que lo hacen contraer voluntariamente y por lo tanto moverse, demostrando que estamos vivos y respiramos. Se manifiesta por la contracción de los músculos de las extremidades, lo que trae como consecuencia que la víctima quede prendida al conductor.
- Doble acción. Tetanización y fibrilación a la vez
- Parálisis bulbar. Afecta predominantemente de los nervios que controlan la masticación, la deglución y el habla.
- Parálisis cardio circulatoria y respiratoria.

■ **Factores a considerar para evitar accidentes**

a. **Intensidad de la corriente**

- En corriente alterna, el umbral mínimo de percepción es 1,1 mA.
- El umbral mínimo de contracción muscular ocurre con 9 mA, pudiendo ocurrir contracción de los músculos, que expone al accidentado lejos del conductor. De no ser así, se podría llegar a la asfixia por contracción de los músculos respiratorios.
- En corriente alterna el umbral de corriente peligroso corresponde a 80 mA, donde se puede llegar a fibrilación ventricular.
- Entre 3 o 4 amperios de corriente puede llegar a causar depresión del sistema nervioso central

Esto se puede resumir de la siguiente manera:

Tabla D.1: Prueba del corto circuito.

Intensidad	Posible efecto en el cuerpo
De 2 a 4 mA	Temblor de los nervios en los dedos hasta el antebrazo.
De 5 a 7 mA	Leve sensación de choque, no doloroso aunque incómodo. La persona promedio puede soltar la fuente que proporciona corriente. Reacciones involuntarias al choque pueden resultar en lesiones
De 10 a 15 mA	Sensación desagradable, pero todavía es posible soltarse
De 19 a 22 mA	Fuertes dolores de brazo. Ya no es posible soltarse voluntariamente.
De 25 a 50 mA	Irregularidades cardíacas, aumento de presión arterial, efecto de tetanización, inconsciencia y fibrilación ventricular.
De 50 a 200 mA	Menos de medio ciclo cardíaco: No se da fibrilación. Fuerte contracción muscular. Menos de un ciclo cardíaco: Fibrilación, inconsistencia. Marcas visibles. Paro cardíaco reversible. Más de un ciclo cardíaco: Quemaduras
Mayor a 4 A	Parálisis cardíaca y respiratoria. Quemaduras graves. Con toda probabilidad, puede causar la muerte.
10 A	Paro cardíaco, quemaduras severas y con toda probabilidad, puede causar la muerte.

- b. **Resistencia eléctrica del cuerpo** Esta depende de muchos factores, por lo que es difícil de determinar. El elemento principal en la resistencia del cuerpo humano es la resistencia de la piel, la cual varía de persona a persona. Esta disminuye si se está enfermo, se tienen lesiones en la piel y si el ambiente circundante es húmedo.

La resistencia entre 2 partes opuestas del cuerpo puede estar en el orden de los kilo ohmios, aunque puede ser de apenas unas decenas de ohmios entre partes cercanas, sobre todo si la piel está humedecida. Bajo condiciones secas la piel humana es muy resistente. Si la piel está húmeda, la resistencia del cuerpo baja considerablemente.

- Condiciones secas: $I = \frac{V}{R} = \frac{120V}{100000\Omega} = 1,2 \text{ mA}$
- Condiciones húmedas: $I = \frac{V}{R} = \frac{120V}{1000\Omega} = 120 \text{ mA}$
- La intensidad de la corriente (amperes) es el factor fundamental para poder predecir el tipo de daño que la electricidad puede causar al cuerpo.
- Voltajes menores a 20 o 30 voltios son inofensivos excepto en cier-

tos lugares muy sensibles del cuerpo tales como la boca, labios, lengua, genitales, etc. Por encima de esos voltajes, la corriente que circula puede llegar a provocar daños graves e incluso la muerte.

c. Factores en que cuenta el tiempo de contacto

Para que se produzca fibrilación en el corazón se requiere que el contacto sea de al menos del orden de un período cardiaco medio, que es del orden de 0,75 s. Tiempos de contacto menores a eso no producen fibrilación.

Esto es muy importante desde el punto de vista de la protección que suministran los disyuntores diferenciales, ya que el corte de corriente en ellos se produce en tiempos aproximados de 200 milisegundos, a efecto de que el organismo no sea atravesado por corrientes peligrosas.

d. Formas de corriente

- Tanto en corriente alterna como en continua se aplica la Ley de Ohm.
- La corriente continua puede producir electrólisis pero teniendo en cuenta el tiempo de exposición y la tensión
- La corriente alterna, en igualdad de condiciones, es de 3 a 4 veces menos peligrosa que la corriente continua.
- No obstante, en términos generales, 100 mA, tanto la corriente continua como la alterna, son peligrosamente mortales.

e. Otras consideraciones

- La susceptibilidad es mayor si la persona está haciendo un buen contacto con tierra, tal como cuando está apoyada a superficies húmedas o majadas.
- Ambientes con alta temperatura, en donde la transpiración de las personas se incrementa, presentan un riesgo adicional, porque el aislamiento que proporciona la ropa se ve reducida debido a la humedad. Se pueden producir quemaduras al pasar corriente eléctrica por el cuerpo, en especial en los puntos de contacto con los conductores eléctricos.
- Descargas eléctricas tales como chispas o arcos, pueden encender vapores inflamables, causando explosiones y fuego.
- En el laboratorio, el shock eléctrico es posible que sea leve, pero puede generar otros riesgos por la reacción refleja de sobresalto, que puede hacer que el afectado o sus compañeros pierdan el control de materiales y equipo que se esté manipulando, causando otro tipo de accidentes.

Apéndice E

Normas de seguridad en el laboratorio

■ Hábitos de conducta

- No fumar en los laboratorios por seguridad e higiene.
- No consumir alimentos ni bebidas dentro del laboratorio.

■ Mantener el puesto de trabajo limpio

- La mesa de trabajo debe estar libre de abrigos, bolsos, libros, etc.
- No dejar bultos u otros objetos en los lugares de circulación, en especial entre los pupitres.

■ Salud

- Si tiene algún padecimiento, o si se usa algún medicamento que considere relevante para el curso normal de la práctica, esta debe informarse al profesor antes de realizar la práctica.
- No ingresar al laboratorio bajo los efectos de drogas o alcohol.

■ Vestimenta

- En trabajos con máquinas o en sus inmediaciones, no se debe vestir con prendas sueltas o con partes que cuelguen, como por ejemplo, corbatas, flecos, etc.
- No se deben usar sandalias, zapatos abiertos o tacón alto en el laboratorio.

- Usar camisas de manga larga de algodón. Materiales sintéticos pueden provocar que en un accidente de quemadura esta se adhiera a la piel. Se sugiere el uso de gabacha, que no sea larga ni floja, de algodón o con un porcentaje alto de este
- Usar pantalón largo.
- No se debe, al realizar la práctica, llevar anillos, relojes de pulsera, collares u otros accesorios que puedan engancharse, tales como “piercings” en cualquier parte del cuerpo.
- En caso de que se tenga pelo largo, se debe llevar recogido con el fin de evitar riesgos.
- Realizar los laboratorios con ropa seca y en superficies secas.

■ En general

- En los laboratorios no se deben gastar bromas, ni jugar, ni comunicarse con gritos.
- Estudiar atentamente la guía del laboratorio a realizar.
- Seguir en todo momento las instrucciones del profesor. Ante cualquier duda, consultar al profesor. En prácticas de laboratorio supervisadas, no se debe energizar ningún panel o fuente de voltaje sin que el profesor haya revisado la instalación correspondiente.
- No se pueden realizar experimentos que no estén autorizados por el profesor.
- Mantener el debido respeto hacia el profesor, los compañeros y compañeras.
- No utilizar el celular durante las sesiones de laboratorio. Mantenerlo apagado.

■ Equipo de proteccion

De manera particular, y según sea la naturaleza del laboratorio, será indispensable utilizar equipo de protección. Esto será indicado por el profesor en cada laboratorio en particular, teniendo en consideración los riesgos que tenga el mismo. Esto incluye:

- Uso de anteojos o pantallas de protección en operaciones donde exista riesgo de salpicadura.
- Uso de guantes aislantes o protectores cuando se trabaja con piezas cortantes
- Uso de cascos, mascarillas y calzado especial cuando estos se requieran.

■ Maquinas

En algunas ocasiones no se puede eliminar el riesgo en el origen y por

tanto es necesario utilizar medios de protección colectiva, tales como resguardos o dispositivos de seguridad. El resguardo es un componente de una máquina que se utiliza como barrera material para garantizar la protección. Un dispositivo de protección es aquel que impide que se inicie o se mantenga una fase peligrosa de la máquina, mientras se detecta o sea posible la presencia humana en la zona de peligro.

Por tanto:

- No ponga fuera de servicio los dispositivos de seguridad existentes.
- Utilice correctamente los elementos de seguridad.
- No utilice equipos y maquinaria sin conocer su funcionamiento.
- Antes de realizar cualquier tarea en una máquina, siga atentamente las instrucciones. En caso de duda, pregunte al profesor(as). Desconectar de la red eléctrica las herramientas y equipos antes de proceder al ajuste.
- No reparar, desatascar o limpiar equipo. Notificar la anomalía para que el personal capacitado realice la tarea.
- No bloquear sistemas electrónicos, eléctricos, mecánicos, etc.

Bibliografía