

 LIMUSA

Howard H. Gerrish

experimentos de electricidad

Experimentos de electricidad

Enseñanza de conceptos modernos

Howard H. Gerrish
profesor de artes industriales
san josé state college, san josé, california



E D I T O R I A L L I M U S A
MEXICO 1976



INTRODUCCION

La comprensión inteligente del vasto y complejo campo de la electricidad y la electrónica, requiere cimientos firmes en electricidad básica. Independientemente de que el dispositivo electrónico sea el primitivo radio de galena o un sistema complicado de computación, pueden aplicarse las leyes fundamentales de Ohm, de resistencia, capacitancia e inductancia. Nuestra grandeza industrial ha sido el resultado directo del esfuerzo de grupos de hombres de ciencia e ingenieros, que trabajan juntos y han descubierto nuevas formas de desarrollar y usar la energía eléctrica.

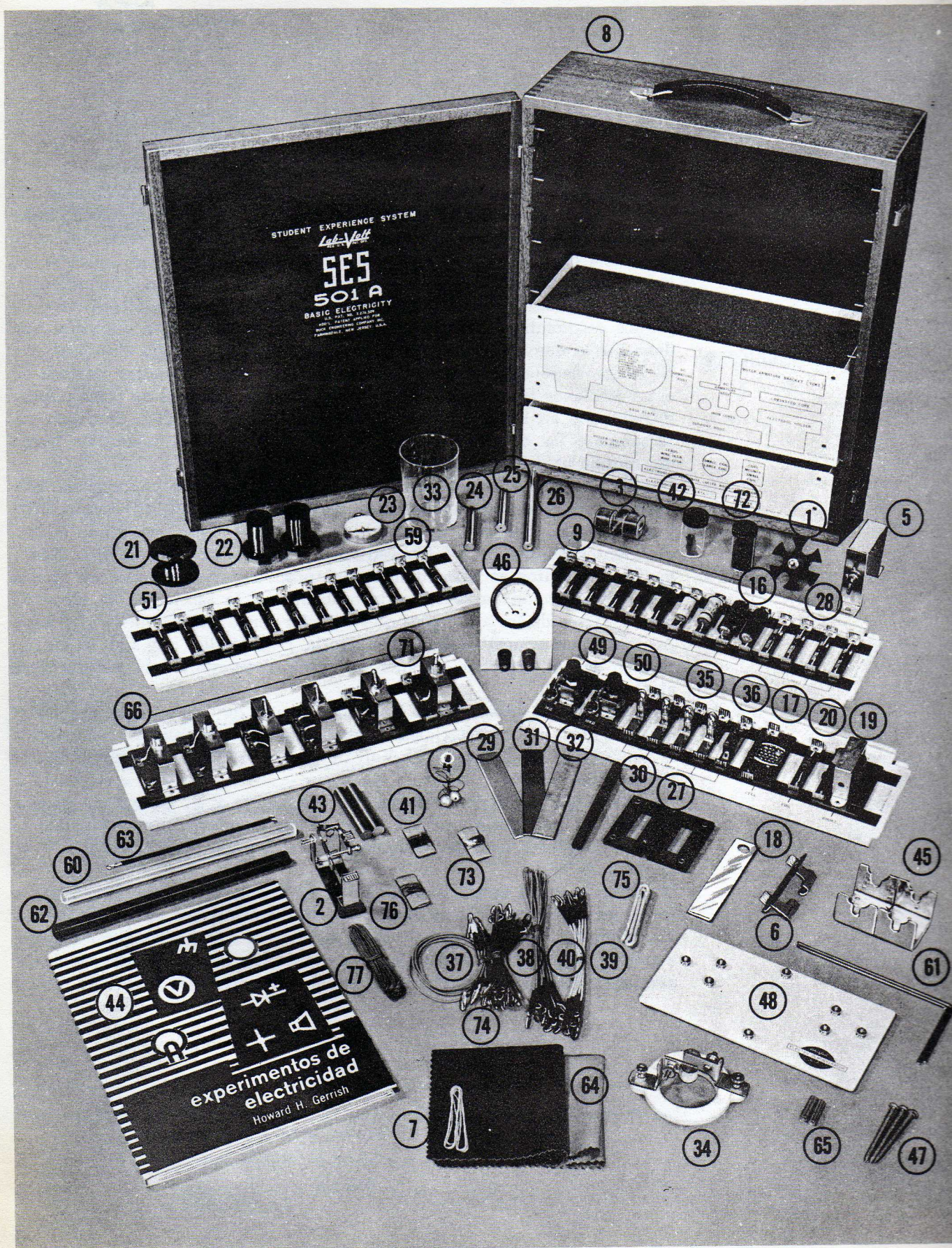
El lector tiene aquí la oportunidad de investigar y estudiar muchas de estas lecciones fundamentales de la era atómica. Esta es su ocasión para introducirse en los fascinantes misterios del ELECTRÓN y descubrir directamente las diversas formas por las cuales la electricidad ha hecho del mundo un lugar mejor para vivir.

Los Experimentos de este manual los han seleccionado y preparado cuidadosamente maestros competentes, para asegurar su rápida comprensión y aprendizaje. Han sido dispuestos en un orden lógico, partiendo de experimentos simples a los dispositivos y circuitos más complejos. Todos los Experimentos se presentan con el propósito de estimular el interés y la autodirección, la solución de problemas y la asociación de ideas. El sincero deseo de los autores es que el lector tenga éxito inmediato y logre la experiencia educativa más satisfactoria. Los estudios que aquí se inician pueden ser el principio de una carrera provechosa en la ciencia y la electrónica.

Para facilitar el desarrollo de los Experimentos de este manual, las partes componentes y los materiales necesarios se han reunido en el modelo número 501A del Sistema Lab-Volt de Experimentos para Estudiantes de Electricidad Básica.

Las fuentes de energía variable, los medidores y el equipo de prueba constituyen una parte integral de los Experimentos. Estos requisitos se pueden satisfacer en todos los casos con el equipo de energía y de medición Lab-Volt.

Se notará que en cada "Experimento" se hacen referencias específicas a los materiales necesarios en el Sistema de Experimentos para Estudiantes, y a la energía e instrumentos que se requieren. Aunque ninguno de estos elementos es totalmente interdependiente de los demás, su uso combinado asegurará los máximos resultados en el aprendizaje.



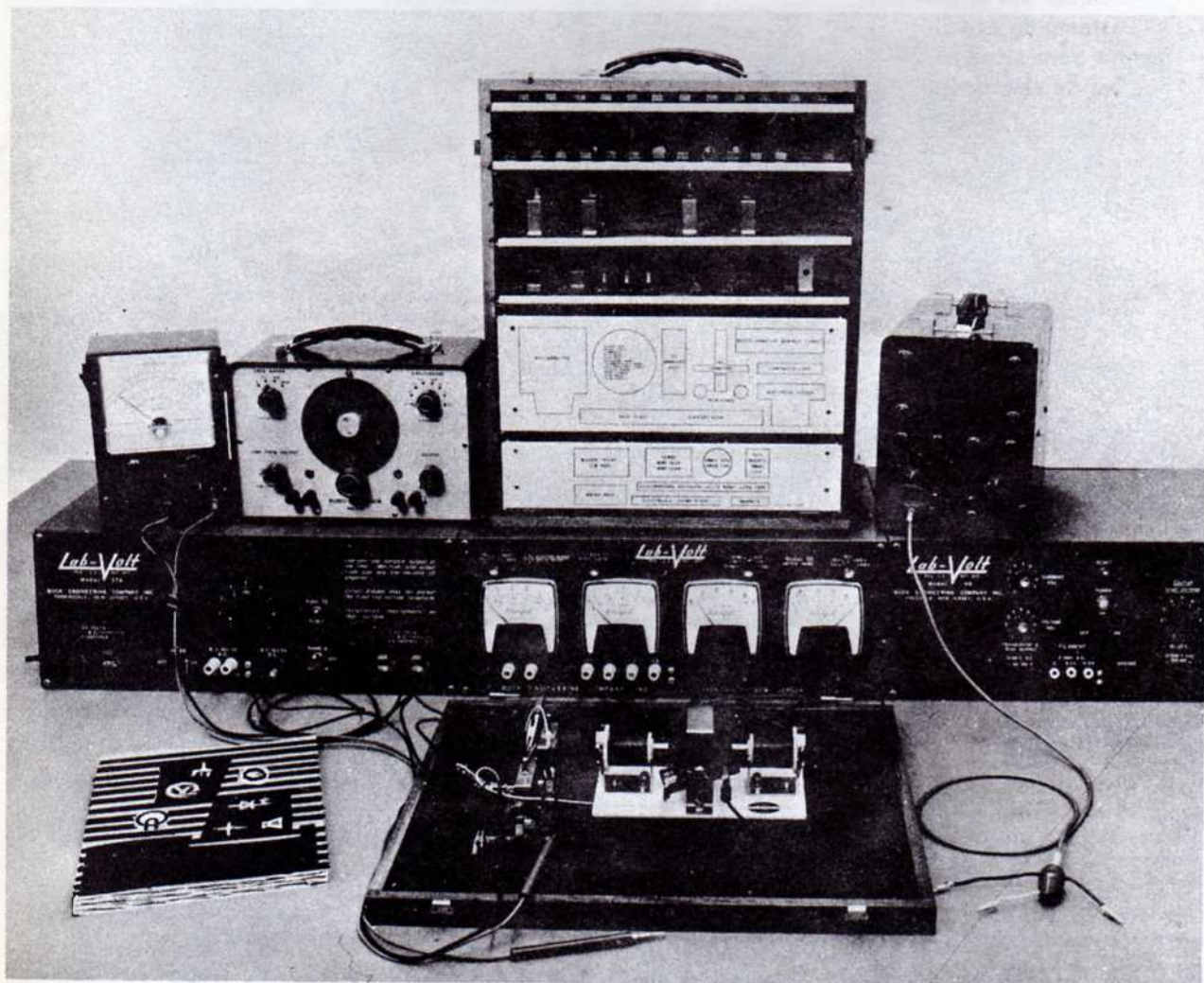
LISTA DE PARTES

Modelo 501 A del sistema de experimentos para estudiantes de electrónica básica

Nº.	DESCRIPCIÓN	PARTE BUCK N.º	CANTIDAD POR SISTEMA
1	Armadura, Motor ca	X52	1
2	Conjunto de armadura, zumbador-relevador-C/B	X57	1
3	Armadura, Motor cd	X56	1
4	Bolas de sauco	373	2
5	Brazo, armadura de motor (yugo)	X55	1
6	Conjunto escobilla	X62	1
7	Banda elástica	880	1
8	Cubierta	X58	1
9	Capacitor tubular .002 μ F	X159	1
10	Capacitor tubular .01 μ F	X16	2
11	Capacitor tubular .02 μ F	X17	1
12	Capacitor tubular .05 μ F	X15	1
13	Capacitor tubular .1 μ F	X14	1
14	Capacitor tubular .5 μ F	X19	1
15	Capacitor tubular 1 μ F	X18	1
16	Capacitor electrolítico 10 μ F	X13	2
17	Pila solar	X20A	1
18	Placa de campana	1269	1
19	Bobina, 8.5H	X21	1
20	Bobina, 10mH	X306	1
21	Bobina grande	X49	1
22	Bobina de campo pequeño	X61	2
23	Brújula	381	1
24	Núcleo corto, simple	1237	1
25	Núcleo corto con agujero	1238	1
26	Núcleo largo	1239	1
27	Núcleo laminado	X307	1
28	Diodo de silicio 250mA, 50 PIV	X22	4
29	Electrodo de aluminio	379	1
30	Electrodo de carbón	528	1
31	Electrodo de cobre	376	1
32	Electrodo de cinc	377	1
33	Recipiente de vidrio	374	1
34	Portaelectrodo	X129	1
35	Lámpara miniatura, 6.3V	X23A	1
36	Lámpara neón	X24	1
37	Terminal mini-gator	X53	4
38	Terminal brincadora 11cm	X301	15
39	Terminal brincadora 18cm	X302	10
40	Terminal brincadora 38cm	X303	5
41	Terminal termopar	X126	1
42	Hojas, electroscopio	881-1	6
43	Imán permanente	355	2
44	Manual de experimentos	935	1
45	Montaje de bobina (Campo)	1248	2
46	Miliamperímetro 0-1mAcd	X25	1
47	Clavos, 8d, hierro	882	3
48	Placa base	X64	1
49	Potenciómetro 1K ohms, 1/2 watt	X26	1
50	Potenciómetro, 10K ohms, 1/2 watt	X27	1
51	Resistencia 1K ohms, 1 watt	X29	2
52	Resistencia 1.5K ohms, 1 watt	X30	2
53	Resistencia 3.3K ohms, 1 watt	X31	1
54	Resistencia 10K ohms, 1 watt	X32	2
55	Resistencia 22K ohms, 1 watt	X33	1
56	Resistencia 100K ohms, 1 watt	X34	1
57	Resistencia 470K ohms, 1 watt	X35	1
58	Resistencia 1 megohm, 1 watt	X36	1
59	Resistencia 2.2 megohms, 1 watt	X37	1
60	Varilla de lucita	728-1	1
61	Soporte de varilla	X63	2
62	Varilla de vulcanita (hule duro)	370	1
63	Electroscopio de varilla	X311	1
64	Seda	372	1
65	Espaciadores roscados	311	2
66	Interruptor de botón N.C. (Normalmente cerrado)	X42	1
67	Interruptor de botón N.A. (Normalmente abierto)	X43	1
68	Interruptor DPDT (Doble polo doble tiro)	X38	1
69	Interruptor DPST (Doble polo simple tiro)	X39	1
70	Interruptor UPDT (Un polo doble tiro) SPDT	X40	1
71	Interruptor UPUT (Un polo un tiro) SPST	X41	1
72	Limadura de hierro	X127	1
73	Alambre nicromo, cal. 24	X125	1
74	Lana	371	1
75	Alambre aislado, cal. 16	1495	1
76	Alambre aislado, cal. 28	X308	1
77	Alambre aislado, cal. 22	X312	1

Lab-Volt
SISTEMAS EDUCACIONALES

ESTACION TIPICA
501A DEL SISTEMA DE
EXPERIMENTOS
PARA ESTUDIANTES



Esta foto presenta el equipo sugerido para nuevas instalaciones dedicadas a la enseñanza de la electricidad básica.



N.º	1	SEGURIDAD ANTE TODO	11
"	2	ELECTRICIDAD ESTÁTICA	17
"	3	COMPONENTES Y SÍMBOLOS	23
"	4	PILAS VOLTAICAS	27
"	5	OTRAS FUENTES DE ELECTRICIDAD	33
"	6	ELECTRODEPOSICIÓN	37
"	7	LEY DE OHM	39
"	8	POTENCIA-CALOR-LUZ	43
✓"	9	RESISTENCIA DE CIRCUITOS EN SERIE	47
✓"	10	TENSIÓN DE CIRCUITOS EN SERIE	51
✓"	11	RESISTENCIA DE CIRCUITOS EN PARALELO	55
✓"	12	CORRIENTE DE CIRCUITOS EN PARALELO	59
✓"	13	CIRCUITOS EN SERIE Y EN PARALELO	63
"	14	CIRCUITOS INTERRUPTORES	67
"	15	POTENCIÓMETROS-REÓSTATOS.	73
"	16	DIVISORES DE TENSIÓN	79
"	17	MULTIPLICADORES DE TENSIÓN DE CD	85
"	18	PUENTES DE AMPERÍMETRO DE CD	89
"	19	ÓHMETRO EN SERIE	93
"	20	PUENTE DE WHEATSTONE	99
✓"	21	IMANES PERMANENTES	103
✓"	22	ELECTROIMANES	107
✓"	23	CIRCUITOS ELECTROMAGNÉTICOS	115
"	24	CORRIENTE CONTINUA (DIRECTA) Y ALTERNA	121
"	25	EL OSCILOSCOPIO	129
✓"	26	PRINCIPIOS DEL GENERADOR	133
"	27	SOLENOIDES	139
✓"	28	EL ZUMBADOR	143
✓"	29	RELEVADORES	147
✓"	30	FUSIBLES E INTERRUPTORES DE CIRCUITOS	151
"	31	INDUCTANCIA.	157
"	32	TRANSFORMADORES	163
"	33	BOBINA DE INDUCCIÓN	169
"	34	REACTANCIA INDUCTIVA	173
"	35	CAPACITANCIA	177
"	36	CONSTANTE DE TIEMPO RC	183
"	37	REACTANCIA CAPACITIVA	189

" 38	RESONANCIA EN SERIE	195
" 39	RESONANCIA EN PARALELO	201
" ✓40	MOTOR DE CD DE IMAN PERMANENTE	205
" 41	MOTORES UNIVERSALES (CA Y CD)	211
" ✓42	DEVANADO DE CAMPO DERIVADO Y COMBINADO DE MOTOR DE CD	215
" 43	MOTOR DE CA TIPO SÍNCRONO	221
" 44	RECTIFICADORES DE MEDIA ONDA Y DERIVACIÓN CENTRAL	225
" 45	RECTIFICADOR MONOFÁSICO TIPO PUENTE	231
" 46	FILTROS, TIPOS C Y LC	235

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:

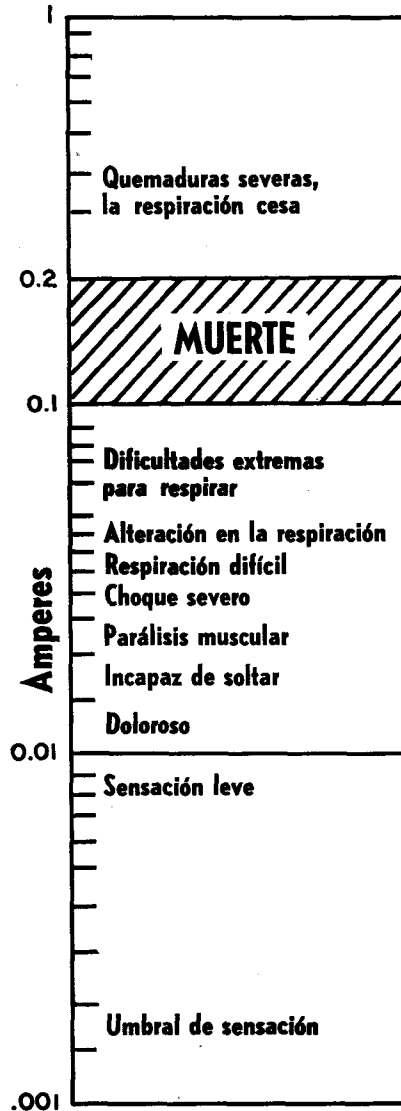
“REFLEXIONAR”

y esta regla se aplica a todo trabajo industrial, no sólo al eléctrico. Conviene desarrollar buenos hábitos de trabajo. Aprenda a usar las herramientas 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.

EXPERIMENTO

1

SEGURIDAD ANTE TODO



Cortesía de Fluid Controls Co., Inc. Cliffside, New Jersey

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LAS CORRIENTES ELÉCTRICAS

Fig. 1-1

Generalmente hay tres clases de accidentes que aparecen con demasiada frecuencia entre los estudiantes técnicos de la rama de electricidad y electrónica. El conocerlos y el 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.

I. ¿Qué hay de los CHOQUES eléctricos? ¿Son fatales?

Los efectos fisiológicos de las corrientes eléctricas **generalmente** pueden predecirse según la carta de la Fig. 1-1. Nótese que lo que hace daño es la **corriente**. Las corrientes superiores a 100 miliamperes o sea, sólo un décimo de ampere, son fatales. Un trabajador que ha entrado en contacto con corrientes superiores a 200 miliamperes, puede sobrevivir si se le da tratamiento rápido. Las corrientes inferiores a 100 miliamperes pueden tener efectos serios o 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 al pie ohms (resistencia)

Ahora, humedézcase 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 miliamperes como la corriente fatal, ¿qué tensiones serían mortales para usted?, use la fórmula: $\text{volts} = 0.1 \times \text{ohms}$.

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

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.

**SEGURIDAD
ANTE TODO**



LABORATORIO DE INGENIERIA
ELECTRICA

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 sólo 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 los 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 los capacitores que puedan retener todavía una carga. No sólo 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 cautín 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 enfríen. Cuando desuelde uniones, no sacuda la soldadura caliente de manera que pueda caer en los ojos, ropas o cuerpo de usted o de su vecino.

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. Limelos y quíteles el filo.

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

EXPERIMENTO

1

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 presentará peligro al usuario.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS FUENTES 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 sólo 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 subsecuentes.

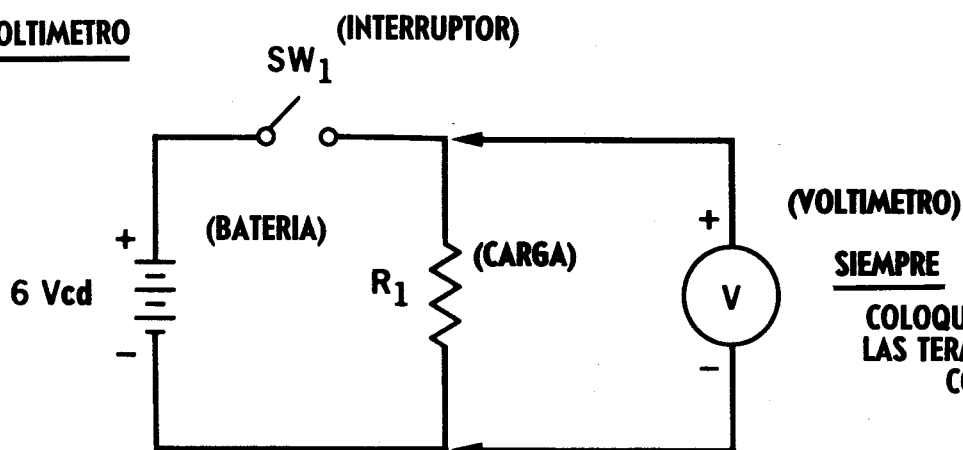
**SEGURIDAD
ANTE TODO**

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 PRIMERAMENTE EL MANUAL DE INSTRUCCIONES PÍDALE AL INSTRUCTOR QUE INSPECCIONE SU TRABAJO. ASEGÚRESE QUE COMPRENDE LA LECCIÓN.

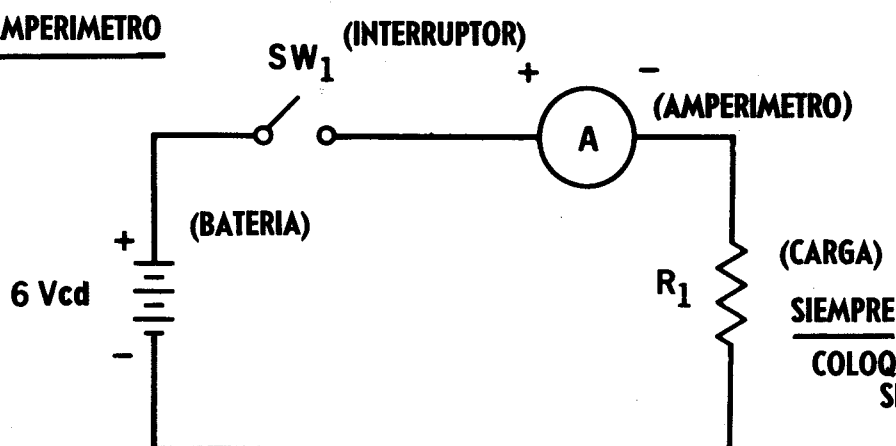
VOLTIMETRO



SIEMPRE

COLOQUE UN VOLTIMETRO EN LAS TERMINALES (EN PARALELO CON) UNA CARGA

AMPERIMETRO



SIEMPRE

COLOQUE UN AMPERIMETRO EN SERIE CON UNA CARGA

Fig. 1-2

EXPERIMENTO

1

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 medidor.

3. Compruebe una y otra vez el rango del instrumento, antes de aplicar energía a un circuito. Evite daños a un medidor.

4. Cómo se conectan los medidores. Ver la Fig. 1-2.

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 de tubo al vacío 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.

**SEGURIDAD
ANTE TODO**

EXPERIMENTO

2

ELECTRICIDAD ESTÁTICA

EXPOSICIÓN

La palabra estática significa "en reposo" y la electricidad puede encontrarse en reposo. Cuando se frotran ciertos materiales entre sí, la fricción causa una transferencia de electrones de un material al otro. Un material puede perder electrones en tanto que otro los ganará. Alrededor de cada uno de estos materiales existirá un campo electrostático y una diferencia de potencial, entre los materiales de diferentes cargas. Un material que gana electrones se carga negativamente, y uno que entrega electrones se carga positivamente. En este experimento se demostrará una de las leyes básicas de la electricidad. Se probará que:

Los cuerpos con cargas diferentes se atraen.

Los cuerpos con cargas semejantes se repelen.

El campo eléctrico invisible de fuerza que existe alrededor de un cuerpo cargado, puede detectarse con un electroscopio. Lo que da interés al estudio de la electricidad y la electrónica es la comprensión y utilización de estas fuerzas invisibles.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección de Electricidad estática.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

SES 501A

Varilla de lucita

Varilla de vulcanita

Lana

Seda

2 — Bolas de sauco

2 — Varillas de soporte

2 — Espaciadores roscados

Placa de base

Recipiente de vidrio

Portaelectrodo

Varilla de electroscopio (sujetador de hoja)

Hoja de electroscopio

Tablero de experimento.

EXPERIMENTO

1. Construya un electroscopio (ver la fotografía), sujetando la varilla del electroscopio bajo una de las mordazas del portaelectrodo. Coloque las hojas del electroscopio sobre los extremos con gancho de la varilla de electroscopio, e inserte cuidadosamente el conjunto dentro del recipiente de vidrio.
2. Frote vigorosamente la varilla de vulcanita con la lana. Lleve la varilla de vulcanita cerca de la parte superior de la varilla del electroscopio. Observe la fotografía.

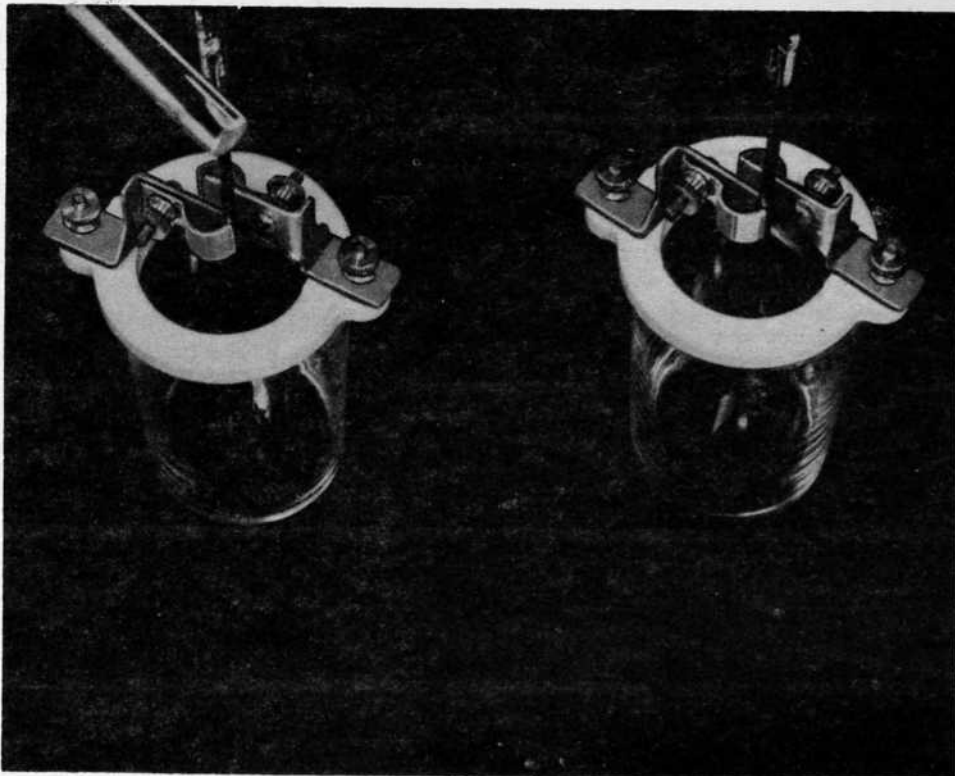
Precaución: No acerque tanto la varilla que se produzca una chispa a través del espacio de separación.

Explique la acción de la hoja.

.....

.....

.....



¿Están las hojas cargadas positiva o negativamente?

Retire la varilla. ¿Permanece cargado el electroscopio?

Explique:

.....

3. Frote nuevamente la varilla de vulcanita con la lana. Toque la parte superior de la varilla del electroscopio con la de vulcanita. Explique la acción de la hoja. (No importa si se produce una chispa antes de hacer contacto).

.....

Retire la varilla de vulcanita. ¿Permanece cargado el electroscopio?

.....

**ELECTRICIDAD
 ESTÁTICA**



¿Está el electroscopio cargado negativa o positivamente?

Toque la parte superior de la varilla del electroscopio con el dedo

Explique la acción de las hojas.

.....

.....

4. Repita los experimentos 2 y 3, usando la varilla de lucita y la seda.

¿Son iguales los resultados?

Explique:

.....

.....

.....

.....

.....

Nota: Los experimentos en electricidad estática pueden desarrollarse con mayor éxito en días fríos y secos. Cuando la humedad es alta, es difícil retener la carga estática generada por fricción sobre una superficie. En algunos días, puede resultar difícil cargar las varillas.

5. Repita el experimento 2 con la varilla de vulcanita. En tanto la varilla de vulcanita está cerca de la parte superior de la varilla del electroscopio, y abriendo las hojas, toque la varilla del electroscopio con el dedo. Retire el dedo y luego la varilla.

¿Permanece cargado el electroscopio? ¿Por qué?

.....

.....

.....

¿Está cargado negativa o positivamente?

6. Repita el experimento 5 usando la varilla de lucita y la seda. En los experimentos 5 y 6, ¿está cargado el electroscopio por contacto o por inducción?

Explique:

.....

.....

.....

.....

EXPERIMENTO

2

7. Este experimento requiere el uso de dos electros copios, de manera que habrá que trabajar en cooperación con el vecino. Conecte un brincador entre los dos electros copios. Usando la varilla de lucita y de seda, cargue la varilla de lucita y acérquela a un electros copio.

¿Detectan ambos electros copios el campo electrostático?

Explique:

.....

.....

¿Qué es una corriente eléctrica?

8. Monte las varillas de soporte y las bolas de sauco como se ilustra en la Fig. 2-1.

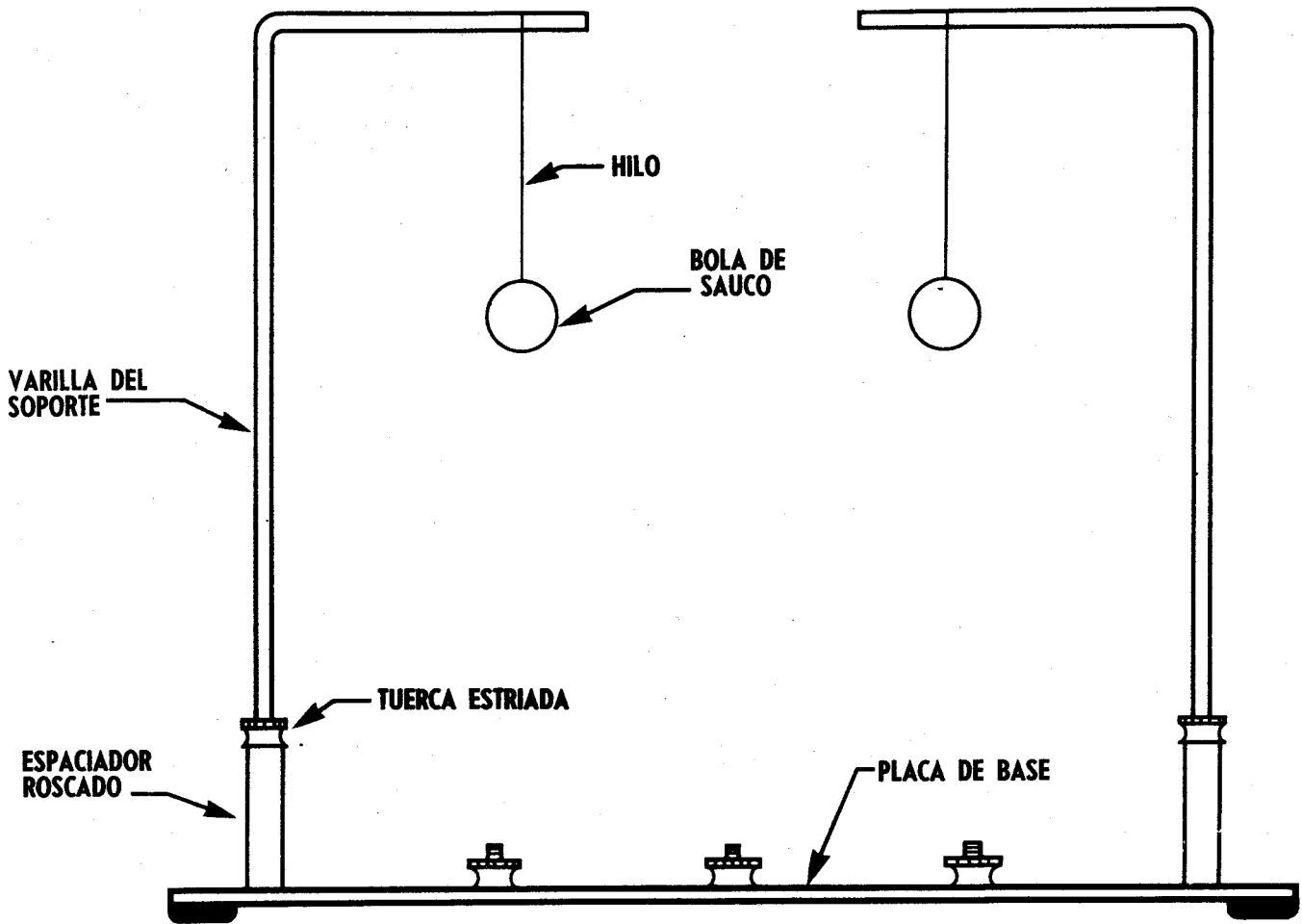


Fig. 2-1

Cargue la varilla de vulcanita frotándola con la lana. Acerque la varilla a una de las bolas. ¿Atrae o repele la varilla a la bola de sauco?

..... ¿Por qué?

**ELECTRICIDAD
ESTÁTICA**



La bola de sauco es repelida, cuando toca la varilla.

Explique:

- 9. Cargue ambas bolas de sauco, usando la varilla de vulcanita. Acerque las bolas entre sí, haciendo girar las varillas de soporte en ese sentido.

¿Se atraen o se repelen?

Explique:

- 10. Separe las bolas de sauco haciendo girar las varillas. Cargue una bola de sauco con la varilla de vulcanita, y la otra usando la varilla de lucita. Vuelva a aproximarlas como antes.

¿Se atraen o se repelen?

Explique:

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

- 1. Enuncie la Ley de las Cargas.

- 2. Defina un protón, un neutrón y un electrón.

- 3. ¿Cuál es la diferencia entre un conductor y un aislante?

- 4. Nombre cinco aislantes.

- 5. Describa o haga un dibujo de un campo electrostático positivo y uno negativo.

- 6. El rayo es un resultado de la electricidad estática. ¿Cuál es la causa del rayo?

EXPERIMENTO

2

7. ¿Cuáles son algunas aplicaciones industriales del principio de la electricidad estática?

.....

EXPERIMENTO

3

COMPONENTES Y SIMBOLOS

EXPOSICIÓN

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 cómo 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.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección de Componentes y símbolos.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

SES 501A

EXPERIMENTO

1. Estudie la tabla. A, para familiarizarse con los diversos símbolos y unidades. Estos símbolos y unidades de medición son consistentes 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 GRAFICO	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 fuerza	Hp
Motor, ca	MOT		Caballos de fuerza	Hp
Generador, cd	GEN		Watts	W
Transformador, núcleo de aire	T		Frecuencia y ancho de banda	F y Q
Transformador, núcleo de hierro	T		Volt-amperes	VA

TABLA A






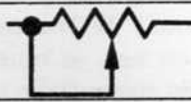



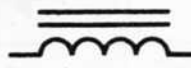

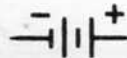

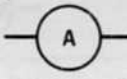



DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO LITERAL	SÍMBOLO GRAFICO	UNIDADES DE MEDIDA	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Capacitor tubular	C		microfarad	μF
Capacitor de cerámica	C		picofarad	pF
Capacitor electrolítico	C		microfarad	μF
Resistencia fija	R		Ohm	Ω
Resistencia, potenciómetro	R		Ohm	Ω
Resistencia reóstato	R		Ohm	Ω
Resistencia con derivación	R		Ohm	Ω
Bobina núcleo de aire	L		microhenry	μH
Bobina núcleo de aire de RF	RFC		milihenry	mH
Bobina núcleo de hierro	L		Henry	H
Pila	FEM		Volts	V
Batería	FEM		Volts	V
Voltímetro	M		Volts	V
Amperímetro	M		Amperes	A
Óhmetro	M		Ohms	Ω
Termopar	TP		Volts	V
Pila solar	PS		Volts	V

TABLA A









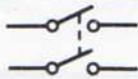
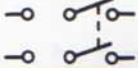
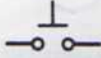
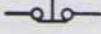
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO LITERAL	SÍMBOLO GRAFICO	UNIDADES DE MEDIDA	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Fusible	F		Ampere	Amp
Frecuencia	f		ciclos por segundo (Hertz)	cps (Hz)
Generador de audio-frecuencia	GEN AF		ciclos por segundo (Hertz)	cps (Hz)
Onda senoidal			Volts, raíz cuadrática media	V _{rms}
Onda cuadrada			Volts, pico a pico	V _{p/p}
Carga positiva	E	+	Volt	V
Carga negativa	E	-	Volt	V
Corriente continua (directa)	cd		Ampere	A _{cd}
Corriente alterna	ca		Ampere	A _{ca}
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










DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO LITERAL	SÍMBOLO GRÁFICO	UNIDADES DE MEDIDA	SÍMBOLO DE LA UNIDAD
Zumbador				
Campana				
Terminal, poste de unión			Volts y Amps.	V y A
Conector de enchufe			Volts y Amps.	V y A
Conector de receptáculo			Volts y Amps.	V y A
Conectores conectados			Volts y Amps.	V y A
Conectores no conectados			Volts y Amps.	V y A
Receptáculo ca			Volts y Amps.	V y A
Clavija ca			Volts y Amps.	V y A

TABLA A

2. 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, en la Fig. 3-1, identifique y marque todos los componentes con símbolos literales y subíndices.

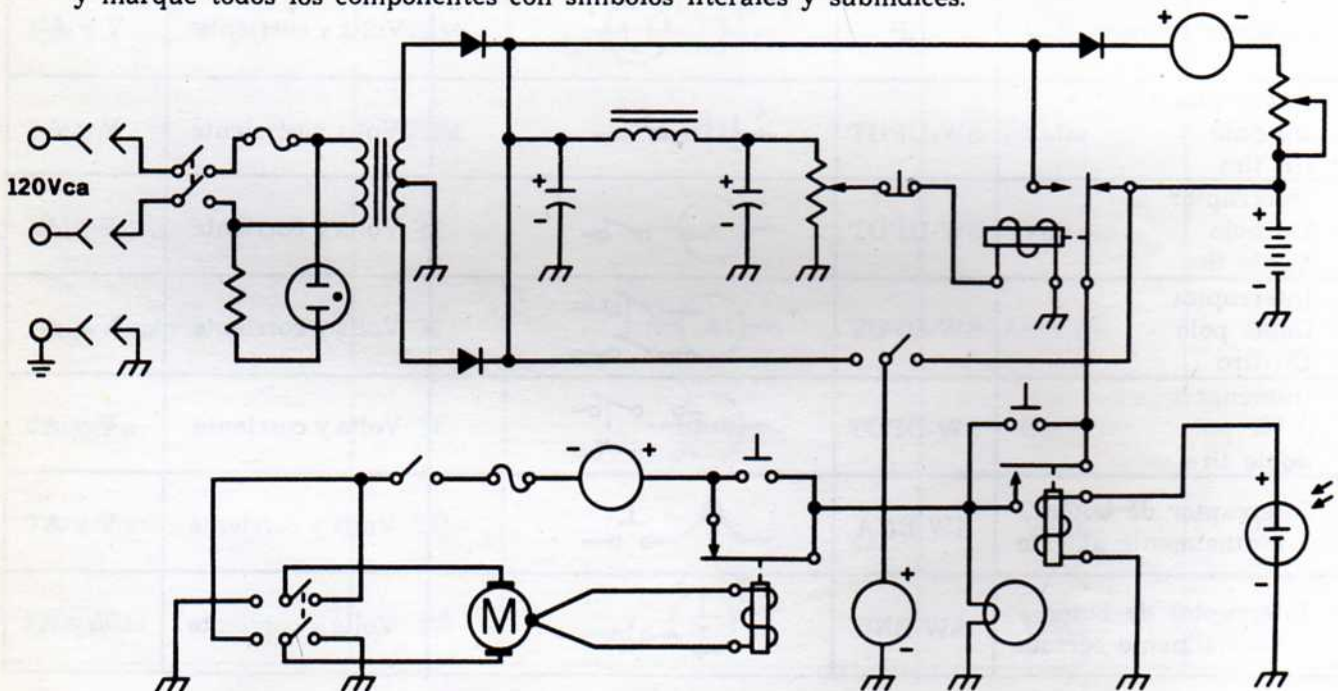


Fig. 3-1

EXPERIMENTO

4

PILAS VOLTAICAS

EXPOSICIÓN

Una de las fuentes más comunes de potencial eléctrico o tensión es la batería. Una batería consiste de dos o más celdas. El distinguido hombre de ciencia ALESSANDRO VOLTA (1745-1827), continuó la experimentación de Galvani y probó que la "electricidad animal" en realidad era "electricidad metálica". La unidad de medida de la fuerza electromotriz se llama VOLT en su honor.

La celda voltaica consiste de dos metales distintos sumergidos en un electrólito. La fuerza electromotriz desarrollada entre ellos está determinada por los metales en cuestión.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección correspondiente a pilas voltaicas o tensión.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

VTVM, 0-5 Vcd

SES 501A

Recipiente de vidrio

Portaelectrodo

Electrodo de carbón

Electrodo de cobre

Electrodo de cinc

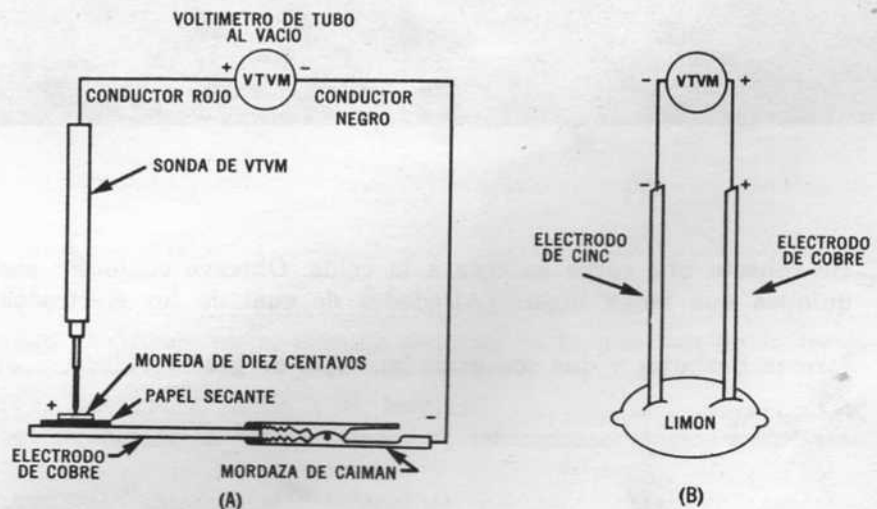
Lámpara miniatura

Material misceláneo (no se suministra)

Moneda de diez centavos, papel secante, sal, toronja o limón, agua destilada, ácido sulfúrico concentrado, pila usada en una lámpara.

EXPERIMENTO

1. Con una moneda de diez centavos y un pequeño trozo de papel secante, impréguese el papel secante en una solución salina fuerte. Colóquense la moneda y el papel secante sobre el electrodo de cobre, como se muestra en la Fig. 4-1 (A). ¿Cuál es la tensión medida en esta celda?
2. Necesita una toronja o un limón para este experimento. Corte unas ranuras en la fruta e inserte los electrodos de cinc y cobre. Conecte el VTVM a los electrodos y compruebe la polaridad apropiada, vea la Fig. 4-1 (B). ¿Cuál es la tensión medida en esta celda?



3. Sujete los electrodos de carbón y cinc en el portaelectrodo. Llene el recipiente de vidrio con agua destilada e inserte los electrodos. ¿Se

registra alguna acción química en la celda?
Conecte el VTVM a las terminales del portaelectrodo como se muestra en la fotografía.

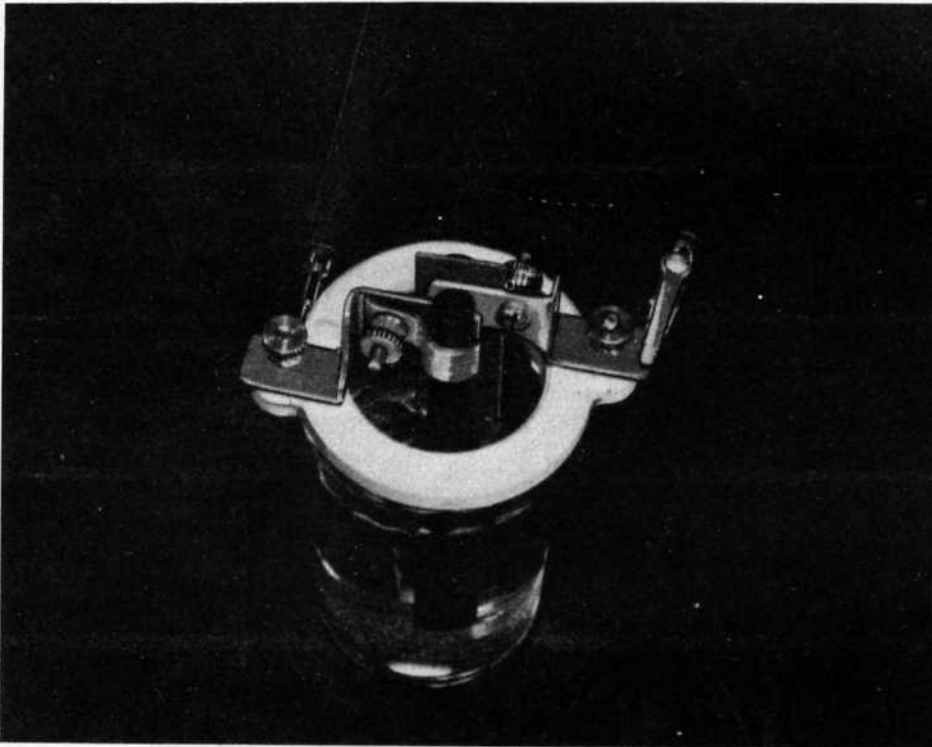
¿Cuál es la tensión entre las terminales de la celda?
Retire los electrodos del recipiente de vidrio.

4. Agregue ácido sulfúrico en cantidad suficiente para hacer que el electrólito tenga 20 partes de agua por una de ácido.

Agite ligeramente. **Advertencia:** Agregue siempre el ácido sulfúrico al agua y nunca el agua al ácido sulfúrico.

5. Sustituya los electrodos en la solución y mida la tensión de esta celda.

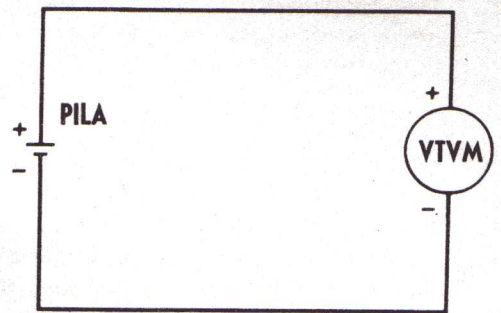
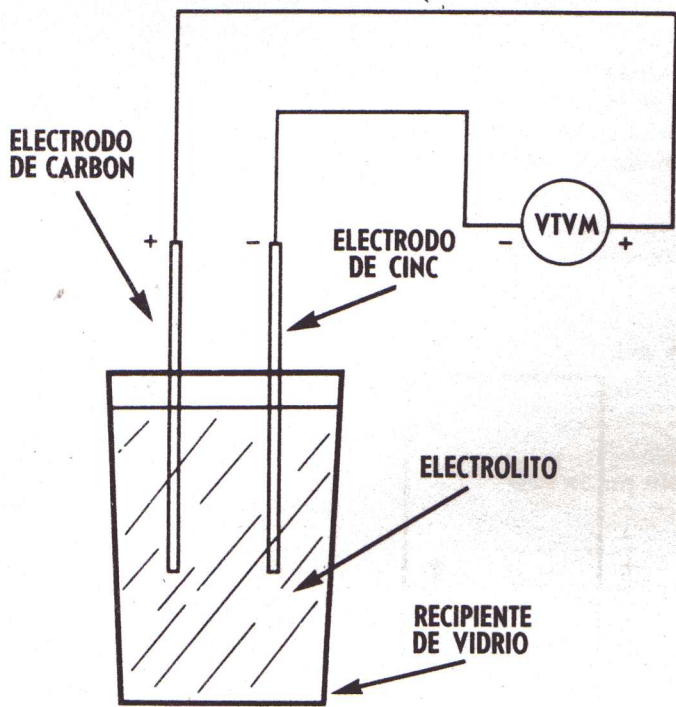
Ver la Fig. 4-2. volts.



6. No conecte una carga externa a la celda. Observe cualquier acción química que tenga lugar. ¿Alrededor de cuál de los electrodos se forman burbujas y qué son estas burbujas de gas?

.....
.....

**PILAS
VOLTAICAS**



CIRCUITO ELECTRICO EQUIVALENTE

Fig. 4-2

7. Conecte una lámpara de 6.3 volts a las terminales de la pila.
 ¿Se forman burbujas de gas en el electrodo de carbón?
 Mida la tensión en las terminales de la pila cuando conduce corriente a la lámpara. ¿Por qué es menor que cuando la pila está en circuito abierto? Dé dos razones de la disminución.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

EXPERIMENTO

4

8. Los electrones en el circuito externo de la pila van de la terminal a la terminal ¿Fluyen electrones en el circuito interno, del carbono al cinc o del cinc al carbono?

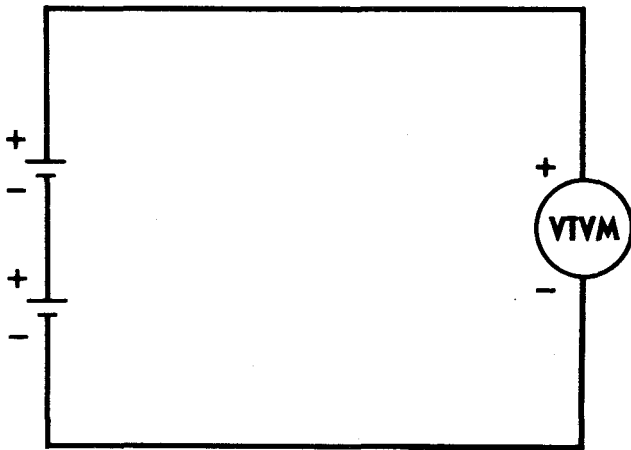
9. Trabaje con un compañero que efectúe el mismo experimento. Conecte las dos pilas en serie y mida la tensión terminal ver Fig. 4-3 (A). Consulte la Fig. 4-2 para determinar cuál es el electrodo positivo.

..... volts.

10. Conecte las dos pilas en paralelo y mida la tensión de la terminal.

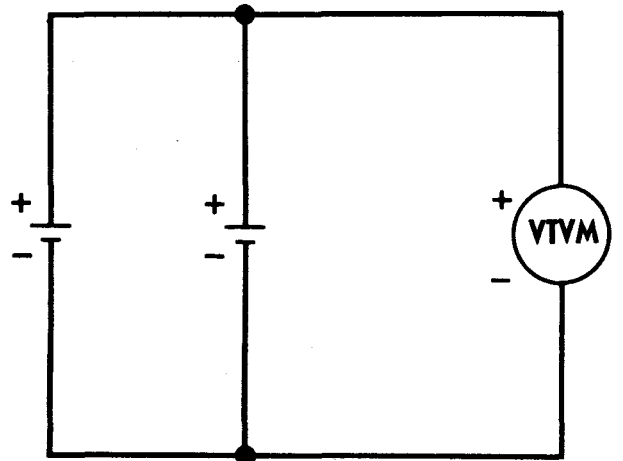
Vea la Fig. 4-3 (B) volts.

11. Obtenga una pila usada de lámpara de mano y córtela con una segueta. Identifique la placa negativa, la placa positiva y el electrolito.



PILAS EN SERIE

(A)



PILAS EN PARALELO

(B)

Fig. 4-3

12. EXPERIMENTO optativo.

Si el laboratorio está equipado con un acumulador de automóvil y un hidrómetro, llene la siguiente forma:

Número de celda	Densidad
1	
2	
3	
4	
5	
6	

¿Cuál es el estado de carga de esta batería?

Advertencia: Cuando se trabaja con baterías deben seguirse todas las reglas de seguridad señaladas en el texto.

**PILAS
VOLTAICAS**

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Defina una pila voltaica.
.....
2. ¿Qué significa POLARIZACIÓN?
3. En la celda experimental, ¿qué placa se consume por acción química?
.....
4. ¿Es la celda experimental una celda PRIMARIA o SECUNDARIA?
..... Explique:
5. ¿Qué es un electrólito?
6. ¿Qué se usa como electrólito en una pila ordinaria de lámpara de
mano?
7. ¿Qué es lo que reduce o elimina la polarización en una pila de lám-
para?
8. ¿Aumentaría la tensión terminal de la celda aumentando el tamaño
de las placas? Explique:
9. ¿De qué materiales consisten las placas de un acumulador de un auto-
móvil totalmente cargado?
10. ¿Qué parte juega la ionización, en la operación de una batería?
11. ¿Cuál es la densidad de una batería de automóvil cuando:
está totalmente cargada?
- descargada?
12. ¿Por qué se congela una batería descargada en tiempo frío?
-
-

EXPERIMENTO

4

13. Haga una lista de cuatro reglas de seguridad que deben observarse cuando se trabaja con baterías de automóvil.

.....

.....

.....

.....

EXPERIMENTO

5

OTRAS FUENTES DE ELECTRICIDAD

EXPOSICIÓN

Los métodos para producir energía eléctrica o una diferencia de potencial, han constituido materia de estudio de muchos hombres de ciencia. Aun en la actualidad, se investiga constantemente para descubrir nuevos métodos de producción y utilización de la energía eléctrica. Este experimento se refiere a fenómenos poco conocidos aunque, sin embargo, muy importantes, para la producción de energía eléctrica a partir de calor, luz y presión mecánica.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección que se refiere a fuentes de electricidad.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

VTVM, cd
Miliamperímetro 0-0.1 mAcd
SES 501A
Pila solar
2 tramos de termopar de 15 cm (hierro constantano)
Tablero de experimentos.

EXPERIMENTO

1. Tome un tramo de 15 cm del termopar, descubra y tuerza firmemente un extremo.

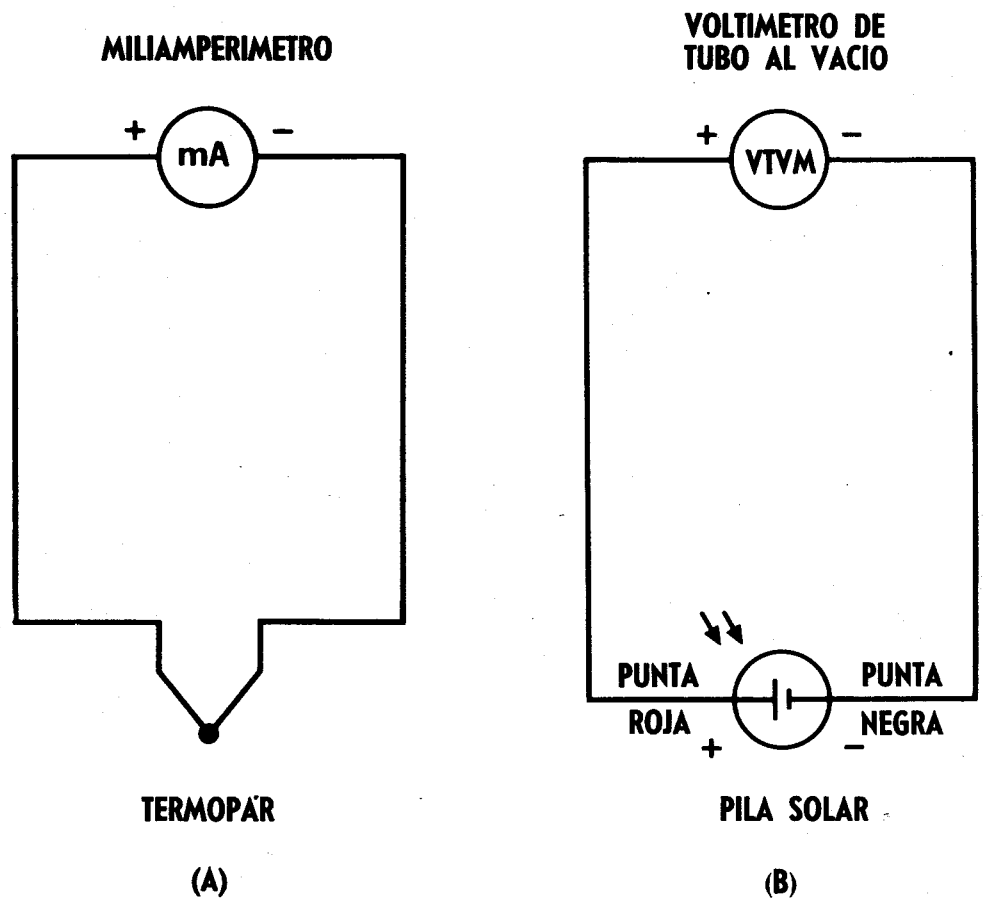


Fig. 5-1

2. Conecte los extremos libres al miliamperímetro, ajustado a su rango más sensible. Vea la Fig. 5-1 (A). Caliente el extremo torcido de los alambres con un cerillo y observe el instrumento. Si éste indica en dirección inversa, invierta las terminales del termopar.

Corriente medida

¿Cuál es la polaridad del alambre de constantano?

¿Cuál es la polaridad del alambre de hierro?

NOTA: Para identificar cuál de los alambres es el de hierro, use el imán; el imán atraerá al alambre de hierro; pero no al alambre de constantano.

3. Haga otro alambre de termopar como en el experimento 1. Conecte los dos termopares en serie con el miliamperímetro. Disponga los extremos retorcidos de manera que ambos puedan calentarse juntos.

NOTA: Asegúrese de conectar el alambre de hierro de una punta de termopar, al alambre de constantano del otro. Caliéntelos con un cerillo y observe la corriente.

Dibuje un diagrama de la forma en que se conectan los dos termopares.

El símbolo para un termopar es:

Identifique los alambres de hierro y constantano con los signos más y menos en el diagrama.

4. ¿Qué aplicación importante tiene un dispositivo de esta clase?

5. Conecte el VTVM a la celda solar y compruebe la polaridad correcta. Vea la Fig. 5-1 (B). A la luz ordinaria de la habitación ¿cuál es la

tensión indicada? volts.

Exponga la celda solar a la luz del sol; ¿cuál es la tensión?

..... volts.

6. Dibuje un diagrama de la celda solar y explique su operación.

**OTRAS FUENTES
DE ELECTRICIDAD**



Dibuje el símbolo esquemático de una pila solar.

7. **EXPERIMENTO optativo.**

Obtenga un cartucho de pastilla fonográfica de cristal con una aguja, como la que se usa en un fonógrafo. Conecte la salida de la pastilla al voltímetro (VTVM). Talle la aguja sobre una superficie áspera y observe el voltímetro. Haga una descripción.

8. Continuando el experimento 7, talle la aguja sobre una superficie relativamente tersa. Observe el voltímetro. Compare los resultados con los del experimento 7. ¿Qué conclusión puede sacarse de los experimentos 7 y 8?

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Explique cómo trabaja un MEDIDOR DE LUZ o EXPOSÍMETRO, como el que se usa en fotografía.

2. ¿Qué tipo de dispositivo podría usarse para regular la temperatura de un horno?

3. ¿Cómo se pueden usar las pilas solares en naves espaciales y satélites?

4. ¿Qué se entiende por EFECTO PIEZOELÉCTRICO?

5. Nombre algunos materiales que exhiben efectos piezoeléctricos.

EXPERIMENTO

5

6. Describa un termopar y una termopila.

.....
.....
.....

7. La fuente de toda la energía de la tierra es

8. Defina los términos siguientes: fotovoltaico, fotoemisor, fotoconductor.

¿Qué características presentó su celda solar?

.....
.....
.....
.....
.....

9. ¿Cómo funciona un cristal en un micrófono?

.....
.....

EXPERIMENTO

6

ELECTRODEPOSICION

EXPOSICIÓN

La electrodeposición es un fenómeno interesante, eléctrico y químico, que presenta muchas aplicaciones industriales. Por medio de la electrólisis se puede depositar una capa decorativa o protectora sobre un objeto o parte metálica. Muchos artículos domésticos, por ejemplo cubiertos, platos y material de cocina, se pueden cubrir con plata o cobre. Las defensas y molduras del automóvil brillan en el sol por el acabado de la deposición de cromo.

Para comprender el proceso de electrodeposición, se requiere un conocimiento fundamental de la electroquímica. El sulfato de cobre (CuSO_4), cuando se agrega al agua, se disocia y forma iones de cobre (Cu^{++}) y de sulfato (SO_4^{--}). El ácido sulfúrico se agrega a la solución para aumentar su conductividad y suministra también iones adicionales de sulfato. Cuando se conecta una fuente electromotriz a los electrodos, el cobre (Cu^{++}) se deposita sobre el electrodo de aluminio. El electrodo de cobre suministra nuevos iones de este elemento a la solución. La acción electroquímica continúa hasta que se agota el electrodo de cobre.

LECTURA Y ESTUDIO

Lectura suplementaria: Lea en su texto, la sección sobre Electrodeposición y Electrólisis.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-5 Vcd

Voltímetro 0-5 Vcd

Amperímetro 0-10 Acd

SES 501A

Recipiente de vidrio

Portaelectrodo

Electrodo de cobre

Electrodo de aluminio

Material misceláneo (no se suministra)

Sulfato de cobre, ácido sulfúrico concentrado, papel de lija.

EXPERIMENTO

1. Puede obtener una solución adecuada para la deposición de cobre, disolviendo 240 gramos de sulfato de cobre en un litro de agua. Agregue aproximadamente 30 grs de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4) a la solución de sulfato de cobre. Los productos químicos se pueden obtener en el almacén de la escuela o en una tienda de productos químicos. **Advertencia:** siempre agregue el ácido sulfúrico a la solución, nunca la solución al ácido sulfúrico.
2. Llene el recipiente hasta las tres cuartas partes, con la solución de deposición. Inserte los electrodos en el portaelectrodos y luego colóquelos en la solución.
3. Conecte la fuente de energía de cd a los electrodos; el positivo al cobre y el negativo al aluminio o al objeto que se va a cubrir. El amperímetro se conecta en serie con el circuito. Vea la Fig. 6-1.
4. Conecte la fuente de energía y ajuste la tensión a unos 2 volts. Observe la corriente de plateado.

I =

5. Después de varios minutos, desconecte la fuente de energía y retire la cinta de aluminio de la solución. ¿Se ha verificado la deposición de cobre?
6. Retire el electrodo de aluminio cubierto del sujetador, y limpie el

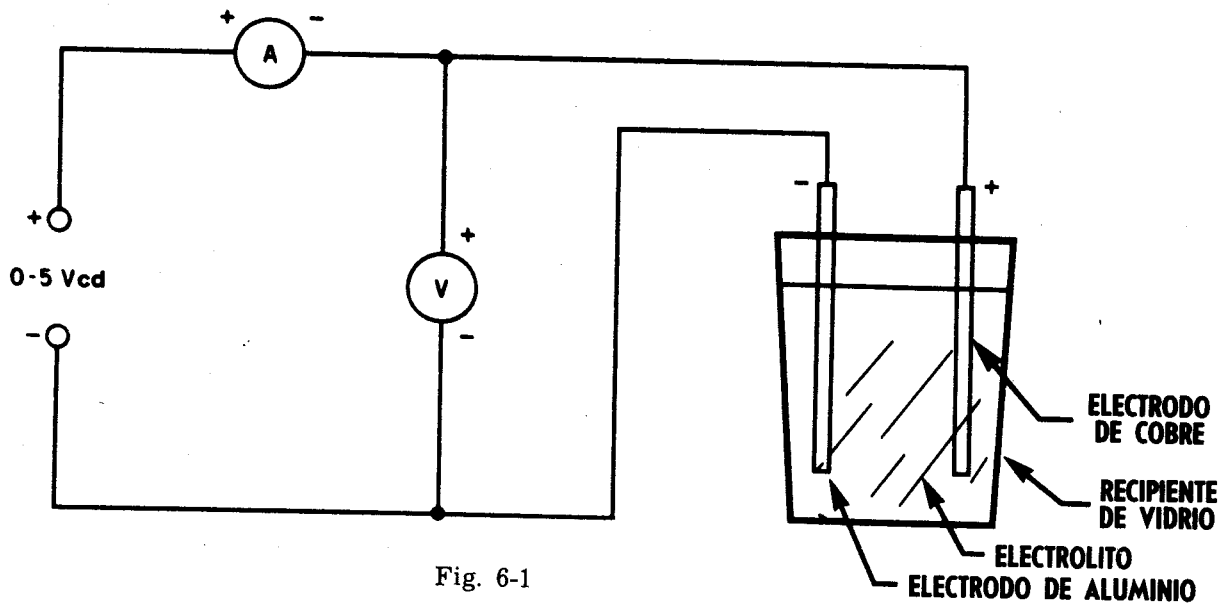


Fig. 6-1

cobre depositado con papel de lija. Sustituya el electrodo de aluminio en el sujetador. Sustituya un electrodo de carbón en lugar del electrodo de cobre.

7. Conecte la fuente de energía y ajuste la tensión de alimentación entre 2 y 3 volts, y déjela conectada durante unos 10 minutos.
8. Desconecte la fuente de energía y examine el electrodo de aluminio.

¿Se ha depositado cobre en él? Explique:

.....

¿Cuál, pues, es la función del electrodo de cobre en el experimento 2?

.....

9. Si el tiempo lo permite, repita el experimento 3 invirtiendo la polaridad de los electrodos. ¿Se puede retirar el plateado de cobre de los electrodos de aluminio?

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿Qué significa el término "ionización"?

.....

2. La electrodeposición es un proceso usado en la industria, para el refinamiento del cobre puro. Explique. ¿Por qué?

.....

3. Nombre seis artículos de su hogar que hayan sido galvanizados.

.....

4. ¿Cómo se puede usar la electrodeposición como revestimiento protector?

.....

ELECTRODEPOSICION

EXPERIMENTO

7

LEY DE OHM

EXPOSICIÓN

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.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección que se refiere a la Ley de Ohm.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-30 Vcd

Amperímetro 0-100 mAcd

Voltímetro 0-50 Vcd

VTVM (Óhmetro)

SES 501A

R_1 — 1K, 1W

R_2 — 1.5K, 1W

R_3 — 3.3K, 1W

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

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

	Código de color	Tolerancia	Valor codificado	Valor medido
R_1				
R_2				
R_3				

TABLA A

2. Conecte la resistencia R_2 al circuito según el diagrama esquemático (Fig. 7-1). 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 $I = E/R$ y si la tensión aplicada se ajusta a 24 volts, $I = 24/1500 = 0.016A$ ó 16mA.
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 de la Fig. 7-1.

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

Valor medido = $\dots\dots\dots$

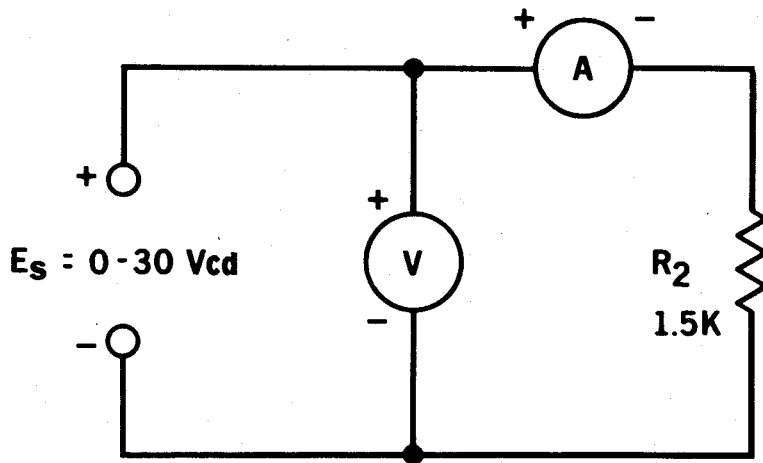


Fig. 7-1

6. Sustituya R_3 por R_2 en el circuito de la Fig. 7-1.

¿Ha aumentado o disminuido la corriente?

Valor medido =

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

.....

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

¿Aumentó o disminuyó la corriente?

Valor medido =

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

¿Aumenta o disminuye la corriente?

Valor medido =

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

.....

LEY DE OHM

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. En el experimento 4, ¿la lectura del amperímetro fue exactamente 16mA?
Explique: ¿bajo qué condiciones la lectura del instrumento sería 16mA?
.....
.....
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 en la fuente de energía, aumenta o disminuye?

EXPERIMENTO

7

EXPERIMENTO

8

POTENCIA- CALOR-LUZ

EXPOSICIÓN

Una tensión o fuerza electromotriz, no se basta, por sí misma. Esta fuerza debe poderse controlar, para que desarrolle un trabajo útil. En la electricidad, el trabajo se realiza por el movimiento de los electrones. Una diferencia de tensión de un volt, que produce una corriente de un ampere a través de una resistencia de un ohm, desarrolla una potencia igual a un watt. La potencia es la rapidez con que se efectúa el trabajo.

Debe comprenderse la diferencia entre el watt y el watt-hora. El watt es la medida de la potencia requerida para la ejecución del trabajo y el watt-hora es la medida de la **energía eléctrica usada** durante una hora, con una potencia de un watt. Una cantidad más conveniente es el kilowatt-hora (KWH) o la energía de 1,000 watts por hora. Esta unidad se usa en las compañías suministradoras que venden energía eléctrica al consumidor.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea su texto, la sección que se refiere a Potencia, calor y luz.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-10 Vcd

Voltímetro 0-10 Vcd

Amperímetro 0-0.1-10 Acd

VTVM (Óhmetro)

SES 501A

60 cm de alambre nicrom de cal. 24

LP₁ — Lámpara miniatura

SW₁ — Interruptor DPDT

Portaelectrodos

Varilla de vulcanita

Tablero para experimentos

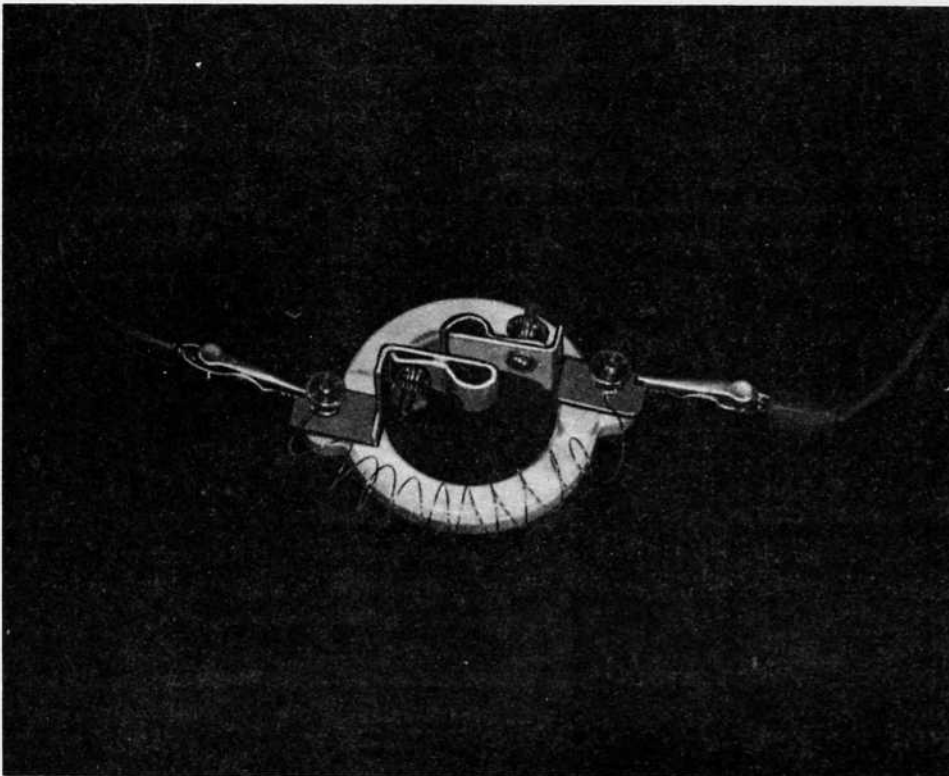
EXPERIMENTO

1. Devane el alambre de nicrom en una bobina, sobre la varilla de vulcanita. Retire la bobina de la varilla y conecte sus extremos a las terminales del portaelectrodo. Mida la resistencia del alambre de nicromel con un óhmetro.

$$R = \dots\dots\dots \text{ ohms.}$$

2. Conecte el alambre de nicrom y el amperímetro en serie con la fuente de energía de cd variable. Haga los cálculos siguientes, usando la resistencia que se encontró en el experimento 1.

Tensión	I Calculada	Potencia
1 Volt	Amps.	W.
2 Volts	Amps.	W.
6 Volts	Amps.	W.
10 Volts	Amps.	W.



3. Conecte la fuente de energía, ajústela en los niveles de tensión indicados más adelante y mida la corriente.

Tensión	I Medida	Potencia
1 Volt	Amps.	W.
2 Volts	Amps.	W.
6 Volts	Amps.	W.
10 Volts	Amps.	W.

4. En cada aumento de tensión del experimento 3, observe el alambre de nicrom. No lo toque, sólo acerque la mano. Perciba el cambio de calor. En este experimento, la electricidad ha sido transformada a
5. Si se duplica, la tensión, la potencia aumenta veces.
 Si la corriente se duplica, la potencia aumenta veces.
 ¿Qué conclusión puede sacarse de estos hechos?

**POTENCIA-
CALOR-LUZ**

6. Suponga que los 10 volts aplicados en el experimento 3, se reducen (la resistencia se mantiene constante) hasta que la corriente llegue a 70.7 por ciento de su valor original; calcule la potencia. Luego,

$P = \dots\dots\dots$

0.707 es una cifra muy significativa en la electrónica y siempre debe recordarse.

7. Conecte una lámpara miniatura y un amperímetro en serie a la fuente de energía variable. Ajuste la fuente a 5 volts cd y observe la brillantez de la lámpara.

Corriente medida $\dots\dots\dots$

Potencia calculada $\dots\dots\dots$

Resistencia de la lámpara $\dots\dots\dots$

8. Reduzca la tensión a 3 volts y observe la brillantez de la lámpara.

Corriente medida $\dots\dots\dots$

Potencia calculada $\dots\dots\dots$

En los experimentos 7 y 8 se ha convertido electricidad en $\dots\dots\dots$

La $\dots\dots\dots$ consumida determina la brillantez de la luz.

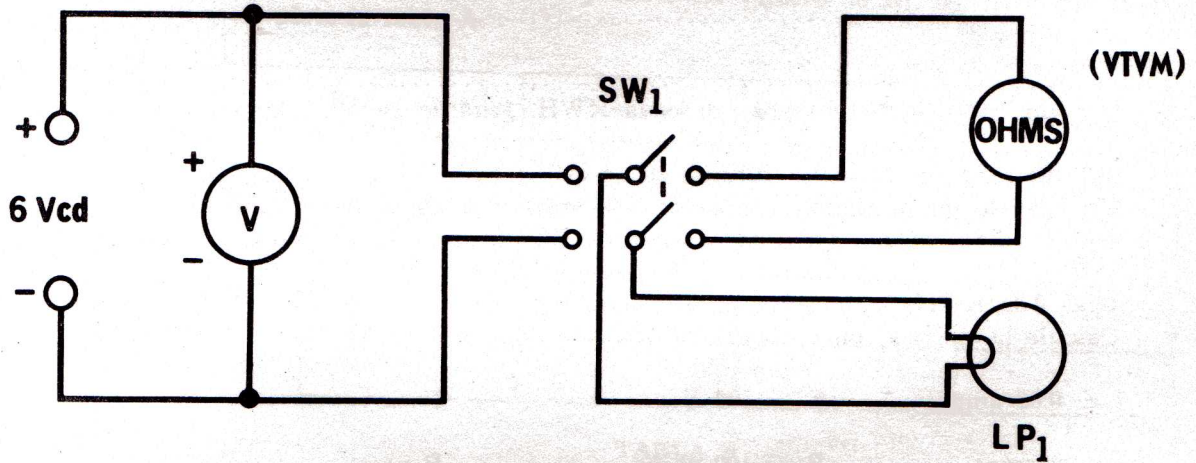


Fig. 8-1

9. Construya el circuito de la Fig. 8-1. Ajuste el interruptor DPDT en la posición del óhmetro. Lea rápidamente la resistencia, ya que el óhmetro constituye una fuente de tensión que puede calentar el filamento de la lámpara. (Use el rango $R \times 10$ del óhmetro).

EXPERIMENTO

8

Resistencia de la lámpara (fría) $\dots\dots\dots$
 Opere el interruptor en la posición de la fuente de energía y deje que la lámpara se caliente durante dos minutos. Regrese el interrup-

tor a su posición original en el óhmetro y lea rápidamente la resistencia caliente a la lámpara.

Resistencia de la lámpara (caliente)
Calcule la corriente de impulso inicial cuando la lámpara se conecta.

Corriente de impulso
Calcule la corriente cuando la lámpara está operando normalmente.

Corriente normal

10. Pida al instructor que le muestre una resistencia de $\frac{1}{2}$ watt, una de 1 watt, una de 2 watts y una de 10 watts. ¿Cuáles son las diferencias de apariencia entre ellas? ¿Por qué?

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Mencione cuatro aparatos del hogar que usen el principio de conversión de electricidad a calor.
2. ¿Quién fue James Watt? Haga un breve informe de su vida e inventos. Busque datos en la biblioteca.
3. ¿Qué significa el término punto de media potencia?
4. Con un costo de 5 centavos por cada KWH, ¿cuánto cuesta operar una lámpara de 100 watts durante 10 horas?
5. Un aparato de televisión opera con 120 volts y toma una corriente de 0.4 amps. ¿Cuánto cuesta observar la TV durante cuatro horas?
(Use 0.05/KWH)
6. Calcule la energía consumida.

$$I = 0.05 \text{ amps.} \quad E = 100 \text{ V} \quad P =$$

$$I = 2 \text{ amps.} \quad R = 100 \text{ ohms} \quad P =$$

$$E = 100 \text{ V} \quad R = 100 \text{ ohms} \quad P =$$

$$E = 50 \text{ V} \quad R = 100 \text{ ohms} \quad P =$$

7. ¿Quién fue Tomás Edison? Haga un breve informe sobre su vida e inventos, usando datos que puede obtener en la biblioteca.

**POTENCIA-
CALOR-LUZ**

EXPERIMENTO

9

RESISTENCIA DE CIRCUITOS EN SERIE

EXPOSICIÓN

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. Esto se puede expresar como sigue:

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots$$

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

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección sobre Circuitos en serie.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

- Fuente de energía 0-25 Vcd
- Voltímetro 0-25 Vcd
- Multiamperímetro 0-10 mAcd
- VTVM (Óhmetro)
- SES 501A
- R_1, R_2 — 1K, 1W
- R_3, R_4 — 1.5K, 1W
- LP₁, LP₂, LP₃, LP₄ — lámparas miniatura
- Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Con un óhmetro, mida y anote los valores de R_1, R_2, R_3 y R_4 . Complete la tabla A.

	Código de color	Tolerancia	Valor codificado	Valor medido
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

TABLA A

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

$$R_T = \dots\dots\dots$$

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

$$R_T = \dots\dots\dots$$

4. Conecte las resistencias de un circuito en serie, como se ilustra en

la Fig. 9-1. Mida la resistencia total del circuito con el óhmetro.

R_T Medida

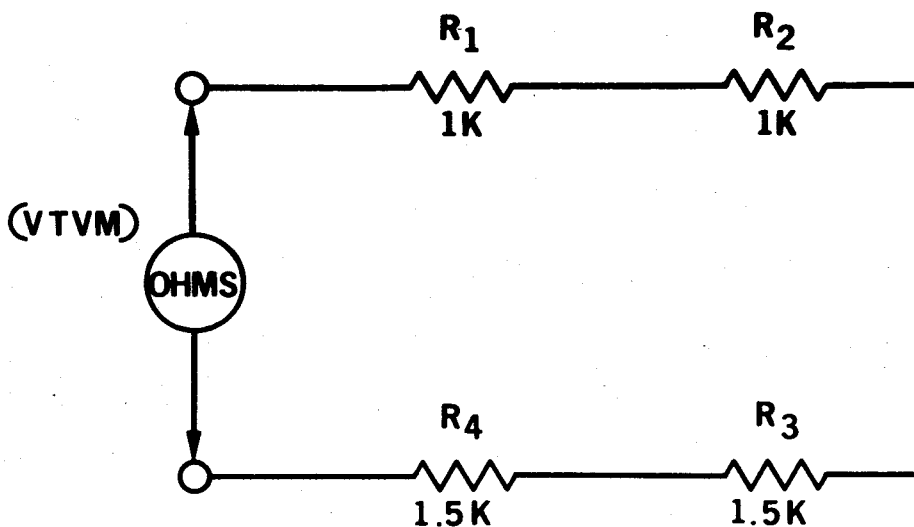


Fig. 9-1

5. Conecte el miliamperímetro en serie con las cuatro resistencias. Conecte el circuito a la fuente de energía variable y ajuste a 25 Vcd como se ilustra en la Fig. 9-2.

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

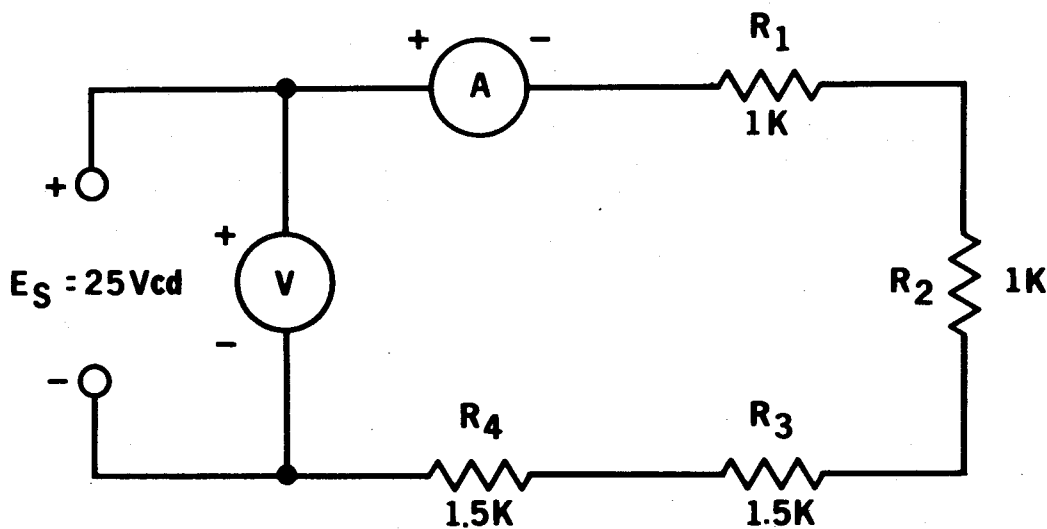


Fig. 9-2

6. ¿Cuál es el valor medido de la corriente?
7. Usando la Ley de Ohm, calcule la resistencia total del circuito, utilizando la corriente medida del experimento 6.

$R_T =$

**RESISTENCIA DE
CIRCUITOS EN SERIE**

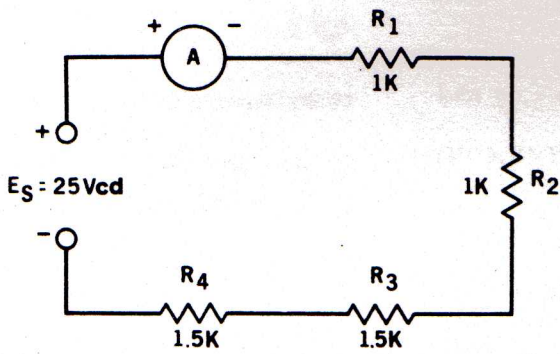
8. Compare R_T del experimento 7 con R_T del experimento 4.
9. Desconecte y conecte el miliamperímetro según cada uno de los esquemas que se muestran en la Fig. 9-3. Observe y anote la lectura de la corriente para cada una, con una entrada de 25 Vcd.

(A) =

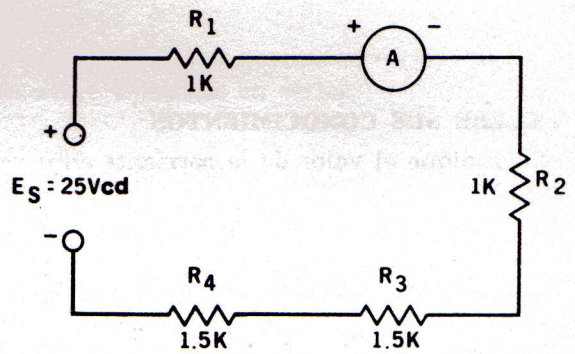
(B) =

(C) =

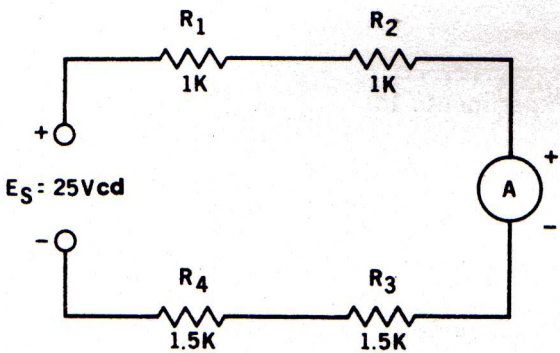
(D) =



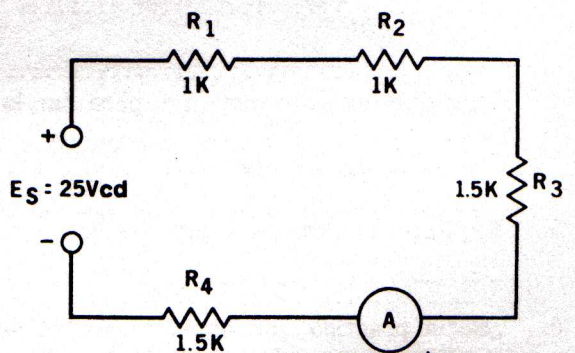
(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 9-3

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

EXPERIMENTO

9

11. Conecte una lámpara miniatura a la fuente de energía. Ajuste la

tensión a 5 Vcd 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 VTVM.

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:

EXPERIMENTO 10

TENSION DE CIRCUITOS EN SERIE

EXPOSICIÓN

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 $E_T =$

$$E_{R_1} + E_{R_2} + E_{R_3} \dots\dots\dots$$

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: $P = I^2R$. Usando esta fórmula, se puede encontrar la potencia disipada en cualquier resistencia, midiendo la corriente del circuito.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección sobre Circuitos en serie.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

- Fuente de energía 0-25 Vcd
- Voltímetro 0-25 Vcd
- VTVM (Óhmetro)
- Miliamperímetro 0-10mAcd
- SES 501A
- R_1, R_2 — 1K, 1W
- R_3, R_4 — 1.5K, 1W
- Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

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

	Código de color	Tolerancia	Valor codificado	Valor Medido (Óhmetro)
R_1				
R_2				
R_3				
R_4				

TABLA A

2. Conecte las cuatro resistencias y el miliamperímetro en serie, y conéctelos a las terminales de la fuente de energía. Vea la Fig. 10-1. Ajuste la tensión a 25 Vcd. Registre la corriente. $I_T = \dots\dots\dots$ mA.
3. Usando valores de **codificación de color** de las resistencias, ¿cuál es la resistencia total del circuito? $R_T = \dots\dots\dots$
4. Usando R_T del experimento 3, calcule la corriente $I_T \dots\dots\dots$

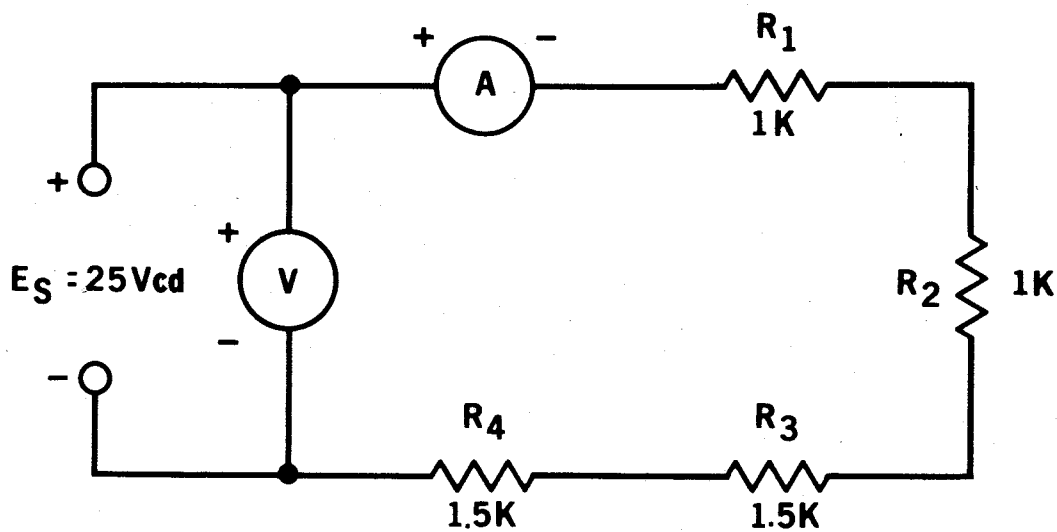


Fig. 10-1

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.
 $E_{R1} = \dots\dots\dots E_{R2} = \dots\dots\dots E_{R3} = \dots\dots\dots E_{R4} = \dots\dots\dots$
 7. Sume las cuatro caídas de tensión calculadas en el experimento 6.
 ¿Son iguales a la tensión supuesta de la fuente?
- Explique:
8. Usando el mismo circuito del experimento 2, ajuste la tensión de la fuente hasta que el miliamperímetro dé una lectura de exactamente 5mA. $E_s = \dots\dots\dots$
 9. Complete la siguiente tabla, midiendo primeramente la tensión en cada resistencia con el VTVM y compare tales valores con el valor calculado.

Valor medido en ohms	E medida	E calculada
$R_1 =$	$E_{R1} =$	$E_{R1} =$
$R_2 =$	$E_{R2} =$	$E_{R2} =$
$R_3 =$	$E_{R3} =$	$E_{R3} =$
$R_4 =$	$E_{R4} =$	$E_{R4} =$

10. Sume las caídas de tensión (medidas).

**TENSION DE
CIRCUITOS EN SERIE**

$$E_{R1} + E_{R2} + E_{R3} + E_{R4} = \dots\dots\dots$$

¿Se compara este valor con la tensión de la fuente del experimento 8?

11. Compare los valores de corriente y tensión.

Con $E_s = 25$ volts I_T (medido) = $\dots\dots\dots$ $R_T = \dots\dots\dots$

Con $I_T = 5$ ma. E_s (medido) = $\dots\dots\dots$ $R_T = \dots\dots\dots$

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: $\dots\dots\dots$

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 $\dots\dots\dots$

2. La Fig. 10-2 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

$R_1 = \dots\dots\dots$ $R_2 = \dots\dots\dots$ $R_3 = \dots\dots\dots$?

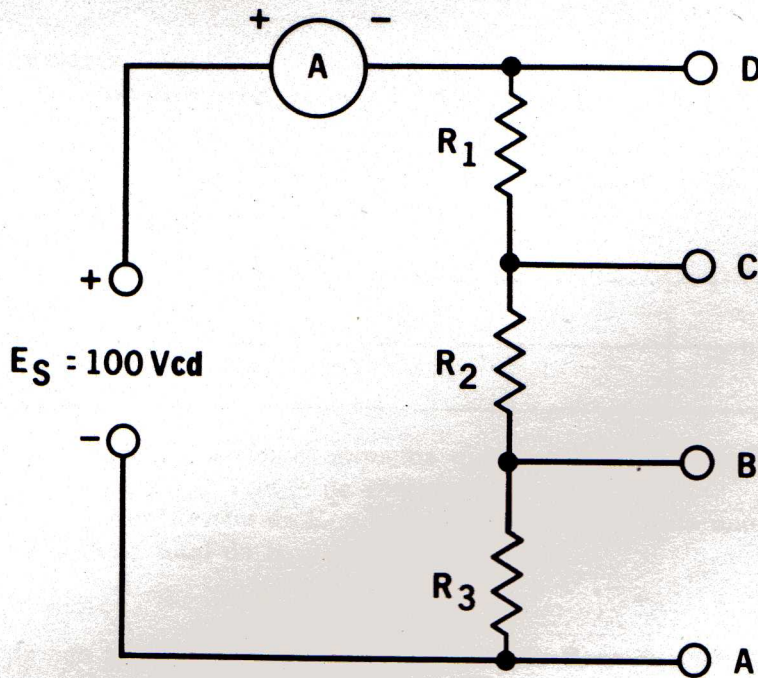


Fig. 10-2

EXPERIMENTO

10

3. ¿Cuál es la tensión entre los puntos C y B?
4. ¿Cuál es la tensión entre los puntos B y D?
5. Complete las frases siguientes, insertando las palabras "positivo" o "negativo".

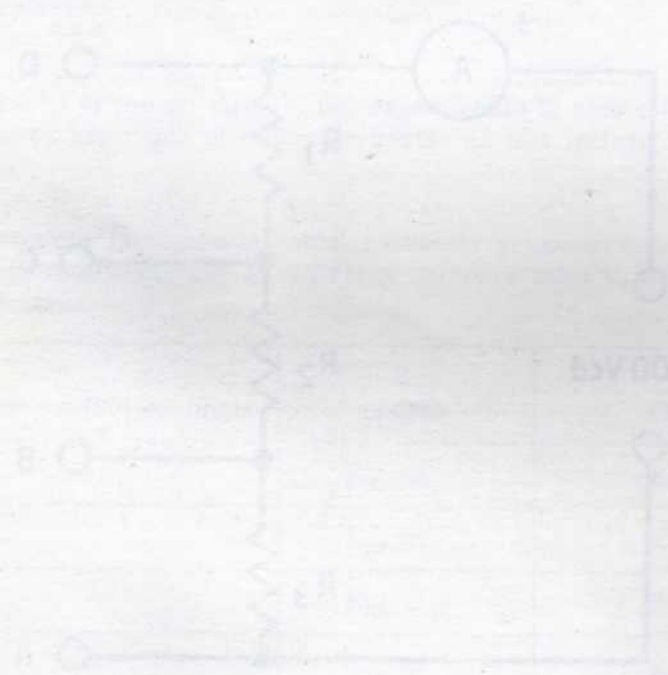
El punto D es más que el punto A.

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.



**TENSION DE
CIRCUITOS EN SERIE**

EXPERIMENTO

11

RESISTENCIA DE CIRCUITOS EN PARALELO

EXPOSICIÓN

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: $I_R = E_R/R$.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección de Circuitos en paralelo.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

- Fuente de energía 0-30 Vcd
- Voltímetro 0-50 Vcd
- Amperímetro 0-100mAcd
- VTVM (Óhmetro)
- SES 501A
- R_1, R_2 — 1.5K, 1W
- R_3 — 3.3K, 1W
- LP_1, LP_2, LP_3, LP_4 — Lámparas miniatura
- Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Con un óhmetro, mida y anote la resistencia de R_1, R_2 y R_3 .

	Código de color	Tolerancia	Valor codificado	Valor medido
R_1				
R_2				
R_3				

2. Conecte R_1 y R_2 según el esquema que se muestra en la Fig. 11-1. No las conecte a la fuente de energía.
3. Los valores codificados de R_1 y R_2 son de 1,500 ohms cada uno. Calcule la resistencia total de R_1 y R_2 en paralelo.

$$R_T = \dots\dots\dots$$

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

$$R_T = \dots\dots\dots$$

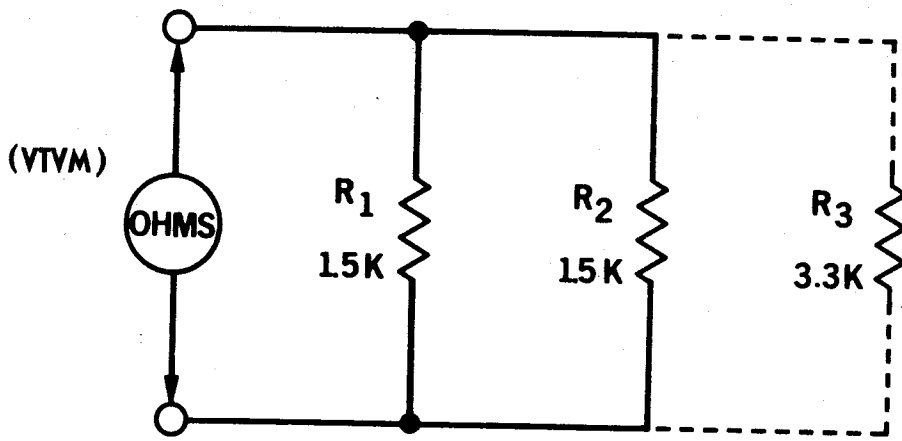


Fig. 11-1

4. Conecte R_1 y R_3 en paralelo. Calcule la resistencia total.

$R_T = \dots\dots\dots$

Mida la resistencia total.

$R_T = \dots\dots\dots$

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

$R_T = \dots\dots\dots$

Mida la resistencia total.

$R_T = \dots\dots\dots$

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 Fig. 11-2. Ajuste la tensión de la fuente a 30 Vcd.

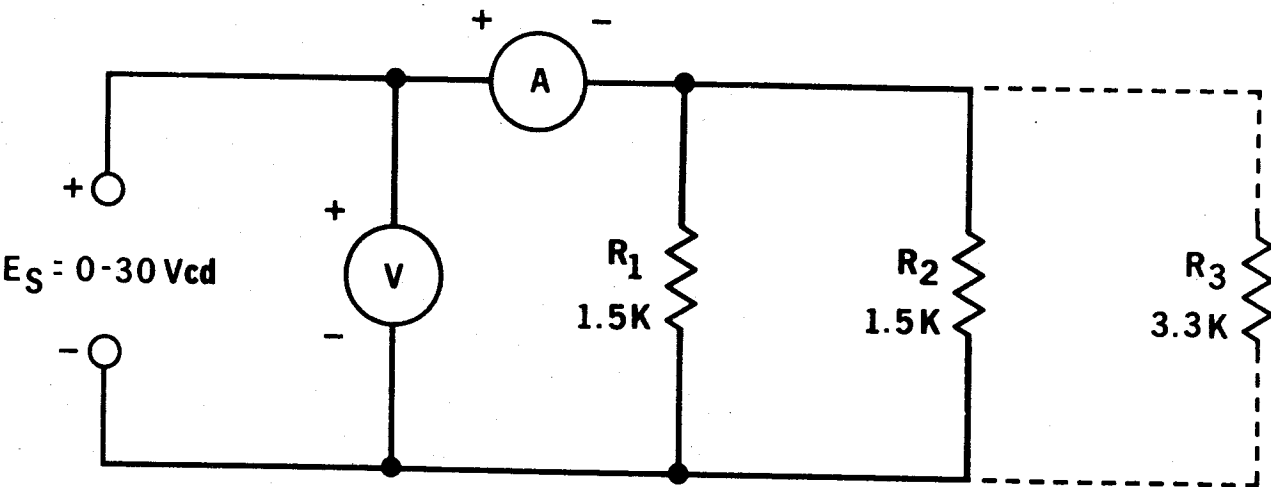


Fig. 11-2

Lea la corriente total.

$I_T = \dots\dots\dots$

Calcule R_T usando la Ley de Ohm

$R_T = \dots\dots\dots$

**RESISTENCIA DE
CIRCUITOS EN PARALELO**

- Compare esta R_T calculada, con el valor medido en el experimento 3.
 7. Conecte R_1 y R_3 en paralelo a la fuente de 30 volts. Conecte el amperímetro en serie, como en la Fig. 11-2.
 La corriente total medida en este circuito es:

$$I_T = \dots\dots\dots$$

Calcule R_T usando la Ley de Ohm $R_T = \dots\dots\dots$
 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 en la Fig. 11-2.
 La corriente total de este circuito es,

$$I_T = \dots\dots\dots$$

Calcule R_T usando la Ley de Ohm $R_T = \dots\dots\dots$

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 Fig. 11-3.
 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 más, 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?

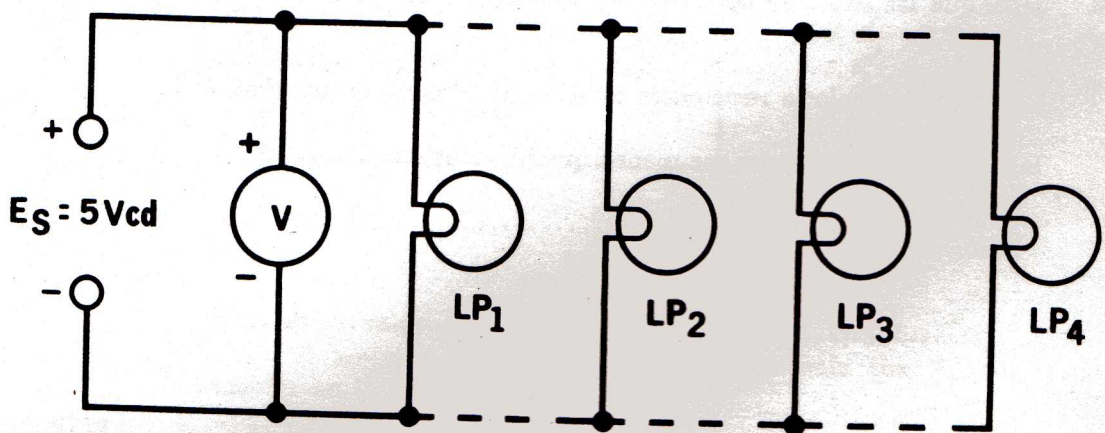


Fig. 11-3

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Exprese la fórmula que se ha usado para encontrar el valor de R_T ; en el experimento 3.
2. Exprese la fórmula usada para encontrar el valor de R_T en el experimento 4.
3. Exprese 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 menor que el valor de



EXPOSICIÓN

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 ayudará 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 sólo 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.

EXPERIMENTO

12

CORRIENTE DE CIRCUITOS EN PARALELO

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección sobre Circuitos paralelos.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-30 Vcd

Voltímetro 0-50 Vcd

Amperímetro 0-100 mAcd

SES 501A

R_1, R_2 — 1.5K, 1W

R_3 — 3.3K, 1W

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Conecte las resistencias R_1, R_2 y R_3 en paralelo a la fuente de energía. Inserte el amperímetro en serie con el circuito en paralelo, como se muestra en la Fig. 12-1. Ajuste la fuente de energía a 30 Vcd.

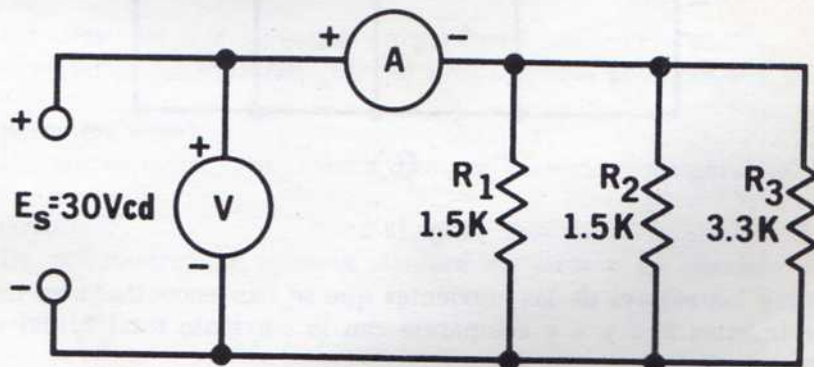


Fig. 12-1

2. ¿Cuál es el valor de I_T ?
Retire el amperímetro y conéctelo en serie sólo con R_1 , como se muestra en la Fig. 12-2 (A).

$I_{R1} =$

3. Conecte el amperímetro en serie con R_2 solamente, como se muestra en la Fig. 12-2 (B).

$I_{R2} = \dots\dots\dots$

4. Conecte el amperímetro en serie con R_3 únicamente, como se muestra en la Fig. 12-2 (C).

$I_{R3} = \dots\dots\dots$

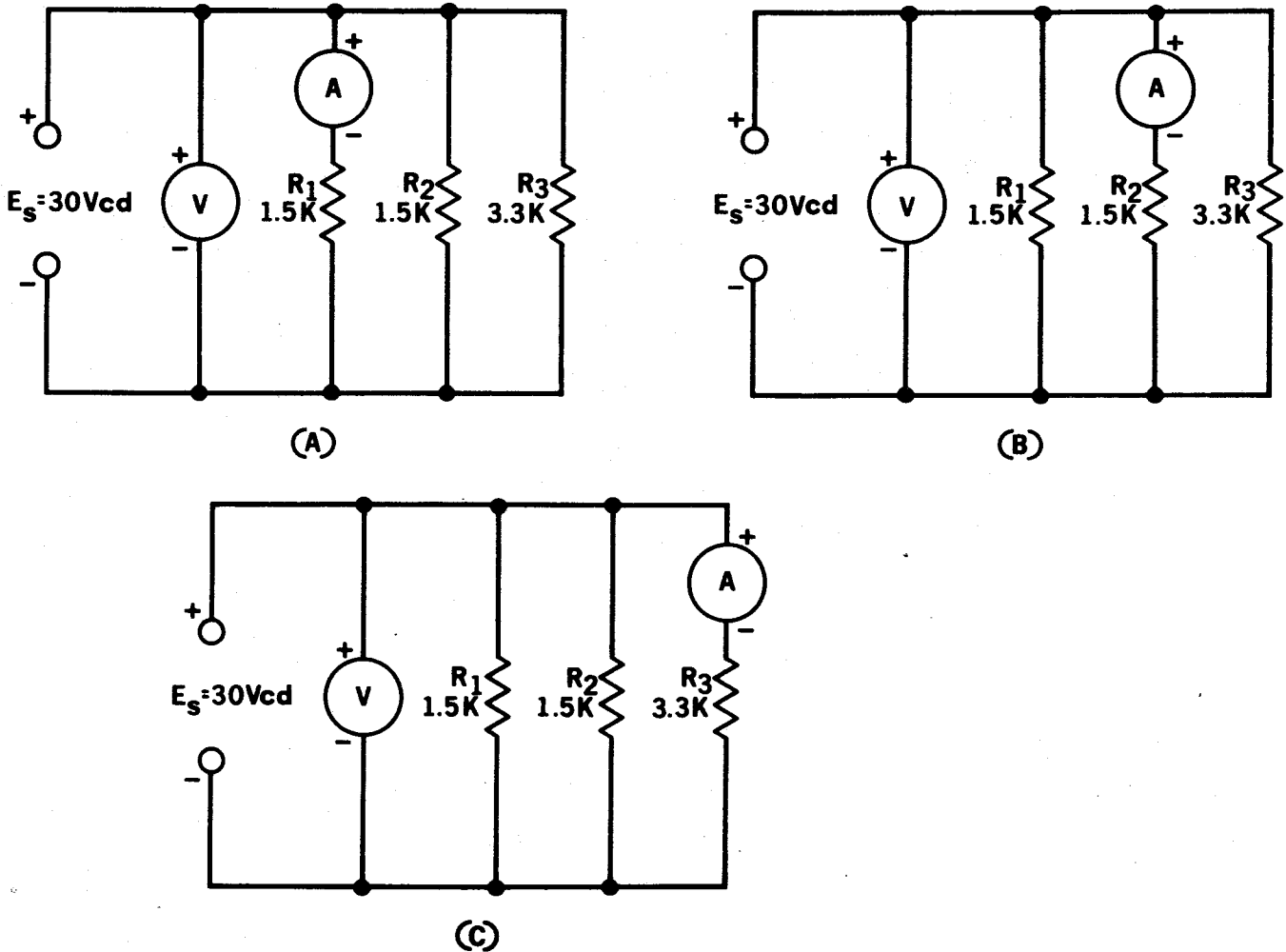


Fig. 12-2

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.

$\dot{I}_{R1} + I_{R2} + I_{R3} = I_T?$ Explique:

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. 12-1.

**CORRIENTE DE
CIRCUITOS EN PARALELO**

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 círculo paralelo.

.....

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

- En la tabla del experimento 7, ¿ $I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} = I_T$ para las columnas calculada y medida?
- ¿Por qué son ligeramente diferentes los valores medidos de la corriente en el experimento 7, de los valores calculados?
- Tres lámparas conectadas en paralelo, ¿usarán más o menos energía eléctrica que dos lámparas en paralelo?
- Tres lámparas en serie, ¿usarán más o menos potencia que dos lámparas en serie?
- Un amperímetro, ¿se conecta siempre en serie o en paralelo con un circuito?
- Un voltímetro, ¿se conecta siempre en serie o en paralelo con un circuito?
- ¿Qué significa el término "derivado"?
- ¿Cuál es la resistencia total de una resistencia de 5,000 ohms y una de 10,000 ohms, conectada en paralelo? $R_T =$
- ¿Cuál es la resistencia total de una resistencia de 5,000 ohms y una de 50,000 ohms en paralelo? $R_T =$

EXPERIMENTO

12

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 5K ohms y 100K ohms en paralelo, para comprobar su conclusión)

.....
.....
.....

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.

EXPERIMENTO

13

CIRCUITOS EN SERIE Y EN PARALELO

EXPOSICIÓN

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, sólo se necesita calcular la resistencia en serie y en paralelo, siguiendo un orden lógico y usando las fórmulas apropiadas de los experimentos.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección sobre Circuitos en serie y en paralelo.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de potencia 0-20 Vcd

Voltímetro 0-25 Vcd

Miliamperímetro 0-10 mAcd

VTVM

SES 501A

R_1, R_4 — 1K, 1W

R_2, R_3 — 1.5K, 1W

R_5, R_6 — 10K, 1W

R_7 — 3.3K, 1W

SW_1 — Interruptor UPUT

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. El circuito de la Fig. 13-1 (A) es una disposición serie-paralelo de resistencias. En este circuito, R_1 está en serie con la combinación de R_2 y R_3 en paralelo. Si se calcula la resistencia en paralelo equivalente de R_2 y R_3 , se le puede llamar $R_{\text{equivalente}}$; después conéctese el grupo en serie con R_1 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_{total} como se muestra en la Fig. 13-1 (C).

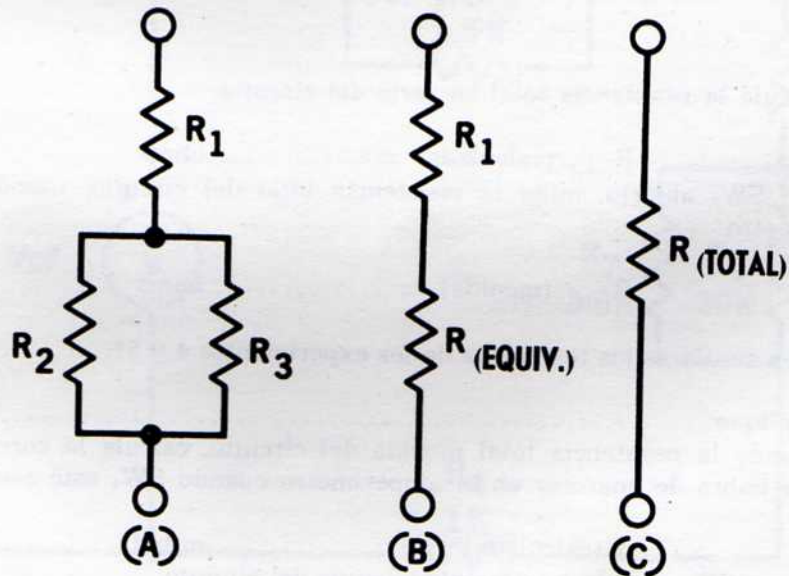


Fig. 13-1

- 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.
- Constituya el circuito mostrado en la Fig. 13-2. Calcule la resistencia en paralelo de R_2 y R_3 .

$$R_{\text{equivalente}} = \dots\dots\dots \text{ ohms}$$

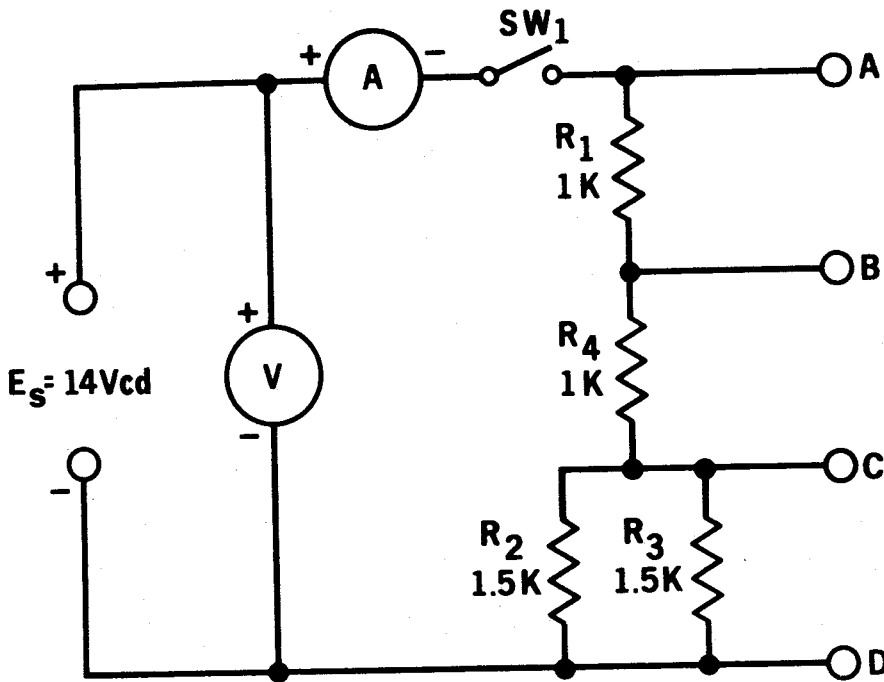


Fig. 13-2

- Calcule la resistencia total en serie del circuito.

$$R_{\text{total}} \text{ (calculada)} = \dots\dots\dots \text{ ohms}$$

- Con SW_1 abierto, mida la resistencia total del circuito, usando el óhmetro.

$$R_{\text{total}} \text{ (medida)} = \dots\dots\dots \text{ ohms}$$

- ¿Son similares los resultados de los experimentos 4 y 5?

Explique:

- Usando la resistencia total medida del circuito, calcule la corriente que habrá de aparecer en el amperímetro cuando SW_1 esté cerrado.

$$I \text{ (calculada)} = \dots\dots\dots \text{ mAcd}$$

- Cierre SW_1 y mida la corriente efectiva del circuito.

$$I \text{ (medida)} = \dots\dots\dots \text{ mAcd}$$

**CIRCUITOS EN SERIE
Y EN PARALELO**

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 VTVM, mida las tensiones entre los mismos puntos.

A-B (medida) = volts

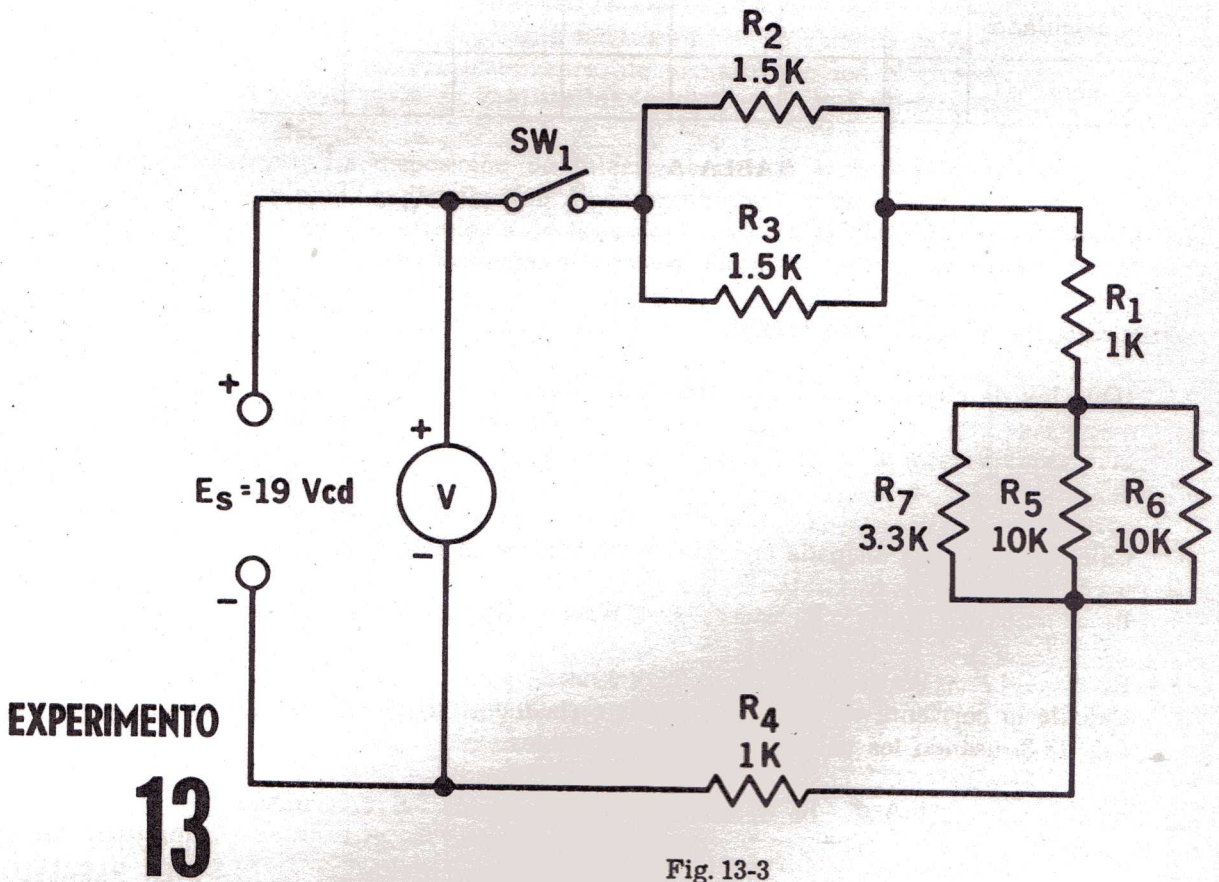
C-D (medida) = volts

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.



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

Explicite: 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 VTVM, 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? $I_{total} = \dots\dots\dots$ mAc

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

15. Cierre SW₁ y ajuste E_s exactamente para 19 Vcd. Use el VTVM y mida las tensiones en cada resistencia del circuito anotando los valores en la tabla.

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
Volts calculados							
Volts medidos							

TABLA A

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. En el circuito de la Fig. 13-2, ¿cuál es la suma de 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.

R₁ = Watts R₂ = Watts R₃ = Watts

R₄ = Watts

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

R₅ = mAc R₆ = mAc R₇ = mAc

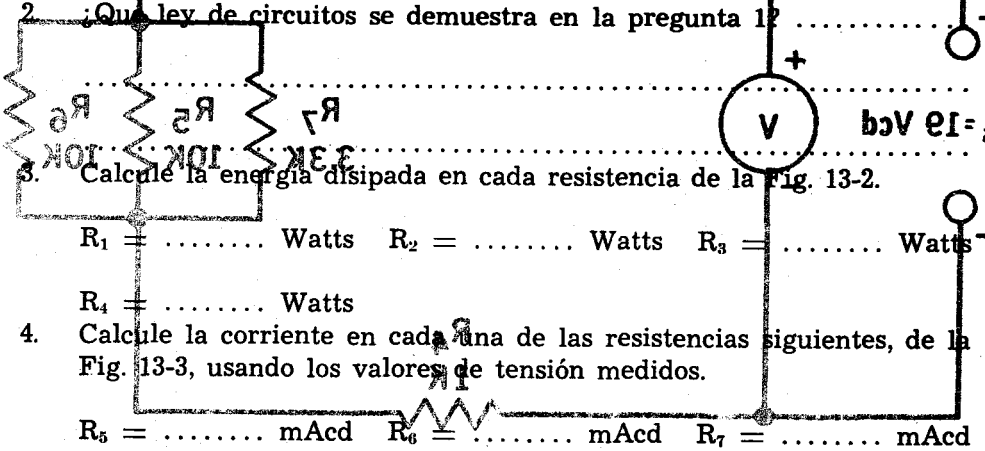


Fig 13-3

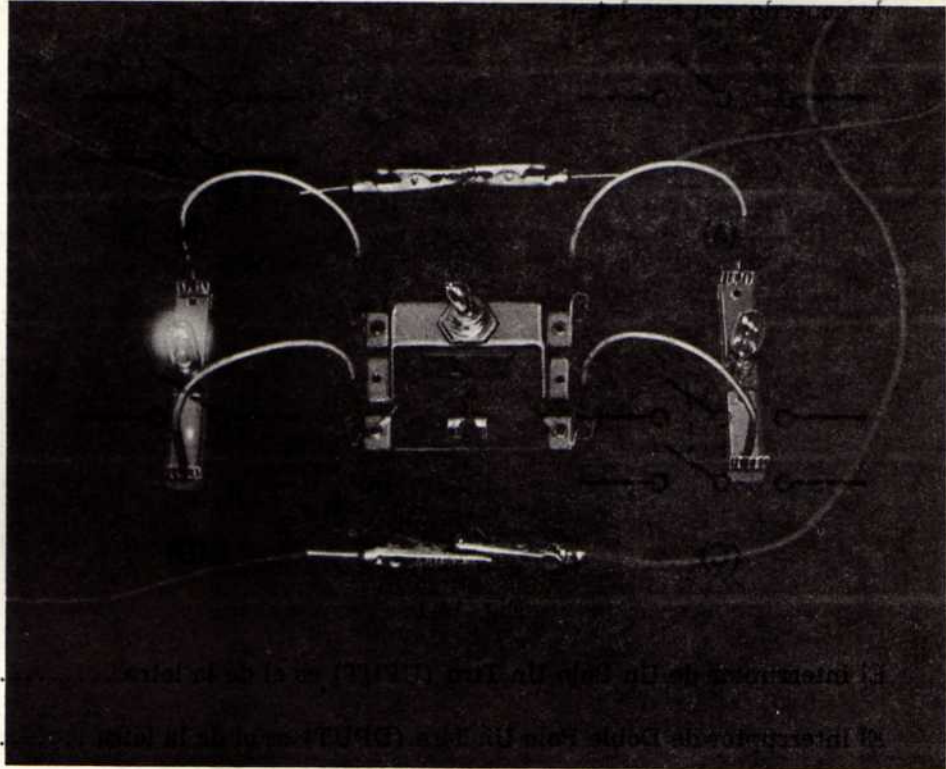
EXPERIMENTO

13
CIRCUITOS EN SERIE
Y EN PARALELO

EXPERIMENTO

14

CIRCUITOS INTERRUPTORES



El interruptor de Doble Polo Doble Tiro (DPDT) es el de la letra ...

EXPOSICIÓN

El hombre controla la electricidad con interruptores. Cuando se enciende una luz en una habitación, se ha cerrado el circuito o completado la trayectoria electrónica, de manera que los electrones fluyan a través de la lámpara. Se usa un interruptor para abrir o cerrar un circuito eléctrico.

La disposición de interruptores, sin embargo, puede ser muy compleja. La distribución de interruptores juega un papel importante en el diseño y tecnología de las computadoras. Como un interruptor sólo puede existir en uno de dos estados —ya sea “cerrado” o “abierto”— es fácil de relacionar el sistema de números binarios, que sólo usa “0” y “1”. En estudios más avanzados, el lector podrá estudiar álgebra lógica y Booleana que usa el sistema de números binarios.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección sobre Circuitos e interruptores.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-5 Vcd

Voltímetro 0-5 Vcd

VTVM (óhmetro)

SES 501A

SW₁ — Interruptor UPUT

SW₂ — Interruptor UPDT

SW₃ — Interruptor DPUT

SW₄ — Interruptor DPDT

LP₁ — Lámpara miniatura

LP₂ — Lámpara miniatura

Tablero para experimentos

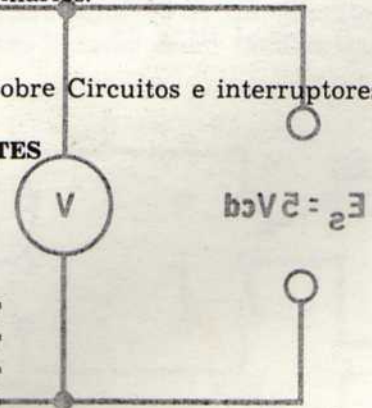


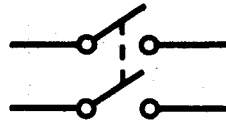
Fig. 14-1

CIRCUITOS INTERRUPTORES

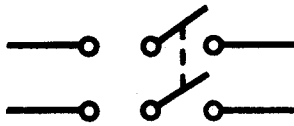
1. Identifique cada uno de los diagramas esquemáticos de la Fig. 14-1, de acuerdo con sus letras.



(A)



(B)



(C)



(D)

Fig. 14-1

El interruptor de Un Polo Un Tiro (UPUT) es el de la letra

El interruptor de Doble Polo Un Tiro (DPUT) es el de la letra

El interruptor de Doble Polo Doble Tiro (DPDT) es el de la letra

El interruptor de Un Polo Doble Tiro (UPDT) es el de la letra

2. Conecte el óhmetro a las terminales del interruptor UPUT.

¿Cuál es la lectura de resistencia con el interruptor abierto?

..... ohms.

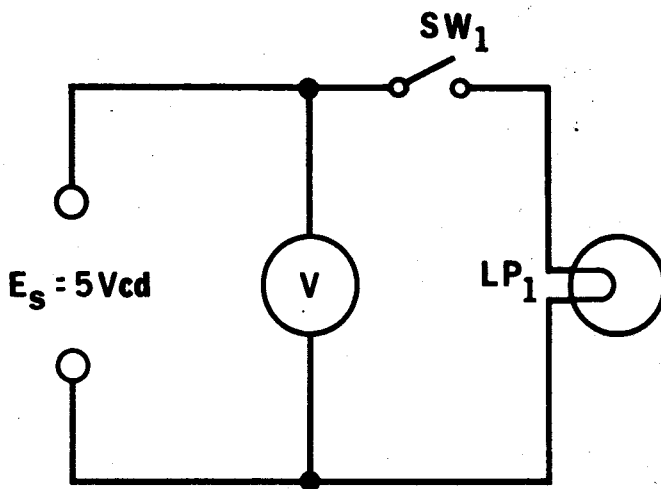


Fig. 14-2

**CIRCUITOS
INTERRUPTORES**

- ¿Cuál es la resistencia con el interruptor cerrado? ohms.
- Alambre el circuito según la Fig. 14-2. Conecte el voltímetro a la fuente de energía y ajuste la tensión a 5 Vcd. Use esta misma posición para el resto de este experimento. Encienda y apague la lámpara varias veces.
 - Conecte cada uno de los siguientes circuitos y observe la acción de los interruptores. Pida al instructor que compruebe cada circuito.

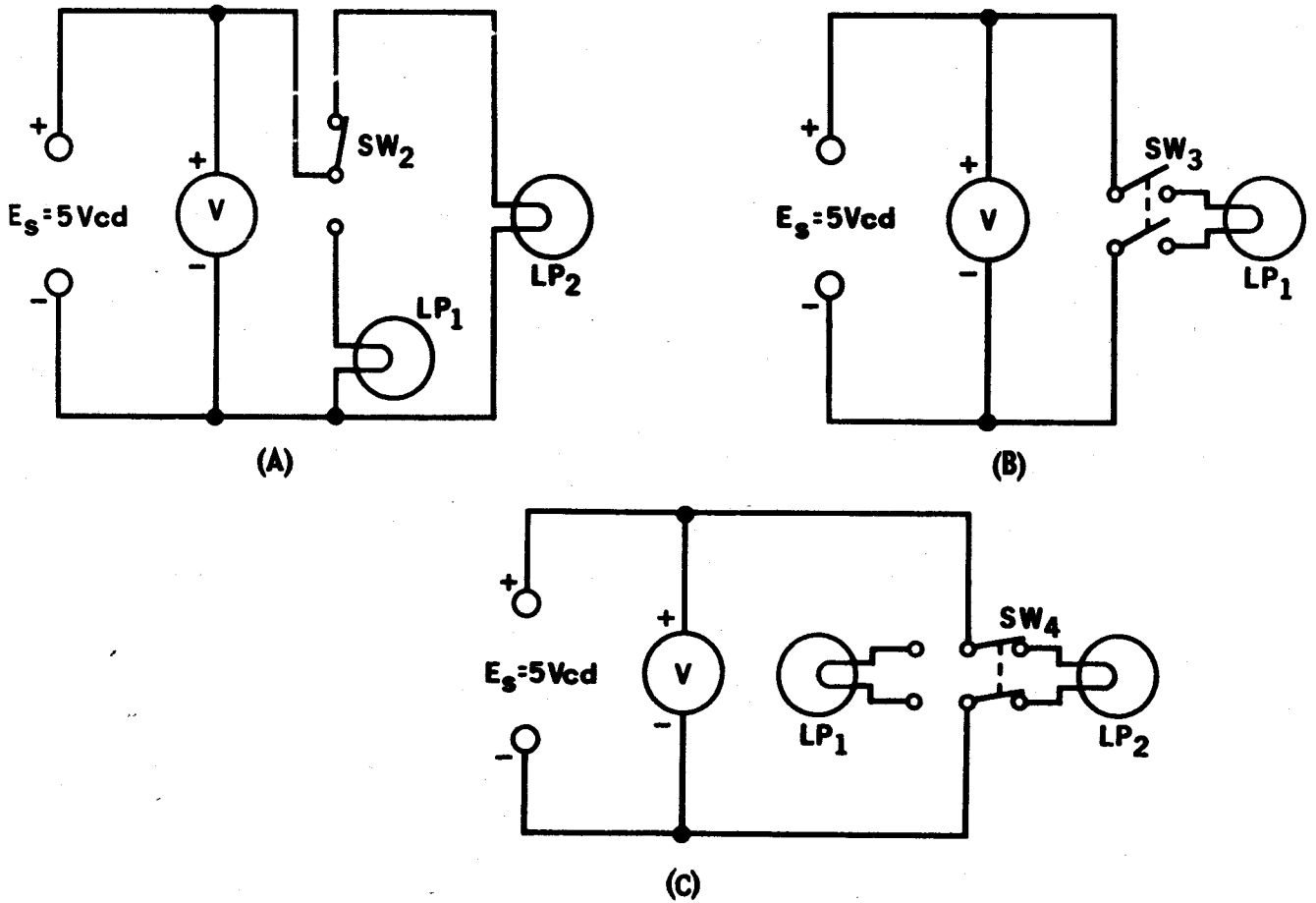


Fig. 14-3

- La Fig. 14-4 se conoce comúnmente como un circuito interruptor de "tres vías". Muchos de los lectores están familiarizados con este circuito en su hogar.

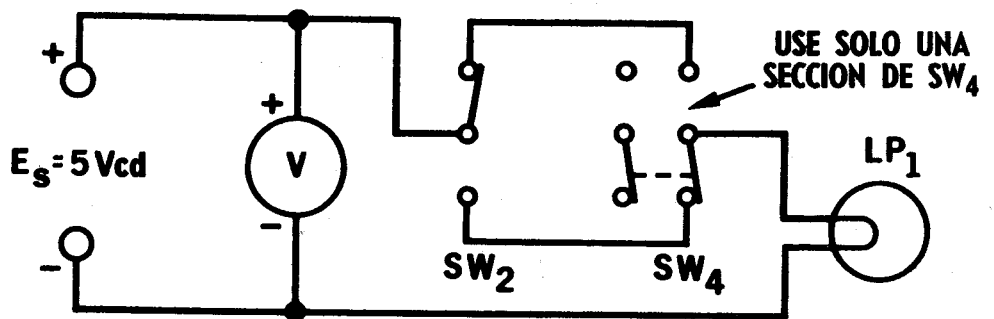
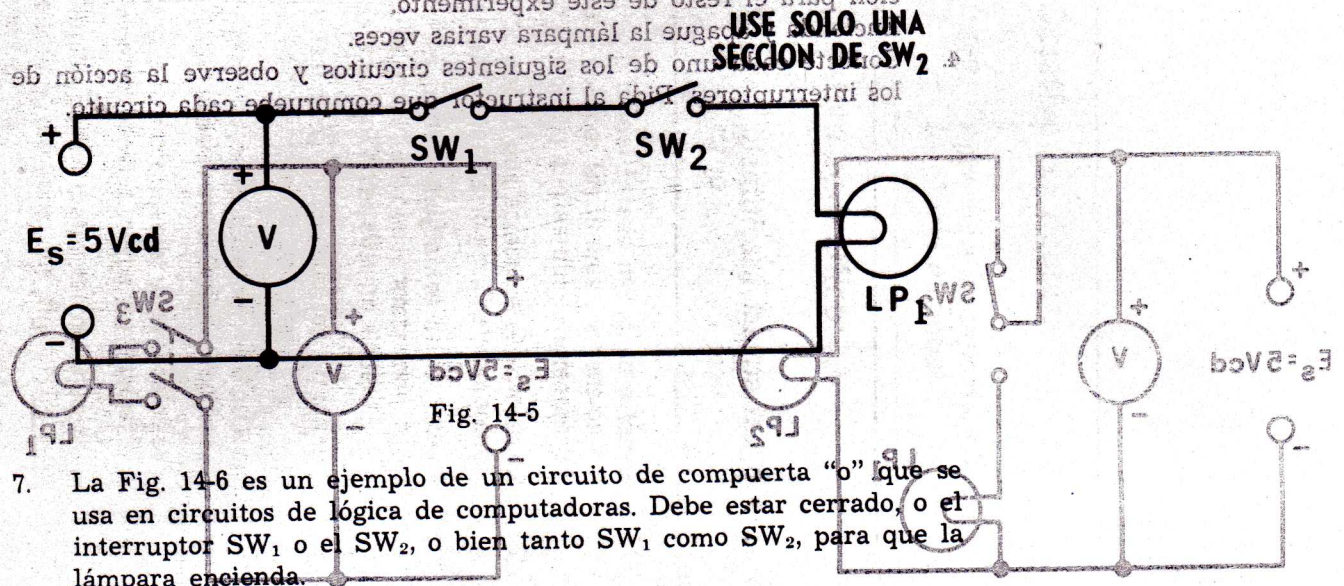


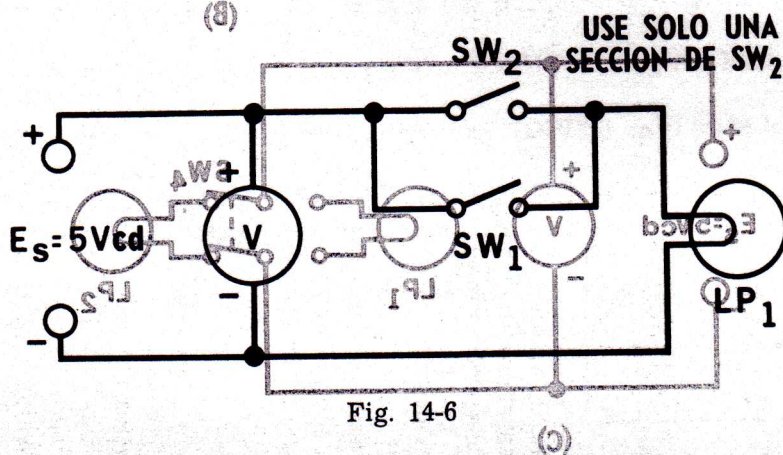
Fig. 14-4

EXPERIMENTO
14

6. La Fig. 14-5 es un ejemplo de un circuito de compuerta "y" que se usa en circuitos de lógica de computadoras. Tanto SW₁ como SW₂ deben estar cerrados para que la lámpara encienda.



7. La Fig. 14-6 es un ejemplo de un circuito de compuerta "o" que se usa en circuitos de lógica de computadoras. Debe estar cerrado, o el interruptor SW₁ o el SW₂, o bien tanto SW₁ como SW₂, para que la lámpara encienda.



PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Se dan: SW₁ (UPUT), SW₂ (botón N.A.), LP₁, LP₂ y las terminales de la fuente de energía.

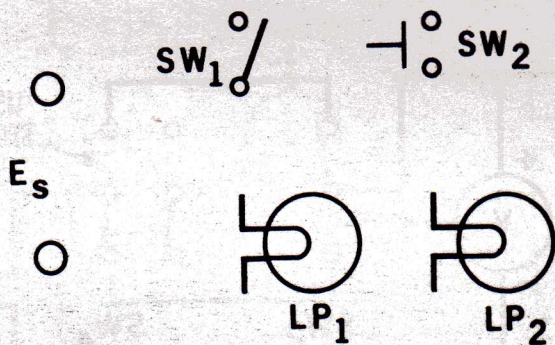


Fig. 14-7

CIRCUITOS INTERRUPTORES

Se requiere que controle LP_1 (encienda y apague) con SW_1 . Controle LP_2 con SW_2 . Use 14-7 para dibujar las conexiones. Verifique las conexiones y el alambrado del circuito.

2. Se dan: SW_1 (UPDT), SW_2 (UPDT), LP_1 , LP_2 , LP_3 , LP_4 y las terminales de la fuente de energía.

Se requiere que controle LP_1 y LP_4 , ya sea por SW_1 o SW_2 . Use la Fig. 14-8 para dibujar las conexiones.

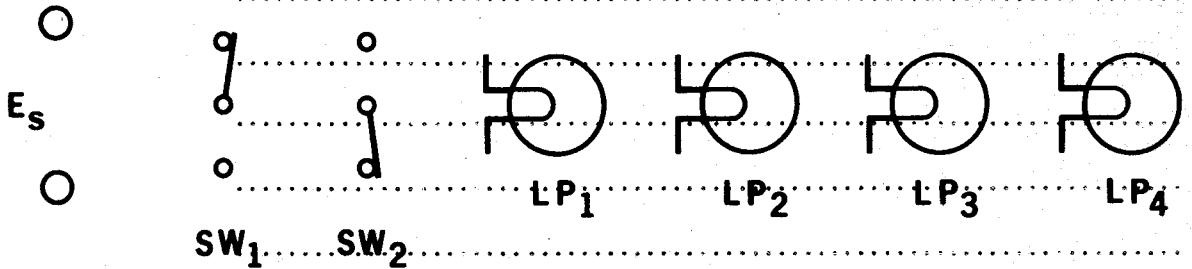


Fig. 14-8

3. Señale qué interruptores "y" y "o" deben estar cerrados para encender LP_1 en la Fig. 14-9.

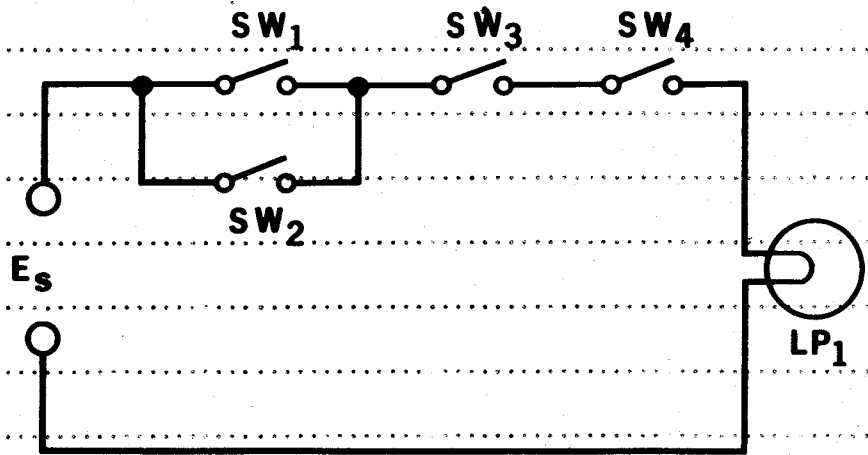


Fig. 14-9

EXPERIMENTO

14
INTERRUPTORES
Y CÍRCULOS

EXPERIMENTO

15

POTENCIOMETROS REOSTATOS

EXPOSICIÓN

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.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección que se refiere a Potenciómetros y reóstatos.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-35 Vcd
Voltímetro 0-50 Vcd
VTVM (óhmetro)
Amperímetro 0-100 mAcd
SES 501A
 R_1 — 1K, Potenciómetro, $\frac{1}{2}$ Watt
 R_2 — 1K, 1W
 R_3 — 1.5K, 1W
Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

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

$R_1 = \dots\dots\dots$ 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.

$R_{\text{rango}} = \dots\dots\dots$ mín. a $\dots\dots\dots$ 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 VTVM (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:

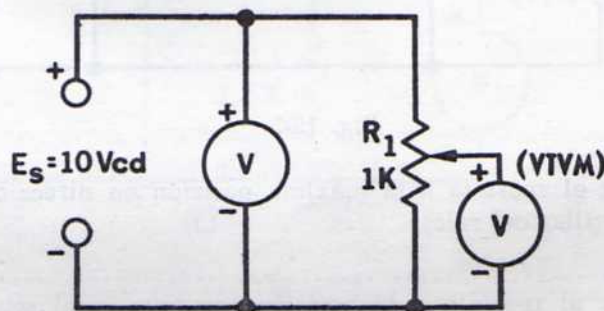


Fig. 15-1

E con R_1 en su máxima posición al contrario de las manecillas =

.....

E con R_1 en su posición máxima en el sentido de las manecillas =

.....

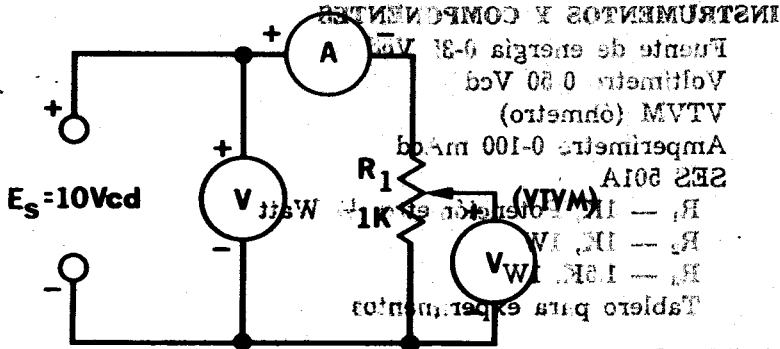
Rango de tensión = $\dots\dots\dots$ mín. a $\dots\dots\dots$ máx.

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

Explicar:

LECTURA Y ESTUDIO

... Lea en su texto, la sección que se refiere a Potenciómetros y reostatos.



EXPERIMENTO

1. Examine la construcción del potenciómetro de 1,000 ohms. Conecte el ohmetro a las dos terminales exteriores y mida su resistencia. 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 resistencia de la fuente de energía para que la corriente que fluye a través de la resistencia de 1,000 ohms sea de 10 mA. Mida el rango del potenciómetro. Haga girar el eje del potenciómetro el ohmetro al hacer girar el eje del potenciómetro.

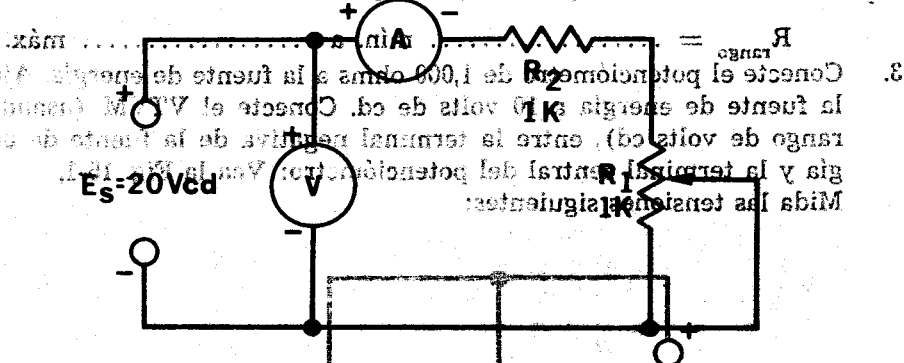


Fig. 15-3

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

Fig. 15-1

7. Conecte sucesivamente los circuitos en serie, como se muestran en la Fig. 15-4, usando las resistencias de 1,000 ohms y el potenciómetro de 1,000 ohms, a una fuente de energía de 35 volts cd. Conecte el VTVM entre la terminal negativa de la fuente de energía y la terminal central del potenciómetro, en cada caso.

EXPERIMENTO

15

POTENCIOMETROS REOSTATOS

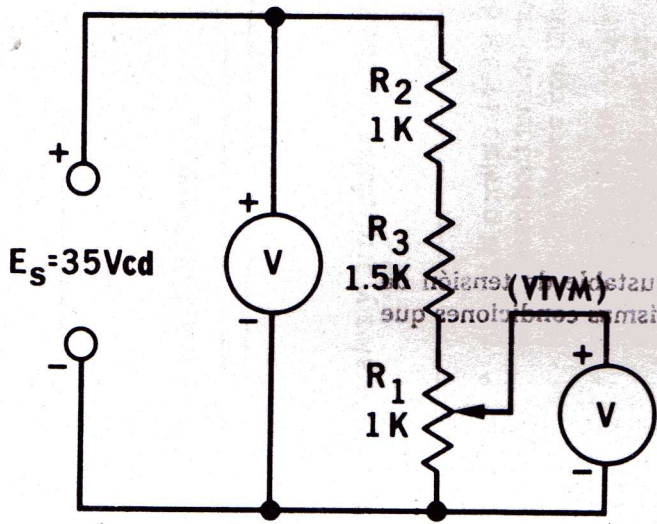
POTENCIOMETROS REOSTATOS

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

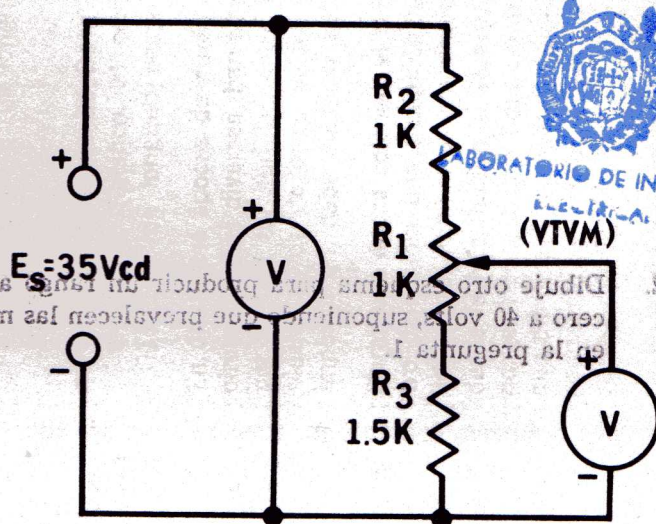
E con R_1 máxima en sentido inverso al de las manecillas =

E con R_1 máxima en el sentido de las manecillas =

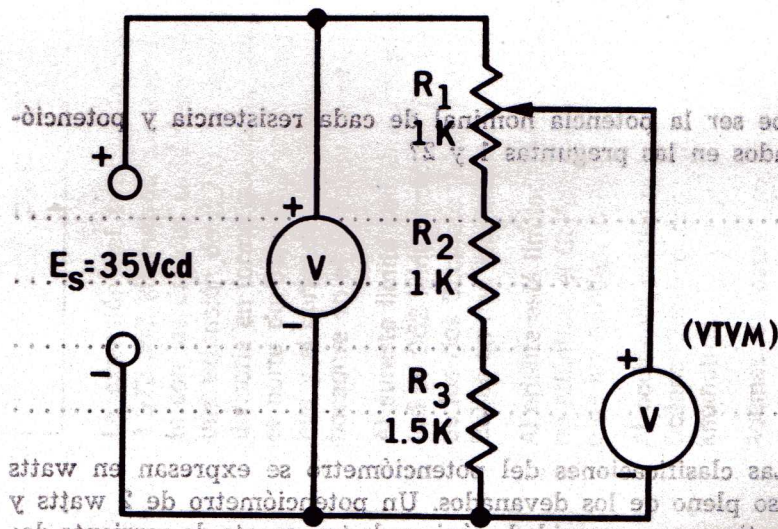
Rango de tensión = mín. a máx.



(A)



(B)



(C)

Fig. 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 = mín. a máx.
9. Mida las tensiones de la Fig. 15-4 (C) según estos datos:
 - E con R_1 máxima en sentido inverso a las manecillas =
 - E con R_1 máxima en el sentido de las manecillas =
 - Rango de tensión = mín. a máx.

EXPERIMENTO 15



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 máxima de transporte de corriente de:

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

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

$$I = 0.044 \text{ amps. } \text{ó} \text{ 44 mA (aprox.)}$$

4. ¿Qué significa una reducción lineal?

.....

5. ¿Qué significa una reducción logarítmica?

.....

.....

**POTENCIOMETROS
REOSTATOS**

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 tandem.
.....
.....

EXPERIMENTO

15

EXPERIMENTO

16

DIVISORES DE TENSION

EXPOSICIÓN

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 está 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 está en paralelo con ella. Si la resistencia interna del instrumento es baja, sólo se obtendrán mediciones imprecisas:

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección sobre Divisores de tensión.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-35 Vcd

Voltímetro 0-50 Vcd

VTVM

Amperímetro 0-100 mA

SES 501A

R_1, R_2 — 1K, 1W

R_3, R_{L1} — 1.5K, 1W

R_{L2} — 22K, 1W

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

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

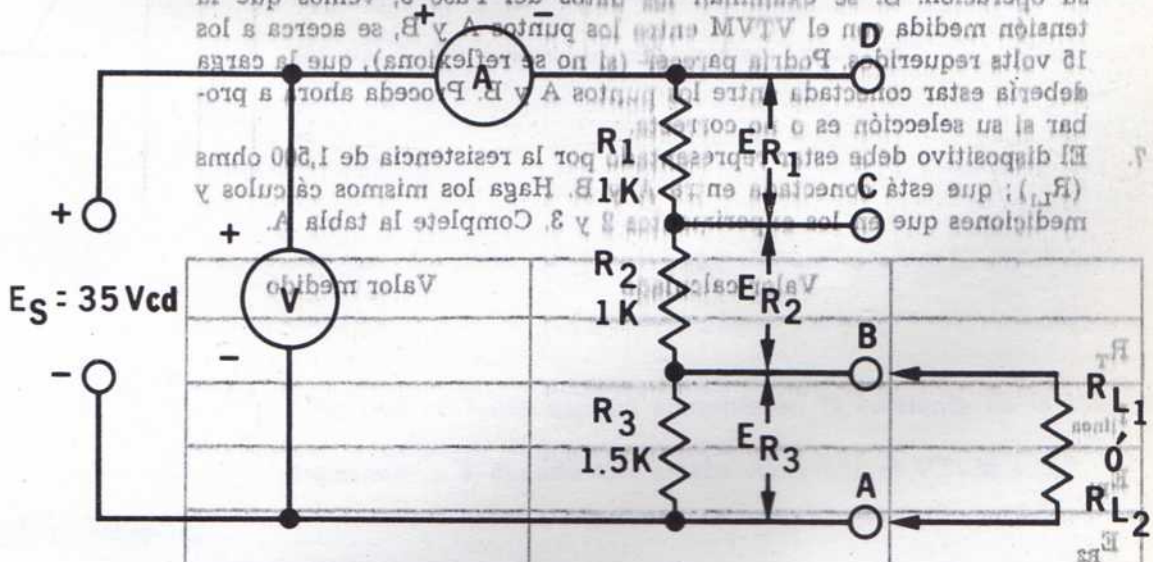


Fig. 16-1

DIVISORES DE TENSION

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

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

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

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

$$I_{\text{línea}} = \dots$$

$$E_{R1} = \dots$$

$$E_{R2} = \dots$$

$$E_{R3} = \dots$$

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

4. Usando el valor medido de la $I_{\text{línea}}$ y conociendo a E_s , ¿cuál es la resistencia total del circuito? $R_T = \dots$
 ¿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 VTVM 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 los 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		
$I_{\text{línea}}$		
E_{R1}		
E_{R2}		
E_{R3} y $E_{R_{L1}}$		

TABLA A

**DIVISORES
DE TENSION**

¿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 $E_{R_{L2}}$	

Tabla B

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 sólo estaba conectado el VTVM a R_3 ?

.....

.....

EXPERIMENTO

16

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 VTVM 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?
-

EXPERIMENTO

16

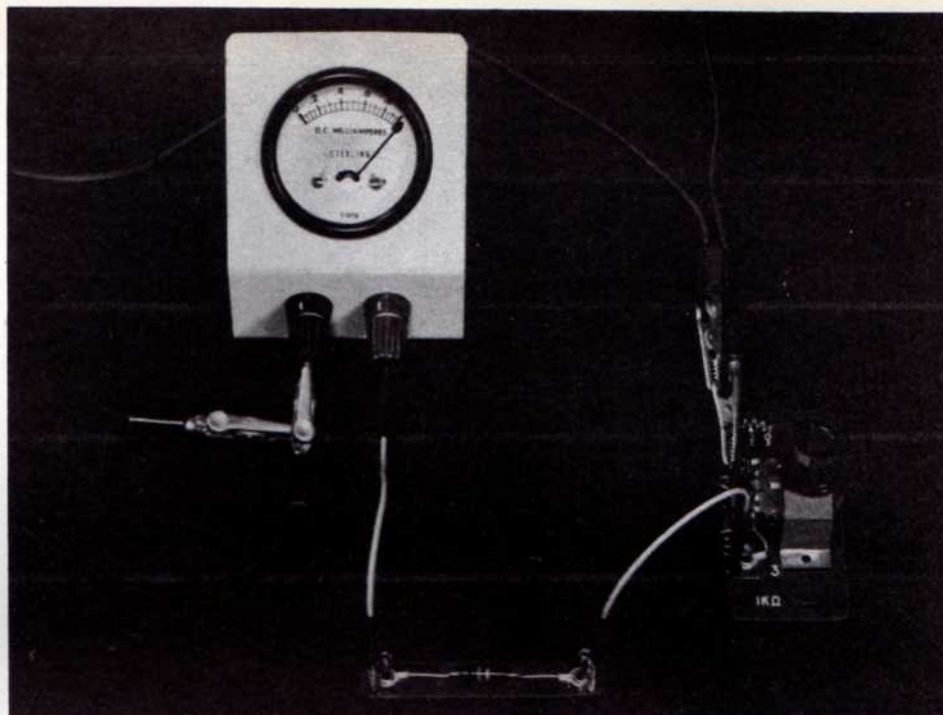


FACULTAD DE INGENIERIA

EXPERIMENTO

17

MULTIPLICADORES DE TENSION DE CD



EXPOSICIÓN

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 ésta, 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.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto, la sección sobre Voltímetros y movimientos de medidores.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-25 Vcd

Voltímetro 0-5-25 Vcd

VTVM (óhmetro)

SES 501A

M₁ — Miliamperímetro 0-1 mAcd

R₁ — 10K Potenciómetro, ½W

R₂ — 22K, 1W

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

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

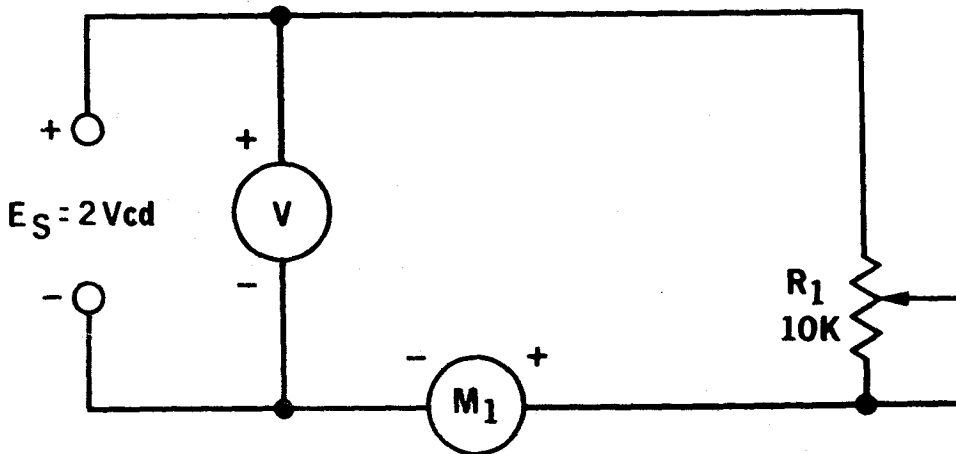


Fig. 17-1

Haga girar el brazo a la resistencia máxima. Muy cuidadosamente, ajuste la tensión de la fuente exactamente a 2 Vcd. 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, aún 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.

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

**MULTIPLICADORES
DE TENSION DE CD**

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.

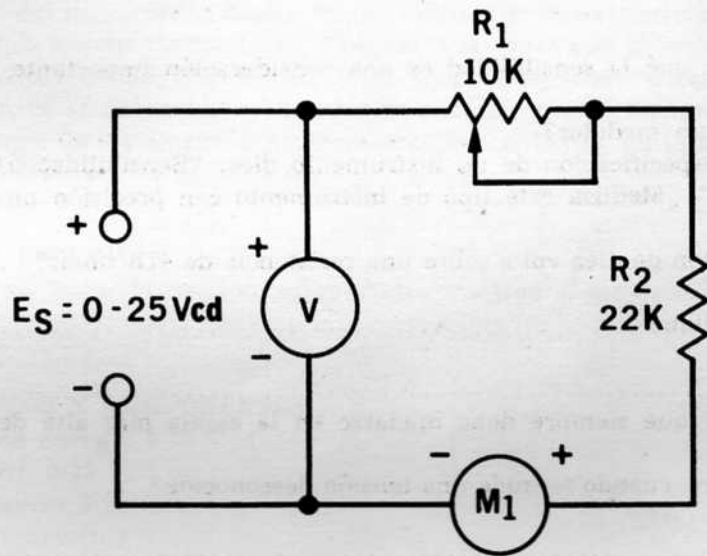


Fig. 17-2

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.

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

EXPERIMENTO

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

17

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Dibuje un diagrama esquemático usando el medidor de 1mAcd, 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:

.....

EXPERIMENTO

18

PUENTES EN AMPERIMETROS DE CD

EXPOSICIÓN

Un amperímetro se usa para medir la corriente que atraviesa un circuito eléctrico y, por lo tanto, se conecta en serie con el circuito cuya corriente se va a determinar. En tanto que el voltímetro ideal tendría una resistencia infinitamente alta, el amperímetro ideal tendría una resistencia cero. En otras palabras, la adición del amperímetro en serie no elevaría apreciablemente la resistencia del circuito, ni produciría una caída apreciable de tensión.

El movimiento básico de amperímetros y voltímetros, es el mismo; en efecto, son dispositivos de medición de corriente, que se usan para dos aplicaciones diferentes. Cuando se usa el voltímetro para medir una tensión, lo hace interpretando la corriente que fluye en sus devanados, en función de la tensión de las terminales. Cuando el movimiento básico del amperímetro se usa como tal, la corriente que pasa a través de su bobina móvil se interpreta directamente en función del flujo de corriente.

El rango del movimiento básico de un voltímetro, se extiende por medio de multiplicadores (resistencias conectadas en serie con el movimiento). El rango del movimiento básico de un amperímetro se extiende empleando puentes (resistencias conectadas en paralelo con el movimiento). La mayor parte de los amperímetros comerciales contienen en el interior de sus cajas, los puentes derivadores.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección sobre Amperímetros y movimientos de medidores.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-10 Vcd

Voltímetro 0-25 Vcd

Amperímetro 0-10 mAcd

VTVM (óhmetro)

SES 501A

M_1 — Miliamperímetro 0-1 mAcd

R_s — 1K, Potenciómetro, $\frac{1}{2}W$

R_1 — 1K, 1W

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Primeramente se recordarán algunos hechos del experimento anterior sobre VOLTÍMETROS.
 - A. Resistencia del movimiento del instrumento =
 - B. Tensión requerida para la deflexión a escala completa =
 - C. Corriente para la deflexión a escala completa =
2. Para poder usar este instrumento como amperímetro, deben observarse rígidamente las indicaciones siguientes:
 - A. En ningún momento puede exceder la tensión aplicada al instrumento a la requerida para la deflexión de plena escala.
 - B. En ningún momento puede exceder la corriente del instrumento a la corriente correspondiente a la plena deflexión.
3. Sin otros componentes o ajustes, este movimiento de medidor puede

- medir corrientes entre y
- Calcule el "puente" necesario para convertir este medidor a uno que dé lectura entre 0 y 5mA.

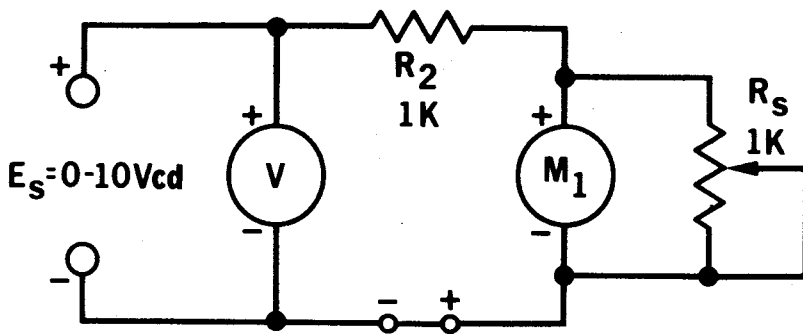
$$R_{\text{puente}} = \dots\dots\dots$$

¿Cuánta corriente tomará el puente?

- Empleando el óhmetro, ajuste el potenciómetro de 1,000 ohms, R_s (conectado como reóstato), al valor de R_{puente} calculado en el experimento 4.
- Conecte el instrumento con puente, en serie con la resistencia de 1,000 ohms, R_1 , a la fuente de energía como se muestra en la Fig. 18-1. Aumente gradualmente la tensión de la fuente hasta que el instrumento marque escala plena. Mida la corriente del circuito. Calcule la corriente usando la tensión de la fuente, dividida por la resistencia total del circuito.

$$I \text{ medida} = \dots\dots\dots$$

$$I \text{ calculada} = \dots\dots\dots$$



**INSERTE EL MEDIDOR
DE PRUEBA AQUI**

Fig. 18-1

- Pruebe el instrumento. Inserte un amperímetro de 0-10mA, en serie con el circuito. Ajuste la tensión para obtener una lectura a plena escala en el medidor. ¿Se comparan favorablemente las dos lecturas del amperímetro?
- Calcule el "puente" para que el instrumento pueda dar una lectura de 0-50 mA.

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

Calcule el "puente" para un rango de 0-100 mA.

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

**PUNTES EN
AMPERIMETROS DE CD**



PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Dibuje el diagrama del circuito de miliamperímetro construido en este experimento. Muestre los puentes para 0-5mA, 0-10mA y 0-100mA. Incluya un interruptor rotatorio para cambiar los rangos de corriente.

2. ¿Un amperímetro debe siempre conectarse en serie o en paralelo con un circuito?
 3. ¿Por qué conviene siempre calcular la corriente en un circuito desconocido, antes de conectar un amperímetro?
 4. ¿Por qué debe observarse siempre la polaridad correcta cuando se conecta un amperímetro de cd?
- Explique el significado de "polaridad correcta"

EXPERIMENTO

18

EXPERIMENTO

19

OHMETRO EN SERIE

EXPOSICIÓN

Uno de los instrumentos básicos que se usan en el diseño y servicio de equipos electrónicos es el óhmetro. Este es un dispositivo medidor de corriente, sólo que está calibrado en ohms. Se basa en los principios expresados en la Ley de Ohm, de que la corriente es inversamente proporcional a la resistencia de un circuito. A diferencia del voltímetro y del amperímetro, se requiere una fuente de tensión autocontenida (batería). Para compensar la variación de la tensión de la batería con el envejecimiento, cuenta con un potenciómetro de "AJUSTE OHMS". La escala del óhmetro se caracteriza por la aglomeración de las divisiones de la escala en un extremo (no lineal).

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto las secciones sobre Óhmetros y movimientos de medidores.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-1.5 Vcd

Voltímetro 0-5 Vcd

VTVM (óhmetro)

SES 501A

M_1 — Miliamperímetro 0-1 mAcd

R_1 — 1K, 1W

R_2 — 1K, Potenciómetro, ½W

SW_1 — Interruptor DPDT

Bobina grande

Bobina pequeña

Bobina, 10mH

Reactor 8.5H

Alambre nicrom

Potenciómetro — 10K, ½W

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Consulte el experimento 17, que trata sobre el VOLTÍMETRO. ¿Cuál es la resistencia interna del movimiento del medidor?

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

¿Qué tensión aplicada al movimiento básico del medidor causará la deflexión a escala plena?

2. Conecte el instrumento en serie con la resistencia R_1 de 1,000 ohms, a la fuente de potencia de 1.5 volts cd como se muestra en la Fig. 19-1.

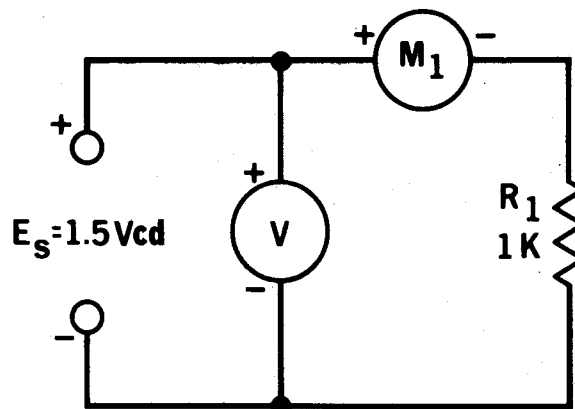


Fig. 19-1

NOTA: Aquí, la fuente de energía de 1.5 volts, actúa como batería en un óhmetro real. Si se desea conservar el realismo, úsese como fuente una batería de 1.5 volts en lugar de la fuente de energía.

¿Cuál es la corriente calculada en el circuito?

¿Qué corriente indica el medidor?

¿Hay alguna diferencia? Explique:

- Para obtener la deflexión de escala completa del instrumento, se debe contar con una resistencia ajustable en serie, R_2 , en lugar de R_1 . La resistencia ajustable R_2 normalmente se usa para compensar el envejecimiento y reducir la tensión de la batería y se le llama control de "AJUSTE OHMS". Conecte un circuito en serie con el potenciómetro de 1,000 ohms R_2 (conectado como reóstato), la fuente de energía y el medidor como se muestra en la Fig. 19-2.

NOTA: Ajuste el reóstato aproximadamente en el punto medio, antes de conectar la fuente de tensión.

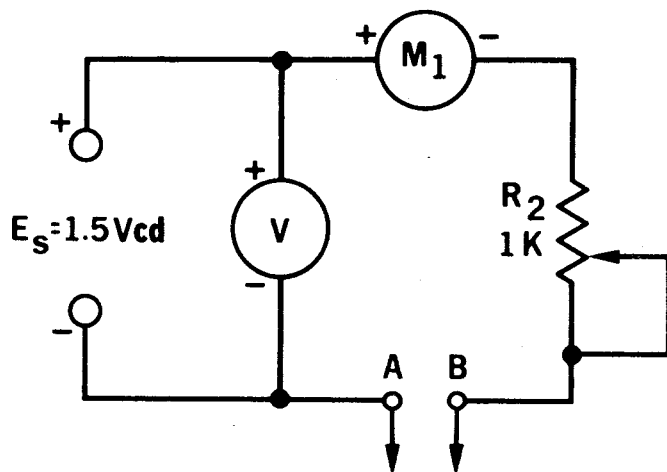


Fig. 19-2

Deben sujetarse puntas de prueba o caimanes a los puntos A y B, para simular las puntas normales de un óhmetro.

- Para ajustar el óhmetro, conéctense en corto las terminales A y B y ajústese R_2 para que dé una lectura de corriente de exactamente un miliampere. Este es el control "AJUSTE OHMS" que se encuentra en un óhmetro comercial. El óhmetro siempre debe ajustarse a cero, manteniendo las puntas juntas y ajustando la deflexión completa antes de usarse.
- ¿Qué resistencia externa entre A y B, representa la máxima deflexión ajustada con las terminales A y B en corto?

OHMETRO EN SERIE

6. Abra las terminales A y B. ¿Cuál es la resistencia externa entre estos puntos?
7. Los dos puntos que se encontraron en los experimentos 5 y 6 y que representaban a cero y a una resistencia externa infinita se pueden marcar en la cara del óhmetro. ¿Indica este instrumento una resistencia externa creciente de derecha a izquierda o de izquierda a derecha?
8. En vista de que la resistencia interna total del circuito del óhmetro con A y B en corto es de 1,500 ohms, una resistencia de 1,500 ohms conectada externamente entre A y B haría que el circuito tuviera una $R_T =$
9. Calibre el óhmetro usando otras resistencias conocidas, individualmente y en serie o paralelo, para proveer de puntos adicionales en la escala. Complete la Fig. 19-3, marcando la escala con los valores de resistencia usados.

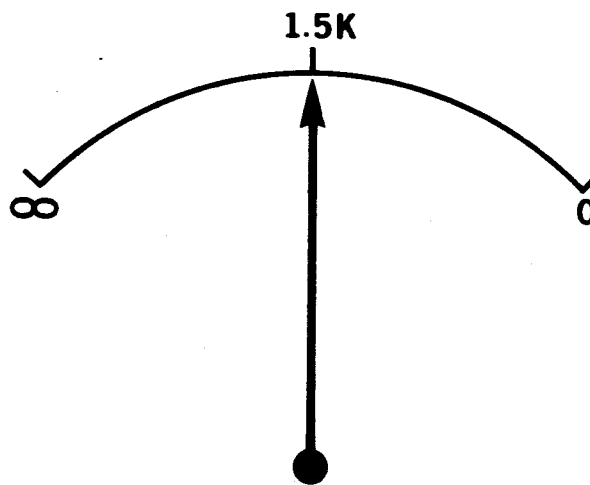


Fig. 19-3

10. Mida la resistencia de los componentes que aparecen en la lista, con su medidor y con un óhmetro comercial, y llene la tabla A.

	Valor del medidor experimental	Valor del medidor comercial
Bobina pequeña		
Bobina grande		
Reactor, 8.5H		
Alambre de nicromel		
Potenciómetro de 10K (ajustado al punto medio)		
Potenciómetro de 10K		
Bobina, 10mH		

TABLA A

¿Es lo suficientemente preciso el medidor experimental?

EXPERIMENTO

19

11. El óhmetro es muy útil para comprobar la continuidad de un circuito, ya que un circuito común tiene una resistencia igual a cero, y un circuito abierto es una resistencia infinita. Compruebe la continuidad de varias de las puntas de terminales. Compruebe la continuidad del interruptor DPDT, cuando está en la posición cerrada y en la abierta. Use el óhmetro.

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿Es lineal la escala del óhmetro experimental?

Explique:

2. ¿En cuál de los extremos de la escala del óhmetro se pueden leer los

ohms con más precisión?

3. Diseñe y calcule los valores del circuito para un óhmetro que habrá de dar una lectura de 10K ohms a media escala. El movimiento básico será de 1mA, con una resistencia de 100 ohms. Para este rango, el movimiento en el instrumento tendrá 9.9K ohms en serie. ¿Qué tensión debe usarse? Dibuje el circuito en el espacio siguiente.

4. Un óhmetro nunca debe usarse para medir resistencias en un circuito vivo. Explique:

5. El óhmetro nunca debe almacenarse con sus terminales conectadas o en corto. ¿Por qué?

OHMETRO EN SERIE

6. Cuando sólo se mide una resistencia, ¿es o no necesario observar la polaridad de un óhmetro? Explique:
.....
7. Si la perilla del "Ajuste de Ohms" no lleva el óhmetro a la deflexión completa, ¿cuál es la dificultad más probable?
.....
8. Explique cómo se puede usar un óhmetro para encontrar todos los puntos en un circuito complicado, que esté conectado directamente a la tierra del chasis.
.....
.....

EXPERIMENTO

19

EXPERIMENTO

20

PUENTE DE WHEATSTONE

EXPOSICIÓN

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 circuito 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.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Puente de Wheatstone.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-3 Vcd

Voltímetro 0-5 Vcd

Óhmetro

Galvanómetro

SES 501A

R_1, R_2 — 10K, 1W

R_3 — 1K Potenciómetro, $\frac{1}{2}$ W

R_4, R_5 — 1K, 1W

2 — Bobinas pequeñas

Bobina grande

Reactor 8.5H

Bobina 10mH

SW_1 — Interruptor de botón N. A. (Normalmente Abierto)

Material misceláneo (no se suministra)

Lima

Trozo de cartón

EXPERIMENTO

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 el potenciómetro (conectado como reóstato) a una resistencia cero y marque el 0 en el cuadrante en este ajuste. Usando el óhmetro, calibre 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 sólo 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

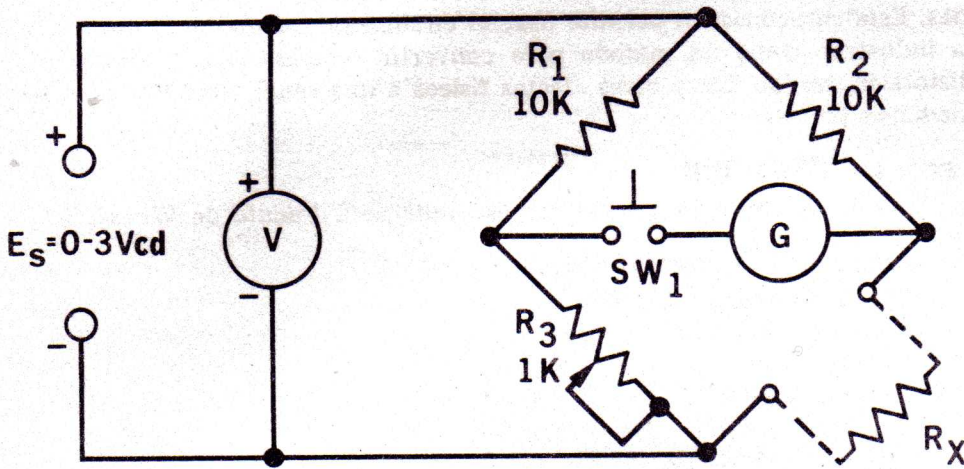


Fig. 20-1

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 10mH	Ohms
Reactor 8.5H	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 ex-

PUENTE DE WHEATSTONE



perimental?

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

2. ¿Cómo 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.

$R_1 = 200 \text{ ohms}$ $R_2 = 100 \text{ ohms}$ $R_3 = 100 \text{ ohms}$ $R_x = \dots\dots\dots$

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

$R_1 = 25K \text{ ohms}$ $R_2 = 5.6K \text{ ohms}$ $R_3 = 10K \text{ ohms}$ $R_x = \dots\dots\dots$

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

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?

.....
.....
.....

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

Cuando el puente está balanceado, ¿es $I_{R1} = I_{R3}$?

Explique:

.....
.....

EXPERIMENTO

20

EXPERIMENTO

21

IMANES PERMANENTES

EXPOSICIÓN

La fuerza misteriosa del magnetismo tiene muchas aplicaciones en la electricidad y la electrónica. Un buen conocimiento de estas fuerzas ayudará a comprender circuitos y máquinas más complejos.

Los primeros imanes descubiertos hace más de 3,000 años, eran curiosidades misteriosas. Como originalmente se usaban para navegar en barcos en el mar, se conocieron como "piedras directrices o guías" (o piedra imán). Los imanes naturales se usan poco en la tecnología actual y han sido sustituidos por imanes permanentes artificiales.

Las concentraciones de fuerzas magnéticas en los extremos de un imán se conocen como polos norte y sur. Un polo tiende a señalar al norte magnético de la tierra y arbitrariamente se le ha llamado buscador de Norte o simplemente polo Norte.

Este experimento demostrará la primera ley del magnetismo.

Los polos diferentes se atraen y los polos iguales se repelen.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Imanes permanentes.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

SES 501A

2 — Imanes permanentes de barra redonda

2 — Bobinas pequeñas

2 — Montajes de bobina

Núcleo pequeño de hierro

Placa de base

Brújula

Limaduras de hierro

Tablero para experimentos

Material misceláneo (no se suministra)

Pieza de cartón

Regla de madera

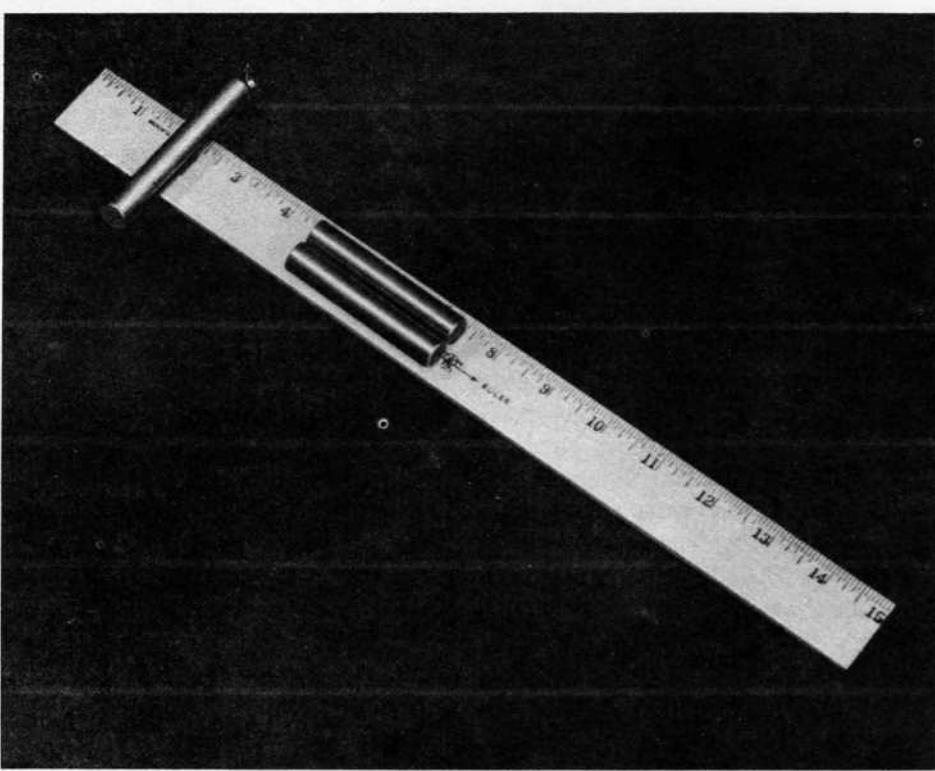
EXPERIMENTO

1. Retire las dos barras cilíndricas magnetizadas del cajón. Observe cómo parecen estar unidas entre sí. Esta es la forma apropiada de almacenarlas cuando haya concluido el experimento.

El rango del campo de fuerza magnética que existe alrededor de los imanes de barra, se reduce cuando se unen de la manera anterior. Pruebe esto, colocando la regla de madera sobre la superficie de trabajo y aplicando el núcleo pequeño de hierro sobre la regla, en la marca correspondiente a diez centímetros. El núcleo de hierro debe tener libertad para rodar a lo largo de la regla. Lentamente, deslice longitudinalmente las dos barras magnéticas unidas sobre la regla (de manera que los dos polos se acerquen progresivamente al núcleo de hierro), hasta que el núcleo rueda hacia los imanes. Anote la distancia que existía entre el núcleo de hierro y los imanes, inmediatamente antes de que se moviera el núcleo

Repita esto varias veces y registre la distancia promedio

Ahora, quite uno de los imanes y con sólo el restante, atraiga el núcleo de hierro, repitiendo el procedimiento descrito en el experimento 1. Registre la distancia media.



2. Un campo magnético de fuerza se puede alejar de una área (o una área blindada) colocando una sustancia magnética en el campo del imán con lo cual se desvía. Intente dirigir el campo magnético de los dos imanes unidos, colocando un clip de papel a través de los polos de los imanes. A este dispositivo se le llama "conservador" ya que tiende a mantener las líneas de fuerza magnética cerca de los imanes. Mida la intensidad de este extremo blindado, atrayendo el núcleo de hierro a lo largo de la regla. Registre la distancia media.

..... Compare el resultado con el del experimento 1. Explique:

.....

3. Determine los polos N y S de cada imán, por medio de una brújula y márkelos según sus observaciones. Coloque la brújula sobre el banco y acerque gradualmente un extremo del imán hacia la brújula, de manera que éste atraiga a la aguja magnética. ¿Hacia qué polo señalará

la aguja de la brújula? (Norte o Sur)

Haga girar lentamente el imán, de manera que el polo opuesto esté

ahora cerca de la aguja. ¿Cómo se comporta ahora la aguja?

.....

¿De qué polo se aleja? (Norte o Sur)

4. Cuando el polo norte de un imán se mantiene cerca del polo sur de otro imán, ¿se atraen o se repelen?

**IMANES
PERMANENTES**

5. Cuando los polos norte o sur de dos imanes se aproximan entre sí, ¿se atraen o repelen?
6. ¿Qué conclusiones pueden sacarse de los experimentos 4 y 5?
7. Monte las bases de bobina y las bobinas sobre la placa de base (las bobinas sólo se usarán para sujetar los imanes en ellas).
8. Inserte uno de los imanes en la bobina y fíjelo en su lugar. Conviene insertar el imán por el extremo opuesto al dispositivo de aseguramiento de la bobina. Mantenga la pieza de carbón ligeramente arriba del imán. Espolvoree algunas limaduras de hierro sobre el cartón y golpeelo ligeramente con el dedo. Las limaduras tomarán la forma del campo magnético que rodea el imán. Dibuje este campo en la Fig. 21-1.



Fig. 21-1

9. Coloque ambos imanes en las bobinas y fíjelos de manera que el polo norte de un imán esté cerca del polo sur del otro. Espolvoree el cartón con limaduras de hierro y golpeelo ligeramente. Observe el patrón del campo y dibújelo en la Fig. 21-2.



Fig. 21-2

EXPERIMENTO

21

10. Coloque los imanes como en el experimento 9; pero invierta la polaridad, de manera que un polo N o S de un imán esté cerca del polo respectivo N o S del otro (los polos del mismo nombre deben estar cerca entre sí). Espolvoree limaduras de hierro y golpee. Observe el patrón del campo y dibújelo en la Fig. 21-3.



Fig. 21-3

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Un polo norte (repele, atrae) a un polo norte.
2. Un polo norte (repele, atrae) a un polo sur.
3. Un polo sur (repele, atrae) a un polo sur.
4. ¿Qué se entiende por "polo" de un imán?

.....

EXPERIMENTO

22

ELECTROIMANES

EXPOSICIÓN

El electroimán tiene muchas aplicaciones en el hogar y en la industria. Es un medio eficiente y satisfactorio para convertir energía eléctrica a movimiento mecánico.

Cuando se inserta un núcleo de hierro en una bobina y ésta se activa se convierte en un electroimán. La intensidad del electroimán depende de la magnitud de la corriente y del número de espiras (vueltas) de alambre en la bobina. Esta intensidad se mide en "N. I." (amperes-vueltas). Los electroimanes tienen millares de aplicaciones en la industria. Una de las principales es el control remoto de maquinaria y dispositivos cuando se usa como relevador magnético. Los electroimanes se encuentran en los generadores y motores, dispositivos de regulación, interruptores y muchos otros aparatos que requieren control eléctrico.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección que corresponde a Electroimanes.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

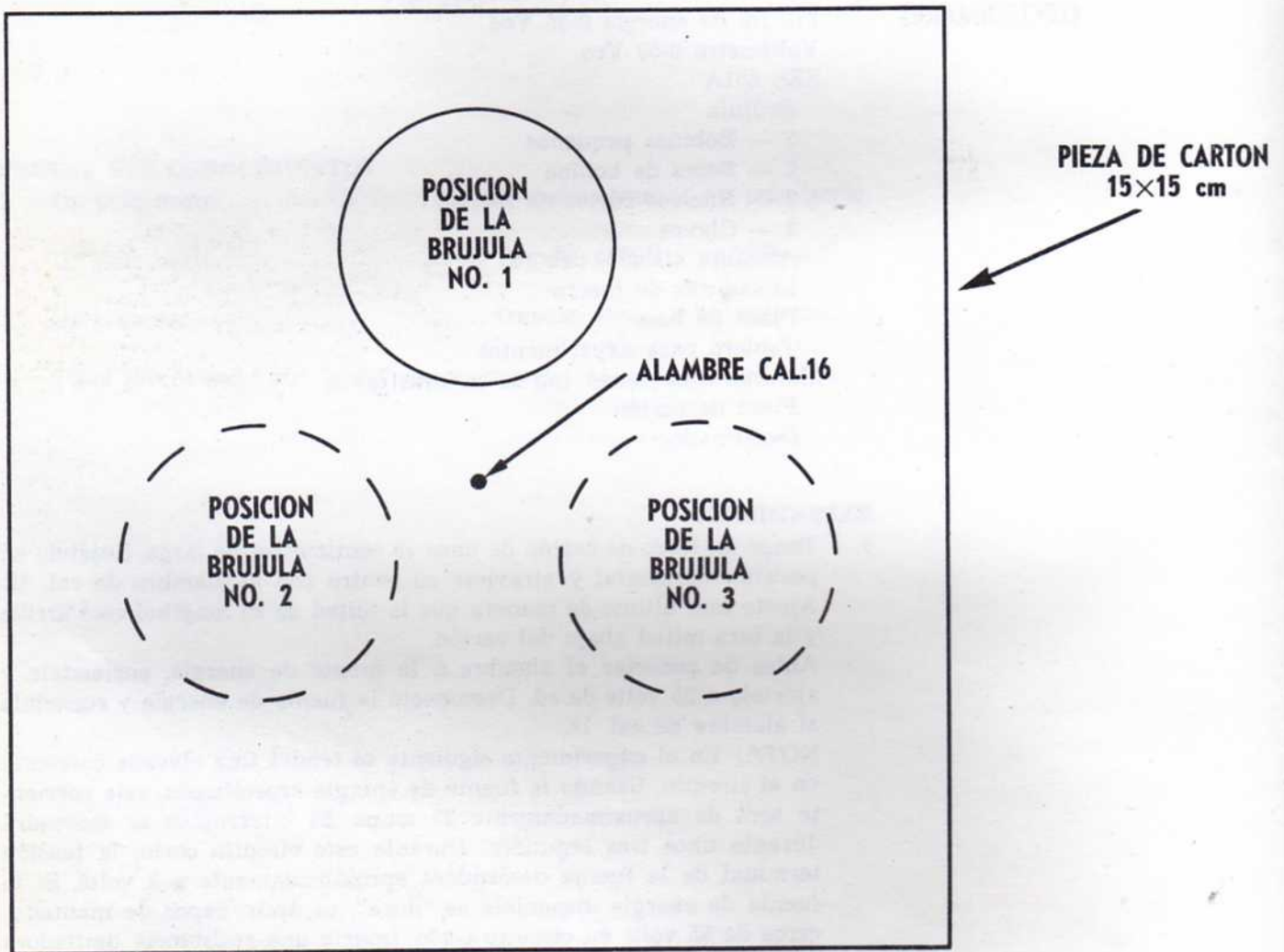
Fuente de energía 0-36 Vcd
Voltímetro 0-50 Vcd
SES 501A
Brújula
2 — Bobinas pequeñas
2 — Bases de bobina
2 — Núcleos cortos de hierro
3 — Clavos
Alambre aislado, cal. 16
Limaduras de hierro
Placa de base
Tablero para experimentos
Material misceláneo (no se suministra)
Pieza de cartón
Desarmador

EXPERIMENTO

1. Tenga un trozo de cartón de unos 15 centímetros de largo. Sujételo en posición horizontal y atravesese su centro con el alambre de cal. 16. Ajuste este último de manera que la mitad de su longitud esté arriba y la otra mitad abajo del cartón.
Antes de conectar el alambre a la fuente de energía, enciéndala y ajústela a 25 volts de cd. Desconecte la fuente de energía y conéctela al alambre de cal. 16.
NOTA: En el experimento siguiente se tendrá una elevada corriente en el circuito. Usando la fuente de energía especificada, esta corriente será de aproximadamente 25 amps. El interruptor se sostendrá durante unos tres segundos. Durante este circuito corto, la tensión terminal de la fuente descenderá aproximadamente a 2 volts. Si la fuente de energía disponible es "dura", es decir, capaz de mantener cerca de 25 volts en circuito corto, inserte una resistencia limitadora para mantener sólo 25 amps.
2. Espolvoree limaduras de hierro sobre el cartón (distribúyalas ligeramente alrededor del alambre de cal. 16). Al mismo tiempo, golpee levemente el cartón, cierre el interruptor de la fuente de energía y

observe el patrón que forman las limaduras de hierro. Haga un dibujo. Desconecte la fuente de energía y retírela del alambre.

3. Quite las limaduras de hierro y coloque la pequeña brújula sobre la circunferencia de un círculo (de unos 8 cm de diámetro), alrededor del alambre de cal. 16. Ajuste la fuente de energía a 10 Vcd y reconecte al alambre. Cierre el interruptor de la fuente y observe la dirección en que señala la aguja de la brújula. Desconecte la fuente y coloque la brújula en la posición 2, y observe la dirección que señala



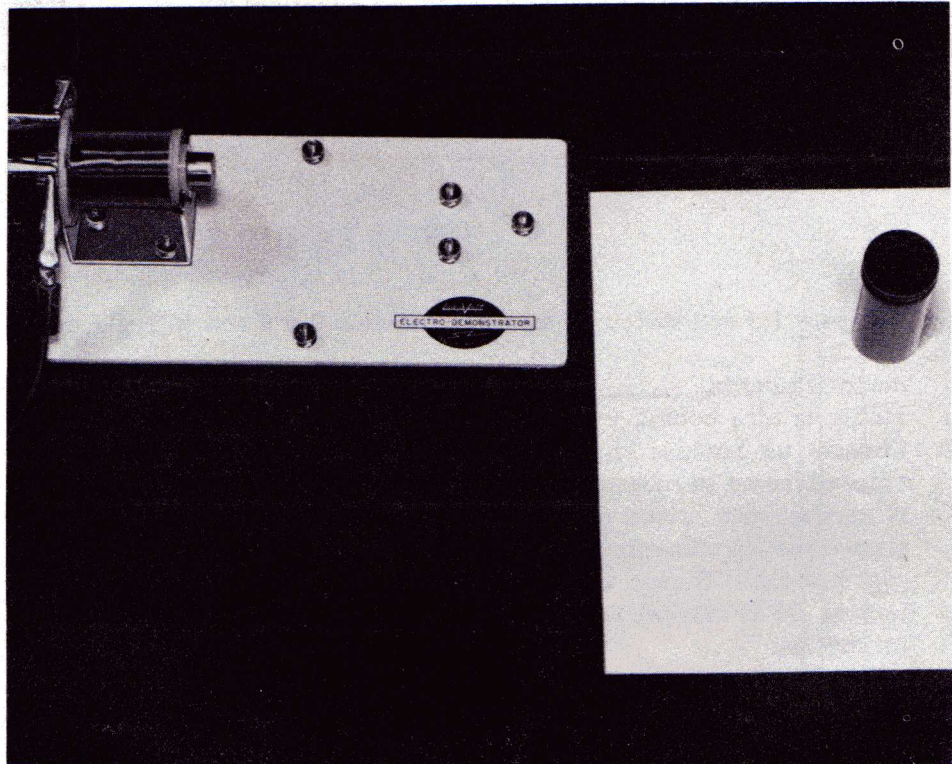
(VISTA SUPERIOR)

Fig. 22-1

la brújula cuando se aplica nuevamente la energía. Repita esto con la brújula en la posición 3. Dibuje un esquema que muestre las posiciones de la brújula, en las tres colocaciones de la Fig. 22-1.

4. Invierta las conexiones a la fuente de energía y repita las instrucciones del experimento 3. Dibuje un esquema que muestre la brújula y la dirección que señala.

5. Lea en su texto el tema de la REGLA DE LA MANO IZQUIERDA y compare los resultados de los experimentos 3 y 4.
.....



EXPERIMENTO

22

6. Arme una bobina y su montura sobre la placa. Coloque el núcleo de hierro en la bobina y fíjelo. Conecte la bobina a una fuente de energía de 6 Vcd.

7. Sujete la pieza de cartón inmediatamente arriba de la bobina. Conecte la fuente de energía y espolvoree levemente algunas limaduras de hierro sobre el cartón. Observe el patrón y dibuje un esquema del campo magnético.

8. Determine la polaridad de este electroimán colocando la brújula cerca de un POLO. Haga un diagrama que muestre la polaridad de la tensión de la fuente y la del electroimán. **Advertencia:** no acerque la brújula más de lo que es necesario para obtener una indicación.

9. Invierta las conexiones de la fuente de energía y repita las instrucciones del experimento 8. Dibuje un esquema que muestre la polaridad de la tensión de la fuente y la del electroimán.

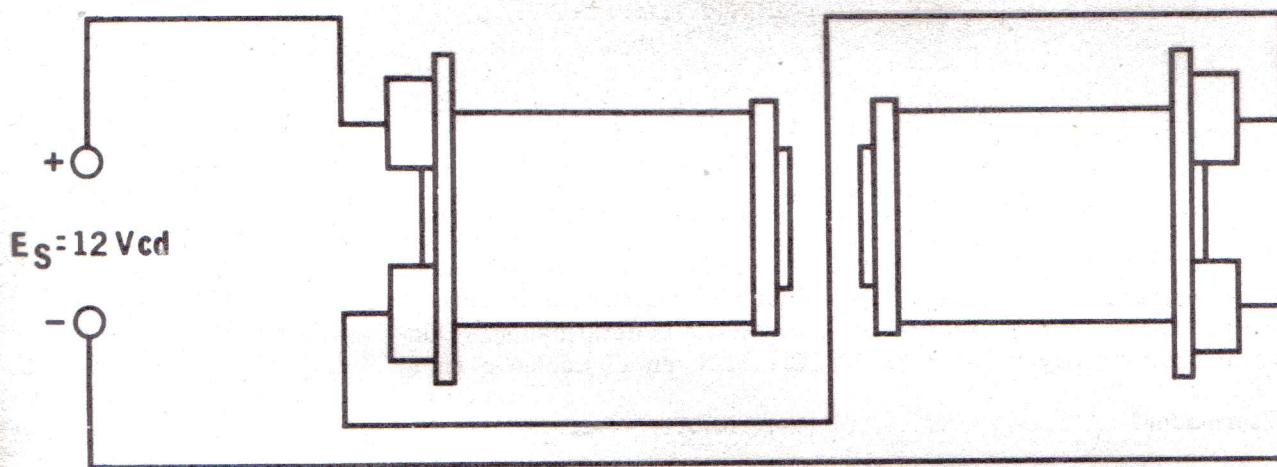
10. Compare los resultados en los experimentos 8 y 9 con la regla de la mano izquierda.

11. Monte la otra bobina y el otro núcleo sobre la placa de base.

12. Conecte las bobinas en serie aditiva a una fuente de energía de 12 volts cd, como se muestra en la Fig. 22-2 (A). Sujete horizontalmente el cartón justo arriba de las bobinas. Conecte la fuente de energía, espolvoree ligeramente limaduras de hierro sobre el cartón y golpee con suavidad. Dibuje un diagrama que muestre la polaridad de la tensión de la fuente, la de los electroimanes y el patrón del campo magnético.

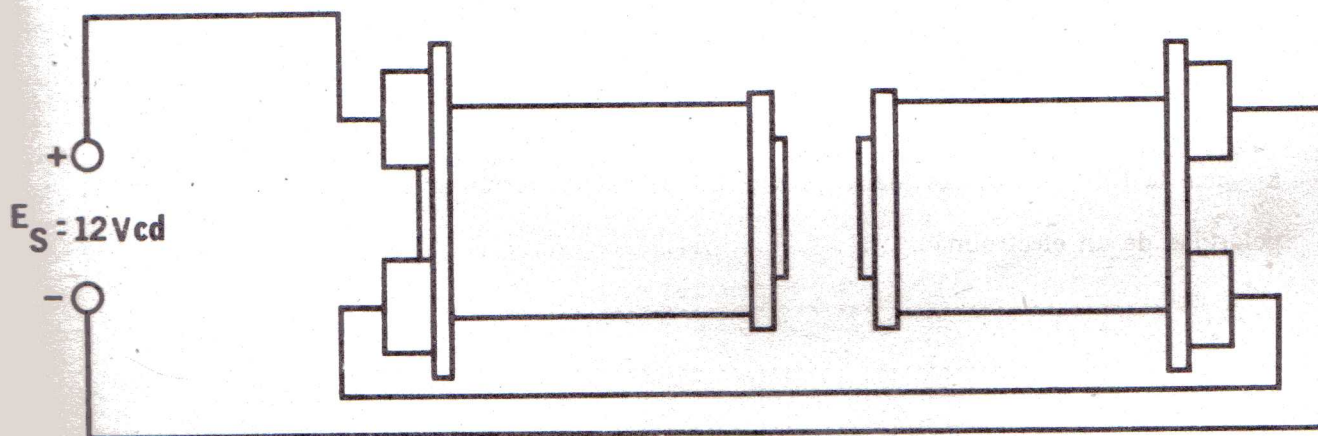
13. Conecte las bobinas en serie opuesta, como se muestra en la Figura 22-2 (B), y repita las instrucciones del experimento 12. Dibuje un esquema como en el experimento 12.

BOBINAS EN SERIE ADITIVA



(A)

BOBINAS EN SERIE OPUESTA



(B)

Fig. 22-2

14. Quite una bobina y su núcleo del montaje y sujétela en la mano. Conecte la bobina a una fuente de energía de 6 volts de cd. Trate de recoger los clavos. En tanto se mantienen suspendidos los clavos por acción del electroimán, desconecte la energía. ¿Sigue el electroimán sujetando los clavos?
15. Quite el núcleo de hierro del electroimán y pruébelo para saber si tiene algo de magnetismo todavía, tratando de recoger un clip o un clavo. ¿Ha retenido el núcleo algo de magnetismo? Use una brújula para comprobar la polaridad del magnetismo residual. Acérquela sólo lo necesario para obtener una indicación. Recuerde que la aguja será atraída aun cuando no haya magnetismo residual. Dibuje un esquema del núcleo mostrando la polaridad del magnetismo residual.

16. Coloque un desarmador en el centro de la bobina, en lugar del núcleo y actívela con la fuente de energía. Saque el desarmador y trate de recoger algunos clavos pequeños. ¿Se magnetizó el desarmador? ¿Dónde se observa mayor poder de RETENCIÓN, en el núcleo o en el desarmador?

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Enuncie la REGLA DE LA MANO IZQUIERDA para determinar la dirección del campo magnético alrededor de un conductor con corriente.

2. Enuncie la REGLA DE LA MANO IZQUIERDA para determinar la polaridad de un electroimán.

3. ¿Qué significa MAGNETISMO RESIDUAL?

ELECTROIMANES

4. ¿Qué significa RETENTIVIDAD?
5. Cuando los electroimanes se conectan en serie aditiva, ¿existe una fuerza de atracción o de repulsión entre ellos?
6. Cuando se conectan los electroimanes en serie opuesta, ¿existe una fuerza de atracción o repulsión entre ellos?
7. ¿Por qué el desarmador que usó en el experimento 14 retiene su magnetismo?
8. ¿Recogerá un electroimán una pieza de cobre, aluminio o latón?

..... Explique:

EXPERIMENTO

22

EXPERIMENTO

23

CIRCUITOS ELECTROMAGNETICOS

EXPOSICIÓN

Un imán usado como aguja en una brújula, es uno relativamente débil. Por otra parte, los imanes grandes que se usan en industrias son capaces de levantar muchos miles de kilogramos. El ingeniero de diseño puede controlar estas fuerzas magnéticas.

Como las propiedades del magnetismo se usan mucho en la electricidad, y la electrónica, es conveniente hacer una investigación de dichas propiedades. Algunos materiales son magnéticos por naturaleza, por lo general aquellos que están compuestos de hierro. Un imán puede atraerlos. Por otra parte, la mayoría de otros materiales, como por ejemplo el latón, el cobre, y el aluminio son no magnéticos o antimagnéticos. Los materiales difieren también en cuanto a su capacidad de soportar o conducir un campo magnético.

La fuerza de un imán es una indicación de la densidad del campo magnético o flujo. Los imanes microminiaturas se manufacturan con bobinas extremadamente sensibles para aplicaciones delicadas.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección que se refiere a Circuitos magnéticos.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-15 Vcd

Voltímetro 0-25 Vcd

Amperímetro 0-10 Acd

SES 501A

L₁ — Bobina pequeña

Montura de la bobina

Núcleo de hierro

Núcleo largo de hierro

Varilla de soporte

Espaciador roscado

3 — Clavos de hierro

Placa de base

Charola del sistema de experimentos

Recipiente de vidrio

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Conecte la bobina, sin el núcleo, a la fuente de energía. Mantenga la bobina sobre los clavos de hierro y aumente gradualmente la tensión a 5 volts de cd. ¿Tiene la bobina atracción suficiente para levantar los clavos?
2. La permeabilidad (μ) del núcleo (aire) del experimento 1, es aproximadamente 1. Explique la fuerza de atracción creada en el experimento 1, en función de la permeabilidad.
.....
3. Inserte el núcleo de hierro en la bobina y fíjelo. Repita el experimento 1. ¿Recoge el electroimán a los clavos? ¿Cuántos clavos? Compare los resultados con los

- obtenidos en el experimento 1.
4. Explique la diferencia en la intensidad de los electroimanes de los experimentos 1 y 3, en función de la permeabilidad.
5. La intensidad de un electroimán se expresa en NI o amperes vueltas. Como la bobina tiene un número fijo de vueltas, su intensidad variará en proporción a la corriente que atraviesa la bobina.

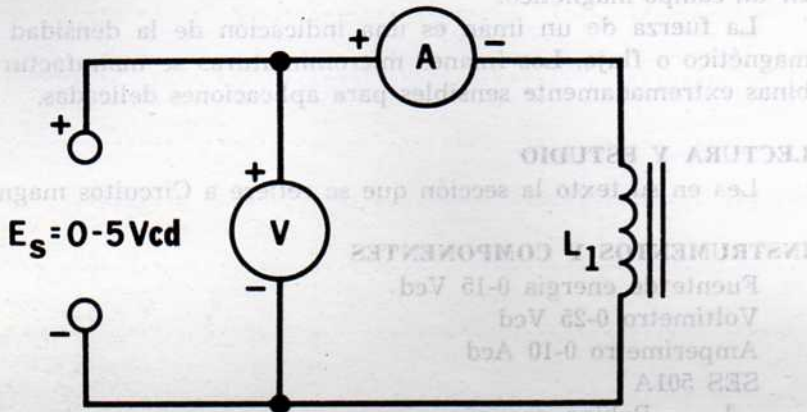


Fig. 23-1

Forme el circuito de la Fig. 23-1 y aplique 0.5 V al electroimán.

¿Cuántos clavos recogerá? ¿Cuál es la corriente? Aumente la tensión a un volt.

¿Puede recoger más clavos? ¿Cuál es ahora la corriente? Aumente la tensión a 5 volts y anote el número de clavos que puede levantar con el electroimán. Registre el valor de la corriente ahora.

6. Sujete la montura de la bobina, el espaciador roscado y la varilla de soporte, a la placa de base. Suspnda el núcleo largo de hierro de la varilla de soporte, como se muestra en la fotografía. Coloque la bobina pequeña en la montura, e inserte en ella el núcleo corto de hierro. Mueva cuidadosamente el núcleo corto hasta que se encuentre 12 mm afuera del núcleo largo de hierro vertical y fíjelo en esa posición. Conecte la bobina pequeña a la fuente de energía como se indica en la Fig. 23-1.
7. Aumente lentamente la tensión aplicada hasta que el núcleo largo de hierro sea atraído y toque el extremo del electroimán (núcleo corto de hierro). Note la corriente en la bobina. Repita el procedimiento varias veces y anote la corriente promedio requerida, en la tabla siguiente:

EXPERIMENTO

23

CIRCUITOS
ELECTROMAGNETICOS

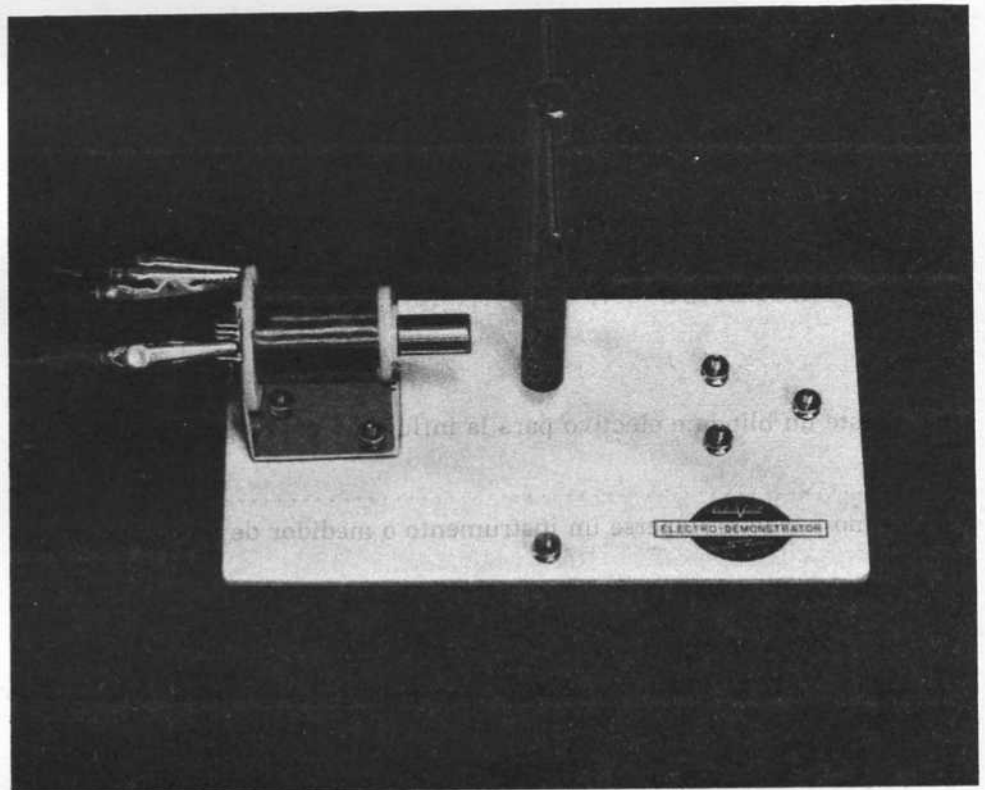
DISTANCIA	AMPERES	VOLTS	ENERGÍA
12 milímetros			
25 milímetros			
38 milímetros			

Repita los procedimientos anteriores para distancias de 25 a 38 milímetros y complete la tabla.

¿Qué conclusiones pueden sacarse de este experimento?

.....

.....



8. Manteniendo la separación entre los núcleos en 38 milímetros, coloque el recipiente de vidrio bajo el núcleo largo de hierro, de manera que un lado del recipiente se encuentre entre el núcleo del electroimán y el núcleo largo de hierro. Aumente cuidadosamente la corriente de la bobina hasta que el núcleo largo sea atraído hacia el

electroimán. Anote la corriente requerida por la bobina.

Retire el recipiente de vidrio, pida prestada una placa base de aluminio y colóquela entre el electroimán y el núcleo vertical de hierro.

Repita lo anterior y anote la corriente.

EXPERIMENTO

23

¿Son el vidrio y el aluminio blindajes efectivos contra el magnetismo?

.....
Repita el procedimiento anterior usando una charola del SES 501A.

Explique lo ocurrido:
.....

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Defina la permeabilidad.
.....
2. ¿Qué letra griega se usa como símbolo para la permeabilidad?
3. Consulte en la biblioteca el significado de:

FERROMAGNÉTICO
.....

DIAMAGNÉTICO
.....

PARAMAGNÉTICO
.....

4. ¿Existe un blindaje efectivo para la influencia del magnetismo?
5. ¿Cómo puede protegerse un instrumento o medidor de un campo magnético?
.....
6. ¿Cómo varía la fuerza magnética según la distancia a un polo magnético?
.....
7. Enuncie la Ley de Rowland y dé la fórmula de la Ley de Ohm que se le parece.
.....
.....
8. La fuerza magnética se mide en
.....

**CIRCUITOS
ELECTROMAGNETICOS**

9. Complete la definición de estos términos:

NI =

F =

Reluctancia =

Maxwell =

Gauss =

Flujo =

R =

H =

u =

Oersted =

Densidad del flujo =

Circuito magnético =

Retentividad =

Kilolíneas/centímetro =

EXPERIMENTO

23

EXPERIMENTO

24

CORRIENTE DIRECTA Y ALTERNA

EXPOSICIÓN

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

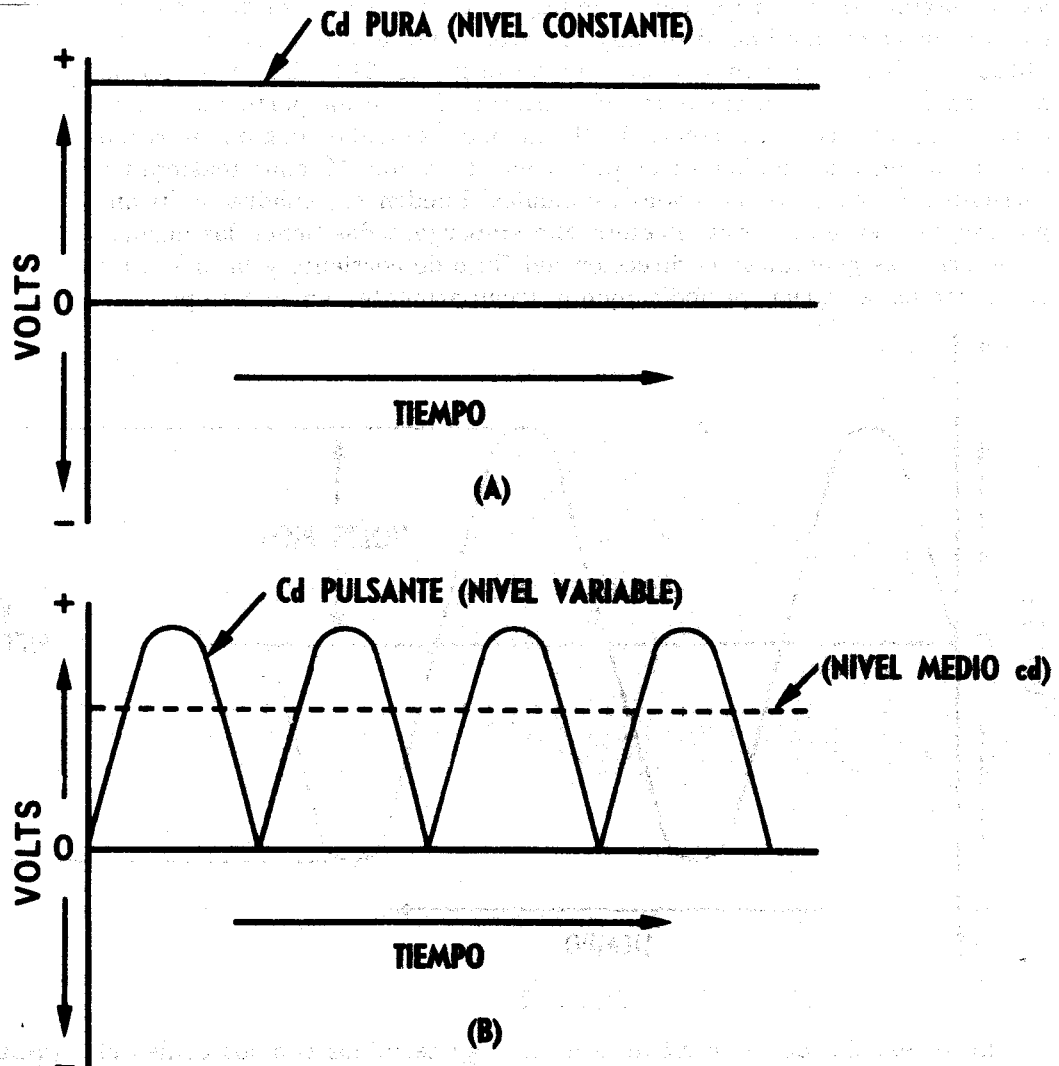


Fig. 24-1

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* esté bien filtrada, suministra *cd pulsante*.

Se puede representar gráficamente una *cd pura* y una *cd pulsante*. Observe la Fig. 24-1 (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 sólo 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.

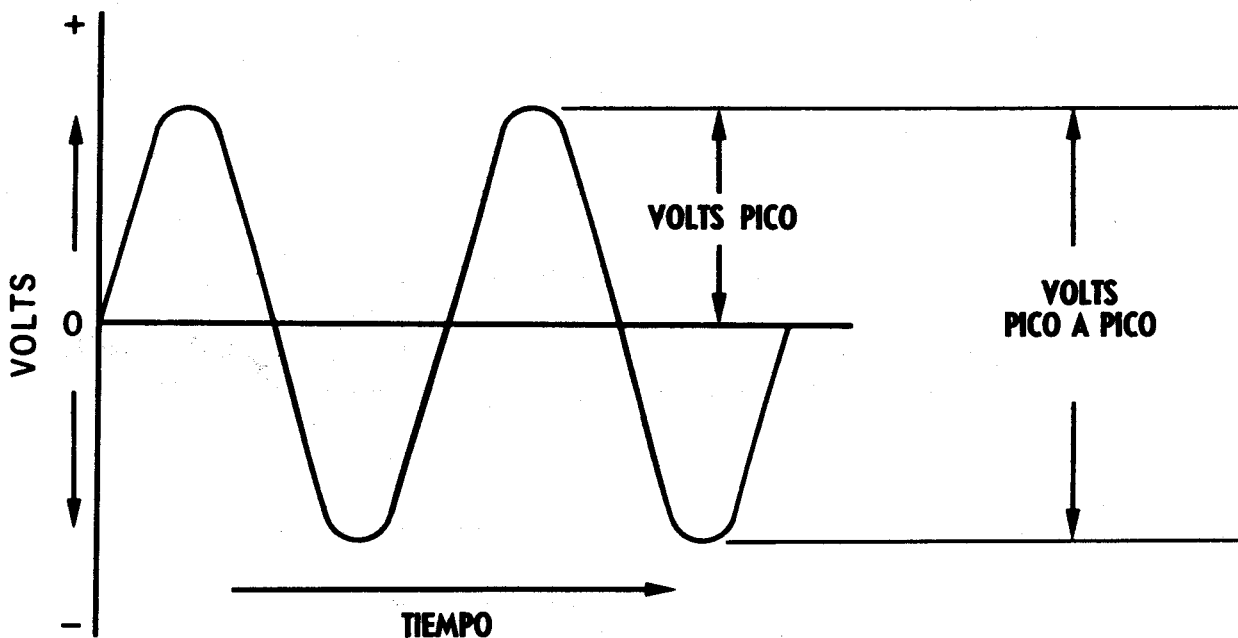


Fig. 24-2

En el estudio de la corriente alterna, hay términos con los cuales el estudiante debe familiarizarse. Casi todos saben que las líneas de energía

**CORRIENTE
DIRECTA Y ALTERNA**



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: $E_{m\acute{a}x.}$, E_{pico} o $I_{m\acute{a}x.}$, I_{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 álgebra). 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.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Corriente alterna (ca) y directa o continua (cd).

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-7 Vcd

Fuente de energía 0-15 Vca

Voltímetro 0-25 Vcd

Voltímetro 0-15 Vca

Amperímetro 0-1 Acd

Amperímetro 0-0.5 Aca

VTVM

SES 501A

LP₁ — Lámpara miniatura

SW₁ — Interruptor UPUT

Pila solar

R₁ — 1K, 1W

CR₁ — Diodo de silicio

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

24

EXPERIMENTO

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.

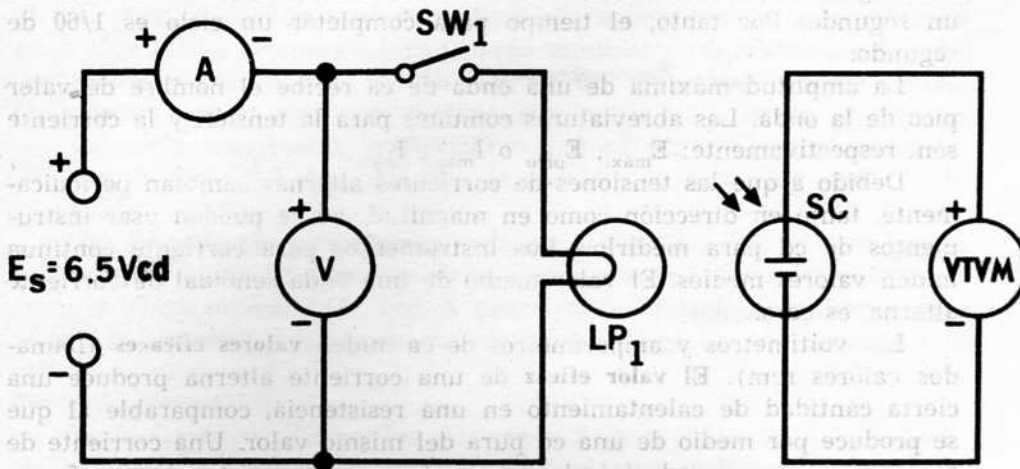


Fig. 24-3

2. Cierre el interruptor SW_1 , y ajuste cuidadosamente la fuente de energía cd a 6.5 Vcd. La lámpara miniatura debe brillar normalmente. El VTVM 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 VTVM
cd				
ca				

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 como 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

EXPERIMENTO

EXPERIMENTO
CORRIENTE DIRECTA Y ALTERNA

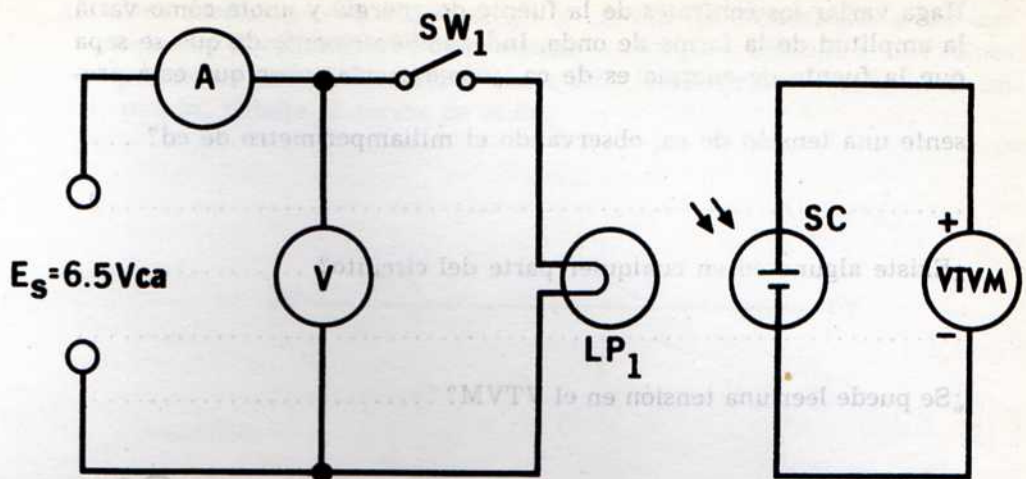


Fig. 24-4

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?

..... ¿Por qué?

14. Pida al 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.

EXPERIMENTO

24

0V ————— 0V

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 VTVM?

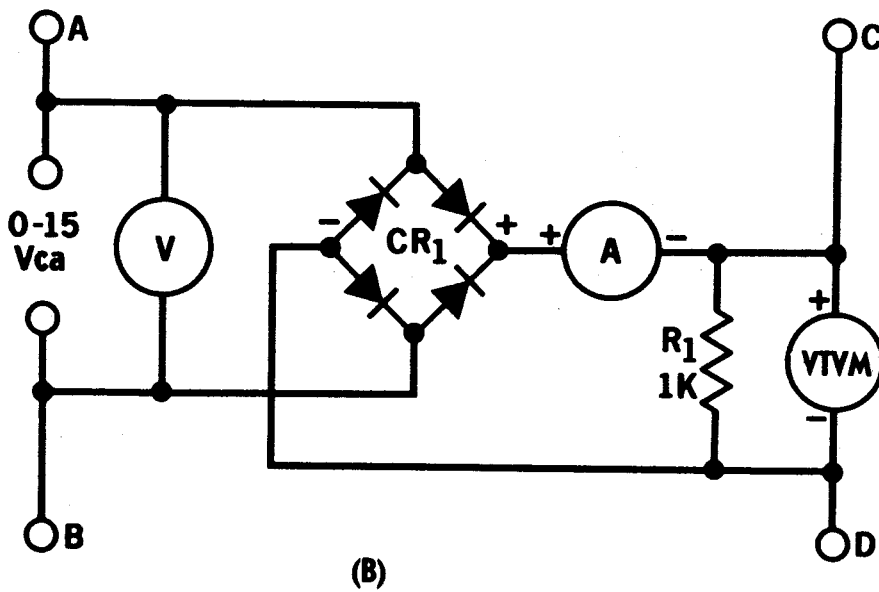
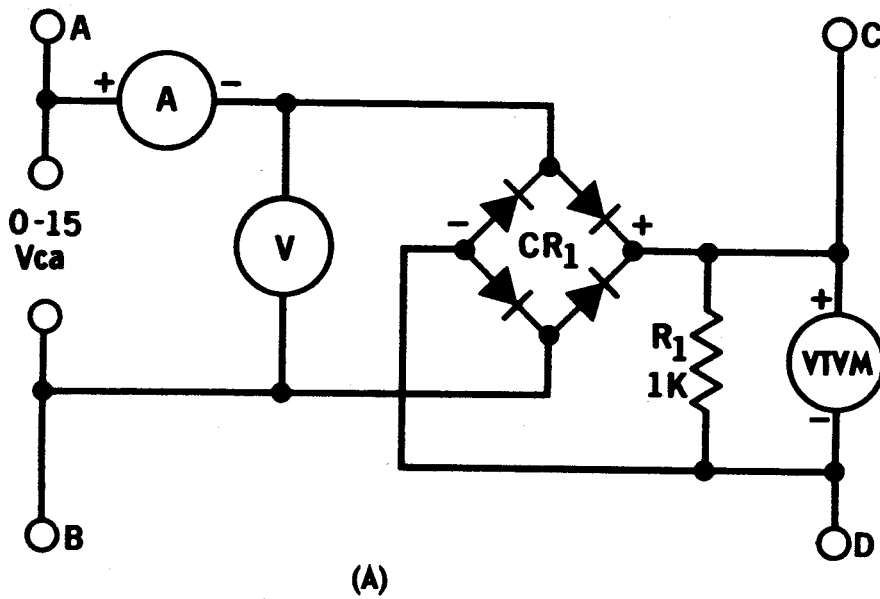


Fig. 24-5

**CORRIENTE
DIRECTA Y ALTERNA**

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.

0V _____ 0V

¿Qué tipo de forma 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

.....

EXPERIMENTO

24

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?

0V-----0V

¿Qué tipo de forma es ésta?

Desconectar momentáneamente la energía y reconecte el amperímetro de cd como se muestra en la Fig. 34-5 (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 repositado 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 para.
4. ¿Cuál es el valor eficaz o rms de una onda senoidal, cuyo valor de pico a pico es de 18 voltios?
5. Nombre cualquier aplicación que requiera solamente cd para su operación.

EXPERIMENTO

CA
CORRIENTE
DIRECTA Y ALTERNA

EXPERIMENTO

25

EL OSCILOSCOPIO

EXPOSICIÓN

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, frecuencia y forma de onda de una señal, en un punto dado del circuito.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección que se refiere a Osciloscopios.
Estudiar un Manual de osciloscopios.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía, 0-40 Vca
Fuente de energía 0-35 Vcd
Voltímetro 0-75 Vca
Osciloscopio
Generador de AF
VTVM ca
SES 501A
R₁ — 1K, 1W
R₂ — 1.5K, 1W
R₃ — 3.3K, 1W
Tablero para experimentos
Material misceláneo (no se suministra)
Radio funcionando

EXPERIMENTO

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 los 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?

.....

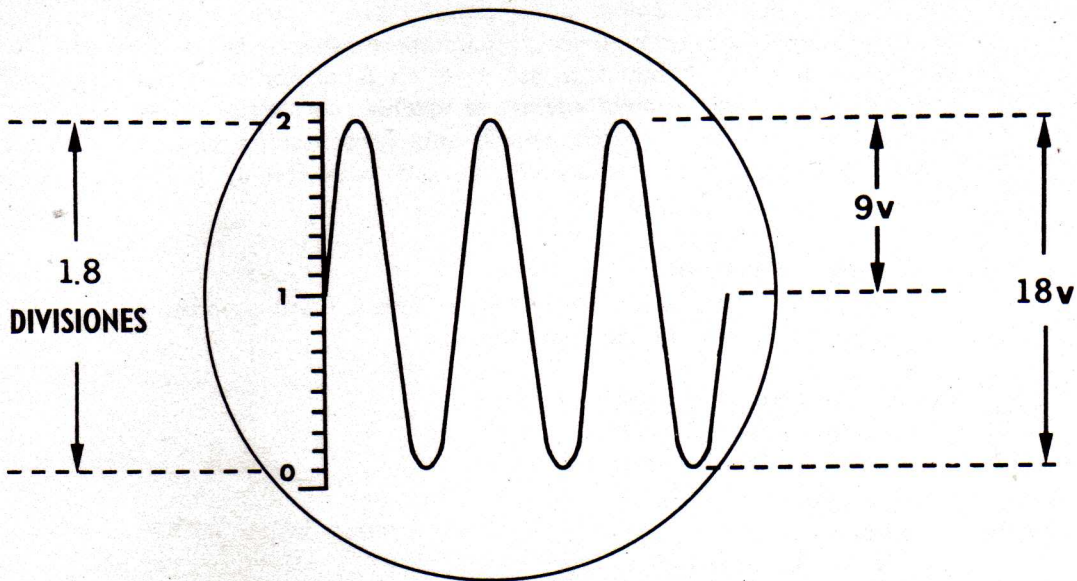


Fig. 25-1

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 VTVM, mida y anote en la tabla las tensiones en las terminales mostradas. Repita usando el osciloscopio calibrado y anote.

EL OSCILOSCOPIO

Terminales	VTVM (volts de pico a pico)	Osciloscopio (volts de pico a pico)
A-D		
B-D		
C-D		

Compare los resultados y explique:

.....

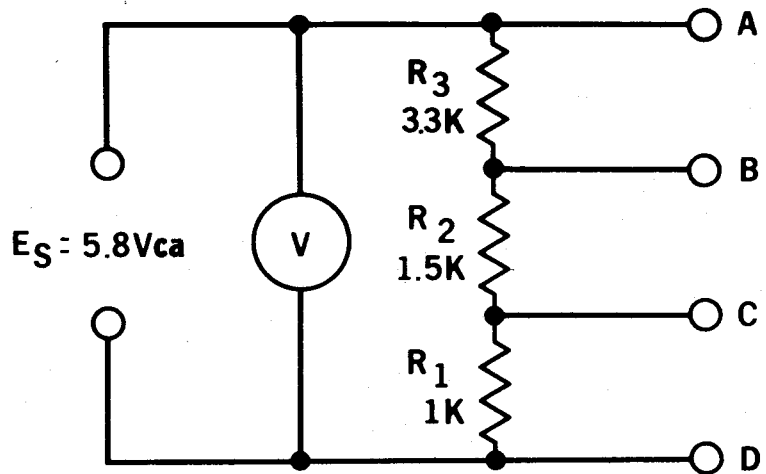


Fig. 25-2

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 VTVM. ¿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:

EXPERIMENTO

25

6. ¿Debe exhibirse sólo 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 brazo; 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?

.....

.....



EXPERIMENTO

26

PRINCIPIO DEL GENERADOR

EXPOSICIÓN

Al gran hombre de ciencia inglés, Sir Humphrey Davies, se le preguntó en una ocasión qué era lo que consideraba como su máximo descubrimiento, a lo cual replicó: "Michael Faraday". Faraday descubrió los principios de la inducción electromagnética y se le recuerda como el "padre de la dinamo".

Cuando un conductor corta líneas de fuerza magnética se establece una diferencia de potencial entre los extremos del conductor. En realidad, no importa cómo corte el conductor las líneas de fuerza magnética. El conductor puede permanecer estacionario, mientras se mueva el campo. En cualquier caso, debe existir un movimiento relativo entre ambos elementos.

La magnitud de la tensión generada depende de la rapidez con que sean cortadas las líneas de fuerza. Mientras más rápidamente se mueve el conductor, mayor será la tensión inducida. Mientras más intenso sea el flujo para una velocidad dada de un conductor, mayor será la fem inducida.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Principios del generador.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-5 Vcd

Voltímetro 0-5 Vcd

VTVM

SES 501A

Bobina grande

2 — Imanes permanentes de barra cilíndrica

2 — Bobinas pequeñas

2 — Monturas de bobina

2 — Núcleos cortos de hierro

Brazo de montaje de armadura de motor (Yugo)

Conjunto de carbones (Escobillas)

Conjunto de armadura, cd

Placas de base

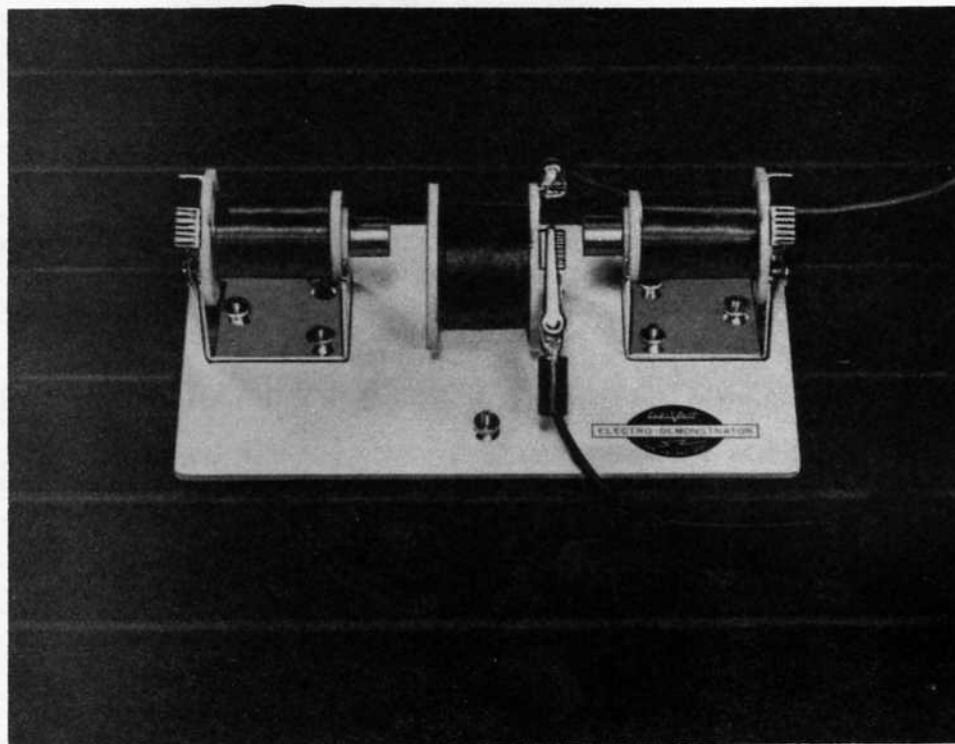
Alambre aislado, cal. 16

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Conecte la bobina grande al VTVM (NOTA: Ajuste el VTVM a cero central en el rango más sensible de cd). Tome un imán permanente y muévalo hacia dentro y hacia fuera de la bobina. Observe el VTVM. ¿Siempre es la indicación en la misma dirección de la tensión generada por la corriente inducida? ¿Fluye la corriente cuando el imán está en reposo dentro de la bobina?
Explique:
.....
¿Cómo se produce la corriente mayor: con movimiento lento o con movimiento rápido? Explique:
.....

2. Repita el experimento 1 manteniendo el imán en una posición fija y moviendo la bobina hacia arriba y hacia abajo sobre el imán. ¿Produce una tensión este tipo de movimiento relativo entre el imán y la bobina?



3. Coloque las dos pequeñas bobinas sobre sus monturas y fíjelas sobre la placa de base de la manera normal. Inserte los imanes permanentes en las bobinas y asegúrelos a aproximadamente 12 milímetros de separación (las bobinas se usan sólo para soportar a los imanes). Los imanes deben colocarse con el polo N de uno de ellos frente al polo S del otro. Conecte un tramo de alambre de 60 centímetros de largo, a las terminales del VTVM (NOTA: ajuste el VTVM en cero, en su rango cd más bajo). Sujete el conductor con ambas manos y pase rápidamente una sección del alambre hacia abajo a través del campo magnético entre los dos imanes. Observe el VTVM y la dirección de la tensión generada. Regrese ahora rápidamente el alambre a través del campo magnético. Observe la nueva dirección de la tensión generada. A menos que el VTVM sea muy sensible, las observaciones hechas con un solo conductor, serán poco claras. Separe los imanes permanentes hasta que estén aproximadamente a 7 cm de separación y fíjelos. Conecte el VTVM a la bobina grande y, con el agujero de la bobina en paralelo con los imanes, pase la sección más baja de la bobina rápidamente hacia abajo, entre los polos de los imanes. Observe la dirección y magnitud de la tensión generada. Ahora, eleve rápidamente la bobina entre los polos de los imanes. Observe nuevamente la magnitud y dirección de la tensión generada. Repita este procedimiento a varias velocidades diferentes. Vea la fotografía para lograr un montaje correcto.

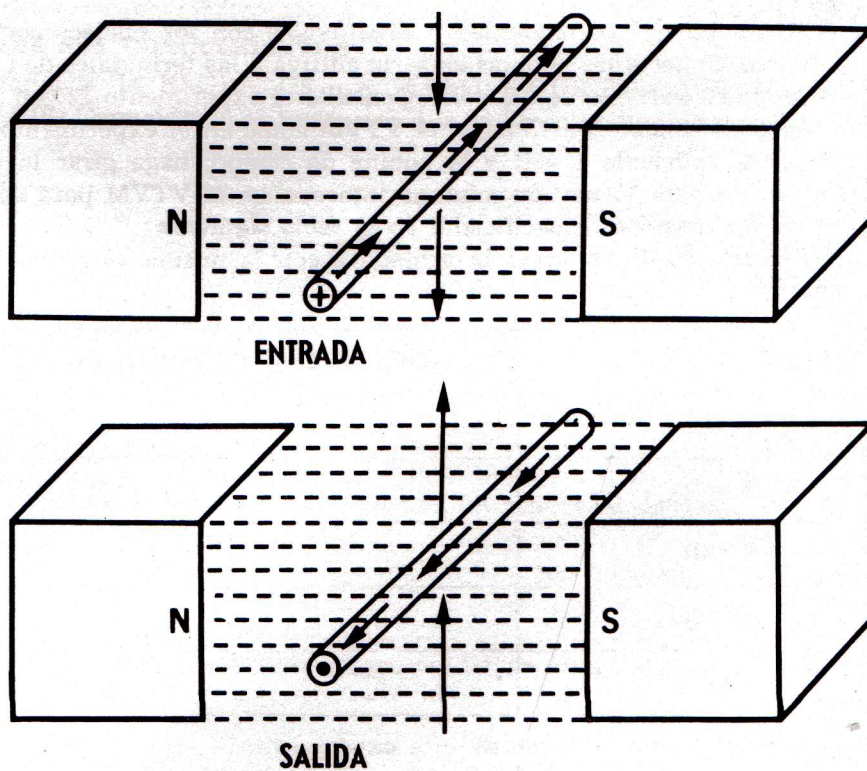
Consiga una pequeña bobina y repita los procesos anteriores.

Explique por qué la tensión inducida es diferente para el alambre,

**PRINCIPIO
DEL GENERADOR**

para la bobina pequeña y para la bobina grande

.....
.....
.....
Dibuje una gráfica que muestre la corriente inducida y la polaridad, durante el movimiento de descenso y ascenso del alambre (consulte el texto sobre generadores y estudie la Fig. 26-1).



EXPERIMENTO

26

Fig. 26-1

4. Quite los imanes permanentes e inserte y asegure los núcleos cortos de hierro en las bobinas. Conecte las bobinas en serie aditiva a una fuente de energía de 5 volts de cd. Repita el procedimiento del experimento 3, usando sólo la bobina grande y compare los resultados:

¿Qué arreglo produce la corriente inducida más intensa?

.....

5. Arme el generador de cd como se muestra en la fotografía. El conjunto de la armadura se inserta en el yugo, abriendo los extremos del yugo y montando el eje de la armadura en las chumaceras del yugo. El extremo del conmutador del conjunto de la armadura, debe estar cerca del extremo del yugo que tiene la tuerca de mariposa. Haga girar el conjunto de la armadura para asegurarse de que puede hacerlo. Para armar el conjunto de escobillas, quite la tuerca de mariposa y la arandela, de la chumacera del yugo y deslice el conjunto de escobillas sobre el yugo, en el extremo más cercano al conmutador de armadura. Oprima las escobillas de carbón de manera que se apoyen sobre el conmutador y fije el conjunto de escobillas al yugo, sujetándolo a la chumacera por medio de la arandela plana y la tuerca de mariposa. Inserte los imanes permanentes en las bobinas de campo y sujételos de manera que sus caras polares estén aproximadamente a 1.5 mm de las caras polares de la armadura, cuando están en un plano horizontal. No efectúe conexiones a las bobinas. Conecte el VTVM, según se ha ajustado previamente, a las terminales de las escobillas. Haga girar la bobina de la armadura con los dedos y observe el VTVM. ¿Invierte su dirección la corriente inducida cuando se invierte la dirección de rotación?

Explique:

6. Retire los imanes permanentes y sustitúyalos con los núcleos cortos de hierro. Conecte las bobinas en serie aditiva a las terminales de una fuente de cd variable de 0-5 volts. Consulte el experimento 22 con relación a las conexiones. Conecte el VTVM como en el experimento 5. Comience aplicando 1 volt a la bobina de campo; haga girar la armadura y anote la tensión máximo indicada en el VTVM para cada una de las tensiones especificadas en la tabla siguiente.

NOTA: Intente hacer girar la armadura con la misma velocidad en cada caso.

TENSIÓN DEL CAMPO	TENSIÓN MÁXIMA INDUCIDA
1 volt	
2 volts	
3 volts	
4 volts	
5 volts	

¿Qué conclusiones se sacan de este experimento?

.....

.....

**PRINCIPIO
DEL GENERADOR**

26

EXPERIMENTO

137

.....
.....
.....

3. ¿Cómo puede convertirse un generador de cd a un generador de ca?

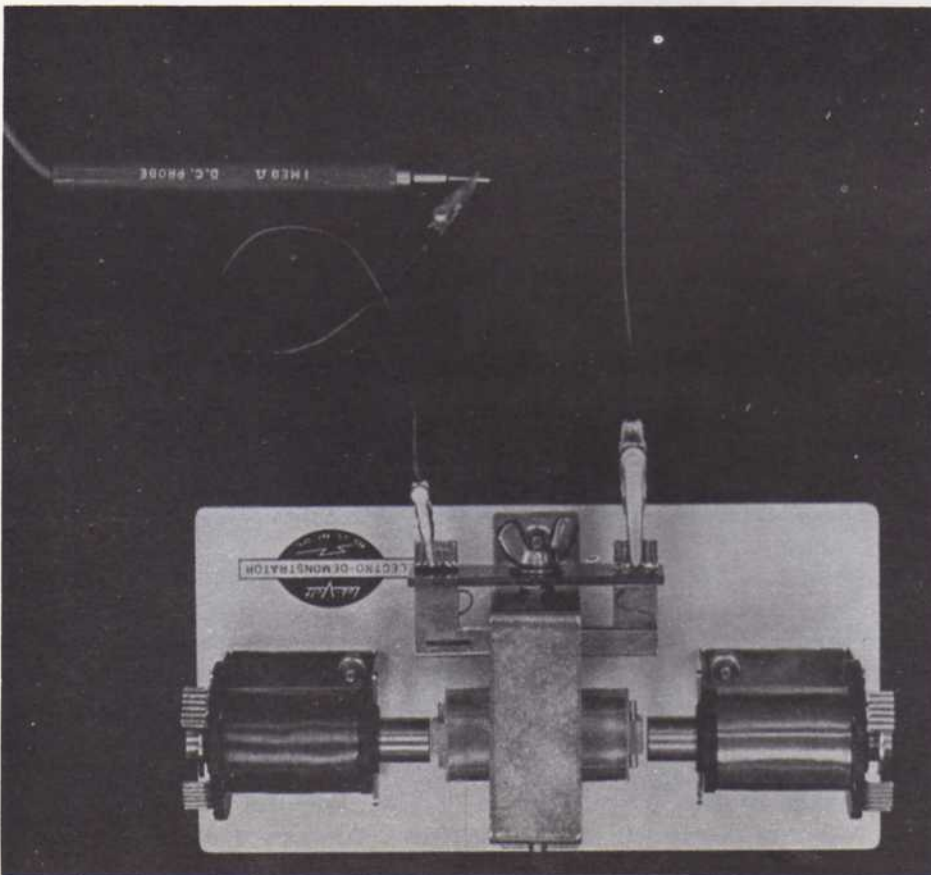
.....
.....

2. ¿Qué objeto tiene el conmutador en un generador de cd?

.....
.....
.....
.....
.....

1. Enuncie la REGLA DE LA MANO IZQUIERDA DEL GENERADOR. Demuéstrele al instructor que se ha comprendido su aplicación.

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS



4. ¿Cuál fue el mayor descubrimiento de Michael Faraday?
-
5. Si se aumenta la corriente en los devanados de campo de un generador, ¿aumenta o disminuye su salida?
- Explicue:
-
-
6. ¿Cómo controla el regulador de corriente y tensión de un automóvil, la salida del generador?
-
-
-
7. ¿Qué tipo de generador se ha construido en el experimento 6?
-
- ¿Qué tipo se usa en el generador automotriz?

EXPERIMENTO

27

SOLENOIDES

EXPOSICIÓN

Una de las aplicaciones más útiles de las fuerzas magnéticas está en la conversión de una fuerza eléctrica a una mecánica, por medio de una "bobina de succión" o solenoide. Cuando se introduce parcialmente en una bobina solenoide, un núcleo de hierro capaz de ser magnetizado, y se activa la bobina, el núcleo es "succionado" en la bobina y permanece en reposo, en su posición central. Parecería como si las líneas de fuerza magnética fuesen elásticas. En realidad, las líneas se extienden cuando el núcleo está fuera de centro en la bobina. Las líneas de fuerza magnética se contraen para tomar la trayectoria más corta posible y a la vez mueven al núcleo para conformarse a esta trayectoria.

Puede unirse un eslabón mecánico al núcleo y aprovechar el movimiento para operar interruptores, palancas y válvulas. Se usa un resorte para regresar el núcleo a su posición fuera de centro, cuando se desactiva la bobina.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Solenoides.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

- Fuente de energía 0-12 Vcd
- Fuente de energía 0-35 Vca
- Voltímetro 0-15 Vcd
- Voltímetro 0-50 Vca
- SES 501A
- Bobina pequeña
- Montura de bobina
- Núcleo de hierro con agujero
- Placa de base
- Placa de campana
- SW₁ — Interruptor de botón N.A.
- 2 — Varillas de soporte
- 2 — Espaciadores roscados
- 2 — Bandas elásticas
- 3 — Clavos de hierro
- Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Fije la montura de la bobina sobre la placa de base y coloque la bobina pequeña en aquella. Inserte el núcleo de hierro aproximadamente a la mitad del camino de la bobina. Asegúrese de que pueda abrirse el dispositivo de seguro de la bobina. Conéctela en serie con el interruptor de botón N.A., a una fuente de energía de 12 volts de cd. Vea la Fig. 27-1. Oprima el interruptor y observe la acción del núcleo. Repita esto último varias veces.
2. Sugiera cuatro dispositivos mecánicos que pueden operarse mediante

un solenoide.
.....
.....
.....

3. Retire el núcleo de la bobina e inserte tres clavos núm. 8 en su lugar. Accione el interruptor y observe el comportamiento de los clavos.

Explique:

.....

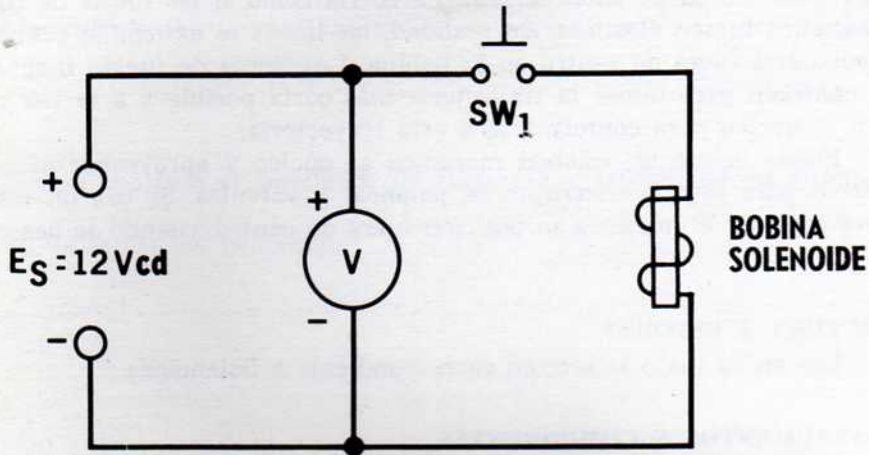


Fig. 27-1

4. Quite los clavos de la bobina. Fije las varillas de soporte a la placa de base, como se muestra en la Fig. 27-2. Introduzca la banda elástica a través del agujero del núcleo y arme las varillas soporte como se muestra en la figura.

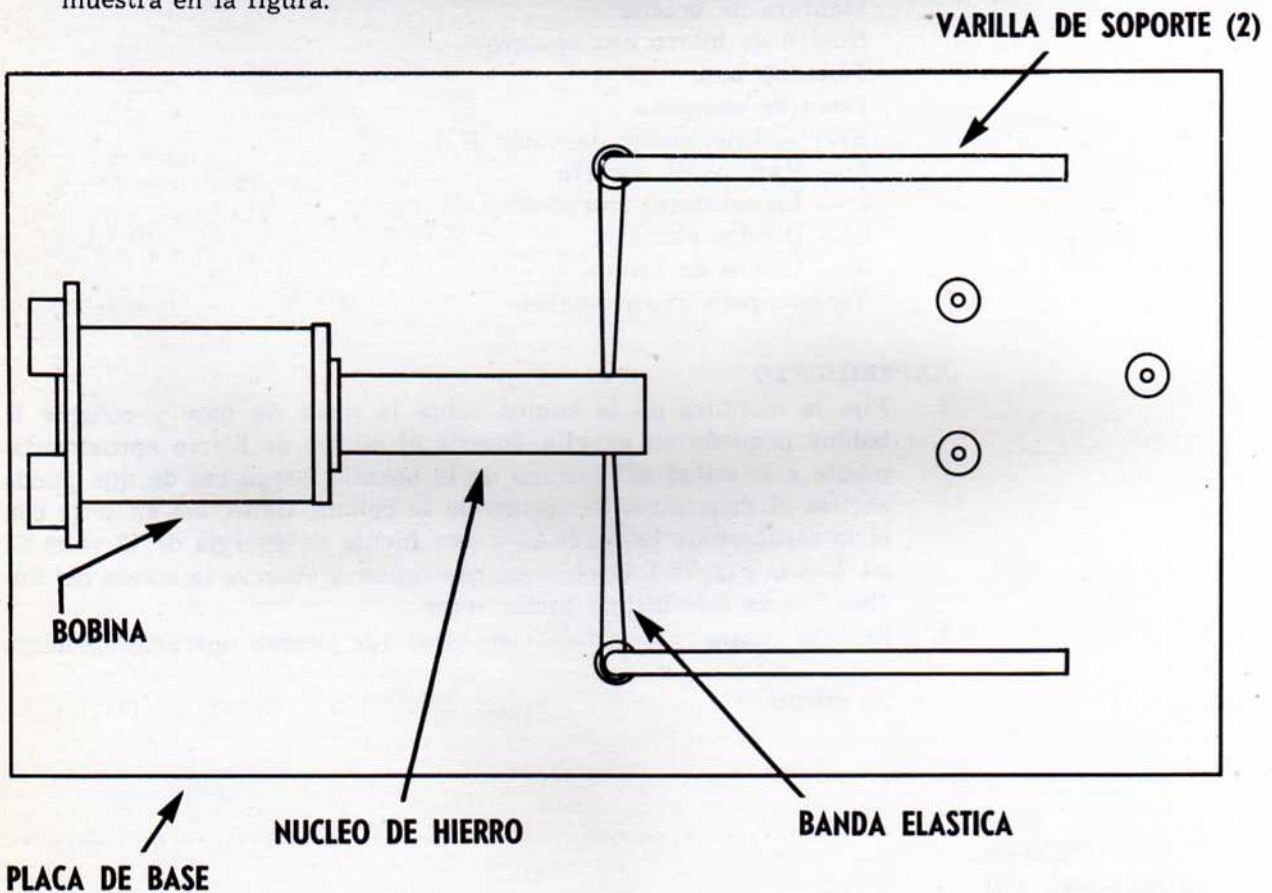
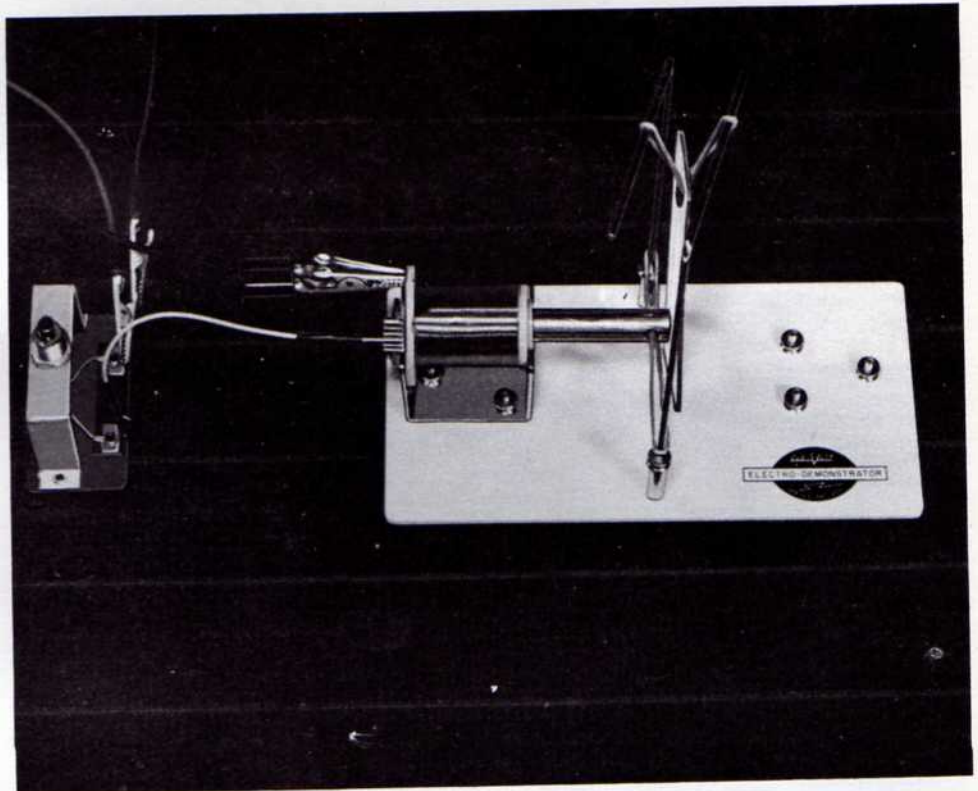


Fig. 27-2

Accione el interruptor y observe el movimiento del núcleo. Aumente y disminuya la tensión de la fuente y vea la distancia recorrida por el núcleo.

5. Construya una campana de timbre simulada, suspendiendo la placa de campana de las varillas soportes, por medio de la banda elástica, como se ilustra en la fotografía. Conecte a una fuente de cd de 9 volts, usando el interruptor de botón normalmente abierto. Accione varias veces el interruptor. Si la placa de campana se ubicó correctamente por medio del ajuste de las varillas de soporte, se escuchará un tintineo. Varíe ligeramente la tensión arriba y abajo de 9 volts y capte la diferencia en la acción y el sonido.



6. Conecte ahora el circuito de la campana a una fuente de 35 volts de ca. ¿Opera de la misma manera cuando se oprime el interruptor, que cuando se conecta a la fuente de cd? Explique por qué es necesario aumentar la tensión cuando se usa ca.

EXPERIMENTO

27

7. ¿Si se tiene una campana en el hogar, opera con ca o con cd?

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Una bobina de solenoide de succión está devanada sobre una pieza de tubo de hierro, ¿operará satisfactoriamente?

Explique:

2. ¿Cómo puede el principio demostrado en el experimento 3, usarse para medir una tensión o corriente en un circuito? (Vea la sección sobre movimientos de medidores de hierro móvil en el texto).

.....
.....

3. ¿Cómo puede usarse un solenoide para activar una cerradura en una puerta? Dibuje un diagrama de cómo se inventaría este tipo de cerradura.

4. ¿Cómo podrían usarse solenoides para hacer girar la válvula en un tubo de agua, para abrirla y cerrarla? Dibuje un esquema de este tipo de dispositivo, así como el circuito.

5. ¿Por qué un solenoide "succiona" su núcleo al centro de la bobina?

.....
.....
.....

SOLENOIDES

EXPERIMENTO

28

EL ZUMBADOR

EXPOSICIÓN

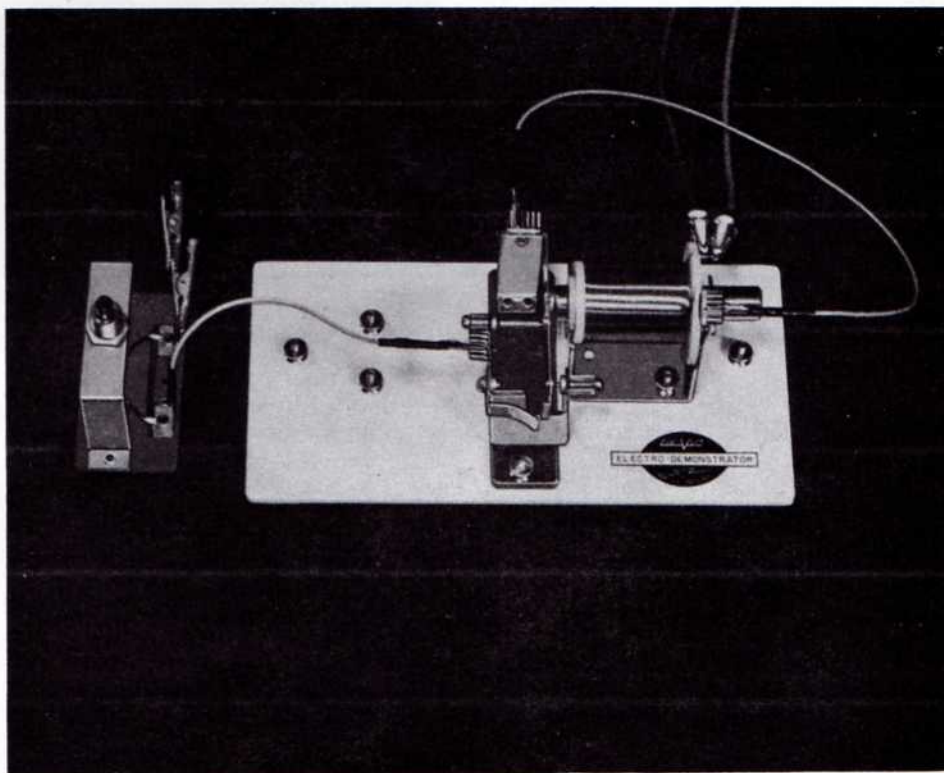
El zumbador tiene un objetivo útil como dispositivo de señalización. Si se unen un martinete y una campana, se convierte en el timbre ordinario, que nos es familiar. Su operación es fácil de comprender: los principios en que se basa refuerzan aprendizajes previos y ponen énfasis en las aplicaciones.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Zumbadores (o campana de puertas).

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-15 Vcd
Fuente de energía 0-15 Vca
Voltímetro 0-50 Vcd
Voltímetro 0-25 Vca
Amperímetro 0-1 Acd
SES 501A
Conjunto de armadura (zumbador)
Bobina pequeña
Núcleo corto de hierro
Montura de bobina
Placa de base
SW₁ — Interruptor de botón N.A.
Tablero para experimentos



EXPERIMENTO

1. Fije la montura de la bobina y la del zumbador sobre la placa de base. Coloque la bobina en su montura. Inserte el núcleo y sujételo en su

lugar, de manera que su extremo esté cerca de la armadura del conjunto del zumbador. NOTA: la montura de la bobina se ubica cerca del conjunto de zumbador, usando sólo dos de las tuercas de montaje. Vea la fotografía.

- Alambre el circuito como se muestra en la Fig. 28-1.

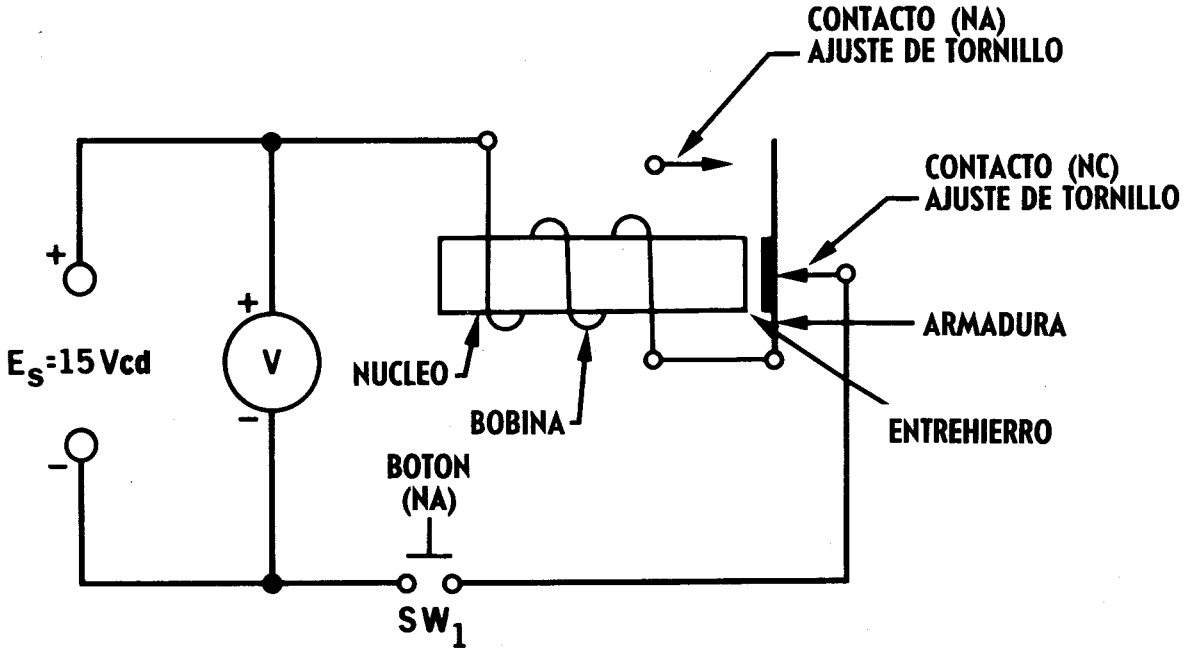


Fig. 28-1

- Ajuste la fuente de energía de cd a 15 volts. Coloque el zumbador en operación oprimiendo el interruptor de botón. Ajuste el contacto del zumbador (NC) con el tornillo de ajuste para obtener el mejor "zumbido".
- Explique el ciclo de operación del zumbador. ¿Por qué continuará "zumbando" en tanto haya una tensión aplicada?

.....

- Experimente con la tensión del resorte de la armadura del zumbador. ¿Aumenta o disminuye un incremento en la tensión del resorte el nivel de tono del zumbador?
- Experimente con cambios en el "entrehierro", acercando el núcleo a la armadura. ¿Mejora la operación del zumbador, este cambio en distancia del entrehierro?

EL ZUMBADOR

7. Conecte el amperímetro en serie con el zumbador y mida la corriente.
¿Cuál es el valor medido?
8. Retire el núcleo de la bobina. ¿Sigue operando el zumbador?
Explique:
.....
.....
9. Desconecte la fuente de cd y el amperímetro. Conecte el circuito a una fuente de ca de 15 volts. ¿Sigue operando el zumbador? ¿Por qué?
.....
.....
.....
.....

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Si se usara un núcleo de acero en el zumbador, ¿operaría apropiadamente? ¿Por qué?
2. ¿Por qué hay una pieza de hierro unida a la armadura de latón en el montaje de este zumbador?
3. ¿Cómo puede conectarse el zumbador a un timbre?
4. ¿Por qué un cambio en el "ajuste del entrehierro" cambia la operación del zumbador?
5. ¿Fluye corriente continua pura en la bobina del zumbador?
Explique:
6. ¿Cuál es el objeto del "vibrador" usado en radios de coche? NOTA:
Los vibradores no se necesitan ya en los radios de transistores.

EXPERIMENTO
28

7. ¿Opera con ca o cd el timbre de su casa?
- ¿Por qué?
-
8. ¿Se calienta la bobina del zumbador después de un lapso de operación continuada?
- ¿Por qué?
-



EXPERIMENTO

29

RELEVADORES

EXPOSICIÓN

Los relevadores son interruptores magnéticos. Constituyen un método seguro, económico y conveniente para controlar circuitos de alta tensión y alta corriente, desde una localidad remota, por medio de una fuente de baja tensión. También se encontrarán muchos relevadores en un automóvil, y éstos sirven para controlar tensiones y corrientes, para operar la bobina y el arranque. Es frecuente el uso de relevadores donde se necesita seguridad y velocidad de operación en circuitos de interruptores, o para conectar cargas de corriente intensa, por medio de un circuito de control, que opera a baja corriente.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Relevadores.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-5 Vcd

Fuente de energía 0-15 Vca

Voltmetro 0-5 Vcd

Voltmetro 0-15 Vca

SES 501A

Bobina pequeña

Montura de bobina

Núcleo corto de hierro

Placa de base

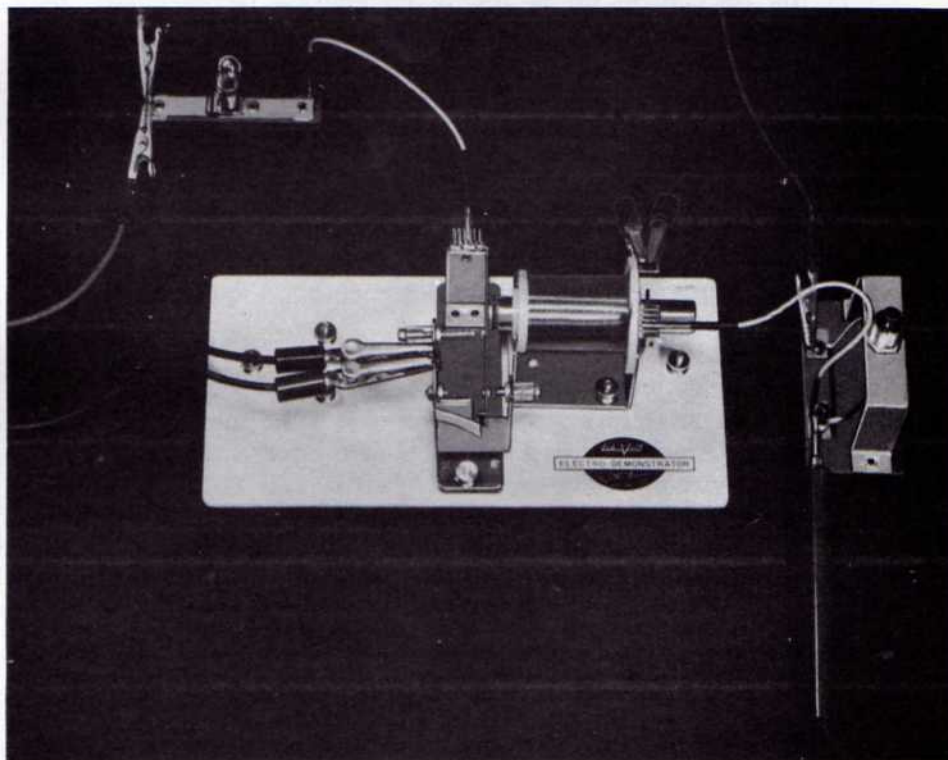
SW₁ — Interruptor de botón N.A.

SW₂ — Interruptor de botón N.C.

LP₁ — Lámpara miniatura

Conjunto de armadura (relevador)

Tablero para experimentos



EXPERIMENTO

1. Construya el circuito de un relevador como el que se ilustra en la Fig. 29-1. Esto requerirá montar la bobina y su base junto con el conjunto del relevador, sobre la placa de base. Vea la fotografía. Inserte el núcleo de hierro en la bobina y asegúrelo a una distancia de 0.8 mm de la armadura. Oprima la armadura contra el núcleo y haga girar el tornillo de control N. A. hasta que haga contacto con ella. Libere y observe que el tornillo de contacto y la armadura estén libres.

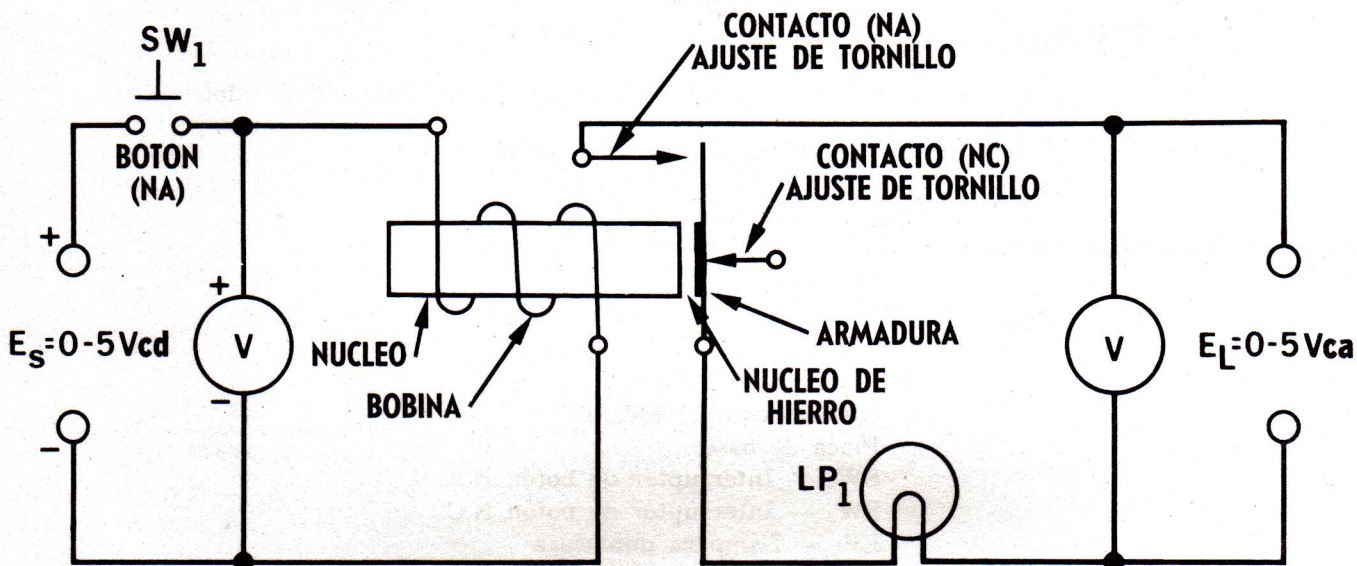


Fig. 29-1

2. La perilla de control de la fuente de energía recomendada, hará variar simultáneamente la baja tensión de ca y de cd. El ajuste para 5 Vcd en la bobina del relevador dará la tensión correcta de ca para la lámpara. Se requerirá una fuente adicional de ca si no se dispone de una fuente de energía como la recomendada.
3. En el circuito de la Fig. 29-1, el relevador está normalmente abierto (N.A.). Si se usa el otro contacto, el relevador puede operarse en la posición normalmente cerrada (N.C.).
4. Oprima el interruptor y observe el voltímetro conectado a la bobina, al aumentar lentamente la tensión desde cero. ¿A qué tensión se activa el relevador?
5. Mueva el núcleo hacia afuera para aumentar la separación entre el núcleo y la armadura, aproximadamente a 1.5 mm. Repita el experimento 4. ¿A qué tensión se activa el relevador?
6. Reconecte el circuito como se muestra en la Fig. 29-2. Repita el experimento 4, reajustando la abertura a 0.8 mm. ¿Funciona el relevador igualmente bien con ca en la bobina?

Explique:

.....

.....

RELEVADORES

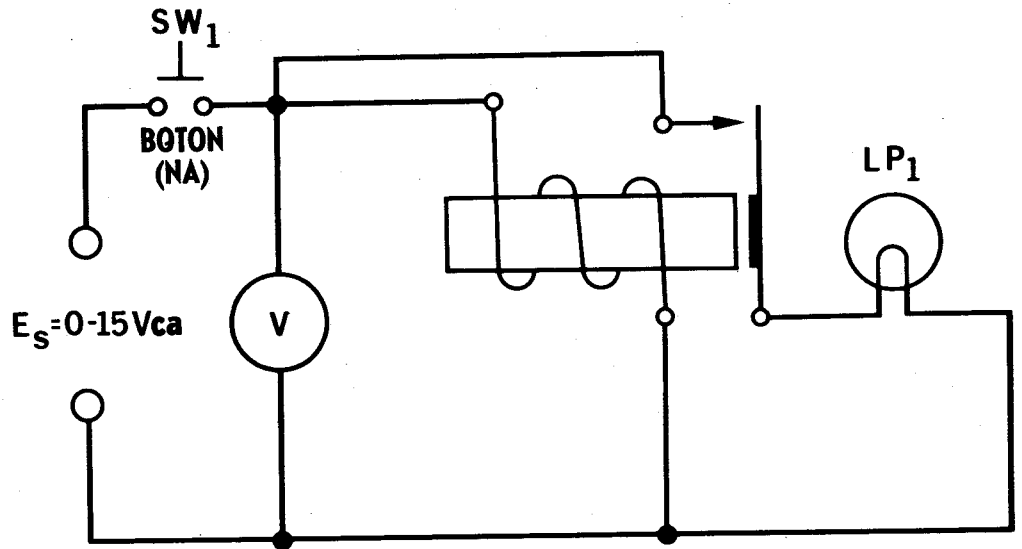


Fig. 29-2

7. Conecte el relevador como un relevador desacoplado. Vea la Fig. 29-3. Arme mecánicamente el relevador como en el experimento 1. Este circuito se usa mucho para controlar motores y dispositivos eléctricos. Accione el relevador, oprimiendo el interruptor de botón normalmente abierto (N.A.) (NEGRO). La lámpara se enciende. La lámpara miniatura se usa como carga para demostración del circuito, en lugar de un motor. Una presión momentánea sobre el botón (N.C.) (ROJO) permite que el relevador se abra y abra el circuito. La lámpara se apaga.

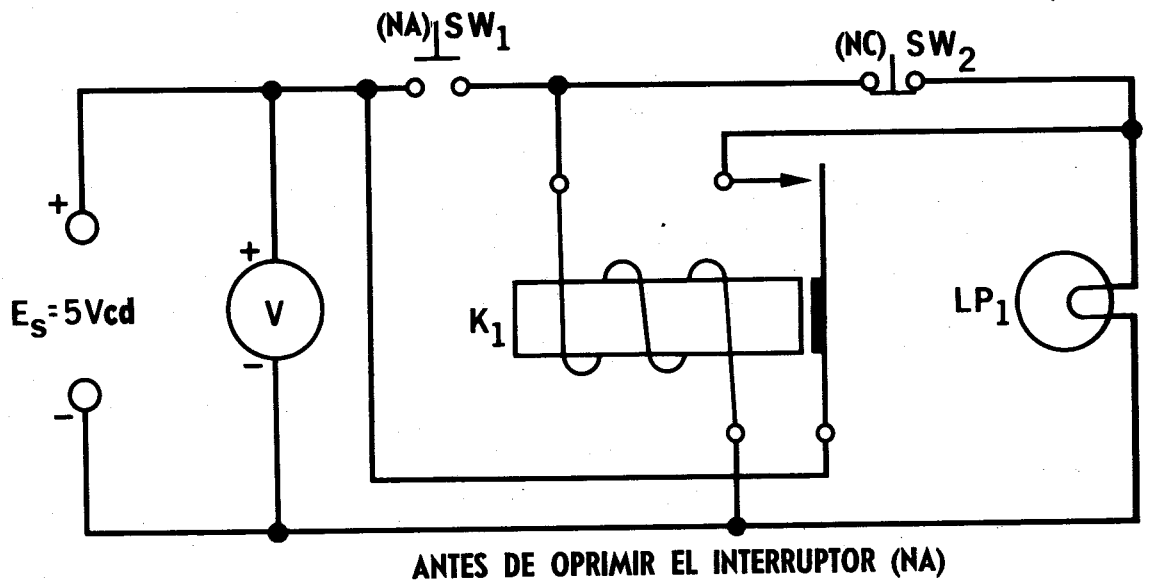
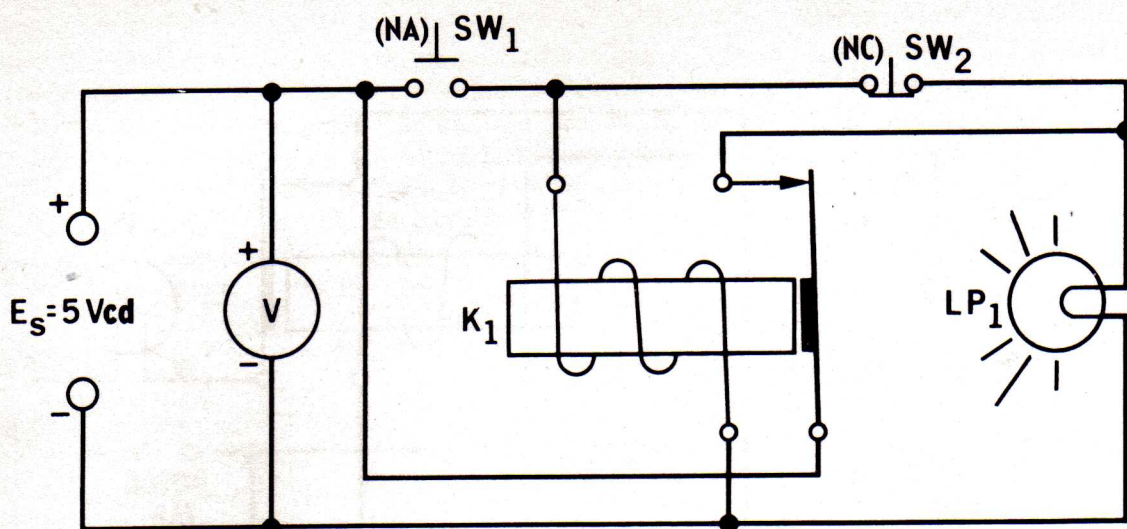


Fig. 29-3 (continúa)



DESPUES DE OPRIMIR EL INTERRUPTOR (NA)

Fig. 29-3 (continuación)

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Un relevador se puede usar como dispositivo de seguridad. Explique:

2. Un relevador se puede usar como dispositivo de ahorro. Explique:

3. Un relevador se puede usar como dispositivo de conveniencia. Explique:

4. ¿Por qué el "ajuste del entrehierro" es importante en un relevador?

 Enuncie la ley magnética que se aplique aquí.
5. Nombre cinco aplicaciones de relevadores sobre las que el estudiante haya leído algo.
6. ¿Se usan relevadores en su hogar en algún dispositivo eléctrico? En caso afirmativo, nombre algunos aparatos.
7. Si fuera a seleccionarse un relevador para una aplicación particular, señale las especificaciones que habría de tomar en consideración.

8. En el automóvil, ¿con qué objeto se usan relevadores?

RELEVADORES

EXPOSICIÓN

Muchas casas se incendian por circuitos eléctricos sobrecargados. Siempre debe instalarse en los circuitos eléctricos domésticos e industriales, un dispositivo que automáticamente abra el circuito si la corriente excede al valor máximo de seguridad. El técnico no debe alterar nunca estos dispositivos.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto las secciones correspondientes a Fusibles e interruptores.

EXPERIMENTO

30

FUSIBLES E INTERRUPTORES DE CIRCUITOS

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-25 Vcd

Voltímetro 0-25 Vcd

Amperímetro 0-10 Acd

SES 501A

2 — Bobinas pequeñas

2 — Monturas de bobina

Núcleo corto de hierro

Placa de base

Conjunto de armadura (interruptor)

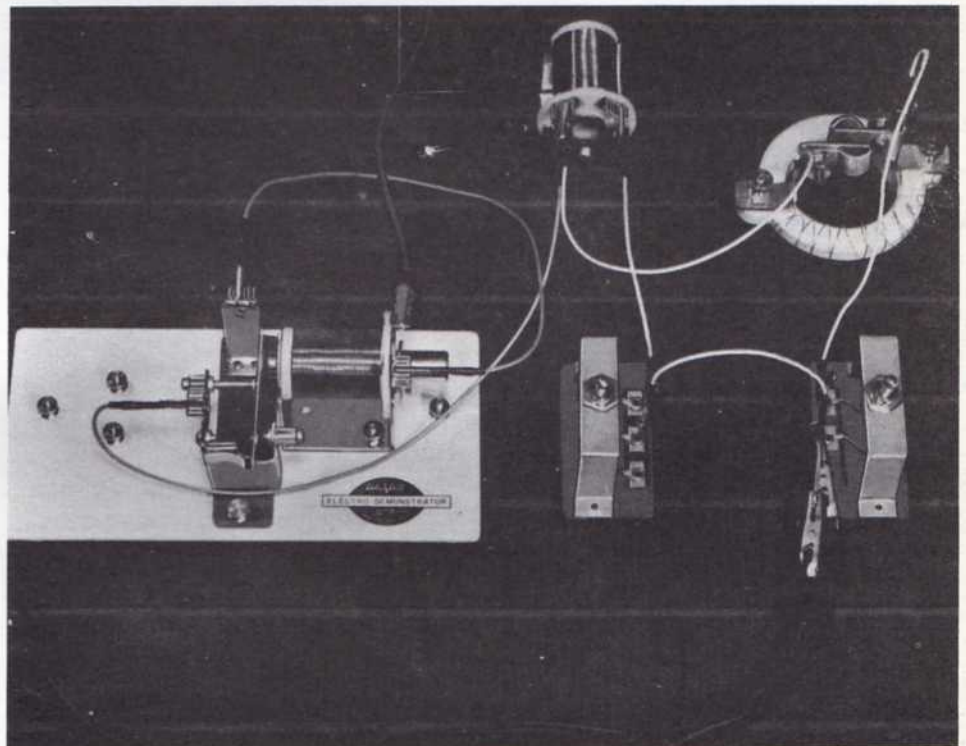
Alambre nicrom

Portaelectrodo

SW₁ — Interruptor UPUT

SW₂ — Interruptor UPDT

Tablero para experimentos



EXPERIMENTO

- Arme el interruptor como se ilustra en la fotografía y en el siguiente esquema de la Fig. 30-1.

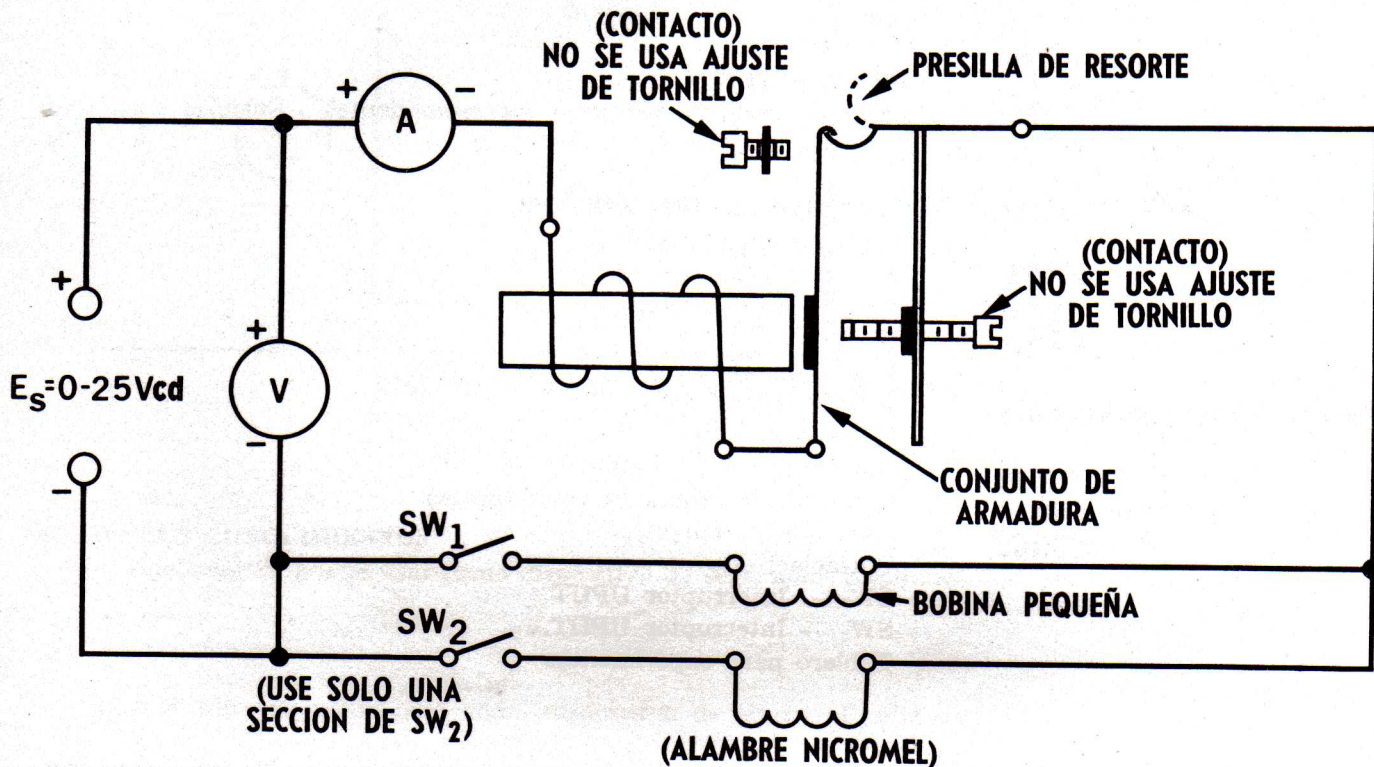


Fig. 30-1

- Con la armadura desarmada, ajuste y asegure el núcleo en la bobina hasta que esté aproximadamente entre 0.8 y 1.5 mm de la armadura, en el conjunto del interruptor.
- Oprima la grapa de resorte en el extremo más alejado del conjunto de la armadura y también el brazo de dicha armadura, alejándolo del núcleo hasta que la oreja en su extremo libre se enganche con la grapa. Permita que la grapa de resorte oprima la oreja de la armadura, manteniéndola sujeta.
- En los ajustes iniciales, asegúrese de que los contactos de los tornillos (conexión y desconexión) de la armadura, no toquen el brazo de ésta ni la posición de conexión o desconexión. Vea la Fig. 30-1.
- Se considerará la bobina pequeña como si fuese el motor de una licuadora como las que se encuentran en muchas cocinas modernas. El alambre nicrom representará las bobinas de calefacción de una parrilla wafflera. Ajuste la tensión de la fuente de energía a 20 Vcd. Cierre el interruptor para conectar la licuadora. ¿Se abre el interruptor?
- Cierre el interruptor para conectar la wafflera. ¿Se abre ahora el interruptor? Explique:

**FUSIBLES
E INTERRUPTORES
DE CIRCUITOS**

.....
.....
NOTA: Retorne siempre la tensión a CERO, antes de reajustar el conjunto del interruptor. Puede ser necesario hacer pequeños ajustes de tensión o en el brazo de la armadura y en la grapa de resorte, para obtener la operación óptima.

7. Reajuste el interruptor (teniendo precaución). Desconecte la carga abriendo los dos interruptores. Reajuste la tensión a 20 Vcd. Demostraremos un corto circuito. Conecte una punta de la grapa a las terminales de la licuadora. Cierre el interruptor de la licuadora. ¿Qué sucede? ¿Ofrece este interruptor protección contra cortos circuitos?

8. Reponga nuevamente el interruptor después de desconectar la tensión. Deje el corto circuito conectado. Aumente lentamente la tensión hasta que se abra el interruptor. Anote la corriente $I =$

9. Aumente y disminuya la distancia del núcleo de la armadura sucesivamente y repita el experimento 8. ¿Qué efecto tiene esto sobre la corriente requerida para abrir el interruptor?

.....
.....
Asegúrese de que la energía está desconectada cuando se hacen los ajustes. Explique por qué es importante la longitud de la abertura (entre armadura y núcleo).

EXPERIMENTO OPTATIVO

APARATO ESPECIAL DE LABORATORIO (Fig. 30-2): Este aparato debe construirse en cada localidad para que pueda usarse en demostraciones o para el servicio particular de los alumnos. No se suministran como parte del juego SES 501A.

PARTES

- Lámpara de 60 W
- Lámpara de 60 W
- Lámpara de 150 W
- 3 — Receptáculos de bayoneta, tipo Edison
- 2 — Postes de conexión
alambre nicrom, cal. 24
- 1 — Alambre de fusible de un ampere
- 1 — Fusible renovable tipo cartucho

NOTA: Un eslabón fusible de un ampere se instala en el portafusible de cartucho. Si se desea obtener evidencia de la acción del fusible, conecte un tramo de alambre de fusible entre los dos postes terminales. Vea la Fig. 30-2.

PROCEDIMIENTO PARA LA DEMOSTRACIÓN

1. El uso del demostrador especial de protección de circuitos del laboratorio, muestra dramáticamente la razón por la que los dispositivos de protección de circuitos son requeridos por ley, para la seguridad de los usuarios.
2. Conecte el demostrador a la línea de 120 volts. El fusible renovable

EXPERIMENTO 30

debe estar en su lugar. No debe haber lámparas en los receptáculos.

3. Imagínese la historia siguiente: usted regresa tarde a casa y decide leer el diario de la tarde. Conecte una lámpara de 60 W. Inserte la lámpara de 60 W en el demostrador.

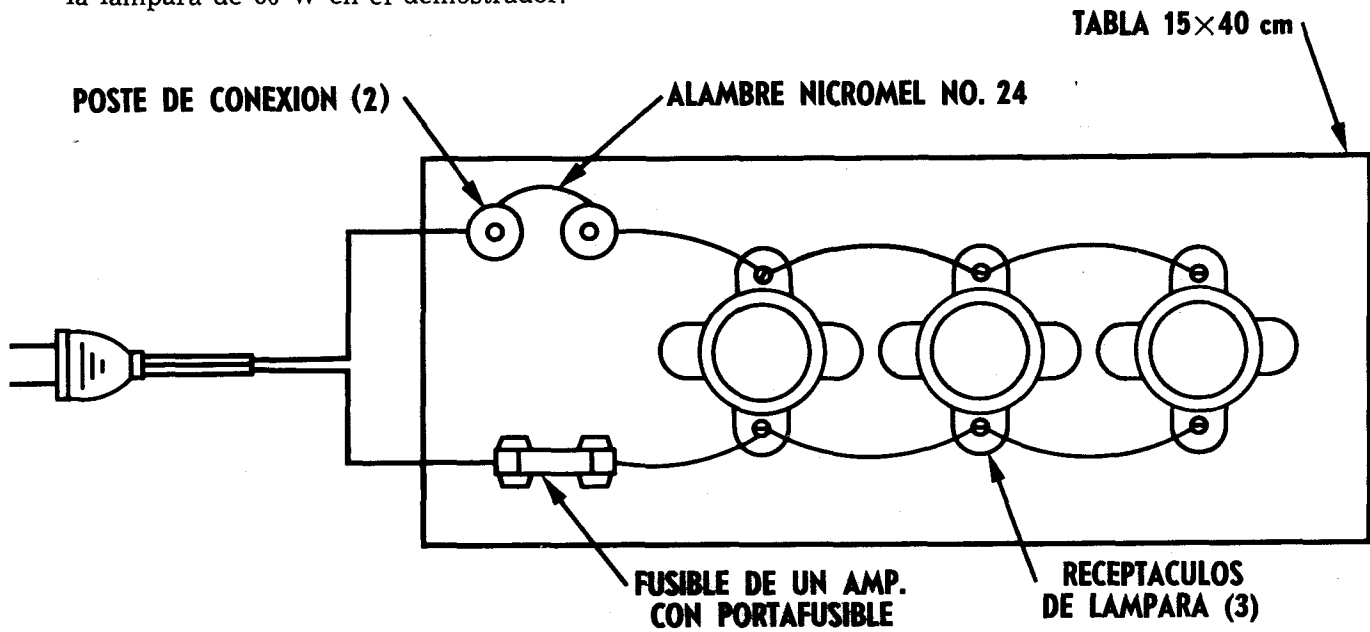


Fig. 30-2

4. Otro miembro de la familia llega a casa y enciende la TV. Inserte una lámpara de 60 W en el demostrador. Esto representa la corriente que toma la TV.
5. Mamá llega a preparar la cena y conecta la estufa. Inserte una lámpara de 150 W en el demostrador. ¿QUÉ SUCEDE? Desconecte las lámparas. (Coloque cintas de papel delgado sobre el alambre nicrom.)
6. Papá no puede encontrar el nuevo fusible, pero es necesario tener luz, TV y cena, de manera que conecta un alambre de cobre en lugar del fusible quemado: Si se trata de un fusible de tapón puede colocar una moneda en su lugar.
7. Repítase ahora la historia, paso 3, luego paso 4 y finalmente paso 5. **PREPÁRESE PARA EXTINGUIR UN INCENDIO. COMENTARIOS:** Si esta historia fuese cierta, los bomberos estarían ya en camino a su casa. Cientos de casas se queman cada año debido a circuitos sobrecalentados.

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿Por qué se requiere un interruptor o fusible en un circuito?
.....
.....
2. Antes de colocar un fusible o reponer un interruptor, ¿qué es lo que primero debe descubrirse?
3. Usando el Código Nacional Eléctrico publicado por el *National Board of Fire Underwriters* o cualquier otra fuente (en México, Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, N. del T.); averigüe la capacidad de transporte de corriente permisible en amperes, para conductores de cobre aislados.

**FUSIBLES
E INTERRUPTORES
DE CIRCUITOS**

Conductor cal. 14 =

Conductor cal. 10 =

4. ¿Cuál es la diferencia fundamental entre un interruptor térmico y el interruptor de tipo magnético construido en este experimento? Dibuje un esquema.

.....
.....

5. ¿Qué es un interruptor de corriente inversa? ¿Cómo se usa en el sistema del generador del automóvil? Explique su operación. (Consulte su texto.)

.....
.....
.....
.....

EXPERIMENTO

30

EXPERIMENTO

31

INDUCTANCIA

EXPOSICIÓN

Los fenómenos de autoinducción han sido investigados por muchos hombres de ciencia. Un valor cambiante de corriente en una bobina, induce una fuerza contraelectromotriz que se opone al cambio de la corriente. Esta es una forma de enunciar la LEY DE LENZ.

En circuitos de cd, el efecto de la autoinductancia es más pronunciado cuando hay un cambio súbito en el valor de la corriente, como por ejemplo en el momento de conectar o desconectar el circuito. En un circuito de ca, la corriente está cambiando constantemente de valor y una fem está presente continuamente, la cual se opone a la tensión aplicada por la fuente así como al flujo de la corriente. La inductancia se puede definir como la propiedad de un circuito que se opone a un cambio en el flujo de la corriente.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a la Inductancia.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-35 Vcd
Fuente de energía 0-5 Vca
Voltímetro 0-50 Vcd
Voltímetro 0-5 Vca
SES 501A
Bobina grande
L₁, L₂ — Bobinas pequeñas
2 — Bases de bobina
Núcleo largo de hierro
Núcleo corto de hierro
SW₁ — Interruptor UPUT
LP₁ — Lámpara de neón
Conductor cableado, cal. 28
Placa de base
Tablero para experimentos
Material misceláneo (no se suministra)
Lima áspera

EXPERIMENTO

1. Conecte una terminal de la fuente de energía de 5 volts de cd a una lima áspera. Conecte el alambre a la otra terminal de la fuente de energía. Abra los hilos del extremo del conductor y frote contra la superficie de la lima para observar las chispas.
2. Fije la montura de la bobina a la placa de base. Monte la pequeña bobina, con un núcleo corto de hierro insertado y bien sujeto y conecte todo en serie con el conductor cableado del experimento 1 y frote nuevamente las puntas del cable contra la superficie de la lima. Compare las chispas con las que observó en el experimento 1. ¿Cuál es el efecto que se produce por la adición de la bobina? ADVERTENCIA:

NO TOQUE LA BOBINA DURANTE ESTE EXPERIMENTO.

.....
Mueva el núcleo hacia aproximadamente la mitad de la bobina. Repita el experimento 2.

3. Conecte la bobina, nuevamente con el núcleo completamente dentro en serie con el interruptor UPUT, a las terminales de la fuente

de cd de 5 volts. Conecte la lámpara de neón en paralelo con la bobina. Vea la Fig. 31-1.

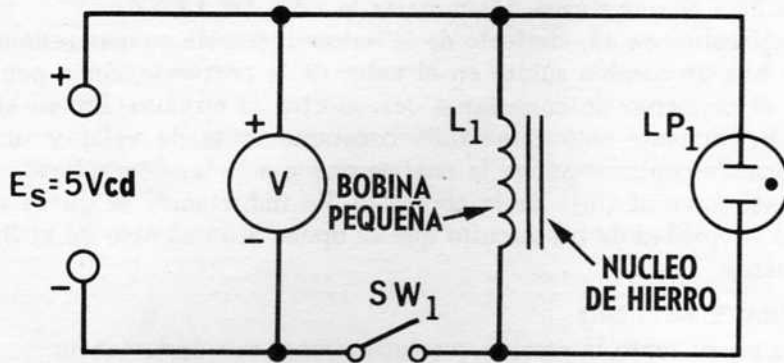


Fig. 31-1

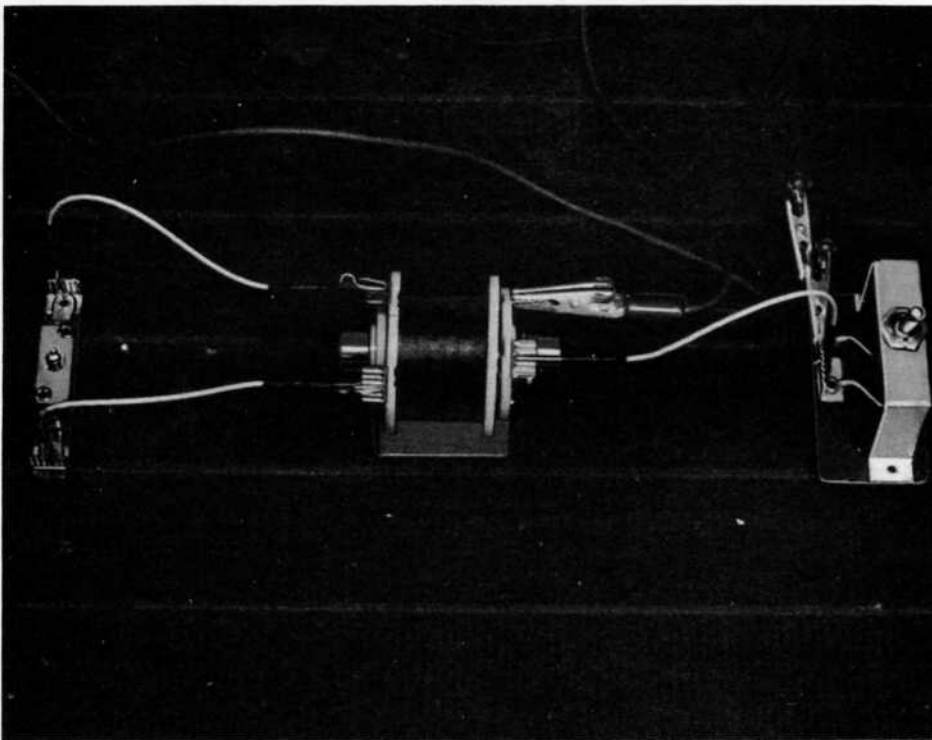
Observe muy cuidadosamente la lámpara de neón cuando se cierra el interruptor y cuando se abre. Describa lo que ocurre y explique la razón de ello.

.....

.....

.....

.....



INDUCTANCIA

4. Coloque la bobina grande, con las terminales hacia arriba y alejándose de las terminales de la bobina pequeña, sobre esta última. Alambre el circuito como se ve en la Fig. 31-2. Use la foto como referencia.

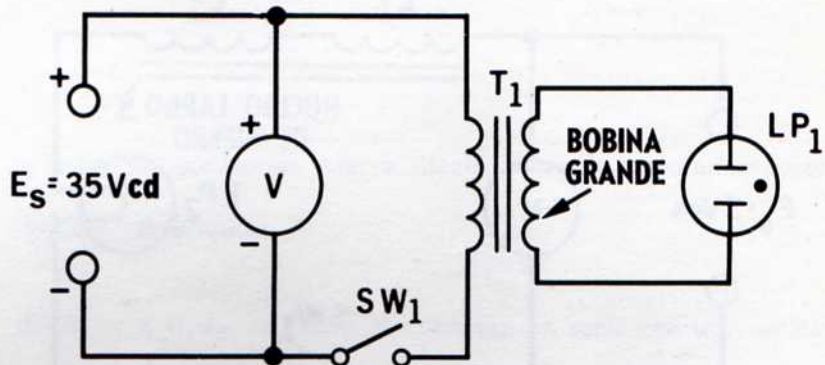


Fig. 31-2

Ajuste la fuente de energía a 35 Vcd con el interruptor abierto y luego ciérrelo. ¿Se enciende la lámpara? Explique:

.....

NOTA: Deje el interruptor en la posición cerrada durante sólo unos cuantos segundos necesarios para el ajuste de tensión al valor más alto, ya que las bobinas pueden sobrecalentarse.

5. ¿Permanece encendida la lámpara de neón? Explique:

.....

6. Abra ahora el interruptor. ¿Qué ocurre? Explique:

.....

¿Se observa un efecto mayor cuando el interruptor se cierra o cuando

se abre? Explique:

.....

Reduzca gradualmente la tensión hasta que la lámpara relampaguee solamente cuando se abra el interruptor. ¿Qué hecho se prueba de esta

manera?

7. Coloque cada una de las bobinas pequeñas con sus monturas. No se use la placa de base. Inserte el núcleo largo de hierro a través de las dos bobinas (con las terminales hacia afuera). Sujételas al núcleo

EXPERIMENTO

31

después de acercarlas tanto como sea posible. Con las bobinas conectadas en serie aditiva, alambre el circuito como se muestra en la figura 31-3. Ajuste la tensión para 3 Vca y cierre el interruptor. Observe la brillantez de la lámpara.

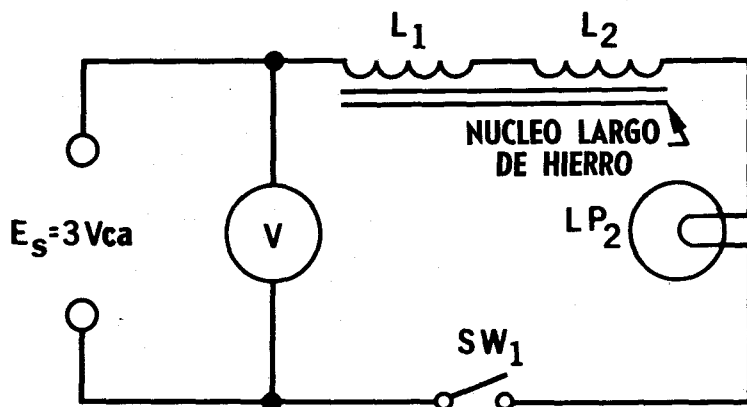


Fig. 31-3

La inductancia total es la suma de las inductancias individuales más dos veces la inductancia mutua. Escribir la fórmula para una serie aditiva.

$$L_T = \dots\dots\dots$$

8. Invierta las conexiones de una bobina, de manera que los campos magnéticos estén en oposición. Observe la brillantez de la lámpara. ¿Qué conclusión puede sacarse de los resultados de los experimentos 7 y 8?

.....
Escriba la fórmula que señala la inductancia total en un circuito en serie y a la vez con bobinas en oposición.

$$L_T = \dots\dots\dots$$

9. Separe las bobinas, pero de manera que queden sobre el núcleo. Observe la brillantez de la lámpara.

¿Aumenta o disminuye esta separación la inductancia mutua?

10. Retire el núcleo de las bobinas y observe la brillantez de la lámpara. ¿Qué factor ha sido cambiado en los experimentos 9 y 10, que cambia la inductancia mutua de las bobinas?

.....
.....

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Una bobina con una inductancia de 8 henrys, se conecta en serie aditiva con una inductancia de 4 henrys. El factor de acoplamiento es 0.5. ¿Cuál es la inductancia total?

$$L_T = \dots\dots\dots$$

INDUCTANCIA

2. Las mismas dos bobinas usadas en la pregunta 1, se conectan en serie opuesta, luego $L_T = \dots\dots\dots$
3. Enunciar la LEY DE LENZ. $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
4. ¿Tiene un núcleo de hierro efecto sobre la autoinductancia de la bobina? Explique: $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
5. Si $L_1 = 8 \text{ H}$, $L_2 = 4 \text{ H}$ y se conectan en serie con un coeficiente de acoplamiento de cero, $L_T = \dots\dots\dots$
6. Si L_1 y L_2 , de la pregunta 5, se conectan en paralelo con acoplamiento cero.
 $L_T = \dots\dots\dots$
7. Convierta:
 - a) $100\text{mH} = \dots\dots\dots \text{ H}$
 - b) $8 \text{ H} = \dots\dots\dots \text{ mH}$
 - c) $200 \text{ uH} = \dots\dots\dots \text{ H}$
 - d) $2 \text{ H} = \dots\dots\dots \text{ uH}$
8. En el sistema de ignición del automóvil, ¿encienden las bujías cuando los contactos (platinos) del distribuidor se abren o se cierran?
 $\dots\dots\dots$

EXPERIMENTO

31

EXPERIMENTO

32

TRANSFORMADORES

EXPOSICIÓN

Un transformador es un dispositivo que se usa para transferir energía eléctrica de un circuito a otro. Transforma la energía eléctrica disponible a niveles de tensión y corriente requeridos para la operación de otro dispositivo o circuito.

Básicamente, un transformador consiste de dos o más bobinas de alambre, devanadas sobre un núcleo común de hierro laminado, de manera que el acoplamiento entre las bobinas se acerca a la UNIDAD. El primer devanado o devanado de entrada, recibe el nombre de PRIMARIO. El segundo devanado o devanado de salida, recibe el nombre de SECUNDARIO. La energía en el secundario es el resultado de la inductancia mutua entre los devanados secundario y primario.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a los Transformadores.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

- Fuente de energía 0-5 Vcd
- Fuente de energía 0-5 Vca
- Voltímetro 0-5 Vcd
- Voltímetro 0-15 Vca
- VTVM
- Osciloscopio
- SES 501A
- Bobina grande
- 2 — Bobinas pequeñas
- 2 — Bases de montura de bobina
- Núcleo laminado
- Núcleo largo de hierro
- SW₁ — Interruptor UPUT
- Conductor aislado, cal. 22
- Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Ensamble las dos bobinas pequeñas sobre las monturas. No use la placa de base. Inserte el núcleo largo de hierro a través de ambas bobinas y sujételo de manera que éstas estén tan cerca como sea posible. Consulte el experimento 31. Conecte una de las bobinas a la fuente de 5 volts de cd. Conecte el VTVM (escala cd) a la otra bobina. Cierre el interruptor durante unos cuantos segundos y anote la lectura obtenida en el VTVM. Abra el interruptor y anote la

lectura del VTVM. Explique:

.....

.....

2. Desconecte la fuente de cd y conecte la de ca de 5 volts. Conecte el VTVM (escala ca) a la otra bobina. Cierre el interruptor y lea el VTVM. volts. ¿Por qué aparece una tensión en las terminales de la segunda bobina?

.....

Llámesese a las dos bobinas, bobina primaria y bobina secundaria. Como se tiene el mismo número de vueltas de alambre en cada bobina, entonces $E_p = E_s$. ¿Es cierto esto?

Compare E_p y E_s del experimento 2.

NOTA: E_p no es igual a E_s debido al diseño del transformador. El acoplamiento y otros factores, no son ideales, lo que causa la desigualdad.

3. Separe las dos bobinas, deslizándolas hacia los extremos del núcleo. ¿Se observa cambio en la tensión de las terminales secundarias?

..... Explique:

4. Quite totalmente el núcleo de las bobinas y observe la tensión secundaria. ¿Por qué cambia la tensión a este valor?

.....

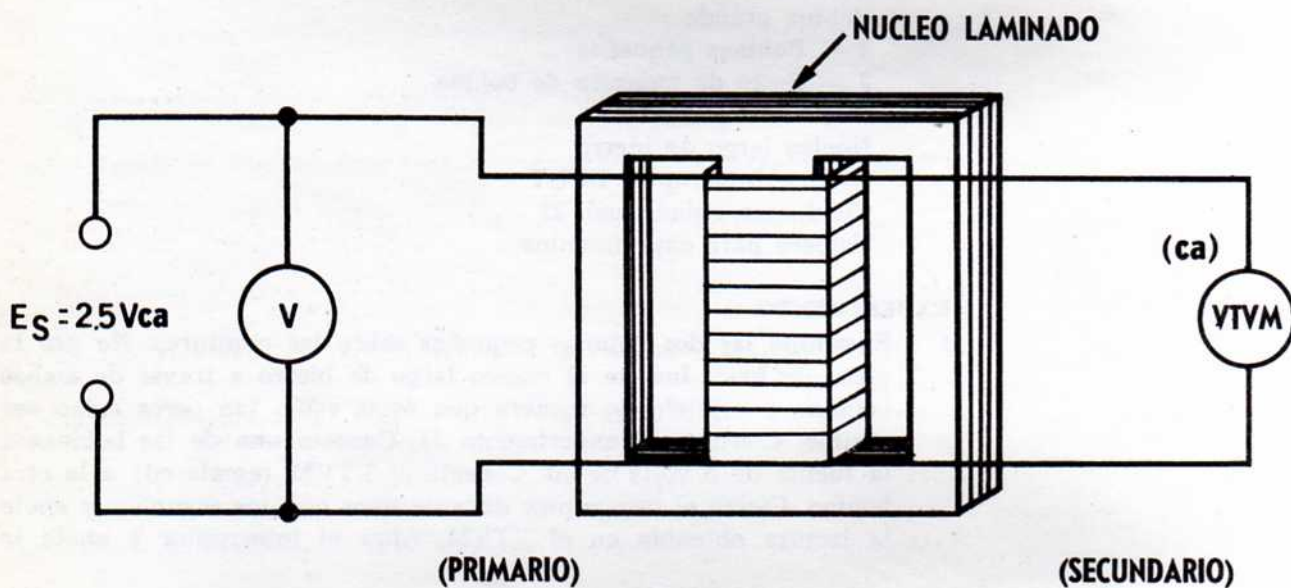


Fig. 32-1

6. Usando el núcleo laminado, embobine a mano 40 espiras de alambre cal. 22, sobre su centro. Esto actúa como bobina primaria. Directamente encima de este devanado, embobine a mano 40 vueltas más en la misma dirección. No se corte el exceso de alambre ya que se usará para embobinar vueltas adicionales más tarde. Vea la Fig. 32-1. Asegúrese de que los devanados sean lo bastante compactados. Ajuste la fuente de energía a 2.5 Vca en el devanado primario y, usando el VTVM, mida la tensión en el devanado secundario.

$E_{\text{secundaria}} = \dots\dots\dots$

TRANSFORMADORES

¿Cómo se compara la relación de tensión de espiras con la del experimento 2?

7. Continúe devanando 40 vueltas adicionales sobre el núcleo laminado, de manera que se tengan 80 vueltas que actuarán como secundario. Suponiendo que se tienen 2.5 Vca aplicados al devanado primario, calcule la tensión secundaria usando la fórmula:
 $E_p/E_s = N_p/N_s$; donde N es igual al número de vueltas.

$E_{\text{secundaria}}$ calculada =

¿Qué tipo de transformador es éste?
 Aplique ahora 2.5 Vca al devanado primario y, usando el VTVM, mida la tensión del devanado secundario.

$E_{\text{secundaria}}$ medida

¿Cómo se comparan las tensiones secundarias, la medida y la calculada?

Explique cualquier diferencia en la medición.

8. Aplique sucesivamente las tensiones señaladas en la tabla A al primario del transformador, y anote la tensión secundaria medida para cada valor. Calcule la tensión secundaria, usando la relación de vueltas y anótela en la tabla A.

E_{primaria}	$E_{\text{secundaria}}$ medida	$E_{\text{secundaria}}$ calculada
0.5 Volts		
1.0 Volts		
1.5 Volts		
2.0 Volts		
2.5 Volts		

TABLA A

EXPERIMENTO

32

9. Desconecte la fuente de 2.5 Vca del devanado de 40 vueltas y conéctela al de 80 vueltas. Conecte el VTVM al devanado de 40 vueltas y mida la tensión.

Tensión medida

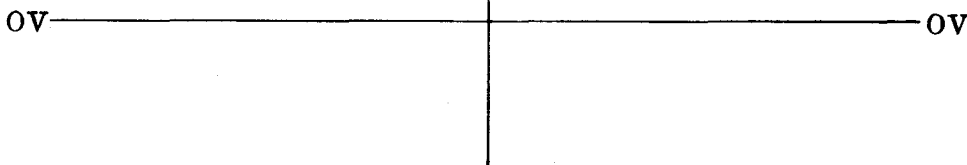
¿Es el devanado de 80 vueltas o el de 40 vueltas, la bobina primaria del transformador?

¿Qué tipo de transformador se ha construido ahora?

10. Con el transformador conectado como en el experimento 9, conecte el osciloscopio al devanado primario. Ajústelo de manera que aparezcan tres ondas senoidales completas. Registre esta forma de onda en el espacio que sigue. Conecte el osciloscopio al devanado secundario y registre la forma de onda.

Forma de onda del devanado primario

Forma de onda del devanado secundario



¿Tienen estas formas de onda aproximadamente los valores de pico a pico que se esperaban de acuerdo con las mediciones del VTVM?

..... ¿Cuál es el valor calculado de pico a pico de la tensión del devanado primario con 2.5 Vca rcm?

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿De qué principio básico depende la operación de un transformador?
2. Un transformador tiene un primario con 200 vueltas y un secundario con 1,000 vueltas. ¿Cuál es su relación de vueltas?
3. Si se aplican 100 volts de ca al transformador de la pregunta 2, ¿cuál es la tensión secundaria teórica?
4. ¿Este es un transformador de subida o de bajada?
5. Con una carga de 1,000 ohms conectada al secundario de este transformador, calcule la corriente secundaria I_s
6. Calcule la I_p del primario
7. Calcule la potencia del secundario P_s
8. Calcule la potencia del primario P_p

TRANSFORMADORES



9. Señale si estas ecuaciones son o no correctas. Marque verdadero o falso.

a) $I_p = I_s N_s / N_p$

b) $I_p = N_p / I_s I_p$

c) $P_s = I_p E_p$

d) $P_p = P_s$

e) $I_p E_p = I_s I_p$

f) $I_p I_s = N_s / N_p$

g) $I_p N_p = I_s N_s$

EXPERIMENTO

33

BOBINA DE INDUCCION

EXPOSICIÓN

La bobina de inducción se usa en el sistema de ignición del automóvil, para producir las altas tensiones necesarias para causar un arco entre los electrodos de una bujía. Es un tipo de transformador que emplea una cd pulsante en su primario, en lugar de la ca ordinaria.

Se reconocerá que el circuito típico de "zumbador", es el mismo que se ha construido en un experimento previo. En esta aplicación, el zumbador se usa para interrumpir el flujo de corriente en la bobina primaria. En el automóvil, el interruptor operado por una leva y formado por los platinos, tiene un objetivo similar. La bobina más grande, de muchas vueltas de alambre fino, actúa como secundario.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Bobinas de inducción.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-12 Vcd

Voltímetro 0-25 Vcd

VTVM

Osciloscopio

SES 501A

L₁ — Bobina pequeña

L₂ — Bobina grande

Montura de bobina

Núcleo corto de hierro

Conjunto del zumbador

Placa de base

R₁ — 1K, 1W

Capacitor — 0.01 μ F

Capacitor — 0.05 μ F

Capacitor — 0.1 μ F

Capacitor — 0.5 μ F

SW₁ — Interruptor DPUT

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Arme el ZUMBADOR como se ilustra en la Fig. 28-1 del experimento 28. Conéctelo a través del interruptor UPUT a la fuente de energía de 12 volts cd. Pruebe el zumbador para ver si funciona bien. Conecte el capacitor de 0.1 μ F a los platinos de la armadura del zumbador. Observe el arco en los puntos de la armadura con y sin el capacitor. Deje el capacitor conectado en los experimentos siguientes hasta que se indique el retirarlo. ¿Por qué se usa el capacitor en

este circuito?

.....

.....

.....

2. Abra el interruptor y coloque la bobina grande, que actuará como bobina secundaria del transformador, sobre la bobina pequeña, y rearme sobre la montura de la bobina. Conecte la resistencia de 1K a

las terminales de la bobina grande. Vea la Fig. 33-1 y la fotografía.

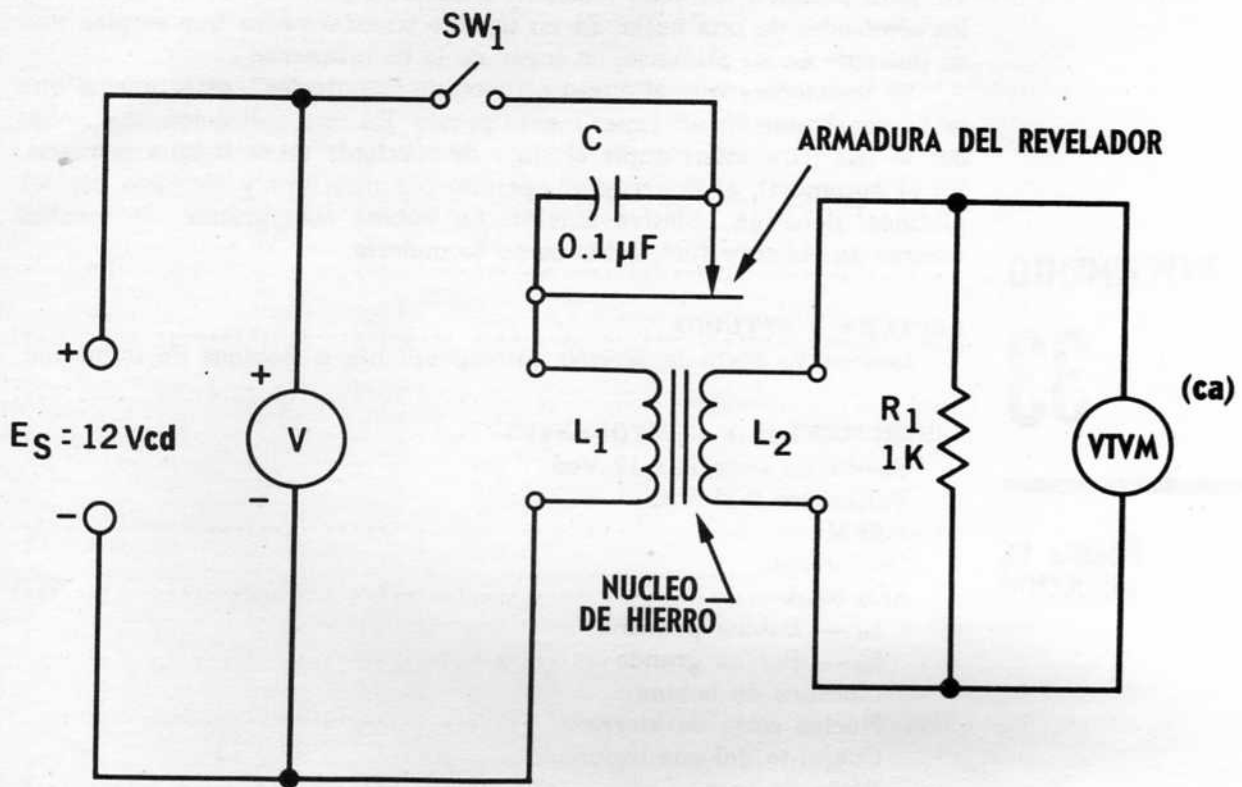
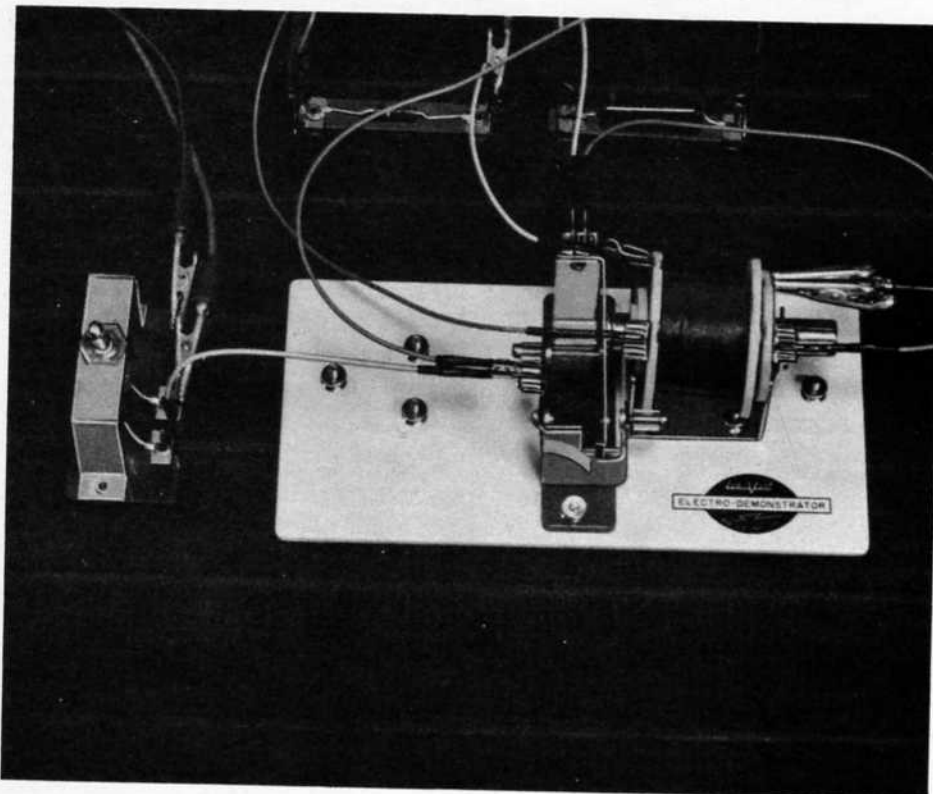


Fig. 33-1



BOBINA DE INDUCCION

- Coloque el circuito en operación y ajuste los platinos del zumbador para lograr un "zumbido" máximo. Con el VTVM en su rango de tensión ca más alto, mida la tensión en las terminales de la bobina secundaria.

NOTA: La tensión de pico real es mucho más alta; pero el VTVM da una lectura incorrecta, debido a la forma de onda irregular del secundario. Reduzca el rango del VTVM, si es necesario. ¿Qué factores determinarán la tensión en la bobina secundaria en este circuito?

.....

- Abra el interruptor y conecte dos de los brincadores a las terminales de la bobina secundaria. Cierre el interruptor y acérquelos mucho entre sí. ¿Brinca un arco entre la separación de los dos conductores?

Desconecte la fuente de energía y retire la resistencia de 1K ohm del circuito. Aplique más energía y acerque de nuevo las puntas. ¿Observa el brinco de un arco entre la separación de los conductores

ahora? ¿Por qué?

.....

ADVERTENCIA: No toque la porción desnuda de los brincadores durante este experimento, pues sufrirá un toque eléctrico.

- Desconecte el circuito, retire las puntas del brincador y reconecte la resistencia de 1K ohm a la bobina secundaria. Retire el capacitor del circuito y cierre el interruptor. ¿Cuál es la tensión indicada,

medida en las terminales del resistor de 1K ohm?

Tensión sin C

Pruebe otros valores de capacitancia, por ejemplo $0.5\mu\text{F}$, $0.05\mu\text{F}$ y $0.01\mu\text{F}$. Asegúrese de desconectar el circuito antes de conectar cada capacitor. ¿Cuál produce la tensión más alta en la bobina secundaria?

.....

- Abra el interruptor y coloque el capacitor de $0.1\mu\text{F}$ conectándolo a los contactos de la armadura. Conecte el osciloscopio a las terminales de la bobina secundaria. Ajuste el osciloscopio para que muestre unos tres ciclos. Dibujar la forma de onda resultante y calcule su frecuencia.

EXPERIMENTO

33

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿Cuál es el objetivo del zumbador en este dispositivo?
-
2. ¿Por qué se devana la bobina secundaria con muchas vueltas de alambre fino?
3. ¿Por qué se usa un capacitor conectado a los platinos del distribuidor de automóvil?
4. En el sistema de ignición de un automóvil, ¿qué mecanismo sustituye al zumbador?
5. ¿De qué manera se aplica la expresión "relación de vueltas" de la teoría de operación de este dispositivo?
-
6. ¿Cómo puede mejorarse el acoplamiento entre los devanados primario y secundario de la bobina de inducción?
-
-

EXPERIMENTO

34

REACTANCIA INDUCTIVA

EXPOSICIÓN

Uno de los físicos americanos, Joseph Henry (1797-1878), es recordado por sus investigaciones científicas sobre la autoinducción. Fue también secretario del Instituto Smithsonian y fundó la Oficina Meteorológica de los Estados Unidos. La unidad de la inductancia, el HENRY, se llama así en su honor.

El objeto de este experimento es familiarizar al estudiante con la reactancia inductiva y su propiedad de oposición al flujo de una corriente alterna. La reactancia se mide en ohms. El experimento demostrará, también, que la resistencia y la reactancia se suman vectorialmente para formar una impedancia total (Z) del circuito. Según la fórmula, la reactancia inductiva tiene un valor en proporción directa a la frecuencia de la corriente alterna y la magnitud de la inductancia.

$$X_L \text{ (en ohms)} = 2\pi fL$$

donde f está en hertz y L está en henrys.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a la Reactancia inductiva o inductancia.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-15 Vcd
Fuente de energía 0-15 Vca
Voltímetro 0-15 Vcd
Voltímetro 0-15 Vca
VTVM
Generador de AF
SES 501A
2 — Bobinas pequeñas
Núcleo largo de hierro
2 — Monturas de bobinas
Placa de base
Lámpara miniatura
L₁ — Bobina, 10mH
R₁ — 3.3K, 1W
Tablero para experimentos
Material misceláneo (no se suministra)
Papel cuadriculado
Transportador

EXPERIMENTO

1. Ponga una bobina pequeña en su base de montura sobre la placa de base y conéctela en serie con la lámpara miniatura, a una fuente de ca. Ajuste la tensión a 5 Vca y observar la brillantez de la lámpara.
2. Inserte el núcleo largo de hierro en la bobina, con la lámpara encendida. Observar cuidadosamente el cambio en la brillantez de la lámpara.

¿La luz de la lámpara se vuelve más o menos brillante?

¿Por qué cambia la brillantez de la lámpara?

3. Desconecte la fuente de ca. Retire el núcleo de la bobina. Conecte la

bobina a la fuente de cd y ajústela a 5 Vcd, luego observe la brillantez de la lámpara. Inserte ahora el núcleo a la bobina con la

lámpara encendida. ¿Cambia la brillantez de la lámpara?

¿Qué conclusión se puede sacar de los resultados de los experimen-

tos 2 y 3?

.....

.....

.....

.....

4. Desconecte la fuente de energía y retire el núcleo de hierro de la bobina. Coloque otra bobina en su montura sobre la placa de base. Conéctela en serie con la primera, en lugar de la lámpara miniatura. Con la fuente ajustada a 15 Vcd mida la tensión en cada una de las bobinas con el VTVM.

Tensión en la 1a. bobina

Tensión en la 2a. bobina

¿Da su suma la tensión de la fuente?

5. Desconecte la fuente de cd y conecte las bobinas en serie a una fuente de ca. Con la fuente ajustada a 15 Vca, mida la tensión en cada bobina con el VTVM. Asegúrese de cambiar a las terminales de ca.

Tensión en la 1a. bobina

Tensión en la 2a. bobina

¿Da su suma la tensión de la fuente?

6. Inserte ahora el núcleo largo de hierro a través de la bobina original, reajustando la fuente de tensión a 15 Vca, si es necesario, y mida nuevamente las tensiones en cada bobina.

Tensión en la 1a. bobina

Tensión en la 2a. bobina

¿Da su suma la tensión de la fuente?

Si no, ¿por qué no?

.....

.....

Repita insertando el núcleo largo de hierro a través de la segunda bobina y observando si las magnitudes de la tensión se invierte en las bobinas.

7. Conecte la bobina de 10mH y la resistencia de 3.3K ohms en serie con la salida del generador de audiofrecuencia. Ajuste este último

**REACTANCIA
INDUCTIVA**

a 50kHz. Ajuste la tensión de salida a 5 volts usando el VTVM. Ahora mida y anote la tensión en R_1 y la tensión en L_1 , usando el VTVM. Estas tensiones serán llamadas ahora E_R y E_L ; respectivamente. NOTA: asegúrese de que observa la marca GND (tierra) cuando conecta el VTVM, como se muestra en la Fig. 34-1.

$$E_R = \dots\dots\dots$$

$$E_L = \dots\dots\dots$$

NOTA: En este experimento, la resistencia a cd del alambre de la bobina, se omite para simplificar.

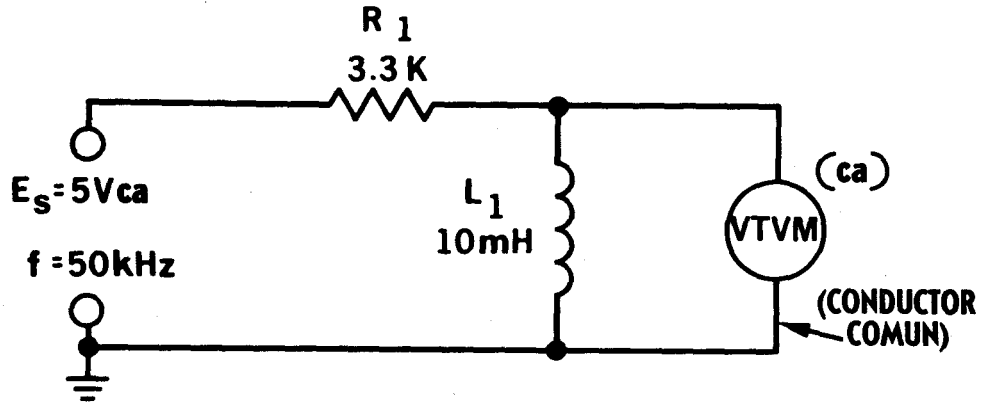


Fig. 34-1

8. Calcule la corriente del circuito, usando la tensión de E_R , del experimento 4.

$$I = \dots\dots\dots$$

9. ¿Cuál es la impedancia Z en ohms?

$$Z = \dots\dots\dots$$

10. Calcule el valor de X_L usando $L = 10$ milihenrys, y una frecuencia de 50kHz.

$$\text{Valor calculado de } X_L = \dots\dots\dots$$

11. Dibuje un diagrama VECTORIAL usando $R = 3.3K$ ohms y $X_L =$ valor calculado del experimento 7, en papel cuadrulado.

$$\text{Encuentre } Z = \dots\dots\dots$$

Compárela con la Z encontrada en el experimento 9.

12. Con un transportador, mida al ángulo theta en el diagrama vectorial del experimento 11.

$$\theta = \dots\dots\dots$$

Encuentre theta por trigonometría.

$$\text{(NOTA: } \cos \theta = R/Z); \theta = \dots\dots\dots$$

13. Use el circuito de la Fig. 34-1 y calcule y registre los datos como se indica en la tabla A. Haga el ajuste que sea necesario para que la fuente tenga 5 volts, con cada cambio de frecuencia.

EXPERIMENTO

34

$E_s = 5 \text{ volts,}$		$R = 3.3K \text{ ohms,}$		$L = 10mH$	
Frecuencia E_s	Calculada X_L	Medida E_R	Medida E_L	Calculada I	Calculada Z
10kHz					
50kHz					
100kHz					

TABLA A

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

Complete los enunciados que siguen, empleando la palabra aumenta o disminuye, para el circuito RL en serie que se ha investigado.

- Al aumentar la frecuencia, X_L
- Al disminuir la frecuencia, E_R
- Al disminuir la frecuencia, E_L
- Al aumentar la frecuencia, θ
- Al disminuir la frecuencia, Z
- Al aumentar la frecuencia, I_{linea}
- Al disminuir la frecuencia, θ
- Al aumentar la inductancia X_L
- Al disminuir la inductancia, Z
- Al disminuir la inductancia, I_{linea}
- Trace E_R y E_L de la tabla A del experimento 10 y observe cuando se aproxima su suma vectorial a la salida de 5 Vca del generador.

**REACTANCIA
INDUCTIVA**

EXPERIMENTO

35

CAPACITANCIA

EXPOSICIÓN

La capacitancia puede definirse como una medida de la cantidad de carga que pueda almacenar un circuito o dispositivo, en el dieléctrico entre dos conductores, cuando se aplica una tensión dada. La capacitancia se mide en farads.

El capacitor más simple consiste en dos placas metálicas paralelas, separadas por un material aislante llamado dieléctrico. El dieléctrico puede ser aire, papel encerado, mica, cerámica u otros materiales. Un capacitor bloquea el paso de la cd, pero sólo impide parcialmente el flujo de la ca. Existen cientos de tipos diferentes y de valores de capacitores, diseñados para aplicaciones específicas.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a la capacitancia.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-36 Vcd

Fuente de energía 0-20 Vca

Voltímetro 0-50 Vcd

Voltímetro 0-75 Vca

Amperímetro 0-1 mAcd

VTVM

SES 501A

Capacitor — $0.01\mu\text{F}$

Capacitor — $0.02\mu\text{F}$

Capacitor — $0.05\mu\text{F}$

Capacitor — $0.1\mu\text{F}$

Capacitor — $1\mu\text{F}$

Capacitor — $10\mu\text{F}$, electrolítico

LP₁ — Lámpara miniatura

SW₁ — Interruptor DPUT

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Seleccione los tres capacitores de la lista que aparece en la tabla A y efectúe las mediciones siguientes. Llene los espacios apropiados.
 - a) Conecte el óhmetro, ajustado al rango de RX1000 en cada capacitor sucesivamente y note el efecto de la carga sobre el instrumento. Invierta las conexiones del óhmetro y observe lo que sucede.
 - b) Usando el rango RX1 Meg, registre cualquier valor de resistencia que sea medida. Asegúrese de la polaridad para mediciones de los capacitores electrolíticos.
 - c) Conecte cada capacitor sucesivamente en serie con el voltímetro de cd (no el VTVM) ajustado al rango de 50Vcd y aplique 36 Vcd al circuito. Describa la acción del instrumento y anote la tensión final indicada en el instrumento, para cada caso.

.....

.....

.....

.....

	Capacitores		
	$.05\mu\text{F}$	$1\mu\text{F}$	$10\mu\text{F}$
Tensión de trabajo cd			
Resistencia			
Lectura del voltímetro			
Lectura del VTVM			

TABLA A

d) Repita el paso c) usando ahora el VTVM ajustado en el rango de 50 Vcd. Describa la acción del instrumento y aplique las diferencias que acuse entre las lecturas finales de tensión en comparación con el paso c).

.....

2. Conecte el capacitor electrolítico de $10\mu\text{F}$ en serie con la lámpara miniatura, a la fuente de energía. Observe la polaridad correcta del capacitor cuando no se usan electrolíticos. Ajuste la tensión a 20 Vcd.

¿Enciende la lámpara? Explique:

3. Conecte el capacitor de $10\mu\text{F}$ usado en el experimento 2, en serie con la lámpara en la fuente de ca. Ajuste la tensión a 20 Vca. ¿Enciende la lámpara?

Explique:

4. ¿Qué conclusión importante puede derivarse de los experimentos 2 y 3?

5. Alambre el circuito mostrado en la Fig. 35-1. Asegúrese de que la punta de la mordaza está conectada solamente a la terminal positiva. Cierre el interruptor y ajuste la fuente de energía a la tensión máxima de cd (aproximadamente 40 V). Abra el interruptor de doble polo un tiro, y acerque lentamente el extremo libre del clip a la terminal negativa del capacitor, hasta que lo toque. Describa lo que sucede.

.....
 Si accidentalmente se tocaran ambas puntas del capacitor cargado, ¿qué le pasaría al experimentador?

.....

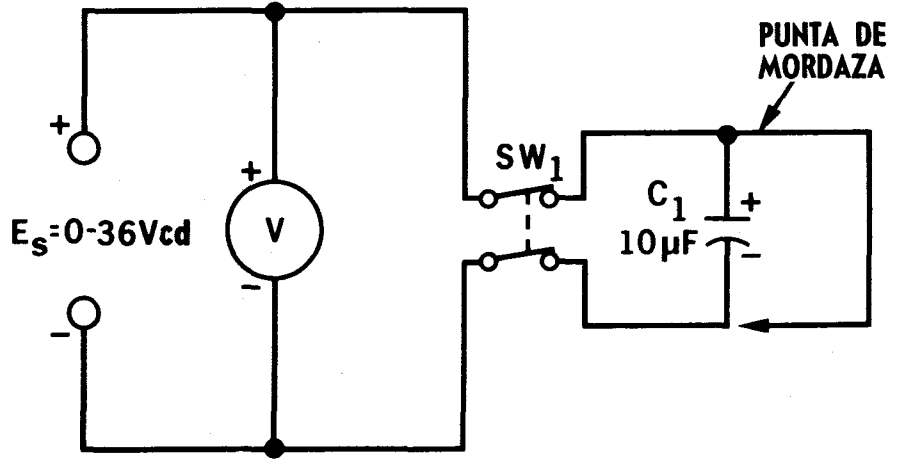


Fig. 35-1

UNA LECCIÓN DE SEGURIDAD: Muchos capacitores grandes en aparatos de radio, TV y otro equipo electrónico, retienen su carga después de que han sido desconectados. Estos capacitores deben ser descargados conectando en corto sus terminales al chasis, empleando un desarmador o una punta de prueba aislada. Si no se hace esto, estas tensiones pueden destruir el equipo de prueba y pueden dar un choque severo al técnico que trabaja con el equipo.

- Repita el experimento 5, excepto que hay que conectar el VTVM (usando el rango de 50 Vcd) en lugar de la punta de mordaza, a las terminales del capacitor cargado, observando la polaridad correcta.

¿Permanece constante la tensión?

Explique:

¿Cómo almacena energía un capacitor?

- Seleccione los capacitores siguientes y calcule su valor en serie y en paralelo.

C_A	C_B	$C_A C_B$ en serie	$C_A C_B$ en paralelo
$0.01\mu F$	$0.05\mu F$		
$0.1\mu F$	$0.02\mu F$		
$0.01\mu F$	$0.01\mu F$		

EXPERIMENTO

35

- En un circuito en serie, la fórmula para calcular

$C_T = \dots\dots\dots$

- En un circuito en paralelo, la fórmula para calcular

$C_T = \dots\dots\dots$

10. ¿Qué puede suceder si se excede la TENSIÓN DE UN TRABAJO de un capacitor?

.....
¡NO SE INTENTE ESTO!

11. Conecte un medidor de cd de 1mA en serie con el capacitor electrolítico de $10\mu\text{F}$ a las terminales de la fuente, de cd variable de 0-36 volts, como se muestra en la Fig. 35-2. Observe la polaridad correcta. Comenzando LENTAMENTE en CERO, aumente la tensión y observe el flujo de corriente al cargarse el capacitor.

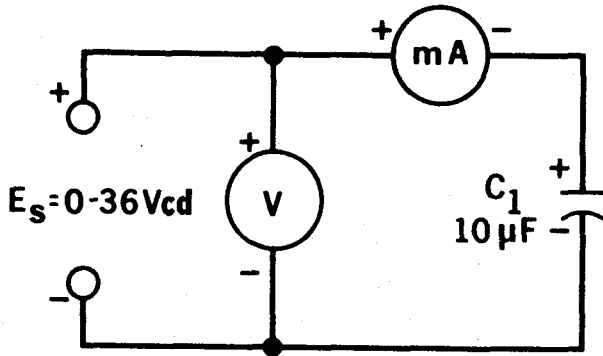


Fig. 35-2

12. Continuando el experimento 11, cuando haya llegado a 25 volts en la fuente variable, DETÉNGASE.

¿Continúa fluyendo corriente en el circuito?

¿Por qué?

Aumente la tensión a 35 volts y observe la dirección del flujo de la corriente. Ahora, invierta las puntas al amperímetro. Disminuya la fuente a 25 volts. ¿Disminuye también la carga en el capacitor?

.....
 ¿Por qué es necesario invertir las puntas del amperímetro?

.....
 Este es un principio básico importante. Asegúrese de que lo comprende perfectamente.

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. La capacitancia se mide en
2. La capacitancia se puede definir como

CAPACITANCIA

3. Un capacitor cd.
4. ¿Por qué debe conectarse un capacitor electrolítico con la polaridad correcta?
5. ¿Qué significa el término constante dieléctrica y en qué forma afecta a la capacidad?
6. ¿Cómo afecta la superficie de las placas de un capacitor a su capacitancia?
7. ¿Cómo afecta la distancia entre las placas de un capacitor, a su capacitancia?
8. ¿Qué significa resistencia de fuga de un capacitor?

EXPERIMENTO

35

EXPERIMENTO

36

CONSTANTES DE TIEMPO RC

EXPOSICIÓN

La constante de tiempo de un circuito de RC es una medida del tiempo que toma un capacitor en cargarse a través de una resistencia o también del tiempo de descarga a través de una resistencia.

La constante de tiempo se mide según el producto RC, donde R es la resistencia en ohms y C es la capacitancia en farads. El producto se expresa entonces en segundos. En el período de tiempo representado por RC segundos, el capacitor no ha alcanzado toda su carga, sino una fracción grande de ella. En forma similar, cuando se descarga el capacitor, la carga ha sido reducida a una fracción importante de su carga plena. Las curvas típicas de constantes de tiempo para carga y descarga de un capacitor a través de una resistencia, se muestran en una Carta Universal de constantes de tiempo. Se necesitan 5 constantes de tiempo para cargar o descargar completamente (99 por ciento) a un capacitor.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a las Constantes de tiempo, RC.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-20 Vcd
Fuente de energía 0-45 Vca
VTVM
SES 501A
 C_1 — $1\mu\text{F}$
 C_2, C_3 — $10\mu\text{F}$, electrolítico
 R_1 — 100K, 1W
 R_2 — 470K, 1W
 R_3 — 1 Meg., 1W
 R_4 — 2.2 Meg., 1W
 CR_1, CR_2 — Diodos de silicio
 SW_1 — Interruptor UPUT
 SW_2 — Interruptor DPDT
 LP_1 — Lámpara de neón
Tablero para experimentos
Material misceláneo (no se suministra)
Cronómetro

EXPERIMENTO

1. Calcule y registre la constante de tiempo de cada una de las combinaciones de R y C que se muestran en la tabla A.

Circuito	Constante de tiempo	Circuito	Constante de tiempo	Circuito	Constante de tiempo
1) R_2C_1		4) R_2 (C_2+C_3) serie		7) R_2C_2	
2) R_3C_1		5) R_3 (C_2+C_3) serie		8) R_3C_2	
3) R_4C_1		6) R_4 (C_2+C_3) serie		9) R_4C_2	

TABLA A

2. En cada uno de los experimentos siguientes del 3 al 7, se usará el

circuito de la Fig. 36-1. El procedimiento será el siguiente: con el interruptor abierto, ajuste la fuente de energía a 15 Vcd tomando la lectura en el VTVM. Permita que transcurra el tiempo suficiente para que el capacitor llegue a su plena carga antes de hacer el ajuste final de tensión. Cierre el interruptor, que conectará al capacitor en circuito corto. Ahora, con el cronómetro, mida el tiempo requerido para que el capacitor cargue hasta 15 Vcd. Inicie el conteo de la secuencia de tiempo en el instante en que se abre el interruptor.

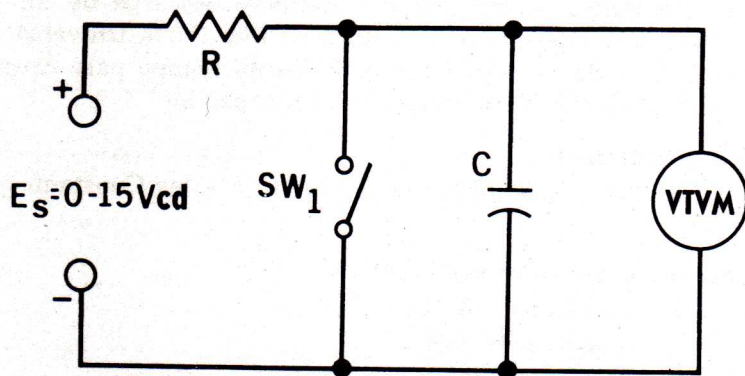


Fig. 36-1

3. Use R_2 y C_1 para R y C del circuito de la Fig. 36-1. Siguiendo el procedimiento señalado en el experimento 2, el tiempo requerido para cargar $C = \dots \dots \dots$ seg.

NOTA: al final de cinco períodos de constantes de tiempo, el capacitor C debe estar cargado a 15 volts.

4. Cambie R_2 a R_3 en el circuito.

Tiempo requerido para carga = $\dots \dots \dots$ seg.

5. Cambie R_2 a R_4 en el circuito.

Tiempo requerido para carga = $\dots \dots \dots$ seg.

6. Encuentre el tiempo necesario para cargar la capacitancia total en las combinaciones 4), 5) y 6).

4) $\dots \dots \dots$ seg. 5) $\dots \dots \dots$ seg. 6) $\dots \dots \dots$ seg.

7. Encuentre el tiempo necesario para cargar el capacitor en las combinaciones 7), 8) y 9).

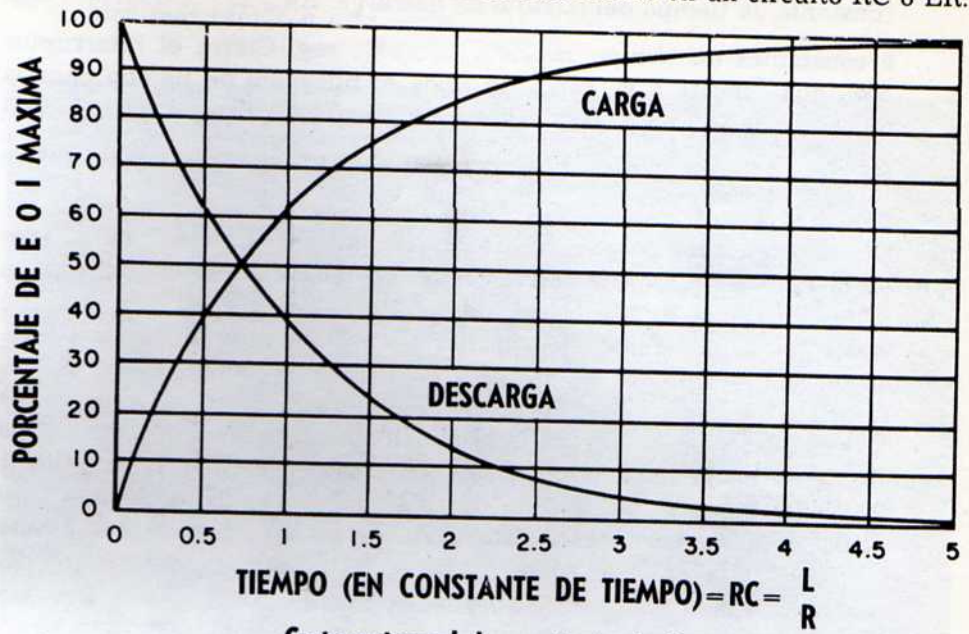
7) $\dots \dots \dots$ seg. 8) $\dots \dots \dots$ seg. 9) $\dots \dots \dots$ seg.

8. Después de completar los experimentos 3 al 7, se habrán formado 9 circuitos diferentes, cada uno con una constante de tiempo distinta. ¿Qué conclusión puede sacarse respecto a la constante de tiempo de los valores de R y C ? ¿Se comparan bien los tiempos de carga de los experimentos 3 al 7, con lo que podría esperarse de los valores de las constantes de tiempo calculados? $\dots \dots \dots$

$\dots \dots \dots$
 $\dots \dots \dots$
 $\dots \dots \dots$
 $\dots \dots \dots$

**CONSTANTES
DE TIEMPO RC**

9. La Carta Universal de constantes de tiempo (Fig. 36-2), muestra la elevación y descenso de la tensión o corriente en un circuito RC o LR.



Carta universal de constante de tiempo

Fig. 36-2

10. Al final de una constante de tiempo RC, la tensión se eleva a %.
 Al final de tres constantes de tiempo RC, la tensión se eleva a %.
 Al final de dos constantes de tiempo RC, la tensión se reduce a %.
 Al final de cinco constantes de tiempo RC, la tensión se reduce a %.
11. Agregue las componentes necesarias al circuito, de manera que quede alambrado como se muestra en la Fig. 36-3. Con SW₁ abierto y SW₂ en la posición en la cual la fuente de energía esté conectada a R₃

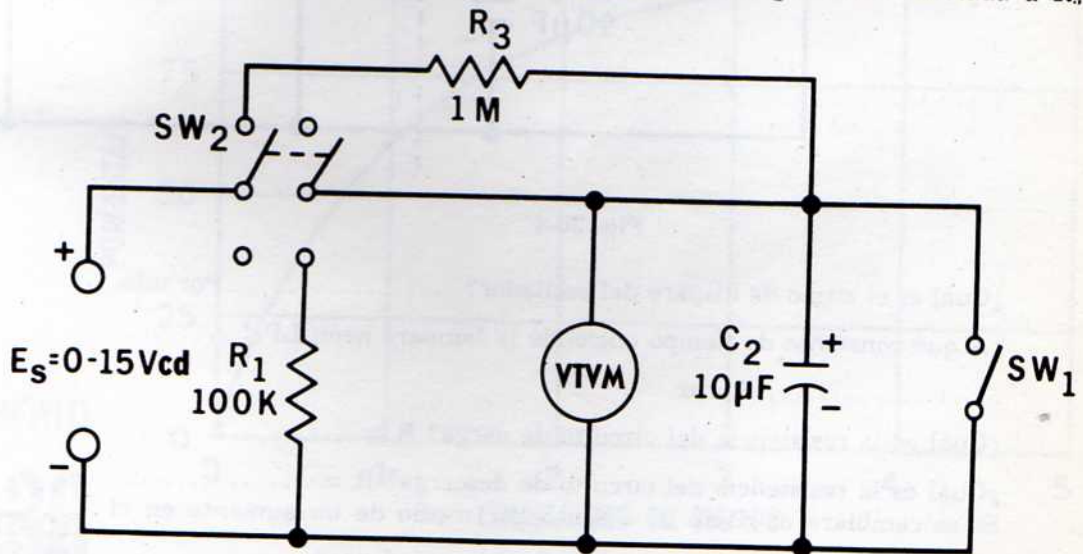


Fig. 36-3

ajuste la fuente para 15 Vcd que se leen en el VTVM. Calcule la constante de tiempo del circuito de descarga. $R_1C_2 = \dots\dots\dots$ seg. 5 constantes de tiempo = $\dots\dots\dots$ seg. Cierre el interruptor SW_2 que conecta a R_1 con C_2 y mida el intervalo de tiempo para la descarga de C_2 , desde el instante de cierre. El tiempo de descarga $C_2 = \dots\dots\dots$ seg. ¿Cómo se comparan ambos valores, el calculado y el leído? $\dots\dots\dots$

12. Use este circuito para verificar las curvas de constantes de tiempo de la Fig. 36-2. Compruebe los valores de tensión esperada para carga y descarga, con constantes de tiempo de 1, 2, 3 y 4. El SW_1 permite descargar rápidamente el capacitor C_2 en cualquier instante, conectándolo en corto.

13. Construya un oscilador de relajamiento neón, como se muestra en la Fig. 36-4 y en la fotografía. Todos los componentes que están a la izquierda de la línea punteada se usan para convertir la tensión de la fuente de ca a una tensión de cd lo suficientemente elevada para disparar la lámpara neón. Esta parte de rectificación en el circuito no se estudia en este momento y se estudiará en otra parte del manual. Sólo la resistencia R_4 , el capacitor C_1 y la lámpara LP_1 forman el oscilador de relajamiento de neón. Ajuste la tensión de la fuente hasta que en el VTVM se lean 90 Vcd.

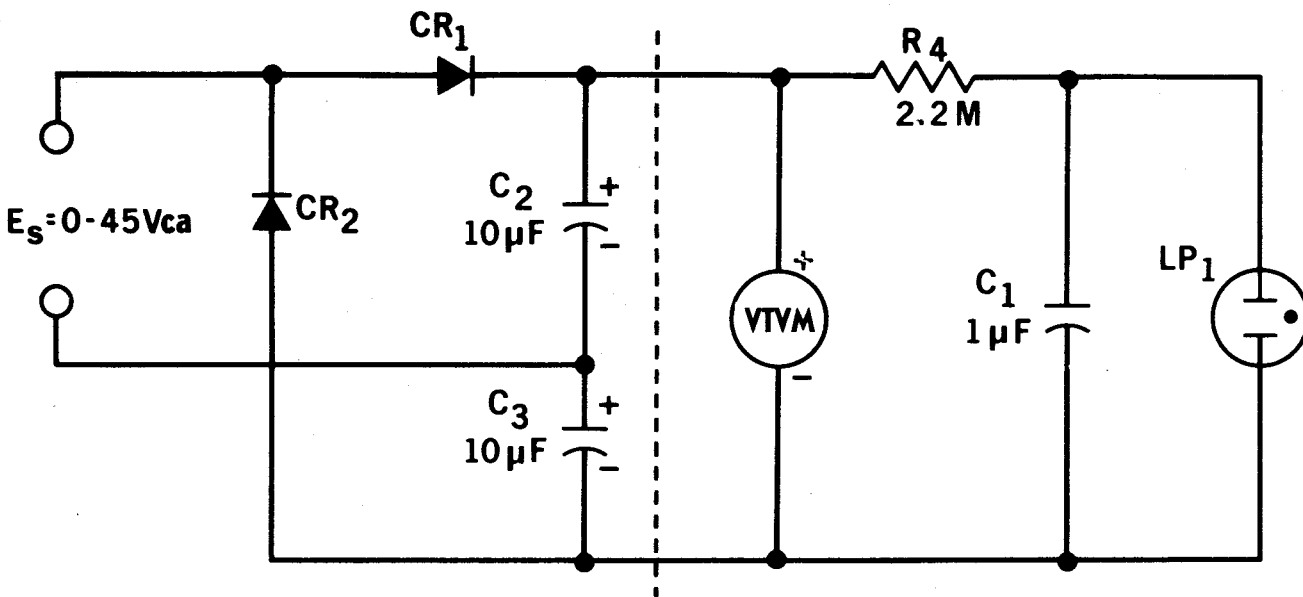


Fig. 36-4

¿Cuál es el ritmo de disparo del oscilador? $\dots\dots\dots$ Por min.

¿A qué constante de tiempo enciende la lámpara neón LP_1 ? $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$ Aprox.

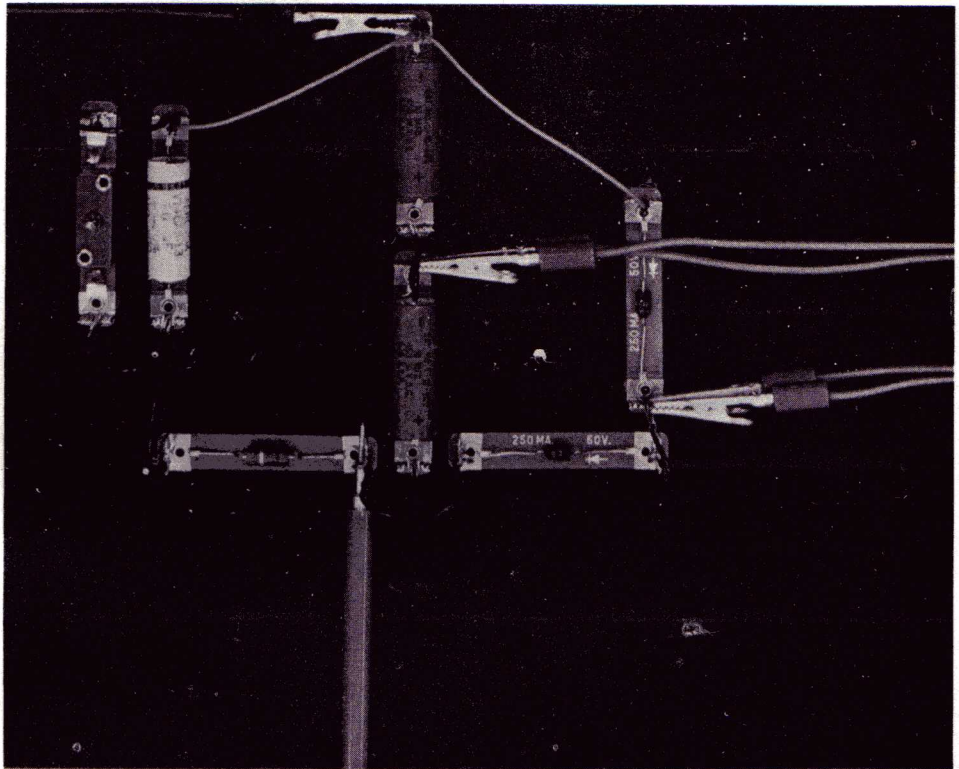
¿Cuál es la resistencia del circuito de carga? $R = \dots\dots\dots$

¿Cuál es la resistencia del circuito de descarga? $R = \dots\dots\dots$

Si se cambiara el ritmo de disparo por medio de un aumento en el valor óhmico de R_4 , ¿se haría más rápido o más lento? $\dots\dots\dots$

CONSTANTES DE TIEMPO RC

¿Cómo cambiará el ritmo de disparo, si se aumenta el valor de C_1 ?
 ¿será más rápido o más lento?



PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. En la gráfica siguiente, Fig. 36-5, la tensión de carga E_C se traza según la Carta Universal de constantes de tiempo. Trace otra curva que muestre la tensión en E_R en las terminales de la resistencia de carga.

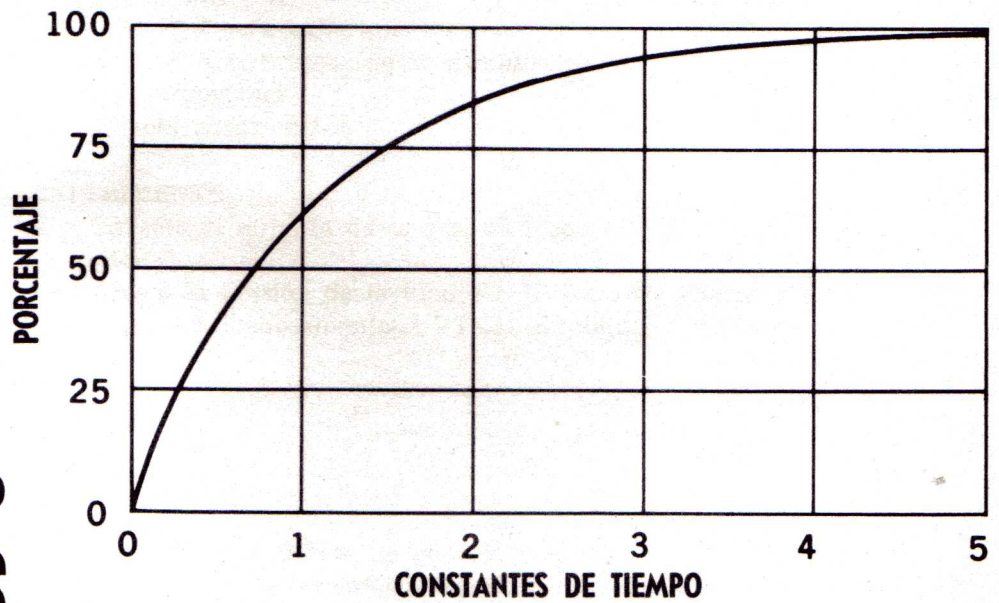


Fig. 36-5

**EXPERIMENTO
 36**

2. ¿Cuál es la tensión de ignición de la lámpara de neón LP₁ usada en el experimento 13?

3. ¿Cuál es la constante de tiempo (CT) de un circuito en serie, cuando,

¿L = 8 H y R = 10 ohms? CT = seg.

¿L = 4 H y R = 100 ohms? CT = seg.

¿L = 100 mH y R = 10 ohms? CT = seg.

NOTA: CT = L/R, donde L está en henrys y R está en ohms.

4. ¿Qué valores de C se pueden usar con una R de 1 megohm, para una CT de un segundo? C =

¿Para una CT de dos segundos? C =

5. ¿Qué valor de R se requiere para una C de 0.1 μF para una CT de 0.5 seg.?

R =

Para una CT de 0.1 seg.?

R =

**CONSTANTES
DE TIEMPO RC**



EXPERIMENTO

37

REACTANCIA CAPACITIVA

EXPOSICIÓN

La reactancia capacitiva es la resistencia que ofrece al flujo de la corriente alterna, la presencia de la capacitancia en el circuito. Se mide en ohms y puede expresarse matemáticamente como se muestra en seguida:

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

donde: f = frecuencia en hertz

C = capacitancia en farads

$$2\pi = 6.28$$

De la inspección de esta fórmula, resulta obvio que mientras mayor sea la frecuencia de la corriente alterna, menor será la reactancia. Mientras mayor sea el valor de la capacitancia, menor será la reactancia. Esta relación inversa no es difícil de ver. Una capacitancia grande puede almacenar más carga (electrones) que una pequeña, en un período determinado. Mientras más alta sea la frecuencia, mayor será el número de carga (electrones) transferido sobre la misma longitud del período de tiempo. Por lo tanto, para la misma tensión aplicada, fluye más corriente (electrones) en un capacitor grande que en uno pequeño y para un capacitor del mismo tamaño, fluye más corriente (electrones) a la frecuencia más alta.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a la Reactancia capacitiva.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-15 Vcd

Voltímetro 0-25 Vcd

Generador de AF

VTVM

SES 501A

SW₁ — Interruptor UPUT

C₁ — 10 μ F, electrolítico

C₂ — 0.1 μ F

R₁ — 22K, 1W

R₂ — 10K, 1W

R — 10K, 1W

Tablero para experimentos

Material misceláneo (no se suministra)

Transportador

Papel cuadriculado

EXPERIMENTO

1. Conecte el circuito de la Fig. 37-1 con el VTVM conectado al capacitor C₁.
2. Ajuste la tensión de la fuente a 15 volts cd. Cierre el interruptor y observe cuidadosamente el VTVM. Explique la acción del instrumento.

.....
.....
.....

Desconecte la fuente de energía y mueva el VTVM, de manera que se conecte a la resistencia R₁. Momentáneamente, conecte en corto el capacitor C₁ con una punta de mordaza, para descargarlo. Cierre el in-

terruptor y explique la acción del VTVM.

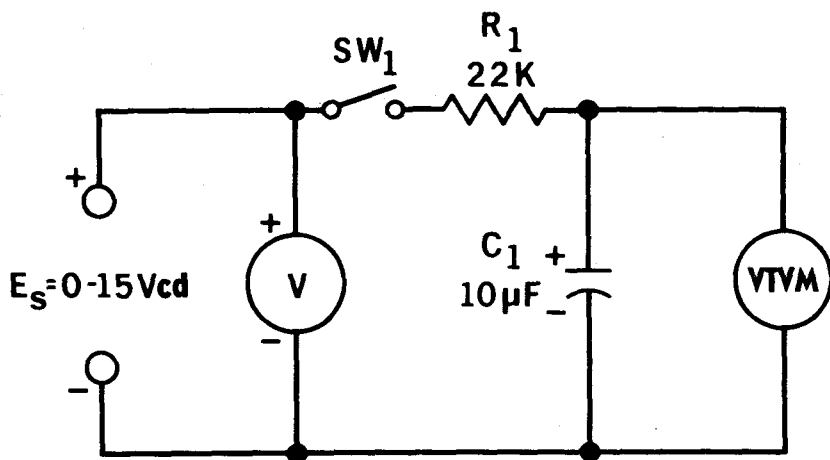


Fig. 37-1

3. Como el medidor conectado a R_1 y mida a E_R y $E_R = I \times R$ (ley de Ohms), ese instrumento es pues también una indicación de la corriente del circuito.
 ¿Cuál es la relación de fase entre I_C y E_C en el circuito?

.....

 Por relación de fase se entiende el ángulo existente entre los vectores giratorios I_C y E_C . Tomando como referencia uno de ellos, el otro estará adelantado o atrasado respecto al primero según el sentido de giro.

4. Conecte el circuito de la Fig. 37-2 (A). Ajuste la frecuencia del generador de AF a 400Hz y ajuste su salida a 5 volts. Mida y anote la tensión en C_2 , a la que se llamará E_C . Reconecte el circuito como en la Fig. 37-2 (B) y mida la tensión en R_2 , a la que se llamará E_R . Asegúrese de que se mantiene la tensión de entrada en 5 V.

$$E_R = \dots\dots\dots$$

$$E_C = \dots\dots\dots$$

5. Calcule la corriente del circuito, usando la tensión E_R del experimento 4 y el valor de la resistencia R_2 .

$$I = \dots\dots\dots$$

6. Calcule la impedancia del circuito usando la corriente calculada en el experimento 5.

$$Z = \dots\dots\dots$$

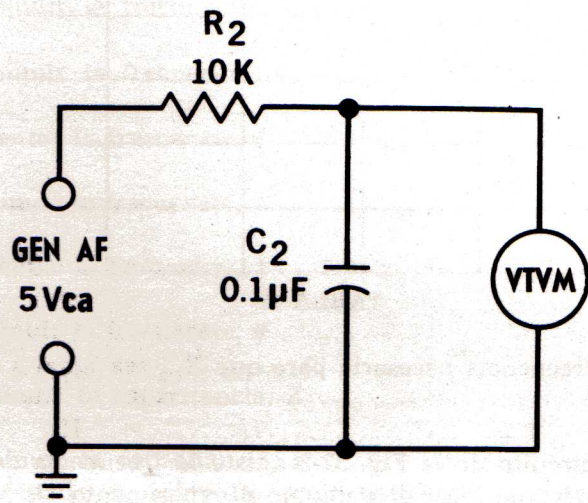
7. Calcule el valor de X_{C_2} , donde $C_2 = 0.1\mu F$ y la frecuencia = 400 Hz.

$$X_{C_2} = \dots\dots\dots$$

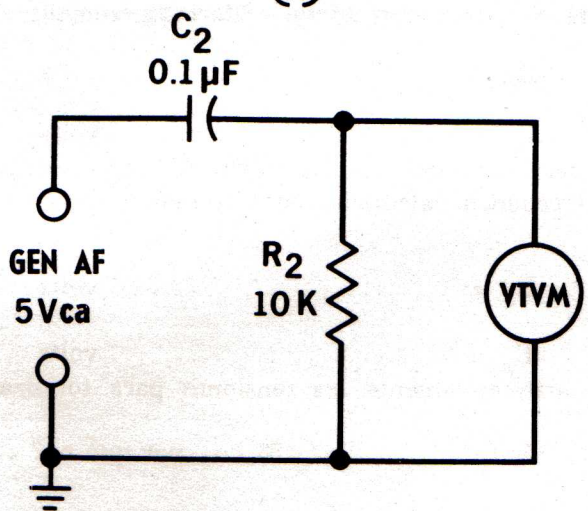
8. Dibujar sobre un papel cuadrulado un diagrama VECTORIAL usando $R_2 = 10,000$ ohms y $X_{C_2} =$ valor calculado del experimento 7.

**REACTANCIA
CAPACITIVA**

$Z = \dots\dots\dots$
 Compare este valor con la Z encontrada en el experimento 6.



(A)



(B)

Fig. 37-2

9. Con un transportador, mida el ángulo θ del diagrama vectorial del experimento 8. El ángulo θ es el ángulo cuyos lados están constituidos por los vectores R_2 y Z .

$\theta = \dots\dots\dots$

Encuentre theta por trigonometría.

EXPERIMENTO

37

- NOTA: $\cos \theta = R/Z$ $\theta = \dots\dots\dots$
10. Usando los circuitos de la Fig. 37-2, calcule y anote los valores como se indica en la tabla A. Ajuste siempre la tensión de la fuente a 5 volts después de cada cambio de frecuencia y antes de medir E_R o E_C .

$E_s = 5$ volts		$R_2 = 10,000$ ohms			$C_2 = 0.1 \mu F$	
E_s frecuencia	calculada X_C	medida E_R	medida E_C	calculada I	calculada Z	calculada θ
100 Hz						
200 Hz						
400 Hz						
800 Hz						
1,000 Hz						

TABLA A

11. Calcule la frecuencia necesaria para que X_{C_2} sea igual a 10,000 ohms.

$f = \dots \dots \dots$ Hz.

12. Usando el circuito de la Fig. 37-2 ajuste la frecuencia del generador de AF, a la frecuencia calculada en el experimento 11. Mida las tensiones E_R y E_C , deben ser iguales; pero, debido a las tolerancias de la resistencia y el capacitor, pueden diferir ligeramente.

$E_C = \dots \dots \dots$ volts

$E_R = \dots \dots \dots$ volts

Ajuste la frecuencia del generador de AF ligeramente cercana al valor de la frecuencia calculada, hasta que las tensiones E_C y E_R sean iguales.

$E_C = \dots \dots \dots$ volts

$E_R = \dots \dots \dots$ volts

¿Se suman aritméticamente las tensiones para totalizar la tensión de 5 V de la fuente? $\dots \dots \dots$ Si no, ¿por qué no? $\dots \dots \dots$

$\dots \dots \dots$
Sustituya el capacitor C_2 de 0.1 con otra resistencia R de 10K ohms en el circuito. No cambie el ajuste de frecuencia. Mida las tensiones en R_2 y R.

$E_{R_2} = \dots \dots \dots$ volts

$E_R = \dots \dots \dots$ volts

¿Se suman aritméticamente estas tensiones para totalizar la tensión de 5 V de la fuente? $\dots \dots \dots$

Explique: $\dots \dots \dots$

$\dots \dots \dots$
 $\dots \dots \dots$

**REACTANCIA
CAPACITIVA**

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

En el circuito en serie RC que se acaba de investigar, complete los enunciados siguientes:

1. Al aumentar la frecuencia, X_C
2. Al disminuir la frecuencia, E_R
3. Al disminuir la frecuencia, E_C
4. Al aumentar la frecuencia, θ
5. Al disminuir la frecuencia, Z
6. Al aumentar la frecuencia, I
7. Al disminuir la frecuencia, θ
8. Al disminuir la capacitancia, Z
9. Al disminuir la capacitancia, I
10. Trace a escala E_R sobre la escala horizontal y E_C sobre la vertical (de la tabla A) sobre papel cuadriculado para cada frecuencia. Dibuje una diagonal para cada punto y compare con la tensión de entrada de 5 V.

EXPERIMENTO

37

EXPOSICIÓN

Los fenómenos de un circuito de resonancia constituyen una característica muy significativa de los circuitos electrónicos. La forma en que puede sintonizarse un aparato de radio a una estación local, encuentra su respuesta en el estudio de los circuitos resonantes. Los principios de los circuitos resonantes tienen cientos de aplicaciones en la selección de frecuencias, acoplamiento entre pasos, diseño de antenas y circuitos de filtro.

La resonancia en un circuito ocurre cuando X_L y X_C son iguales. Al estar 180° fuera de fase, también se cancelan dejando sólo a R como impedancia de circuito. Como X_L aumenta con la frecuencia y X_C disminuye con la misma frecuencia, se tiene una frecuencia en la cual asumen el mismo valor. Esta frecuencia se puede derivar de acuerdo con la fórmula,

EXPERIMENTO

38

$$X_L = X_C \qquad 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC} \qquad F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección sobre Resonancia en serie.

RESONANCIA EN SERIE

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Generador de AF

VTVM

SES 501A

L_1 — 10mH

C_1 — $0.002\mu F$

R_1, R_2 — 1K, 1W

SW_1 — Interruptor UPDT

Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Conecte la bobina L_1 , el capacitor C_1 y la resistencia R (R_1 y R_2 en paralelo), todos en serie a la salida del generador de audiofrecuencia. Conecte el VTVM a la parte del circuito en serie que consiste de L_1C_1 , como se muestra en la Fig. 38-1. Asegúrese de que observa la conexión de TIERRA cuando se conecta el VTVM y el generador de AF.

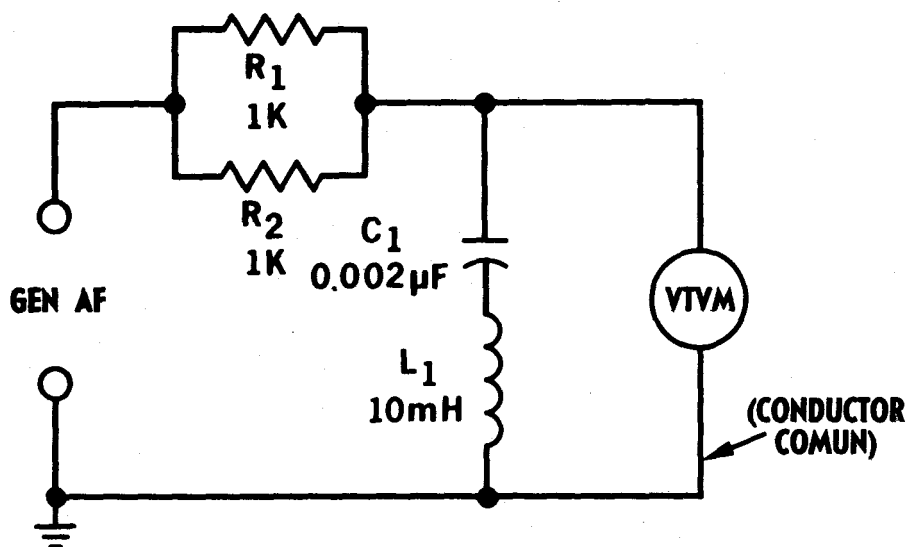


Fig. 38-1

- Calcule la frecuencia resonante del circuito usando los valores dados de L y C.

$$f_0 \text{ calculada} = \dots\dots\dots \text{ kHz}$$

- Ajuste el generador de AF a una salida máxima. Ajuste la frecuencia arriba y abajo de la frecuencia calculada, para una tensión mínima de acuerdo con la lectura en el VTVM. La lectura del cuadrante del generador de AF en el punto de tensión máxima, será la frecuencia resonante real del circuito. **NOTA:** Use esta f_0 medida en todos los cálculos.

$$f_0 \text{ real} = \dots\dots\dots \text{ kHz}$$

- Inserte el interruptor UPDT en el circuito, como se muestra en la Fig. 38-2. Tenga cuidado de no alterar el ajuste de frecuencia del generador de AF durante las mediciones siguientes. Conecte el VTVM al lado vivo del generador de AF (punto A). Ajuste la salida del generador de AF exactamente a 1 volt, tomando la lectura en la escala de 5 volts del VTVM. **NOTA:** esta salida del generador, de 1 volt, debe mantenerse durante el resto de este experimento. Mida la tensión en la bobina L_1 , en resonancia, conectando el VTVM al punto B del circuito.

$$E_L = \dots\dots\dots \text{ volts}$$

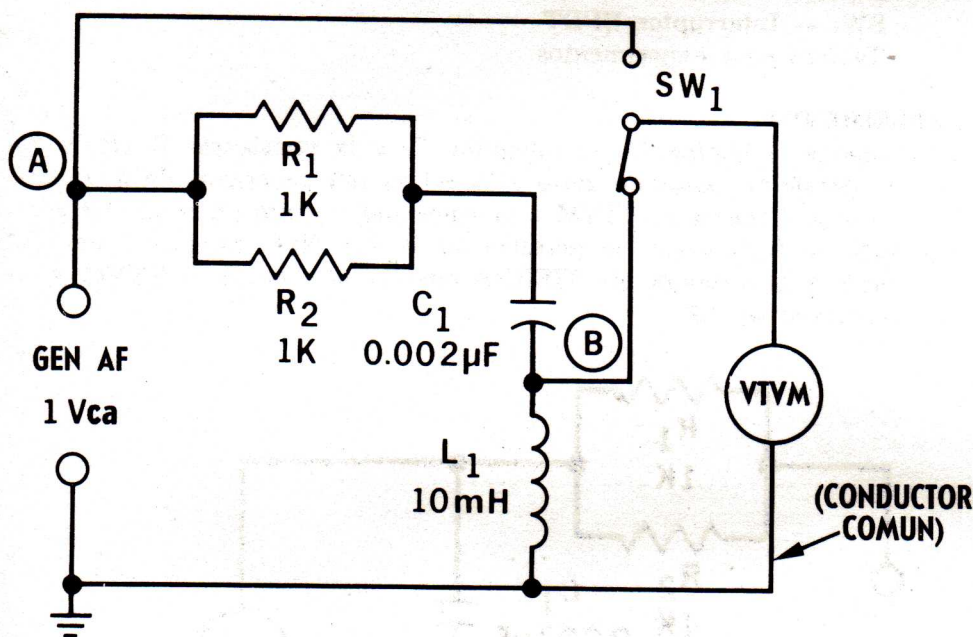


Fig. 38-2

- Intercambie C_1 por L_1 en el circuito. Vea la Fig. 38-3. Sin cambiar la frecuencia del generador de AF, de la de resonancia, cambie el VTVM al punto A y compruebe la salida de 1 volt. Reajuste la salida a 1 volt, si se requiere. Cambie el VTVM al punto B y mida la tensión en C_1 , en resonancia.

$$E_C = \dots\dots\dots \text{ volts}$$

RESONANCIA EN SERIE

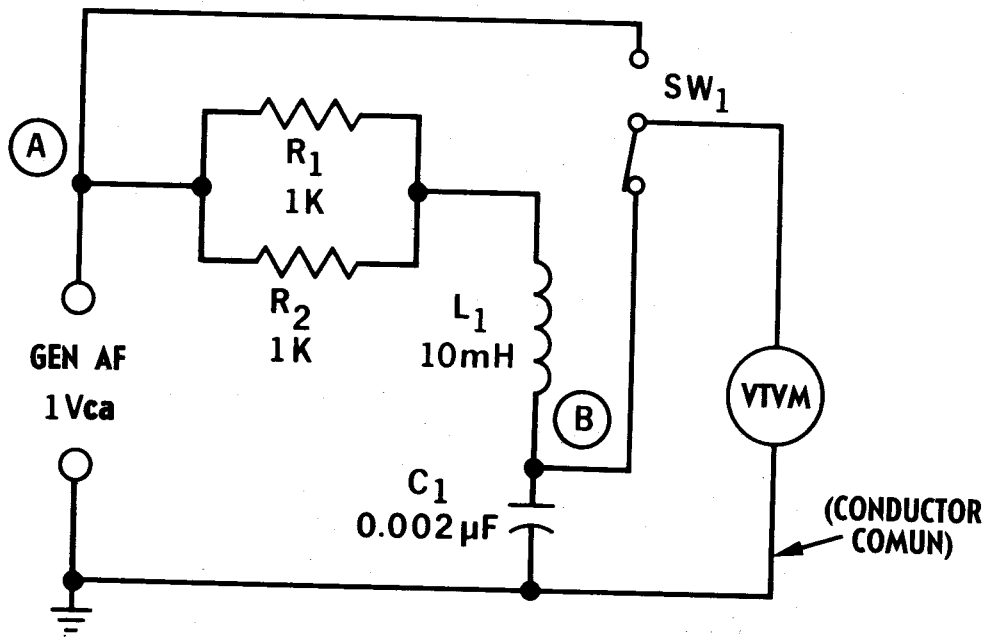


Fig. 38-3

- Intercambie R (R_1 y R_2 en paralelo) por C_1 en el circuito (Fig. 38-4). Sin cambiar la frecuencia del generador de AF, de la resonancia, conecte el VTVM al punto A y compruebe la salida de 1 volt. Cambie ahora el VTVM a B y mida la tensión en R, en resonancia.

$E_R = \dots\dots\dots$ volts

Calcule la corriente total del circuito en resonancia.

$I = \dots\dots\dots$ amperes

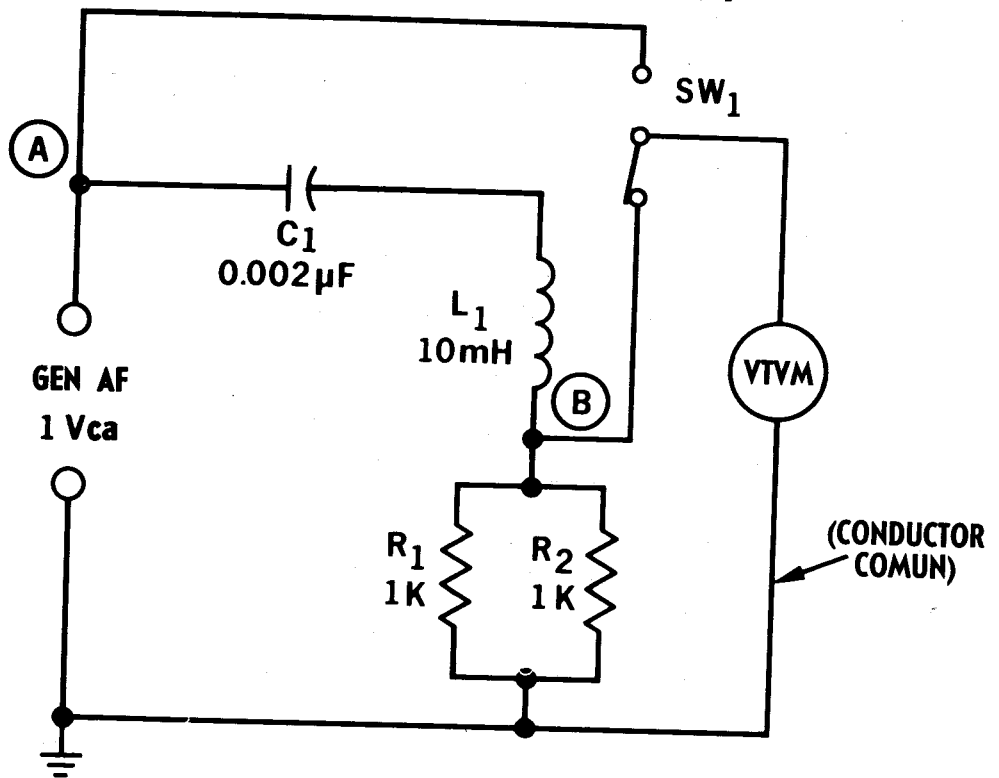


Fig. 38-4

EXPERIMENTO

38

7. Calcule la impedancia del circuito en resonancia usando los valores obtenidos en el experimento 6.

$$Z = \dots\dots\dots \text{ ohms}$$

8. Calcule la reactancia de L_1 en resonancia, usando los valores de E_L e I obtenidos en los experimentos 4 y 6.

$$X_L = \dots\dots\dots \text{ ohms}$$

9. Calcule la reactancia de C_1 en resonancia, usando los valores de E_C e I obtenidos en los experimentos 5 y 6.

$$X_C = \dots\dots\dots \text{ ohms}$$

10. Anote todas las mediciones y cálculos anteriores en la tabla A a la frecuencia de resonancia (f_0). Complete la tabla para las frecuencias indicadas arriba y abajo de la resonancia.

NOTA: para ahorrar tiempo, use el circuito de la Fig. 38-4 para las mediciones de E_R en todas las frecuencias, antes de reconectar el circuito para medir E_L . Repita todas las mediciones de E_C antes de cambiar el circuito para medir los valores de E_C .

NOTA: No olvide comprobar y reajustar si es necesario, la salida del generador de AF a 1 volt antes de cada medición.

Frecuencia	E_R	I (circuito)	Z (circuito)	E_L	X_L	E_C	X_C
$f_0 - 25\text{kHz}$							
$f_0 - 20\text{kHz}$							
$f_0 - 15\text{kHz}$							
$f_0 - 10\text{kHz}$							
$f_0 - 5\text{kHz}$							
f_0							
$f_0 + 5\text{kHz}$							
$f_0 + 10\text{kHz}$							
$f_0 + 15\text{kHz}$							
$f_0 + 20\text{kHz}$							
$f_0 + 25\text{kHz}$							

11. ¿Cuál es la Q de este circuito?

$$Q = \dots\dots\dots$$

12. Calcule el ancho de banda (AB) del circuito.

$$AB = \dots\dots\dots$$

13. Calcule los puntos de media potencia (0.707 de I_{f_0}).

$$f_{\text{superior}} = \dots\dots\dots \text{ kHz} \quad f_{\text{inferior}} = \dots\dots\dots \text{ kHz}$$

**RESONANCIA
EN SERIE**

14. Complete la gráfica para I_{circuito} y Z_{circuito} de la Fig. 38-5, con las mediciones tomadas en el experimento 10. Marque los puntos de media potencia en la curva de I_{circuito} .

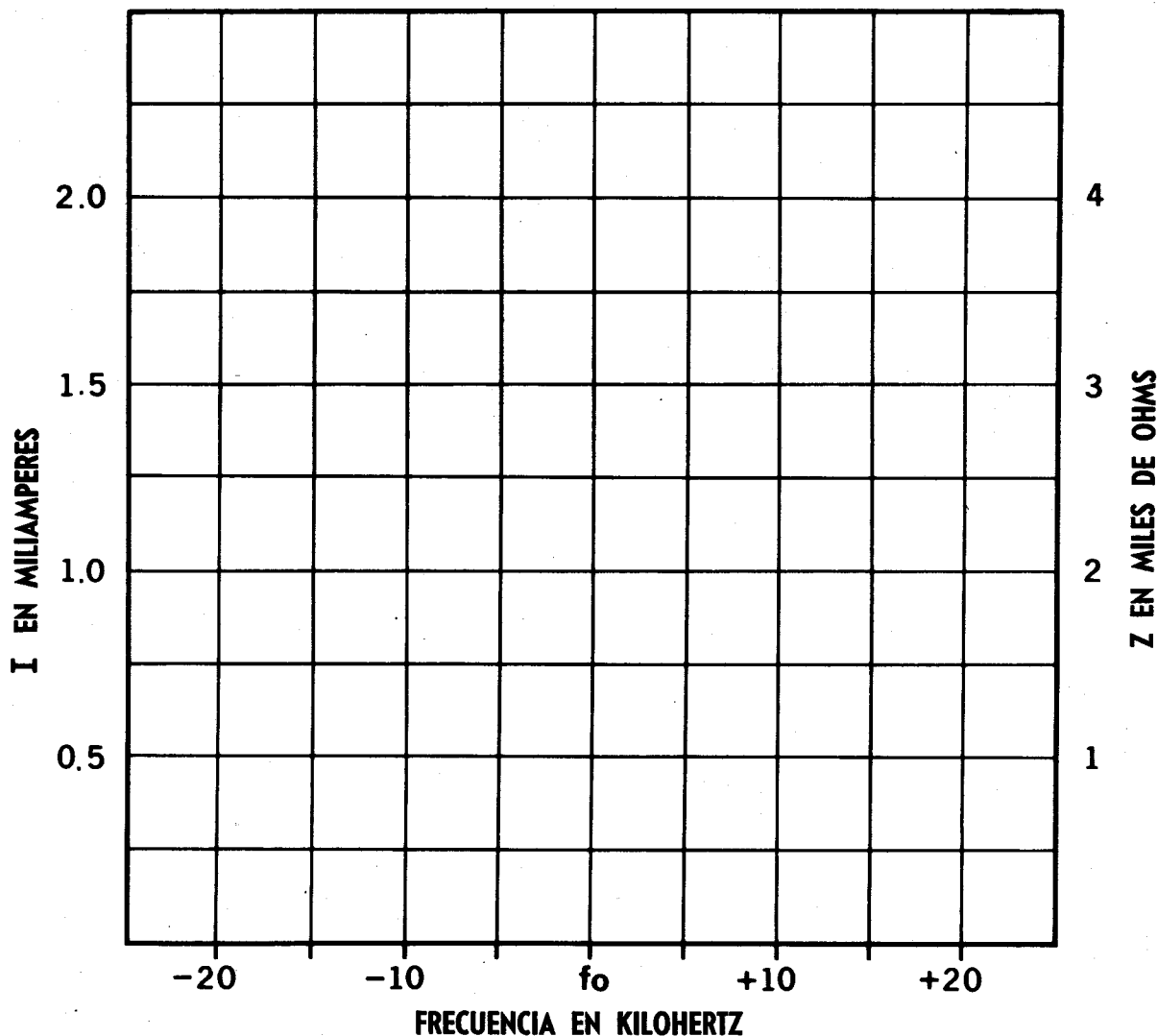


Fig. 38-5

15. Trace perpendiculares de los puntos de media potencia hacia abajo, hasta la escala de frecuencia horizontal. ¿Se compara el ancho de banda con el valor calculado en el experimento 12?
 ¿Se comparan los límites superior e inferior de la frecuencia con los valores calculados en el experimento 13?

EXPERIMENTO

38

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. En resonancia, el circuito en serie aparece como una resistencia pura. Arriba de la resonancia del circuito, ¿la reactancia es inductiva o capacitiva?

- Abajo de la resonancia del circuito, ¿la reactancia es inductiva o capacitiva?
-
2. Si la resistencia en serie, R , disminuyera a 50 ohms, ¿aumentaría o disminuiría la Q del circuito?
-
- ¿Aumentaría o disminuiría el ancho de banda?
3. ¿Por qué al circuito en serie se le llama CIRCUITO ACEPTADOR?
-
4. La tensión de R , en resonancia, es igual a
5. Dibuje un diagrama vectorial de E_R , E_L y E_C en el que se pruebe que $E_S = E_R$, en resonancia.

EXPERIMENTO

39

RESONANCIA EN PARALELO

EXPOSICIÓN

El circuito resonante en paralelo frecuentemente se conoce como circuito tanque. El intercambio de energía entre el capacitor y el inductor, es similar a la acción de un volante. El circuito oscilará a una frecuencia que depende de los valores de L y C.

El circuito paralelo sintonizado se usa mucho como circuito de selección de sintonización o frecuencia. Se usa como carga de impedancia para los amplificadores de radiofrecuencia. Presenta una impedancia máxima a señales cercanas a su frecuencia resonante. Frecuentemente se le llama circuito de rechazo. La frecuencia resonante, Q y el ancho de banda de un circuito en paralelo, se encuentran usando métodos similares a los que se emplean para circuitos resonantes en serie.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a la Resonancia en paralelo.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Generador de AF
VTVM
SES 501A
L₁ — 10mH
C₁ — 0.002 μ F
R₁ — 10K, 1W
Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Alambre la bobina L₁ y el capacitor C₁ en paralelo. Conecte el circuito paralelo en serie con la resistencia R₁ a las terminales de salida del generador de AF. Vea la Fig. 39-1 (A). **Mantenga la tensión de salida del generador en 5 volts rcm**, en tanto se toman todas las lecturas de este experimento.

NOTA: Asegúrese de que observa la conexión de TIERRA cuando conecta el VTVM como se muestra en la Fig. 39-1 (A) y (B).

2. Calcule la frecuencia resonante del circuito, usando los valores dados de L₁ y C₁.

$$f_0 \text{ (calculada)} = \dots\dots\dots \text{ kHz}$$

3. Ajuste el generador de AF a la frecuencia resonante f₀, calculada en el experimento 2. Ajuste la frecuencia hacia arriba o hacia abajo para tener la mínima tensión en R₁. Esta es la frecuencia resonante real que se usará en todos los cálculos requeridos.

$$f_0 \text{ (real)} = \dots\dots\dots \text{ kHz}$$

Mida la tensión en la resistencia R₁, que se llamará E_R.

$$E_R = \dots\dots\dots \text{ volts}$$

Reconecte el circuito como se muestra en la Fig. 39-1 (B) y mida la tensión del circuito paralelo LC. A éste se le llama con frecuencia circuito de tanque y su tensión se conoce como E_T.

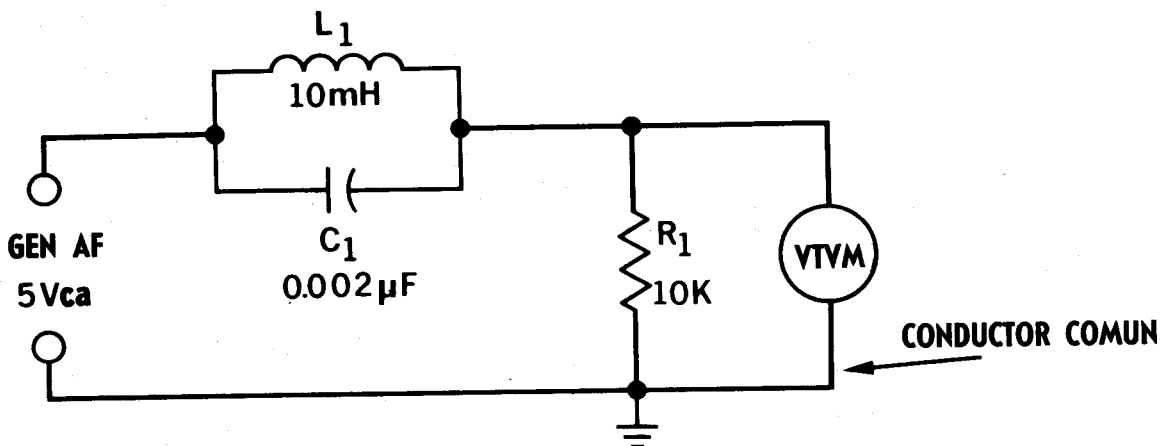
$$E_T = \dots\dots\dots \text{ volts}$$

A la frecuencia resonante, la tensión del circuito tanque debe ser máxima. Haga variar ligeramente la frecuencia del generador, a am-

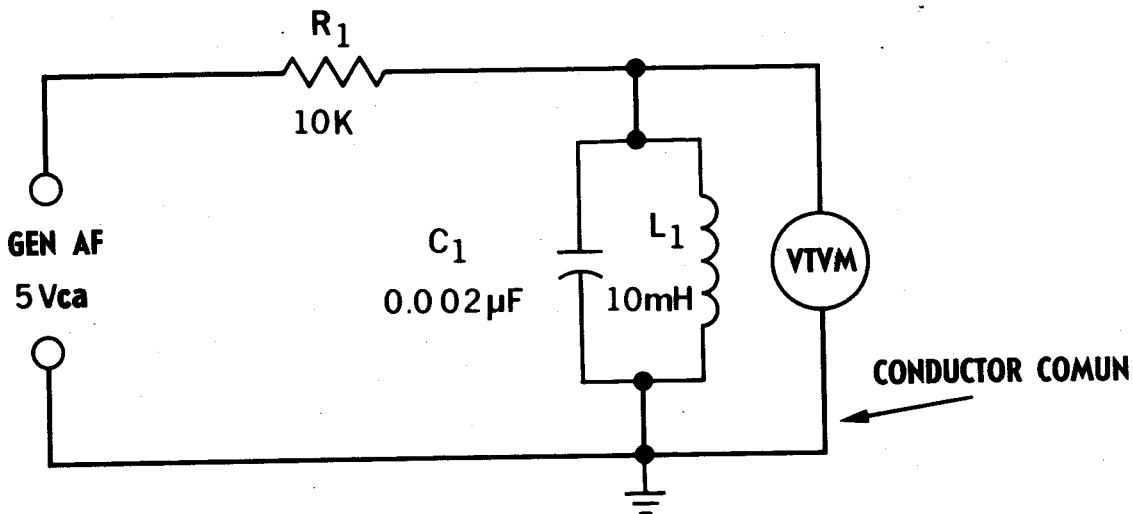
bos lados del punto resonante. ¿Se reduce la tensión en alguno de los lados? Explique:

.....
 Calcule la corriente de línea serie, $I_{línea}$ a la frecuencia resonante.

$I_{línea}$ a f_0 uA



(A)



(B)

Fig. 39-1

4. Calcule X_L para la frecuencia resonante real.

$X_L = \dots\dots\dots$

5. Calcule X_C para la frecuencia resonante real.

$X_C = \dots\dots\dots$

**RESONANCIA
 EN PARALELO**

6. Calcule la corriente del circuito tanque, I_C , aplicando la Ley de Ohm.
 $I_C = E_T/X_C$
 NOTA: use la tensión del circuito tanque E_T , que se encontró en el experimento 3.

$$I_C = \dots\dots\dots$$

7. Calcule I_L aplicando la Ley de Ohm.

$$I_L = \dots\dots\dots$$

Como I_L e I_C son iguales en resonancia y están defasadas 180° la corriente de línea ($I_{línea}$) debe ser el resultado de la suma de la resistencia del resistor R_1 y la resistencia del alambre de la bobina L_1 .

8. ¿Cuál es la impedancia del circuito tanque en resonancia?

$$Z_T = E_T/I_{línea}$$

$$Z_T = \dots\dots\dots$$

9. Complete la tabla para las frecuencias indicadas arriba y abajo de la de resonancia. Para ahorrar tiempo, use el circuito de la Fig. 39-1 (A), para las mediciones de E_R a todas las frecuencias indicadas, antes de reconectar el circuito como en la Fig. 39-1 (B) para las mediciones de E_T . Antes de cada medición, no olvide comprobar que la salida del generador permanece en 5 V.

Frecuencia	Calculada		Medida		Calculada		$I_{línea}$	Z_T
	X_L	X_C	E_R	E_T	I_L	I_C		
$f_0 - 25\text{kHz}$								
$f_0 - 20\text{kHz}$								
$f_0 - 15\text{kHz}$								
$f_0 - 10\text{kHz}$								
$f_0 - 5\text{kHz}$								
f_0								
$f_0 + 5\text{kHz}$								
$f_0 + 10\text{kHz}$								
$f_0 + 15\text{kHz}$								
$f_0 + 20\text{kHz}$								
$f_0 + 25\text{kHz}$								

EXPERIMENTO

39

NOTA: la corriente reactiva en la línea, es la diferencia entre I_L e I_C . Cualquiera que sea la mayor, determinará si el circuito es inductivo o capacitivo.

10. Complete la gráfica de la Fig. 39-2 para la $I_{línea}$ y la Z_{tanque} , para cada frecuencia en la lista de la tabla. Tome los datos de las mediciones y los cálculos del experimento 9.

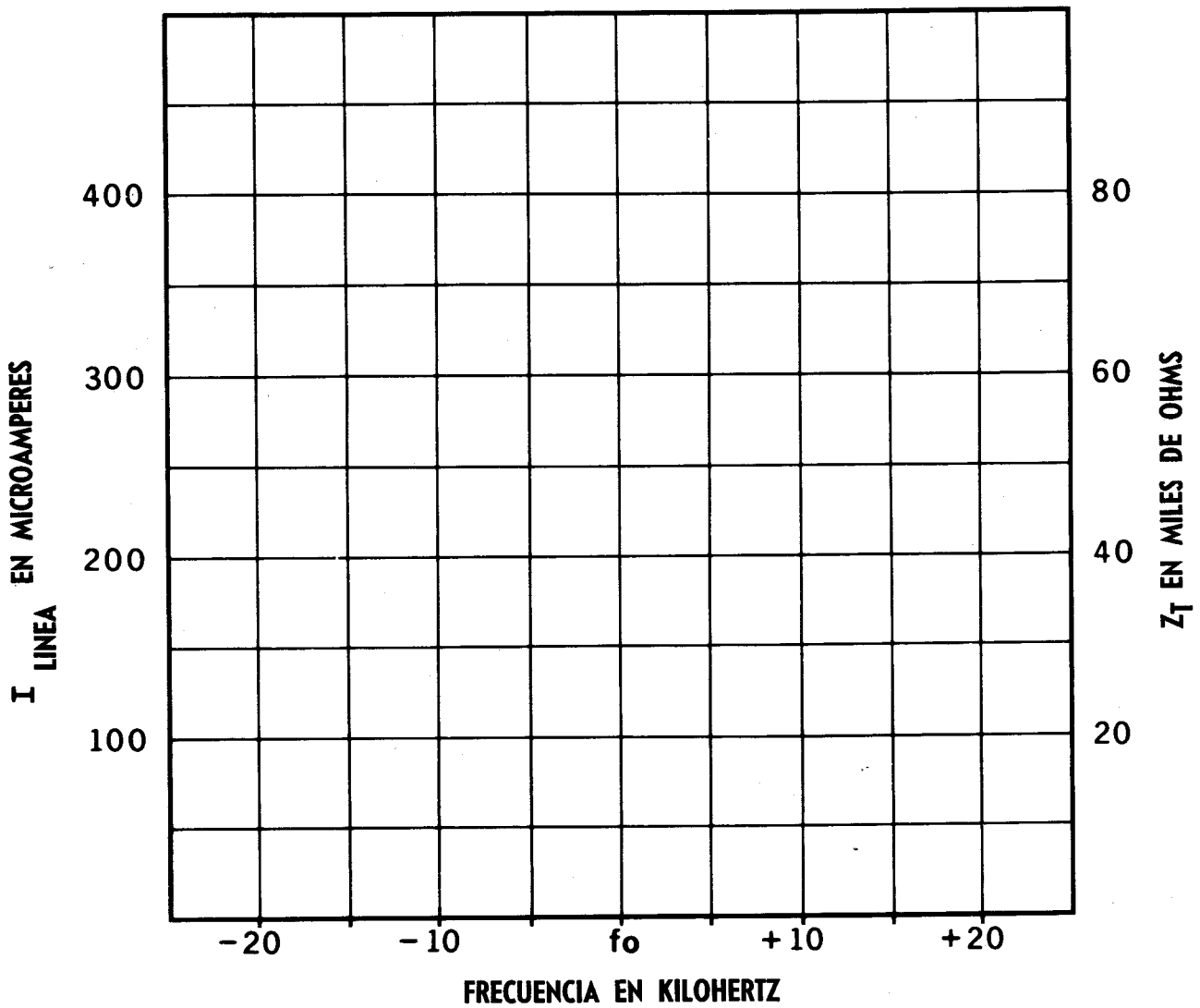


Fig. 39-2

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. A frecuencias superiores a la de la resonancia, ¿se vuelve inductivo o capacitivo el circuito paralelo?
 2. A frecuencias inferiores a la de resonancia, ¿se vuelve inductivo o capacitivo el circuito paralelo?
 3. ¿Cómo puede saber cuándo está el circuito tanque sintonizado a la resonancia?
 -
 -
 4. ¿Qué indica una "reducción súbita" ("dip") en la corriente de la línea, cuando se sintoniza un circuito tanque?
 5. En resonancia, la corriente circulante del tanque, ¿es máxima o mínima?
- NOTA: se supone que I_{circuito} es I_C .

**RESONANCIA
EN PARALELO**

EXPERIMENTO

40

MOTOR DE CD DE IMAN PERMANENTE

EXPOSICIÓN

El motor eléctrico es el método más común para la conversión de energía eléctrica a energía mecánica. Los principios del funcionamiento de un motor fueron observados por Faraday y Henry hace muchos años. Sus experimentos mostraron que la interacción de un campo magnético fijo y el campo magnético que rodea a un conductor con corriente, producía movimiento. En este experimento se construirá un motor de cd. Se requerirá un poco de reflexión y estudio para apreciar el objetivo del conmutador y las razones para invertir el campo de la armadura para producir rotación.

Deben estudiarse métodos para conectar eléctricamente los campos y la armadura, así como las ventajas de varios tipos de motores, como preparación para los experimentos que siguen.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Motores de CD o motores eléctricos.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-10 Vcd
Voltímetro 0-10 Vcd
Amperímetro 0-10 Acd
VTVM
SES 501A
2 — Bobinas pequeñas
2 — Imanes permanentes de barra cilíndrica
2 — Monturas de bobina
2 — Varillas de soporte
2 — Espaciadores roscados
Placa de base
SW₁ — Interruptor DPDT
SW₂ — Interruptor UPUT
Montura de la armadura del motor (yugo)
Conjunto de armaduras, cd
Conjunto del portaescobillas
LP₁ — Lámpara miniatura
60 cm de alambre aislado, cal. 28
Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Monte las dos bobinas pequeñas con sus monturas sobre la placa de base. Vea la Fig. 40-1. Observe que las monturas de las bobinas están armadas sobre la placa de base en forma poco convencional para este experimento particular. Inserte los imanes permanentes en las bobinas. (Las bobinas se usan sólo como sujetadores en este experimento). Los imanes deben estar en su posición de atracción, como aproximadamente a 12 mm de separación. Sujete los imanes en las bobinas.
2. Tome el alambre de cobre aislado cal. 28 de 60 cm de longitud y suspéndalo suavemente sobre las varillas de soporte, entre los dos imanes permanentes, como se muestra en la figura.
3. Conecte los extremos del alambre al interruptor DPDT y conecte el interruptor a la fuente de energía de cd, como se muestra en la Figura 40-2. Ajuste la tensión a 1 V.

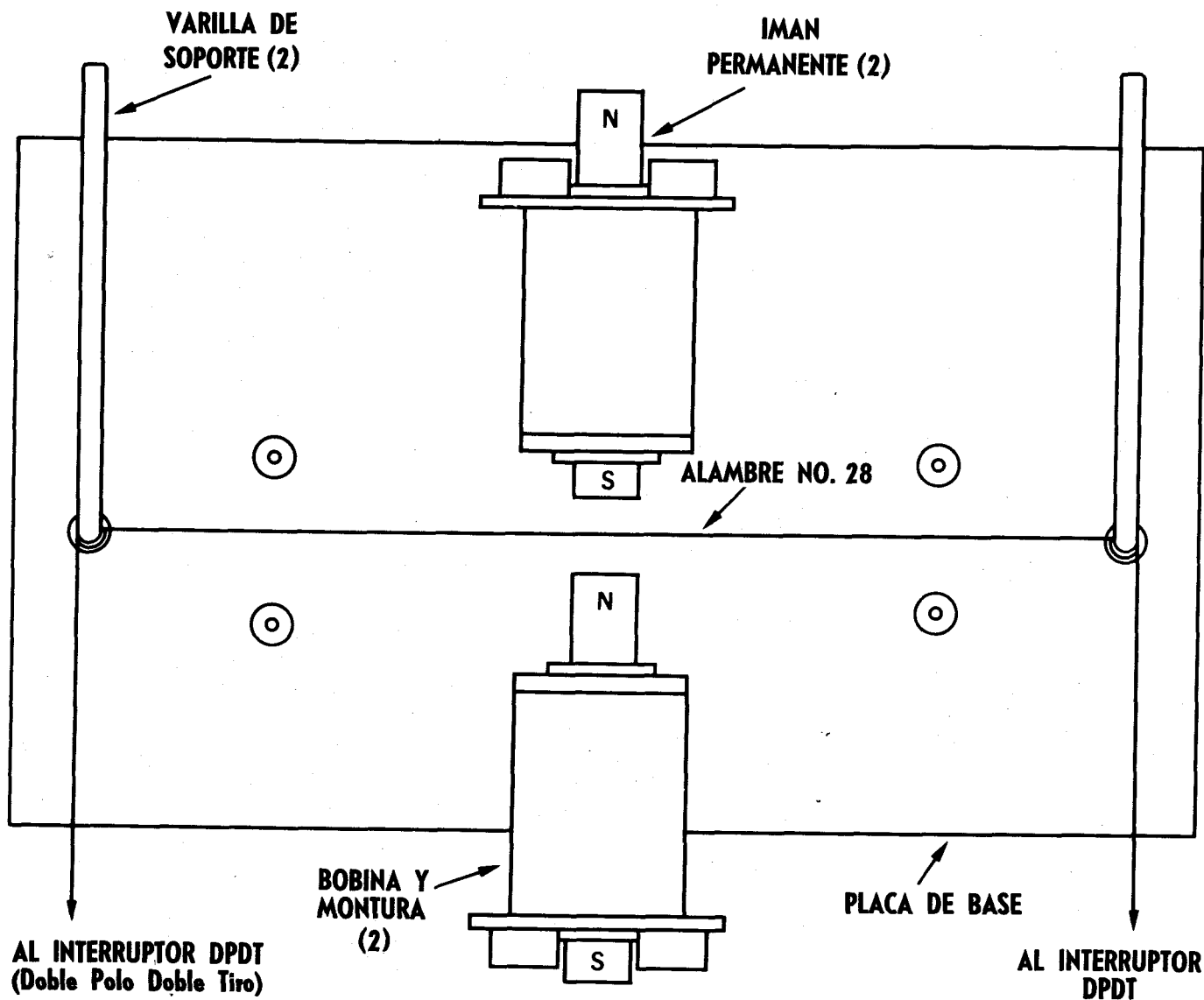


Fig. 40-1

4. Momentáneamente accione el interruptor primero en un sentido y luego en el otro, cambiando la dirección del flujo de la corriente en el alambre. Note la reacción que se produce en el alambre que está dentro del campo magnético.
 NOTA: no deje la fuente de energía conectada en forma prolongada, ya que el alambre del cal. 28 actúa como un corto circuito respecto a ella.
5. En el circuito de la Fig. 40-2, cuando el interruptor se cierra a la posición "B", ¿se mueve el conductor hacia arriba o hacia abajo en el campo magnético?
6. Cuando el interruptor se cierra en la posición "A", ¿se mueve el conductor hacia arriba o hacia abajo?
7. Si ambos imanes en el experimento 5 se colocaran extremo a extremo, serían los resultados diferentes. Inténtelo.
8. Pida al instructor que observe el uso que hace de la REGLA DE LA MANO DERECHA DEL MOTOR.

**MOTOR DE CD
DE IMAN PERMANENTE**

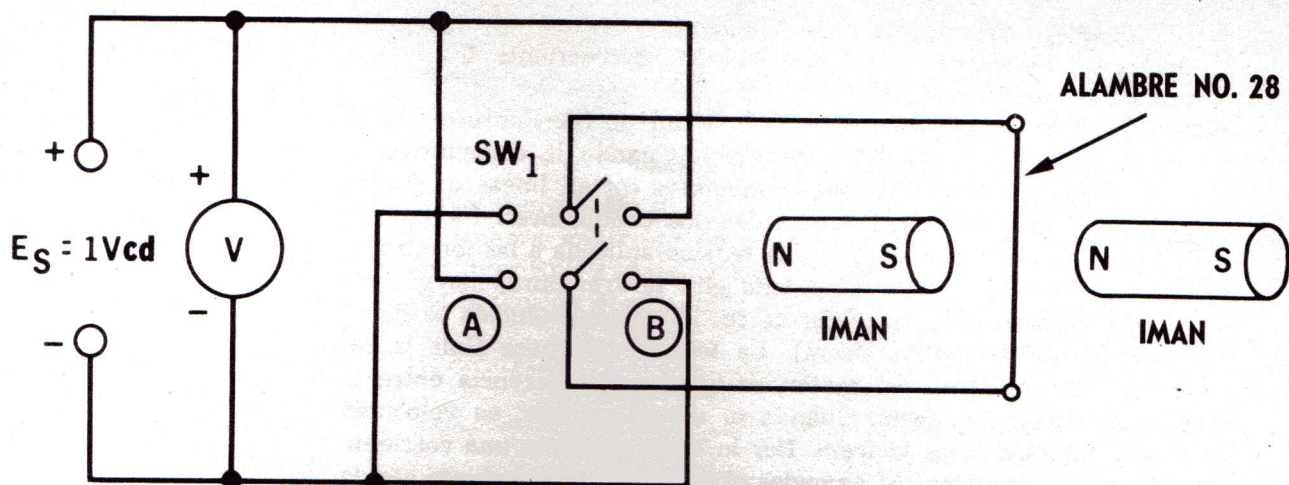
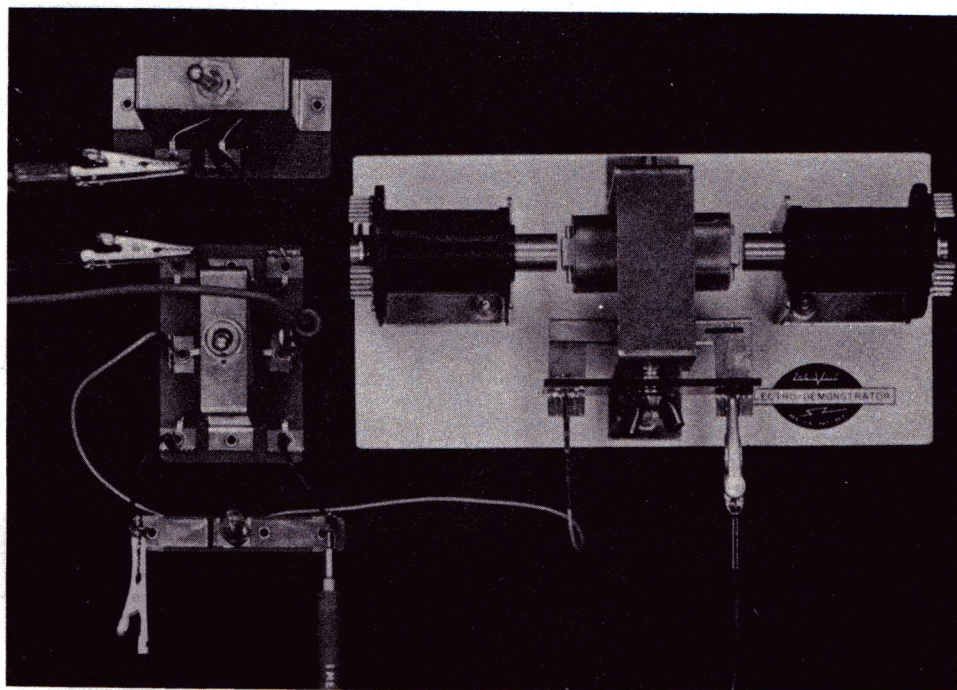


Fig. 40-2

9. Construya el motor de cd sobre la placa de base, según la fotografía y alambre el circuito como se muestra en el esquema de la Fig. 40-3. Ajuste el amperímetro a su rango más alto de corriente y coloque en la posición A el SW₁. No haga ninguna conexión a las bobinas de campo. Use los imanes permanentes como núcleos. (Note que la energía se aplica sólo a las escobillas).



EXPERIMENTO

40

10. Cierre SW₂ y ajuste la tensión de alimentación a 5 volts de cd. Observe el funcionamiento del motor y el comportamiento del amperímetro.
11. Ajuste el conjunto del portaescobillas para obtener una máxima velocidad en el motor.
12. Nuevamente, observe el comportamiento del amperímetro al accionar momentáneamente SW₂, conectando y desconectando. Note que la

corriente de arranque es alta y que al tomar velocidad el motor, disminuye a un valor más bajo. Esta reducción de corriente al adquirir velocidad el motor, se debe a la acción generadora del motor. Todo motor de cd es potencialmente un generador de cd. Consulte el experimento 26 (Principios del generador). Cuando la armadura que está en el motor de cd, gira, sus conductores cortan líneas de fuerza magnética y se induce una tensión en los conductores. La tensión generada tiene dirección opuesta a la tensión aplicada a las terminales del motor. Mientras más rápidamente gire la armadura, mayor será la tensión generada. En un motor de cd, la tensión inducida se llama fuerza contraelectromotriz (fcem). La tensión que hace fluir la corriente de la armadura del motor, es igual a la diferencia entre la tensión aplicada y la fcem. Cuando el motor arranca, su velocidad es baja y también lo es la fcem. Por lo tanto, se tiene una corriente elevada en la armadura. Al ascender el valor de la fcem junto con la velocidad, la diferencia de tensión se vuelve progresivamente menor y, por lo tanto, se reduce la corriente. Se demostrará ahora la acción generadora del motor.

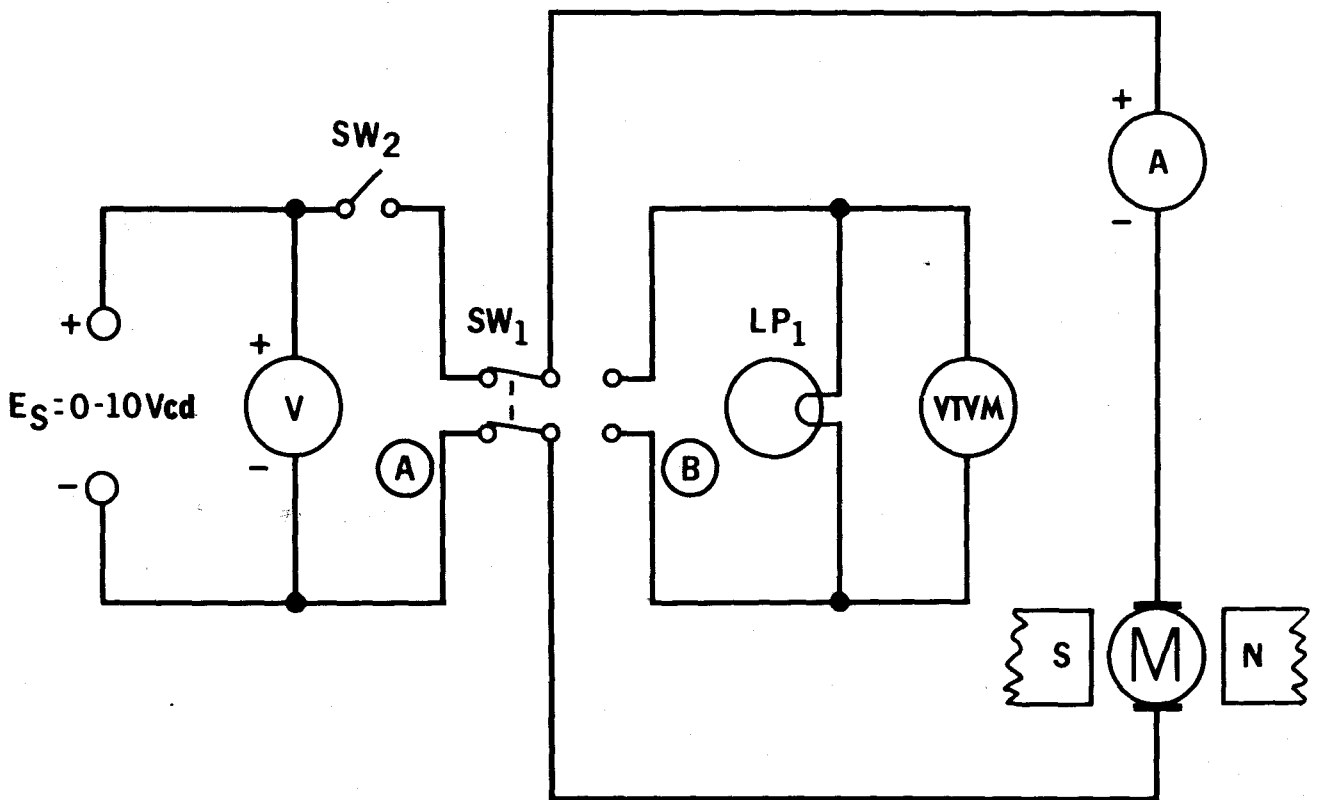


Fig. 40-3

13. Con el motor operando a 5 Vcd, aumente la tensión de alimentación a 10 volts.
14. Conecte el VTVM en el rango de 1.5 volts cd, a la lámpara LP₁.
15. Conecte el interruptor SW₁ a la posición B en tanto que observa la lámpara y el VTVM. Describa el comportamiento de la lámpara y del VTVM.

**MOTOR DE CD
DE IMAN PERMANENTE**

.....
¿Actúa el motor como un generador de cd?
¿Qué ha convencido al lector de que el motor está desarrollando cd?

-
16. Lleve nuevamente el interruptor SW_1 a la posición A y desatornille la lámpara miniatura de su receptáculo. Conecte nuevamente el interruptor SW_1 a la posición B y observe el comportamiento del VTVM. ¿Es la tensión desarrollada más alta o más baja que antes? Explique:
.....
.....

-
17. Regrese el interruptor SW_1 a la posición A y reduzca la tensión de alimentación a 5 volts.

18. Con el motor funcionando retire un imán permanente. ¿Sigue operando el motor?

¿Qué efecto tendrá esto, en la velocidad y en la potencia?

-
19. Con el motor en marcha con un imán, sustituya el otro imán en polaridad de oposición (de manera que los polos semejantes estén opuestos). Ajústelos gradualmente para tener la misma separación en cada

lado de la armadura. ¿Continúa operando el motor?

Explique:

-
20. Vuelva a colocar ambos imanes en las bobinas con la polaridad apropiada y encienda el motor. Invierta las conexiones del alambre a las escobillas. ¿Qué le sucede a la rotación del motor?

-
21. Desconecte la energía y retire el amperímetro y la lámpara. Reconecte el circuito usando el interruptor DPDT, de tal manera que el motor invierta su dirección con cada cambio de posición del interruptor.

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. Enuncie la Regla de la mano derecha del motor.
.....
.....
.....
.....

EXPERIMENTO

40

-
2. Usando los métodos convencionales de dibujo, trace un conductor en

un campo magnético. Muestre la polaridad del campo, la dirección del flujo de la corriente y la dirección del movimiento.

3. ¿Cómo se usa el principio del motor en el aparato de televisión?

Consulte cualquier texto sobre la televisión.

.....

4. ¿Qué se entiende por el término par?

.....

5. El motor que opera en el experimento 18, ¿tendrá un par muy alto?

..... Explique:

.....

6. ¿Qué entiende por fuerza contraelectromotriz de un motor?

.....

7. ¿Puede ser en algún caso la f_{cem} de un motor, igual a la tensión

que se le aplica?

.....

8. ¿Son todos los motores de cd un generador de cd en potencia, y vice-

versa?

Explique:

.....

**MOTOR DE CD
DE IMAN PERMANENTE**

EXPOSICIÓN

Un motor se puede describir como "el servidor más útil del hombre". Los motores hacen girar las ruedas de las industrias que llevan productos para la salud y el bienestar. La fuente más abundante de energía en el mundo, es la corriente alterna. No es de sorprender, pues, el saber que la mayor parte de los motores están diseñados para funcionar con corriente alterna. Hay ocasiones, sin embargo, en que un motor debe poder operar indistintamente con ca o cd. Este tipo de motores reciben el nombre de universales. En cuanto al tipo, es un motor de CD tipo serie, que hace caso omiso del cambio de polaridad ya que la polaridad tanto de la armadura como del campo, cambian simultáneamente.

EXPERIMENTO

41

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Motores universales o eléctricos.

MOTORES UNIVERSALES (CA Y CD)

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

- Fuente de energía 0-12 Vcd
- Fuente de energía 0-15 Vca
- Amperímetro 0-10 Acd
- Amperímetro 0-10 Aca
- Voltímetro 0-25 Vcd
- Voltímetro 0-15 Vca
- SES 501A
- Conjunto de armadura, cd
 - Montura de la armadura del motor (yugo)
 - Conjunto del portaescobillas
 - 2 — Bobinas pequeñas
 - 2 — Núcleos cortos de hierro
 - 2 — Monturas de bobina
 - Placa de base
 - SW₁ — Interruptor UPUT
 - Tablero para experimentos
- Material misceláneo (no se suministra)
 - Transportador
 - Lápiz de madera

EXPERIMENTO

1. Estudie el esquema mostrado en la Fig. 41-1 y arme el motor como se muestra en la fotografía. Conecte las bobinas de campo en serie aditiva y las escobillas en serie con las bobinas de campo. Conecte el motor a la fuente de 0-12 volts de cd, ajuste la tensión a 10 volts

y cierre el interruptor. ¿Opera el motor satisfactoriamente?

2. Afloje y haga girar el conjunto del portaescobillas para darle la máxima velocidad al motor. Fije el conjunto en su lugar. ¿Qué ajuste

le hizo al motor?

.....

.....

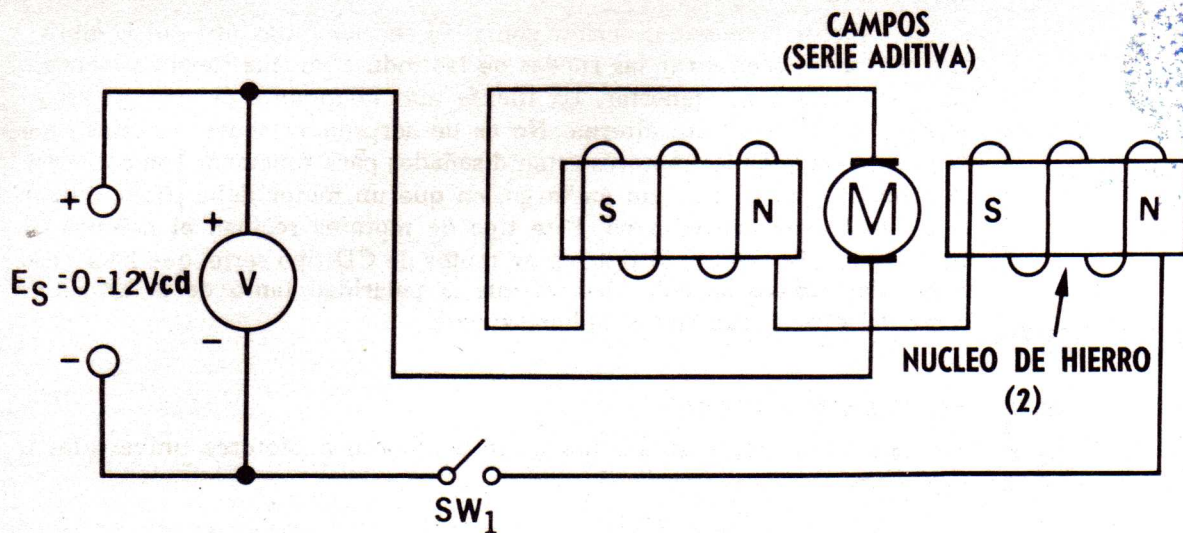
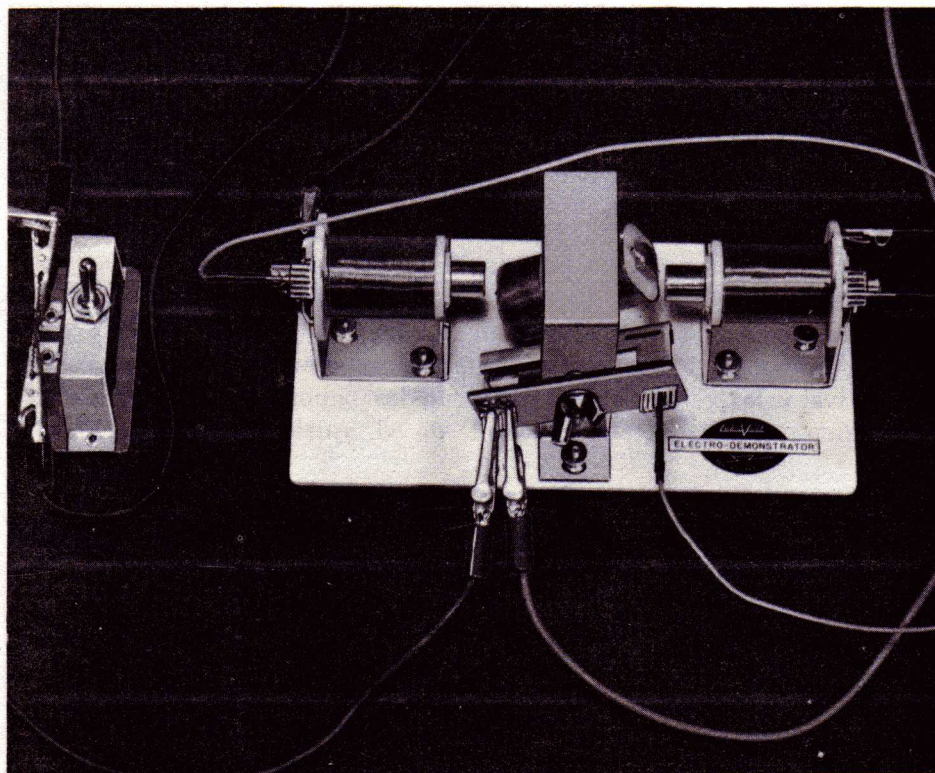


Fig. 41-1

3. Usando un transportador como guía, calcule el valor del ángulo de conmutación grados.
 4. Afloje el conjunto del portaescobillas nuevamente y hágalo girar en la dirección que siguen las manecillas del reloj. ¿Aumenta o disminuye la velocidad del motor?
-
 Haga girar el conjunto del portaescobillas en dirección contraria a la



**MOTORES UNIVERSALES
(CA Y CD)**



de las manecillas del reloj. ¿Aumenta o disminuye la velocidad del motor?

5. Cambie las conexiones de las bobinas de campo de manera que estén en oposición serie. ¿Sigue operando el motor?
Explique:

6. Cambie las bobinas de campo nuevamente a serie aditiva. Comience con una tensión cero en la fuente y aumentela gradualmente. ¿Cómo se comporta el motor?

7. Invierta la polaridad de la tensión de la fuente. ¿En qué forma afecta esto al motor?
¿Por qué?

8. Con la tensión de la fuente fija en 8 volts de cd y el motor en marcha, ¿cuál es la corriente medida?
 $I = \dots\dots\dots$ amperes

9. Usando el lápiz como freno, colóquelo contra el eje de la armadura y sienta o disminúyale la velocidad al motor. Esto es tanto como aplicar una carga al motor. ¿Qué le sucede a la corriente de la línea?
Explique:

10. Desconecte la fuente de cd y reconéctela a la fuente de ca variable. ¿Operará este motor con corriente alterna?
Explique:

11. Repita los experimentos 2 al 7, usando ca.

EXPERIMENTO

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿Cuál es el objetivo del conmutador en el motor de cd?

2. ¿Por qué se le llama a este tipo de motor, motor universal?
3. ¿Qué ventaja principal tiene un motor de cd sobre los motores de inducción?
4. ¿Por qué aumenta el chisporroteo en las escobillas cuando se aplica una carga al motor?
5. Cuando arranca el motor, ¿por qué es grande la corriente inicial en comparación con la corriente a velocidad plena?
6. ¿Cuál es una ventaja importante y una desventaja importante, en un motor serie de cd?
7. Al aumentar de velocidad un motor serie, ¿qué le sucede a la intensidad de campo?
8. ¿Cómo afecta una disminución en la intensidad de campo a la velocidad de un motor?
9. Usando un interruptor DPDT, dibuje un diagrama del alambrado y las conexiones al motor, de manera que el motor invierta su dirección de rotación por medio de un interruptor.

**MOTORES UNIVERSALES
(CA Y CD)**

EXPERIMENTO

42

DEVANADO DE CAMPO DERIVADO Y COMBINADO DE MOTOR DE CD

EXPOSICIÓN

Una de las principales ventajas del motor de campo derivado, es su capacidad para mantener una velocidad constante bajo condiciones variables de carga. Se usa para operar herramientas, máquinas, ventiladores y otros dispositivos que requieren una velocidad constante. Tiene un par de arranque satisfactorio en cargas ligeras. El motor de devanado combinado, alterna las ventajas tanto de los motores derivados como los de en serie. Si se pueden tolerar variaciones razonables de velocidad, el motor combinado tiene un par de arranque más alto que el derivado.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Motores cd derivados o motores eléctricos.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-10 Vcd

Fuente de energía 0-15 Vca

Amperímetro 0-10 Acd

Voltímetro 0-25 Vcd

Voltímetro 0-15 Vca

SES 501A

Conjunto de armadura, cd

Montaje de armadura de motor (yugo)

Conjunto de portaescobillas

2 — Bobinas pequeñas

2 — Núcleos cortos de hierro

2 — Monturas de bobina

Placa de base

R₁ — 1K, potenciómetro, ½W

Tablero para experimentos

Material misceláneo (no se suministra)

Transportador

Lápiz de madera

EXPERIMENTO

1. Monte el motor derivado como se muestra en la fotografía. Conecte las bobinas en serie aditiva y en paralelo con las escobillas del motor, como se muestra en el esquema de la Fig. 42-1.

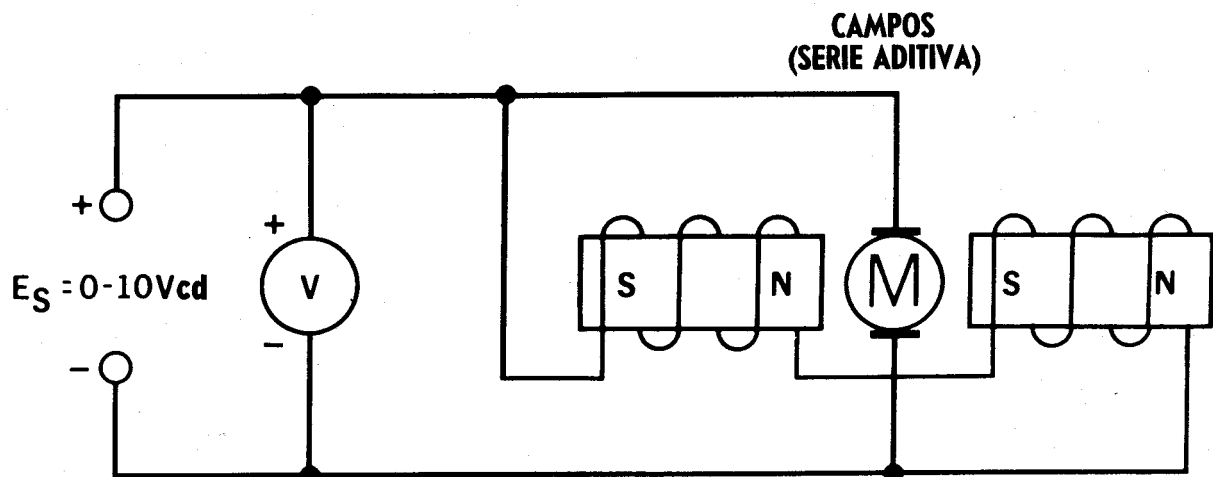
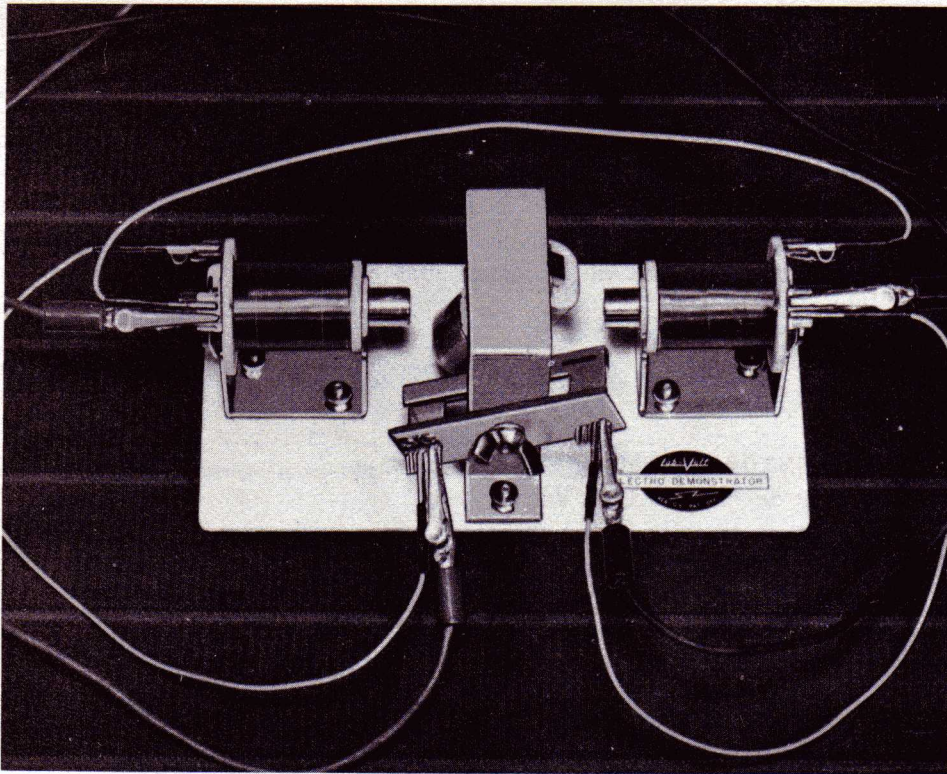


Fig. 42-1



2. Conecte la fuente de 10 volts de cd, directamente a las terminales de las escobillas. Aplique la energía. El motor debe ponerse en marcha.
3. Afloje el conjunto de las escobillas y ajuste el ángulo de conmutación para obtener una máxima velocidad del motor. Reduzca la tensión a aproximadamente 8 volts. El motor debe funcionar bien. Usando un transportador como referencia, calcule el ángulo de conmutación.

.....

4. Inserte el amperímetro en serie con el motor y mida la corriente de la línea.

$$I_{\text{línea}} = \text{..... amperes}$$

5. Con el motor en marcha, use un lápiz como freno y sienta la marcha del motor, presionando el lápiz contra el eje de la armadura. Observe la corriente de la línea. ¿Aumenta o disminuye?

6. Usando la fórmula:

$$\text{velocidad} = \text{fcem/intensidad de campo}$$

explique por qué este motor tiende a acelerarse cuando se aplica una carga.

.....

**DEVANADO DE CAMPO
 DERIVADO Y COMBINADO
 DE MOTOR DE CD**

7. ¿Hace que varíe la velocidad de este motor un cambio de tensión en la línea de alimentación?
- ¿Por qué?
-
8. Los grandes motores industriales usan con frecuencia una resistencia en serie con la armadura para limitar la corriente en el motor, hasta que alcanza éste su velocidad nominal. ¿Por qué?
-
9. Para comprobar la respuesta del experimento 8, haga girar el motor y observe cuidadosamente la corriente de la línea en el arranque y también después de que el motor ha llegado a su velocidad de operación normal. Enuncie la interpretación de la prueba y la razón para usar dispositivos de arranque de motores, ya sea mecánicos o electrónicos.
-
-
-
10. Conecte el motor derivado a la fuente de ca de 15 volts. ¿Opera el motor?
- ¿Puede considerarse el motor derivado como un tipo universal?
- ¿Por qué?
-
11. Usando el motor armado descrito en el experimento 1, reconecte el circuito para hacer un motor combinado como el que se muestra en el esquema de la Fig. 42-2.
12. Conecte la fuente de cd de 10 volts, como se muestra en el esquema. Aplique energía y el motor debe operar.
13. Afloje el conjunto de las escobillas y ajuste el ángulo de conmutación para obtener la máxima velocidad del motor. Usando un transportador como referencia, calcule el ángulo de conmutación.
14. Inserte el amperímetro en serie, y mida la corriente de la línea.

$$I_{\text{línea}} = \dots\dots\dots \text{ amperes}$$

EXPERIMENTO

42

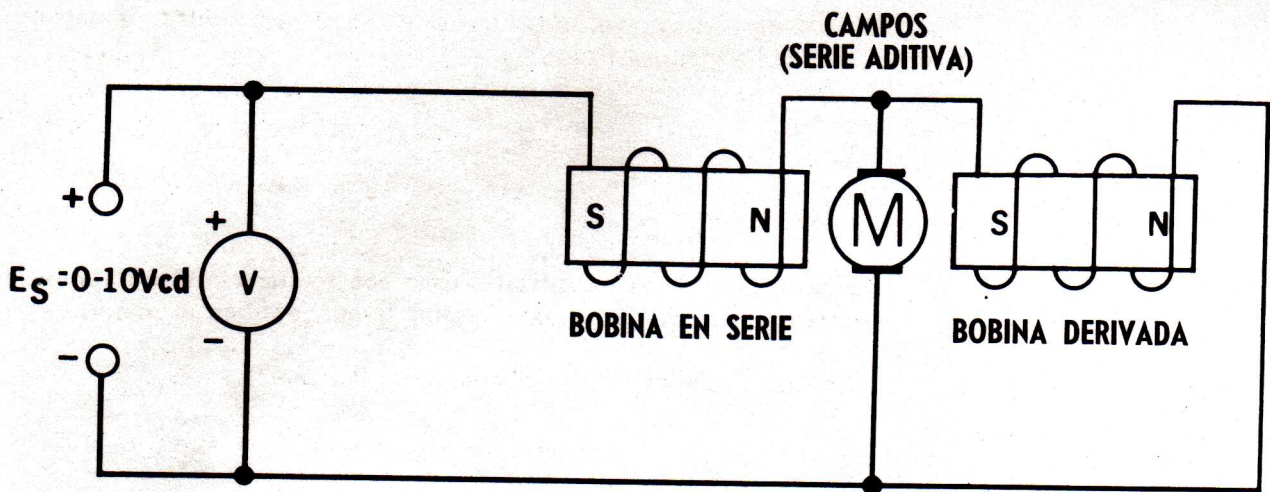


Fig. 42-2

15. Repita el experimento 5. ¿Aumenta o disminuye la corriente en la línea?
16. Inserte el potenciómetro de 1,000 ohms (conectado como reóstato), en serie con la bobina derivada del motor. Variando la corriente de la bobina de campo derivado, se variará también la intensidad del campo magnético.
Explique:
17. Si aumenta la corriente en el campo derivado, ¿aumenta o disminuye la velocidad del motor?
18. ¿Varía la velocidad de este motor con un cambio en la tensión de la línea? ¿Por qué?
19. Usando el Sistema de Experimentos del Estudiante de un compañero, arme un relevador y conéctelo de manera que el motor pueda ser controlado desde un punto, a varios metros de distancia. Señale dos ventajas importantes del control de relevadores en un motor industrial.

**DEVANADO DE CAMPO
DERIVADO Y COMBINADO
DE MOTOR DE CD**

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿Qué alambre, grueso o delgado, se usa casi siempre para el devanado de campo de un motor derivado?
2. ¿Por qué aumenta la velocidad de un motor cuando su campo magnético se reduce?
3. Un motor serie, debe siempre estar conectado a una carga o se destruirá. ¿Por qué es seguro usar un motor derivado, sin carga?
4. ¿Cuáles son las ventajas de un motor combinado y por qué es seguro usarlo sin carga?
5. Dibuje un circuito, empleando tres resistencias, para usarse como arrancador del motor derivado.
(NOTA: Conecte las resistencias en serie con la armadura; pero no en serie con el devanado de campo).

EXPERIMENTO

42

6. En un motor derivado, ¿un incremento en la corriente de armadura significa un aumento en la de campo?

Explique:
.....
.....
.....

**DEVANADO DE CAMPO
DERIVADO Y COMBINADO
DE MOTOR DE CD**

EXPERIMENTO

43

MOTOR DE CA TIPO SINCRONO

EXPOSICIÓN

El motor síncrono tiene varias aplicaciones que vale la pena estudiar. Como la velocidad de este motor depende de la frecuencia de la corriente alterna aplicada, se puede usar en relojes eléctricos y dispositivos de control de tiempo. Para que este motor funcione, la velocidad de la armadura rotatoria debe igualarse a la velocidad del campo cambiante.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Motores síncronos o motores eléctricos.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-30 Vca

Voltímetro 0-75 Vca

SES 501A

Conjunto de armadura, ca

Montura de la armadura del motor (yugo)

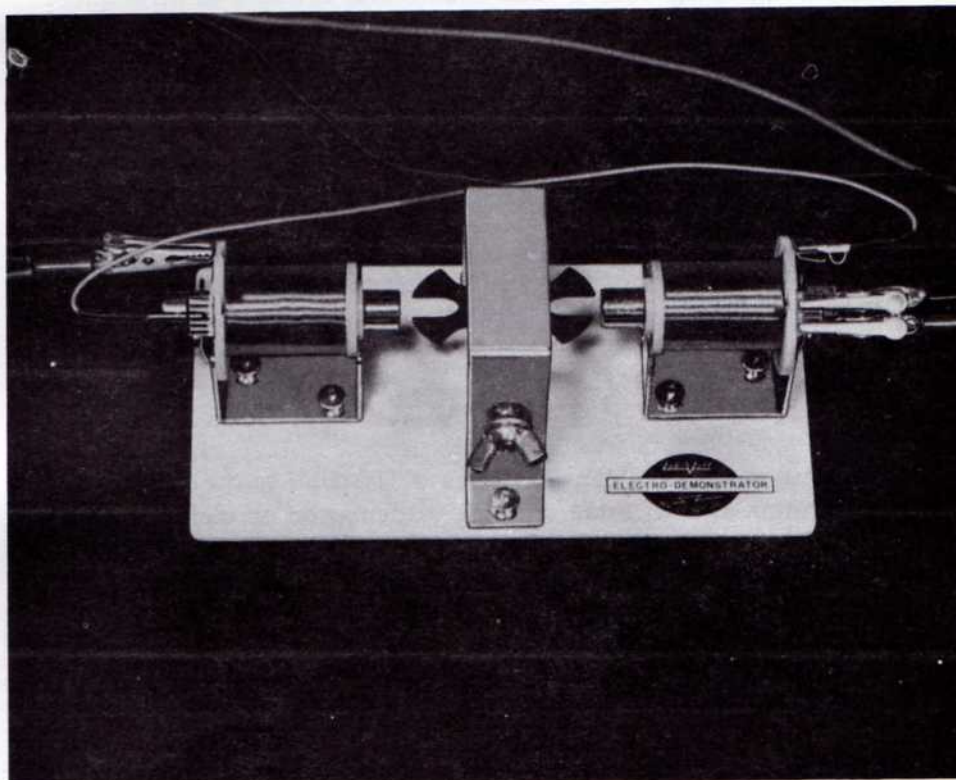
2 — Bobinas pequeñas

2 — Núcleos cortos de hierro

2 — Monturas de bobina

Placa de base

Tablero para experimentos



EXPERIMENTO

1. Arme un motor síncrono de ca, como el que se muestra en la fotografía y en el esquema de la Fig. 43-1. Este motor usa una armadura,

sin conmutador. El conjunto de escobillas no se usa. Conecte las bobinas de campo en serie aditiva con la fuente de ca variable. Ajuste los núcleos de hierro tan cerca del rotor como sea posible.

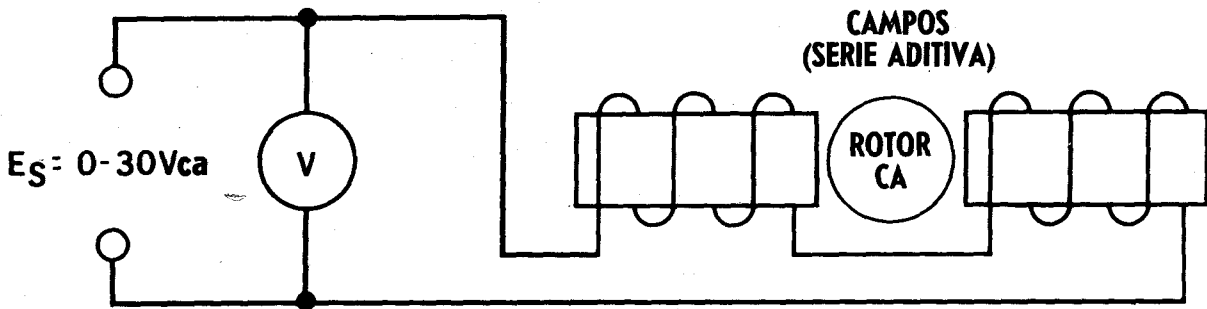


Fig. 43-1

2. ESTE MOTOR NO ARRANCA POR SÍ MISMO. Como experimento preliminar, si el laboratorio cuenta con alumbrado fluorescente, coloque un papel blanco atrás del rotor y dé al eje una rotación rápida. Al girar el rotor, parecerá que éste funciona lentamente, se para y comienza a girar en dirección opuesta. Cuando el rotor parece estar en reposo y se ven los seis polos, está girando a velocidad sincrónica. Esta es la velocidad alterna de alimentación, de 60 ciclos. Una gota de aceite ligero aplicada a cada chumacera, ayudará al arranque.
3. Ajuste la tensión de la fuente a aproximadamente 30 volts de ca e impulse el rotor con el dedo. Después de varios intentos, lo logrará. Si no tiene éxito para arrancar el motor, enrede una cuerda sobre el eje de la armadura. Un tirón en la cuerda hará que el rotor adquiera una velocidad sincrónica. Después de arrancar, reduzca la tensión a aproximadamente 20 volts, para evitar que se sobrecalienten las bobinas del campo.
4. Invierta las conexiones de una de las bobinas de campo, de manera que estén en serie opuesta. ¿Seguirá operando el motor?
 ¿Por qué?
5. Cuando se aplica una tensión de ca a las bobinas de campo, ¿cómo se determina si éstas están en serie y además en oposición, o en serie y además aditiva?
6. ¿Se puede cambiar la velocidad de un motor sincrónico?
 ¿Cómo?

**MOTOR DE CA
TIPO SINCRONO**

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. La velocidad de un motor síncrono depende del número de polos y de la frecuencia de la corriente alterna.

$$\text{Velocidad} = 120 \times \text{frecuencia} / \text{número de pares de polos}$$

¿A qué velocidad opera el motor? rpm

¿A qué velocidad opera un motor de 16 polos? rpm

2. Dibuje el diagrama de un motor de polo sombreado y explique cómo se puede hacer que arranque por sí mismo.

.....
.....
.....

3. ¿De qué manera difiere la operación de un motor síncrono con respecto a uno de inducción?

.....
.....

4. ¿Qué es un rotor de jaula de ardilla?

.....

5. ¿Qué significa la palabra "deslizamiento" usada en relación con los motores de inducción?

.....
.....
.....

EXPERIMENTO

43

6. ¿Qué es un “motor de fase dividida” y por qué es necesario en un motor monofásico de inducción?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

EXPERIMENTO

44

RECTIFICADORES DE MEDIA ONDA Y DERIVACION CENTRAL

EXPOSICIÓN

La fuente más común de energía eléctrica es la compañía local de suministro de energía. Pero esta es corriente alterna y muchos circuitos requieren corriente directa para funcionar debidamente. Las baterías son grandes y pesadas y necesitan cargarse frecuentemente. El circuito rectificador convierte una corriente alterna a una directa pulsante, que luego puede ser filtrada y convertida a una corriente continua satisfactoria. Para esto, el rectificador debe poder pasar corriente con facilidad en sentido directo (o de conducción) y bloquear su flujo en la dirección inversa (bloqueo). El rectificador ideal tendría resistencia cero en sentido directo y resistencia infinita en dirección inversa. Naturalmente, el rectificador ideal no es posible en la práctica.

LECTURA Y ESTUDIO

Lea en su texto la sección correspondiente a Rectificadores o rectificación, de media onda y onda completa.

INSTRUMENTOS Y COMPONENTES

Fuente de energía 0-12.6 Vca
Voltímetro 0-25 Vcd
Voltímetro 0-15 Vca
Óhmetro
Osciloscopio
SES 501A
CR₁, CR₂ — Diodos de silicio
R₁ — 1.5K, 1W
R₂, R₃ — 1K, 1W
Tablero para experimentos

EXPERIMENTO

1. Conecte directamente el osciloscopio a una fuente de energía de ca ajustada a 6.3 Vca. Ajuste la frecuencia de barrido para que aparezcan tres ondas senoidales de 60 (ó 50) Hz. Calibre el osciloscopio a 4 volts por centímetro. (Consulte el experimento 25). El valor de pico a pico de 6.3 volts rcm corresponde aproximadamente a 18 volts.
2. Mida la resistencia en sentido directo, de uno de los diodos de silicio. Conecte la punta positiva del óhmetro a la cola de la flecha. (Use el rango R × 1.)

$$R_F = \dots\dots\dots$$

Mida la resistencia inversa del rectificador. Conecte el óhmetro en oposición a la forma en que se hizo para resistencia en sentido directo. (Use un rango más alto para obtener una indicación apreciable.)

$$R_R = \dots\dots\dots$$

¿Puede fluir corriente en cualquier dirección, a través de este rectificador?

Explique:

¿Cuál es la tensión inversa de pico (PIV) de este rectificador?

PIV =

¿Cuál es su clasificación de acuerdo con la corriente media?

$I_{med} = \dots\dots\dots$

3. Forme el circuito rectificador como se muestra en la Fig. 44-1.

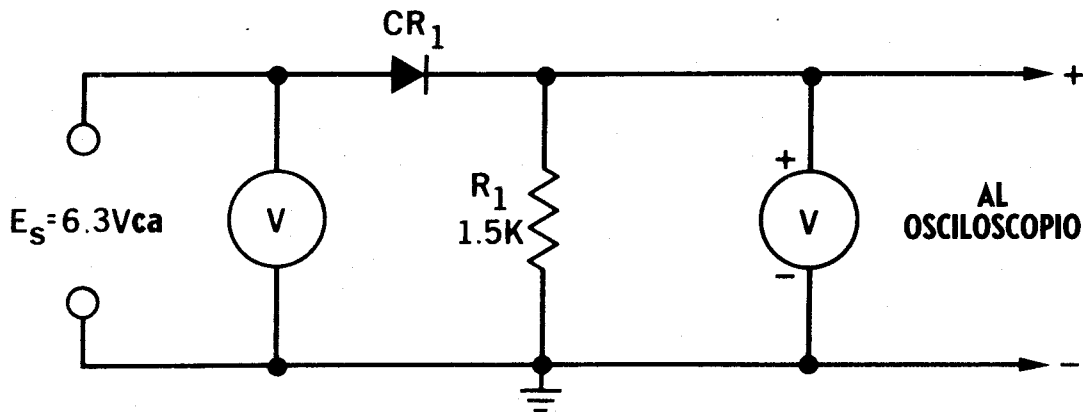
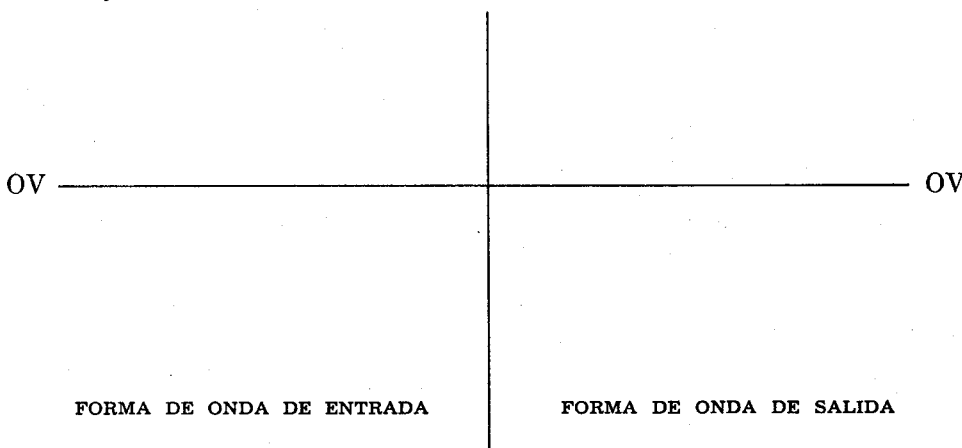


Fig. 44-1

Conecte el osciloscopio a la resistencia de carga de 1,500 ohms, R_1 . Observe la forma de la onda y mida la tensión. Dibuje la forma de onda a continuación e indique su amplitud.



¿Cuál es la frecuencia de la onda de entrada? Hz

¿Cuál es la frecuencia de la onda de salida? Hz

¿Es la salida, ca o cd?

¿Cuál es la forma de la onda de salida de E_{pico} ?

**RECTIFICADORES DE
MEDIA ONDA Y
DERIVACION CENTRAL**

Compare estas mediciones con las del experimento 9.

.....

11. Conecte R_2 a la resistencia de carga R_1 . Se ha duplicado efectivamente la corriente de carga. Mida el nuevo valor de la tensión de salida.

E_R (Nueva) = volts

¿Cuánto cambió la tensión de salida? volts.

12. Quite C_1 de su posición en el circuito y colóquelo en las terminales de C_2 , como se muestra en la Fig. 46-5. Ahora se tiene el filtro de entrada del reactor que ya conoce. No deje a R_2 conectada al circuito.

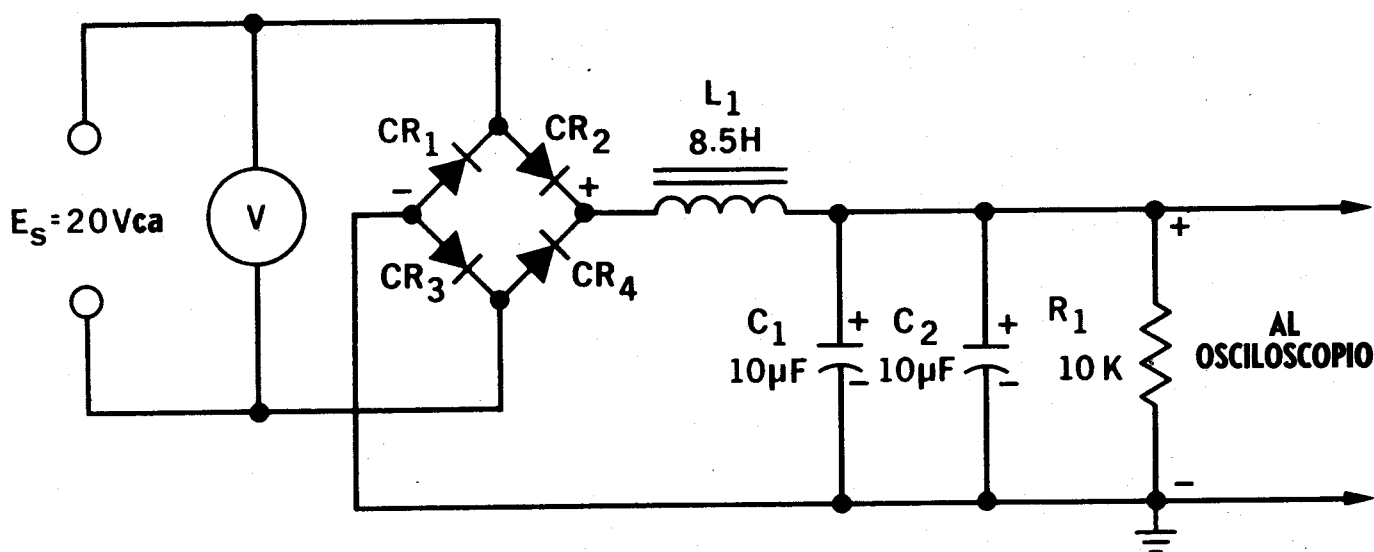


Fig. 46-5

Tensión de cd medida, E_{R1} =

Ondulación de ca medida, $ca_{\text{ondulación}}$ =

Porcentaje de ondulación =

Compare estos resultados con los del experimento 10.

.....

EXPERIMENTO

46

13. Repita el experimento 11 con el filtro de entrada del reactor.

E_R (Nueva) volts

Cambio en la tensión de salida con el aumento de carga = volts.

¿Cómo se compara la tensión de salida y la regulación con las de un filtro de sección Pi?

3.

PRUEBE SUS CONOCIMIENTOS

1. ¿Puede el osciloscopio medir la cd de la salida de un filtro?

Explique:

2. ¿Por qué existe una diferencia entre las salidas de tensión de cd de una entrada de capacitor y un filtro de entrada del reactor?

E_S :

3. Si R_{carga} se reduce de 1K a 500 ohms, ¿aumentará o disminuirá el porcentaje de ondulación?

Explique:

4. ¿Por qué algunas veces se conecta una resistencia en serie con el rectificador de un circuito de media onda, usando un filtro de entrada de capacitor?

OV

5. Haga una comparación entre los porcentajes de ondulación para los filtros que se han construido.

Experimento 8, capacitor sólo (media onda)

Experimento 9, capacitor sólo (onda completa)

Experimento 10, filtro sección Pi

Experimento 12, filtro de entrada de reactor

**FILTROS,
TIPOS C Y LC**