



**ECITEC**  
Escuela de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología  
Unidad Valle de las Palmas



**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA (ECITEC)**  
**UNIDAD VALLE DE LAS PALMAS**

**Mediciones Electrónicas (11903)**

**Manual de Practicas de Laboratorio**

Ingeniero en Mecatrónica

Plan de Estudios 2009-2

Elaboró: M.C. Patricia Avitia Carlos

Fecha de revisión: 01/08/2016



## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
1	Medidores Electrónicos Digitales		2

### 1 INTRODUCCIÓN

Al trabajar con circuitos y equipos eléctricos se emplean corrientes que pueden ir desde unos cuantos miliamperes hasta cientos de amperes. La circulación de corriente eléctrica por el cuerpo humano puede causar daños graves e incluso mortales. Es por ello imprescindible que quien trabaje con electricidad conozca las medidas de seguridad que deben emplearse en la operación y manipulación de equipo energizado.

Todos los circuitos y equipos eléctricos requieren para su adecuado funcionamiento del uso de fuentes de poder, algunos de corriente directa y otros de corriente alterna. La pila, la batería y el acumulador son las alternativas más comunes de fuentes de corriente directa, estos generan energía a partir de reacciones electroquímicas para suministrar potencia al circuito. Por otro lado, al dispositivo que se emplea para convertir la corriente de línea de 60 Hertz a corriente directa a niveles de voltaje y corrientes necesarios se les llama fuentes de poder de corriente directa (cd). Con estos últimos se trabajara en el desarrollo de prácticas durante el semestre y deben ser operados de manera adecuada, sin poner en riesgo la integridad propia o de los compañeros.

### 2 COMPETENCIA

- Conocer los efectos nocivos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano y reconocer la importancia de trabajar con medidas de seguridad.
- Emplear la fuente de poder de corriente directa para alimentar circuitos electrónicos, trabajando ordenadamente y con disciplina.
- Emplear el DVM para realizar mediciones electrónicas de resistencia, corriente y voltaje, con responsabilidad y disposición al trabajo de equipo.



## Manual de prácticas de laboratorio

### 3 FUNDAMENTO

#### Seguridad eléctrica en instrumentos electrónicos.

El cuerpo humano emplea corrientes eléctricas (iónicas) para comunicar internamente información sensitiva y motora. La circulación de corrientes eléctricas ajenas a esas corrientes internas puede producir alteraciones graves, incluso letales, según su intensidad, frecuencia, duración y los órganos afectados. Las frecuencias más peligrosas son, casualmente, las de 50Hz y próximas. La corriente continua es algo menos peligrosa y las corrientes de más de 100 kHz producen sobre todo calentamiento. La piel seca es un aislante y constituye el primer nivel de protección frente a los contactos eléctricos (Pallás Areny, 2007, p. 83).

1mA 50 Hz

- A través de las yemas de los dedos se percibe sin dificultad.

10 mA

- A través del brazo hacen contraer sus músculos y si se estaba agarrando un conductor impide soltarlo.

100 mA

- A través del corazón desencadenan una contracción arrítmica (fibrilación) que no se detiene al interrumpir la corriente y lleva en poco tiempo a la muerte.

1A

- Puede producir contracciones musculares bruscas, paradas respiratorias y también bloquear la contracción del miocardio.

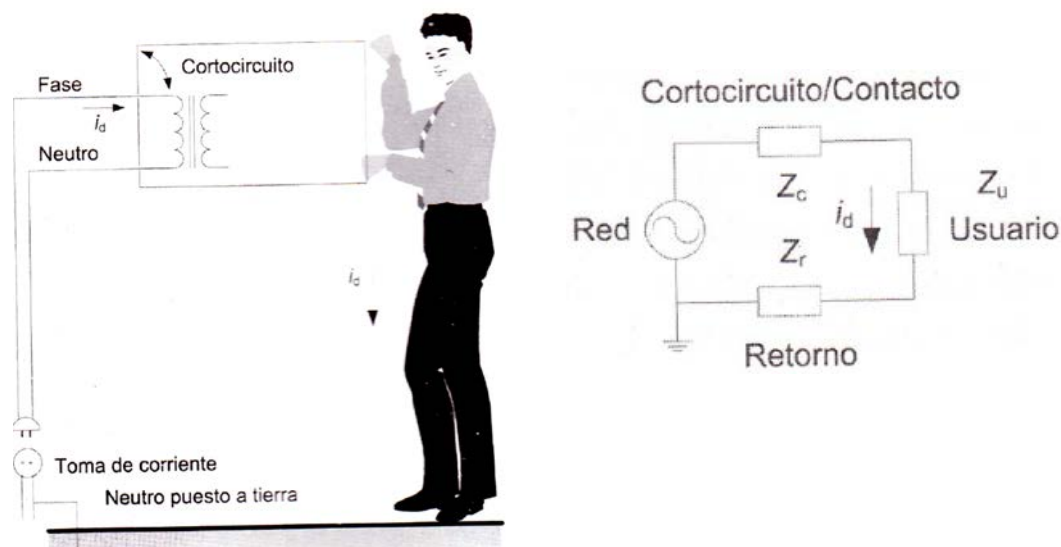
>1mA/mm<sup>2</sup>

- Queman la piel.



## Manual de prácticas de laboratorio

La figura a continuación representa un defecto en la entrada de tensión de un aparato y el circuito equivalente correspondiente. Hay una fuente de energía eléctrica (la red eléctrica en el peor caso), una impedancia de contacto con el usuario  $Z_c$ , la impedancia del propio usuario  $Z_u$  y la impedancia del retorno a la red  $Z_r$ . Por razones de seguridad el conductor neutro de la red está conectado a tierra (masa conductora de la Tierra).



$Z_r$  es muy pequeña si el usuario está en contacto con una superficie conductora.  $Z_c$  puede ser un cortocircuito franco entre un conductor activo y la envolvente metálica.  $Z_u$  puede ser de tan sólo  $1k\Omega$  si la piel está húmeda. Para una tensión de red de 230V, el resultado puede ser una corriente  $i_d$  superior a 200 mA, que conlleva un riesgo de electrocución.

### Código de colores para resistencias.

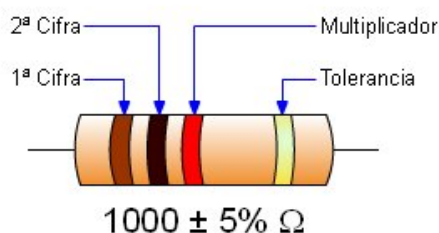
El valor de las resistencias comerciales empleadas en electrónica de circuitos puede conocerse a través del uso de su código de colores. El código de colores consiste en la existencia de franjas de colores en el cuerpo de la resistencia cuya posición y color nos indican un equivalente numérico. Su interpretación resulta sencilla y útil para los casos en que no es posible medir su valor empleando un instrumento. Sólo hay que recordar que existen diferencias de construcción y desgaste entre los valores nominal y real de estos y otros dispositivos electrónicos.



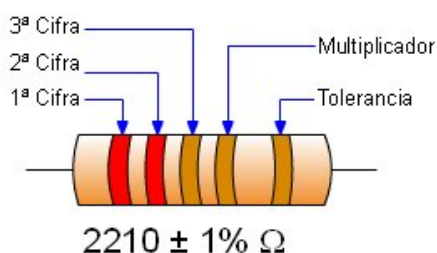
## Manual de prácticas de laboratorio

### Código de colores

#### Resistencia normal

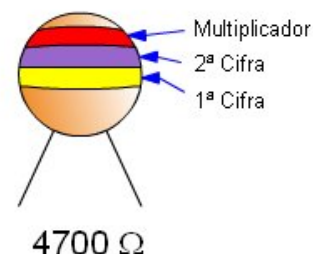


#### Resistencia de precisión



	1ª Cifra	2ª Cifra	3ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
NEGRO	0	0	0	x1	
MARRÓN	1	1	1	x10	$\pm$ 1%
ROJO	2	2	2	x100	$\pm$ 2%
NARANJA	3	3	3	x1.000	
AMARILLO	4	4	4	x10.000	
VERDE	5	5	5	x100.000	$\pm$ 0,5%
AZUL	6	6	6	x1.000.000	
VIOLETA	7	7	7	Oro x0,1	Oro $\pm$ 5%
GRIS	8	8	8	Plata x0,01	Plata $\pm$ 10%
BLANCO	9	9	9		Sin color $\pm$ 20%

#### Resistencia NTC



## 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A	EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
	<p><b>Un salón con mesas básicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Fuente de poder de corriente directa</li> <li>1 DVM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Protoboard (tablero de conexiones)</li> <li>2 Cables de alimentación con punta caimán</li> <li>2 Resistencias de 1 K<math>\Omega</math></li> <li>5 Resistencias de varios valores</li> </ul>



**Manual de prácticas de laboratorio**

**B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

**Ejercicio 1) Medición de resistencia del cuerpo humano.**

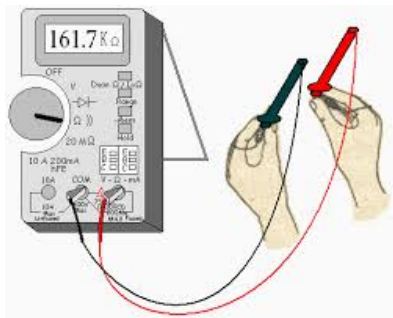


Figura 1

Empleando un multímetro digital, mida la resistencia para cada uno de los integrantes del equipo como se muestra en la figura 1 y anote los resultados en la siguiente tabla.

No	ESTUDIANTE (Apellidos, Nombre)	RESISTENCIA MEDIDA
1		
2		
3		
4		

Tabla 1

Responda las siguientes preguntas:

- ~ Si accidentalmente hiciera contacto cerrando el circuito del voltaje de línea, ¿cuánta corriente circularía por el estudiante número dos?
- ~ ¿A qué se deben las diferencias en la medición de resistencia entre estudiantes?

**Ejercicio 2) Medición de resistencia.**

Para un grupo aleatorio de resistencias llene la tabla que muestra a continuación empleando el código de colores.

R	1a Franja	2da Franja	3ra Franja	4ta Franja	Valor de resistencia	Valor medido	Tolerancia
R <sub>1</sub>							
R <sub>2</sub>							
R <sub>3</sub>							
R <sub>4</sub>							
R <sub>5</sub>							

Tabla 2



## Manual de prácticas de laboratorio

### Ejercicio 3) Medición de voltaje y corriente.

Paso 1. El maestro hará una breve descripción del funcionamiento de la Fuente de Poder y del DVM.

Paso 2. Arme el circuito indicado en la Figura 2, y lleve a cabo las mediciones indicadas en la tabla 1.

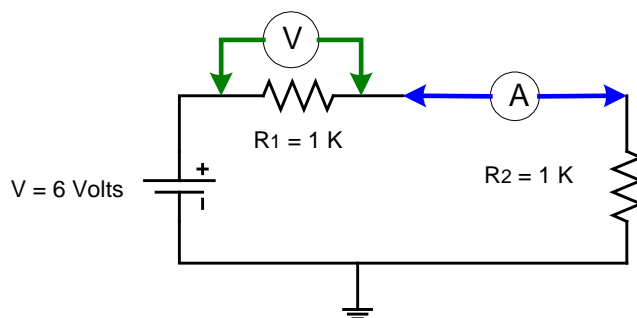


Figura 2

	Teórico	Laboratorio	% Error
$V_{R1}$			
$V_{R2}$			
$I$			

Tabla 3

### Ejercicio 4) Medidas de seguridad al manipular instrumentos electrónicos.

Junto a su equipo investigue al menos 5 recomendaciones de seguridad para operar equipo electrónico y realizar mediciones. Intégrelas en su reporte de práctica.



## Manual de prácticas de laboratorio

### CÁLCULOS Y REPORTE

### 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6 ANEXOS Y REFERENCIAS

Pallás Areny, R. (2007). *Instrumentos electrónicos básicos*. México DF: Alfaomega.

- Agregue la bibliografía empleada por el equipo -





## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
2	Medidores Electrónicos Digitales		2

### 1 INTRODUCCIÓN

Las mediciones de voltaje y corriente son las más comunes en el campo de la electrónica. Los medidores se agrupan en dos clases generales: analógicos y digitales. Aquellos tipos que utilizan movimientos electromecánicos y agujas para indicar en un tablero graduado la cantidad que se mide pertenecen a la clase analógica. Aquellos que muestran su indicación como una lectura numérica en una pantalla electrónica son de la clase digital. En la presente práctica trabajaremos con medidores digitales.

### 2 COMPETENCIA

- Emplear la fuente de poder de corriente directa para alimentar circuitos electrónicos, trabajando ordenadamente y con disciplina.
- Emplear el DVM para realizar mediciones electrónicas de resistencia, corriente y voltaje, con responsabilidad y disposición al trabajo de equipo.

### 3 FUNDAMENTO

#### Medidores analógicos.

Los medidores que pertenecen a la clase análoga consisten básicamente de un amplificador conectado a un movimiento tipo D'Arsonval, el cual deflexiona una aguja en función de la corriente que circula a través de su bobina.

Los medidores analógicos se dividen en tres categorías:

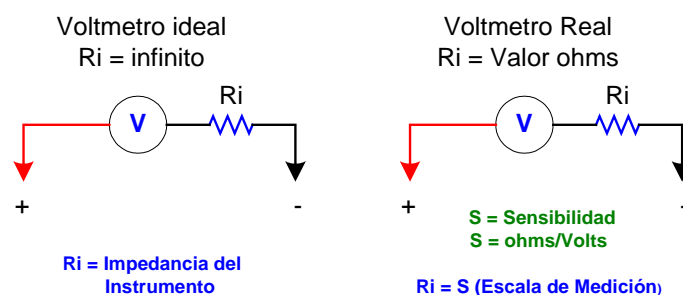
- Medidores para propósitos múltiples* – Capaces de medir voltajes de corriente directa (cd) y corriente alterna (ca) y, en algunos medidores, es posible medir amperes de corriente alterna.
- Medidores de corriente alterna (ca) de alta sensibilidad* – para la medición de voltajes de corriente alterna.



## Manual de prácticas de laboratorio

3. *Medidores de corriente directa (cd) de alta sensibilidad* - para la medición de voltajes y corrientes de cd. Algunas características de los "VOM" son :

- Es sencillo simple y barato de los instrumentos de medición.
- No requiere de alimentación de corriente alterna, en la medición de voltaje y corriente lo hace directamente, y en la medición de resistencia utiliza unas baterías que se encuentran dentro del instrumento.
- Es portátil
- No existen lazos de tierra.



Representación Esquemática de un Voltmetro

### *Impedancia de los VOM's :*

La impedancia de los VOM's esta determinada por el tipo de construcción del cual están hechos. Normalmente, los fabricantes especifican la impedancia del instrumento cuando es usado como amperímetro, la cual debe de ser baja, y cuando es usado para medir voltaje se utiliza un parámetro que se denomina "sensibilidad"

Cuando se va a medir corriente, la impedancia del instrumento debería de ser cero (idealmente), más sin embargo, el instrumento tiene una baja resistencia la cual, bajo ciertas circunstancias, puede afectar en la medición de dicha variable.

En el caso de medición de voltaje la impedancia del instrumento debería de ser infinita, en realidad la impedancia del voltmetro tiene un valor, el cual depende de la escala que se va a utilizar (en el caso de los VOM's). El fabricante proporciona la Sensibilidad (S) del instrumento, el cual viene indicado en la carátula del instrumento o en el manual de uso, sus unidades son de  $\Omega/\text{volts}$ . Existen en el mercado instrumentos con sensibilidades de 5,000  $\Omega/\text{volts}$ ; 10,000  $\Omega/\text{volts}$  ó 25,000 $\Omega/\text{volts}$ .



## Manual de prácticas de laboratorio

En el caso de que tengamos un voltmetro con una  $S=25,000 \Omega/\text{volts}$  y se va a usar la escala de 50 Volts, la impedancia del instrumento sería:

$$R_i = ( 25,000 \Omega/\text{Volts} ) ( 50 \text{ Volts} ) = 1.25 \text{ M}\Omega$$

**Este valor dista mucho de ser infinito.**

### Medidores Digitales.

Además de los medidores analógicos, también existen los digitales; siendo los más comunes actualmente estos muestran la lectura en una pantalla numérica. Las características de estos instrumentos son las siguientes :

- a. La lectura es numérica, lo cual tiene la ventaja que únicamente se requiere leer el valor indicado en la pantalla y ver sus unidades.
- b. No le afecta la polaridad de la medición, ya que en caso de invertir las puntas del instrumento, el indicador numérico nos mostrará la medición anteponiéndole un signo menos ( - ).
- c. En algunos casos son portátiles.
- d. Pueden medir valores de voltaje y amperes tanto en corriente directa (CD) como en alterna (CA).
- e. Tienen protección contra sobrerango o sobrecargas.
- f. Son fáciles de manejar.
- g. Existen en el mercado aparatos de bajo costo.
- h. Tienen una exactitud del  $\pm 1 \%$ , y en algunos casos menor a ésta.
- i. No existen lazos de tierra (en medidores portátiles).

#### 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<p><b>Un salón con mesas básicas:</b></p> <p>1 Fuente de poder de corriente directa 1 DVM</p>	<p>1 Protoboard (tablero de conexiones) 2 Cables con cabeza caimán Resistencias de varios valores</p>



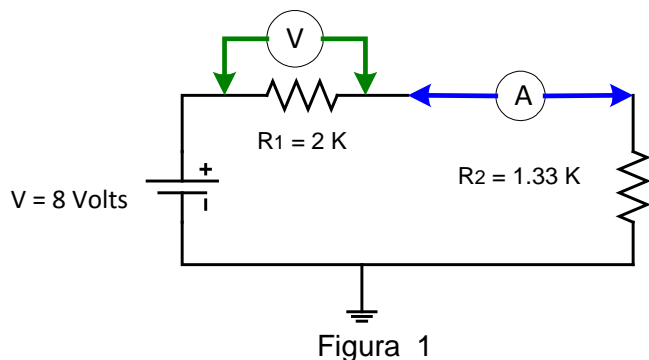
## Manual de prácticas de laboratorio

### B

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

#### Ejercicio 1) Medición de voltaje y corriente en Corriente Directa.

Paso 1. Arme el circuito indicado en la Figura 1, y lleve a cabo las mediciones indicadas en la Tabla 1.



	Teórico	Laboratorio	% Error
$R_1$			
$R_2$			
$V_{R1}$			
$V_{R2}$			
$I$			

Tabla 1

Paso 2. Arme el circuito indicado en la Figura 2, y lleve a cabo las mediciones indicadas en la Tabla 2.

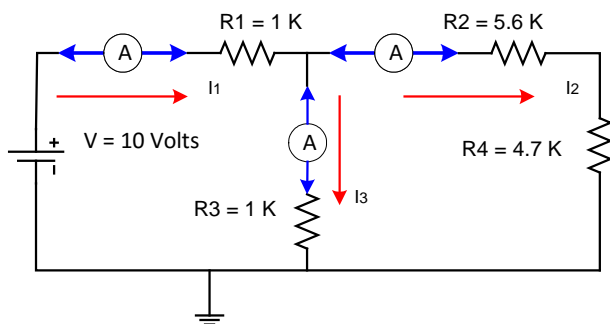


Figura 2

	Teórico	Laboratorio	% Error
$R_1$			
$R_2$			
$R_3$			
$R_4$			
$V_{R1}$			
$V_{R2}$			
$V_{R3}$			
$V_{R4}$			
$I_1$			
$I_2$			
$I_3$			

Tabla No. 2



## Manual de prácticas de laboratorio

**Ejercicio 2) Empleando un DVM, mida el voltaje de línea (tomacorrientes de la pared).**

**MUY IMPORTANTE:** Antes de realizar la medición debe verificar que las puntas se encuentren colocadas en la entrada de medición de voltaje y el selector en voltaje de ca.

Anexe fotografía a su reporte de la medición realizada. Llene la siguiente tabla con el valor medido:

Voltaje RMS	Voltaje Promedio	Voltaje Pico	Voltaje Pico-Pico

**Ejercicio 3) Junto a su equipo investigue a qué hace referencia el término “Efecto de Carga” al emplear instrumentos de medición.**

### CÁLCULOS Y REPORTE

### 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6 ANEXOS



## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
3	Transductores I		1.5

### 1 INTRODUCCIÓN

Un transductor eléctrico es un dispositivo que convierte el valor de una variable controlada a una señal eléctrica. Los transductores pueden clasificarse de acuerdo a la variable a medir o al principio físico bajo el que funcionan. En la presente práctica se emplearan sensores basados en principios resistivo y electromagnético: potenciómetros y sensores reed.

### 2 COMPETENCIA

- Construir y analizar el comportamiento eléctrico de circuitos que incluyen transductores, trabajando de manera ordenada y responsable.
- Identificar las características de operación y respuesta de un sensor Reed con actitud proactiva y sentido crítico.

### 3 FUNDAMENTO

Un potenciómetro consiste en un cuerpo (linear o tiroide) construido por un alambrado o una capa de material conductor. Un eje deslizante se mueve a lo largo del cuerpo conductor actuando como un contacto eléctrico móvil produciendo en consecuencia una variación en la resistencia medida entre sus terminales. Los sensores de desplazamiento potenciométrico pueden conectarse de dos maneras distintas: como potenciómetro o como reóstato. En la conexión de reóstato mostrada en la Figura 1b, el dispositivo actúa como una resistencia variable (dos terminales); en modo de potenciómetro como el mostrado en la Figura 1a puede emplearse para construir divisores de voltaje (configuración de dos puertos).

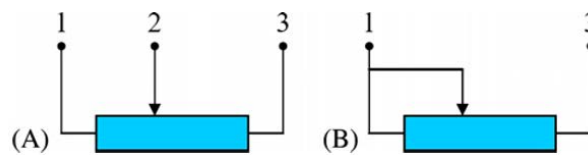


Figura 1. Sensor potenciométrico de desplazamiento.



## Manual de prácticas de laboratorio

Otro tipo de sensor, el tipo Reed consta de dos electrodos fijos en los extremos de un bulbo generalmente de vidrio transparente, acoplados a estos electrodos hay dos láminas separadas una de las cuales está construida muy flexible de un material ferromagnético. Cuando se acerca un imán al relé, la atracción sobre la lámina ferromagnética la encorva y se produce el contacto con la otra lámina cerrando el circuito. Si se separa el imán, de nuevo vuelve la lámina atraída a su posición original y el circuito se abre. Esta situación se muestra en la Figura 2.

Estos sensores son muy frágiles y susceptibles a daños por vibraciones o golpes, por lo que se debe ser cuidadoso al manipularlos.

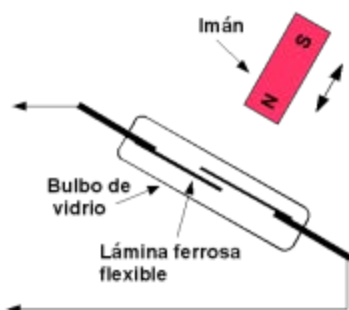


Figura 2. Sensor Reed

### 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<p><b>Un salón con mesas básicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1 Fuente de poder de corriente directa</li><li>1 DVM</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>1 Protoboard (tablero de conexiones)</li><li>2 Cables punta caimán</li><li>1 Imán permanente</li><li>1 Potenciómetro de 10 K<math>\Omega</math></li><li>1 Sensor Reed</li><li>Resistencias varias</li></ul>



## Manual de prácticas de laboratorio

### B

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

#### Ejercicio 1) Empleo de potenciómetro.



- a) Utilizando un DVM, identifique cuáles son las terminales fijas y cuál la terminal variable del potenciómetro.
- b) Utilizando un DVM mida la resistencia entre las terminales del potenciómetro y llene la siguiente tabla.

Figura 3

<b>Resistencia máxima</b>	
<b>Resistencia mínima</b>	
<b>Resistencia máxima (nominal)</b>	
<b>% Error para valor máximo de escala</b>	
<b>Variación mínima</b>	

Tabla 1

- c) Construya un divisor de voltaje empleando un potenciómetro de  $10\text{k}\Omega$  como se muestra en la Figura 4. Llene la Tabla 2 con los valores solicitados.

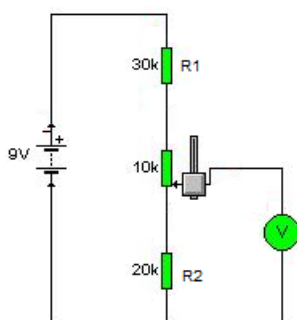


Figura 4

	<b>V medido</b>
<b>Resistencia mínima</b>	
<b>Resistencia máxima</b>	
<b>25% Resistencia máxima</b>	

Tabla 2

- d) Junto a su equipo dibuje un esquemático general de cómo podría utilizar un potenciómetro para medir el nivel de líquido de un tanque e inclúyalo en su reporte.





## Manual de prácticas de laboratorio

### Ejercicio 2) Sensor Reed.

- Para el sensor Reed proporcionado, verifique con un DVM la continuidad entre terminales sin la presencia del imán. ¿Existe continuidad?\_\_\_\_\_
- Repita el paso anterior acercando el sensor Reed al imán. ¿Existe continuidad?\_\_\_\_\_
- ¿A qué distancia del sensor debe colocar el imán para que éste conmute?
- Para un sensor simple de abierto-cerrado tal como un relé Reed este indicador puede ser tan simple de utilizar como LED. Construya el circuito de la Figura 5 utilizando un LED y resistencia limitadora. Muestre al docente su funcionamiento.

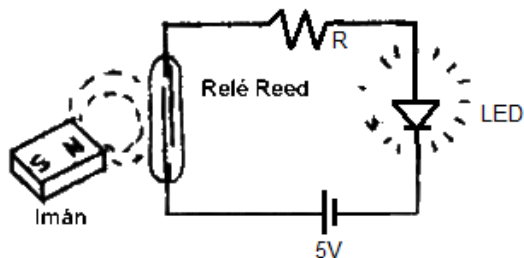


Figura 5.

**Ejercicio 3) Junto a su equipo investigue al menos 2 aplicaciones de cada uno de los transductores vistos en esta práctica.**

### CÁLCULOS Y REPORTE

### 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6 ANEXOS



## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
4	Transductores II		2

### 1 INTRODUCCIÓN

Un transductor eléctrico es un dispositivo que convierte el valor de una variable controlada a una señal eléctrica. Los transductores pueden clasificarse de acuerdo a la variable a medir o al principio físico bajo el que funcionan.

Un termistor es un sensor de temperatura construido a partir de un material semiconductor cuya resistencia varía con la temperatura. Actualmente es posible encontrarlos como circuitos integrados, ejemplo de ello es el CI LM35 que se empleará en esta práctica y el cual cuenta con posibilidades de aplicación en cualquier tipo de sensado de temperatura en los rangos de funcionamiento.

Otro dispositivo muy común es el diodo emisor de luz (LED). Este es una fuente luminosa de estado sólido empleada como iluminación o indicador, que ha reemplazado a los focos en diversas aplicaciones debido a las siguientes ventajas:

1. Consumen poco voltaje
2. Su vida útil es muy larga (más de 20 años)
3. Su tiempo de conmutación es muy breve (nanosegundos)

Mediante elementos tales como el galio, el arsénico y el fósforo, se producen LEDs que radian luz roja, verde, amarilla o infrarroja. Los LED que producen radiación visible se utilizan en pantallas de instrumentos, calculadoras y relojes digitales.

### 2 COMPETENCIA

- a) Construir y analizar el comportamiento eléctrico de circuitos con resistencias y diodos semiconductores, trabajando de manera ordenada y responsable.
- b) Identificar las características de operación y respuesta de un transductor de temperatura con actitud proactiva y sentido crítico.

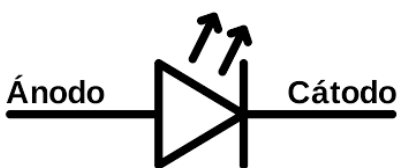


## Manual de prácticas de laboratorio

### 3 FUNDAMENTO

#### Diodo Emisor de Luz (LED).

Los LED se fabrican empleando materiales semitransparentes en lugar de silicio y en un LED en polarización directa se irradia calor y luz cuando los electrones libres y los huecos se recombinan en la unión. Como el material es semitransparente, parte de la luz se irradia al medio externo. El símbolo esquemático del LED se presenta en la siguiente figura:



La caída de voltaje característica de los LED es de 1.5 a 2.5V para corrientes entre 10 y 40 mA. La caída de voltaje exacta dependerá del color, tolerancia y otros factores. Para efectos de la realización de esta práctica consideraremos que el diodo requiere una tensión mínima de activación de 2V.

El valor de la especificación de voltaje inverso es bajo. Es decir, si por accidente se aplica un voltaje inverso mayor a 3V se podrían destruir o degradar las características del LED. Una manera de proteger un LED es conectar en paralelo un diodo rectificador, cuyo voltaje de barrera evita que el voltaje inverso del LED rebese ese valor.

#### Sensor de temperatura LM35

Son sensores de temperatura en un circuito integrado con una salida de voltaje linealmente proporcional a la temperatura en grados Centígrados. A diferencia de otros sensores, el LM35 tiene una salida lineal y baja impedancia de salida. No requiere calibración ni disparo externos. Sus aplicaciones incluyen prácticamente cualquier tipo de sensado de temperatura en rangos de  $-55^{\circ}\text{C}$  a  $150^{\circ}\text{C}$ .

Consiste en un circuito diodo Zener cuyo voltaje de salida es proporcional a la temperatura que detecta, teniendo un voltaje de  $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ .

La siguiente figura presenta las terminales de un circuito integrado LM35 del fabricante National Instruments.





## Manual de prácticas de laboratorio

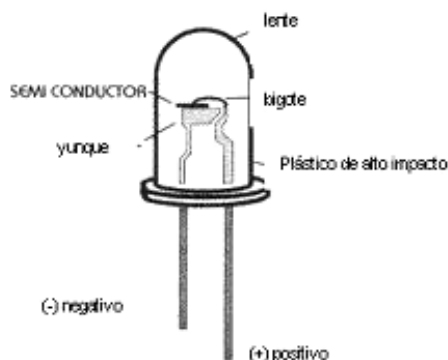
### 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A	EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
	<p><b>Un salón con mesas básicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>1 Fuente de poder de corriente directa</li><li>1 DVM</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>1 Protoboard (tablero de conexiones)</li><li>1 Par de puntas para DVM</li><li>2 Caimanes</li><li>1 LED Rojo</li><li>1 LED Verde ó Amarillo</li><li>1 Potenciómetro de 1 K<math>\Omega</math></li><li>1 Resistencia de 100<math>\Omega</math></li><li>1 IC LM35</li><li>Resistencias varias</li></ul>

### B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

#### Ejercicio 1) Circuitos con resistencias y diodo emisor de luz.

- a) Identifique el ánodo y cátodo del LED que empleara. Para ello observe que un lado de la base tiene un extremo plano (yunque), éste es el cátodo. En algunos LED la conexión del cátodo es ligeramente más corta que la del ánodo. Esta es otra manera de identificar el cátodo, aunque no debe confiarse de ello cuando se trata de un LED que ya ha sido usado puesto que sus terminales pueden haber sido recortadas.



- b) Construya el circuito de la Figura 1(a) empleando  $V=5V$  cd, un LED Rojo y una resistencia que se encuentre en el rango de valores  $150\Omega \leq R \leq 330\Omega$ . Mida el voltaje y corriente de cada elemento del circuito y complete la Tabla 1.



## Manual de prácticas de laboratorio

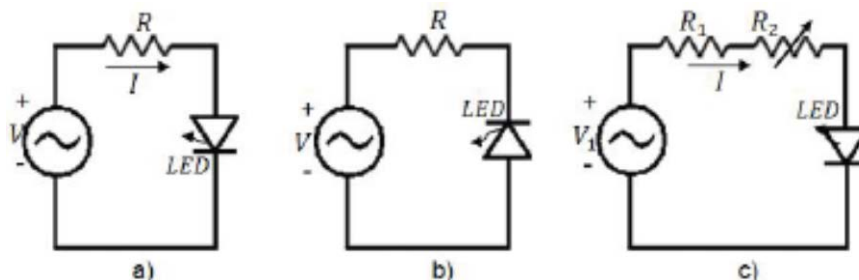


Figura 1. Circuito con resistencia y diodo emisor de luz (LED). A) Polarización Directa; B) Polarización inversa y c) LED en polarización directa con control de intensidad de luz.

- c) Construya el circuito de la Figura 1(b) empleando  $V=5V$  cd, un LED Rojo y la misma resistencia del paso anterior. Mida el voltaje y corriente de cada elemento del circuito y complete la Tabla 1.

	a		b	
	R	LED Rojo	R	LED Rojo
<b>Voltaje calculado*</b>				
<b>Voltaje medido</b>				
<b>Corriente calculada</b>				
<b>Corriente medida</b>				
<b>Potencia calculada</b>				
<b>Potencia con los valores medidos</b>				

\*Nota: para efectos de cálculo de voltaje y corriente en el lazo, sustituya el diodo en polarización directa por una fuente de cd con valor de 0.7V y por un circuito abierto en polarización inversa.

Tabla 1. Medición de voltaje y corriente en un LED con polarización directa e inversa.

- d) Construya el circuito de la Figura 1(c) empleando  $V=5V$  cd, LED Rojo,  $R_1=100\Omega$  y la resistencia variable  $R_2$  (potenciometro). Mida el voltaje y corriente con los valores máximo, mínimo y medio de  $R_1 + R_2$  y complete la Tabla 2.



## Manual de prácticas de laboratorio

	$R_1 + R_2$	LED Rojo
<b>Resistencia mínima</b>		-----
<b>Voltaje mínimo calculado</b>		
<b>Voltaje mínimo medido</b>		
<b>Corriente mínima calculada</b>		
<b>Corriente mínima medida</b>		
<b>Potencia mínima calculada</b>		
<b>Potencia con los valores mínimos medidos</b>		
<b>Resistencia media</b>		-----
<b>Voltaje medio calculado</b>		
<b>Voltaje medio medido</b>		
<b>Corriente media calculada</b>		
<b>Corriente media medida</b>		
<b>Potencia media calculada</b>		
<b>Potencia con los valores medios medidos</b>		
<b>Resistencia máxima</b>		-----
<b>Voltaje máximo calculado</b>		
<b>Voltaje máximo medido</b>		
<b>Corriente máxima calculada</b>		
<b>Corriente máxima medida</b>		
<b>Potencia máxima calculada</b>		
<b>Potencia con los valores máxima medidos</b>		

Tabla 2. Medición de voltaje y corriente en un LED con polarización directa y resistencia reguladora variable.

- e) En el circuito anterior, sustituya el LED Rojo por uno Verde o Amarillo. Mida el voltaje y corriente con el valor **medio** de  $R_1 + R_2$  y complete la Tabla 3.

	LED Verde o Amarillo
<b>Voltaje medio medido</b>	
<b>Corriente media medida</b>	
<b>Potencia con los valores medios medidos</b>	

Tabla 3. Medición de voltaje y corriente en un LED Verde o Amarillo, con polarización directa y resistencia reguladora variable.

¿Cómo se comparan estos valores a los obtenidos al emplear el LED Rojo? Explique.



## Manual de prácticas de laboratorio

### Ejercicio 2) Sensor de temperatura IC LM35.

- a) Construya el circuito de la Figura 2 empleando  $V=5V$  cd y **una corriente limitada** (máximo 20mA).

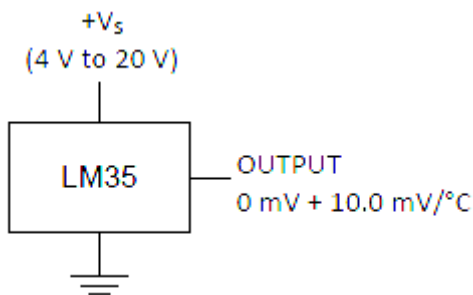


Figura 2. Polarización del IC LM35

- b) Una vez polarizado mida el voltaje en la terminal de salida a temperatura ambiente. Anote los resultados en la Tabla 4.
- c) Presione con sus dedos la cabeza del sensor durante 30seg para incrementar la temperatura y mida nuevamente el voltaje en la terminal de salida. Anote los resultados en la Tabla 4.
- d) Enfríe la cabeza del sensor desconectándolo (no olvide desenergizar el circuito previamente) y acercándolo a un hielo. Vuelva a conectarlo y una vez alimentado mida el voltaje en la terminal de salida. Anote los resultados en la Tabla 4.
- e) Caliente la cabeza del sensor acercando una cerilla o encendedor manual. Tenga cuidado de no acercarlo demasiado pues puede dañarlo. Mida el voltaje en la terminal de salida y anote los resultados en la Tabla 4.

	$V_{out}$	Temperatura calculada
Temperatura Ambiente		
Calentamiento manual		
Enfriado en hielo		
Calentamiento por cerillo o encendedor		

Tabla 4. Medición de voltaje de salida y cálculo de temperatura en un LM35.



## Manual de prácticas de laboratorio

- f) Calcule las temperaturas empleando los voltajes medidos y la ecuación lineal de salida mostrada en la Figura 2. Complete la tabla 4.
- g) Utilizando los 4 puntos de la Tabla 4, dibuje la gráfica de Temperatura Vs. Voltaje de salida del sensor y anéxela a su reporte. ¿Qué tan lineal es la salida del sensor?

**Ejercicio 3) Junto a su equipo investigue al menos 2 transductores adicionales empleados para medir temperatura. Incluya su definición y ventajas o desventajas al compararlos con el IC LM35.**

### CÁLCULOS Y REPORTE

### 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6 ANEXOS





## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
5	Uso del Generador de Funciones y Osciloscopio		2

### 1 INTRODUCCIÓN

El osciloscopio es un instrumento electrónico de medición, que si bien directamente solo mide voltajes, puede medir indirectamente una gran cantidad de magnitudes físicas, siempre y cuando se pueda asociar un voltaje directamente proporcional a la magnitud de interés. Esto hace que el osciloscopio sea utilizado en casi cualquier disciplina, desde aplicaciones de ingeniería eléctrica, hasta mediciones en medicina, etc.

A diferencia de un multímetro o un voltímetro normal, que solamente dan información de los valores promedios de voltaje o valores picos, los osciloscopios permiten visualizar el comportamiento de una señal a medida que transcurre el tiempo, es decir, en su pantalla muestra la señal de voltaje en función del tiempo. Además permite visualizar gráficas de  $V_y$  vs  $V_x$ , gráficas de un voltaje en función de otro. Esto es muy útil para efectos de simulación en una gran cantidad de fenómenos.

Por otra parte, el generador de funciones es un instrumento que proporciona señales eléctricas. En concreto, se utiliza para obtener señales periódicas (la tensión varía periódicamente en el tiempo) controlando su periodo (tiempo en que se realiza una oscilación completa) y su amplitud (máximo valor que toma la tensión de la señal). Típicamente, genera señales de forma cuadrada, triangular y la sinusoidal, que es la más usada.

### 2 COMPETENCIA

- Construir y analizar el comportamiento eléctrico de circuitos RC, trabajando de manera ordenada y responsable.
- Conocer los principios de operación del osciloscopio y generador de funciones con actitud proactiva y sentido crítico.



## Manual de prácticas de laboratorio

### 3 FUNDAMENTO

#### a) OSCILOSCOPIO



Figura 1. Osciloscopio Digital

El osciloscopio es un instrumento capaz de medir voltaje de pico, voltaje de pico a pico, tiempo y grados de diversas señales como son: senoidales, triangulares, cuadradas y señales de directa y, en algunas ocasiones, señales de alterna montadas sobre un nivel de directa.

Los osciloscopios pueden ser analógicos o digitales (Figura 1). Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada (que es continua y de ahí que el osciloscopio sea analógico) que una vez amplificada desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcional a su valor. Por el contrario, los osciloscopios digitales utilizan previamente un conversor analógico-digital para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Las precauciones que siempre se tienen que tomar en cuenta al momento de utilizar el osciloscopio son las siguientes:

- Se debe de medir conectando la entrada en paralelo al elemento del que desea medir el voltaje.
- El amplificador vertical debe de seleccionarse en la escala más grande, siempre y cuando se desconozca el valor que se va a medir e ir cambiando la escala si lo permite la lectura anterior.
- Leer siempre de un  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de escala completa.
- En el momento de conectar el osciloscopio siempre se debe de verificar si existe un **lazo de tierra** como **efecto de carga**.

Y ante todo, antes de energizar el instrumento se debe de realizar lo siguiente:

- Todos los potenciómetros como control de la *intensidad*, *control del foco*, *controles de posición tanto horizontal como el vertical* de cada canal se deben de poner a la mitad de su recorrido, con la finalidad de que el haz de electrones incida o choque al centro de la pantalla.



## Manual de prácticas de laboratorio

- Poner en *disparo automático*.
- Seleccionar el canal uno, canal dos o ambos, en cada canal se debe de seleccionar la escala de voltaje y la base de tiempo a utilizar.
- Para asegurarnos de tener diez periodos completos de la señal a medir en la pantalla del osciloscopio, se debe de hacer lo siguiente: Sacar el inverso de la frecuencia para obtener el tiempo, siendo el valor en que se debe de seleccionar la base de tiempo. Si deseamos ver uno o menos periodos se debe de disminuir la escala de la base de tiempo.
- Seleccionar AC, DC, GND de cada amplificador vertical que se utiliza. Debe de observar que AC no significa Corriente Alterna, así como DC Corriente Directa, los conceptos reales son **Acoplamiento Capacitivo** y **Acoplamiento Directo**.
- Es importante calibrar los amplificadores verticales y el control de la base de tiempo.

Después de haber efectuado todo lo anterior, se puede proceder a energizar el instrumento. Inmediatamente después compruebe que el haz que se visualiza en la pantalla sea lo más delgado posible y con una intensidad no tan notable, en caso contrario ajuste el foco y el control de la intensidad.

El procedimiento anterior se debe de realizar para cualquier tipo o modelo de osciloscopio que tenga en su mesa de trabajo, algunos de los más comunes que puede tener en su salón de laboratorio.

### b) GENERADOR DE FUNCIONES



Figura 2 Generador de funciones

El generador de funciones es un instrumento de prueba que nos proporciona a la salida Señales de Alterna como: Senoidales, Triangulares y Cuadradas, así como, señales de Directa (ver figura No.1) Es capaz de variar la simetría en un eje de las señales antes mencionadas, así como montadas en un nivel de Directa (Control de Voltaje de Offset). Puede variar la frecuencia en un rango de DC a 2 MHz, si se cuenta con un generador Tektronix o de un rango de DC a 13MHz si se tiene un generador HP; y también la amplitud en dos rangos en un Tektronix y en cuatro rangos en un HP.

Es necesario que localice los siguientes controles en la Figura 2, así como en el instrumento físico:



## Manual de prácticas de laboratorio

1. Selectores de la función.
2. Selectores de la frecuencia y vernier para variarla.
3. Control de amplitud.
4. Control de voltaje de Offset y simetría así como el botón de calibración de estos controles.
5. Control Astable (Run free) si es un HP.
6. Salida de sincronía y la salida principal.
7. Selección de modulación.

El procedimiento de uso de los generadores de funciones es el siguiente:

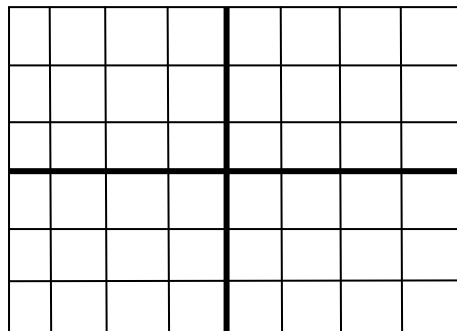
1. Seleccione la función deseada.
2. Oprima el botón correspondiente a la frecuencia y ajuste el vernier.
3. Verifique la calibración del voltaje de offset y simetría y el control del astable (Run free) si es HP.
4. Escoja la escala adecuada de la amplitud de la señal.
5. Conecte los accesorios deseados en la salida principal
6. Verifique que la sección de modulación se encuentre desactivada si es HP.
7. Energice el instrumento.

### 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

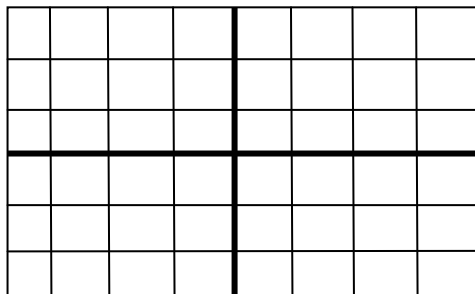
A EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<p><b>Un salón con mesas básicas:</b></p> <p>1 Generador de Funciones 1 Osciloscopio</p>	<p>1 Protoboard (tablero de conexiones) 2 Puntas de prueba para osciloscopio 1 Puntas para DVM 2 Cable con terminal caimán 1 Coaxial con microprueba 1 Capacitor 100<math>\mu</math>F Resistencias varias</p>
B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	
<p><b>Ejercicio 1) Generador de Funciones.</b></p> <p>a) Genere una señal senoidal de 5Vp con un tiempo de 10 ms, use el canal 1 del osciloscopio para visualizarla y dibújela a continuación.</p>	



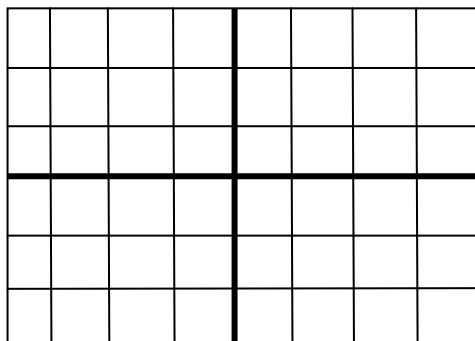
## Manual de prácticas de laboratorio



b) Genere una señal triangular de 2Vpp de amplitud y 5ms de periodo. Use el canal 2 del osciloscopio para visualizarla y dibújela a continuación.



c) Genere dos 2 señales idénticas y obsérvelas simultáneamente en el osciloscopio. Dibuje lo que observa y señale  $V_{pp}$  y T.



### Ejercicio 2) Circuitos resistivo en serie.

- a) Construya el circuito de la Figura 1a) empleando una señal de alimentación del generador de funciones, con  $V_i = 5\text{Sen}(\omega t)$ , con  $f=1\text{kHz}$  y las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  cumpliendo la condición  $2\text{K}\Omega \leq R_1+R_2 \leq 900\text{K}\Omega$ . Mida voltaje y corriente con un DVM y complete la Tabla 1.

NOTA: Antes de alimentar el circuito, verifique en el osciloscopio las características de la señal generada.



Manual de prácticas de laboratorio

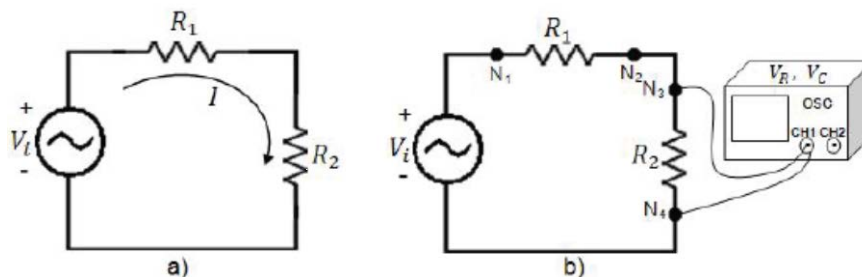


Figura 1. Circuito resistivo en serie.

	$R_1 =$	$R_2 =$
<b>Voltaje calculado</b>		
<b>Voltaje medido</b>		
<b>Corriente calculada</b>		
<b>Corriente medida</b>		
<b>Potencia calculada</b>		
<b>Potencia calculada con los valores medidos</b>		

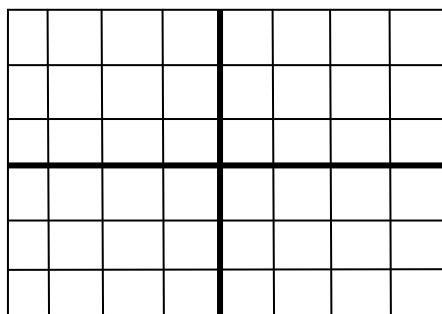
Tabla 1. Medición de voltaje y corriente en circuito 1 empleando DVM.

- b) Conecte la entrada del canal 1 del osciloscopio a las resistencias como se muestra en la Figura 1b. Ajuste la frecuencia del osciloscopio para visualizar en pantalla al menos dos ciclos completos. Ajuste la amplitud del osciloscopio para visualizar adecuadamente el  $V_{pp}$  de la forma de onda. A partir de la medición en el osciloscopio complete la Tabla 2.

	$R_1 =$	$R_2 =$
<b>Voltaje RMS calculado</b>		
<b>Voltaje RMS medido</b>		
<b>Voltaje Pico-Pico calculado</b>		
<b>Voltaje Pico-Pico medido</b>		

Tabla 2. Medición de voltaje y corriente en el circuito 1 empleando osciloscopio.

- c) Dibuje la forma de onda observada en el osciloscopio al conectar  $R_2$ .





Manual de prácticas de laboratorio

Ejercicio 3) Circuitos resistivo-capacitivo (RC) en serie.

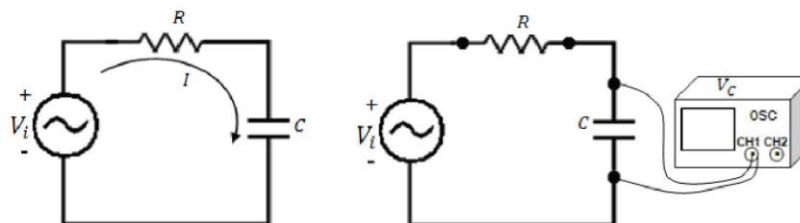


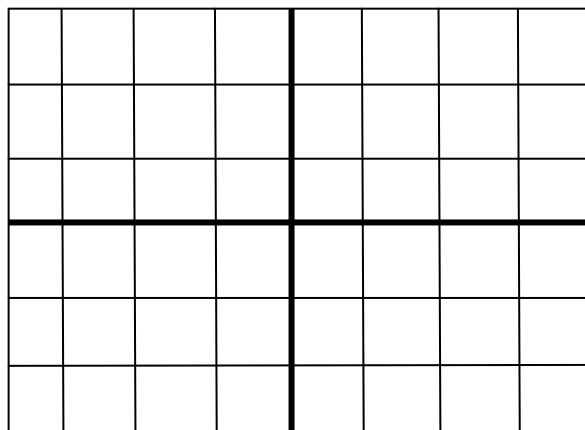
Figura 2. Circuito RC en serie.

- a) Construya el circuito de la Figura 2 empleando una señal de alimentación del generador de funciones, con  $V_i = 5 \text{ Sen}(wt)$ , con  $f=1\text{kHz}$  y las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  cumpliendo la condición  $2\text{K}\Omega \leq R_1+R_2 \leq 900\text{K}\Omega$  y con  $C=100\mu\text{F}$ . Mida el voltaje con el osciloscopio y complete la Tabla 3.

	R=	C =
<b>Voltaje calculado</b>		
<b>Voltaje medido con Osciloscopio</b>		
<b>Corriente calculada</b>		
<b>Corriente medida con DVM</b>		

Tabla 3. Medición de voltaje y corriente en el circuito 2 empleando osciloscopio y DVM.

- b) Dibuje la forma de onda observada en el osciloscopio al medir el voltaje en C.





## Manual de prácticas de laboratorio

### CÁLCULOS Y REPORTE

### 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6 ANEXOS





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA



## Manual de prácticas de laboratorio



## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
6	Diodos Rectificadores		3

### 1 INTRODUCCIÓN

Diversas funciones de control son realizadas a través del uso de dispositivos semiconductores. Estos pueden utilizarse como amplificadores, rectificadores, detectores, osciladores y elementos de conmutación. Los semiconductores son materiales cuya resistividad se encuentra entre la de los conductores eléctricos y la de los aislantes eléctricos. Los transistores, los diodos de unión, los diodos Zener, los diodos túnel, los circuitos integrados y los rectificadores metálicos son ejemplos de semiconductores.

El silicio, y en menor grado, el germanio, son los materiales con los que actualmente se construyen los dispositivos semiconductores. Cuando se unen silicios tipo P y tipo N se forma un **diodo de unión**. Este dispositivo de dos elementos tiene una característica única: la capacidad para permitir el paso de la corriente sólo en una dirección. En esta práctica se hará uso de esta característica para analizar su comportamiento en polarizaciones directa e inversa así como una de sus aplicaciones principales: rectificación de onda.

### 2 COMPETENCIA

- Identificar los efectos de las polarizaciones inversa y directa en la corriente de un diodo de unión, trabajando de manera ordenada y responsable.
- Determinar de manera experimental las características de voltaje y de corriente de un diodo de unión, mostrando actitud proactiva y sentido crítico.
- Identificar las configuraciones básicas de rectificación de media onda y onda completa empleando diodos rectificadores, mostrando actitud proactiva y sentido crítico.
- Emplear diodos rectificadores para construir rectificadores de media onda y onda completa, trabajando de manera ordenada y responsable.

### 3 FUNDAMENTO

#### a) Polarización del diodo de unión.



Figura 1.



## Manual de prácticas de laboratorio

Al conectar la terminal negativa de la batería al silicio tipo N y la terminal positiva al silicio tipo P el resultado es un flujo de corriente que se conoce como **polarización directa**. Se genera una elevada corriente directa a través del diodo en forma de electrones libres que pasan del material N por la unión y al material P. Dado que hay flujo de corriente a través de esta conexión, se dice que el diodo tiene *resistencia directa baja*.

En la conexión de **polarización inversa** la terminal positiva de la batería se conecta al silicio tipo N y la terminal negativa al silicio tipo P. En esta polarización existe una corriente minúscula del orden de los microamperes en el diodo, la cual se debe a los portadores minoritarios. En polarización inversa se produce una resistencia inversa elevada en el diodo.

La figura 1 muestra el símbolo de circuito de un diodo semiconductor. La terminal marcada como “ánodo” (representada por la punta de la flecha) está conectada con el material tipo P, y la que está señalada como “cátodo” está conectada al material tipo N. Como se explicó anteriormente, para que exista flujo de corriente en el diodo, la terminal positiva de la batería debe estar en el ánodo y la terminal negativa en el cátodo en una configuración de polarización directa.

### b) Características de voltaje y corriente del diodo.

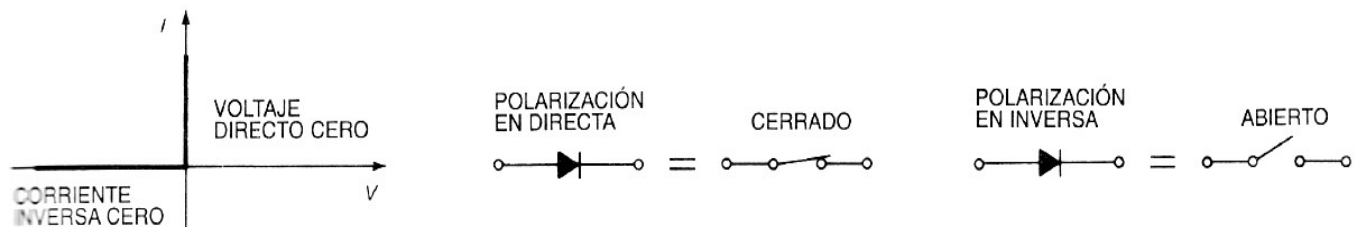


Figura 2

El voltaje de activación en polarización directa de los diodos de silicio tiene un valor característico de 0.7V. En el caso de los diodos de germanio es de 0.3V.

Cuando el diodo tiene polarización inversa, la pequeña corriente producida por los portadores minoritarios permanece relativamente constante hasta que se llega a cierto valor de voltaje. Después de este nivel seguro de polarización inversa se produce un fenómeno conocido como “*ruptura de avalancha*”, cuando se produce una corriente de sobrecarga fuerte, la cual puede destruir el diodo.

Un **diodo ideal** conduce bien la corriente en dirección directa y mal en dirección inversa. En esencia, idealmente funciona como un conductor perfecto cuando tiene polarización directa y como un aislante perfecto si tiene polarización inversa. Esta condición se muestra en la figura 2.

Sin embargo, un diodo de silicio requiere que haya al menos 0.7V para conducir. Como se muestra en la figura 3, la corriente no fluye sino hasta que aparecen 0.7V en el diodo. A partir de este momento el diodo se activa. A este voltaje se le conoce como voltaje de barrera o codo.

## Manual de prácticas de laboratorio



Figura 3

### c) Prueba de un diodo con un multímetro.

Por lo general, el cátodo de un diodo se indica mediante una banda circular. Si el diodo no está marcado, es sencillo determinar cuál es el ánodo y cuál es el cátodo a través de la resistencia.

Al probar con un óhmetro un diodo cuyo funcionamiento es normal la resistencia directa de dicho diodo es baja y la resistencia inversa es elevada. Si un diodo semiconductor presenta una resistencia directa muy baja y una resistencia inversa también muy baja es probable que este dañado (fundido). Por otra parte, una resistencia directa extraordinariamente alta o infinita indica que el diodo está abierto.

### d) Rectificación de media onda.

Un diodo rectificador ideal se comporta como un interruptor cerrado de resistencia cero cuando tiene polarización directa y como un interruptor abierto de resistencia infinita cuando tiene polarización inversa. Es decir, esta **encendido** cuando su ánodo es positivo respecto del cátodo, **apagado** cuando el ánodo es negativo respecto del cátodo. Si bien esta situación ideal nunca ocurre en realidad, el rectificador de silicio se aproxima mucho a ella.

Considere el circuito de la Figura 4, al cual se aplica un voltaje senoidal de  $6.3V_{rms}$  ( $18V_{pp}$ ) a un diodo  $D_1$  conectado en serie y al resistor de carga  $R_L$ . El voltaje de entrada  $v_{ent}$  es un voltaje en ca que cambia de polaridad cada  $1/120$  s. Durante el semiciclo positivo el ánodo es positivo respecto al cátodo y la corriente fluye. Durante el semiciclo negativo no hay corriente ya que el ánodo es negativo respecto al cátodo.

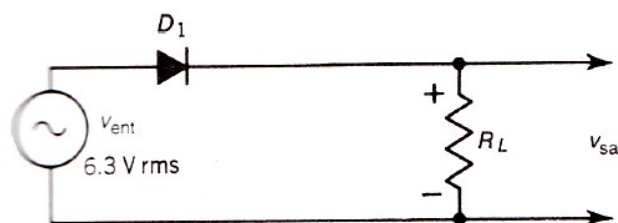


Figura 4.

## Manual de prácticas de laboratorio

La corriente que pasa por el diodo producirá una caída de voltaje en  $R_L$ . Dado que la variación de la corriente reflejará las variaciones del voltaje de entrada, el voltaje de salida  $v_{sal}$  en  $R_L$  deberá reflejar el semiciclo positivo que produce la corriente. En la Figura 5 se muestran las formas de onda  $v_{ent}$  y  $v_{sal}$ . Debe notarse que  $v_{sal}$  no es un voltaje en ca, sino un voltaje de cd pulsante.

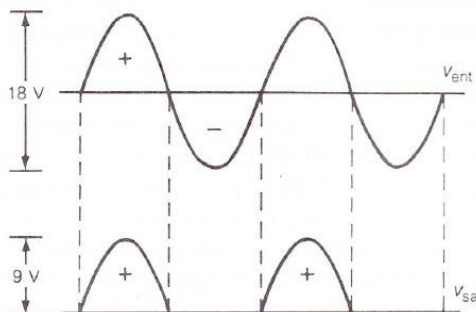


Figura 5

### e) Rectificación de onda completa.

Para rectificar los dos semiciclos de voltaje de entrada se pueden emplear dos diodos en la configuración del circuito de la Figura 3. En el circuito presentado el punto C es el punto medio eléctrico entre A y B. Por tanto en cada resistor aparece un voltaje de 9Vpp. En algún momento durante un ciclo de viente  $i$  el punto A es positivo respecto a C, el punto B es negativo respecto a C. Cuando A es negativo respecto a C, el punto B es positivo respecto a C. **El voltaje aplicado al ánodo de cada diodo es igual, pero de polaridad opuesta, en todo momento.**

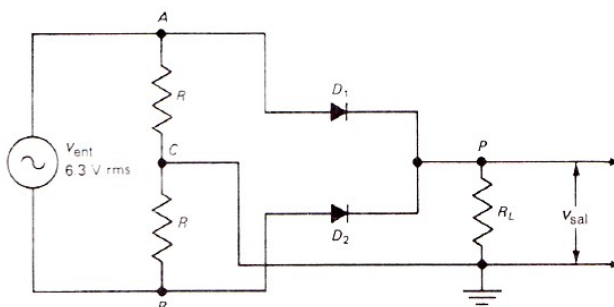


Figura 5

Cuando A es positivo respecto a C, el ánodo de  $D_1$  es positivo respecto a su cátodo. Por lo tanto,  $D_1$  conduce, pero no  $D_2$ . Durante el segundo semiciclo, B es positivo respecto a C. Por lo tanto, el ánodo de  $D_2$  es positivo respecto a su cátodo y  $D_2$  conduce, en tanto que  $D_1$  está desconectado.

Durante el ciclo total del voltaje de entrada siempre hay conducción, ya sea a través de  $D_1$  o de  $D_2$ .



Manual de prácticas de laboratorio

4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
<p><b>Un salón con mesas básicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Fuente de CD</li> <li>1 Multímetro</li> <li>1 Osciloscopio</li> <li>1 Generador de Funciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Protoboard</li> <li>2 Diodos rectificadores de silicio (1N4154 o 1N914 u otro similar)</li> <li>1 Resistencia 560Ω</li> <li>1 Resistencia de 1kΩ</li> </ul>

B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

**Ejercicio 1) Polarización del diodo**

a) Construya el circuito mostrado en la figura 6 utilizando el diodo de unión. Ajuste la salida de la fuente de cd de manera que el voltaje en el diodo mida 0.7V. Mida y anote en la Tabla 1 la corriente del diodo ( $I_D$ ) así como la resistencia calculada.

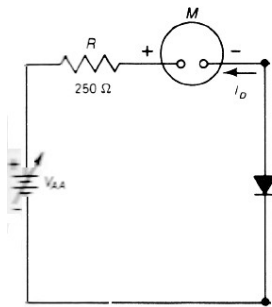


Figura 6

Paso	$V_D$	$I_D$	Resistencia del diodo
A	0.7V		
B			
C	----	--	Directa:
			Inversa:

Tabla 1

b) Invierta el diodo y mida tanto  $I_D$  como  $V_D$ . Calcule y anote la resistencia del diodo ( $V_D$  dividido entre  $I_D$ ). Anote los resultados en la Tabla 1.

c) Retire el diodo del circuito y mida su resistencia con el multímetro. Anote los resultados en la Tabla 1.

**Ejercicio 2) Características de voltaje y corriente del diodo.**

a) Construya nuevamente el circuito de la figura 6. Ajuste la fuente de voltaje de acuerdo a los valores de  $V_D$  que se muestran en la Tabla 2. Mida y anote el valor de  $I_D$  para cada valor de  $V_D$ .



## Manual de prácticas de laboratorio

Paso a, $V_D$	$I_D$ (polarización directa)
0V	
0.2V	
0.4V	
0.6V	
0.7V	
0.8V	
1.0V	
2.0 V	

Tabla 2

### Ejercicio 3) Rectificación de media onda.

- Construya el circuito mostrado en la Figura 4 utilizando el diodo rectificador y la resistencia de  $1k\Omega$ . Ajuste la salida del generador de funciones de manera que su voltaje sea una onda senoidal de  $6V_p$  a una frecuencia de  $100Hz$ .
- Empleando el multímetro mida el voltaje en  $R_L$ .
- Utilizando el osciloscopio, observe en el canal 1 el voltaje de salida que se encuentra presente en  $R_L$ . Dibuje la forma de onda obtenida y responda: ¿es igual la medición del osciloscopio a la del multímetro? ¿Por qué si o por qué no lo es?

### Ejercicio 4) Rectificación de onda completa.

- Construya el circuito mostrado en la Figura 5 utilizando el diodo rectificador,  $R=560\Omega$  y  $R_L=1k\Omega$ . Ajuste la salida del generador de funciones de manera que su voltaje sea una onda senoidal de  $6V_p$  a una frecuencia de  $100Hz$ .
- Empleando el multímetro mida el voltaje en  $R_L$ .
- Utilizando el osciloscopio, observe en el canal 1 el voltaje de salida que se encuentra presente en  $R_L$ . Dibuje la forma de onda obtenida.



## Manual de prácticas de laboratorio

### CÁLCULOS Y REPORTE

### 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6 ANEXOS





## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
7	Transductores III		1.5

### 1 INTRODUCCIÓN

Las resistencias dependientes de luz (LDR), fotorresistencias ó detectores sin unión son transductores cuya resistencia varía proporcionalmente a la luz incidente. Los detectores de luz visible se fabrican generalmente de materiales semiconductores como sulfuro de cadmio (CdS) o seleniuro de cadmio (CdSe).

Las celdas fotoconductoras se emplean con frecuencia como los elementos fotosensibles en relevadores fotoeléctricos y en interruptores de proximidad, que miden la intensidad luminosa, como el control del diafragma automático de las cámaras fotográficas, y como parte del control automático que activa las luces de seguridad domésticas y de la calle. También se emplean como sensores contadores de partes y en alarmas de intrusión. En esta práctica se observará su funcionamiento y desarrollará un ejemplo de aplicación.

### 2 COMPETENCIA

- Identificar las características de operación y respuesta de un transductor de luz con actitud proactiva y sentido crítico.
- Diseñar circuitos que empleen transductores como elemento sensor trabajando con responsabilidad y creatividad.

### 3 FUNDAMENTO

#### a) Light Dependent Resistor

La resistencia de los dispositivos de CdS y CdSe **disminuye** como resultado de la creación de pares electrón-hueco cuando la energía de los fotones incidentes es mayor que la banda de energía  $E_g$ . Los electrones liberados están disponibles como portadores de carga en la banda de conducción.

Se fabrican aplicando una capa delgada del material semiconductor sobre un sustrato de cerámica o de silicio. La resistencia en la oscuridad varía de  $10k\Omega$  a  $200M\Omega$ , dependiendo del dispositivo. La relación de la resistencia en la oscuridad a la resistencia iluminada puede ser tan alta como 10,000. Cada celda es sensible a distintas



## Manual de prácticas de laboratorio

longitudes de onda. Su respuesta espectral máxima varía desde 0.5 hasta 2.2 $\mu\text{m}$ , con CdS cerca de 0.75 $\mu\text{m}$ . Los tiempos de conmutación de estos dispositivos son relativamente lentos. Van desde 1 hasta 100 ms.

### 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A	EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
	<p><b>Un salón con mesas básicas:</b></p> <p>1 Fuente de CD 1 Multímetro</p>	<p>1 Protoboard 1 LDR 1 Resistencia de 10k<math>\Omega</math> 1 LED Resistencias varias</p>

### B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

#### Ejercicio 1) Caracterización de un LDR.

a) Con la ayuda de un multímetro, mida la resistencia existente entre las terminales de un LDR de acuerdo a las condiciones planteadas y llene con sus resultados la Tabla 1.

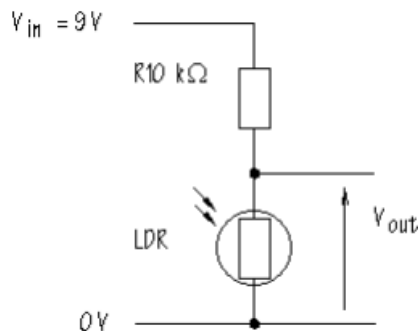


Incidencia de Luz	Resistencia medida en LDR
Luz ambiental	
Oscuridad	
Lámpara directa	

Tabla 1

#### Ejercicio 2) Emplear LDR en un divisor de voltaje.

a) Construya el circuito mostrado en la Figura 1. Mida y anote el valor de  $V_{OUT}$  para cada condición del LDR.



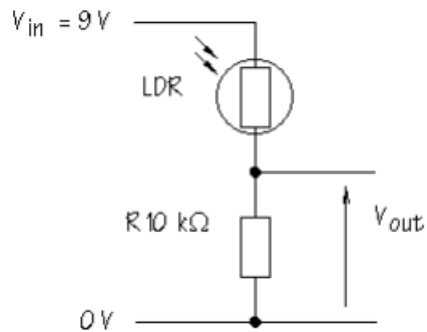
Incidencia de Luz	$V_{OUT}$
Luz ambiental	
Oscuridad	
Lámpara directa	

Tabla 2



## Manual de prácticas de laboratorio

b) Construya el circuito mostrado en la Figura 2. Mida y anote el valor de  $V_{OUT}$  para cada condición del LDR.



Incidencia de Luz	$V_{OUT}$
Luz ambiental	
Oscuridad	
Lámpara directa	

Tabla 3

### Ejercicio 3) Encendido de LED

a) Con base en lo observado en los ejercicios 1 y 2, diseñe y construya un circuito que encienda un LED cuando no se reciba luz y se apague con la luz ambiental.

### Ejercicio 4) Investigación

Junto a su equipo investigue y explique las diferencias en funcionamiento de un LDR, un Fotodiodo y un Fototransistor. Inclúyalo en su reporte.

## CÁLCULOS Y REPORTE

## 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

## 6 ANEXOS



## Manual de prácticas de laboratorio

PROGRAMA EDUCATIVO	PLAN DE ESTUDIOS	CLAVE UA	NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE
Ingeniero en Mecatrónica	2009-2	11903	Mediciones Electrónicas
PRÁCTICA No.	NOMBRE DE LA PRÁCTICA		DURACIÓN (HORAS)
8	Uso de Multisim		2

### 1 INTRODUCCIÓN

El empleo de software de simulación para circuitos eléctricos presenta varias ventajas como son la economía en instalaciones y equipo, la posibilidad de repetir en múltiples ocasiones los experimentos variando parámetros y condiciones, evitar daños a personas o equipo por uso inadecuado de los últimos, etc.

En el mercado existen diversas opciones para simulación de circuitos eléctricos. En esta práctica nos abocaremos al uso de Multisim, software desarrollado por National Instruments.

### 2 COMPETENCIA

- Emplear un software de simulación para el diseño y análisis de circuitos eléctricos básicos con actitud proactiva y sentido crítico.
- Identificar los elementos principales del ambiente de trabajo de Multisim, para la construcción de circuitos eléctricos básicos y su medición mediante las herramientas de laboratorio virtual.

### 3 FUNDAMENTO

#### NI Multisim.

Multisim es un entorno de simulación SPICE estándar en la industria. Permite la captura de esquemáticos y su posterior simulación. Originalmente diseñado para la enseñanza de electrónica a nivel técnico y universitario, continua siendo una herramienta importante en la ingeniería ya que permite aprender los conceptos básicos de electrónica analógica, digital y de potencia así como desarrollar habilidades avanzadas de análisis y diseño para optimizar el rendimiento, reducir los errores de diseño y acortar el tiempo para generar prototipos.



# Manual de prácticas de laboratorio

## 4 PROCEDIMIENTO (DESCRIPCIÓN)

A	EQUIPO NECESARIO	MATERIAL DE APOYO
1	Computadora con el software Multisim	1 Manual de usuario Multisim

## B DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

### Ejercicio 1) Entorno NI Multisim.

- a) Ingrese a Multisim desde su computadora y familiarícese con la ubicación de los Menús, Barra de componentes, Barra de instrumentos y Botón de simulación.

Se sugiere que revise los tutoriales en inglés y español de Introducción a Multisim, disponibles en la librería técnica de la página electrónica de National Instruments:

<http://www.ni.com/white-paper/9392/es/>  
<http://www.ni.com/tutorial/5579/en/>

### Ejercicio 2) Simulación de circuitos resistivos en Multisim.

- b) Construya en Multisim el circuito de la Figura 1. Mida el voltaje y corriente de cada elemento del circuito empleando los instrumentos virtuales y complete la Tabla 1. Guarde una impresión de pantalla de su instrumento para incluir en su reporte.

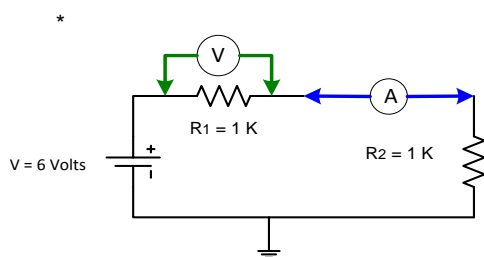


Figura 1

	Teórico	Laboratorio	% Error
$V_{R1}$			
$V_{R2}$			
$I$			

Tabla 1

- c) En el circuito anterior modifique los valores de los componentes, de manera que  $V=10V$ ,  $R_1=5k\Omega$  y  $R_2=10k\Omega$ . Utilice los instrumentos virtuales para medir y llenar la Tabla 2. Guarde una impresión de pantalla de su instrumento para incluir en su reporte.

	Teórico	Laboratorio	% Error
$V_{R1}$			
$V_{R2}$			
$I$			

Tabla 2



## Manual de prácticas de laboratorio

- d) Construya en Multisim el circuito de la Figura 2. Mida el voltaje y corriente de cada elemento del circuito empleando los instrumentos virtuales y complete la Tabla 3. Guarde una impresión de pantalla de su instrumento para incluir en su reporte.

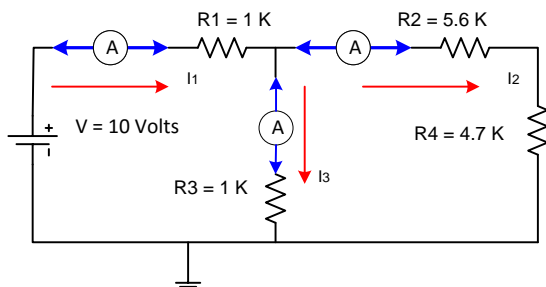


Figura 2

	Medido	% Error
$V_{R1}$		
$V_{R2}$		
$V_{R3}$		
$V_{R4}$		
$I_1$		
$I_2$		
$I_3$		

Tabla 3

- e) En el circuito anterior modifique los siguientes valores de componentes, de manera que  $V=15V$ ,  $R_1=2.7k\Omega$ ,  $R_2=1k\Omega$  y  $R_3=3.3k\Omega$ . Utilice los instrumentos virtuales para medir y llenar la Tabla 4. Guarde una impresión de pantalla de su instrumento para incluir en su reporte.

	Medido	% Error
$V_{R1}$		
$V_{R2}$		
$V_{R3}$		
$V_{R4}$		
$I_1$		
$I_2$		
$I_3$		

Tabla 4

### CÁLCULOS Y REPORTE

### 5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 6 ANEXOS