



INSTITUTO PANAMERICANO DE  
AERONÁUTICA Y DESARROLLO

Ing. Bartolo Vergara No. 38 Col. Guadalupe  
Insurgentes México, D.F.

**CAMPUS:**

CIUDAD DE MÉXICO

**CARRERA:**

DIPLOMADO: MECÁNICOS DE  
AVIACIÓN

**MÓDULO:**

ELECTRICIDAD BÁSICA

**PORTAFOLIO DE EVIDENCIAS**

ALUMNO:

\_\_\_\_\_

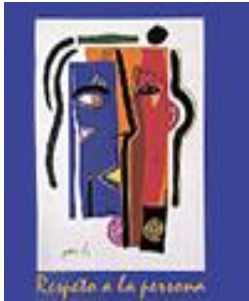
GRUPO: \_\_\_\_\_ MATRÍCULA: \_\_\_\_\_



## **VALORES**

### **RESPECTO A LA PERSONA**

Consideramos a cada una de las personas como individuos dignos de atención, con intereses más allá de lo estrictamente profesional o laboral.



### **COMPROMISO CON LA SOCIEDAD**

Reconocemos a la sociedad como la beneficiaria de nuestro trabajo, considerando la importancia de su participación en la determinación de nuestro rumbo. Para ello debemos atender las necesidades específicas de cada región, aprovechando las ventajas y compensando las desventajas en cada una de ellas.



### **RESPONSABILIDAD**

Cada uno de nosotros debe responsabilizarse del resultado de su trabajo y tomar sus propias decisiones dentro del ámbito de su competencia.



### **COMUNICACIÓN**

Fomentamos la fluidez de comunicación institucional, lo que implica claridad en la transmisión de ideas y de información, así como una actitud responsable por parte del receptor





## COOPERACIÓN



El todo es más que la suma de las partes, por lo que impulsamos el trabajo en equipo, respetando las diferencias, complementando esfuerzos y construyendo aportaciones de los demás.

## MENTALIDAD POSITIVA



Tenemos la disposición para enfrentar retos con una visión de éxito, considerando que siempre habrá una solución para cada problema y evitando la inmovilidad ante la magnitud de la tarea a emprender.

## CALIDAD



Hacemos las cosas bien desde la primera vez, teniendo en mente a la persona o área que hará uso de nuestros productos o servicios, considerando lo que necesita y cuándo lo necesita.



## DECÁLOGO DEL BUEN ESTUDIANTE

### ➤ SEIS CONDICIONES IMPRESCINDIBLES PARA ESTUDIAR DE VERDAD

SEIS CONDICIONES  
IMPRESINDIBLES PARA  
ESTUDIAR DE VERDAD

NOS PARECE QUE PARA SER UN BUEN ESTUDIANTE HACE FALTA

- 1° **QUERER** ESTUDIAR
- 2° TENER UN BUEN **MÉTODO** DE ESTUDIO
- 3° TENER **CONFIANZA** EN UNO MISMO
- 4° ESTAR **INFORMADO** DE LO QUE SE TIENE QUE ESTUDIAR
- 5° **PLANIFICAR** ADECUADAMENTE EL ESTUDIO
- 6° ESTAR DISPUESTO A **TRABAJAR** Y ESFORZARSE

### ➤ DIEZ REGLAS PARA UN ESTUDIANTE QUE QUIERE SACAR SUS ESTUDIOS BIEN

DIEZ REGLAS PARA UN  
ESTUDIANTE QUE QUIERE  
SACAR SUS ESTUDIOS  
BIEN

SUPONIENDO LO ANTERIOR COMO BASE APORTAMOS LOS SIGUIENTES CONSEJOS:

- 1° TOMA BIEN LOS **APUNTES**, PÁSALOS A LIMPIO Y AÑÁDELES TUS COMENTARIOS PROPIOS
- 2° **ORGANIZA** TUS PAPELES Y APUNTES
- 3° **REPASA** PERIÓDICAMENTE LOS TEMAS ESTUDIADOS
- 4° **APORTA** TUS IDEAS EN CLASE
- 5° EN CLASE O FUERA DE ELLA, **PREGUNTA** LO QUE NO ENTIENDAS
- 6° EN CLASE **PÓRTATE BIEN**, NO MOLESTES Y PRESTA ATENCIÓN
- 7° **DUERME** LO SUFICIENTE
- 8° LLEVA TU TRABAJO **AL DÍA**: DEBERES, APUNTES, ESTUDIO DE LOS TEMAS
- 9° ESTUDIA EN UN **BUEN SITIO**: CON BUENA LUZ Y SIN RUIDO
- 10° SI FALTAS A CLASE **TE INFORMAS** DE LO QUE SE HA HECHO Y TE PONES AL DÍA DE LAS EXPLICACIONES, APUNTES O TRABAJOS REALIZADOS.



INSTITUTO PANAMERICANO DE  
AERONÁUTICA Y DESARROLLO

Ing. Bartolo Vergara No. 38 Col. Guadalupe  
Insurgentes México, D.F.

**FORMATO REVISIÓN DE EVIDENCIAS**

MATERIA \_\_\_\_\_

GRUPO \_\_\_\_\_

ALUMNO \_\_\_\_\_

PROFESOR \_\_\_\_\_

UNIDAD	INDICADOR FECHA	EVIDENCIA	ENTREGÓ EN LA FECHA INDICADA		EVALUACIÓN			FIRMA PADRE OTUTOR	FIRMA PROFESOR
			"SI"	"NO"	E	S	I		



**INSTITUTO PANAMERICANO DE  
AERONÁUTICA Y DESARROLLO**

Ing. Bartolo Vergara No. 38 Col. Guadalupe  
Insurgentes México, D.F.

**ESCALA PARA EVALUAR ACTITUDES**

ESCALA PARA LA APRECIACIÓN DE LA CALIDAD ESCOLAR							
Nombre del alumno: _____				No. De lista. _____			
<b>PUNTUALIDAD</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Habitualmente impuntual	d) Habitualmente puntual	a	b	c	d	e	f
b) No cumple con sus obligaciones	e) Preocupado por cumplir	0	1	2	3	4	5
c) Fácilmente acepta faltar	f) Nada le hace faltar						
<b>ASEO PERSONAL</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Habitualmente desaseado	d) Habitualmente aseado	a	b	c	d	e	f
b) Descuidado de su persona	e) Se presenta con pulcritud	0	1	2	3	4	5
c) Desatiende su presentación	f) Cuidadoso de su aspecto						
<b>DISPOSICIÓN PARA EL TRABAJO</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Disposición nula	d) Máxima disposición	a	b	c	d	e	f
b) Apático	e) Empeñoso	0	1	2	3	4	5
c) Sin interés por aprender	f) Interesado por aprender						
<b>CUMPLIMIENTO DE TAREAS</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Incumplido	d) Bastante cumplido	a	b	c	d	e	f
b) Admite notas bajas	e) Con afán de notas altas	0	1	2	3	4	5
c) Sus trabajos son incompletos	f) Concluye sus trabajos						
<b>ACTUACIÓN EN EL AULA</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Deficiente en calidad	d) Muy efectiva	a	b	c	d	e	f
b) Incompleta	e) Participa en todo	0	1	2	3	4	5
c) Participa sin interés	f) Actúa con interés						
<b>INICIATIVA</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Negligente hacia lo nuevo	d) Emprende proyectos nuevos	a	b	c	d	e	f
b) Prefiere repetir o imitar	e) Es original en su trabajo	0	1	2	3	4	5
c) Cumple por mera rutina	f) Siempre busca el éxito						
<b>ORDEN EN EL TRABAJO Y EN SUS ÚTILES</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Habitualmente desordenado	d) Habitualmente organizado	a	b	c	d	e	f
b) No le preocupa el orden	e) Coopera al orden	0	1	2	3	4	5
c) Actúa sin plan	f) Trabaja con método						
<b>PERSISTENCIA EN EL TRABAJO</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Se desanima fácilmente	d) Conserva el entusiasmo	a	b	c	e	d	f
b) Teme a los obstáculos	e) Supera las dificultades	0	1	2	3	4	5
c) Le cansa el trabajo	f) Resiste la fatiga						
<b>SOCIABILIDAD</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) Prefiere estar solo	d) Busca compañías	a	b	c	d	e	f
b) No le gusta trabajar con otros	e) Trabaja mejor en equipo	0	1	2	3	4	5
c) No coopera con los demás	f) Colabora con los demás						
<b>PARTICIPACIÓN EXTRAESCOLAR</b>				<b>PUNTUACIÓN</b>			
a) No colabora con la escuela	d) Colabora con la escuela	a	b	c	d	e	f
b) Indiferente	e) Entusiasta	0	1	2	3	4	5
c) Se niega a participar	f) Participa con gusto						
<b>PUNTUACIÓN TOTAL</b>				<b>CALIDAD ESCOLAR</b>			
DE 10 A 16 PUNTOS				DEFICIENTE			
DE 17 A 24 PUNTOS				BAJA			
DE 25 A 36 PUNTOS				MEDIANA			
DE 37 A 44 PUNTOS				ALTA			
DE 45 A 50 PUNTOS				EXCELENTE			



## TEMARIO ELECTRICIDAD BÁSICA

**PROPÓSITO DEL MÓDULO:** Interpretar fenómenos electromagnéticos a partir del manejo de los principios de la electricidad, utilizando el equipo de medición eléctrica de un taller eléctrico de aviación, tomando en cuenta el valor de las normas de seguridad y el alto grado de responsabilidad que rige en el medio aeronáutico

**UNIDAD 1.** Manejo de los principios de la electricidad **40 horas**

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD:** Obtener conocimientos y habilidades básicas para el manejo de los principios y aplicación de la generación de la electricidad y su terminología.

**RESULTADO DE APRENDIZAJE 1.1** Maneja la Ley de Ohm, identificando la diferencia entre voltaje, corriente y resistencia. **10 horas**

A. Identificación de la teoría del electrón.

- Estructura y distribución de carga eléctrica.
- Composición del átomo, molécula e iones.
- Estructura molecular de aislantes, semiconductores y conductores

B. Identificación de la electrostática.

- Electricidad estática, Ley de Coulomb, distribución y Unidades de carga.
- Conducción y electricidad estática.
- Conducción de electricidad en sólidos, líquidos, gases y en el vacío.

C. Uso de terminología eléctrica.

- Fuerza electromotriz (FEM).
- Diferencia de potencial.
- Flujo de electrones.
- Tensión, corriente y resistencia.
- Flujo convencional de corriente.
- Conductancia de carga.
- Ley de Ohm.

**RESULTADO DE APRENDIZAJE 1.2** Describe las diferentes formas de producir electricidad y la forma de alimentar los equipos eléctricos. **15 horas**

A. Identificación de formas de producción de electricidad:

- Acción química.

- Pilas y Acumuladores.
- Luz solar o fotoeléctrica.
- Fococeldas
- Calor o termoeléctrica.
- Termocoples y pirómetros.

B. Producción de la electricidad

- Presión o piezoeléctrica
- Magnetismo o electromagnética
- Inducción electromagnética y Movimiento

**RESULTADO DE APRENDIZAJE 1.3** Maneja los tipos y características de las resistencias y capacitores en su operación de los diferentes circuitos donde se aplican. **15 horas**

A. Manejo de las características de resistencia y resistores.

- Resistencia y factores que la afectan.
- Coeficiente de conductancia.
- Tipos de resistores.
- Código de colores, valores y tolerancias.

B. Manejo de elementos resistivos.

- Potenciómetro, Reóstato, Puente de Wheatstone.
- Cálculo de resistencias en Serie, Paralelo y Mixtas.

C. Manejo de elementos capacitivos.

- Carga positiva y negativa.
- Factores que afectan el área de capacitancia de una placa, distancia y número entre placas. Carga y descarga de un capacitor.
- Tipos de capacitores
- Código de colores, valores y tolerancias
- Tensión de servicio y tensión nominal.
- Pruebas de capacitores
- Cálculo de capacitancia y tensión en circuitos: En serie, en paralelo y mixtos

**UNIDAD 2.** Interpretación de fenómenos electromagnéticos en fuentes de alimentación **50 horas**

**PROPÓSITO DE LA UNIDAD:** Identificar las principales leyes y factores que intervienen en los fenómenos electromagnéticos así como las fuentes de alimentación eléctrica de corriente directa



## INSTITUTO PANAMERICANO DE AERONÁUTICA Y DESARROLLO

Ing. Bartolo Vergara No. 38 Col. Guadalupe  
Insurgentes México, D.F.

**RESULTADO DE APRENDIZAJE 2.1** Maneja los principios, efectos y factores de inducción que se emplean en los circuitos eléctricos. **15 horas**

A. Identificación de la teoría del magnetismo.

- Tipos de material magnético
- Construcción de un electromagneto y reglas para determinar el campo magnético alrededor de un conductor
- Inductor / inductancia.
- Intensidad del campo magnético.
- Ley de Faraday.
- Efectos de la inducción.
- Velocidad de cambio de flujo.
- Efecto de la velocidad de cambio de una corriente primaria.

B. Manejo de la fuerza electromotriz (FEM) auto – inducida.

- Inducción mutua.
- Inductancia mutua sobre una tensión.
- Ley de Lenz.
- Factores que afectan la inductancia mutua:
- Número de conductores y tamaño físico de la bobina.
- Permeabilidad de la bobina.
- Posiciones de la bobina.
- Reglas para determinar la polaridad.
- Punto de saturación

**RESULTADO DE APRENDIZAJE 2.2** Maneja los fundamentos de permeabilidad, ciclo de histéresis y retentividad al utilizarlos en los diferentes equipos y circuitos, interpretando la fuerza magnetomotriz. **20 horas**

A. Identificación de la fuerza magnetomotriz.

- Intensidad del campo magnético.
- Densidad del flujo magnético.
- Permeabilidad.
- Ciclo de histéresis.
- Retentividad.

B. Descripción de la fuerza coercitiva reluctante.

- Punto de saturación.
- Corriente de Eddy.
- Precauciones para el cuidado y almacenaje de magnetos

**RESULTADO DE APRENDIZAJE 2.3** Interpreta los fenómenos presentes en las fuentes de alimentación de corriente directa. **15 horas**

A. Construcción e interpretación de las fuentes de alimentación eléctrica.

- Primarias.
- Secundarias.
- De carga ácida.
- De níquel cadmio.
- Alcalinas.
- Conectadas en serie y paralelo.
- Resistencia interna y su efecto en una batería.

B. Interpretación de la operación de generadores de CD.

- Devanado de campo y de armadura.
- Estructura y regulación del generador de CD.
- Generador Motores de CD.





• **REFERENCIAS DOCUMENTALES:**

• **BIBLIOGRAFÍA BÁSICA:**

- Harry Mileaf. *Electricidad, Serie 1 al 7.* 2ª reimpresión, México, Editorial Limusa, 1991.
- Albert Malvino y David J. Bates. *Principios de la Electrónica*, 7a edición, Madrid, McGraw-Hill, 2007.
- Boylestad Robert L., Nashelsky, Louis. *Fundamentos de Electrónica*. 4. Edición, México, Prentice-Hall, 1997.
- Malvino. *Fundamentos de Electricidad*. 7a McGraw-Hill, Argentina, 2007.
- Van Volkenburg, *Electricidad Básica*, Serie 1 al 5, Ed. C.E.C.S.A., México, 1983.
- Sluzberg-Osterheld, S. *Fundamentos de electricidad y electrónica*, Mc Graw Hill.
- Boylestad. *Análisis introductorio de circuitos*, Edit. Trillas.

• **BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**

- Conalep. *Principios de Electricidad y Electrónica*, México 1996.
- J. R. Cogdell; *Fundamentos de Circuitos Eléctricos*; Prentice Hall, Pearson Educación; México, 2000.
- Grob, Bernard. *Electrónica Básica*, México, Editorial Mc. Graw-Hill 1999.
- Hubsche, Klave, Pfluger y Appelt. *Electrotecnia. Curso Elemental*. Editorial Rerveté, México, 1995.
- Física 2 editorial Prentice Hall Autor: Ricardo León Cabrera
- Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- <http://www.uv.es/~bertomeu/material/museo/instru/electro/electro3.htm>
- <http://www.salonhogar.com/ciencias/quimica/electricidad/electroscopio.htm>
- [http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electma/gnet/campo\\_electrico/fuerza/fuerza.htm](http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/electma/gnet/campo_electrico/fuerza/fuerza.htm)
- Física editorial Castillo Autor: Héctor H. Romo Marín
- Biblioteca Temática Larousse, Tomo 31 Física, energía

• **PÁGINAS WEB:**

- **Electrónica analógica, Teoría y circuitos prácticos**, Disponible en: <http://electronred.iespana.es/analogica.htm>

- **El circuito básico**, Disponible en: [www.monografias.com](http://www.monografias.com) [consulta 13 mayo 2009]
- **Componentes Electrónicos**, Disponible en: [www.monografias.com](http://www.monografias.com) [consulta 13 mayo 2009]
- **Generadores de corriente directa**, Disponible en <http://cires.htmlplanet.com/Cap15.htm> [consulta 13 mayo 2009]
- **Que es la corriente directa**, Disponible en [http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke\\_corriente\\_directa/ke\\_corriente\\_directa\\_1.htm](http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_corriente_directa/ke_corriente_directa_1.htm) [consulta 13 mayo 2009]



INSTITUTO PANAMERICANO DE  
AERONÁUTICA Y DESARROLLO

Ing. Bartolo Vergara No. 38 Col. Guadalupe  
Insurgentes México, D.F.

# **UNIDAD 1**

## **MANEJO DE LOS PRINCIPIOS DE LA ELECTRICIDAD**



## Clases de corriente eléctrica

Todas las corrientes eléctricas son esencialmente de la misma naturaleza, pero pueden diferir en la forma de fluir, dirección, intensidad de la corriente, o una combinación de estas. Hay fundamentalmente seis clases diferentes de corrientes eléctricas: 1) continua, 2) pulsatoria, 3) unidireccional, 4) alterna, 5) oscilatoria, 6) interrumpida.

### Corriente continua.

Una corriente continua es aquella en la que la dirección y la cantidad del flujo de corriente no varían con el tiempo.

Refiriéndose a la figura Puede verse que la dirección y el flujo no cambian y que la intensidad de la corriente se mantiene constante a lo largo del tiempo  $I_1 = I_2 = I_3$ , etc. Se obtienen corrientes continuas de los elementos de las baterías.

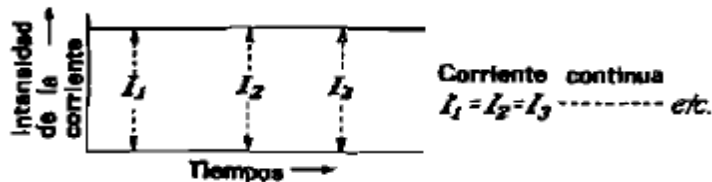


Figura. Corriente continua

### Corriente pulsatoria.

En la corriente pulsatoria la dirección del flujo es constante, pero su fuerza aumenta y disminuye a intervalos fijos. En la figura  $I_1 = I_2 = I_3$ , etc. Se obtienen corrientes pulsatoria al rectificar corrientes alternas. La diferencia entre los valores máximos y mínimos depende del rectificador y del circuito de filtro; cuanto mejor sea el rectificador y el circuito de filtro, más pequeña será la diferencia y más se aproximará la corriente pulsatoria a una corriente continua. En electrónica se usan numerosos tipos de corriente eléctrica de forma de onda diferente que son variaciones de la corriente pulsatoria.

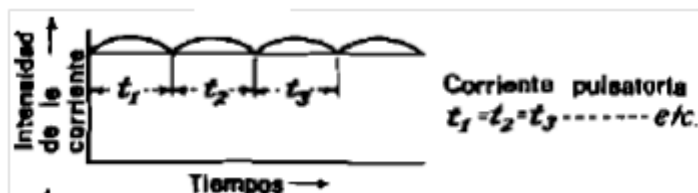
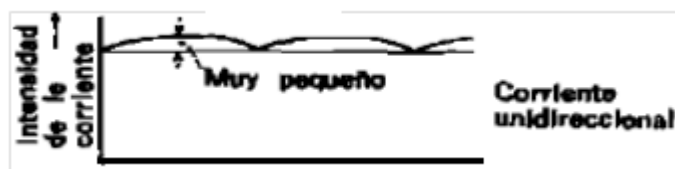


Figura corriente pulsatoria

**Corriente unidireccional.** Una corriente unidireccional es una corriente pulsatoria cuyo flujo varía tan poco que casi equivale a una corriente continua. Se denomina unidireccional porque la corriente fluye solo en una dirección. Comúnmente se denomina corriente continua. Los generadores de corriente unidireccional (las dinamos) realmente generan una corriente alterna que se rectifica a una corriente unidireccional en el conmutador. Aumentando el número de bobinas y de delgas del conmutador se reduce la diferencia entre los valores máximos y mínimos de la corriente.

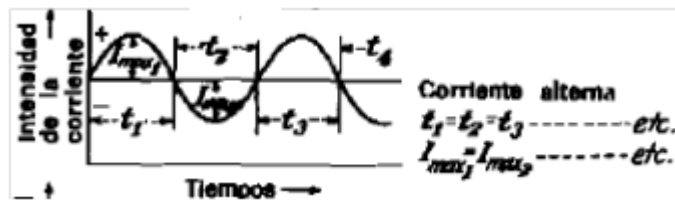




### Corriente unidireccional

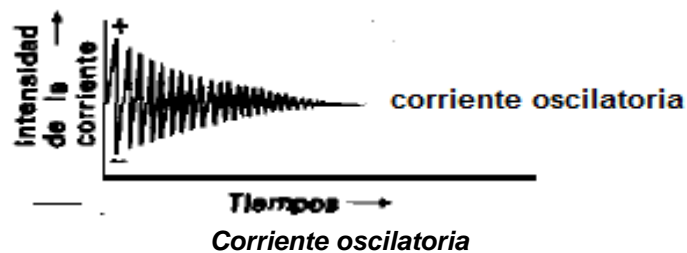
**Corriente alterna** \*\*. Una corriente alterna cambia la dirección de su flujo a intervalos fijos. Durante cada intervalo la corriente **se** eleva desde cero hasta un máximo, bajando después desde el máximo hasta cero.

La Figura muestra que 1) la corriente fluye en una dirección positiva durante los intervalos  $t_1$ ,  $t_3$  etc., y en una dirección negativa durante los  $t_4$ ,  $t_5$  etc.; 2) todos los intervalos son iguales,  $t_1 = t_2 = t_3$ , etc.; 3) la corriente máxima en la dirección positiva es igual a la máxima en la dirección negativa. Las corrientes alternas se producen en 10s generadores de a-c comúnmente denominados alternadores. Debido a que la corriente alterna puede transformarse fácilmente de voltajes altos a bajos, y viceversa, es posible enviar grandes cantidades de energía a baja intensidad a lo largo de cables de un diámetro relativamente pequeño. Es, por tanto más barato transmitir a grandes distancias una corriente alterna que una continua, y por esta razón es el tipo de corriente que normalmente **se** encuentra en las casas, oficinas y otros edificios.

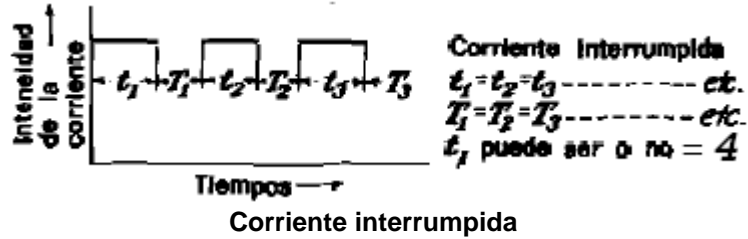


Corriente alterna

**Corriente oscilatoria.** Una corriente oscilatoria es la que cambia su dirección a intervalos fijos y decrece en magnitud con cada cambio hasta que el flujo de corriente desaparece. Se produce un ejemplo de corriente oscilatoria cuando se descarga un condensador a través de una bobina y una resistencia. La energía almacenada en el condensador pasa a la bobina, la cual a su vez devuelve la energía al condensador. Este proceso se repite, pero durante cada transferencia se disipa algo de la energía (transformada en calor) en la resistencia. El tiempo que se necesita para que el condensador se descargue completamente y el valor máximo de la corriente dependa de diferentes factores del circuito, tales como voltaje aplicado y valores del condensador, bobina y resistencia.



**Corriente interrumpida.** Una corriente interrumpida es la que **se** produce creando un circuito se abre y se cierra a intervalos fijos. Puede ser una corriente alterna, unidireccional, pulsatoria o continua. Las corrientes interrumpidas se pueden conseguir por medios mecánicos o eléctricos.



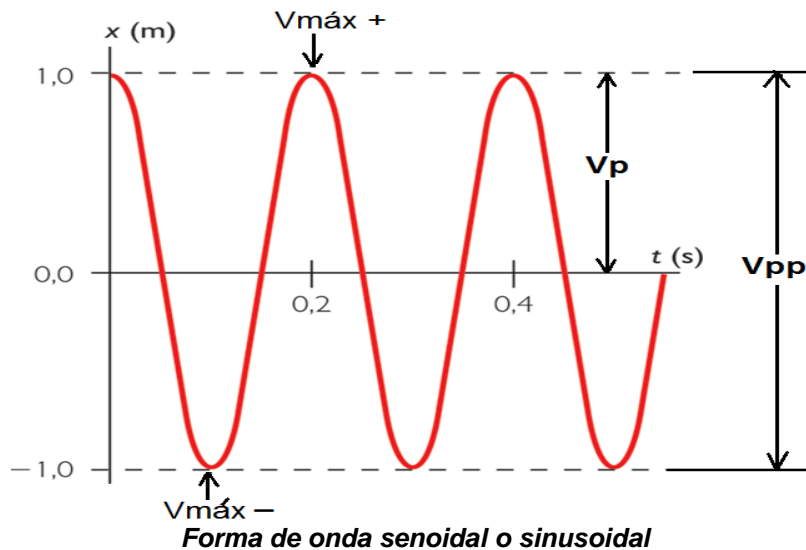
- **Frecuencia, período y amplitud.**

**Amplitud:** de un movimiento oscilatorio, ondulatorio o señal electromagnética es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física que varía periódica o cuasiperiódicamente en el tiempo. Es la distancia máxima entre el punto más alejado de una onda y el punto de equilibrio o medio.

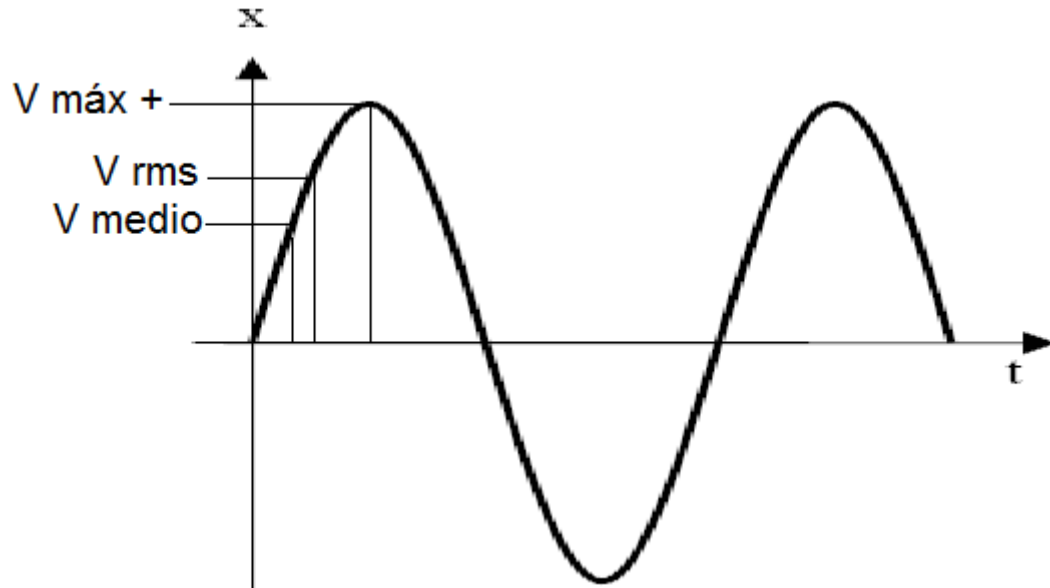
**Período:** El tiempo que tarda en realizar una oscilación se llama periodo ( T )

**Longitud de onda (  $\lambda$  ):** como la distancia que recorre el pulso mientras un punto realiza una oscilación completa.

**Frecuencia: ( f )** es el número de oscilaciones (vibraciones) que efectúa cualquier punto de la onda en un segundo.



- Valor promedio y valor eficaz.



Valor promedio y eficaz

La corriente alterna y los voltajes (cuando son alternos) se expresan de forma común por su valor efectivo o RMS (Root Mean Square – Raíz Media Cuadrática).

Cuando se dice que en nuestras casas tenemos 120 o 220 voltios, éstos son **valores RMS**o eficaces.

¿Qué es RMS y porqué se usa?

Un **valor en RMS** de una corriente es el valor, que produce la misma disipación de calor que una corriente continua de la misma magnitud.

En otras palabras: El **valor RMS** es el valor del voltaje o corriente en C.A. que produce el mismo efecto de disipación de calor que su equivalente de voltaje o corriente directa

Ejemplo:

1 amperio (ampere) de corriente alterna (C.A.) produce el mismo efecto térmico que un amperio (ampere) de corriente directa (.D. Por esta razón se utiliza el término “efectivo”

El **valor efectivo** de una onda alterna se obtiene multiplicando su valor máximo por 0.7071.

Entonces  $V_{RMS} = V_{PICO} \times 0.7071$

Ejemplo: Encontrar el **voltaje RMS** de una señal con  $V_{PICO} = 130$  voltios

$130 \text{ Voltios} \times 0.7071 = 91.9 \text{ Voltios RMS}$

### Valor Pico

Si se tiene un **voltaje RMS** y se desea encontrar el voltaje pico:

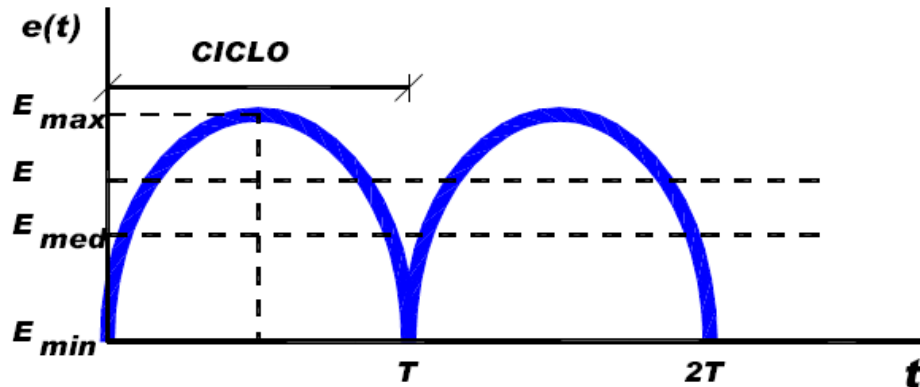
$V_{PICO} = V_{RMS} / 0.7071$

Ejemplo: encontrar el **voltaje Pico** de un **voltaje RMS**

$V_{RMS} = 120 \text{ Voltios}$

$V_{PICO} = 120 \text{ V} / 0.7071$

$= 169.7 \text{ Voltios Pico}$



### Valor promedio

El **valor promedio** de un ciclo completo de voltaje o corriente es cero (0).

Si se toma en cuenta solo un semiciclo (supongamos el positivo) el valor promedio es:

$$V_{PR} = V_{PICO} \times 0.636$$

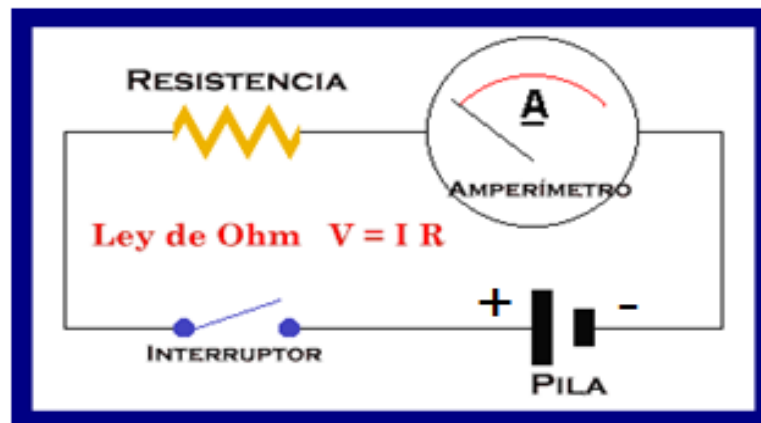
La relación que existe entre los **valores RMS y promedio** es:

$$V_{RMS} = V_{PR} \times 1.11$$

$$V_{PR} = V_{RMS} \times 0.9$$

Valores dados	Para encontrar los valores		
	Máximo (pico)	RMS	Promedio
Máximo (pico)		0.707 x Valor Pico	0.636 x Valor Pico
RMS	$1.41 \times V_{RMS}$		$0.9 \times V_{RMS}$
Promedio	$1.57 \times \text{Promedio}$	$1.11 \times \text{Promedio}$	

- Corriente, voltaje y resistencia.



Circuito simple

**Corriente o intensidad eléctrica:** flujo de electrones a través de un conductor o circuito eléctrico.

**Voltaje:** fuerza o presión eléctrica necesaria para mantener un flujo continuo de electrones a través de un conductor o circuito eléctrico.



**Resistencia eléctrica:** es la oposición de ciertos materiales al flujo continuo de electrones en un conductor o circuito eléctrico

- **Potencia eléctrica.**

**Potencia eléctrica:** se refiere al trabajo realizado por una carga eléctrica en una unidad de tiempo.

**La ley de Watt** dice que la potencia eléctrica es directamente proporcional al voltaje de un circuito y a la intensidad que circula por él.

Voltaje en Voltios (v)

Intensidad (i) Amperes

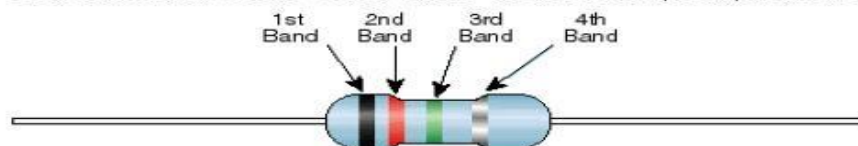
Potencia en Vatios (P)

**Ecuación de Watt:  $P = V \cdot I$**

### A. Medición y prueba de dispositivos, elementos eléctricos y electrónicos.

- Resistencias (varios métodos).

**Standard EIA Color Code Table 4 Band:  $\pm 2\%$ ,  $\pm 5\%$ , and  $\pm 10\%$**



Color	1st Band (1st figure)	2nd Band (2nd figure)	3rd Band (multiplier)	4th Band (tolerance)
Black	0	0	$10^0$	
Brown	1	1	$10^1$	
Red	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$
Orange	3	3	$10^3$	
Yellow	4	4	$10^4$	
Green	5	5	$10^5$	
Blue	6	6	$10^6$	
Violet	7	7	$10^7$	
Gray	8	8	$10^8$	
White	9	9	$10^9$	
Gold			$10^{-1}$	$\pm 5\%$
Silver			$10^{-2}$	$\pm 10\%$

Chart Provided By:



resistencias de película de carbón

- Tipos de resistencias.





- Métodos de medición de resistencias.

- a) directa
- b) indirecta

1. con el óhmetro. (directa)



Interpretación con el código de colores.

- Inductancia y capacitancia.

**Inductancia:** fenómeno de oposición que presenta un inductor al cambio o variación de la corriente.

Es posible demostrar que el paso de corriente por un conductor va acompañado de efectos magnéticos; la aguja de una brújula colocada cerca de un conductor, por ejemplo, se desviará de su posición normal norte-sur. La corriente crea un campo magnético.

La transferencia de energía al campo magnético representa trabajo efectuado por la fuente de FEM. Se requiere potencia para hacer trabajo, y puesto que la potencia es igual a la corriente multiplicada por la tensión, debe haber una caída de tensión en el circuito durante el tiempo en que la energía está almacenándose en el campo.



Esta caída de tensión que no tiene nada que ver con la caída de tensión de ninguna resistencia del circuito, es el resultado de una tensión opuesta inducida en el circuito mientras el campo crece hasta su valor final. Cuando el campo se vuelve constante,

La FEM inducida o fuerza contraelectromotriz desaparece, puesto que ya no se está almacenando más energía. Puesto que la FEM inducida se opone a la FEM de la fuente, tiende a evitar que la corriente aumente rápidamente cuando se cierra el circuito.

La amplitud de la FEM inducida es proporcional al ritmo con que varía la corriente y a una constante asociada con el circuito, llamada inductancia del circuito.

La inductancia depende de las características físicas del conductor. Por ejemplo, si se enrolla un conductor, la inductancia aumenta. Un arrollamiento de muchas espiras tendrá más inductancia que uno de unas pocas vueltas. Además, si un arrollamiento se coloca alrededor de un núcleo de hierro, su inductancia será mayor de lo que era sin el núcleo magnético.

La polaridad de una FEM inducida va siempre en el sentido de oponerse a cualquier cambio en la corriente del circuito. Esto significa que cuando la corriente en el circuito aumenta, se realiza trabajo contra la FEM inducida almacenando energía en el campo magnético. Si la corriente en el circuito tiende a descender, la energía almacenada en el campo vuelve al circuito, y por tanto se suma a la energía suministrada por la fuente de FEM. Esto tiende a mantener a la corriente circulando incluso cuando la FEM aplicada pueda descender o ser retirada. La energía almacenada en el campo magnético de un inductor se da por:

$$W = I^2 L / 2$$

Donde:

*W = energía en julios*

*I = corriente en amperios*

*L = inductancia en henrios*

-Reactancia inductiva y capacitiva.

Calculo de la reactancia inductiva y capacitiva

Capacitiva | Calculadora de la reactancia inductiva es una herramienta en línea para circuitos eléctricos y electrónicos medir la resistencia eléctrica del Inductor y Capacitor. Los condensadores de componentes pasivos y inductores son los más ampliamente utilizados en circuitos eléctricos y electrónicos. Es importante calcular la función y la reactancia inductiva al diseñar los circuitos

### **Reactancia capacitiva**

La reactancia capacitiva  $X_c$  varía inversamente con la frecuencia de la tensión aplicada de AC. Por lo tanto, el condensador permite mayores corrientes de frecuencia más fácilmente que las corrientes de baja frecuencia. Para voltajes DC la reactancia capacitiva será infinita. Por lo tanto



un condensador bloquea todos los DC voltaje o corriente. La reactancia del condensador  $X_c$  puede deducir matemáticamente de la fórmula.

$$X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2 \pi f C}$$

### Reactancia inductiva

La inductancia es el componente pasivo ampliamente utilizado en circuitos electrónicos. Almacena la energía en forma de campo magnético y se opone a cualquier cambio en la corriente. Esta oposición en cambio actual se denomina como inductancia. La inductancia  $X_L$  varía directamente proporcional a la cantidad de corriente que fluye a través de él. El inductor permite corrientes de muy baja frecuencia más fácilmente y se opone a las corrientes de frecuencia superiores. La reactancia del inductor  $x_l$  puede deducir matemáticamente de la fórmula.

$$X_L = \omega L = 2 \pi f L$$

### - Voltaje y corriente

#### Reactancia inductiva

En corriente alterna un inductor también presenta una resistencia al paso de la corriente denominada reactancia inductiva. La misma se calcula como:

$$X_L = \omega L$$

$\omega$  = Velocidad angular =  $2\pi f$

L = Inductancia

$X_L$  = Reactancia inductiva

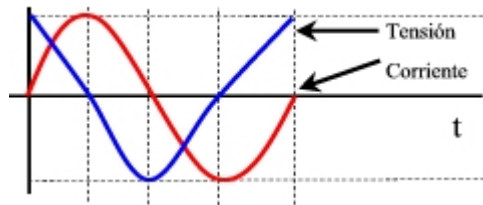
### Circuitos inductivos puros





## Funcionamiento con una señal senoidal

Durante el semiciclo positivo, al aumentar la tensión de alimentación, la corriente encuentra cierta dificultad al paso a través de la bobina, siendo al comienzo máxima la tensión sobre la misma y decreciendo a medida que circula mayor corriente. Cuando la tensión y el campo magnético son máximos, el potencial de alimentación comienza a decrecer y debido al campo magnético autoinducido, la corriente continúa circulando. En una inductancia podemos ver que, a diferencia del capacitor, la tensión adelanta a la corriente.



Angulo entre la tensión y la corriente

En los circuitos inductivos puros, la tensión sobre el inductor se encuentra adelantada 90 grados sobre la corriente.

### Impedancia

En circuitos inductivos puros está formada únicamente por la reactancia inductiva.

En forma polar la expresamos como el módulo de  $Z$  y 90 grados de desfase:

$$Z = X_L (90^\circ)$$

## Circuitos RL en corriente alterna

En un circuito RL en corriente alterna, también existe un desfase entre la tensión y la corriente y que depende de los valores de  $R$  y de  $X_L$  y tiene valores mayores a 0 y menores a 90 grados.

Angulo de desfase

$$\Phi = \text{Arc tg} \left( \frac{X_L}{R} \right)$$

Impedancia

(Z)

La impedancia tiene una componente real (por  $R$ ) y una imaginaria (por  $X_L$ ). En forma binómica se representa como:

$$Z = R + j X_L$$

En forma polar se representa mediante su módulo (raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de  $R$  y  $X_L$ ) y su ángulo de desfase.



Módulo de la impedancia:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Impedancia en forma polar

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} (\Phi)$$

### Intensidad

La intensidad se calcula como la tensión (atrasada en  $\Phi$ , ya que es lo que la tensión adelanta) dividido por el módulo de la impedancia.

$$I = \frac{V_{\max}}{Z} \text{Sen}(\omega t - \Phi)$$

La **inductancia** se define como la oposición de un elemento conductor (una bobina) a cambios en la corriente que circula a través de ella.

También se puede definir como la relación que hay entre el flujo magnético ( $\Phi_b$ ) y la corriente y que fluye a través de una bobina.

El valor de la inductancia viene dado exclusivamente por las características de la bobina y por la permeabilidad magnética ( $\mu$ ) del medio en el que se localiza,

Se mide en henrios. ( $L$ ) y se matemáticamente se define así:

$$L = \frac{\Phi_b}{i}$$

**Henrios.**- Unidad de medida de la inductancia en el Sistema Internacional. Equivale a la inductancia de un circuito cerrado en el que se produce una fuerza electromotriz de un voltio al variar uniformemente su corriente eléctrica a razón de un amperio en cada segundo.

### Bobinas / inductores en serie

En muchas ocasiones es necesario agrupar el valor de varias bobinas o inductores que están conectadas en serie o paralelo.

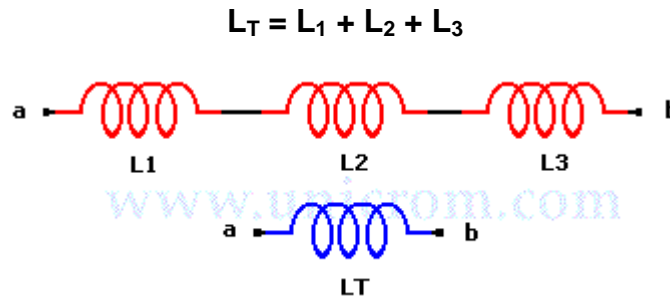
Se presenta de seguidamente el método a seguir para su simplificación.



El cálculo del **inductor** o **bobina** equivalente (LT) de inductores en serie es similar al método de cálculo del equivalente de resistencias en serie, sólo es necesario sumarlas.

En el diagrama que sigue, hay 3 inductores o bobinas en serie.

la fórmula a utilizar es: (sumatoria de los valores de los **inductores**)



Bien para este caso particular. Pero si se quisiera poner más de 2 o 3 **inductores**, se usaría la siguiente fórmula:

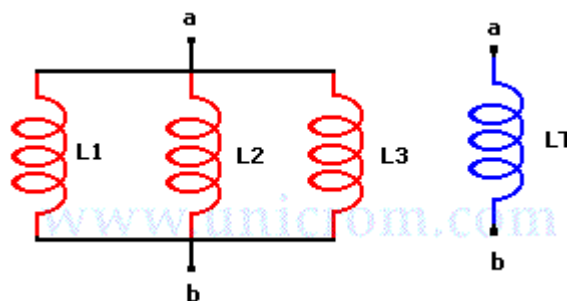
$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_N$$

Donde N es el número de bobinas colocadas en serie

### **Bobinas / inductores en paralelo**

El cálculo del **inductor** equivalente de varias bobinas en paralelo es similar al cálculo que se hace cuando se trabaja con capacitores.

El caso que se presenta es para 3 inductores y se calcula con la siguiente fórmula:



$$1/L_T = 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3$$

Pero la fórmula se puede generalizar para cualquier número de **inductores**, con la siguiente fórmula

$$1/L_T = 1/L_1 + 1/L_2 + 1/L_3 + \dots 1/L_N$$

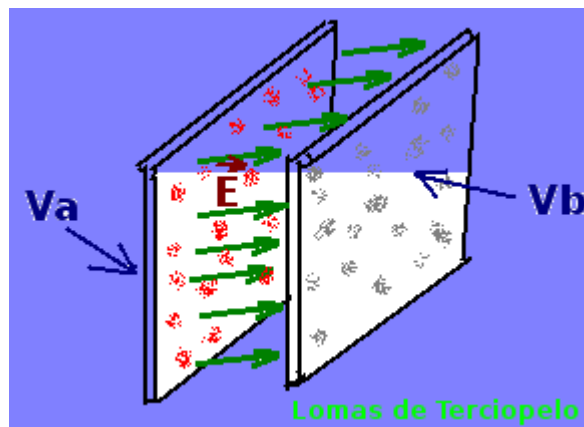
Donde N es el número de inductores que se conectan en paralelo.

### **Circuitos capacitivos:**



Cuando se tiene una configuración de carga definida, al liberar las cargas de las amarras que se utilizan en los modelos de la física se presenta un movimiento de cargas que involucran el efecto de los tipos de cargas presentes (positivas o negativas), alejándose o acercándose entre sí.

Existe un dispositivo eléctrico que se basa en la distribución de cargas, una positiva en una placa y otra negativa en otra placa, este se llama condensador. En la siguiente figura se ha representado la distribución de carga eléctrica positiva de una placa con un rociado de color rojo, mientras que la distribución de carga negativa con un rociado de tono oscuro. Las líneas de campo eléctrico parten perpendicularmente de la placa con carga positiva hacia la placa de carga negativa, el campo está representado por conjunto de líneas en forma de flecha de color verde.



El condensador almacena energía mediante esa distribución de carga y tiene fines muy útiles en sistemas eléctricos y electrónicos. El condensador es capaz de ceder energía a un sistema con el fin de atenuar una reducción de la misma en el sistema, o bien almacenar energía del sistema al que está conectado con el fin de eliminar ese aumento energético a que es sometido dicho sistema. A esta propiedad que tiene el condensador de almacenar energía se le denomina capacitancia. La capacitancia depende de los factores geométricos del condensador así como del material que se encuentre presente separando las dos placas.

La capacitancia (**C**) de un condensador placas paralelas de igual área, separadas una distancia  $d$  es:

- C directamente proporcional al área de una placa.
- C inversamente proporcional a la separación entre las placas.
- C depende en una relación directamente proporcional a la constante dieléctrica del material que separa a las placas.

Por lo tanto,  $C = k \epsilon_0 A / d$ .

### Ejemplo:

Determine la capacitancia de un condensador de placas paralelas, cuyas placas tienen un área de  $0.01 \text{ m}^2$  y están separadas  $0.001 \text{ m}$ . El material de separación es poliestireno de constante dieléctrica 2,6.

### Solución:



$$C = 2,6 \times 8,85 \times 10^{-12} \times 0,01 / 0,001$$

$$C = 2,3 \times 10^{-10} \text{ F}$$

**Respuesta:** La capacitancia del condensador es  $2,3 \times 10^{-10} \text{ F}$ .

Determine el área que debe tener un condensador de  $3 \mu\text{F}$ , cuyas placas están separadas  $0,01 \text{ mm}$ , si el dieléctrico es aire.

**Solución:**

$$d = 0,01 \text{ mm} = 1 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$C = 3 \mu\text{F} = 3 \times 10^{-3} \text{ F}$$

$$C = k \epsilon_0 A / d, \text{ por lo tanto:}$$

$$A = C \cdot d / k \epsilon_0$$

$$A = 3 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-5} / (8,85 \times 10^{-12})$$

$$A = 3389,8 \text{ m}^2$$

**Respuesta:** El área que debe tener el condensador para tener una capacitancia de  $3 \mu\text{F}$  es de  $3389,8 \text{ m}^2$

**La capacitancia.**

Como se mencionó cuando se tiene una distribución de carga una positiva y una negativa ubicadas en diferentes puntos, debido a su configuración se tiene una energía debido al campo eléctrico producido por las mismas al afectar las diferentes regiones. Pero, también se puede dar que con solo una carga se genere un disturbio electromagnético en el espacio, por lo cual las diferentes regiones tienen una capacidad asociada. La ecuación que relaciona la carga con la diferencia de potencial entre diferentes puntos o líneas de puntos, es:

$$q = C V$$

Donde  $C$  es la constante de proporcional entre la carga que genera el disturbio y la diferencia de potencial entre los puntos en estudio. Esta constante que es la capacidad depende de la forma geométrica de la región en estudio y de los involucrados en dichas regiones. Para ilustrar el uso de dicha ecuación analice los siguientes ejercicios.

**Ejercicios:**

*Determine la capacitancia de una zona que es afectada por una carga puntual, localizada en el centro, la zona está delimitada por los radios  $a$  y  $b$ , tal que  $a < b$ .*

**Solución:**

$$q = C V$$





Donde  $V = |V_a - V_b|$

$$V = \left| - \int_a^b \mathbf{E} \cdot d\mathbf{r} \right|$$

$$V = \left| - \int_a^b k q r \cdot d\mathbf{r} / r^3 \right|$$

$$V = kq \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{b} \right)$$

$$V = kq \frac{(b-a)}{(a \cdot b)}$$

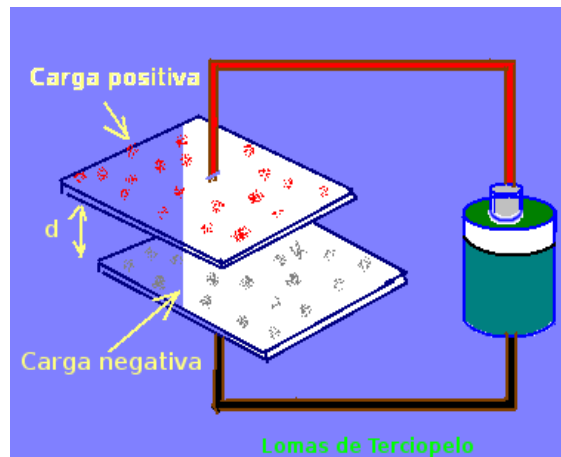
De manera que:

$$q = C \cdot kq \frac{(b-a)}{(a \cdot b)}$$

$$C = 4 \pi \epsilon_0 a^2 b / (b-a)$$

**Respuesta:** La capacitancia de la zona esférica entre los radios  $a$  y  $b$  es  $C = 4 \pi \epsilon_0 a^2 b / (b-a)$ .

El circuito básico capacitivo está compuesto por un condensador al cual mediante unos conectores se le aplica energía proveniente de una fuente. La fuente genera el disturbio que polariza cada placa. La carga de un capacitor es el valor absoluto de la carga contenida en cualquiera de las dos placas.



La energía almacenada en el condensador debido a la presencia de una diferencia de potencial  $V$  entre las placas se calcula como:

$$\text{Un condensador} = 0,5 q V$$

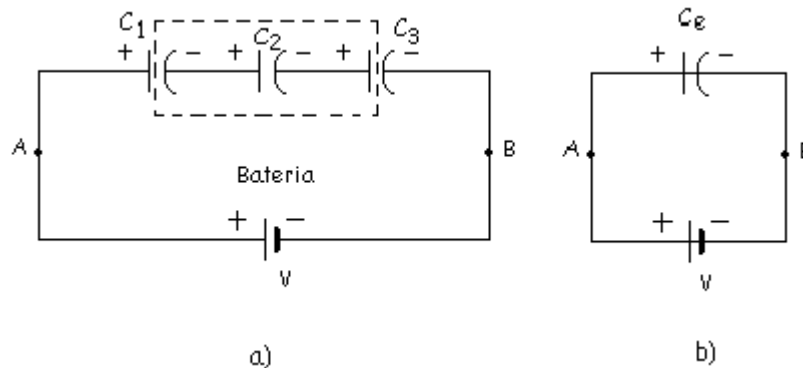
Donde  $V$  es el voltaje entre las placas y  $q$  es el valor absoluto de la carga de una placa del condensador.

La carga neta de cualquier condensador es cero.

### Circuito capacitivo discreto en serie

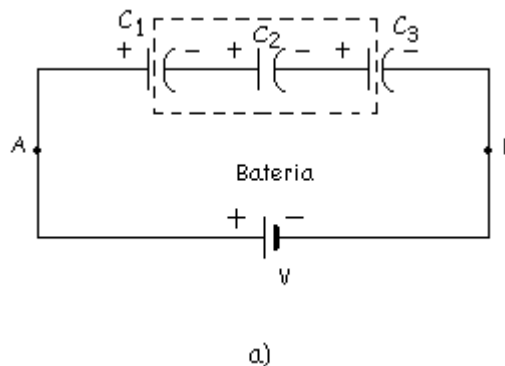


Circuito capacitivo en serie está conformado por varios condensadores conectados uno a otro generando una única trayectoria para ir del punto al punto b como se muestra en la figura.



Cuando extremos a y b son expuestos a una diferencia de potencial, las placas de los condensadores se cargan una positiva y otra negativa de igual valor absoluto. El circuito se polariza y se indica su polarización utilizando el signo "+" y el "-".

Cuando un conjunto de condensadores se encuentra en serie el voltaje o caída de potencial de cada uno de los condensadores es una fracción del que encuentra entre los extremos del circuito, tal que la suma de sus caídas de potencial debe ser igual a la diferencia de potencial entre los extremos del circuito.



Para el circuito de la figura anterior  $V_{ab} =$  a la suma de las caídas de potencial de los condensadores, es decir:

$$V_{ab} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

Para un circuito capacitivo en serie se cumple que la energía entregada por la fuente debe ser igual a la suma de la energía acumulada en cada condensador.

$$U_{\text{bateria}} = \sum U_{Ci}$$

La carga presente en cada condensador de un circuito serie es a la carga calculada para el condensador equivalente del circuito. Este condensador equivalente tiene la capacidad la misma energía que la suma de todas las energías acumuladas en cada uno de los condensadores.



Para determinar la fórmula con que se calcula la capacitancia equivalente se puede partir de la ley de la conservación de la energía o bien de la suma de caídas de potencial de un circuito capacitivo.

$$V_{ab} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_n$$

$$V_{ab} = q/C_1 + q/C_2 + q/C_3 + q/C_4 + \dots + q/C_n$$

$$V_{ab} = q / ( 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4 + \dots + 1/C_n )$$

$$q/C_{\text{equivalente}} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4 + \dots + 1/C_n$$

$$1/C_{\text{equivalente}} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 + 1/C_4 + \dots + 1/C_n$$

$$C_{\text{equivalente}} = [ \sum 1/C_i ]^{-1}$$

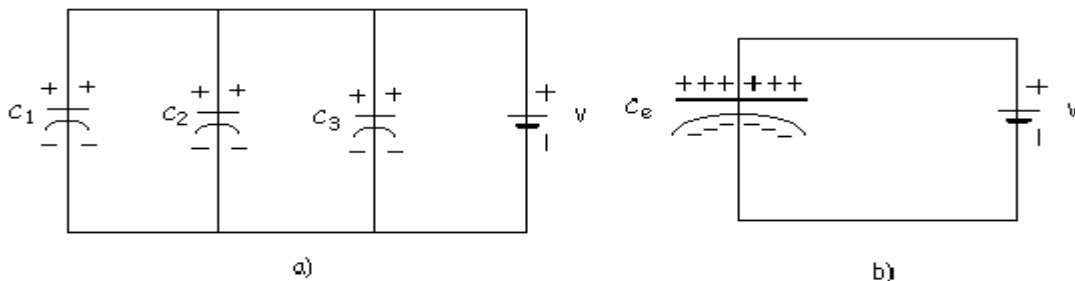
### Circuito capacitivo discreto en paralelo

Un circuito paralelo capacitivo está constituido por una fuente y n condensadores conectados a dos nodos en común.

Nodo es el punto donde se unen varios dispositivos.

Dado que los nodos son comunes para todos los elementos las caídas de potencial son las mismas para todos. Al igual que en el circuito en serie, la energía suministrada por la fuente es igual a la suma de las energías acumuladas por cada uno de los condensadores, es decir:

$$U_{bat} = UC_1 + UC_2 + UC_3 + \dots + UC_n$$



La carga eléctrica de cada condensador se calcula mediante  $q = C V$ , por lo que la carga positiva total del sistema sería:

$$Q_{\text{total}} = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n$$

$$Q_{\text{total}} = C_1 V + C_2 V + C_3 V + \dots + C_n V$$

**Por lo tanto:**

$$Q_{\text{total}} = V ( C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n )$$



La cual es la carga que posee el condensador equivalente a todo el conjunto de condensadores conectados en paralelo, dado  $C = q/V$ , entonces:

$$C_{\text{equivalente}} = C1 + C2 + C3 + \dots + Cn = \Sigma Ci$$

Se denomina **faradio** o **farad** (símbolo **F**), en honor a Michael Faraday, a la unidad de capacidad eléctrica del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Condensador ideal cuya capacidad se expresa en faradios.

Un faradio es la capacidad de un condensador entre cuyas armaduras existe una diferencia de potencial eléctrico de 1 voltio (1 V) cuando está cargado de una cantidad de electricidad igual a un colombio (1 C).

En electrotecnia mide más específicamente la capacidad de un condensador o un sistema de conductores, es decir, la carga que puede almacenar cuando se le aplica una tensión.

$$F = \frac{A \cdot s}{V} = \frac{C}{V} = \frac{C^2}{J} = \frac{C^2}{N \cdot m} = \frac{s^2 \cdot C^2}{m^2 \cdot kg} = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg} = \frac{s}{\Omega}$$

No debe confundirse con el faraday (unidad), que es una antigua unidad de carga eléctrica equivalente a la constante de Faraday.



## PRACTICA No. 1

### “ELECTROSTÁTICA”

#### PROPÓSITO DE LA PRÁCTICA:

Al término de la práctica, el alumno:

Interpretará los fenómenos de la electricidad estática entre las cargas eléctricas, utilizando el péndulo eléctrico y el electroscopio.

#### ACTIVIDADES EXTRACLASE:

Para realizar la practica en el laboratorio, deberá dar lectura previa de su desarrollo y estudiar los temas en la bibliografía propuesta.

#### CONSIDERACIONES TEORICAS:

El término electricidad, y todos sus derivados, tienen sus orígenes en las experiencias realizadas por Tales de Mileto, un filósofo griego que vivió en el siglo sexto antes de Cristo. Tales estudió el comportamiento de una resina fósil, el ámbar -en griego elektron-, observando que cuando era frotada con un paño de lana adquiría la propiedad de atraer hacia sí pequeños cuerpos ligeros; los fenómenos análogos a los producidos por Tales con el ámbar o elektron se denominaron fenómenos eléctricos y más recientemente fenómenos electrostáticos.

La electrostática es la parte de la física que estudia este tipo de comportamiento de la materia, se preocupa de la medida de la carga eléctrica o cantidad de electricidad presente en los cuerpos y, en general, de los fenómenos asociados a las cargas eléctricas en reposo. El desarrollo de la teoría atómica permitió aclarar el origen y la naturaleza de los fenómenos eléctricos; la noción de fluido eléctrico, introducida por Benjamín Franklin (1706-1790) para explicar la electricidad, fue precisada a principios de siglo al descubrirse que la materia está compuesta íntimamente de átomos y éstos a su vez por partículas que tienen propiedades eléctricas.

Como sucede con otros capítulos de la física, el interés de la electrostática reside no sólo en que describe las características de unas fuerzas fundamentales de la naturaleza, sino también en que facilita la comprensión de sus aplicaciones tecnológicas. Desde el pararrayos hasta la televisión una amplia variedad de dispositivos científicos y técnicos están relacionados con los fenómenos electrostáticos.

Cuando a un cuerpo se le dota de propiedades eléctricas se dice que ha sido electrizado. La electrización por frotamiento permitió, a través de unas cuantas experiencias fundamentales y de una interpretación de las mismas cada vez más completa, sentar las bases de lo que se entiende por electrostática.

Si una barra de ámbar (de caucho o de plástico) se frota con un paño de lana, se electriza. Lo mismo sucede si una varilla de vidrio se frota con un paño de seda. Aun cuando ambas varillas pueden atraer objetos ligeros, como hilos o trocitos de papel, la propiedad eléctrica adquirida por frotamiento no es equivalente en ambos casos. Así, puede observarse que dos barras de ámbar electrizadas se repelen entre sí, y lo mismo sucede en el caso de que ambas sean de vidrio. Sin embargo, la barra de ámbar es capaz de atraer a la de vidrio y viceversa.

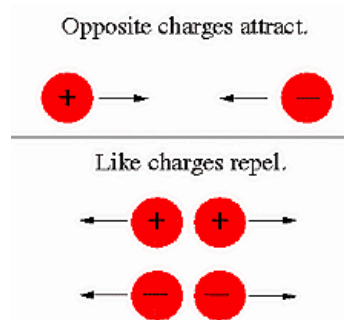
Este tipo de experiencias llevaron a W. Gilbert (1544-1603) a distinguir, por primera vez, entre la electricidad que adquiere el vidrio y la que adquiere el ámbar. Posteriormente Benjamin Frankiin en el siglo XVIII explicó los fenómenos eléctricos a través de la teoría del "fluido eléctrico" existente en todos los cuerpos. El pensaba que en los cuerpos no electrizados (neutros) el fluido permanecía de manera equilibrada, pero cuando dichos cuerpos se electrizaban entre sí, el "fluido eléctrico" se transfería: el que quedaba con más fluido era electrizado positivamente (+) y el que resultaba con menos fluido se



electrizaba de modo negativo (-). Llamó a la electricidad «vítrea» de Gilbert electricidad positiva (+) y a la «resinosa» electricidad negativa (-).

Las experiencias de electrización pusieron de manifiesto que:

**“Cargas eléctricas de distinto signo se atraen y cargas eléctricas de igual signo se repelen”**



Una experiencia sencilla sirvió de apoyo a Franklin para avanzar en la descripción de la carga eléctrica como propiedad de la materia. Cuando se frota la barra de vidrio con el paño de seda, se observa que tanto una como otra se electrizan ejerciendo por separado fuerzas de diferente signo sobre un tercer cuerpo cargado. Pero si una vez efectuada la electrización se envuelve la barra con el paño de seda, no se aprecia fuerza alguna sobre el cuerpo anterior. Ello indica que a pesar de estar electrizadas sus partes, el conjunto paño-barra se comporta como si no lo estuviera, manteniendo una neutralidad eléctrica.

Se ha visto que existen en la Naturaleza dos tipos de cargas, positiva y negativa, y que la cantidad más pequeña de carga es el electrón (misma carga que el protón, pero de signo contrario). También se ha visto que existe una fuerza entre las cargas.

La unidad natural de carga eléctrica es el electrón, que es: La menor cantidad de carga eléctrica que puede existir.

Como esta unidad es extremadamente pequeña para aplicaciones prácticas y para evitar el tener que hablar de cargas del orden de billones o trillones de unidades de carga, se ha definido en el Sistema Internacional de Unidades el culombio:

Un Coulombio es la cantidad de carga que a la distancia de 1 metro ejerce sobre otra cantidad de carga igual, la fuerza de  $9 \times 10^9$  N.

Así pues de esta definición resulta ser que:

$$1 \text{ Coulombio} = 6,23 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

Como el culombio puede no ser manejable en algunas aplicaciones, por ser demasiado grande, se utilizan también sus divisores:

$$1 \text{ milicoulombio} = \text{la milésima parte del culombio por lo que:}$$
$$1 \text{ Coul} = 1.000 \text{ mCoul}$$

1 microcoulombio = la millonésima parte del culombio por lo que :

$$1 \text{ Coul} = 1.000.000 \text{ mCoul}$$



De todo lo anterior concluimos que los electrones y los protones tienen una propiedad llamada carga eléctrica, los neutrones son eléctricamente neutros ya que carecen de carga. Los electrones tienen una carga negativa mientras que los protones la tienen positiva.

El átomo está constituido por un núcleo. Un átomo normal es neutro, ya que tiene el mismo número de protones o cargas positivas que de electrones o cargas negativas. Sin embargo, un átomo puede ganar electrones y quedar cargado negativamente, o bien puede perderlos y cargarse positivamente.

La masa del protón es aproximadamente 2000 veces mayor que la del electrón, pero la magnitud de sus cargas eléctricas es la misma. Por tanto la carga de un electrón neutraliza la del protón.

### EQUIPO Y MATERIAL:

Péndulo eléctrico

Electroscopio (laminillas de aluminio)

Varilla de vulcanita (negra)

Varilla de lucita (transparente)

Trapo de seda (Lino)

Trapo de lana (grosso)

**Nota:** El péndulo eléctrico será construido por los alumnos

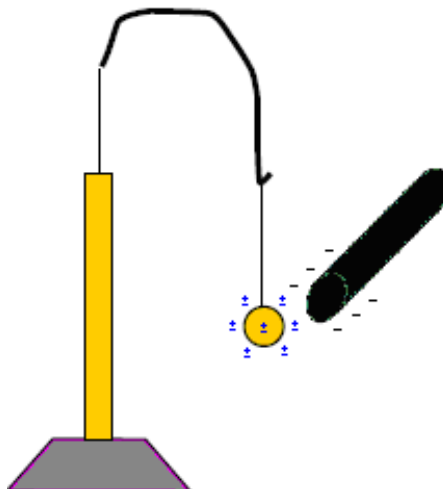
### DESARROLLO:

- Verifiquen el montaje de los componentes del péndulo eléctrico

*El péndulo eléctrico, está formado por un hilo conductor y una esfera de médula de saúco colgada del hilo. El hilo está amarrado de un soporte metálico.*

Electrizar negativamente la barra de vulcanita frotándola con un trapo de lana, y luego acérquese lentamente hasta hacer contacto con la bolita de saúco del péndulo eléctrico como se observa en la figura siguiente.

*Cabe aclarar que en este caso la barra de vulcanita se quedo electrizada negativamente por que el trapo de lana cedió electrones a la barra*



**Conteste lo siguiente:**



Establezca una hipótesis:

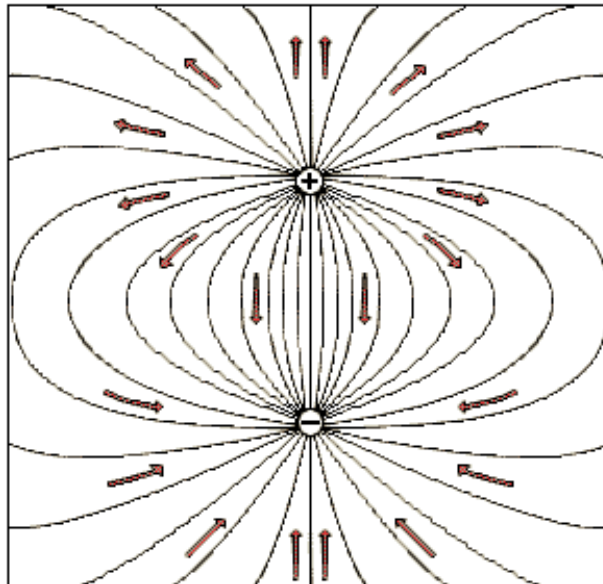
**Al acercar la barrita de vulcanita previamente electrizada negativamente atraerá las cargas positivas de la bolita de saúco, entonces la bolita se electrizará negativamente al perder sus cargas positivas, y la barra de vulcanita al tener exceso de cargas positivas, se electrizará positivamente y mientras ocurre todo este proceso la bolita se pegará a la barrita.**

Describa sus observaciones del experimento:

**Se noto claramente el cumplimiento de la ley de las cargas al ser cargas diferentes se atraen (la barrita de vulcanita con carga negativa, atrajo las cargas positivas de la bolita de saúco)**

Explique la causa del fenómeno observado

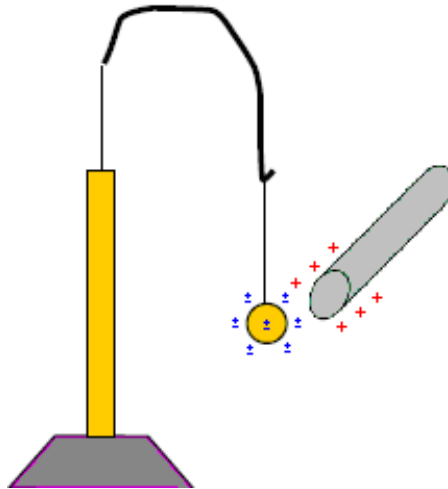
**La causa de este fenómeno es que la cargas positivas tienen una cierta fuerza que las atrae hacia las cargas negativas, hasta que se juntan; como se observa en el siguiente esquema:**



Electrizar la barrita de lucita frotándola con un trapo seco de seda, y luego acérquese lentamente hasta hacer contacto con la bolita de saúco (previamente neutralizada) del péndulo eléctrico.

*En este caso se debe aclarar que la barra de lucita adquirió una carga positiva debido a que el trozo de seda se atrajo la mayoría de los electrones*





**Conteste lo siguiente:**

Describe sus observaciones del experimento

**Se observa el mismo fenómeno solo que en esta ocasión las cosas se invirtieron, porque la barra al tener una carga positiva, atrajo las cargas negativas de la bolita de saúco, entonces la bolita adquirió una carga positiva, al tener un déficit de electrones; en cambio la barrita de lucita adquirió una carga negativa por tener un exceso de electrones, lo que provocó que ambas se atraigan.**

Explique la causa del fenómeno observado

**La causa es que las cargas negativas ejercen cierta atracción a las cargas positivas, lo que provoca que se unan.**

2. Verifique el montaje de los componentes que integran el electroscopio.

*El electroscopio consta de dos láminas delgadas aluminio que están fijadas en el extremo de una varilla metálica que pasa a través de un soporte de ebonita.*

Electrizar negativamente la barra de vulcanita acérquese lentamente la barra a la esfera superior del electroscopio sin tocarlo como se observa en la figura

¿Qué ocurre?

**En este momento no ocurre nada solo hubo un arranque de electrones del soporte de ebonita con respecto a la barra de vulcanita, por lo cual la barra tiene una carga positiva en este momento, y el soporte una carga negativa como se ve en la figura 1**

¿Qué pasa al retirar la barra de la esfera?

**Se separaron las laminillas que conforman el electroscopio, hubo una pequeña abertura apenas perceptible entre ellas como se ve en la figura 2**

Explique la causa del fenómeno observado

**Lo que ocurrió es que al retirar la barrita las cargas negativas de la esfera de ebonita bajaron hacia las laminillas y al ser cargas iguales se rechazan por lo cual las laminillas se separan**

**Figura 1 Figura 2**

Electrizar positivamente la barra de lucita. Toque la barra la esfera del electroscopio y luego retire la barra



¿Qué ocurre?

**Lo que ocurrió al acercar la barra es que al tener carga positiva los electrones que poseía la esfera de ebonita fueron atraídos hacia la barra y por lo tanto esta adquirió una carga negativa por tener un exceso de electrones como se observa en la figura 3, entonces la esfera de ebonita adquirió una carga positiva por tener un déficit de electrones. Posteriormente al separar la barra la carga positiva de la ebonita bajo hacia las laminillas provocando que se separaran por tener un mismo tipo de carga en este caso positiva como se observa en la figura 4.**

Explique la causa del fenómeno observado

**Lo que ocurrió es que al retirar la barrita las cargas positivas de la esfera de ebonita bajaron hacia las laminillas y al ser cargas iguales se rechazan por lo cual las lamillas se separan**

Figura 3 Figura 4

## CUESTIONARIO

### 1.-¿Que es la Electricidad Estática?

Esto se refiere al momento en el que una carga eléctrica se encuentra estacionaria, o estática, esta produce fuerzas eléctricas sobre las otras cargas situadas en su misma región del espacio; cuando está en movimiento, produce además efectos magnéticos.

### 2.-¿Como se determina el tipo de carga eléctrica que tiene un cuerpo usando el electroscopio?

Midiendo la distancia a la que se separan estos conductores se puede calcular la cantidad de carga del cuerpo.

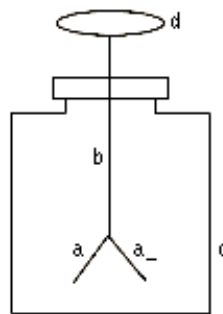


Figura 1

Electroscopio (esquema)

El electroscopio se emplea para detectar la presencia de cargas eléctricas, para determinar el signo de las mismas y para medir e indicar su magnitud. Este dibujo esquemático muestra las partes básicas del dispositivo: (a) y (a\_) son láminas metálicas delgadas colgadas de un soporte metálico (b); (c) es un recipiente de vidrio, y (d) es una bola que recoge las cargas eléctricas. Las cargas (positivas o negativas) se conducen hasta las láminas a través del soporte metálico. Como las cargas iguales se repelen, las láminas se separan. La cantidad de carga se calcula midiendo la distancia entre las láminas.

La carga se puede determinar al separar el objeto de la esfera que recibe las cargas, ya que adquiere la carga contraria que tenía; es decir si al separarla tiene una carga positiva su carga inicial era negativa.

### 3.-¿QUE SE ENTIENDE POR ELECTRIZACION?



La electrización es el proceso mediante el cual un cuerpo adquiere una carga, esta electrización puede ser por:

#### A.- Electrización por Contacto

Se puede cargar un cuerpo con sólo tocarlo con otro previamente cargado. En este caso, ambos quedan con el mismo tipo de carga, es decir, si toco un cuerpo neutro con otro con carga positiva, el primero también queda con carga positiva.

#### B.- Electrización por Frotamiento

Al frotar dos cuerpos eléctricamente neutros, ambos se cargan, uno con carga positiva y el otro con carga negativa.

#### C.- Electrización por Inducción

Un cuerpo cargado eléctricamente puede atraer a otro cuerpo que está neutro. Cuando acercamos un cuerpo electrizado a un cuerpo neutro, se establece una interacción eléctrica entre las cargas del primero y el cuerpo neutro.

Como resultado de esta relación, la redistribución inicial se ve alterada: las cargas con signo opuesto a la carga del cuerpo electrizado se acercan a éste.

En este proceso de redistribución de cargas, la carga neta inicial no ha variado en el cuerpo neutro, pero en algunas zonas está cargado positivamente y en otras negativamente

Decimos entonces que aparecen cargas eléctricas inducidas. Entonces el cuerpo electrizado induce una carga con signo contrario en el cuerpo neutro y por lo tanto lo atrae.

### **4.-¿Cómo se carga un cuerpo por Inducción?**

Un cuerpo cargado eléctricamente puede atraer a otro cuerpo que está neutro. Cuando acercamos un cuerpo electrizado a un cuerpo neutro, se establece una interacción eléctrica entre las cargas del primero y el cuerpo neutro.

Como resultado de esta relación, la redistribución inicial se ve alterada: las cargas con signo opuesto a la carga del cuerpo electrizado se acercan a éste.

En este proceso de redistribución de cargas, la carga neta inicial no ha variado en el cuerpo neutro, pero en algunas zonas está cargado positivamente y en otras negativamente

Decimos entonces que aparecen cargas eléctricas inducidas. Entonces el cuerpo electrizado induce una carga con signo contrario en el cuerpo neutro y por lo tanto lo atrae.

### **CONCLUSIONES**

Esta práctica sirvió al alumno para establecer los principios más básicos de la electricidad, además nos demuestra las nociones de las cargas positivas y negativas, sus características y comportamiento, también nos demuestra cómo es que se puede medir una carga eléctrica y como se puede determinar si se trata de una carga positiva o negativa.



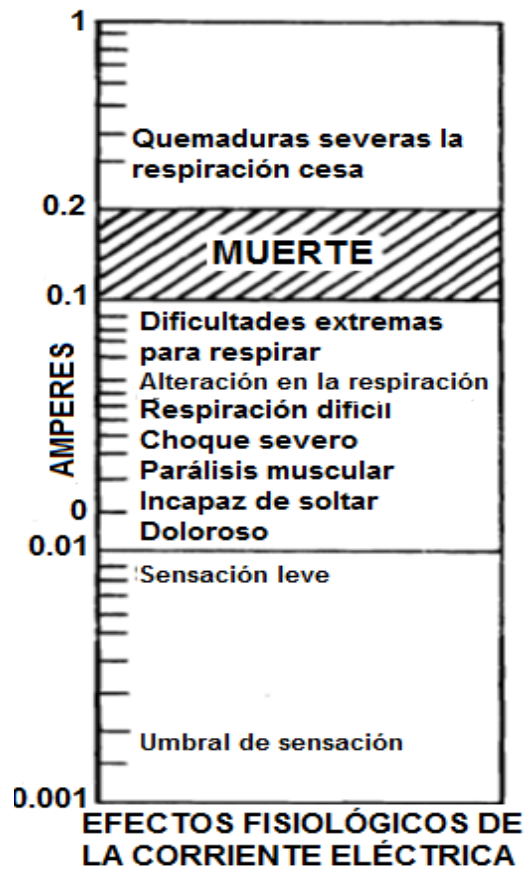
## PRÁCTICA No. 2

### SEGURIDAD ANTE TODO

Todos parecen saber que la electricidad puede ser peligrosa y aun fatal, para aquellos que no comprenden y practican las reglas simples de la **SEGURIDAD**. Aunque pueda parecer extraño, existen más accidentes en los que la electricidad está involucrada, por parte de técnicos bien entrenados quienes, ya sea por exceso de confianza o descuido, violan las reglas básicas de la **SEGURIDAD** personal. La primera regla es siempre:

#### "REFLEXIONAR"

Y esta regla se aplica a todo trabajo industrial, no solo al eléctrico. Conviene desarrollar buenos hábitos de trabajo. Aprenda a usar las herramientas mientas correctamente y con seguridad. Siempre debe estudiar el trabajo que está por hacer y pensar cuidadosamente el procedimiento, método y la aplicación de herramientas, instrumentos y máquinas. Nunca se permita el distraerse en el trabajo y jamás distraiga a un compañero que esté desarrollando una tarea peligrosa. ¡No sea un payaso! Las bromas son divertidas, como lo es el juego; pero nunca cerca de la maquinaria en movimiento o en operaciones de electricidad.



Generalmente hay tres clases de accidentes que aparecen con demasiada frecuencia entre los estudiantes técnicos de la rama de electricidad y electrónica. El conocerlo y estudiarlos, así como el observar unas reglas simples, hará del lector una persona segura con quien trabajar. Esto



puede significarle la seguridad de llegar a una edad madura o bien la prevención de experiencias dolorosas y onerosas.

### 1. ¿Qué hay de los CHOQUES eléctricos? ¿Son fatales?

Los efectos fisiológicos de las corrientes eléctricas **generalmente** pueden predecirse según la carta de la figura 1.1 Nótese que lo que hace daño es la **corriente**. Las corrientes superiores a 100 miliamperios o sea, solo un décimo de una ampere, son fatales. Un trabajador que ha entrado en contacto con corrientes superiores a 200 miliamperios, puede sobrevivir si se le da tratamiento rápido. Las corrientes inferiores a 100 miliamperios pueden tener efectos serios y dolorosos. Una regla de seguridad: no se coloque en una posición en la que pueda sufrir **alguna clase de choque**.

### ¿Qué hay de la tensión?

La corriente depende de la tensión (voltaje) y la resistencia. Midamos nuestra resistencia. Haga que su instructor muestre la forma de usar un óhmetro. Con él, mida la resistencia del cuerpo entre estos puntos:

De la mano derecha a la izquierda. . . . . Ohms (resistencia)

De la mano a un pie..... Ohms (resistencia)

Ahora, humidézcase los dedos y repita las mediciones,

De la mano derecha a la izquierda..... Ohms (resistencia)

De la mano al pie..... Ohms (resistencia)

La resistencia real varía, naturalmente, dependiendo de los puntos de contacto y, según se ha descubierto, de la condición de la piel. La resistencia de ésta puede variar entre 1,000 ohms en piel húmeda, y 500,000 ohms en piel seca.

Tomando la resistencia del cuerpo medida previamente y considerando 100 miliamperios como la corriente fatal; ¿qué tensiones serían mortales para usted? use la fórmula: volts = 0.1A X ohms.

Contacto entre las dos manos (secas).....volts

Contacto entre una mano y un pie (secos)..... volts

Contacto entre las dos manos (mojadas). . . . . volts

Contacto entre una mano y un pie (mojados).....volts

### NO INTENTE COMPROBARLO



## I. Reglas para la seguridad en la práctica y para evitar choques eléctricos.

1. Asegúrese de las condiciones del equipo y de los peligros presentes, **ANTES** de trabajar con uno de sus elementos. De la misma manera que muchos deportistas mueren por armas que suponían descargadas, muchos técnicos han fallecido a causa de circuitos supuestamente "muertos".
2. **NUNCA** confíe en dispositivos de seguridad tales como fusibles, relevadores y sistemas entrelazados, para su protección. Estos pueden no estar trabajando o no proteger cuando más se necesita.
3. **NUNCA** desconecte la punta de tierra de una clavija de entrada de tres conductores. Esto elimina la característica de conexión a tierra del equipo, convirtiéndolo en un peligro potencial de choque.
4. **NUNCA TRABAJE EN UN BANCO ATESTADO.** Un amontonamiento desordenado de puntas conectoras, componentes y herramientas solo conduce a pensar descuidadamente y a ocasionar cortos circuitos, choques y accidentes. Desarrolle hábitos de procedimiento sistemáticos y organizados de trabajo.
6. **NO TRABAJE SOBRE PISOS MOJADOS.** Su resistencia de contacto a tierra se reduce considerablemente. Trabaje sobre una cubierta de hule o una plataforma aislada, si las tensiones son altas.
7. **NO TRABAJE SOLO.** Siempre es conveniente que alguien esté cerca para que desconecte la energía, aplique respiración artificial o llame a un médico.
8. Trabaje con **una mano atrás o en la bolsa.** Una corriente entre las dos manos cruza el corazón y puede ser más letal que una corriente de mano a pie. Un buen técnico siempre trabaja con una mano. Observe a un técnico de servicio de TV.
9. **NUNCA HABLE A NADIE MIENTRAS TRABAJA.** No se permita ninguna distracción. Además, **no hable con nadie** si está trabajando con un equipo peligroso. No sea la causa de un accidente.
10. **MUÉVASE SIEMPRE LENTAMENTE** cuando trabaja con circuitos eléctricos. Los movimientos violentos y rápidos propician 10s choques accidentales y cortos circuitos.

## II. Accidentes causados por QUEMADURAS.

Aunque generalmente no son fatales pueden ser graves y dolorosas. La energía eléctrica disipada en resistencia, produce calor

1. Los tubos al vacío se calientan mucho después de unos cuantos minutos de operación. Debe esperar a que se enfríen, **ANTES** de intentar retirarlos de un chasis.
2. Las resistencias se calientan mucho, especialmente las que llevan altas corrientes. Vigile las de cinco y diez watts, ya que pueden quemar la piel de los dedos. No las toque antes de que se hayan enfriado.



3. Tenga cuidado con todos 10s capacitores que puedan retener todavía una carga. No solo puede sufrir un choque peligroso y algunas veces fatal, sino que también puede sufrir quemaduras por una descarga eléctrica. Si se excede la tensión nominal de los capacitores electrolíticos, se invierten sus polaridades o pueden, de hecho, explotar.

4. Vigile el caudín o pistola de soldadura. No la coloque sobre el banco en donde puede tocarla accidentalmente con el brazo. No la guarde nunca cuando aún está caliente; algún estudiante desaprensivo e inocente puede tomarla.

5. **LA SOLDADURA CALIENTE** puede producir una sensación particularmente molesta al entrar en contacto con la **piel**. Espere a que las juntas soldadas se enfrien. Cuando desuelde uniones, no sacuda la soldadura caliente de manera.

III **LESIONES MECÁNICAS.** La tercera clase de reglas de seguridad se aplica a todo el que trabaja con herramientas y maquinaria. Es un deber primordial del técnico en electrónica y las lecciones de seguridad se encuentran en el uso correcto de las herramientas.

1. Las esquinas y filos metálicos de los chasis y tableros pueden cortar y arañar. Límelos y quíteles el filo.

2. La selección inadecuada de la herramienta para el trabajo, puede producir daños al equipo y lesiones personales.

3. Use una protección apropiada en los ojos cuando esmerile, cincele o trabaje con metales calientes que pueden salpicar.

4. Proteja manos y ropa cuando trabaje con ácidos de baterías, líquidos para grabar y fluidos de acabados, ya que son destructivos.

5. Si no sabe pregunte a su instructor.

#### **A, TODOS LOS ESTUDIANTES Y MAESTROS:**

Se debe conocer la ubicación del botiquín de PRIMEROS AUXILIOS en el taller. Insista en que toda cortada o lesión pequeña reciba atención inmediata, independientemente de su magnitud. Notifique al instructor de todo accidente, él sabrá qué debe hacerse.

No hay peligros o riesgos serios en los Sistemas de Experimentos del Estudiante, si éste sigue las instrucciones con precisión. Sin embargo, todos los años hay gente que recibe choques fatales de la fuente ordinaria de 117 volts, que se usa en el hogar. Todos los estudiantes que trabajen con electricidad, "deben" seguir un programa completo de seguridad.

#### **FUENTES DE ENERGÍA**

La fuente de energía, si se maneja de la siguiente manera, dará muchos años de operación satisfactoria y no presentara peligro al usuario.

#### **DESCRIPCIÓN GENERAL DE LASFUENTES DE ENERGÍA**



1. En general, todas las fuentes de energía variable tienen interruptores de conexión y desconexión, que pueden o no ser del tipo de llave. La posición conectada normalmente se indica por medio de una lámpara.
2. Todas las fuentes de energía variable tienen algún tipo de perilla de control, para hacer variar la tensión de salida.
3. La salida o salidas de la fuente de energía normalmente están protegidas contra sobrecargas por algún medio, como por ejemplo un fusible o un interruptor de circuito.
4. La salida tiene normalmente, dos terminales que pueden tomar muchas formas; como por ejemplo, postes, mordazas de banana, receptáculos, etcétera.
5. Todas las fuentes de energía para el campo educativo deben tener las cubiertas y los tableros conectados eléctricamente a tierra, por medio de un sistema de entrada de tres conductores.

### **OPERACIÓN APROPIADA DE LAS FUENTES DE ENERGÍA**

1. Inspeccione cuidadosamente el circuito, comprobando la polaridad correcta de las puntas que van a las terminales de la fuente de energía (rojo a rojo, negro a negro) y a todos los medidores de indicación.
2. Asegúrese de que todos los controles de tensión variable están puestos a su salida mínima, antes de conectar el interruptor.
3. Haga girar lentamente la perilla apropiada de control hasta que se obtenga la tensión requerida.
4. Si no se obtiene ninguna salida al accionar la perilla de control, compruebe para ver si un interruptor o fusible está abierto, La lámpara de conexión y desconexión solo indica que el interruptor de corriente está en marcha y que la fuente de energía está activada.
5. Para ajustar un interruptor, oprímase el botón de "reajuste" después de regresar la perilla de control a su punto mínimo y de retirar la causa de la sobrecarga.
6. Si la fuente de energía tiene fusibles, consulte al maestro para obtener instrucciones subsiguientes.

### **MEDIDORES E INSTRUMENTOS**

#### **LOS INSTRUMENTOS SON COSTOSOS Y DIFÍCILES DE SUSTITUIR**

1. Asegúrese de que sabe lo que desea medir y cómo hacerlo ANTES de conectar los instrumentos y aplicar la energía. LO QUE SIGNIFICA, LEA PRIMERO EL MANUAL DE INSTRUCCIONES PIDALE AL INSTRUCTOR QUE INSPECCIONE SU TRABAJO. ASEGURESE QUE COMPRENDE LA LECCIÓN.



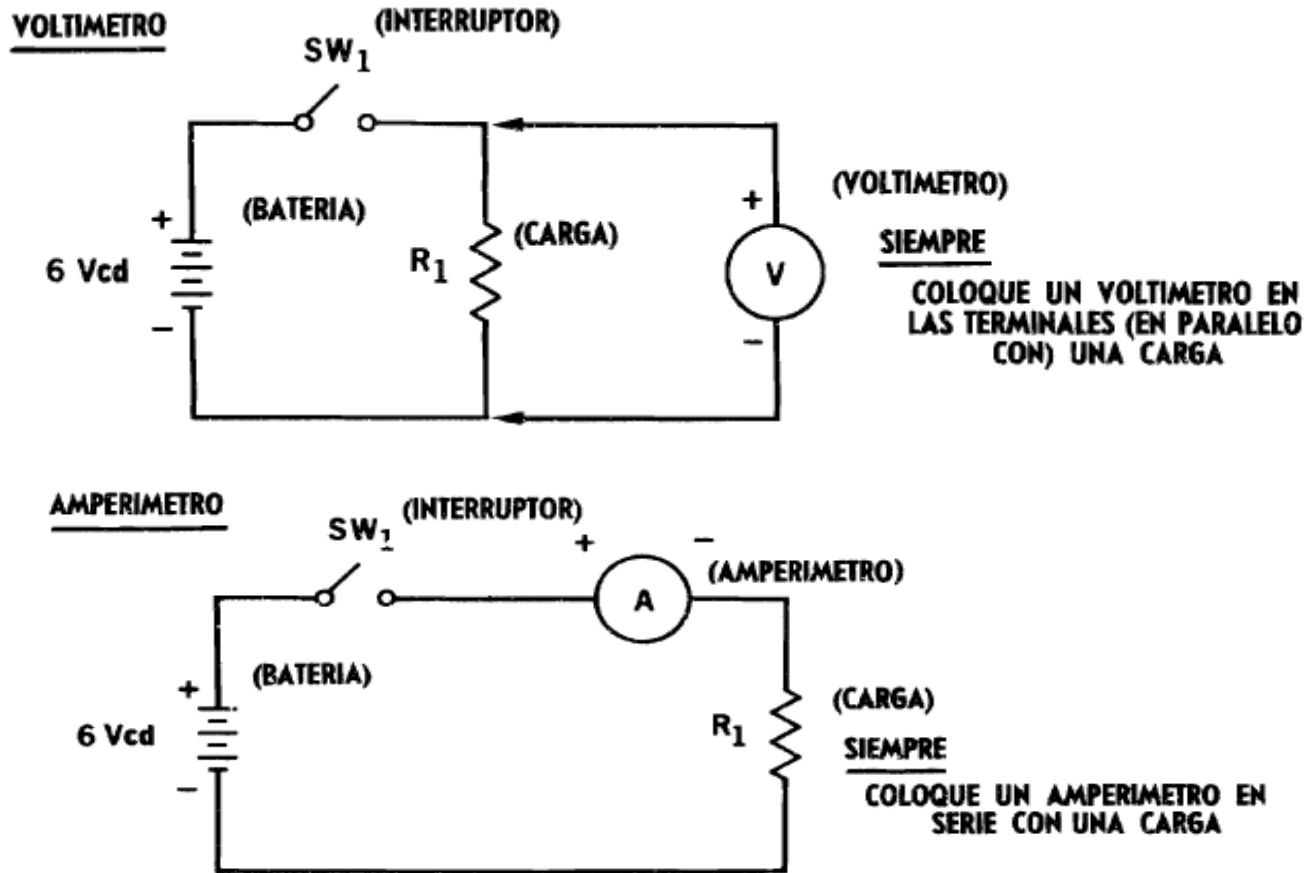


Figura 1.2

2. Compruebe una y otra vez la polaridad de las puntas de prueba conectadas a un circuito, antes de aplicar la energía. Evite daños a un instrumento de medición.
3. Compruebe una y otra vez el rango del instrumento, antes de aplicar energía a un circuito. Evite daños a un instrumento de medición.
4. Observe la figura 1.2 para ver cómo se conectan los medidores. Con ayuda del instructor, establezca los circuitos anteriores usando la fuente de energía en lugar de la batería de seis volts que se muestra. Fomente el hábito de conectar la terminal central del interruptor (brazo del interruptor) a la fuente de energía.
5. Combine ambos circuitos en uno, de manera que la tensión y la corriente se puedan leer simultáneamente. Compruebe con el instructor antes de aplicar la energía.

### CONEXIÓN A TIERRA

Siempre que se use el voltímetro para mediciones, la terminal común o de tierra debe conectarse a las tierras del circuito, como se muestra en el esquema. La polaridad correcta del instrumento debe obtenerse por medio de un interruptor selector en el aparato. Otros instrumentos de prueba o medición, por ejemplo los osciloscopios y los generadores de señales, deben tener sus puntas comunes o de tierra conectados a la tierra del circuito.



## **MEDICIONES**

Debido a las tolerancias en los componentes y a la precisión del equipo de prueba, las mediciones individuales pueden variar algo con respecto a las del vecino. Sin embargo, los resultados deseados serán comparables.

El lector tiene ahora un conocimiento de trabajo adecuado acerca de los requisitos de seguridad necesarios y de los procedimientos básicos de operación, para continuar los experimentos.



## PRÁCTICA No. 3

### COMPONENTES Y SÍMBOLOS

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

Un símbolo es un método simplificado para la representación gráfica de un componente o parte en un circuito electrónico. Es el idioma que usa el ingeniero, para informar al técnico como deben efectuarse las conexiones eléctricas en el circuito. Estos símbolos y conexiones dan un "plano" de circuitos que ayudan al técnico de servicio y de mantenimiento. *El estudiante principalmente debe memorizarlos.*

Cuando se identifican los componentes en un diagrama esquemático, se usa el símbolo literal. Si en el circuito se encuentra más de una componente, se usan subíndices, por ejemplo:  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ . Usando el esquema que se muestra abajo, identifique y marque todos los componentes con símbolos literales y subíndices.




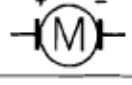


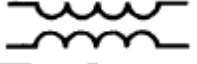
#### MATERIALES HERRAMIENTAS Y EQUIPO:

Proboard o tablilla de experimentación.

#### DESARROLLO:

1. Estudie la tabla. A, para familiarizarse con los diversos símbolos y unidades. Estos símbolos y unidades de medición son utilizados en casi todos los aspectos, con las recomendaciones de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Cuando hay una o más variaciones en uso, se muestra la más común.

Trate de memorizar tantos símbolos como le sea posible. Todos ellos se usarán durante el resto del manual y esta tabla constituirá una buena referencia.

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO LITERAL	SÍMBOLO GRÁFICO	UNIDADES DE MEDIDA	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Diodo, semiconductor	CR		Amperes y Volts	A y PIV
Tierra	GND			
Tierra, chasis	GND			
Motor, cd	MOT		Caballos de Potencia	HP
Motor, ca	MOT		Caballos de Potencia	HP
Generador, cd	GEN		Watts	W
Transformador, núcleo de aire	T		Frecuencia y ancho de banda	F y Q



DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO LITERAL	SÍMBOLO GRÁFICO	UNIDADES DE MEDIDA	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Transformador de núcleo de hierro	T		Volt-Amperes	VA
capacitor tubular	C		microFaradio	$\mu\text{F}$
Capacitor de cerámica	C		picoFaradio	pF
Capacitor electrolítico	C		microFaradio	$\mu\text{F}$
Resistencia fija	R		Ohm	$\Omega$
Resistencia potenciómetro	R		Ohm	$\Omega$
Resistencia reóstato	R		Ohm	$\Omega$
Resistencia con derivación	R		ohm	$\Omega$
Bobina núcleo de aire	L		microHenry	$\mu\text{H}$
Bobina núcleo de ferrita RFC	RFC		miliHenry	mH
Bobina núcleo de hierro	L		Henry	H
Pila	FEM		Volts	V
Batería	FEM		Volts	V
Voltmetro	M		Volts	V
Amperímetro	M		Amperes	A
Óhmetro	M		Ohms	$\Omega$
Termopar	TP		Volts	V
Pila solar	PS		Volts	V
Fusible	F		Ampere	Amp
Frecuencia	f		Ciclos por segundo (Hertz)	cps (Hz)
Generador de audiofrecuencia	Gen A F		Ciclos por segundo (Hertz)	cps (Hz)
Onda senoidal			Volts. Raíz cuadrática media	V <sub>rms</sub>
Onda cuadrada			Volts, pico a pico	V <sub>p/p</sub>
Carga positiva	E		Volts	V
Carga negativa	E		Volts	V
Corriente continua (directa)	c.d		Ampere	A <sub>cd</sub>
Corriente alterna	c.a.		Ampere	A <sub>ca</sub>



Lámpara incandescente	LP		Watts o Volts	W ó V
Lámpara de neón	LP		Volts y corriente	V y A
Interruptor un polo un tiro	SW-UPUT		Volts y corriente	V y A
Interruptor un polo doble tiro	SW-UPDT		Volts y corriente	V y A
Interruptor doble polo un tiro	SW-DPUT		Volts y corriente	V y A
Interruptor doble polo doble tiro	SW-DPDT		Volts y corriente	V y A
Interruptor de botón normalmente abierto	SW-BNA		Volts y corriente	V y A
Interruptor de botón normalmente cerrado	SW-BNC		Volts y corriente	V y A

Tabla A

Cuando se identifican los componentes en un diagrama esquemático, se usa el símbolo literal. Si en el circuito se encuentra más de una componente, se usan subíndices, por ejemplo:  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ . Usando el esquema que se muestra abajo, identifique y marque todos los componentes con símbolos literales y subíndices.

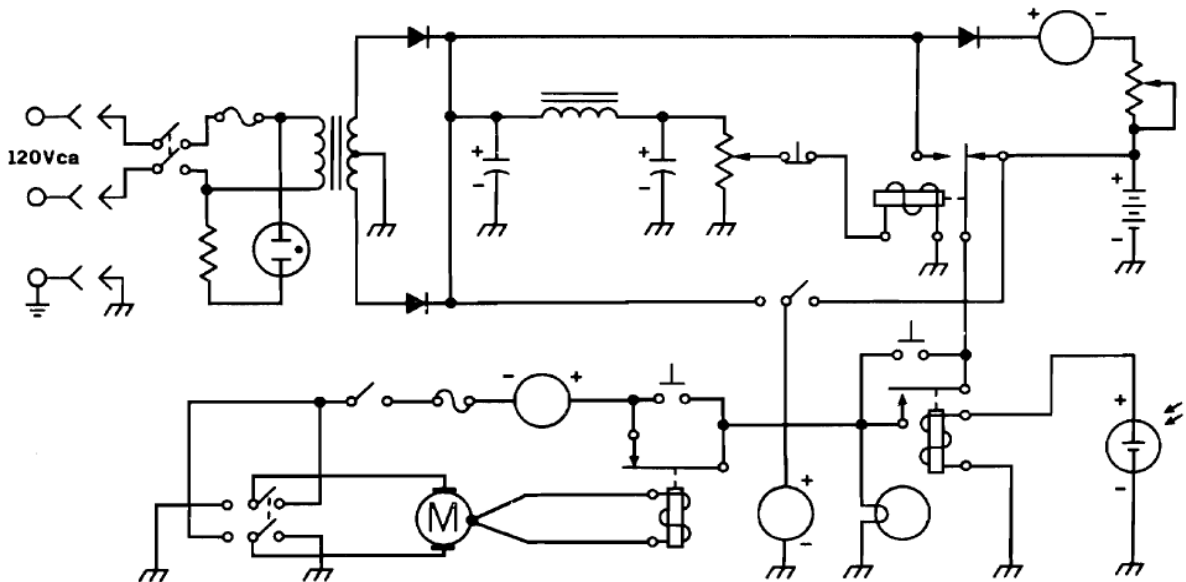


Figura 2.1



## PRÁCTICA 7 LEY DE OHM

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

Las relaciones fundamentales entre la corriente ( $I$ ), la tensión ( $E$ ) y la resistencia ( $R$ ) fueron desarrollados por el físico alemán George Simon Ohm (1787-1854). La unidad de resistencia, el OHM, conmemora su contribución al progreso científico.

Lo cual queda establecida en su LEY DE OHM la cual dice: La intensidad de corriente que circula por un circuito dado, es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia del mismo.

Expresado matemáticamente como sigue:

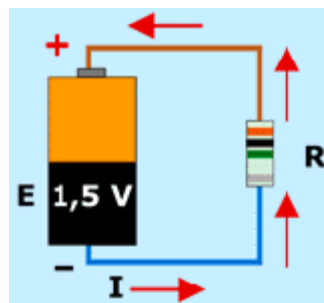
Dónde:  $I$  = intensidad o corriente.

Expresado en Amperes ( A )

$V$  = Voltaje o diferencia de potencial  
aplicado al circuito. Expresado en Voltios ( V )

Resistencia = oposición al flujo de Intensidad, se  
mide en (  $\Omega$  )

$$I = \frac{V}{R}$$



Circuito simple

### MATERIAL, HERRAMIENTAS, Y EQUIPO:

Fuente de energía 0-30 Vcd

Multímetro

Resistencias:

$R_1$  – 1 K, 1 W

$R_2$  - 1.5 K, 1 W

$R_3$  - 3.3 K, 1 W

Protoboard

Misceláneo Cable UTP

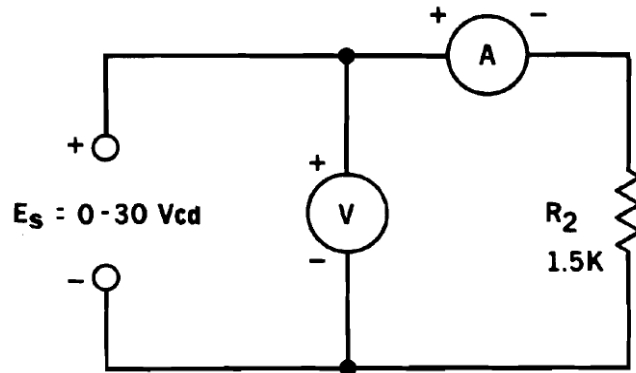
### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. Mida y anote, empleando un óhmetro, la resistencia de cada una de las resistencias usadas en este experimento.



Resistencia	Código de color	Tolerancia	Valor codificado	Valor medido
R1				
R2				
R3				

2. Conecte la resistencia  $R_2$  al circuito según el diagrama esquemático. Conecte el voltímetro a la fuente de energía y el amperímetro en **serie** con el circuito. Ajuste la tensión de la fuente a 24 Vcd.



3. La corriente del circuito se puede calcular por medio de la Ley de Ohm, que señala que  $I = V/R$  y si la tensión aplicada se ajusta a 24 volts,  $I = 24 \text{ V} / 1500\Omega = 0.016 \text{ A}$  o 16 mA.

4. **Calcule:**

a) La corriente (I) usando el valor codificado de  $R_2 = \dots\dots\dots$

b) La corriente (I) usando el valor medido de  $R_2, = \dots\dots\dots$

¿Cuál es el valor medido de (I) en el amperímetro?  $\dots\dots\dots$

5. Sustituya  $R_1$  por  $R_2$  en el circuito en la Fig.

¿Ha aumentado o disminuido la corriente?  $\dots\dots\dots$

Valor medido  $\dots\dots\dots$

6. Sustituya  $R_3$  por  $R_2$  en el circuito

¿Ha aumentado o disminuido la corriente?  $\dots\dots\dots$

Valor medido =  $\dots\dots\dots$

7. ¿Qué conclusión puede sacarse de los experimentos 5 y 6?  $\dots\dots\dots$

$\dots\dots\dots$

8. Sustituya  $R_2$ , en el circuito de la Fig. 7-1. Aumente la tensión de la fuente a 30 volts.



¿Aumento o disminuyó la corriente? .....

Valor medido = .....

9. Reduzca la tensión de la fuente a 15 volts.

¿Aumenta o disminuye la corriente? .....

Valor medido =.....

10 ¿Que conclusión puede sacarse de los experimentos 8 y 9? .....

### PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. En el experimento 4, ¿la lectura del amperímetro fue exactamente 16 mA? .....

Explique: ¿bajo qué condiciones la lectura del instrumento sería 16 mA?

.....

2. ¿por qué siempre debe conectarse un voltímetro a las terminales de una fuente de tensión o potencial? .....

.....

3. ¿por qué el medidor de corriente siempre debe conectarse en serie con un circuito?

.....

4. Si se reduce la resistencia en un circuito, ¿la carga (corriente) en la fuente de energía, aumenta o disminuye? .....



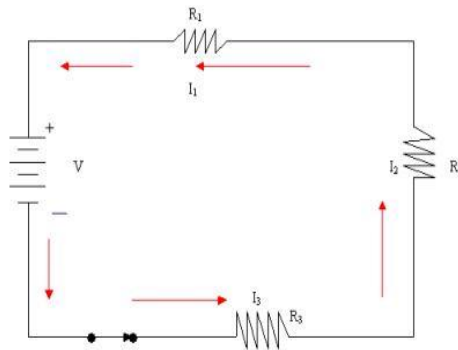


## PRÁCTICA 9

### CIRCUITOS EN SERIE RESISTIVOS

#### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

Se define un circuito serie como aquel circuito en el que la corriente eléctrica solo tiene un solo camino para llegar al punto de partida, sin importar los elementos intermedios. En el caso concreto de solo arreglos de resistencias la corriente eléctrica es la misma en todos los puntos del circuito.



Donde  $I_T$  es la corriente en la resistencia  $R_T$ ,  $V_T$  es el voltaje de la fuente. Aquí observamos que en general:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

Dónde:  $I_T$  es la corriente de la fuente

$V_T$  es el voltaje de la fuente

$R_T$  es la resistencia total del circuito

$R_1$  resistencia 1 conectado en el circuito

$V_1$  es el voltaje en  $R_1$

En el circuito en serie, los componentes se conectan de extremo a extremo y toda la corriente del circuito debe pasar a través de todos ellos.

Los circuitos en serie producen muchos efectos útiles en los circuitos electrónicos.

En una conexión en serie, los componentes que contienen resistencia, se suman para obtener la resistencia total del circuito.

Para encontrar la corriente en un circuito serie, la resistencia total se usa en la expresión que da la Ley de Ohm.  $I_T = V_T/R_T$ .

#### MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO



- Fuente de energía 0-25 Vcd
- Multímetro
- R1, R2 – 1 KΩ, 1 W
- R3, R4 - 1.5 KΩ 1 W
- LP 1, LP 2, LP 3, LP 4 -- lámparas miniatura 6.3 volts
- Protoboard o Tablero para experimentos.
- Misceláneo cable UTP

### DESARROLLO DEL EXPERIMENTO:

1. Con un óhmetro, mida y anote los valores de R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> y R<sub>4</sub> Complete la tabla

Resistencia	Código de color	tolerancia	Valor codificado	Valor medido
R <sub>1</sub>				
R <sub>2</sub>				
R <sub>3</sub>				
R <sub>4</sub>				

2. Usando los valores **codificados** de cada resistencia de un circuito en serie, calcule la resistencia total del circuito.

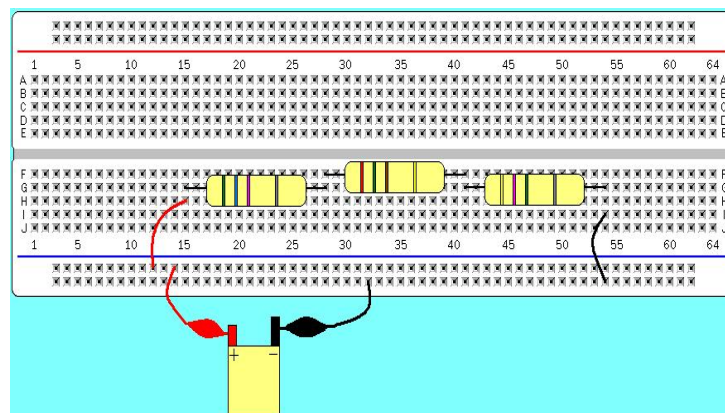
$$R_T = \text{_____} \Omega \text{ (calculado)}$$

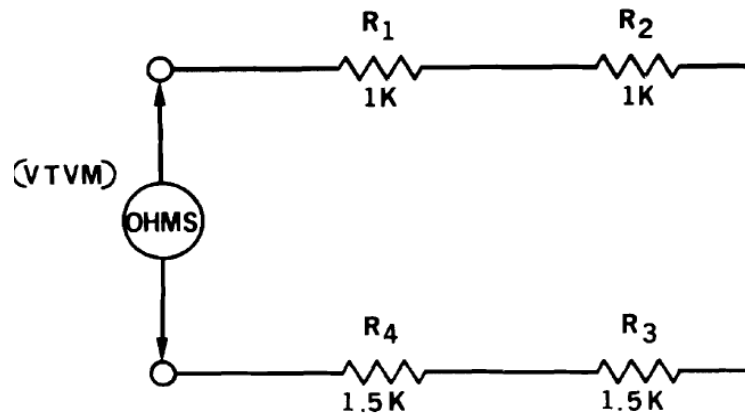
3. Usando los valores **medidos** de cada resistencia de un circuito en serie, calcule la resistencia total.

$$R_T = \text{_____} \Omega \text{ (calculado)}$$

4. Conecte las resistencias de un circuito en serie, como se ilustra en la Figura. Mida la resistencia total del circuito con el óhmetro.

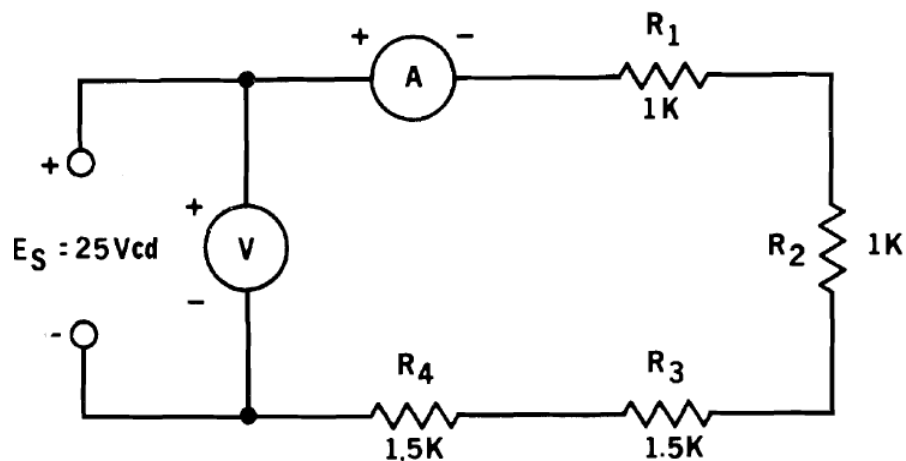
$$R_T = \text{_____} \Omega \text{ (medida)}$$





5. Conecte el miliamperímetro en serie con las cuatro resistencias. Conecte el circuito a la fuente de energía variable y ajuste a 25 V<sub>CD</sub> como se ilustra en la Fig.

**Advertencia:** No toque el circuito en tanto se encuentre conectado.



6. ¿Cuál es el valor medido de la corriente?

$$I_T = \text{_____ mA (medido)}$$

7. Usando la Ley de Ohm, calcule la resistencia total del circuito, utilizando la corriente medida del experimento 6.

$$R_T = \text{_____ } \Omega \text{ (calculado)}$$

8. Compare  $R_T$  del experimento punto 7 con  $R_T$  del experimento punto 4.

9. Desconecte y conecte el miliamperímetro según cada uno de los esquemas que se muestran en la Fig. Observe y anote la lectura de la corriente para cada una, con una entrada de 25 Vcd.

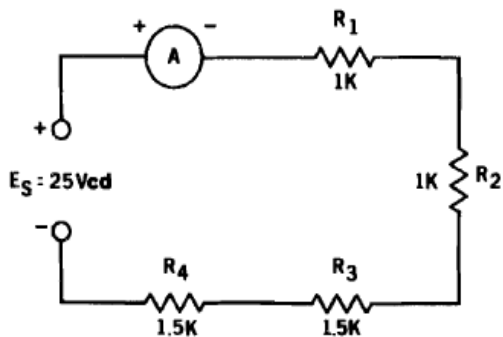


(A) = \_\_\_\_\_ mA

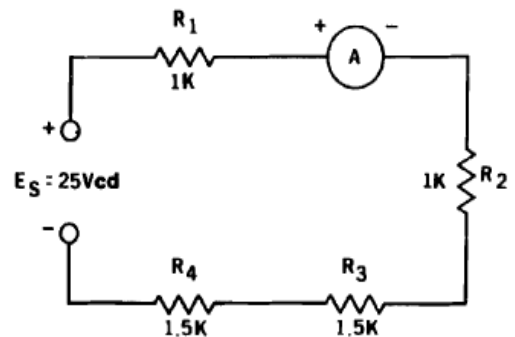
(B) = \_\_\_\_\_ mA

(C) = \_\_\_\_\_ mA

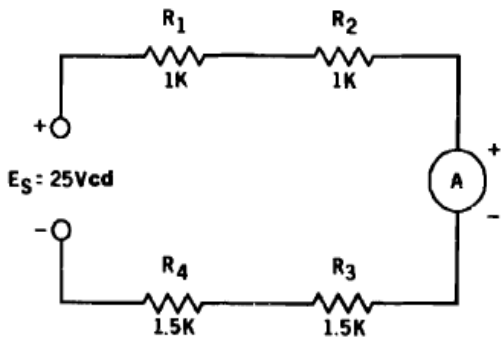
(D) = \_\_\_\_\_ mA



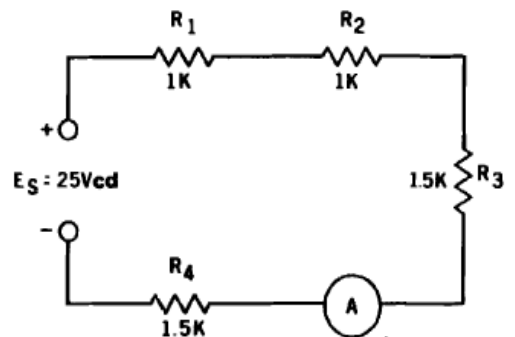
(A)



(B)



(C)



(D)

10. Indique con sus propias palabras. La conclusión que puede derivarse del experimento 9.

\_\_\_\_\_

11. Conecte una lámpara miniatura a la fuente de energía. Ajuste la tensión a 5 V<sub>CD</sub> y observe la brillantez de la luz. \_\_\_\_\_

12. Conecte dos lámparas en serie a la fuente de 5 volts. ¿Son las luces más o menos brillantes? \_\_\_\_\_



13. Conecte tres lámparas en serie a la fuente de 5 volts. ¿Son las luces más o menos brillantes que en el experimento 12? \_\_\_\_\_

14. Conecte cuatro lámparas en serie a la fuente de 5 volts. ¿Son más o menos brillantes que las luces del experimento 13? \_\_\_\_\_

15. Saque ahora una lámpara de su receptáculo. ¿Permanecen encendidas las otras lámparas? \_\_\_\_\_

16. ¿Qué tensión se podría esperar en las terminales del receptáculo de la lámpara que ha sido retirada? Coteje su respuesta con el Voltímetro. \_\_\_\_\_

### PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Indique el valor de la corriente en un circuito en serie. \_\_\_\_\_

2. La resistencia total de un circuito en serie es igual a  $R_T =$  \_\_\_\_\_

3. Explique por qué las luces se vuelven más o menos brillantes en los experimentos 12 a 14. \_\_\_\_\_

4. Explique la razón que tuvo para dar la respuesta del experimento 15. \_\_\_\_\_

5. Explique la forma en que la electricidad produce luz. \_\_\_\_\_

6. ¿Sería práctico que en el hogar, el electricista conecte en serie las lámparas? \_\_\_\_\_

Explique: \_\_\_\_\_



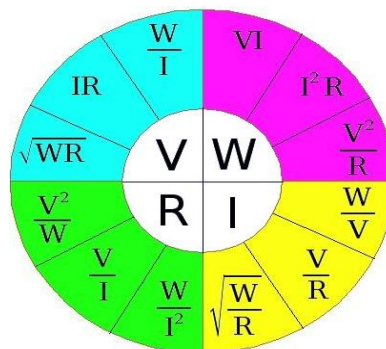
## PRÁCTICA No. 10 TENSIÓN DE CIRCUITOS EN SERIE

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

Es importante que el estudiante de electrónica comprenda completamente el concepto de la caída de tensión en un circuito en serie. Se le llama caída IR, ya que la Ley de Ohm establece que  $E = IR$  y  $E_T = E_{R1} + E_{R2} + E_{R3} \dots$

Considerando la tensión total aplicada a un circuito serie, como parte de esta tensión, se usa para vencer cada una de las resistencias del circuito. Como la corriente es constante en todos los puntos del circuito en serie, la pérdida de tensión o caída IR puede calcularse fácilmente, para cualquier valor de resistencia, mediante la fórmula  $E_R = I \times R$ .

Combinando la Ley de Ohm y la Ley de Potencia, se puede derivar, una fórmula muy útil:  $P = I^2 R$ . Usando esta fórmula, se puede encontrar la potencia disipada en cualquier resistencia, midiendo la corriente del circuito.



Formulario combinando la ley de Ohm y la ley de Potencia

### MATERIAL, HERRAMIENTAS Y EQUIPO:

Fuente de energía 0-25 Vcd

Multímetro

$R_1, R_2$  - 1K, 1W

$R_3, R_4$  - 1.5K, 1W

Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. Con un óhmetro, mida y anote el valor de  $R_1, R_2, R_3,$  y  $R_4,$  complete la tabla A.

RESISTENCIA	CÓDIGO DE COLOR	TOLERANCIA	VALOR CODIFICADO	VALOR MEDIDO
$R_1$				



$R_2$				
$R_3$				
$R_4$				

2. Conecte las cuatro resistencias y el miliamperímetro en serie, y conéctelos a las terminales de la fuente de energía. Observe la Figura. Ajuste la tensión a 25 V<sub>CD</sub>. Registre la corriente.

$$I_T = \text{_____ mA. (medida)}$$

3. Usando valores de codificación de color de las resistencias. ¿cuál es la resistencia total del circuito?

$$R_T = \text{_____ } \Omega \text{ (código)}$$

4. Usando  $R_T$  del experimento 3, calcule la corriente.  $I_T = \text{_____ mA}$  (calculada)

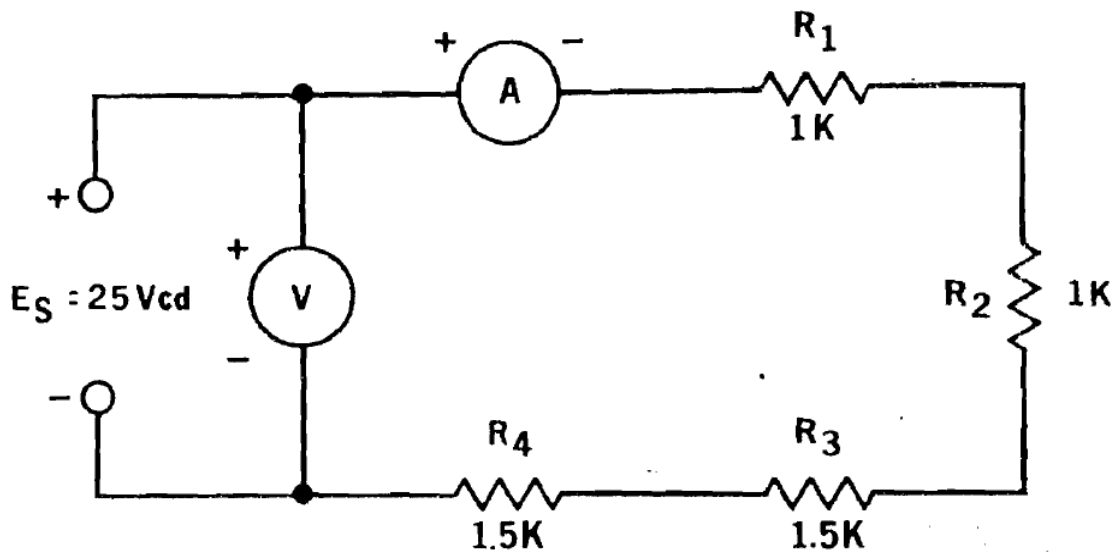


Fig.

5. Compare los valores de corriente que se han encontrado en el experimento 2 con los del 4. Explique la diferencia de valores \_\_\_\_\_

6. La caída de tensión en un resistor es igual a  $I \times R$ . Usando los valores codificados de cada resistencia calcule las caídas de tensión del circuito. Supóngase que la tensión de la fuente es 25 volts.

$$E_{R1} = \text{_____ V} \quad E_{R2} = \text{_____ V} \quad E_{R3} = \text{_____ V} \quad E_{R4} = \text{_____ V}$$

7. Sume las cuatro caídas de tensión calculadas en el experimento 6. ¿Son iguales a la tensión suministrada de la fuente? \_\_\_\_\_ Explique: \_\_\_\_\_

8. Usando el mismo circuito del experimento 2, ajuste la tensión de la fuente hasta que el miliamperímetro de una lectura de exactamente 5 mA.  $E_S = \text{_____ V}$



9. Complete la siguiente tabla, midiendo primeramente la tensión en cada resistencia con el Voltímetro y compare tales valores con el valor calculado.

VALOR MEDIDO EN OHMS	E MEDIDA	E CALCULADA
$R_1 = \quad \Omega$	$E_{R1} = \quad V$	$E_{R1} = \quad V$
$R_2 = \quad \Omega$	$E_{R2} = \quad V$	$E_{R2} = \quad V$
$R_3 = \quad \Omega$	$E_{R3} = \quad V$	$E_{R3} = \quad V$
$R_4 = \quad \Omega$	$E_{R4} = \quad V$	$E_{R4} = \quad V$

10. Sume las caídas de tensión (medidas).  $E_{R1} + E_{R2} + E_{R3} + E_{R4} = \quad V$   
 ¿Se compara este valor con la tensión de la fuente del experimento 8?  $\quad$  Explique

---

11. Compare los valores de corriente y tensión.  
 Con  $E_s = 25$  volts  $I_T$  (medido) = 3.48 mA  $R_T = 5017 \Omega$   
 Con  $I_T = 5$  ma.  $E_s$  (medido) = 24.35 mA  $R_T = 5017 \Omega$

12. Calcule la diferencia de resistencia entre el valor codificado del experimento 3 y el valor real de  $R_T$ , usando la información del experimento 11. Promedie los dos valores de  $R_T$  del experimento 11, para compensar tolerancias y error humano en la medición.  
 Compare la respuesta con el valor total del experimento 1.

Explique: \_\_\_\_\_

**PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS**

1. En un circuito de resistencias en serie, la suma de las caídas de tensión alrededor de un circuito es igual a \_\_\_\_\_

2. El diagrama de la figura es un circuito divisor de tensión con tres resistencias conectadas a una fuente de 100 volts.

Las tensiones con respecto al punto A (terminal negativa) son.

- En el punto B -50 volts
- En el punto C -75 volts

La corriente del circuito es 0.01 amperes. ¿Cuál es el valor de?

$R_1 = \quad \Omega \quad R_2 = \quad \Omega \quad R_3 = \quad \Omega$



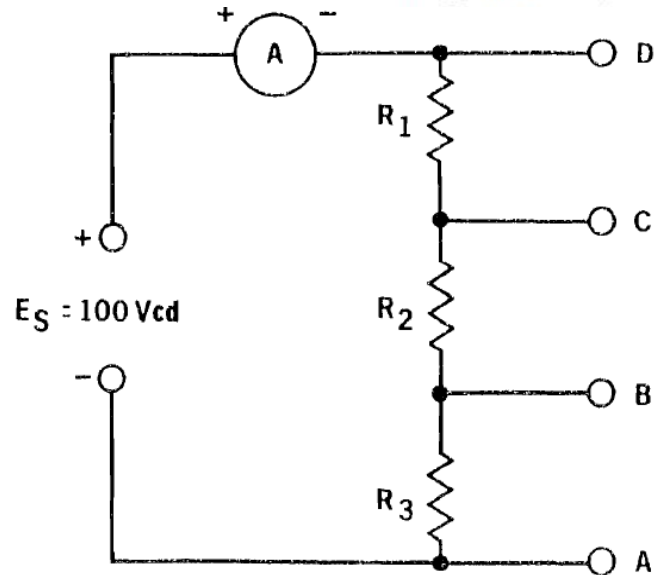


Fig.

3. ¿Cuál es la tensión entre los puntos C y B? \_\_\_\_\_ V
4. ¿Cuál es la tensión entre los puntos B y D? \_\_\_\_\_ V
5. Complete las frases siguientes, insertando las palabras "positivo" o "negativo".
  - El punto D es más \_\_\_\_\_ que el punto A.
  - El punto C es más \_\_\_\_\_ que el punto B.
  - El punto B es más \_\_\_\_\_ que el punto C.
  - El punto A es más \_\_\_\_\_ que el punto B.
  - El punto C es más \_\_\_\_\_ que el punto A.



## PRÁCTICA No. 11 RESISTENCIA DE CIRCUITOS EN PARALELO

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

En los circuitos electrónicos, muchos componentes se conectan en paralelo o de lado, suministrando así trayectorias múltiples para el flujo de la corriente. La corriente total del circuito, por lo tanto, debe ser igual a la suma de las corrientes en las ramas. El estudiante debe tener una idea clara de estos circuitos.

Algunas veces es difícil para el estudiante principiante, darse cuenta de que al agregar una resistencia en paralelo con otra, la resistencia total de las dos es menor que el valor de cualquiera de ellas. Obsérvese desde el punto de vista de la corriente: dos resistencias deben llevar más corriente que una sola, de manera que ambas deben ofrecer menos resistencia que cualquiera de ellas por sí sola.

También es importante comprender que, cuando se conecta una red paralela de varias resistencias a una fuente de tensión, la tensión es exactamente la misma en cada una de ellas. La corriente en una resistencia dada se puede encontrar aplicando la Ley de Ohm:  $I_T = E_T/R_T$ .

### MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO:

Fuente de energía 0-30 V<sub>CD</sub>

Multímetro

R<sub>1</sub> = R<sub>2</sub> - 1.5K, 1W

R<sub>3</sub> - 3.3 K1 1W

LP<sub>1</sub>, LP<sub>2</sub>, LP<sub>3</sub>, LP<sub>4</sub>, - Lámparas miniatura

Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO:

1. Con un óhmetro, mida y anote la resistencia de R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>.

RESISTENCIA	CÓDIGO DE COLOR	TOLERANCIA	VALOR CODIFICADO	VALOR MEDIDO
R <sub>1</sub>				
R <sub>2</sub>				
R <sub>3</sub>				

2. Conecte R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> según el esquema que se muestra de la Figura. **No las conecte a la fuente de energía.**

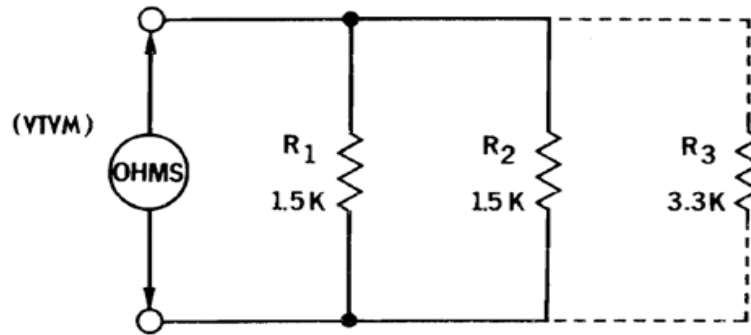
3. Los valores codificados de R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> son de 1,500 ohms cada una. Calcule la resistencia total de R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> en paralelo.

$$R_T = \text{_____ } \Omega$$

Mida con un óhmetro la resistencia total de R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> en paralelo.



$$R_T = \text{_____ } \Omega$$



Circuito paralelo

4. Conecte  $R_1$  y  $R_2$  en paralelo. Calcule la resistencia total.

$$R_T = \text{_____ } \Omega$$

Mida con el óhmetro la resistencia total de  $R_1$  y  $R_2$  en paralelo.

$$R_T = \text{_____ } \Omega$$

5. Conecte  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  en paralelo. Calcule la resistencia total.

$$R_T = \text{_____ } \Omega$$

Mida con el óhmetro la resistencia total.

$$R_T = \text{_____ } \Omega$$

6. Conecte  $R_1$  y  $R_2$  en paralelo y a la fuente de tensión. Conecte el amperímetro en serie, como se indica en la figura. Ajuste la tensión de la fuente a 30 V<sub>CD</sub>.

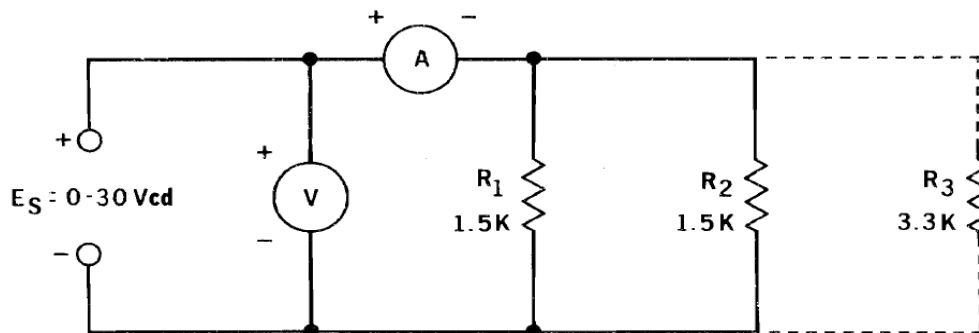


Fig.

Lea la corriente total.  $I_T = \text{_____ } \text{mA}$

Calcule  $R_T$  usando la Ley de Ohm  $R_T = \text{_____ } \Omega$

Compare esta  $R_T$  calculada, con el valor medido en el experimento 3.



7. Conecte  $R_1$  y  $R_2$ , en paralelo a la fuente de 30 volts. Conecte el amperímetro en serie, como se muestra en la figura.

La corriente total medida en este circuito es:  $I_T =$  \_\_\_\_\_ mA

Calcule  $R_T$  usando la Ley de Ohm.  $R_T =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$

Compare la  $R_T$  calculada con el valor medido en el experimento 4.

8. Conecte  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  a la fuente de 30 volts. Conecte el amperímetro en serie. Como se muestra en la Figura.

La corriente total medida de este circuito es:  $I_T =$  \_\_\_\_\_ mA

Calcule  $R_T$  usando la Ley de Ohm.  $R_T =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$

9. Conecte una lámpara miniatura a la fuente de energía y ajústela para 5 volts de CD. Observe la brillantez de la lámpara. Vea la Figura.

10. Conecte dos lámparas miniatura en paralelo y a la fuente.

¿Se observa que las lámparas brillan más, menos o igual que en el experimento 9? \_\_\_\_\_

11. Conecte tres lámparas miniatura en paralelo y a la fuente.

¿Están las lámparas más, menos o igual de brillantes que en los experimentos 9 y 10? \_\_\_\_\_

12. Conecte cuatro lámparas miniatura en paralelo y a la fuente. ¿Están las lámparas mas, menos o igual de brillantes que en los experimentos 9, 10 y 11? \_\_\_\_\_

13. Teniendo las lámparas encendidas, quite una de ellas. ¿Permanecen encendidas las otras?  
\_\_\_\_\_

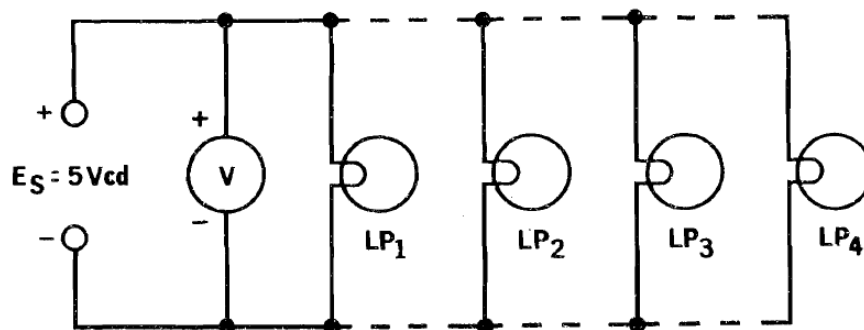


Fig.

## PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Exprese la fórmula que se ha usado para encontrar el valor de  $R_T$  en el experimento 3.



2. Expresa la fórmula usada para encontrar el valor de  $R_T$  en el experimento 4.
3. Expresa la fórmula usada para resolver el valor de  $R_T$  en el experimento 5.
4. Al aumentar el número de resistencias en un circuito en paralelo, ¿aumenta o disminuye la resistencia total? \_\_\_\_\_
5. ¿Cuál fue la tensión en las terminales de  $R_1$  y  $R_3$ , en el experimento 7? \_\_\_\_\_
6. ¿Cuál fue la tensión aplicada a  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  en el experimento 8? \_\_\_\_\_
7. ¿Qué conclusión puede sacarse de las respuestas a las preguntas 5 y 6? \_\_\_\_\_
8. ¿Por qué las luces de las casas se conectan en paralelo? \_\_\_\_\_
9. Cuando se calcula la resistencia total de un circuito en paralelo dado, la resistencia total debe ser: \_\_\_\_\_



## PRÁCTICA No. 12 CORRIENTE DE CIRCUITOS EN PARALELO

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

Todo estudiante novel se sentirá interesado en el estudio del comportamiento de la corriente en un circuito en paralelo. El comprender a fondo estos principios básicos, le ayudarán a proseguir con éxito a circuitos más complicados.

Debe observarse en este experimento, que una conexión en paralelo divide la corriente total en un circuito. Cada resistencia del circuito, llevará su parte de corriente, dependiendo de su valor.

También lo opuesto es cierto. Para encontrar la corriente total solo es necesario sumar las corrientes individuales en cada resistencia.

Recuérdese también que un circuito de resistencias en paralelo conectado a una fuente de tensión, tendrá la tensión de la fuente en todas y cada una de ellas.

### MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO:

Fuente de energía 0-30 V<sub>CD</sub>

Multímetro

R<sub>1</sub>; R<sub>2</sub> - 1.5 K, 1 W

R<sub>3</sub> - 3.3 K, 1 W

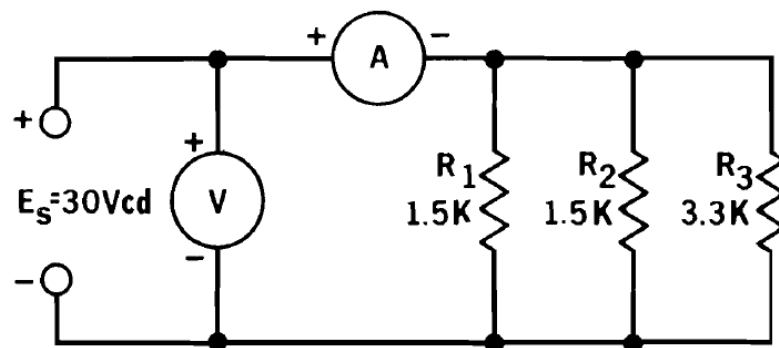
Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

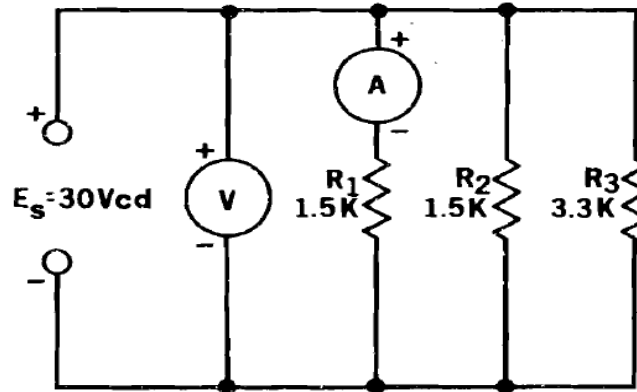
1. Conecte las resistencias R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> en paralelo a la fuente de energía. Inserte el amperímetro en serie con el circuito en paralelo, como se muestra en la Figura. Ajuste la fuente de energía a 30 V<sub>CD</sub>. Observe la Figura.

¿Cuál es el valor de I<sub>T</sub>? \_\_\_\_\_ mA



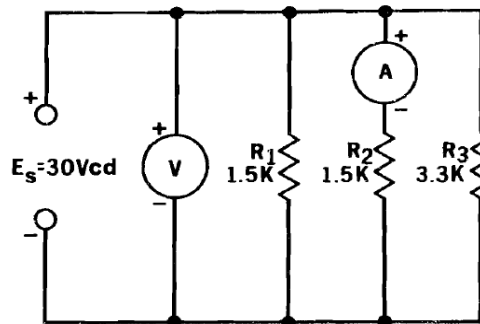
2. Retire el amperímetro y conéctelo en serie solo con R<sub>1</sub>, como se muestra en la Fig.

I<sub>R1</sub> = \_\_\_\_\_ mA



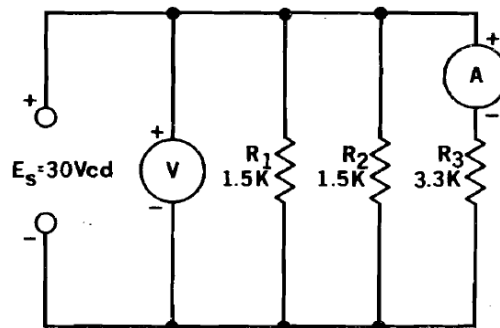
3. Conecte el amperímetro en serie con  $R_2$  solamente, como se muestra en la Fig.

$$I_{R_2} = \text{_____ mA}$$



4. Conecte el amperímetro en serie con  $R_3$  únicamente, como se muestra en la Fig.

$$I_{R_3} = \text{_____ mA}$$



5. Sume los valores de las corrientes que se han encontrado en los experimentos 2, 3 y 4 y compárela con la corriente total  $I_T$ , del experimento 1

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_T \text{ _____ mA}$$

6. En los estudios previos, se ha visto que la tensión aplicada a todas las ramas de un circuito en paralelo, era la misma. Por lo tanto, calcule usando los valores codificados de  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  y una fuente de tensión de 30 volts, la corriente en cada rama del circuito como se muestra en la Fig.



7. Anote los cálculos y mediciones.

	Valor calculado	Valor medido
$I_{R1}$		
$I_{R2}$		
$I_{R3}$		
$I_T$		

8. Exprese sus conclusiones respecto a la corriente en un circuito paralelo. \_\_\_\_\_

### PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. En la tabla del experimento 7, ¿ $I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} = I_T$ , para las columnas calculada y medida?  
\_\_\_\_\_

2. ¿Por qué son ligeramente diferentes los valores medidos de la corriente en el experimento 7, de los valores calculados? \_\_\_\_\_

3. Tres lámparas conectadas en paralelo, ¿usarán más o menos energía eléctrica que dos lámparas en paralelo? \_\_\_\_\_

4. Tres lámparas en serie, ¿usarán más o menos potencia que dos lámparas en serie? \_\_\_\_\_

5. Un amperímetro, ¿se conecta siempre en serie o en paralelo con un circuito? \_\_\_\_\_

6. Un voltímetro, ¿se conecta siempre en serie o en paralelo con un circuito? \_\_\_\_\_

7. ¿Qué significa el término "derivado"? \_\_\_\_\_

8. ¿Cuál es la resistencia total de una resistencia de 5,000 ohms y una de 10,000 ohms, conectada en paralelo?  $R_T =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$

9. ¿Cuál es la resistencia total de una resistencia de 5,000 ohms y una de 50,000 ohms en paralelo?  $R_T =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$

10. De la resistencia total que se ha encontrado en las preguntas 8 y 9, ¿Qué conclusiones pueden sacarse? (Indicación: calcule la  $R_T$  de 5 K ohms y 100 K ohms en paralelo, para comprobar su conclusión)  $R_T =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$

NOTA: La relación diez a uno es significativa en el diseño rápido de circuitos electrónicos. Cuando la relación entre dos resistencias en paralelo es de diez a uno o mayor, la  $R_T$  del circuito puede suponerse igual a la resistencia más pequeña.





## PRÁCTICA NO. 13 CIRCUITOS EN SERIE Y PARALELO

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

Con frecuencia se requiere calcular la resistencia total de circuitos combinados en serie y en paralelo. Esta resistencia total se conoce como resistencia equivalente del circuito. Para calcular esta resistencia equivalente, solo se necesita calcular la resistencia en serie y en paralelo, siguiendo un orden lógico y usando las formulas apropiadas de los experimentos.

### MATERIAL, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Fuente de energía 0-30 V<sub>CD</sub>

Multímetro

R<sub>1</sub>; R<sub>2</sub> - 1 KΩ, 1 W

R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub> - 1.5 KΩ, 1 W

R<sub>5</sub>, R<sub>6</sub> - 10 KΩ 1W

R<sub>7</sub> - 3.3 K, 1 W

SW<sub>1</sub> interruptor UPUT

Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

El circuito de la Fig. 13-1 (A) es una disposición serie-paralelo de resistencias. En este circuito, R<sub>1</sub> está en serie con la combinación de R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub> en paralelo. Si se calcula la resistencia en paralelo equivalente de R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>, se le puede llamar R<sub>equivalente</sub>; después conéctese el grupo en serie con R<sub>1</sub> como se muestra en la Fig. 13-1 (B). Luego se puede calcular la resistencia total de este circuito de resistencias en serie y llamar al resultado la R<sub>total</sub>, como se muestra en la Fig. 13-1 (C).

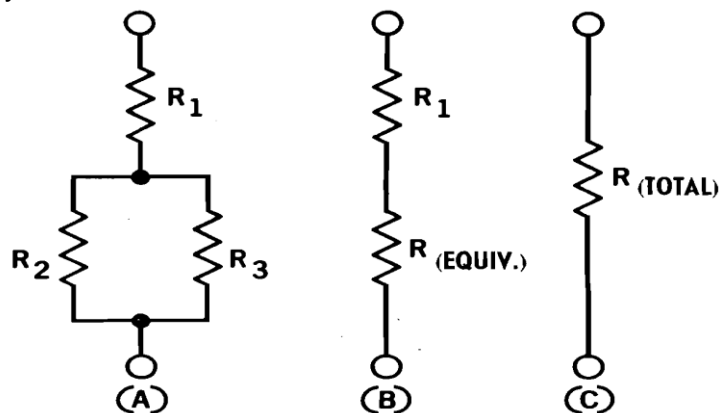


Fig. 13-1

2. Para encontrar la resistencia total de un circuito serie-paralelo. Debe sustituirse el circuito paralelo con su resistencia equivalente y tratar el resto como un circuito simple de resistencias en serie.

3. Constituya el circuito mostrado en la Fig. 13-2. Calcule la resistencia en paralelo de R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>.

R<sub>equivalente</sub>; \_\_\_\_\_ Ohms

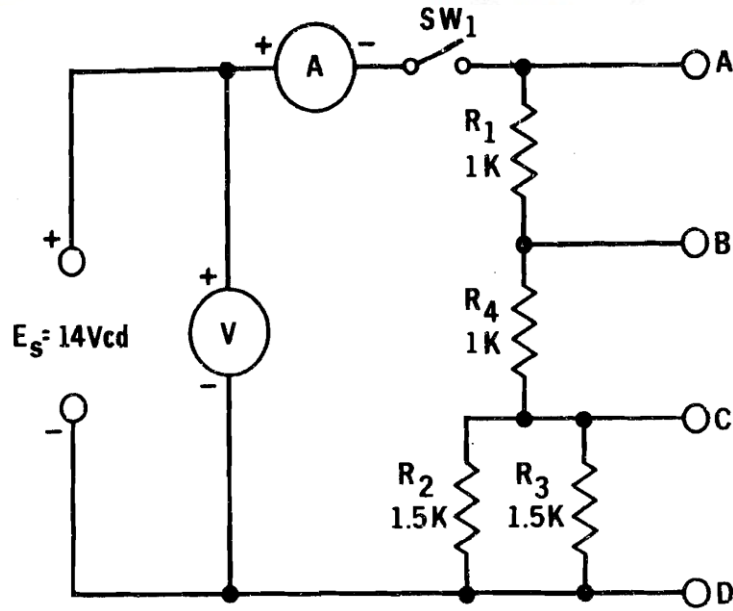


Figura No. 13-2

4. Calcule la resistencia total en serie del circuito.

R (calculada) = ..... Ohms

5. Con SW, abierto. Mida la resistencia total del circuito. Usando el óhmetro.

R<sub>total</sub> (medida) = ..... Ohms

6. Son similares los resultados de los experimentos 4 y 5? .....

Explique: .....

7. Usando la resistencia total medida del circuito, calcule la corriente que habrá de aparecer en el amperímetro cuando SW<sub>1</sub>, este cerrado.

I (calculada) - ..... mA<sub>CD</sub>

8. Cierre SW<sub>1</sub> y mida la corriente efectiva del circuito.

I (medida) = ..... mA<sub>CD</sub>

9. ¿Son similares los resultados de los experimentos 7 y 8? .....

Explique: .....

10. Calcule las tensiones entre los puntos A-B, B-C y C-D usando la corriente medida del circuito, que se encontró en el experimento 8.

A-B (calculada) = ..... volts

B-C (calculada) = ..... volts

C-D (calculada) = ..... volts

11. Usando el Voltímetro CD, mida las tensiones entre los mismos puntos.

A-B (medida) = ..... volts

C-D (medida) -- ..... volts

B-C (medida) = ..... volts

12. Son similares los resultados de los experimentos 10 y 11? .....

Explique: .....



13. Alambre el circuito que se muestra en la Fig. 13-3.

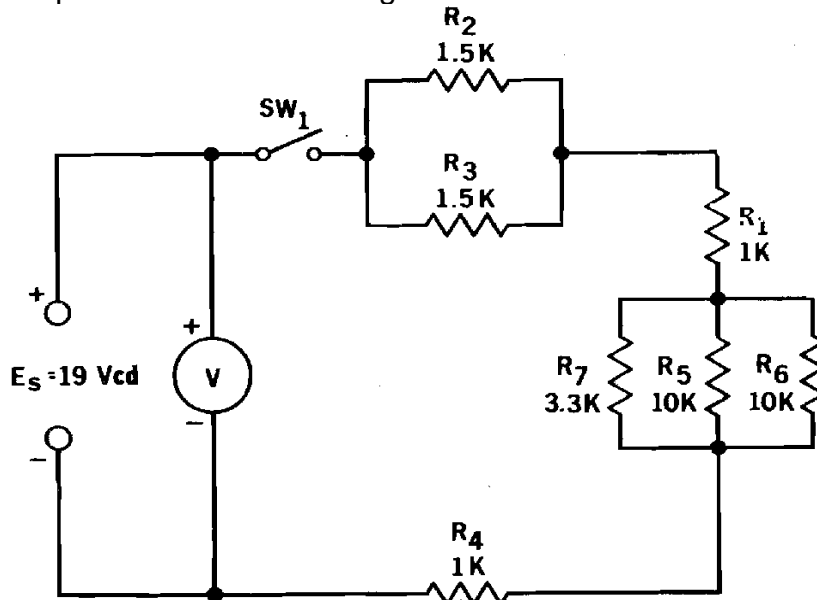


Fig. 13-3

Muestre el procedimiento, paso por paso, para determinar la resistencia total calculada de este circuito.

$$R_{total} = \dots \dots \dots \text{ Ohms}$$

$$I_{total} = \dots \dots \dots \text{ mAcd}$$

14. Calcule las tensiones en cada una de las resistencias del circuito y anote los valores en la tabla A.

15. Cierre  $SW_1$ , y ajuste E, exactamente para 19 V<sub>CD</sub>. Use el Voltímetro CD y mida las tensiones en cada resistencia del circuito, anotando los valores en la tabla.

	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>5</sub>	R <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>
VALORES CALCULADOS							
VALORES MEDIDOS							



## PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿En el circuito de la Fig. 13-2, da la suma las tensiones en A-B, B-C y C-D, la tensión de la fuente? .....

2. ¿Qué ley de circuitos se demuestra en la pregunta 1? .....

3. Calcule la energía disipada en cada resistencia de la Fig. 13-2.

$R_1 = \dots\dots\dots$  Watts     $R_2 = \dots\dots\dots$  Watts     $R_3 = \dots\dots\dots$  Watts

$R_4 = \dots\dots\dots$  Watts

4. Calcule la corriente en cada una de las resistencias siguientes, de la Fig. 13-3, usando los valores de tensión medidos.

$R_5 = \dots\dots\dots$  mA<sub>CD</sub>

$R_6 = \dots\dots\dots$  mA<sub>CD</sub>

$R_7 = \dots\dots\dots$  mA<sub>CD</sub>



## PRÁCTICA No. 15 POTENCIÓMETROS Y REÓSTATOS

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Dos componentes muy utilizados en los circuitos electrónicos son similares en su construcción, aunque efectúan servicios diferentes. El reóstato es un dispositivo de control de corriente, ya que la controla haciendo variar la resistencia del circuito y el potenciómetro da una resistencia fija en el circuito y un medio de controlar el potencial eléctrico.

### MATERIAL, HERRAMIENTAS Y EQUIPO.

Fuente de energía 0-30 V<sub>CD</sub>

Multímetro

R<sub>1</sub> – potenciómetro 1 KΩ 1/2 W

R<sub>2</sub> – 1 KΩ, 1 W

R<sub>3</sub> – 1.5 KΩ, 1 W

Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. Examine la construcción del potenciómetro de 1,000 ohms. Conecte el óhmetro a las dos terminales exteriores y mida su resistencia.

R<sub>1</sub> = ..... ohms.

2. Conecte el óhmetro entre una terminal exterior y la terminal central (brazo del potenciómetro). Mida el rango de resistencia observando el óhmetro al hacer girar el eje del potenciómetro.

R<sub>rango</sub> = ..... min. .... a máx.

3. Conecte el potenciómetro de 1,000 ohms a la fuente de energía. Ajuste la fuente de energía a 10 volts de CD. Conecte el Voltímetro (usando el rango de volts CD), entre la terminal negativa de la fuente de energía y la terminal central del potenciómetro: Vea la Fig. 15-1. Mida las tensiones siguientes:

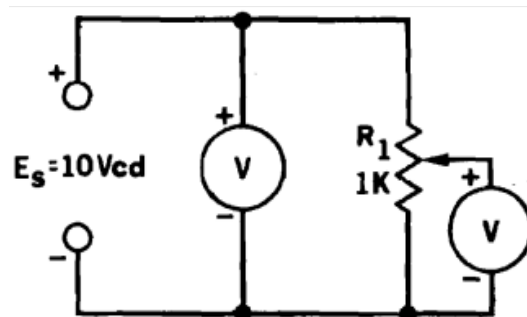


Fig. 15-1

- E con R<sub>1</sub> en su máxima posición al contrario de las manecillas del reloj = .....
- E con R<sub>1</sub> en su posición máxima en el sentido de las manecillas del reloj = .....

Rango de tensión = ..... min. a ..... máx.



4. Conecte el amperímetro en serie con el circuito del experimento 3, como se muestra en la Fig. 15-2.

$I$  (medida) = \_\_\_\_\_ mA

¿Varía la corriente al hacer girar el potenciómetro? .....

Explique: .....

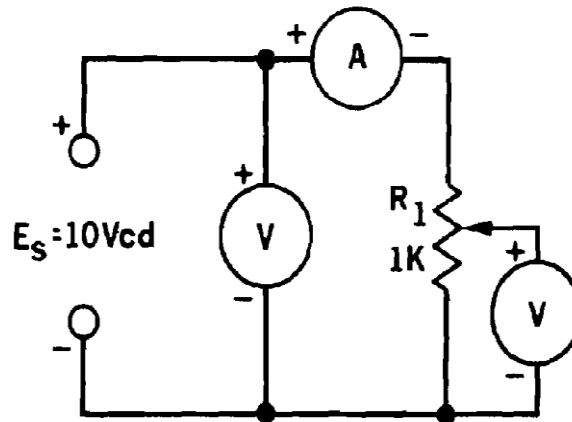


Fig. 15-2

5. Conecte el potenciómetro de 1,000 ohms, como un reóstato, en serie con una resistencia de 1,000 ohms y un amperímetro, a las terminales de la fuente de energía. Ajuste la fuente de energía a 20 V<sub>CD</sub>. Vea la Fig. 15-3.

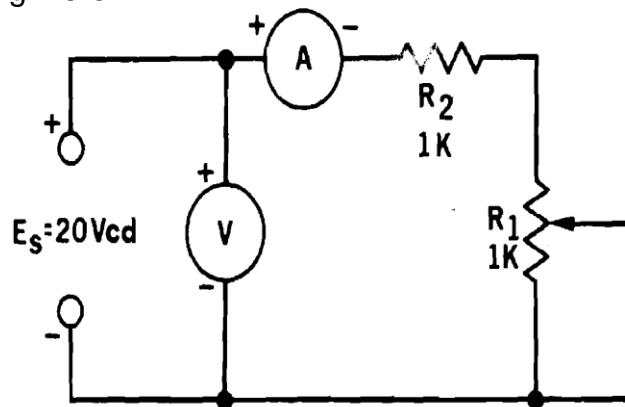


Fig. 15-3

6. Haga girar el reóstato a la máxima posición en dirección contraria a las manecillas del reloj.  
 $I$  = .....

Haga girar al reóstato a la posición máxima en el sentido de las manecillas.

¿Cuál es el rango de ajuste de la corriente? ..... min. a ..... máx.

7. Conecte sucesivamente los circuitos en serie, como se muestran en la Fig. 15-4, usando las resistencias de 1,000 y 1,500 ohms y el potenciómetro de 1,000 ohms, a una fuente de energía de 35 volts CD.



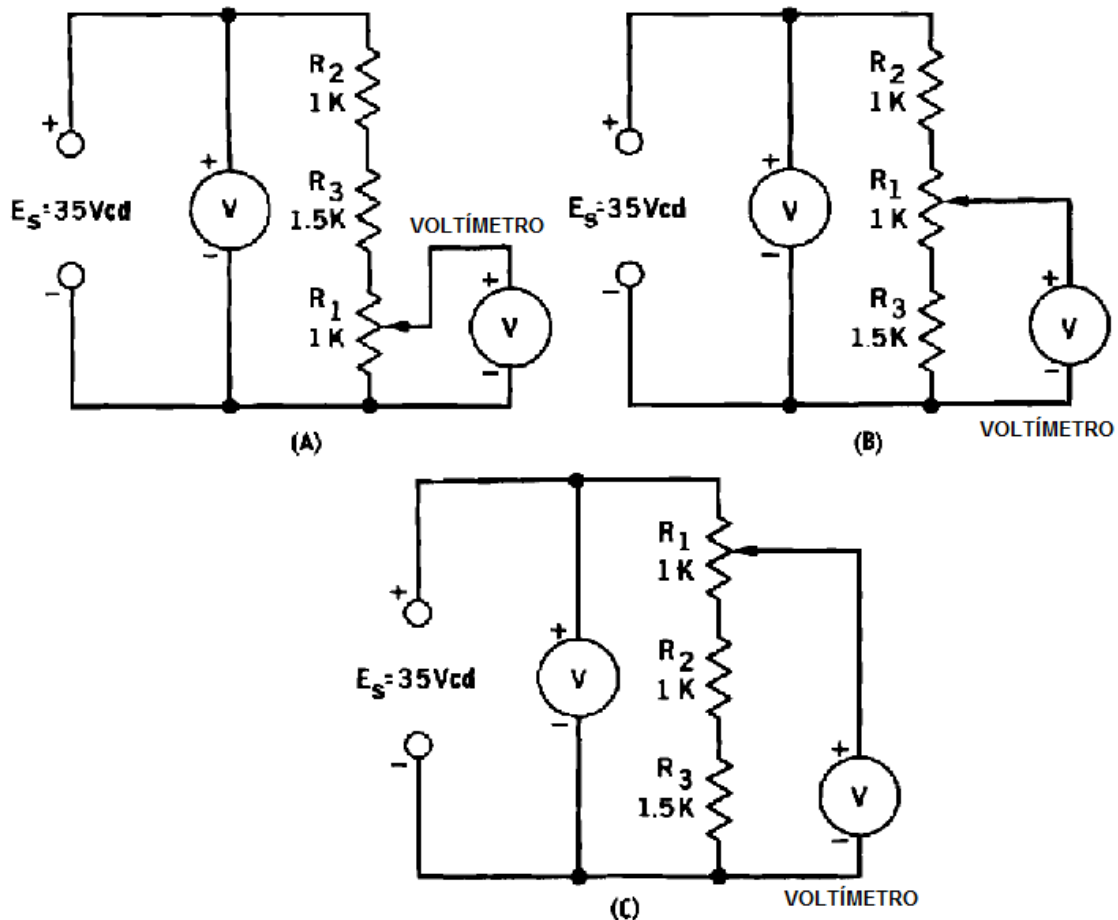
Conecte el Voltímetro entre la terminal negativa de la fuente de energía y la terminal central del potenciómetro, en cada caso.

Mida las tensiones de la Fig. 15-4 (A) que se especifican a continuación:

E con  $R_1$  máxima en sentido inverso al de las manecillas de reloj = .....

E con  $R_1$  máxima en el sentido de las manecillas = .....

Rango de tensión = ..... min. a ..... máx.



F.g. 15-4

8. Mida las tensiones de la Fig. 15-4 (B) según estos datos:

E con  $R_1$  máxima en sentido inverso al de las manecillas = .....

E con  $R_1$  máxima en el sentido de las manecillas = .....

Rango de tensión = ..... min. a ..... máx.

9. Mida las tensiones de la Fig. 15-4 (C) según estos datos:



E con  $R_1$  máxima en sentido inverso al de las manecillas = .....

E con  $R_1$  máxima en el sentido de las manecillas = .....

Rango de tensión = ..... min. a ..... máx.

### PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Suponga que tiene una fuente de tensión de 100 V y una corriente máxima de 20mA; con estas limitaciones, diseñe y dibuje el esquema de un divisor de tensión para producir un rango ajustable de 40 V a 60 V.

2. Dibuje otro esquema para producir un rango ajustable de tensión de cero a 40 volts, suponiendo que prevalecen las mismas condiciones que en la pregunta 1.

3. ¿Cuál debe ser la potencia nominal de cada resistencia y potenciómetro usados en las preguntas 1 y 2?

NOTA: Las clasificaciones del potenciómetro se expresan en watts para el uso pleno de los devanados.

Un potenciómetro de 2 watts y 1,000 ohms tiene una capacidad mínima de transporte de corriente de:

$$I^2 \times 1,000 = 2$$

$$I^2 = 2/1,000 = 1/500$$

$$I = 0.044 \text{ amps. } 6.44 \text{ mA (aprox.)}$$

4. ¿Qué significa una reducción lineal? .....

5. ¿Qué significa una reducción logarítmica? .....

6. ¿Por qué algunos potenciómetros están devanados con alambre? ....

.....

7. Explique la diferencia entre una resistencia ajustable y un potenciómetro-

.....

8. ¿Cuándo debe usarse la resistencia ajustable? .....

.....

9. Explique el significado de acoplamiento de potenciómetros o reóstatos en tándem.

.....





## PRÁCTICA No. 16 DIVISORES DE TENSIÓN

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS

El divisor de tensión o resistencia, es un método conveniente de obtener varios niveles de tensión, que se requieren para la operación de muchos circuitos electrónicos. La división de tensión bajo condiciones de carga y no carga es una aplicación práctica de la Ley de Ohm.

El técnico debe reconocer que, cuando se conecta una carga a un derivador de un divisor de tensión, la resistencia de la carga esta en paralelo con esta sección del divisor. La corriente total cambiará, así como la tensión del derivador del divisor.

Un voltímetro conectado para medir la tensión en una resistencia esta en paralelo con ella. Si la resistencia interna del instrumento es baja, solo se obtendrían mediciones imprecisas.

### HERRAMIENTAS MATERIALES Y EQUIPO:

Fuente de energía 0-30 V<sub>CD</sub>

Multímetro

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>–1 KΩ 1/2 W

R<sub>3</sub>, R<sub>L1</sub> – .5 KΩ, 1 W

R<sub>L2</sub> – 22 KΩ, 1 W

Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. Construya el circuito de la Fig. 16-1. No conecte la fuente de energía.

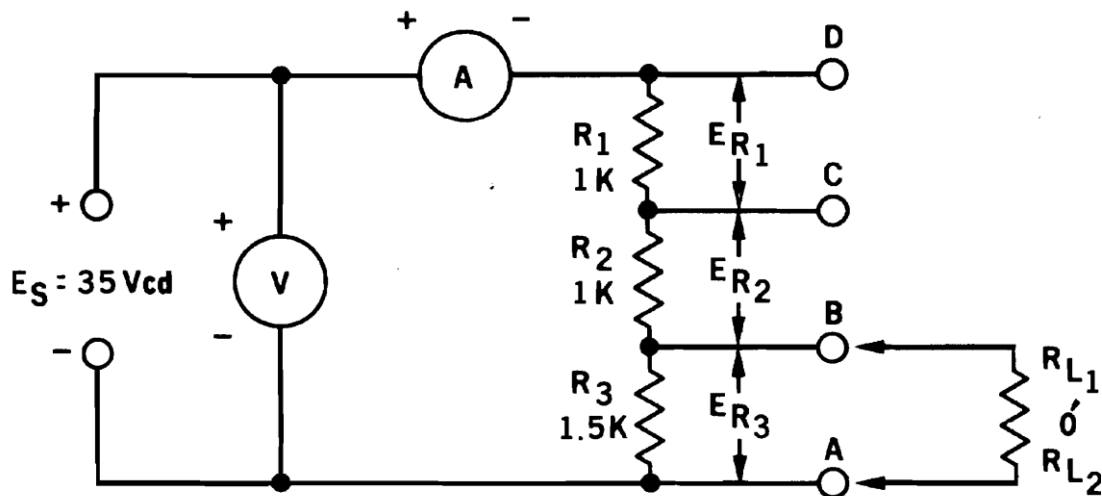


Fig. 16-1

2. Suponiendo que la tensión de la fuente se ha ajustado a 35 volts, haga los cálculos siguientes:

$$E_{R1} = \dots\dots\dots \quad E_{R2} = \dots\dots\dots \quad E_{R3} = \dots\dots\dots$$

$$R_T = \dots\dots\dots \quad I_{\text{línea}} = \dots\dots\dots$$



3. Conecte la fuente y ajústela a 35 volts de CD. ¿Cuál es la corriente medida en la línea? Usando el Voltímetro, ¿cuáles son las tensiones medidas?

$I_{línea} = \dots\dots\dots$

$E_{R1} = \dots\dots\dots$

$E_{R2} = \dots\dots\dots$

$E_{R3} = \dots\dots\dots$

¿Se observó algún cambio en la  $I_{línea}$ , durante las mediciones de tensión? .....

4. Usando el valor medido de la  $I_{línea}$  y conociendo a  $E_S$ , ¿cuál es la resistencia total del circuito?

$R_T = \dots\dots\dots$

Difiere este valor de  $R_T$ , del valor calculado en el experimento 2? ..... Explique: .....

5. ¿Se verifica que la suma de los valores medidos de:  $E_{R1} + E_{R2} + E_{R3} = 35$  volts? .....

6. Supóngase que cierto dispositivo electrónico que se ha construido tiene una resistencia de 1,500 ohms y requiere cerca de 15 volts para su operación. Si se examinan los datos del Paso 3, vemos que la tensión medida con el Voltímetro entre los puntos A y B, se acerca a los 15 volts requeridos. Podría parecer (si no se reflexiona), que la carga debería estar conectada entre 10s puntos A y B. Proceda ahora a probar si su selección es o no correcta.

7. El dispositivo debe estar representado por la resistencia de 1,500 ohms ( $R_{L1}$ ); que está conectada entre A y B. Haga los mismos cálculos y mediciones que en los experimentos 2 y 3. Complete la tabla A.

	VALOR CALCULADO	VALOR MEDIDO
$R_T$		
$I_{línea}$		
$E_{R1}$		
$E_{R2}$		
$E_{R3}$ y $E_{RL1}$		

¿Ha cambiado la corriente en la línea? .....

¿Operará correctamente el dispositivo? .....

Explique: .....

8. Conecte una resistencia de 22K ohms para la  $R_{L2}$  del circuito. Mida nuevamente las tensiones y complete la tabla B (asegúrese de quitar la resistencia  $R_{L1}$  de 1.5K).

	VALOR MEDIDO
$E_{R1}$	
$E_{R2}$	
$E_{R3}$ y $E_{RL2}$	

Compare la tensión de la carga en este experimento, con los resultados del 7. ¿Qué conclusiones pueden obtenerse?: .....



¿Por qué no había cambio aparente en la corriente de la línea del experimento 3, cuando solo estaba conectado el Voltímetro a  $R_3$ ,?: .....

9. El punto de referencia del cual se miden las tensiones, debe comprenderse con claridad. El lado negativo de un circuito se conecta con frecuencia a un chasis o a tierra. En el divisor de tensión considérese el punto B como el punto de referencia. Haga las siguientes mediciones de tensión con la punta de prueba negativa del *Voltímetro* conectada al punto B. Complete las siguientes afirmaciones.

El punto C es ..... volts ..... (positivo o negativo)

El punto D es ..... volts ..... (positivo o negativo)

**ADVERTENCIA: Cambiar la polaridad del instrumento de medición.**

El punto A es ..... volts ..... (positivo o negativo)

10. Una desventaja del divisor de tensión resistivo, es que debe consumirse energía. Calcule la energía total gastada en el circuito de la Fig. 16-1.

$P_T = \dots\dots\dots$

Calcule la energía disipada en cada resistencia.

$P_{R1} = \dots\dots\dots$        $P_{R2} = \dots\dots\dots$        $P_{R3} = \dots\dots\dots$

**PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS**

1. Diseñe y dibuje un diagrama del circuito de un divisor de tensión, similar al de la Fig. 16-1, que tenga un potencial de diez volts entre A y B, cuando una carga  $R_L$ , de 5,000 ohms está conectada entre esos puntos.

2. Si una fuente de energía está conectada a tierra en su terminal negativa, ¿puede obtenerse una tensión negativa con respecto a tierra, de un divisor de tensión conectado a dicha fuente? ..... Explique: .....

3. ¿Cómo puede obtenerse una tensión de 12 volts del circuito divisor de la Fig. 16-1? .....

4. ¿Qué otras tensiones se pueden obtener del divisor, suponiendo que la resistencia de carga de la pregunta 3 permanece conectado al circuito? .....

5. ¿Qué significa carga de un circuito? .....

6. Cuando se usa un voltímetro para medir el potencial entre dos puntos, ¿constituye el instrumento una carga sobre el circuito? .....

¿Cómo puede reducirse esto al mínimo? .....



## PRÁCTICA No. 17 MULTIPLICADORES DE TENSIÓN.

El voltímetro CD se usa para medir la tensión o diferencia de potencial entre dos puntos en un circuito eléctrico. Si se usa para medir tensiones muy pequeñas, recibe el nombre de milivoltímetro. El voltímetro tiene un movimiento de medidor básico (comúnmente del tipo de bobina móvil o D'Arsonval) y una o más resistencias multiplicadoras, llamadas multiplicadores. Los multiplicadores aumentan el alcance del instrumento, para obtener las tensiones deseadas. La mayor parte de los voltímetros comerciales de tablero contienen en su interior las resistencias multiplicadoras.

El instrumento de bobina móvil requiere que pase cierta corriente a través de esta, para que la aguja se mueva hasta el máximo.

Dependiendo del instrumento, la lectura de la corriente máxima de la escala puede corresponder a cualquier valor entre 50 microamperes a varios miliamperes. Todos los voltímetros de este tipo deben tomar corriente para que la bobina pueda girar. Si requiere muy poca corriente para obtener una deflexión total en la escala, la sensibilidad del instrumento se considera alta.

Si requiere varios miliamperes, el instrumento es mucho menos sensible.

### MATERIAL, HERRAMIENTAS Y EQUIPO:

Fuente de alimentación de 0-25 volts

Multímetro

M<sub>1</sub>- Miliamperímetro 0-1 mA<sub>CD</sub>

R<sub>1</sub> - 10K Potenciómetro, 1W

R<sub>2</sub> - 22K, 1W

Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. En los estudios de los movimientos de un medidor se ha visto que éstos tienen cierta resistencia interna y también se identifica por una cierta cantidad de corriente para la deflexión de la aguja a escala completa. El instrumento usado en el experimento requiere un miliampere de corriente para la deflexión completa de escala. Por 1.

Forme un circuito en serie con el potenciómetro de 10K (conectado como reóstato) y el medidor de 0.1 mA indicado en la Fig. 17-1. conecte a la fuente de energía.

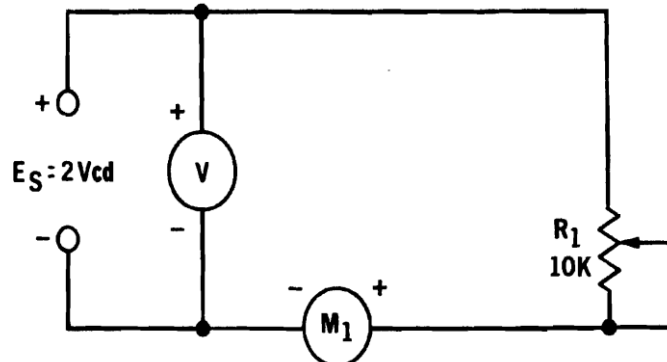


Fig. 17-1



Haga girar el brazo a la resistencia máxima. Muy cuidadosamente, ajuste la tensión de la fuente exactamente a 2 V<sub>CD</sub>. Reduzca ahora lentamente la resistencia hasta que el instrumento dé una lectura de exactamente un miliampere. ¿Cuál es la resistencia total calculada del circuito?

$R_T = \dots\dots\dots$

2. Retire cuidadosamente del circuito, el potenciómetro, aun conectado como reóstato y mida su resistencia con el óhmetro.

$R = \dots\dots\dots$

3. ¿Cuál es la resistencia del movimiento del instrumento?

$R_{\text{instrumento}} = \dots\dots\dots$

¿Qué tensión aplicada al instrumento solamente, causaría la deflexión completa de escala?

$E = I \times R_{\text{instrumento}} = \dots\dots\dots$

El reóstato usado aquí hace las veces de una resistencia multiplicadora. La escala del instrumento se puede calibrar para que dé una lectura de 0-2 volts.

4. Calcule la resistencia multiplicadora de una escala de 0-25 V.

$R_M = \dots\dots\dots$

5. Conecte el aparato de 10K (conectado nuevamente como reóstato) y la resistencia de 22K en serie. Ajuste  $R_1$  de manera que el valor del circuito en serie sea igual al valor calculado en el experimento 4. Use el óhmetro. Conecte un circuito en serie, usando el reóstato ajustado, la resistencia de 22K y el medidor, como se muestra en la Figura 17-2. ¿Cuál es la resistencia total del circuito?

$R_T = \dots\dots\dots$

Conéctelo a la fuente de energía variable y eleve cuidadosamente la tensión a 25 volts. El instrumento debe dar una lectura de deflexión a plena escala. Ajuste ligeramente el reóstato si es necesario. La escala del medidor se puede leer ahora de 0-25 volts.

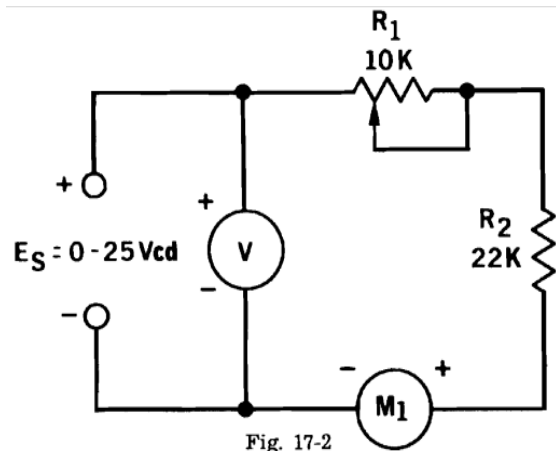


Fig. 17-2

6. Pruebe el medidor. Ajuste la fuente de energía a cualquier tensión CD entre 1 y 25 volts. Mida esta tensión con el medidor y con un voltímetro comercial. ¿Se comparan los resultados favorablemente? . . . . .



7. Calcule los multiplicadores para aumentar el rango del medidor a 0-50 volts.

$$R_M = \dots\dots\dots$$

8. Calcule los multiplicadores para aumentar el rango del medidor a 0-100 volts.

$$R_M = \dots\dots\dots *$$

9. ¿Qué se entiende por SENSIBILIDAD de un medidor en ohms/volt?

**PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS**

1. Dibuje un diagrama esquemático usando el medidor de  $1\text{mA}_{CD}$ , e indique las resistencias multiplicadoras para los rangos de 0-5V, 0-10V, 0-50V y 0-100V. Muestre un interruptor rotatorio para cambiar los rangos.

2. ¿Por qué la sensibilidad es una consideración importante cuando se usa un medidor? . . . . .

3. La especificación de un instrumento dice: "Sensibilidad 5,000 ohms/volt". ¿Mediría este tipo de instrumento con precisión una caída de tensión de diez volts sobre una resistencia de 47K ohms? . . . . .

Explique: . . . . .

4. ¿Por qué siempre debe iniciarse en la escala más alta de un voltímetro, cuando se mide una tensión desconocida? . . . . .

5. ¿Resulta alguna vez correcto el conectar un voltímetro en serie con un circuito? . . . . .

Explique: . . . . .



## PRÁCTICA No. 20 EL PUENTE DE WHEASTONE

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

El puente de Wheatstone recibió ese nombre en honor del físico inglés, Sir Charles Wheatstone (1802-1875), que estaba asociado con Michael Faraday y fue profesor en el King's College de Londres. El circuito de puente se usa extensamente para hacer mediciones precisas de resistencias. Esta característica permite usar el circuíto de puente en la ciencia y la industria, como un método para convertir temperatura, deformación, distorsión, sonido, luz y otros efectos físicos a una señal eléctrica, para su medición precisa.

### MATERIAL:

Fuente de Alimentación de 0-30V

Multímetro

Galvanómetro

$R_1, R_2$  - 10K, 1W

$R_3$  - 1K Potenciómetro, 1W

$R_4, R_5$  - 1K, 1W

2 - Bobinas pequeñas

Bobina grande

Reactor **8.5H**

Bobina 10 mH

$SW_1$ - Interruptor de botón N. A. (Normalmente Abierto)

Material misceláneo (no se suministra)

Lima

Trozo de cartón cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. Para hacer mediciones precisas con el circuito de puente, conviene que  $R_1$ , y  $R_2$  tengan el mismo valor. Seleccione las dos resistencias de 10K ohms y mídalas con un óhmetro. La magnitud de la resistencia de menor valor puede aumentarse limando una muesca en su costado. Lime un poco y luego mida. Continúe limando hasta que su resistencia sea igual a la de la más alta.

2. Forme un cuadrante de cartón para el potenciómetro  $R_3$ . Haga girar potenciómetro (conectado como reóstato) a una resistencia cero marque el 0 en el cuadrante en este ajuste. Usando el óhmetro, el cuadrante en pasos de 25 ohms, de cero a 1,000. Ya está todo listo para formar el puente.

3. Conecte el circuito de puente como se muestra en el esquema de la Fig. 20-1. Inicialmente, ajuste la tensión a un volt. El interruptor de botón  $SW_1$ , actúa como dispositivo protector del galvanómetro, conectando el instrumento solo momentáneamente durante el equilibrio.

4. Ahora será necesario seleccionar una resistencia desconocida, con un valor entre 10 y 1,000 ohms (puede usarse la bobina grande, ya que su resistencia se encuentra dentro de estos límites). Conecte en el puente esta resistencia desconocida como  $R_x$ . Lleve  $R_3$  a unos 500 ohms, oprima  $SW_1$  y ajuste  $R_3$ , a una indicación cero en el medidor. Aumente la tensión de la fuente hasta 3 volts y oprima nuevamente  $SW_1$ . Reajuste  $R_3$  para volver al equilibrio si es necesario.



5. Se tiene ya el puente balanceado en el punto que se llama equilibrio cero. Como  $R_1$  y  $R_2$  son iguales, el ajuste del cuadrante de  $R_3$  es igual a la resistencia de ..... La lectura del cuadrante de  $R_3$  es igual a .....

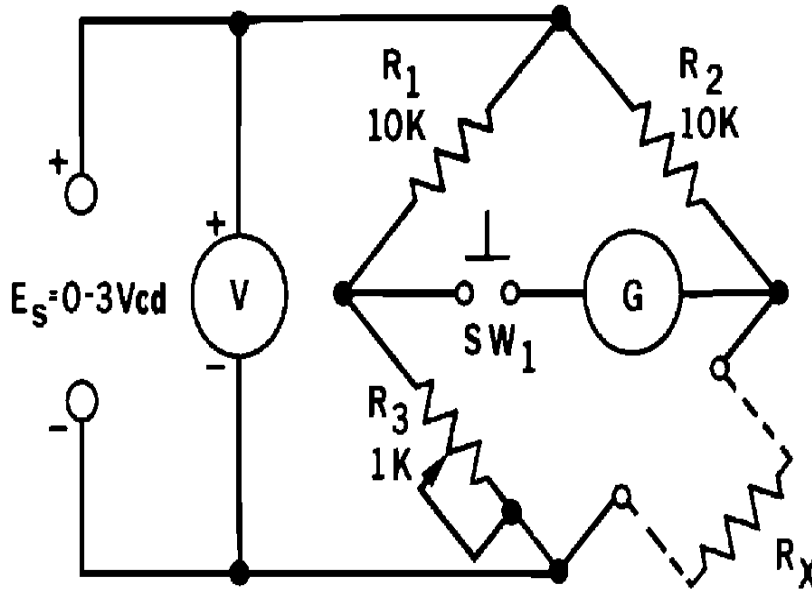


Fig. 20-1

6. ¿Cuál es el valor de  $R_x$ , medida con el óhmetro?

$R_x = \dots\dots\dots$

¿Se comparan favorablemente los resultados de los experimentos 5 y 6? .....

7. Mida la resistencia de los siguientes componentes, empleando el puente.

Bobina 10 mH	Ohms
Reactor 8.5 H	Ohms
(2) Bobinas pequeñas (en serie)	Ohms

8. Conecte en el puente las dos resistencias  $R_4$  y  $R_5$ , en paralelo, como  $R_x$ , y equilibrelo. Conecte en circuito corto  $SW_1$ , empleando un brincador. El puente debe permanecer balanceado. En caso contrario, vuelva a equilibrar con  $R_3$ . Caliente una de las resistencias que forman  $R_x$ , con un cerillo. ¿Desbalancea esto al puente? .....

¿Por qué? .....

Equilibre nuevamente el puente y determine la resistencia de  $R_x$ , en caliente.

$R_x$  (caliente) = .....





¿Aumenta o disminuye la resistencia de las unidades de carbón cuando se calientan? . . . . .  
.....

**PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS**

1. ¿Cuál es la resistencia máxima que puede medirse en un puente experimental?

$R_{m\acute{a}x}$ , = .....

2. ¿Corno puede aumentarse el rango de este puente, a 10,000 ohms?  
.....

3. Suponga los valores siguientes de un puente en balance cero. Consulte la Fig. 20-1.

$R_1 = 200$  ohms    $R_2 = 100$  ohms    $R_3 = 100$  ohms    $R_x = \dots\dots$

$R_1 = 1,000$  ohms    $R_2 = 2,000$  ohms    $R_3 = 5,000$  ohms    $R_x = \dots\dots$

$R_1 = 25K$  ohms .    $R_2 = 5.6K$  ohms    $R_3 = 10K$  ohms    $R_x = \dots\dots$

$R_1 = 10K$  ohms    $R_2 = 4K$  ohms    $R_3 = 5K$  ohms    $R_x = \dots\dots$

4. ¿Cómo se puede usar este puente para medir temperatura? . . . . .

5. ¿Cómo se puede usar un puente para medir el nivel de agua en un tanque? . . . . .

. Cuando el puente esta balanceado, ¿cuál es la tensión de  $R_1$  con respecto a  $R_3$ ? . . . . .

Quando el puente esta balanceado, ¿es  $I_{R1} = I_{R3}$ ? . . . . . explique.....



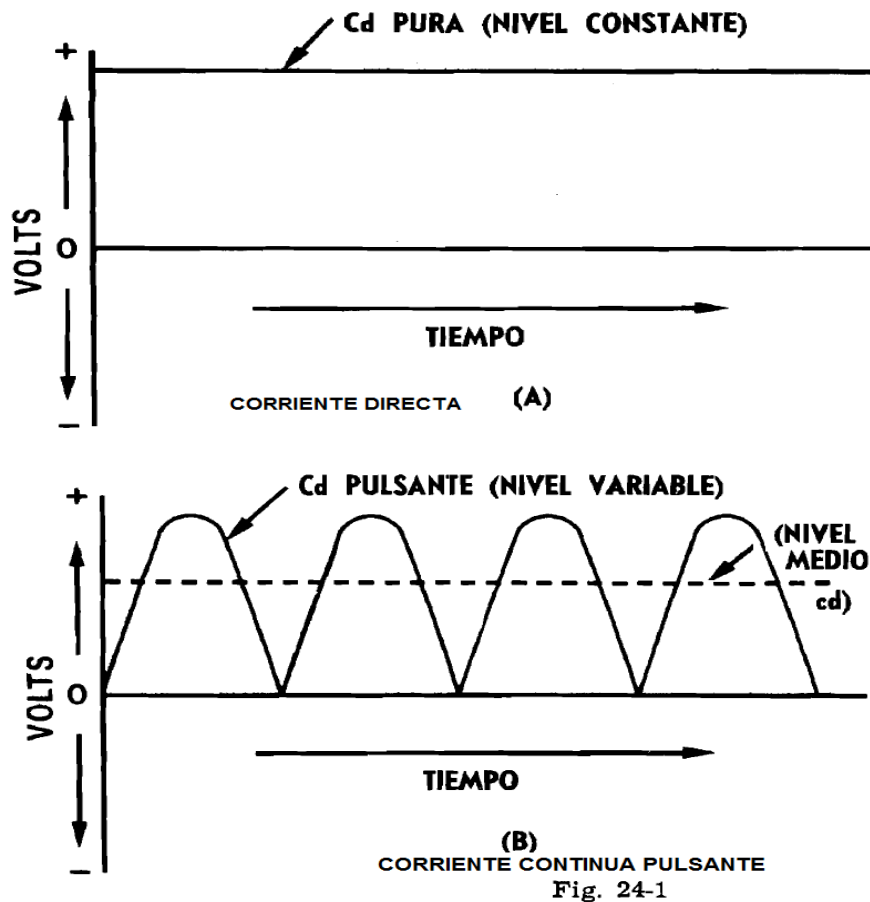
## PRÁCTICA No. 24 CORRIENTE DIRECTA Y ALTERNA

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

En los experimentos previos, se han conectado los circuitos, a fuentes de energía que suministran corriente directa (CD). Hay muchas aplicaciones en el campo electrónico, sin embargo, que requieren corriente alterna (CA). En los experimentos subsecuentes, los circuitos pueden requerir tanto CD como CA. Es, pues, importante comprender la diferencia entre las dos. Una corriente directa se considera como un flujo de electrones en una dirección solamente. Los electrones fluyen de la terminal negativa (-) de la fuente de energía, a través del equipo eléctrico al que está conectada y nuevamente a la terminal positiva (+) de dicha fuente. Los voltímetros y amperímetros que se han usado hasta ahora han tenido marcadas las terminales como positiva o negativa, de manera que se sabía cómo conectarlos adecuadamente al circuito.

### Corriente directa (CD)

En realidad, existen dos clases de corriente directa, que se pueden llamar CD pura y CD pulsante. La CD pura es aquella que no cambia de valor o magnitud y fluye a un nivel constante hasta que se desconecta la fuente de energía.



La magnitud o amplitud de la corriente directa puede no permanecer constante sino que puede variar con un ritmo periódico o regular en el tiempo. A esta corriente directa se le llama CD pulsante. El que fluya corriente CD pura o CD pulsante, depende de las características de la fuente de energía. La pila voltaica que construyó, la celda solar y el termopar, suministran CD



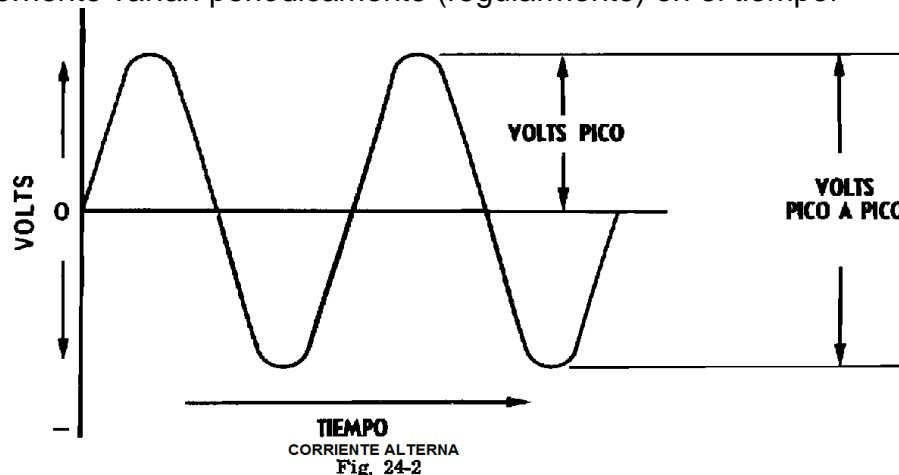
pura. Una pila seca o batería suministra CD pura. Una fuente de energía bien filtrada suministra esencialmente CD pura (se estudiará más acerca del filtrado, en un experimento subsecuente).

Una fuente que no está bien filtrada, suministra CD pulsante.

Se puede representar gráficamente. Una CD pura y una CD pulsante. Observe la Fig. 241 (A). En ella se muestra la forma de onda de la CD pura. Una CD pulsante está representada en la Fig. 24-1 (B). Nótese que la corriente se inicia en cero, se eleva a un valor máximo y disminuye a cero, se eleva nuevamente, etc. A pesar de la variación regular en amplitud, la corriente sigue fluyendo solo en una dirección con respecto a la referencia cero.

### Corriente alterna (ca)

En la corriente alterna, los electrones fluyen, primero, en una dirección y luego la corriente se invierte y los electrones fluyen en dirección opuesta. La magnitud de la corriente varía constantemente. Se eleva a un valor máximo en una dirección, disminuye a cero, invierte su dirección, se eleva a un valor máximo, disminuye a cero, etcétera. La variación en amplitud ocurre con un ritmo regular. Observe la Fig. 24-2. Esta es la forma de onda de una corriente o tensión alterna. La forma particular de la onda mostrada, con frecuencia se llama onda senoidal, debido al ritmo específico con que cambia su amplitud en el tiempo. Muchas tensiones o corrientes alternas no son ondas senoidales. Pueden ser cuadradas, triangulares, de diente de sierra, etcétera. Sin embargo, todas tienen las mismas características generales: la dirección del flujo de corriente y la magnitud de la corriente varían periódicamente (regularmente) en el tiempo.



En el estudio de la corriente alterna, hay términos con los cuales el estudiante debe familiarizarse. Casi todos saben que las líneas de energía que llevan electricidad al hogar, conducen corriente alterna. Nos expresamos en términos de 120 Vca, 60 hertz.

Esta tensión de línea en el hogar tiene una frecuencia de 60 hertz (ciclos por segundos). (En otros lugares, 50 hertz. Nota del Traductor).

Esto significa que la tensión o corriente cambia de dirección 60 veces en un segundo. Por tanto, el tiempo para completar un ciclo es  $1/60$  de segundo.

La amplitud máxima de una onda de CA recibe el nombre de valor pico de la onda. Las abreviaturas comunes para la tensión y la corriente son, respectivamente:

$E_{\text{máx.}}$        $E_{\text{pico}}$        $I_{\text{máx.}}$        $I_{\text{pico}}$ .

Debido a que las tensiones de corrientes alternas cambian periódicamente, tanto en dirección como en magnitud, no se pueden usar instrumentos de CD para medirlos. Los instrumentos para corriente continua miden valores medios. El valor medio de una onda senoidal de corriente alterna, es cero.



Los voltímetros y amperímetros de CA miden **valores eficaces** (llamados valores RCM). El **valor eficaz** de una corriente alterna produce una cierta cantidad de calentamiento en una resistencia, comparable al que se produce por medio de una CD pura del mismo valor. Una corriente de 5 amperes  $CA_{RCM}$  producirá el mismo calor en una resistencia, que 5 amperes

CD. El valor térmico de una corriente se mide según  $I^2R$  y, por lo tanto, es proporcional a la corriente elevada al cuadrado. En circuitos de CA, una resistencia se calienta independientemente de la dirección del flujo de la corriente. El cuadrado de una corriente negativa ( -I ) sigue siendo  $I^2$  (= un valor positivo; según se sabe por el algebra). El término **rcm** significa raíz cuadrada media o sea la raíz cuadrada del medio de los cuadrados.

El valor eficaz o **rcm** de una onda senoidal está dado por la fórmula:

$$E_{ef} = E_{rcm} = 0.707 E_{m\acute{a}x.}$$

$$I_{ef} = I_{rcm} = 0.707 I_{m\acute{a}x.}$$

No siempre se usa el símbolo **rcm**. Si el manual pide ajustar la tensión de CA a 5 volts, significa que es 5 volts **rcm**. En este experimento se harán comparaciones entre corrientes alternas y continuas.

### MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPO:

Fuente de alimentación 0-12V

Fuente de alimentación de 0-15 V

Multímetro

LP<sub>1</sub> - Lámpara miniatura

SW<sub>1</sub>- Interruptor UPUT

Pila solar

R<sub>1</sub> – 1 KΩ, 1W

CR1 - Diodo de silicio (4)

Protoboard

Cable UTP

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. Se probará que el valor eficaz **rcm** de la corriente alterna produce la misma potencia (calor, luz) que la corriente continua. Construya el circuito ilustrado en la Fig. 24-3. Coloque la lámpara miniatura contra la pila solar, de manera que la lámpara de hecho toque la placa frontal transparente.

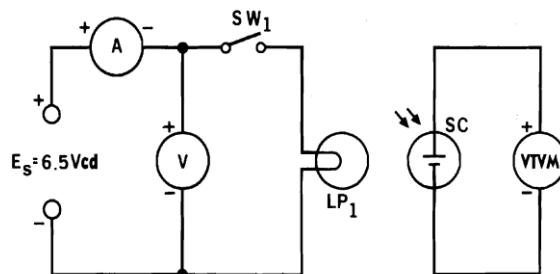


Fig. 24-3

2. Cierre el interruptor SW<sub>1</sub> y ajuste cuidadosamente la fuente de energía CD a 6.5 V<sub>CD</sub>. La lámpara miniatura debe brillar normalmente. El Voltímetro conectado a las terminales de la pila solar da una indicación de la intensidad de luz que incide sobre la pila solar.



3. Mida cuidadosamente y anote la corriente directa que fluye a través de la lámpara.

..... Acd

4. Calcule la energía CD usada por la lámpara.

..... W

5. Mida y anote la salida cd de la tensión de la pila solar.

.....Vcd

6. Registre las mediciones anteriores en la tabla, en la columna correspondiente a CD.

Fuente de energía	Volts V	Corriente A	Potencia W	Salida Voltímetro
C. D.				
C.A.				

7. Sin alterar la posición de la lámpara en la pila solar, realambre el circuito de CA, como se muestra en la Fig. 24-4. Observe que los medidores de CA no tienen indicación de polaridad, ya que no importa cómo se conecten las terminales. Invertiendo las conexiones a las terminales, no se hará que la aguja se deflecte hacia la izquierda de la escala.

8. Repita los experimentos 2, 3, 4 y 5 usando la fuente de energía de CA.

9. Corriente alterna registrada en la lámpara.

..... Aca

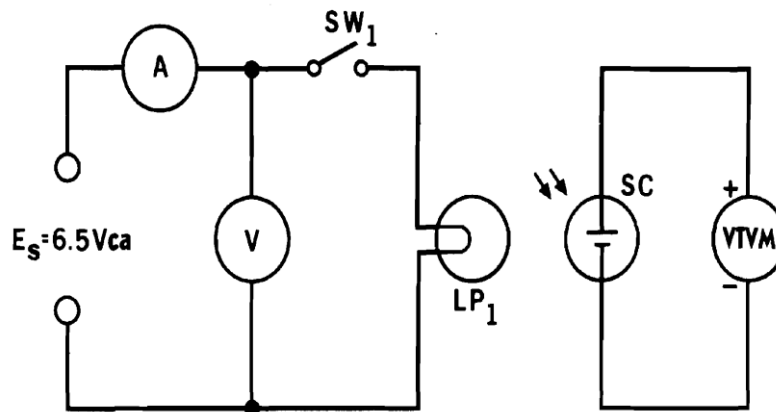


Fig. 24-4

10. Potencia consumida por la lámpara.

..... W

11. Tensión de salida de la pila solar.



..... Vcd

12. Registre las mediciones anteriores en la tabla.

13. Examine la tabla. ¿Son las mediciones de corriente continua las mismas que las de la corriente alterna? .....

Explique: .....

¿Confirma la tensión de salida de la pila solar, al ser iluminada por la lámpara bajo ambos tipos de tensión, las conclusiones anteriores?  
.....

14. Pida a1 instructor que muestre las formas siguientes de cd y ca en el osciloscopio, como preparación para el siguiente experimento.

15. Conecte el circuito de la Fig. 24-5 (A). Con el osciloscopio conectado a los puntos A y B, ajuste la tensión de la fuente a 12 V y pídale al instructor que ajuste los controles para exhibir el patrón de ondas senoidales. Dibuje la forma de onda correspondiente, identificando el pico y los valores de pico a pico.



Haga variar los controles de la fuente de energía y anote cómo varía la amplitud de la forma de onda. Independientemente de que se sepa que la fuente de energía es de CA, ¿cómo puede saber que está presente una tensión de CA, observando el miliamperímetro de CD? . . . .

¿Existe alguna CD en cualquier parte del circuito? .....

¿Se puede leer una tensión en el voltímetro? .....

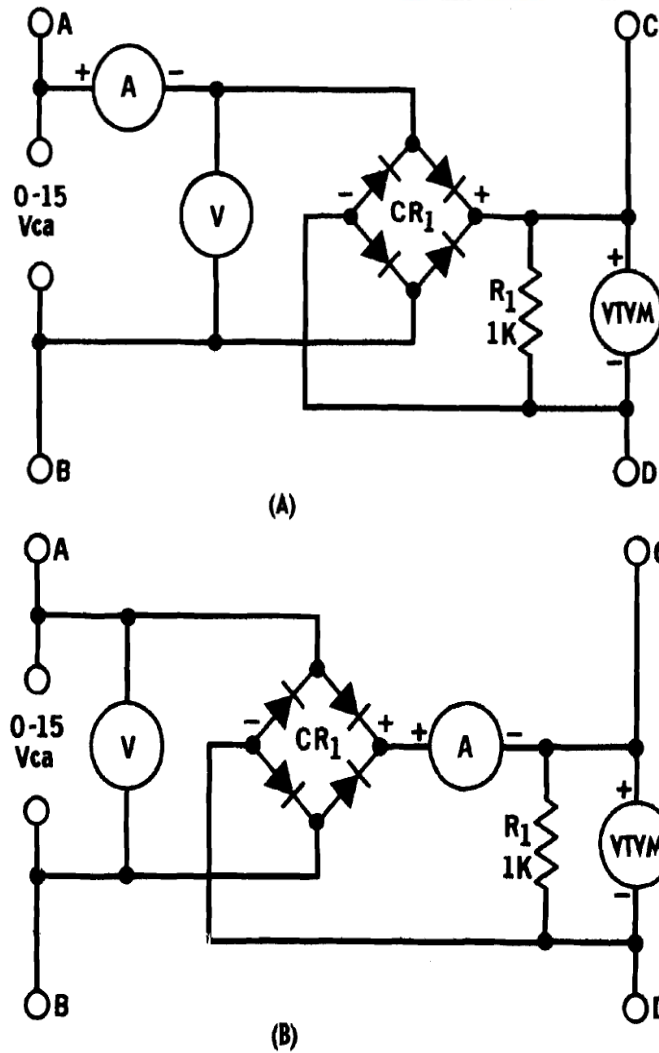


Fig. 24-5

16. Desconecte la fuente de energía y conecte el osciloscopio a las terminales C y D. Aplique nuevamente la energía y ajústela a 12 V. Nuevamente, pida al instructor que ajuste los controles para exhibir un patrón. Dibuje la forma de onda.

0 V \_\_\_\_\_ 0 V

¿Qué tipo de forma de onda es ésta? .....

Desconectar momentáneamente la energía y reconecte el amperímetro de CD como se muestra en la Fig. 24-5 (B). ¿El amperímetro de CD indica ahora una corriente cuando se aplica nuevamente energía?..... ¿Por qué el amperímetro de CD ha dado una lectura de corriente cuando se ha repuesto en el circuito; pero no antes?

### PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Defina lo que significa tensión y corriente alterna. ....



2. ¿Tiene polaridad la CA? ..... Explique: .....
3. Nombre algunas fuentes de CD pura. ....
4. ¿Cuál es el valor eficaz o rcm de una onda senoidal, cuyo valor de pico a pico es de 18 volts?  
Explique: .....
5. Nombre cualquier aplicación que requiera solamente CD para su operación
6. Si la frecuencia de una onda es 1,000 hertz (ciclos por segundo), ¿Cuál es la longitud de tiempo para un ciclo? .....
7. ¿Se puede cargar una batería de automóvil en CA? .....explique: .....





## PRÁCTICA No. 25 EL OSCILOSCOPIO

### CONSIDERACIONES TEÓRICAS:

El osciloscopio ha aumentado en popularidad y utilidad, de manera que ahora puede considerarse como un instrumento básico de prueba en talleres de servicio, en la industria, así como en laboratorios de investigación y desarrollo. El osciloscopio permite al ingeniero o técnico observar lo que sucede en un circuito electrónico. Da una presentación visual de la amplitud, y forma de onda de una señal, en un punto dado del circuito.

### MATERIAL, HERRAMIENTAS Y EQUIPO:

Fuente de alimentación de 0-40 volts C.A.

Fuente de alimentación de 0-35 Volts C.D.

Multímetro

Osciloscopio

Generador de AF

$R_1$  -  $1K\Omega$ , 1W

$R_2$  -  $1.5K\Omega$ , 1W

$R_3$  -  $3.3K\Omega$ , 1W

Protoboard

Material Misceláneo (no se suministra)

Radio funcionando

### DESARROLLO DE LA PRÁCTICA:

1. Estudie la sección de su texto que se refiere a la forma de familiarizarse con el osciloscopio, así como el Manual del osciloscopio. Aprenda la función de cada perilla de ajuste del osciloscopio.

2. Conecte la salida de la fuente variable de energía ajustada a 6.3 Vca, a las terminales de entrada vertical del osciloscopio. Coloque en posición la imagen, por medio de los controles de centrado H y V.

Ajuste los controles de intensidad y foco para tener el trazo más preciso y con una brillantez satisfactoria. Seleccione un rango de tensión V y ajuste la ganancia vertical para obtener un patrón de unos cinco centímetros de alto en el centro de la pantalla. Con el selector de sincronización en la posición INT, ajuste el rango de barrido de manera que incluya 60Hz y ajuste el barrido para una exhibición estacionaria de tres ciclos de la onda.

3. Si el osciloscopio tiene calibración interna, estudie el manual para hacer los ajustes apropiados. El osciloscopio se puede calibrar con una tensión conocida de entrada como la usada en el experimento 2. Con 6.3 Vca aplicados al osciloscopio, ajuste el control de "GANANCIA VERTICAL" hasta que la onda se extienda un cierto número de divisiones en la cuadrícula de la pantalla (gratícula). Por ejemplo, a 4 volts por centímetro en la escala gratícula, 1.8 divisiones es igual a 7.2 volts. Vea la Fig. 25-1.

¿Por qué una tensión rcm de 6.3 volts mide aproximadamente 7.2 volts sobre un osciloscopio?

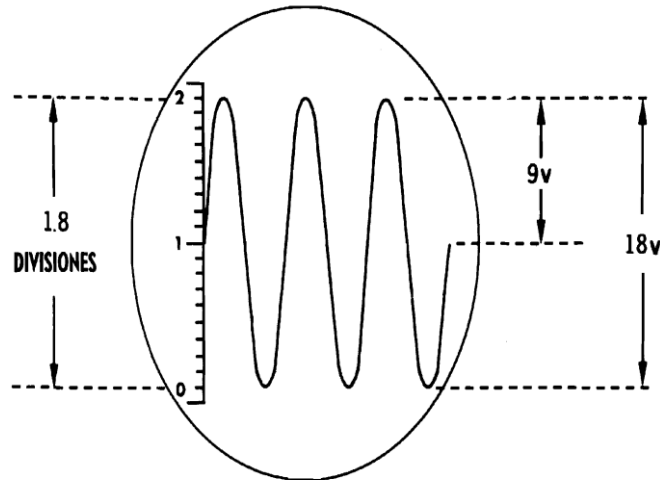


Fig. 25-1

4. Después de una calibración como la del experimento 3, mida varias tensiones de CA desconocidas que pueden obtenerse de la fuente variable de CA. Compare la medición en el osciloscopio con la tensión medida con un voltímetro de CA. Si el osciloscopio tiene una terminal multiplicadora, úsela para hacer mediciones de alguna tensión más alta.

5. Aplique varias tensiones CD a las terminales V del osciloscopio y observe si existe algún cambio vertical en el trazo. ....

6. Conecte un generador de AF a las terminales V del osciloscopio. Ajuste el generador a 200Hz, con una salida de 10 volts de pico a pico.

Ajuste el rango de barrido y el vernier para observar cuatro ondas senoidales. ¿Cuál es la frecuencia de barrido del osciloscopio? ..... Hz.

7. Ajuste el generador AF a 1,000Hz. Use el rango y el vernier para exhibir cuatro ondas senoidales. ¿Cuál es la frecuencia de barrido del osciloscopio? ..... Hz.

8. Cambie la salida del generador de AF, de manera que aparezca una onda de 15 volts de pico a pico en el osciloscopio.

9. Cambie el generador de AF hasta obtener una salida de onda cuadrada, y repita los experimentos 7 y 8.

10. Conecte el osciloscopio a la bocina de un radio y enciéndalo. Observe la forma de onda de la voz o música.

11. Construya el circuito de la Fig. 25-2. Usando el Voltímetro, mida y anote en la tabla las tensiones en las terminales mostradas. Repita usando el osciloscopio calibrado y anote.



terminales	Voltímetro C.A. Volts pico a pico	Osciloscopio Volts pico a pico
A-D		
B-D		
C-D		

Compare los resultados y explique. ....

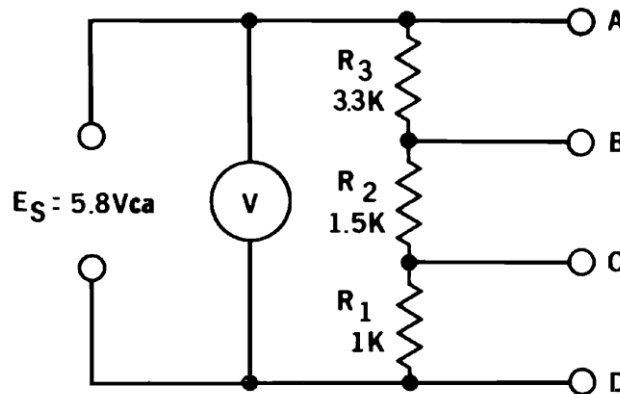


Fig. 25-2

**PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS**

1. ¿Mide el osciloscopio tensión o corriente? .....
  2. Una fuente de **6.3** volts rcm se usa para calentar el cátodo de un tubo, al vacío **6AU6**. ¿Cuál es el valor de pico de esta tensión? .....
  3. Puede usarse un osciloscopio en lugar de un Voltímetro. ¿Qué ventajas tendría, si es que las hay? .....
  4. ¿Cuál es el objeto del control de sincronización? .....
  5. ¿Puede un osciloscopio medir una tensión de CD? ..... Explique: .....
  6. ¿Debe exhibirse solo un punto en la pantalla del osciloscopio? .....
- Explique : .....
7. Anote los controles del osciloscopio que afectan: a) la altura de la onda; b) el ancho de la onda; c) la brillantez del trazo; d) la precisión del trazo; e) la estabilidad del trazo, y f) la posición del trazo. ....
  8. ¿Qué tipo de terminales de prueba se usan en el osciloscopio? .....