



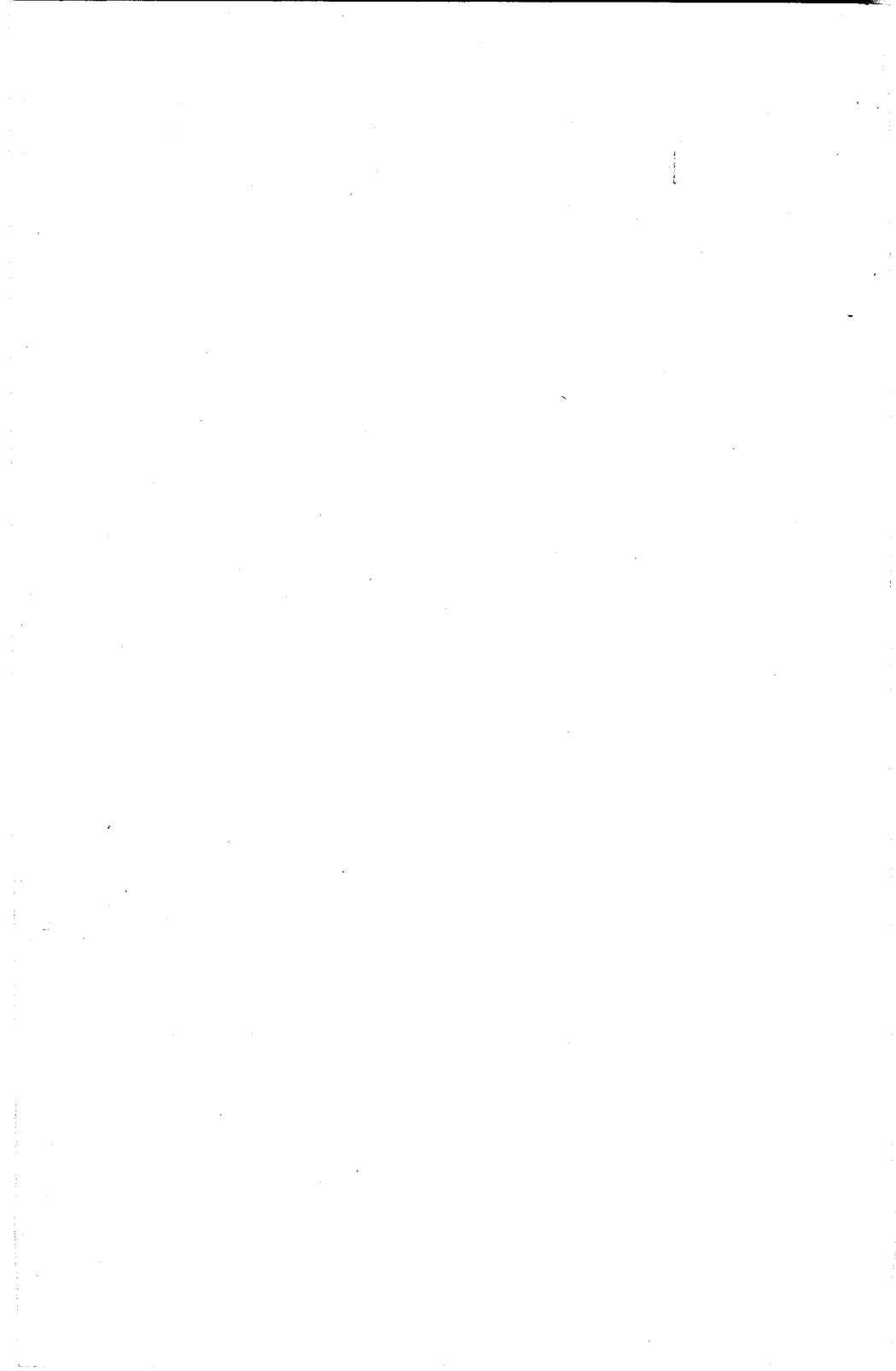
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA**

**PRACTICAS DE
LABORATORIO
DE ELECTRICIDAD
Y MAGNETISMO**

**MARIO A. LOPEZ MACIEL
DANIEL ZALAPA ZALAPA**

**DIVISION DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE FISICA**

FI/DCB/85-010



I N T R O D U C C I O N

La actualización y mejoramiento de las prácticas de Electricidad y Magnetismo es una actividad en desarrollo permanente, lo que implica una revisión y adecuación del contenido y metodología de las prácticas. Este nuevo manual contiene modificaciones en el sentido de hacer participar al alumno, en la organización del material para reproducir fenómenos físicos, elaboración de procedimientos experimentales y el diseño y construcción de dispositivos electromagnéticos sencillos. Todo esto tiene por objetivo propiciar el desarrollo de la creatividad.

El manual contiene 14 prácticas, ordenadas de acuerdo a la secuencia del programa de la materia y cubre los conceptos de cada tema, que presentan mayor - dificultad al ser tratados o que requieren apoyo experimental.

Cada una de las prácticas contiene: los objetivos a cubrir, un listado de los conceptos y equipos necesarios para realizar la práctica, el desarrollo de los experimentos, con preguntas intercaladas, algunas aplicaciones a la Ingeniería de los conceptos tratados y una bibliografía en la que se indican los capítulos de cada libro recomendado para contestar el cuestionario previo y cubrir los conceptos necesarios.

Los diagramas de los dispositivos y circuitos se complementan con fotografías, con el fin de ayudar al alumno a identificar el equipo y material con la simbología empleada para representarlas.

El manual contiene 7 apéndices que muestran el principio de operación y la forma de utilizar los siguientes equipos: electrómetro, fuente de poder, puente de impedancias, multímetro, osciloscopio, generador de funciones y teslámetro. Estos apéndices deberán ser estudiados antes de utilizar estos equipos.

La elaboración del presente manual estuvo a cargo de los ingenieros:

Mario A. López Maciel

Daniel Zalapa Zalapa

quienes tuvieron como base los manuales de prácticas anteriores.

Se agradece la colaboración de profesores y alumnos y se espera que el manual cumpla con los objetivos educativos que se pretenden. Se agradecerán las observaciones y comentarios que permitan mejorar lo.

Abril de 1984

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE CIENCIAS BASICAS

DEPARTAMENTO DE FISICA

I N D I C E

PRACTICA 1.	Carga Eléctrica ✓	1
PRACTICA 2.	Distribución de Carga y Campo Eléctrico ✓	6
PRACTICA 3.	Potencial Eléctrico ✓	12
PRACTICA 4.	Constantes Dieléctricas y Capacitancia ✓	17
PRACTICA 5.	Capacitores ✓	23
PRACTICA 6.	Resistividad y Resistencia ✓	27
PRACTICA 7.	Fuentes de Fuerza Electromotriz y Ley de Joule ✓	32
PRACTICA 8.	Circuitos de Corriente Directa Resistivos y RC ✓	38
PRACTICA 9.	Campos Magnéticos Estacionarios ✓	43
PRACTICA 10.	Fuerza Electromotriz Inducida ✓	48
PRACTICA 11.	Transformador y Motor-Generador ✓	54
PRACTICA 12.	Inductancia y Circuito RL ✓	59
PRACTICA 13.	Ferromagnetismo y Circuito Magnético	65
PRACTICA 14.	Respuesta Senoidal	70
 APENDICES:		
A.	Electrómetro	75
B.	Fuente de Poder FP-LAB-II	85
C.	Puente Digital de Impedancias ✓	88
D.	Multímetro	95
E.	Osciloscopio	104
F.	Generador de Funciones GF-D01 ✓	115
G.	Teslámetro	118



PRACTICA 1
CARGA ELECTRICA

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Elaborará el concepto de carga eléctrica.
2. Mostrará los procesos de carga y descarga eléctricas de cuerpos.
3. Determinará la polaridad de cuerpos cargados eléctricamente.
4. Deducirá los principios de operación del electroscopio y del generador Van de Graaff.
5. Observará el funcionamiento de la balanza de Torsión con esferas cargadas.
6. Observará mediciones de carga eléctrica con electrómetro.

B. CONCEPTOS

1. Fenómeno de atracción y repulsión eléctricas.
2. Procesos para cargar y descargar eléctricamente cuerpos.
3. Conductores y aislantes.

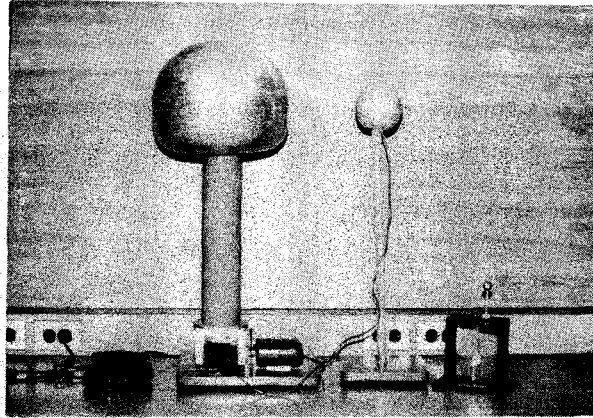
C. EQUIPO NECESARIO

1. Electrómetro con puntas de pruebas 2501 y 2503 (para uso de profesor).
2. Balanza de Torsión (para uso del profesor).
3. Generador Van de Graaff y accesorios.
4. Muestreador.
5. Tres barras (de hule, de plástico y de vidrio).
6. Tubo de cobre con mango aislante.
7. Un electroscopio.
8. Dos soportes universales y una tira de polietileno.
9. Esfera de cargas inducidas.
10. Caja de cerillos.

D. DESARROLLO

1. OBSERVACION DE ALGUNOS FENOMENOS ELECTRICOS

- a) Con el material disponible, proponga tres experiencias para mostrar los efectos de cuerpos cargados eléctricamente.



PREGUNTA 1. Dibuje esquemáticamente los materiales que empleó. Describa los efectos que mostró.

- b) Cargue eléctricamente el electroscopio. Muestre tres procesos de carga y que existen dos tipos de carga eléctrica.

PREGUNTA 2. Describa mediante un dibujo los procesos de carga mostrados. ¿Cómo funciona el electroscopio?

PREGUNTA 3. ¿Cómo verificó que existen dos tipos de carga?

- c) Descargue mediante dos formas el electroscopio y el generador Van de Graaff.

PREGUNTA 4. Describa los procesos de descarga empleados. Utilice un diagrama.

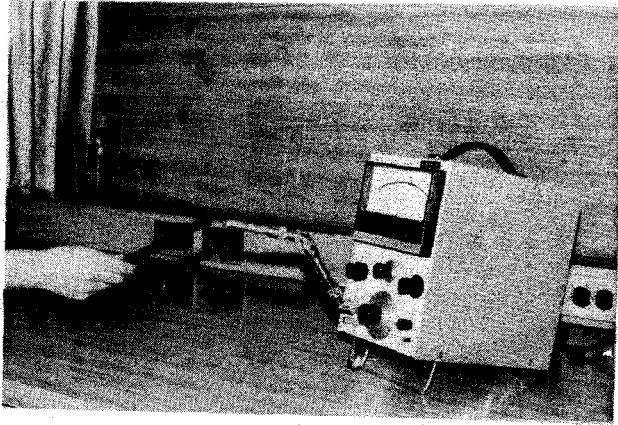
2. DETERMINACION DE POLARIDAD DE DIFERENTES CUERPOS CARGADOS.

- a) Determine la polaridad del casco del generador y las polaridades de un par de barras, al ser frotadas con un mismo excitador.

PREGUNTA 5. Describa el procedimiento para determinar la polaridad del casco del generador. ¿Cuál es la polaridad?

PREGUNTA 6. Anote la polaridad encontrada en cada barra y en cada excitador.

b) Verifique el tipo de cargas encontradas usando el electrómetro.



3. PRINCIPIO DE OPERACION DEL GENERADOR VAN DE GRAAFF.

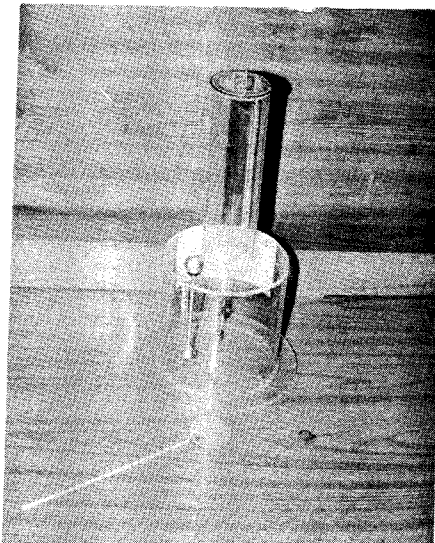
a) Haga funcionar el generador, acerque la esfera de descarga y observe lo que sucede. Apague el generador.

PREGUNTA 7. Explique con ayuda de un esquema cómo se carga el casco del generador. Para esto puede quitar el casco y observar como funciona el generador y sus elementos.

PREGUNTA 8. Con los experimentos anteriores, explique el concepto de carga eléctrica, según lo entiende usted.

4. EXPERIMENTOS DE COULOMB

a) Observe cuidadosamente la balanza de torsión y su diagrama esquemático. Observe también su funcionamiento.



PREGUNTA 9. Al cargar la esfera fija, la esfera móvil gira a la posición de equilibrio ¿Cómo se generan las fuerzas que mantienen a la esfera en equilibrio? ¿Qué elementos las producen?

PREGUNTA 10. Determine la polaridad que adquiere el cabello al ser frotado con hule duro o ebonita.

E. APLICACIONES

- . El generador Van de Graaff como acelerador de partículas.
- . El precipitador electrostático (Limpiador de polvo).
- . Para producir nitrógeno, mediante chispa eléctrica.
- . El pararrayos.
- . La copiadora Xerox (copiado electrostático).

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Resnick- Halliday	Física.Volumen II	26
Rodolfo Romero	Fundamentos de Electricidad y Magnetismo	1
Sears	Electricidad y Magnetismo	1

PRACTICA 1
CARGA ELECTRICA
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE DEL ALUMNO _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. ¿Cómo distingue una fuerza eléctrica de otras como la fuerza gravitatoria y la fuerza magnética? _____

2. ¿Cómo haría para conocer el signo de la carga de un cuerpo electrizado? _____

3. Explique el proceso de ionización del aire _____

4. Explique el fenómeno de inducción electrostática dentro de un conductor _____

5. En la balanza de torsión, que utilizó Coulomb ¿Cómo se mide el par que provoca la fuerza eléctrica? _____

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo

PRACTICA 2
DISTRIBUCION DE CARGA Y CAMPO ELECTRICO

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Determinará la forma en que se distribuye la carga eléctrica en una superficie dieléctrica y en una superficie conductora.
2. Cuantificará la magnitud de la carga producida por frotamiento sobre un disco, con el electrómetro.
3. Demostrará que la densidad de carga es mayor en superficies conductoras de menor ra dio de curvatura.
4. Verificará que la carga y el campo eléctrico en el interior de un conductor, tiene magnitud cero.
5. Obtendrá las configuraciones de campo eléctrico debido a diferentes distribuciones de carga.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Distribuciones de carga eléctrica.
2. Campo eléctrico.
3. Línea de fuerza.
4. Apéndice A. Uso del Electrómetro.

C. EQUIPO NECESARIO

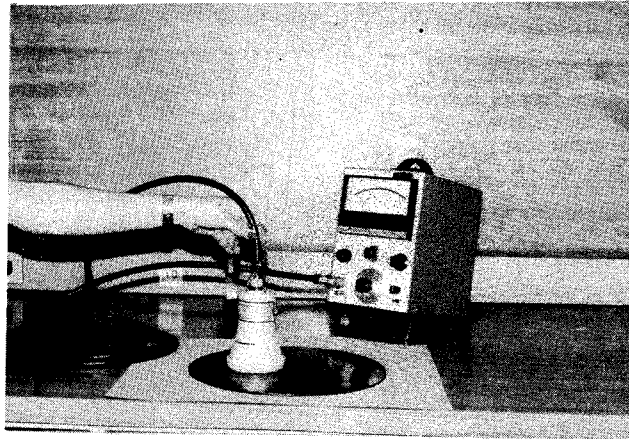
1. Un electrómetro con puntas 2501 y 2503 (para uso del profesor).
2. Un cono electrostático (para uso del profesor).
3. Un juego de superficies planas dieléctricas y conductoras (para uso del profesor).
4. Un generador Van de Graaff y accesorios.
5. Un electroscopio.
6. Un cilindro electrostático.
7. Un muestreador de carga.
8. Dos lienzos (franela y polietileno).
9. Un vaso electrostático con solución de aceite y fibras de algodón.

10. Electrodo (dos esféricos, dos placas, uno cilíndrico, uno irregular).
11. Base de acrílico transparente.
12. Foco de 120 V, 10 W, con base.
13. Dos soportes para electrodo.
14. Dos cables caimán-caimán.

D. DESARROLLO

1. DISTRIBUCION SUPERFICIAL DE CARGA ELECTRICA

- a) Con ayuda del profesor muestre como se distribuye la carga de un disco aislante y en un conductor, al frotar con polietileno una sola sección de cada disco.

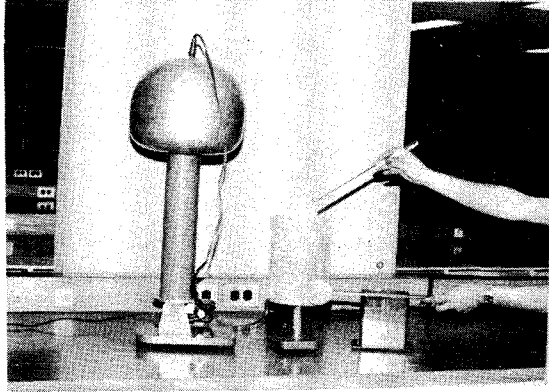


PREGUNTA 1. Dibuje de manera esquemática, usando el símbolo (+) o (-), según corresponda, la forma aproximada de la distribución de carga en el disco aislante y anote las cargas medidas.

PREGUNTA 2. Haga lo mismo que en la pregunta anterior, pero para el disco conductor.

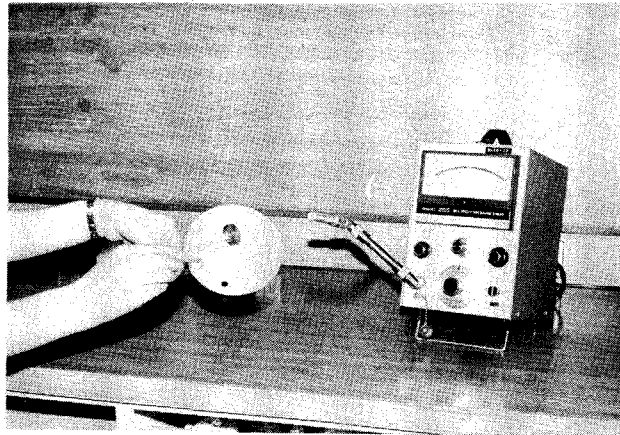
PREGUNTA 3. Si se quita un sweater y se escuchan chispas eléctricas, ¿Cuál es aproximadamente la magnitud de la carga que interviene en ese fenómeno?

- b) Cargue eléctricamente el cilindro y demuestre como se distribuye la carga en él. Si usa el electrómetro, pida ayuda al instructor.



PREGUNTA 4. ¿Cómo demostró cuál es la distribución de carga en el interior y en el exterior del cilindro? ¿Qué concluye?

- c) Cargue eléctricamente el cono y muestre como se distribuye la carga en él.

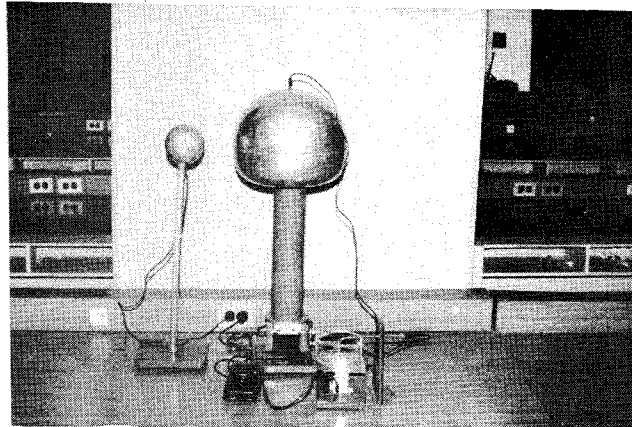


PREGUNTA 5. ¿Cómo demostró cuál es la distribución de carga en el vértice y en los bordes exteriores y la distribución en el interior del cono? ¿Qué concluye?

PREGUNTA 6. Dibuje un esquema del cono, en el cuál muestre la forma aproximada de la distribución de la carga eléctrica.

2. CONFIGURACIONES DE CAMPO ELECTRICO

- a) Con los electrodos disponibles y el dispositivo mostrado en la figura 4, obtenga las configuraciones de campo siguientes:
- a.1. de un campo radial esférico.
 - a.2. de un campo radial cilíndrico.
 - a.3. de un campo uniforme (magnitud y dirección constantes).



PREGUNTA 7. Haga un esquema del dispositivo y electrodos empleados para obtener la configuración requerida y represéntela en el mismo esquema mediante líneas de fuerza. Hágalo para cada caso solicitado.

PREGUNTA 8. A cada configuración de campo, asignele una función matemática que represente aproximadamente el fenómeno físico. ¿En qué condiciones coinciden más la representación matemática con la configuración real del campo, para cada caso?

PREGUNTA 9. Para las configuraciones estudiadas indique en qué puntos la divergencia del campo eléctrico no es cero.

PREGUNTA 10. Sobre el dispositivo empleado para cada una de las distribuciones de carga ¿Cómo anularía en una región el campo, sin descargar los electrodos?

E. APLICACIONES.

- pantalla electrostática.
- precipitador de polvo.
- seguridad de industrias de papel, plásticos para evitar descargas o chispas eléctricas.

F. BIBLIOGRAFIA

Autor	Título	Capítulos
Resnick-Halliday	Física II 2a. Edición 3a. Impresión	27 y 28
Joseph A. Edminister	Electromagnetismo	3 y 4
Francis W. Sears	Electricidad y Magnetismo	2

PRACTICA 2
DISTRIBUCION DE CARGA Y CAMPO ELECTRICO

CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE DEL ALUMNO _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. De tres ejemplos de distribución de carga eléctrica represéntelas esquemáticamente.

2. ¿Cuál es el efecto de un campo eléctrico que actúa sobre un aislante y cuál sobre un conductor? Explique desde un punto de vista microscópica.

3. Indique las características de las líneas de fuerza eléctricas.

4. Explique el significado físico de la divergencia en el caso del campo eléctrico.

5. Indique un procedimiento para medir carga eléctrica, mediante el electrómetro.
Ver apéndice A. _____

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo

PRACTICA 3
POTENCIAL ELECTRICO

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

1. Utilizará el electrómetro y el voltmetro en la medición y detección de diferencia de potencial.
2. Localizará superficies equipotenciales.
3. Establecerá la función potencial debida a placas paralelas y cilindros concéntricos cargados.
4. Determinará el gradiente de potencial eléctrico en un punto del espacio entre placas paralelas y entre cilindros concéntricos.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Potencial eléctrico.
2. Superficie equipotencial.
3. Gradiente de potencial.
4. Apéndice A. Uso del Electrómetro.

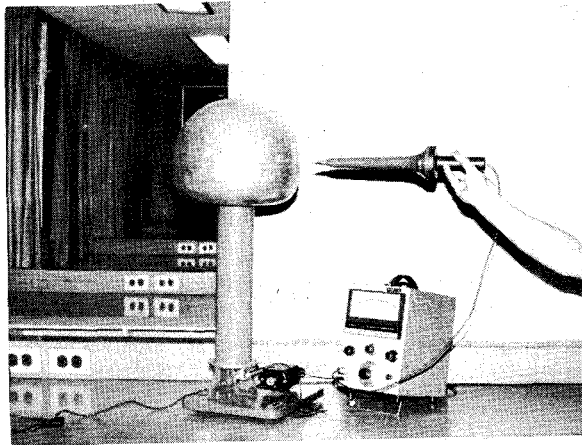
C. EQUIPO NECESARIO

1. Un electrómetro con punta de alto voltaje 6103C (para uso del profesor).
2. Un generador Van de Graaff y esfera de descarga.
3. Electrodo de placas planas y cilindros coaxiales.
4. Caja de acrílico con arena húmeda.
5. Una fuente de voltaje de 0-40 V de C.D.
6. Un voltmetro de tablero con cables y puntas de prueba.
7. Dos cables banana-caimán de 30 cm.

D. DESARROLLO

1. MEDICION DEL POTENCIAL ELECTRICO CON ELECTROMETRO

- a) Explicación del instructor sobre el uso del electrómetro, para medir potencial eléctrico. PRECAUCIONES.
- b) Mida, con ayuda del instructor, el potencial eléctrico en diversos puntos alrededor del casco del generador Van de Graaff.



PREGUNTA 1. ¿Por qué si el potencial medido es del orden de 30 KV, al tocar el casco del generador, la persona que lo hace no se electrocuta?

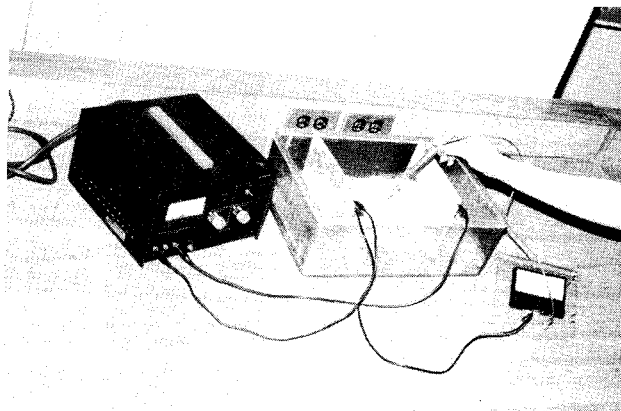
c) Provoque una descarga o chispa eléctrica entre el casco del generador y la esfera de descarga.

PREGUNTA 2. ¿Cuál son las magnitudes del potencial y de la carga involucradas en la descarga eléctrica de inciso c?

PREGUNTA 3. Estime el potencial que adquiere un sweater cuando se generan chispas eléctricas.

2. DETERMINACION DE SUPERFICIES EQUIPOTENCIALES

a) Aplique una diferencia de potencial de 40 V, al par de placas planas, como se ve en la figura.



b) Localice superficies equipotenciales de 10, 20 y 30 Volts.

PREGUNTA 4. ¿Cómo determinó las superficies equipotenciales?
Represente en un diagrama de tres dimensiones, las superficies equipotenciales de 10, 20 y 30 Volts.

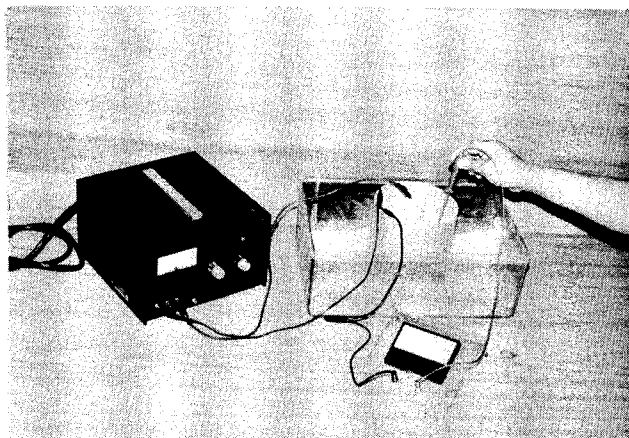
c) Tome las lecturas necesarias para encontrar la función potencial $V = f(x, y, z)$.

PREGUNTA 5. Tabule sus lecturas de potencial en función de x, y, z . ¿Qué concluye?

PREGUNTA 6. Dibuje el modelo gráfico y establezca el modelo matemático correspondiente.

PREGUNTA 7. Obtenga la función gradiente de potencial y verifíquela experimentalmente para algún punto. ¿Cómo hizo la verificación?

d) Substituya el par de placas por dos cilindros coaxiales y apliqueles una diferencia de potencial de 40 V, como se muestra en la figura 3.



e) Tome las lecturas necesarias para obtener la función potencial $V = f(r, \phi, z)$.

PREGUNTA 8. Represente en un esquema de 3 dimensiones, las superficies equipotenciales. Indique respecto a qué variables ($r, \phi, \delta z$) hay cambio de potencial.

PREGUNTA 9. Dibuje un modelo gráfico y establezca el modelo matemático correspondiente de potencial eléctrico.

PREGUNTA 10. Obtenga la función gradiente de potencial y verifíquela experimentalmente para algún punto. ¿Cómo la verificó?

E. APLICACIONES

- . La corriente eléctrica es producida por una diferencia de potencial.
- . Diseño de redes de tierra.
- . En la definición de normas de seguridad.
- . Método eléctrico de prospección geológica.
- . Placas de deflexión de tubos de rayos catódicos.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Resnick-Halliday	Física II	27
Joseph A. Edminister	Electromagnetismo	5
Feynman	Física Volumen II	29

PRACTICA 3
POTENCIAL ELECTRICO
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE DEL ALUMNO _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Explique qué entiende por potencial eléctrico _____

2. Explique qué entiende por gradiente de potencial _____

3. Obtenga el modelo gráfico y el modelo matemático que representan los puntos indicados en cada tabla.

a)

x	5	10	15	20	25	30
y	1050	1980	3080	4100	5015	6100

b)

x	2	3	4	5	6	7
y	0	2.00	3.5	4.6	5.5	6.1

4. Exprese la función potencial y la función gradiente de potencial, debido a un par de placas planas paralelas cargadas con igual carga pero diferente signo _____

5. Indique un procedimiento para medir potencial eléctrico, mediante el electrómetro. Ver apéndice A. _____

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo

PRACTICA 4
CONSTANTES DIELECTRICAS Y CAPACITANCIA

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Determinará la permitividad y la rigidez dieléctrica del aire y de aislantes sólidos y líquidos.
2. Medirá correctamente diferencia de potencial con el multímetro.
3. Verificará la relación entre carga y voltaje en un capacitor.
4. Bosquejará la construcción de un capacitor experimental.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Capacitancia.
2. Permitividad y permitividad relativa.
3. Rigidez dieléctrica.
4. Apéndices C y D. Uso de puente universal y del multímetro.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un puente universal (para uso del profesor).
2. Un electrómetro (para uso del profesor).
3. Un capacitor de $0.33\mu\text{F}$ (para uso del profesor).
4. Muestras circulares de: madera, cartón, hule, vidrio y plástico de 15 cm de radio y de 3mm de espesor (para uso del profesor).
5. Marcos separadores de 3, 2 y 1mm de espesor respectivamente (para uso del profesor).
6. Un transformador para arco eléctrico (para uso del profesor).
7. Capacitor de placas circulares (para uso del profesor).
8. Probador de ruptura de rigidez dieléctrica.
9. Un variac.
10. Un multímetro con sus terminales.

11. Muestras cuadradas de 5x5cm de: madera, cartón, hule y plástico.
12. Recipientes con: aceite, gasolina, glicerina y agua.

D. DESARROLLO

1. OBSERVACION DEL FENOMENO DE RUPTURA DE RIGIDEZ DIELECTRICA.

- a) Observe el fenómeno de ruptura de rigidez dieléctrica del aire, presentado por el profesor.

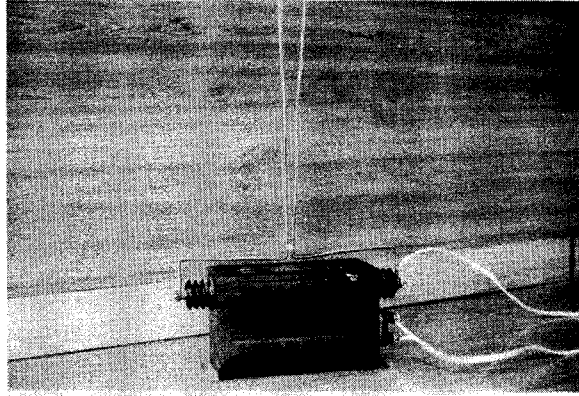


FIGURA 1

PREGUNTA 1. Describa el fenómeno de ruptura. Explique lo que ocurre a nivel microscópico al haber ruptura.

2. DETERMINACION DE LA RIGIDEZ DIELECTRICA.

- a) Explicación por parte del instructor del uso del multímetro para medir diferencia de potencial y del uso del puente de ruptura.
- b) Con el dispositivo de ruptura de la figura 2, obtenga el valor promedio de la rigidez dieléctrica del aire y de dos dieléctricos sólidos y de dos líquidos.

PRECAUCION: La caja del probador de ruptura debe estar cerrada al aplicar el voltaje.

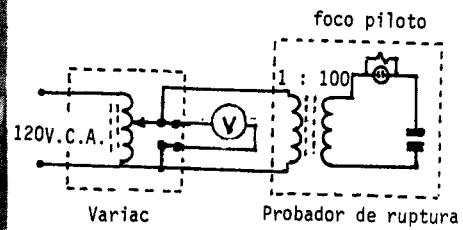
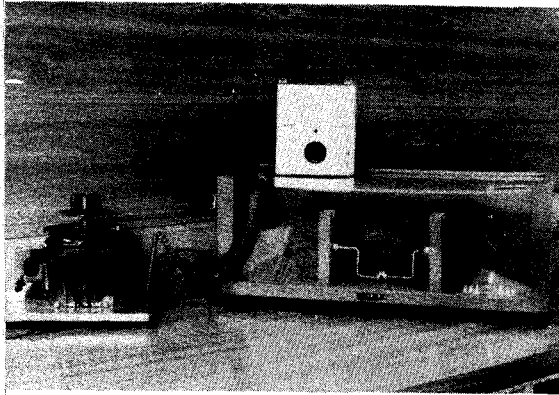


FIGURA 2

PREGUNTA 2. ¿Qué mediciones realizó para obtener el valor de la rigidez dieléctrica?

PREGUNTA 3. En una tabla anote los valores de las lecturas y los valores promedio de rigidez dieléctrica.

PREGUNTA 4. Explique en función del campo máximo aplicado y a nivel microscópico por qué algunos materiales no experimentan ruptura de rigidez dieléctrica.

3. COMPROBACION DE LA RELACION $C = Q/V$

a) Con ayuda del profesor y con los elementos de la figura 3, verifique la relación: $C = q/V_{ab}$.

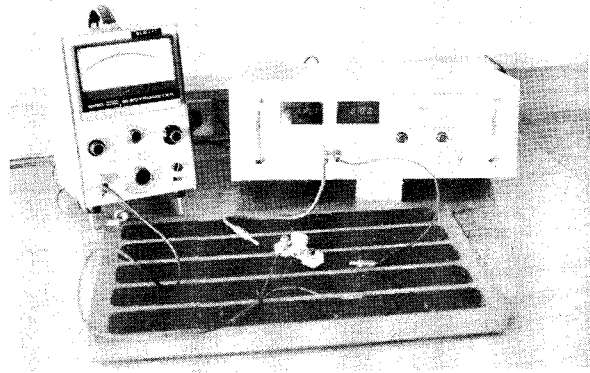


FIGURA 3

PREGUNTA 5. Describa el procedimiento empleado para efectuar la verificación.

PREGUNTA 6. Tabule los valores de las lecturas, indique el valor promedio de la capacitancia con su incertidumbre y compare con el valor especificado por el fabricante.

4. DETERMINACION DE PERMITIVIDAD

- a) Con ayuda del profesor y con los elementos mostrados en la figura 4, determine la permitividad promedio del aire y la permitividad relativa de tres dieléctricos.

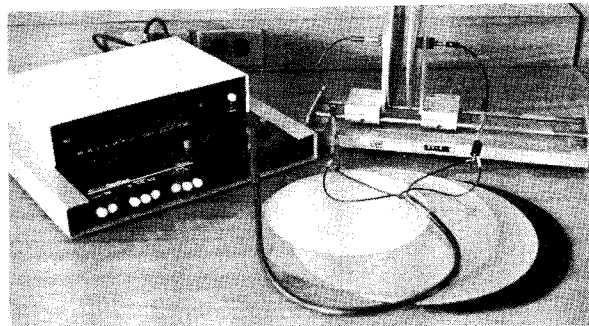


FIGURA 4
20

PREGUNTA 7. Describa los procedimientos para calcular la permitividad del aire y para calcular la permitividad relativa de aislantes.

PREGUNTA 8. Tabule los valores de las lecturas e indique los valores promedio de las permitividades obtenidas.

5. BOSQUEJO DE LA CONSTRUCCION DE UN CAPACITOR EXPERIMENTAL

- a) Considerando los elementos de que dispone, implementa un capacitor de capacitancia máxima y que soporte 4 KV/mm.

PREGUNTA 9. Describa el dispositivo implementado y los materiales empleados. ¿Cuál es el valor de la capacitancia?

PREGUNTA 10. ¿Cómo verificó que el dieléctrico soporta 4 KV/mm? Anote las lecturas realizadas.

NOTA: Los conceptos estudiados en esta práctica serán utilizados para construir un capacitor y evitar un arco eléctrico en la siguiente sesión de laboratorio. Ver cuestionario previo de la práctica 5, para saber que materiales se deben traer al laboratorio.

E. APLICACIONES

- . Fabricación de capacitores.
- . Fabricación de aislantes.
- . Diseño de líneas de transmisión de energía eléctrica.
- . Para la elaboración de normas de equipo eléctrico.
- . Para el diseño de dispositivos como: mata insectos, lámparas, etc.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Resnick - Halliday	Física Volumen II	30
Arnold Reyman	Física II	21
Sears	Electricidad y Magnetismo	7 y 8

PRACTICA 4
CONSTANTES DIELECTRICAS Y CAPACITANCIA
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE DEL ALUMNO _____ NO. DE CTA _____
GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Si se dispone de un medidor de capacitancia y de un capacitor de placas planas, - indique cómo determinaría la permitividad del aire.

2. De acuerdo a lo indicado en la pregunta 1, ¿cómo determinaría la constante dieléctrica de un aislante cualquiera?

3. ¿Qué es la rigidez dieléctrica? Explique también su relación con el voltaje aplicado a un aislante.

4. Indique un procedimiento para medir diferencia de potencial de corriente alterna mediante el multímetro. Ver apéndice D.

5. Indique un procedimiento para medir capacitancia empleando el puente digital. Ver apéndice C.

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo

PRACTICA 5
CAPACITORES

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Reconocerá diferentes tipos de capacitores y sus características.
2. Diseñará y construirá un capacitor.
3. Conectará capacitores para soportar mayor voltaje y/o almacenar mayor carga eléctrica.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Capacitancia y capacitor.
2. Características dieléctricas.
3. Conexión serie - paralelo de capacitores.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un puente universal (para uso del profesor).
2. Un capacitor de placas planas paralelas (para uso del profesor).
3. Dispositivo para prueba destructiva de capacitores (para uso del profesor).
4. Tablero con muestras de capacitores (para uso del profesor).
5. Diez capacitores de diversos valores (para uso del profesor).
6. Un puente de ruptura de rigidez dieléctrica.
7. Materiales dieléctricos para construcción del capacitor, mínimo cuatro (aportados por el alumno).
8. Materiales conductores para el capacitor (aportados por el alumno).
9. Materiales y equipos extras requeridos por el alumno.
10. Miscelanea: soportes y conectores para capacitores (aportados por el alumno).

D. DESARROLLO

1. CAPACITORES

- a) Explicación por parte del instructor, con ayuda del tablero de capacitores, de los diferentes tipos de éstos y sus características.
- b) El profesor mostrará el efecto de un sobrevoltaje aplicado a un capacitor (prueba destructiva).

PREGUNTA 1. Clasifique los capacitores de acuerdo al dieléctrico, anotando los rangos de capacitancia y voltaje de operación.

2. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN CAPACITOR

- a) Construya, con los materiales disponibles (aportados por el alumno), un capacitor que almacene mayor cantidad de carga y soporte el mayor voltaje.

PREGUNTA 2. ¿Qué alternativas, en cuanto a forma y tipo de capacitor, consideró para elaborar sus prototipos? (mínimo 3 diferentes).

PREGUNTA 3. ¿Cómo determinó las características de sus dieléctricos? Anote los valores obtenidos.

PREGUNTA 4. Anote los valores numéricos de las características de sus prototipos de capacitores.

PREGUNTA 5. ¿Cuál es su mejor capacitor? Indique sus características.

NOTA: Conserve sus capacitores, pues serán usados en la práctica del circuito R.C.

PREGUNTA 6. ¿Qué dificultades encontró en el proceso de diseño y construcción de sus capacitores? Indique también cómo los resolvió.

PREGUNTA 7. Al comparar las características de su capacitor, con uno comercial del mismo tipo. ¿Qué conclusiones puede hacer?

3. CONEXIONES DE CAPACITORES

- a) Conecte los capacitores disponibles para que almacenen máxima carga y soporten en conjunto, un voltaje mayor a 25 volts.

PREGUNTA 8. Dibuje el arreglo de capacitores propuesto.

PREGUNTA 9. Si se le aplican a su arreglo 30V, ¿Qué voltaje aparece en cada capacitor?

PREGUNTA 10. Anote los resultados experimentales y la comparación con los resultados de la pregunta 9.

E. APLICACIONES

- . Diseño y construcción de capacitores.
- . Selección de capacitores, de acuerdo a sus características.
- . Arreglos de capacitores.
- . Filtros.
- . Corrección de factor de potencia.
- . En los sintonizadores de canales.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Kraus y Carver	Electromagnetics	3
Resnick y Halliday	Física. Tomo II	30
Arnold Reyman	Física II	21

PRACTICA 5
CAPACITORES
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE DEL ALUMNO _____ NO. DE CTA. _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Describa los elementos para construir un capacitor cilíndrico y un capacitor de -
placas planas. Anote también las expresiones para calcular su capacitancia.

2. Bosqueje el diseño de un capacitor, cuya capacidad sea $0.001 \mu\text{f}$ y soporte un vol-
taje de 200 V, mínimo.

3. Anote tres posibles dieléctricos e indique las ventajas de emplearlos en la cons-
trucción de su capacitor.

4. Consiga los materiales dieléctricos y los conductores necesarios para construir un
capacitor, anote sus características geométricas.

5. Indique las ventajas de las conexiones serie y paralelo en cuanto al valor de capa-
citancia, carga y voltaje.

NOTA: PARA REALIZAR LA PRACTICA ES NECESARIO TRAER AL LABORATORIO EL MATERIAL MENCIO-
NADO EN ESTE CUESTIONARIO, ASI COMO MEDIOS DE SUJECIÓN DE DIELECTRICOS, PLACAS
Y CONEXIONES.

PRACTICA 6
RESISTIVIDAD Y RESISTENCIA

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Empleará el multímetro para medir corriente y resistencia.
2. Determinará la conductividad de un material.
3. Establecerá la dependencia del valor de la resistencia debida a los factores físicos y geométricos de un conductor.
4. Obtendrá el modelo matemático lineal de la variación de la resistencia con respecto a la temperatura.
5. Reconocerá los resistores y su clasificación.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Resistividad y conductividad.
2. Resistencia eléctrica.
3. Coeficiente térmico.
4. Ley de Ohm (forma vectorial).
5. Método de pares de puntos.
6. Apéndice B. Uso del multímetro.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un tablero con muestras de resistores (para uso del profesor).
2. Código de colores (para uso del profesor).
3. Un tablero de conductores de nicromel.
4. Un tablero de minas de carbón.
5. Un termistor con sus terminales.
6. Dos cables largos con bananas.
7. Un multímetro con sus terminales.

8. Un fuente de poder 0-15V, con limitador de corriente de 0-10 A.
9. Una parrilla.
10. Un vaso pyrex.
11. Un termómetro.
12. Tres resistores de diferentes valores.

D. DESARROLLO

1. USO DEL MULTIMETRO Y DEL CODIGO DE COLORES PARA DETERMINAR RESISTENCIA ELECTRICA.

- a) El instructor explicará la forma de usar el multímetro para medir corriente y resistencia (ver apéndice D), así como el uso del código de colores.
- b) Mida la resistencia de tres resistores y compare las lecturas con las indicadas por el código de colores.

PREGUNTA 1. Indique cómo ajustó el óhmetro y mediante un diagrama muestra la conexión correcta del mismo. También anote el resultado de sus comparaciones.

2. DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD

- a) Utilice la Ley de Ohm ($J = \alpha E$) para determinar la conductividad de las minas de carbón, para esto, tome las lecturas necesarias.

PRECAUCION. NO PERMITA QUE LA CORRIENTE QUE CIRCULA POR LAS MINAS DE CARBÓN SEA MAYOR DE 300 mA.

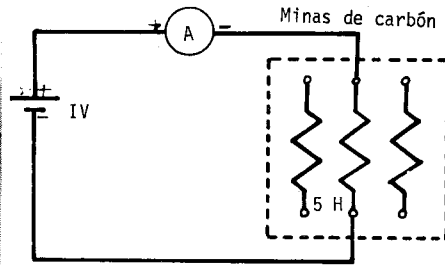
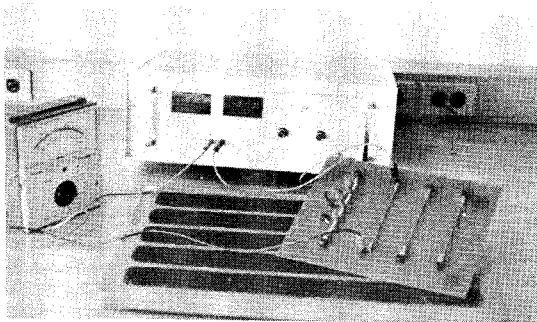


FIGURA 1
28

PREGUNTA 2. Describa el procedimiento empleado para determinar la conductividad (τ) de las minas.

PREGUNTA 3. ¿Cuánto vale la conductividad y la incertidumbre de cada mina?

3. DETERMINACION DE LA RELACION ENTRE RESISTENCIA, LONGITUD Y AREA PARA UN CONDUCTOR.

- a) Dado que la resistencia de un conductor depende de la longitud y del área transversal, tome las lecturas necesarias para establecer las relaciones correspondientes.

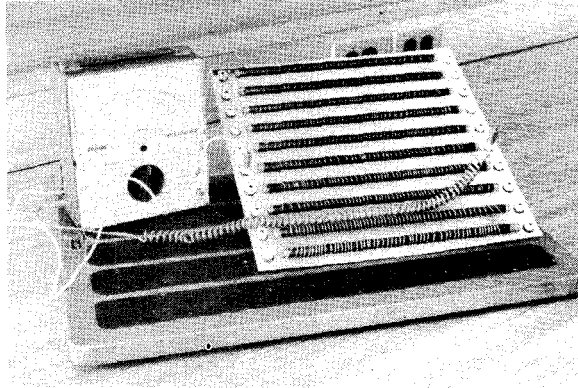


FIGURA 2

PREGUNTA 4. Detalle el procedimiento empleado para establecer las relaciones solicitadas.

PREGUNTA 5. Muestre gráficamente la relación entre R y A, sobre ejes acotados. También escriba la relación matemática.

PREGUNTA 6. Muestre gráficamente la relación en R y L, sobre un par de ejes acotados. Anote la relación matemática.

4. DEPENDENCIA DE LA RESISTENCIA, DEBIDO A LA TEMPERATURA.

- a) Tome las lecturas necesarias para obtener una gráfica, Resistencia vs. Temperatura de un termistor.

PREGUNTA 7. Elabore una gráfica R vs T. y obtenga su modelo matemático, considerando una aproximación lineal.

PREGUNTA 8. ¿Cuánto vale la resistencia a cero grados centígrados y cuánto vale el coeficiente de variación de la resistividad con respecto a la temperatura?

5. CONDUCTORES Y RESISTORES

- a) El instructor mostrará el tablero de conductores y resistores, explicando sus principales características, así como aplicaciones.

PREGUNTA 9. Describa los principales tipos de conductores y resistores.

PREGUNTA 10. ¿Cuáles son las características más importantes de los resistores y sus rangos de operación.

E. APLICACIONES

- . Fabricación de conductores y resistores.
- . Sensores y termómetros eléctricos.
- . Calefactores eléctricos.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Romero Carrera	Fundamentos de Electricidad y Magnetismo	5
Halliday	Física. Tomo II	31
Open University	Manejo de datos experimentales	

PRACTICA 6
RESISTIVIDAD Y RESISTENCIA
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. ¿Qué lecturas son necesarias para determinar la conductividad de un conductor a partir de la Ley de Ohm en forma vectorial? _____

2. Indique dos procedimientos, uno para determinar cómo varía la resistencia de un conductor al tener diferentes áreas transversales; y otro para determinar cómo varía la resistencia con respecto a la longitud. _____

3. Describa un procedimiento para obtener la resistencia a cero grados centígrados R_0 y el coeficiente de variación de la resistividad con la temperatura α , ¿Qué lecturas se requiere efectuar _____

4. Describa el método de pares de puntos empleado para ajustar un conjunto de pares de puntos (x, y) a una recta. _____

5. Indique mediante dos diagramas cómo se conecta el óhmetro y el amperímetro para efectuar lecturas de resistencia y corriente. Anote también ajustes y precauciones en cada caso. _____

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo.

PRACTICA 7

FUENTES DE FUERZA ELECTROMOTRIZ Y LEY DE JOULE

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Distinguirá las diferentes fuentes de fuerza electromotriz y su forma de onda.
2. Obtendrá la diferencia de potencial de algunos electrodos en una solución ácida.
3. Formará baterías.
4. Determinará la resistencia interna de las fuentes.
5. Determinará el efecto de la corriente eléctrica en un resistor.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Fuentes de fuerza electromotriz.
2. Resistencia interna.
3. Ley de Joule.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un acumulador seccionado (para uso del profesor).
2. Un hidrómetro (para uso del profesor).
3. Un motor generador (para uso del profesor).
4. Una celda fotovoltaica (para uso del profesor).
5. Un termopar (para uso del profesor).
6. Un eliminador de baterías.
7. Un osciloscopio.
8. Un multímetro con sus terminales.
9. Electrodos de: cobre, aluminio, zinc y carbón.
10. Tres recipientes con solución de ácido sulfúrico y agua.
11. Una pila de 1.5 V en su base.

12. Una fuente de poder de 0-15 V con limitador de corriente de 0-10 A.
13. Resistencias: 10, 100, 1000 Ω , a 0.5W y otra de 10 Ω a 0.25W.
14. Dos cables largos y dos cortos con bananas.
15. Una tableta con caimanes.

D. DESARROLLO

1. FUENTES DE FUERZA ELECTROMOTRIZ Y FORMAS DE ONDA.

- a) Con ayuda del instructor observe en el osciloscopio las siguientes fem's: eliminador de baterías, termopar, celda fotovoltaica, pila y generador - (uno a la vez).

PREGUNTA 1. Clasifique las fuentes de fuerza electromotriz, según la forma de onda. Añote los casos observados.

PREGUNTA 2. Grafique las formas de onda de los casos observados y asocie le una representación matemática $V = f(t)$. Acote las gráficas.

PREGUNTA 3. Explique brevemente, el principio de operación de cada fem estudiada.

2. DIFERENCIA DE POTENCIAL DE ELECTRODOS.

- a) Introduzca un electrodo a la vez, a la solución ácida y mida el potencial de cada electrodo, respecto a la solución.

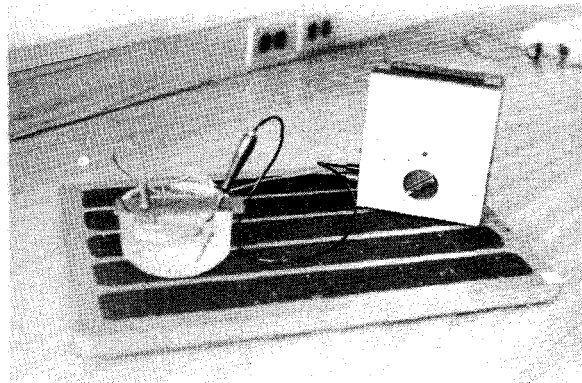


Figura 1.

- PREGUNTA 4. Explique por qué se genera un potencial de electrodo respecto a la solución. Anote sus magnitudes y su polaridad.
- b) Mida la diferencia de potencial entre dos electrodos sumergidos en la solución.

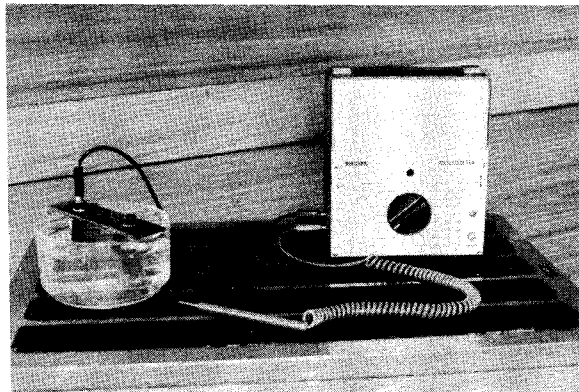


FIGURA 2.

- PREGUNTA 5. ¿Entre qué par de electrodos se obtiene la mayor diferencia de potencial? Compare su resultado con las del inciso a.
- c) Con los elementos disponibles obtenga el mayor valor de fuerza electromotriz química, interconectando electrodos.
- PREGUNTA 6. Mediante un diagrama muestre cómo obtuvo la máxima fem. ¿Cuál fue su valor?

3. RESISTENCIA INTERNA

- a) Dada una pila de zinc - carbón, mida el voltaje en sus bornes, sin carga.
- b) Determine que sucede al conectar una carga (resistencias) a la pila. Tome las lecturas necesarias, para cuantificar la resistencia interna.

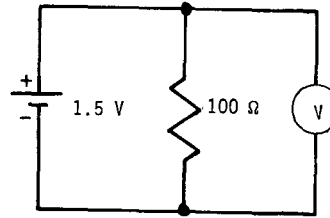
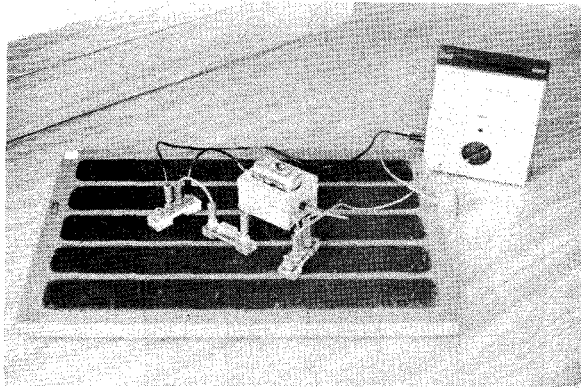


FIGURA 3

PREGUNTA 7. Explique el fenómeno detectado. ¿Cómo cuantifico la resistencia interna? ¿Cuál es su valor promedio?

PREGUNTA 8. ¿Cuál es el efecto de conectar diferentes valores de resistencia de carga?

4. EFECTO JOULE

a) Determine experimentalmente que potencia opera sin sobrecalentarse la resistencia de 10Ω .

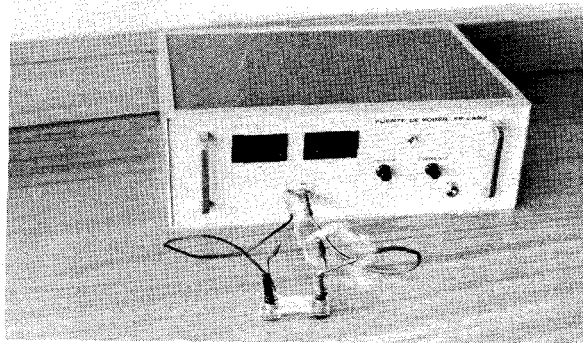


FIGURA 4.

PREGUNTA 9. ¿Cómo determinó la potencia? ¿Cuál es su valor?

PREGUNTA 10. ¿Con qué potencia mínima se quema la resistencia de 10Ω ?

E. APLICACIONES

- . Los generadores y baterías son las fuentes más importantes de energía para la industria.
- . El termopar se emplea para medir altas temperaturas.
- . La celda fotovoltaica en el circuito de encendido del alumbrado público y en los elevadores.
- . El efecto Joule en la construcción de resistencias y hornos eléctricos.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Mileaf, Harry	Electricidad 6	1 al 7
Villarreal, Enrique	Fuente Electroquímicas de corriente	2 al 3
Sears	Electricidad y Magnetismo	6, 7

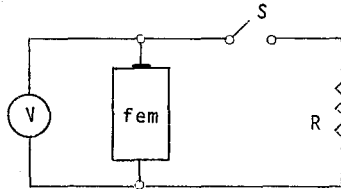
PRACTICA 7
FUENTES DE FUERZA ELECTROMOTRIZ Y LEY DE JOULE
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE DEL ALUMNO: _____ NO. DE CUENTA _____
GPO. DE LABORATORIO: _____ GPO. DE TEORIA: _____ CALIFICACION: _____

1. Explique el principio de operación de una fotocelda y de un termopar.

2. Explique a partir de una reacción química como se genera una diferencia de potencial. Suponga electrodos de Zn y Cu; y una solución de H_2SO_4 y agua.

3. Al medir la diferencia de potencial de una fuente de fuerza electromotriz, como se ve en la figura, marcó el voltmetro 1.5V y al cerrarse el switch marcó 1.4V. Explique porqué



4. ¿Cómo cuantifica la resistencia interna de una fuente de fuerza electromotriz?

5. ¿Cómo determinará experimentalmente, cuántos volts, máximo, le puede aplicar a un resistor, sin que se dañe?

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de la coordinación.

PRACTICA 8

CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA RESISTIVOS Y RC

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Diseñará un circuito resistivo, de corriente directa.
2. Conocerá el principio de operación del osciloscopio.
3. Manipulará correctamente el osciloscopio para medir voltaje y tiempo.
4. Determinará la capacitancia de un capacitor a partir de la constante de tiempo de un circuito RC.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Leyes de Kirchhoff.
2. Ley de Joule.
3. Carga y descarga de un circuito RC.
4. Constante de tiempo.
5. Uso del osciloscopio. Apéndice E.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Fuente de poder de 0-15V, con limitador de corriente de 0-10A.
2. Dos focos de 12-16 V.
3. Un multímetro con terminales.
4. Un osciloscopio.
5. Un generador de señales.
6. Dos nodos.
7. Seis cables cortos y dos largos.
8. Dos caimanes.
9. Una resistencia variable de 100-10 000 Ω .

10. Un capacitor construido por el alumno.
11. Resistencias aportadas por el alumno.
12. Un tablero de conductores de nicromel.

D. DESARROLLO

1. DISEÑO DE UN CIRCUITO RESISTIVO

- a) Presentación de algunos diagramas y su relación con las leyes de Kirchhoff
- b) Implemente un circuito eléctrico que permita funcionar simultáneamente dos focos, uno a $12 \pm 5\% V$ y otro a $9 \pm 5\% V$, con una fuente de poder de 15V.

NOTA. Determine experimentalmente los datos que le hagan falta.

PREGUNTA 1. Muestre mediante un diagrama el circuito propuesto para interconectar los focos con la fuente.

PREGUNTA 2. Indique los cálculos empleados para determinar los valores de resistencia y potencia de los resistores del circuito propuesto.

PREGUNTA 3. Considerando la tolerancia de las resistencias y la diferencia entre el valor calculado y el valor comercial de los resistores, ¿cuál es la incertidumbre experimental en los voltajes V_{f_1} y V_{f_2} ?

- c) Mida en su circuito, el voltaje en cada foco y compare sus lecturas con la incertidumbre experimental.

PREGUNTA 4. ¿Coinciden los resultados teóricos y experimentales? ¿Cuánto vale el error?

2. OSCILOSCOPIO Y GENERADOR DE FUNCIONES

- a) El instructor explicará el principio de operación y el uso del osciloscopio. (Apeñdice E).

PREGUNTA 5. Describa, con ayuda de un esquema, el principio de operación del osciloscopio. Detalle la función de los principales controles.

- b) Observe en el osciloscopio las diferentes formas de onda producidas por el generador. Manipule los controles y determine su función.

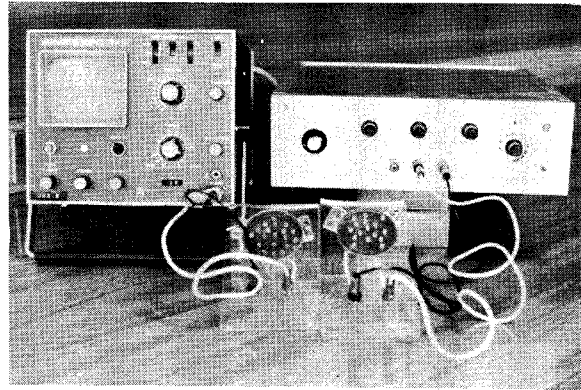
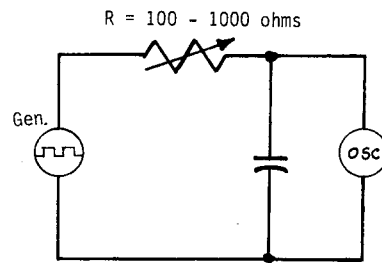


FIGURA 1

PREGUNTA 6. Dibuje en tres gráficas las formas de onda observadas. Describa la función de cada control.

3. CIRCUITO RC. CALCULO DE CAPACITANCIA

- a) Implemente el circuito RC mostrado en la figura .



* Capacitor construido por el alumno.

FIGURA 2

b) Ajuste la frecuencia y amplitud de una señal cuadrada que le permita observar las gráficas de carga y descarga del capacitor en el osciloscopio.

PREGUNTA 7. Dibuje una gráfica acotada del voltaje de carga en el capacitor. Anote el valor de la constante de tiempo.

PREGUNTA 8. Indique como calcular el valor de capacitancia del capacitor y cuál es su valor.

PREGUNTA 9. Coincide el valor anotado en el capacitor, con el determinado en la pregunta 8.

c) Obtenga una gráfica del voltaje en la resistencia variable.

PREGUNTA 10. Elabore una gráfica acotada del voltaje en el resistor y anote el valor de la constante de tiempo.

E. APLICACIONES

- . Diseño y análisis de circuitos eléctricos y electrónicos.
- . El circuito RC es usado extensamente en osciladores, filtros, contadores, temporizadores y muchos más.
- . El osciloscopio es un instrumento de medición invaluable.
- . El generador es usado ampliamente en prueba de equipos electrónicos.

F. BIBLIOGRAFIA

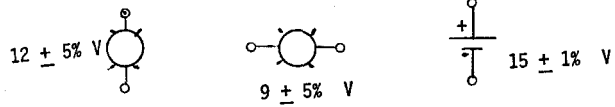
AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Resnick, Halliday	Física. Tomo II	32
Sears	Electricidad y Magnetismo	8
Purcell	Electricidad y Magnetismo	4

PRACTICA 8
CIRCUITOS DE CORRIENTE DIRECTA. RESISTIVOS RC
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE _____ No. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

- 1.- Proponga un circuito para alimentar simultáneamente dos foquitos, uno a 12V, 1.25 W y otro a 9 V , 800 mW, con las tolerancias indicadas y con un voltaje de fuente a 15 V .



- 2.- Muestre los calculos empleados para calcular los resistores, resistencia y potencia necesarios. *
- _____
- _____
- 3.- Calcule la incertidumbre experimental en el voltaje de los focos ΔV_{f_1} e ΔV_{f_2} , considerando los valores comerciales y su diferencia con los calculados.
- _____
- _____
- 4.- Explique el principio de operación del osciloscopio y cómo se utiliza para medir diferencias de potencial y frecuencia.
- _____
- _____
- 5.- Para un circuito RC, donde C es el capacitor construido en la práctica 4, indique gráficamente cuánto vale la constante de tiempo, si $R = 10\ 000\ \Omega$?**
- _____
- _____

* LOS RESISTORES CALCULADOS SE DEBEN TRAER AL LABORATORIO, PARA PODER EFECTUAR LA PRACTICA.
**TRAER TAMBIEN EL CAPACITOR CONSTRUIDO EN LA PRACTICA 4.

PRACTICA 9

CAMPOS MAGNETICOS ESTACIONARIOS

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Comprobará los experimentos realizados por Oersted.
2. Obtendrá las configuraciones de campo magnético debido a un imán, un conductor recto, una bobina y un solenoide.
3. Utilizará el teslámetro, en la medición y detección de la densidad de campo magnético.
4. Verificará la validez de las expresiones del campo producido por una bobina circular, un solenoide y un conductor recto.
5. Determinará la permeabilidad magnética del aire.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Línea de inducción magnética.
2. Densidad de campo magnético debido a un conductor recto, un solenoide y una bobina que transporten corriente constante.
3. Apéndice de Teslámetro.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un electroimán (para uso del profesor).
2. Dispositivo de conductor recto.
3. Dos brújulas.
4. Una fuente de poder de 0-12 V.C.D. y 0-10 A .
5. Un teslámetro con punta axial.
6. Dos cables largos con banana.
7. Limadura de fierro.
8. Un solenoide de 850 vueltas.
9. Una bobina de 15 espiras.
10. Un imán.

11. Una barra de hule y una de plástico.
12. Dos soportes universales y una tira de polietileno.
13. Una piel de conejo.
14. Placas de 6x6x0.3 cm. de diferentes materiales.

D. DESARROLLO

1. OBSERVACION DE ALGUNOS FENOMENOS MAGNETICOS

- a) Con el material disponible; muestre un fenómeno eléctrico y uno magnético.

PREGUNTA 1. Indique mediante un esquema como mostró el fenómeno eléctrico y el fenómeno magnético.

PREGUNTA 2. Indique algunas diferencias entre el fenómeno eléctrico y el fenómeno magnético.

2. CONFIGURACIONES DE CAMPO MAGNETICO

- a) Explicación del instructor sobre el uso del Teslámetro, para medir campo magnético. PRECAUCIONES.
- b) Usando los materiales disponibles, muestre la configuración del campo magnético del imán y mida su valor máximo.

PREGUNTA 3. Mediante líneas de inducción magnética, represente en un esquema el campo magnético del imán e indique el valor del vector inducción magnética medido.

- c) Acerque la placa ferromagnética al electroimán.

PREGUNTA 4. Estime el valor máximo del campo magnético producido por el imán.

- d) Mediante el dispositivo de la figura 1, compruebe la regla de la mano derecha y mida en algún punto el campo magnético.

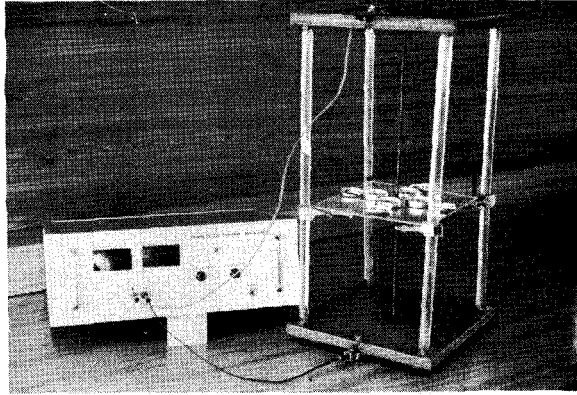


FIGURA 1.

PREGUNTA 5. Describa el procedimiento para comprobar la regla de la mano derecha.

PREGUNTA 6. Usando líneas de inducción magnética, represente el campo magnético debido al conductor e indique la magnitud, dirección y sentido del campo medido.

PREGUNTA 7. Determine la permeabilidad magnética del aire.

e) Para una corriente máxima de 2A, obtenga la configuración del campo magnético del solenoide y mida el máximo valor de campo en el eje del mismo.

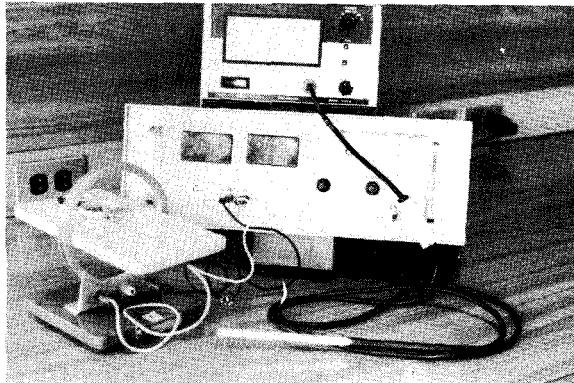


FIGURA 2

PREGUNTA 8. Usando líneas de inducción magnética, represente el campo magnético del solenoide e indique la magnitud, dirección y sentido del campo máximo.

- f) Para una corriente máxima de 3 A, obtenga la configuración del campo magnético debido a la espira y mida el máximo valor de campo en el eje perpendicular al plano de la espira.

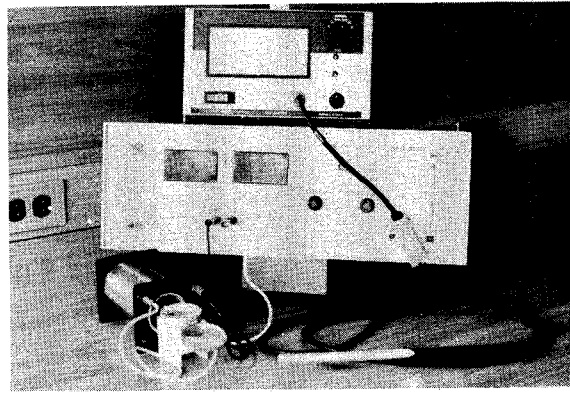


FIGURA 3

PREGUNTA 9. Usando líneas de inducción magnética represente el campo magnético de la espira e indique la magnitud, dirección y sentido del campo medido.

PREGUNTA 10. Usando las expresiones de campo debido a una espira y un solenoide, calcule el campo magnético de ambos y compare sus resultados con el valor medido. ¿Qué concluye?

E. APLICACIONES A LA INGENIERIA

- En la construcción de electroimanes, timbres, relevadores, etc.
- Aparatos de medición.
- Motores y generadores.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Resnick - Halliday	Física Parte II	34
Edward M. Purcell	Electricidad y Magnetismo	6
Joseph A. Edminister	Electromagnetismo	9

PRACTICA 9
CAMPOS MAGNETICOS ESTACIONARIOS
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Anote las diferencias entre el campo eléctrico y el campo magnético. Describa las características principales de los dispositivos necesarios para mostrarlas.

2. Describa dos procedimientos para determinar la dirección y sentido de las líneas de flujo de un campo magnético.

3. Anotes las equivalencias de las siguientes unidades de la densidad de campo magnético:

1 militesla = _____ webers/m² 1 gauss = _____ webers/m²

4. Escriba las expresiones para el cálculo de la densidad de campo magnético B, para los siguientes casos:

- a) Un conductor recto con corriente.
- b) Una espira circular con corriente.
- c) Un solenoide.

5. De un procedimiento para medir densidad de campo magnético, usando un teslámetro (Ver apéndice G).

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo.

PRACTICA 10
FUERZA ELECTROMOTRIZ INDUCIDA

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Determinará los factores que intervienen en la obtención de la fuerza electromotriz inducida.
2. Obtendrá la función que relaciona la fem inducida y los factores que la producen.
3. Relacionará el sentido de la corriente inducida con la causa que la produce.
4. Bosquejará la construcción de un transformador experimental.

B. CONCEPTOS NECESARIOS.

1. Corriente directa y alterna.
2. Flujo magnético.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Una bobina de Thompson (para uso del profesor).
2. Una fuente de poder de 0-12 V.C.D. y 0-100 A. (para uso del profesor).
3. Un microamperímetro.
4. Un osciloscopio.
5. Un multímetro con sus terminales.
6. Un variac.
7. Una bobina de inducción con accesorios.
8. Dos solenoides.
9. Un imán de barra.
10. Una brújula.
11. Una fuente de poder de 0-15 V.C.D. y 0-10 A.
12. Cuatro cables largos con banana.
13. Una bobina con derivación de 40, 80 y 120 vueltas.

D. DESARROLLO

1. OBSERVACION DE FENOMENOS DE FEM INDUCIDA

- a) Coloque en el núcleo de la bobina, la bobina con foco, el anillo de aluminio y el resorte de cobre, uno a la vez.

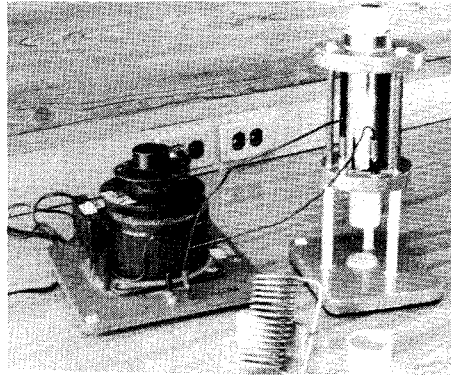


FIGURA 1

PREGUNTA 1. Describa los fenómenos observados y trate de explicarlos.

2. FEM GENERADA POR MOVIMIENTO MECANICO

- a) A partir del campo magnético del imán, obtenga en el solenoide una fem - inducida.

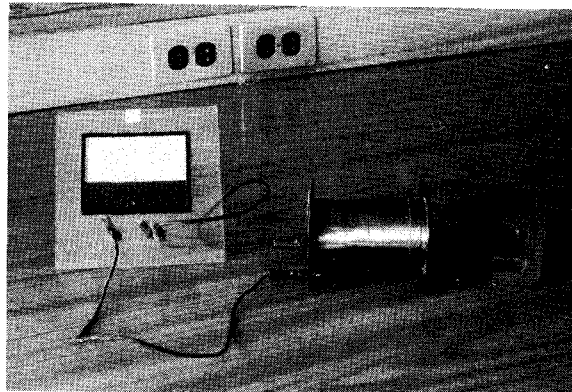


FIGURA 2

PREGUNTA 2. Indique cómo logró obtener la fem inducida y haga un dibujo indicando el sentido de la corriente inducida.

b) Sustituya el imán por un electroimán y haga lo mismo del inciso anterior.

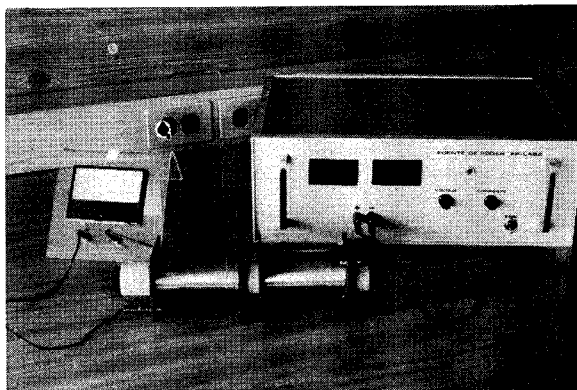


FIGURA 3.

PREGUNTA 3. Haga un dibujo indicando los elementos empleados y el sentido de la corriente en cada solenoide.

3. FEM GENERADA POR CORRIENTE VARIABLES CON EL TIEMPO.

a) Sin existir movimiento relativo entre los solenoides de la figura 3, obtenga una fem inducida.

PREGUNTA 4. Describa cómo logró obtener la fem inducida.

PREGUNTA 5. ¿Qué tipo de voltaje se obtiene en los experimentos anteriores? Indique su respuesta gráficamente anotando la amplitud máxima y la frecuencia.

b) Observe el efecto sobre el anillo de aluminio al abrir y cerrar el interruptor de la bobina de Thompson.

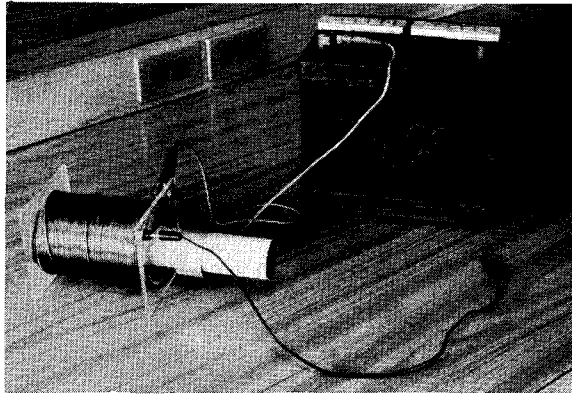


FIGURA 4

PREGUNTA 6. Represente en un esquema las corrientes involucradas y explique lo que ocurre.

4. FEM INDUCIDA POR CORRIENTE ALTERNA

- a) Usando los elementos disponibles, encuentre la dependencia de la fem inducida con el número de vueltas.
- b) Encuentre la dependencia de la fem inducida con respecto al flujo.

PREGUNTA 8. Describa el procedimiento seguido y exprese matemáticamente su resultado.

- c) Coloque nuevamente en el núcleo de la bobina, el anillo, el resorte y la bobina con foco, uno a la vez.

PREGUNTA 9. ¿Cuál es la expresión matemática que describe los fenómenos observados? Explique cada caso.

- d) Obtenga una fuerza electromotriz inducida de 12 volts, por 3 métodos.

PREGUNTA 10. Indique los elementos usados en cada caso y como logro obtener los 12 Volts.

E. APLICACIONES

- Diseño de transformadores y motores.
- Teléfono y telégrafo.
- Bocinas.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Kip Arthur F.	Fundamentos de Electricidad Y Magnetismo	8
Resnick Halliday	Física para Estudiantes de Ciencias e Ingeniería	35
Sears, Francis M.	Electricidad y Magnetismo	12

PRACTICA 10
FUERZA ELECTROMOTRIZ INDUCIDA
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Explique dos formas de producir fuerza electromotriz inducida. _____

2. ¿De qué factores físicos y geométricos depende la fuerza electromotriz inducida?

3. Indique que dispositivo de laboratorio se requiere para producir fuerza electromotriz inducida. Diga también las características principales del equipo y material requerido

4. ¿Qué diferencias existen entre el campo magnético producido por corriente directa y el producido por corriente alterna al circular en un solenoide?

5. ¿Qué función realiza un transformador eléctrico y cómo?

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo

PRACTICA 11
TRANSFORMADOR Y MOTOR-GENERADOR

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Comprobará las relaciones de transformación y principio de conservación de la energía del transformador ideal.
2. Determinará la función de las partes principales de un motor y un generador de C. D.
3. Determinará el par de un motor y su fuerza contraelectromotriz.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Transformador ideal.
2. Par sobre una espira.
3. Fuerza contraelectromotriz.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un teslámetro (para uso del profesor).
2. Un osciloscopio.
3. Un multímetro con sus terminales.
4. Un motor de C. D. con tres rotores.
5. Un dinamómetro con su base.
6. Dos cables largos con banana.
7. Una fuente de poder de 0-15 V.C.D. y 0-10A.
8. Cuatro núcleos en E con bobina en su contenedor.
9. Un transformador de campana 10W, 10V.
10. Tres resistencias de 10, 100 y 1000Ω a 0.5 W.

D. DESARROLLO

1. TRANSFORMADOR

- a) Con las bobinas de núcleos en forma de E, obtenga la relación de transformación de voltajes para dos combinaciones de número de vueltas.

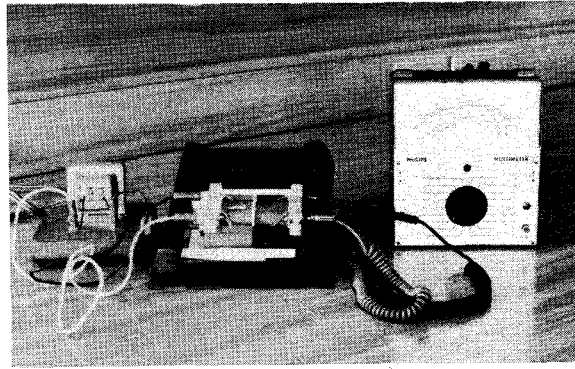


FIGURA 1

PRECAUCION: NO SOBREPASE LA CORRIENTE DE OPERACION DE LA FUENTE DE VOLTAJE SELECCIONADA, NI LA DE LOS CONDUCTORES DE LAS BOBINAS.

PREGUNTA 1. ¿Cuál es la relación de transformación calculada? En porcentaje, ¿cuál es la diferencia con la determinada experimentalmente? Conteste para cada combinación.

- b) Con el mismo dispositivo, y para las dos combinaciones de vueltas del inciso anterior, obtenga la relación de corrientes para el transformador. TOME LA MISMA PRECAUCION MENCIONADA ARRIBA.

PREGUNTA 2. ¿Cuál es la relación de corrientes calculada? En porcentaje ¿Cuál es la diferencia con la obtenida experimentalmente? Conteste para cada caso.

PREGUNTA 3. ¿Cuál es la eficiencia real de los dos transformadores implementados?

2. PRINCIPIO DE OPERACION DEL MOTOR DE C. D.

- a) Mediante los elementos de la figura , deduzca el principio de operación del motor de corriente directa.

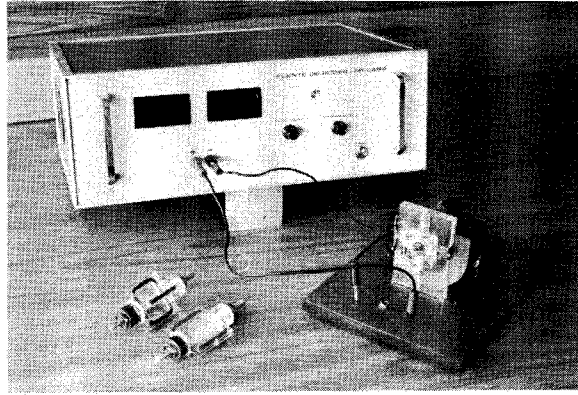


FIGURA 2

PREGUNTA 4. Haga un esquema que muestre cada una de las partes del motor e indique la función que les corresponde.

PREGUNTA 5. Explique el principio de operación del motor y calcule el par máximo que actúa sobre el rotor de una bobina.

PREGUNTA 6. ¿Qué conclusiones obtiene el utilizar diferentes tipos de rotores?

3. EFECTO GENERADOR

a) Obtenga la fuerza contraelectromotriz en el motor.

PREGUNTA 7. Describa como determinó la fuerza contraelectromotriz y anote su valor máximo.

b) Implemente un generador y obtenga en él una fem inducida.

PREGUNTA 8. Describa como logro obtener la fem inducida e indique su valor máximo.

PREGUNTA 9. Haga un esquema que muestre cada una de las partes del generador e indique la función que les corresponde.

PREGUNTA 10. Explique el principio de operación del generador y calcule la fem inducida, si se usa el rotor de una espira y gira a 60 RPM.

E. APLICACIONES

- Generadores en plantas Termoeléctricas, hidroeléctricas, nucleares, etc.
- Transformador en líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, etc.
- Motores en tornos, taladros, sistemas de transporte, etc.

F. BIBLIOGRAFICA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Sears Francis	Electricidad y Magnetismo	9, 12 y 16
Harry Mileaf	Electricidad seis	6
Edward M. Purcell	Electricidad y Magnetismo	7

PRACTICA 11

TRANSFORMADOR Y MOTOR-GENERADOR

NOMBRE _____ NO. DE CTA. _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Explique el funcionamiento de un transformador ideal.

2. Anote las relaciones de voltajes y corrientes en un transformador ideal y describa un procedimiento para determinarlas experimentalmente _____

3. Anote la expresión para calcular el par magnético de una bobina rectangular de N vueltas. Mediante un esquema indique los términos de esta expresión _____

4. En motor, ¿cómo determina la fuerza contraelectromotriz?

5. Anote la expresión para calcular la fuerza electromotriz inducida en una bobina rectangular de N vueltas que gira a velocidad ω . _____

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo

PRACTICA 12
INDUCTANCIA Y CIRCUITO RL

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Comparará el valor medido de la inductancia de un solenoide con el calculado.
2. Determinará las inductancias mutuas de dos solenoides conectados en serie y en paralelo.
3. Verificará los parámetros de construcción de un inductor mediante un circuito RL y su constante de tiempo.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Inductancia.
2. Inductancia mutua.
3. Inductancia serie-paralelo.
4. Circuito RL.
5. Constante de tiempo inductiva.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Dos solenoides (para uso del profesor).
2. Un puente digital de impedancias (para uso del profesor).
3. Cuatro cables largos con banana (para uso del profesor).
4. Una resistencia variable de $100 - 10100\Omega$.
5. Cuatro cables cortos con bananas.
6. Una bobina (aportada por el alumno).
7. Un osciloscopio.
8. Un multímetro.
9. Un generador de funciones.
10. Dos cables con caimanes.

D. DESARROLLO

1. VERIFICACION DE PARAMETROS DE DISEÑO DE UN SOLENOIDE POR MEDICION DIRECTA

a) Mida la inductancia de los dos solenoides disponibles.

PREGUNTA 1. Calcule el valor de las inductancias de los solenoides a partir de sus factores geométricos, y compárelos con los medidos.
¿Cuál es la exactitud en el cálculo de la inductancia?

PREGUNTA 2. ¿Qué modificaciones le haría al solenoide o a la fórmula empleada para que se aproximen los valores teórico y experimental?

2. CONEXIONES DE INDUCTORES

a) Conecte los solenoides en serie y mida la inductancia equivalente

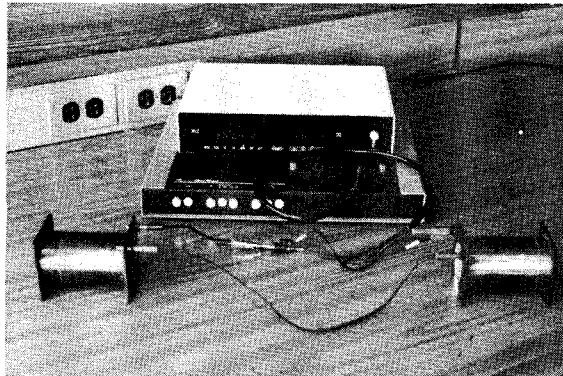


FIGURA 1

PREGUNTA 3. ¿Para cuáles disposiciones físicas de los solenoides se tiene?

a) Inductancia equivalente máxima?

- b) Inductancia equivalente mínima?
- c) Inductancia mutua mínima?
- d) Inductancia mutua máxima?

Para cada caso anote el valor numérico correspondiente.

PREGUNTA 4. ¿Cuáles son los valores máximo y mínimo del coeficiente de acoplamiento del arreglo de solenoides en serie?

- a) Conecte los solenoides en paralelo y mida la inductancia equivalente.

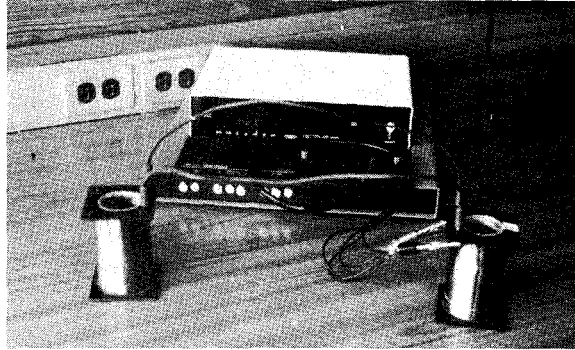


FIGURA 2

PREGUNTA 5. ¿Para cuál colocación física de los solenoides se tiene?

- a) Inductancia equivalente máxima?
- b) Inductancia equivalente mínima?
- c) Inductancia mutua mínima?
- d) Inductancia mutua máxima?

Anote para cada caso el valor numérico correspondiente.

PREGUNTA 6. ¿Cuáles son los valores máximo y mínimo del coeficiente de acoplamiento del arreglo de solenoides en paralelo?

3. VERIFICACION DE PARAMETROS DE DISEÑO MEDIANTE CIRCUITO RL.

- a) Alambre el circuito RL de la figura. En lugar del solenoide emplee el construido por usted.

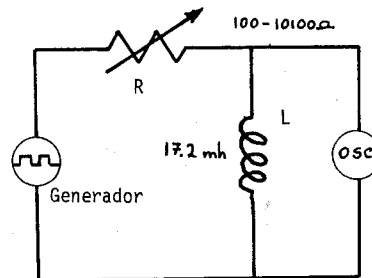
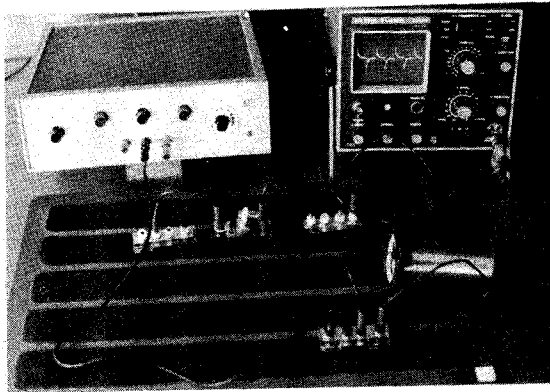


FIGURA 3

- b) Mida el voltaje en el inductor y en el resistor.

PREGUNTA 7. Elabore la gráfica del voltaje en el inductor. Acote el eje "y" en volts y el eje "x" en mili ó microsegundos.

PREGUNTA 8. Elabore una gráfica del voltaje en el resistor. Acote de la misma forma los ejes de voltaje y tiempo.

PREGUNTA 9. Con ayuda de los modelos gráficos determine la constante de tiempo y el valor de la inductancia de su solenoide.

PREGUNTA 10. ¿Cuál es la exactitud del diseño de su solenoide.

E. APLICACIONES

- Construcción de bobinas.
- Cálculo y medición de acoplamientos.
- Diseño de circuitos eléctricos RL.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
Joseph E. Edminister	Electromagnetismo	11
Sears	Electricidad y Magnetismo	13
Eduard M. Purcell	Electricidad y Magnetismo	7

PRACTICA 12
INDUCTANCIA Y CIRCUITO RL

CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Anote dos expresiones para calcular la inductancia propia de un solenoide, una teórica y otra empírica

2. Construya un solenoide de 10 mH.* Indique los parámetros de diseño para su construcción

3. Escriba las expresiones para calcular la inductancia equivalente para conexiones serie y paralelo, con flujos enlazados

4. Anote las ecuaciones y gráficas de voltajes en el inductor y en el resistor de un circuito RL, en los procesos de energización y desenergización

5. ¿Cómo determina la inductancia propia L, de un solenoide, con ayuda de las gráficas del circuito RL y la constante de tiempo?

* PARA PODER REALIZAR LA PRACTICA, SE REQUIERE CONSTRUIR Y TRAER AL LABORATORIO ESTE SOLENOIDE.

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo.

PRACTICA 13
FERROMAGNETISMO Y CIRCUITO MAGNETICO

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Obtendrá la gráfica del ciclo de histéresis de un núcleo ferromagnético y - por aproximación la gráfica de magnetización.
2. Determinará la saturación, la remanencia y la fuerza coercitiva de un núcleo ferromagnético.
3. Verificará la ecuación de circuito magnético.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Magnetización.
2. Ciclo de histéresis.
3. Circuitos magnéticos.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un teslámetro con punta transversal.
2. Una fuente de poder de 0-15 V.C.D. y de 0-10 A.
3. Un soporte universal con pinzas.
4. Un núcleo ferromagnético en forma de C, con bobina de 1000 vueltas.
5. Un osciloscopio.
6. Un variac.
7. Un transformador 27 VAC, con aditamento para observar ciclo de histéresis.
8. Seis cables largos con bananas.
9. Un multímetro.

D. DESARROLLO

1. OBTENCION DEL CICLO DE HISTERESIS Y CURVA DE MAGNETIZACION

- a) Explicación del instructor sobre el uso del dispositivo para observar en el osciloscopio el ciclo de histéresis del núcleo ferromagnético del transformador.

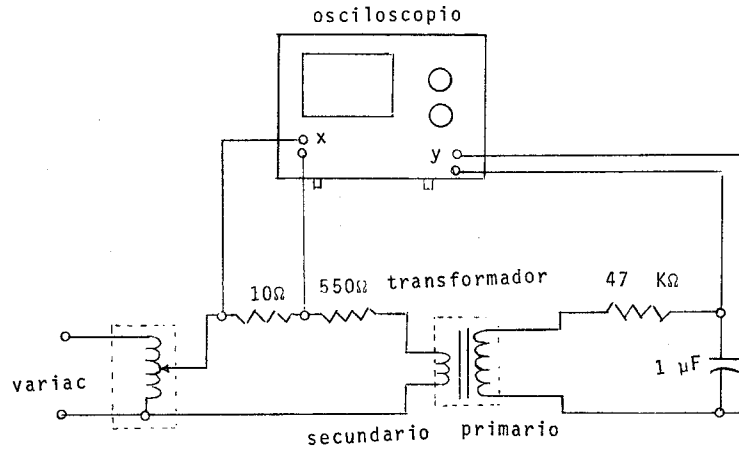


FIGURA 1

- PREGUNTA 1. Describa el procedimiento empleado para observar en la pantalla del osciloscopio en ciclo de histéresis.
- PREGUNTA 2. ¿Cómo se determina la intensidad de campo magnético H y la densidad de campo magnético B, a partir de las lecturas en el osciloscopio?
- PREGUNTA 3. Elabore una gráfica acotada del ciclo de histéresis.
- PREGUNTA 4. Determine el valor de la saturación, la remanencia y la fuerza coercitiva.
- PREGUNTA 5. Determine aproximadamente la curva de magnetización del núcleo ferromagnético del transformador.
- PREGUNTA 6. ¿Cuál es el valor máximo de la permeabilidad magnética?

2. CIRCUITO MAGNETICO

- a) Con el valor máximo de la fuente de poder ϵ , mida la densidad de flujo magnético en el entrehierro del núcleo en forma de C.

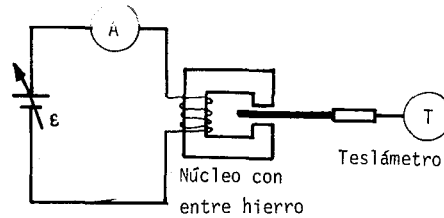
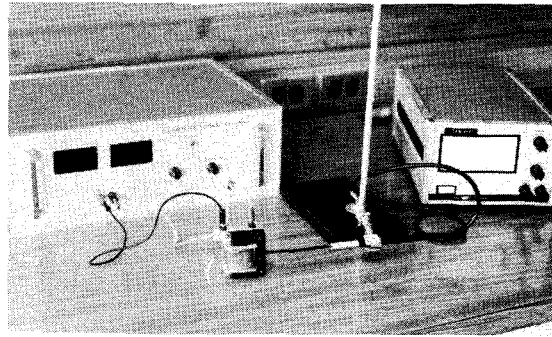


FIGURA 2

PREGUNTA 7. Determine las dimensiones del área aparente.

PREGUNTA 8. ¿Cuál es el valor de la fuerza magnetomotriz?

PREGUNTA 9. De acuerdo a las dimensiones geométricas del núcleo ferromagnético, anote la ecuación que describe el circuito magnético.

PREGUNTA 10. ¿Cuál es el valor de la reluctancia del núcleo ferromagnético?

E. APLICACIONES

- Los circuitos magnéticos son empleados en motores, transformadores, generadores y muchos otros dispositivos.

- Con estos métodos es posible determinar comportamiento y propiedades magnéticas de los materiales.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO
Kip	Fundamentos de Electricidad y Magnetismo	9
Edminister	Electromagnetismo	11
Sears	Electricidad y Magnetismo	

PRACTICA 13
FERROMAGNETICO Y CIRCUITO MAGNETICO
CUESTIONARIO PREVIO

NOMBRE _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Describa qué sucede a nivel microscópico, cuando un material ferro magnético es sometido a un campo magnético externo:

2. Describa un ciclo de histéresis de un material ferromagnético, explicando que es saturación, remanencia y fuerza wercitiva. Elabore una gráfica correspondiente.

3. Investigue un procedimiento para determinar la intensidad de campo magnético H y la densidad de campo magnético B dentro de un material ferromagnético. Describalo aquí.

4. ¿Qué es y qué elementos constituyen un circuito magnético?

5. Anote la ecuación del circuito magnético para un núcleo en forma de C, con entrehierro.

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo.

PRACTICA 14

RESPUESTA SENOIDAL

A. OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

EL ALUMNO:

1. Representará gráfica y matemáticamente una señal senoidal.
2. Obtendrá el comportamiento de los voltajes en una resistencia, un capacitor y un inductor respecto a la frecuencia.
3. Obtendrá los defasamientos entre el voltaje y la corriente en un resistor, un capacitor y un inductor.

B. CONCEPTOS NECESARIOS

1. Voltaje alterno.
2. Voltaje en un resistor, un capacitor y un inductor.
3. Defasamiento.

C. EQUIPO NECESARIO

1. Un osciloscopio de doble trazo.
2. Un generador de señales.
3. Dos resistencias : 10Ω , 0.5W y 100Ω , 2W.
4. Un solenoide.
5. Un capacitor de 0.1 micro farad.
6. Cuatro cables largos con bananas.
7. Dos cables cortos.

D. DESARROLLO

1. MODELO MATEMATICO DE UNA SEÑAL SENOIDAL

- a) Alambre el circuito de la figura 1. Con una frecuencia de 60 Hz, amplitud máxima y señal senoidal, observe en el osciloscopio la onda generada.

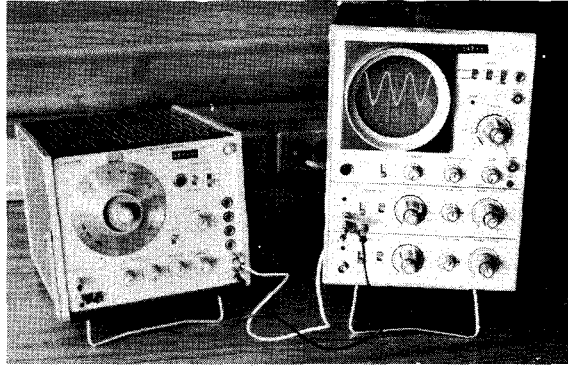


FIGURA 1

PREGUNTA 1. Represente gráfica y algebraicamente la señal observada. Indique el valor de los parámetros básicos de la señal.

PREGUNTA 2. ¿Cuáles son los valores eficaz y medio de la señal observada?

2. DETERMINACION DE CORRIENTE Y DEFASAMIENTO CON OSCILOSCOPIO DE DOBLE HAZ.

a) Explicación por parte del instructor de la forma de determinar corriente y defasamiento con osciloscopio de doble haz.

PREGUNTA 3. Describa el procedimiento para medir corriente (amplitud y frecuencia).

PREGUNTA 4. Describa el procedimiento para medir defasamiento entre dos señales, una de voltaje y otra de corriente.

3. RESPUESTA EN FRECUENCIA DEL RESISTOR.

a) Determine la atenuación del voltaje en un resistor al aumentar la frecuencia. Tome las lecturas para elaborar una gráfica.

b) Determine el defasamiento entre voltaje y corriente en el resistor.

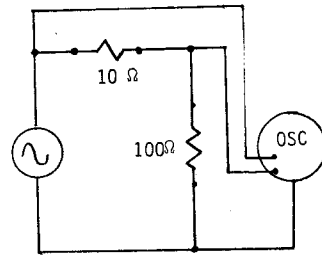
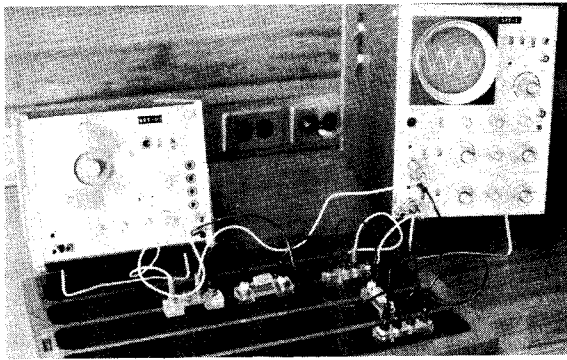


FIGURA 2

PREGUNTA 5. ¿Qué sucede con el voltaje en el resistor al variar la frecuencia?

PREGUNTA 6. ¿Cuál es el defasamiento entre voltaje y corriente en el resistor a diferentes frecuencias?

4. RESPUESTA EN FRECUENCIA DEL CAPACITOR

a) Repita los incisos a) y b) del apartado 3, pero para el capacitor.

PREGUNTA 7. ¿Qué sucede con el voltaje en el capacitor al variar la frecuencia?

PREGUNTA 8. ¿Cuál es el defasamiento entre voltaje y corriente en el capacitor a diferentes frecuencias? ¿A qué valor tiende?

5. RESPUESTA EN FRECUENCIA DEL INDUCTOR

a) Repita los incisos a y b del apartado 3, pero para el inductor.

PREGUNTA 9. ¿Qué sucede con el voltaje en el inductor al variar de frecuencia?

PREGUNTA 10. ¿Cuál es el defasamiento entre corriente y voltaje en el inductor a diferentes frecuencias? ¿A qué valor tiende?

E. APLICACIONES

- La respuesta en frecuencia es fundamental para el análisis y diseño de circuitos eléctricos y electrónicos.
- Filtros.
- Amplificadores.
- Osciladores y muchos otros.

F. BIBLIOGRAFIA

AUTOR	TITULO	CAPITULO(S)
KIP.	Fundamentos de Electricidad y Magnetismo	10
Edward M. Purcell	Electricidad y Magnetismo	8
Sears	Electricidad y Magnetismo	16

PRACTICA 14

RESPUESTA SENOIDAL

NOMBRE _____ NO. DE CUENTA _____

GPO. DE LABORATORIO _____ GPO. DE TEORIA _____ CALIFICACION _____

1. Represente gráfica y analíticamente un voltaje alterno. Indique en la gráfica voltaje máximo V_m , el período T y el defasamiento ϕ . _____

2. ¿Cómo se calcula el voltaje medio y el voltaje eficaz de una señal senoidal?

3. ¿Cuáles son los defasamientos entre voltaje y corriente en un resistor, un capacitor y un inductor? Expréselo analíticamente? _____

4. Explique cómo varían los voltajes en un resistor, un capacitor y un inductor al variar la frecuencia de la señal senoidal aplicada a ellos _____

5. Describa un procedimiento para medir con el osciloscopio el defasamiento entre voltaje y corriente en un elemento eléctrico _____

NOTA: Cualquier duda, favor de aclararla en el cubículo de asesoría de Electricidad y Magnetismo.

APENDICE A
INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL ELECTROMETRO

I. INTRODUCCION

El electrómetro es un instrumento de medición, muy versátil, ya que es capaz de medir, en un amplio rango, voltaje, corriente, resistencia y carga en corriente directa (D.C.).

La resistencia de entrada del Electrómetro es mayor que 10^{14} ohms (100 billones - de ohms) y es el resultado del desarrollo de instrumentos con transistores de alta impedancia de entrada. Esto permite al Electrómetro grandes posibilidades de medición, sin afectar el estado eléctrico del circuito; la corriente o carga que toma del circuito es insignificante.

El Electrómetro tiene 11 rangos de voltaje desde 0.001 volts a escala completa hasta 100 volts, 28 rangos de corriente desde 10^{-14} amperes a escala completa hasta 0.3 amperes, 25 rangos lineales de resistencia desde 100 ohms a escala completa -- hasta 10^{14} ohms y 17 rangos de carga desde 10^{-13} coulombs a escala completa hasta 10^{-5} coulombs.

II. PRINCIPIO DE OPERACION

El Electrómetro es básicamente un VOLTMETRO DE D.C. extremadamente estable y lineal, con una sensibilidad a escala completa de 1 milivolt y con una impedancia de entrada de 10^{14} ohms, en paralelo con 20 picofaradios. Mediante los controles -- del panel frontal, resistores en paralelo y capacitores se emplea éste voltmetro -- para trabajar como ampermetro, óhmetro, coulombiómetro y por supuesto como voltmetro.

DIAGRAMA DE BLOQUES

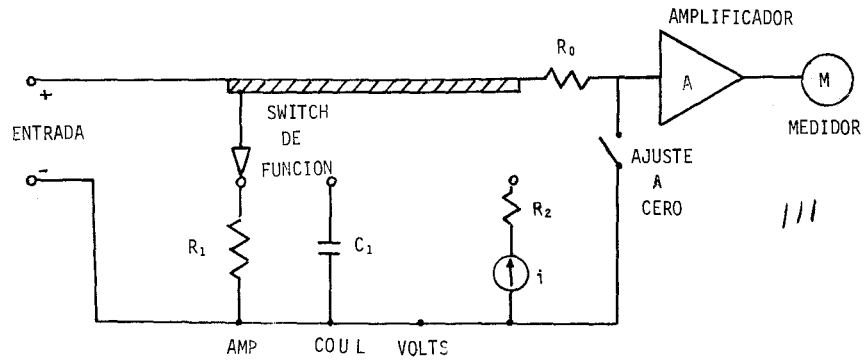


FIGURA 1

1. Ampérmetro.- Para transformar la señal de corriente a la entrada del aparato, ésta se hace pasar por el resistor R_1 , de resistencia baja, donde se genera un voltaje, que es alimentado al amplificador y éste mueve la aguja del medidor, graduado a la escala conveniente.
2. Coulombiómetro.- En esta modalidad el capacitor C_1 toma una muestra de carga de un generador o de otro capacitor cargado conectado a la entrada del aparato. Si la capacitancia de C_1 es unas 100 veces menor que la del dispositivo conectado al electrómetro se tendrá un error del 1%. El voltaje generado en C_1 se alimenta al amplificador y éste mueve la aguja.
3. Vóltmetro.- El voltaje a la entrada se alimenta directamente al amplificador y éste acciona el medidor graduado convenientemente.
4. Ohmetro.- A través del resistor desconocido conectado en la entrada, se hace circular una corriente generada por una fuente interconstruida. El voltaje que aparece en los extremos del resistor desconocido se alimenta al amplificador y de éste al medidor convenientemente graduado.

III. DESCRIPCION

En la figura 2 se muestra un electrómetro marca Keithley, modelo 610C y en ella se observan los principales controles y terminales. A continuación se hace una descripción funcional de los controles y terminales y enseguida se reproducen -- las especificaciones del electrómetro.



FIGURA 2

1.- CONTROLES Y TERMINALES DEL PANEL FRONTAL

CONTROL O TERMINALES

F U N C I O N

Switch de rangos
(5106)

Selecciona la variable a medir: volts, amperes, ohms o coulombs. También selecciona un rango particular para la variable a medir.

Switch multiplicador
(5107)

Selecciona la sensibilidad del medidor a escala completa. Cuando se usa con amperes, ohms o coulombs multiplica el rango seleccionado.

Switch del medidor
(5109)

Controla el encendido y apagado del electrómetro. También polaridad y escala de cero central.

Controles de cero:
Fino (R142)

Ajuste de la aguja a cero eléctrico (potenciómetro)

Medio (S101)

Ajuste de la aguja a cero eléctrico (switch)

Grueso (S102)

Ajuste de la aguja a cero eléctrico (switch)

Switch de Cero (S103)	Coloca a cero la entrada del medidor cuando - se presiona. Medio de seguridad al efectuar lecturas.
Switch de retroalimentación (S105)	Selecciona las conexiones del amplificador - para retroalimentación normal o rápida. Mejora estabilidad
Entrada (J101)	Receptáculo de entrada, tipo alta frecuencia.
Tierra (J102)	Conección al chásis del electrómetro.

2.- CONTROLES Y TERMINALES EN EL PANEL POSTERIOR

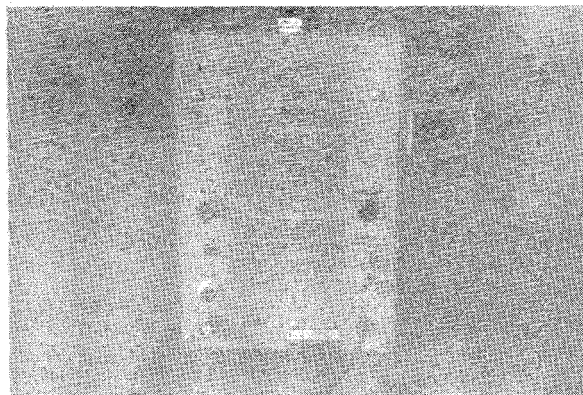


FIGURA 3

CONTROL O TERMINALES	F U N C I O N
Salida (J013)	Receptáculo de bornes de salida
Switch 1MA-3V (S108)	Selecciona la salida de 1 MA para gratificadora o salida de 3 V a escala completa.
Calibrador a 1 MA (R177)	Ajusta la salida a 1 MA
Guarda (J104)	Aisla la salida contra interferencias
Switch 117-234V (S10A)	Selecciona la entrada de energía al instrumento para 117 o 234 VAC.
Fusible (F101)	Fusible

IV. USO DEL ELECTROMETRO

NOTA IMPORTANTE: VERIFIQUE QUE EL SWITCH DE SALIDA S108 (IMA-3V) ESTE COLOCADO -- EN LA POSICION "3V", SIEMPRE QUE NO ESTE CONECTADA UNA REGISTRADORA EN LA TERMINAL J103

1.- PUESTA EN OPERACION:

- a) Verifique que el switch de 117-234 V esté en la posición 117V.
- b) Coloque los controles como sigue:

C O N T R O L	P O S I C I O N
Switch de cero	Cerrado
Switch de rango	VOLTS
Multiplicador	1
Switch de Retroalimentación (FEED BACK)	NORMAL
Switch del Medidor	APAGADO
Switch 1 MA - 3 V	3V

- c) Conecte el aparato al enchufe y gire el switch del medidor a CERO CENTRAL. Ajuste la aguja en la posición cero central con los controles MEDIO Y FINO. Normalmente el control grueso no es necesario.
- d) Espere unos momentos y después incremente la sensibilidad girando el multiplicador a 30, 10, 2, 1, 0.3, 0.1, etc., y continuamente ajuste la aguja a cero con el control FINO.

EL ELECTROMETRO ESTA LISTO PARA EFECTUAR LAS MEDICIONES

2.- MEDICIONES DE VOLTAJE

- a) Una vez efectuado el punto 1. PUESTA EN OPERACION y con el switch de -- rangos en la posición de VOLTS, coloque los controles como sigue:

C O N T R O L	P O S I C I O N
Switch de cero	cerrado (lock)
Switch de rangos	VOLTS
Multiplicador	100
Switch de retroalimentación (FEED BACK)	NORMAL
Switch del medidor	cero central

- b) Conecte la entrada de voltaje a la entrada de ultra alta frecuencia, de acuerdo al siguiente código:

terminal roja ----- entrada alta (+)
 terminal verde ----- entrada baja (-)
 terminal negra ----- protección

- c) Abra el switch de cero para efectuar la lectura. Incremente la sensibilidad mediante el multiplicador para obtener una adecuada desviación de la aguja del medidor. El switch del medidor debe colocarse en + 0 - según se haya desviado la aguja del cero central y así obtener mejor exactitud.

PUNTA DE ALTO VOLTAJE

La punta es un divisor de voltaje de 1000 : 1, por lo que la lectura del electrómetro debe ser multiplicada por este factor.

libere la llave ZERO CHECK y haga la lectura de voltaje.

3.- MEDICIONES DE CORRIENTE

MEDICIONES NORMALES.- Cuando el switch de retroalimentación (feed back) está colocado en NORMAL, la corriente se determina midiendo la caída de voltaje en un resistor en paralelo a la entrada del aparato. Este método es esencial -- cuando la interferencia en las mediciones es pequeña.

- a) Una vez realizada la PUESTA EN OPERACION, coloque los controles como sigue:

C O N T R O L	P O S I C I O N
Switch de cero	cerrado (lock)
Switch de rangos	10^{-1} Amperes
Multiplicador	1
Switch de retroalimentación	Normal
Switch del medidor	cero central

- b) Conecte las terminales del Electrómetro en serie con la corriente a medir. Abra el switch de cero para efectuar la lectura. Incremente la sensibilidad usando el switch de rangos. Use el multiplicador en su menor valor para obtener máxima exactitud. El switch del medidor se colocó en + 0 -, según se haya desviado la aguja del cero central.
- c) La corriente a escala completa se encuentra multiplicando el valor del selector de rangos por la indicación del multiplicador.

MEDICIONES DE CORRIENTE RAPIDAS.- Se usa este método cuando los niveles de corriente están entre 10^{-5} y 10^{-4} amperes. Para efectuarlas se coloca el switch de retroalimentación en la posición FAST.

4.- MEDICIONES DE RESISTENCIA

Una vez realizada la PUESTA EN OPERACION, proceda como sigue:

a) Coloque los controles en la forma que se indica:

C O N T R O L	P O S I C I O N
Switch cero	cerrado (lock)
Switch de rangos	10^{12}
Multiplicador	100 ohms
Switch de retroalimentación (feed back)	Normal
Switch del medidor	+

b) Conecte las terminales del Electrómetro a los extremos de la resistencia-desconocida. Abra el switch de cero y aumente la sensibilidad mediante el switch de rangos, hasta obtener giro adecuado de la aguja. La máxima-exactitud se obtiene con el menor valor del multiplicador. El valor en OHMS a escala completa se obtiene multiplicando el rango del switch por la indicación del multiplicador.

PRECAUCION.- EL CIRCUITO DE MEDICION DE RESISTENCIAS TIENE UN VOLTAJE DE OPERACION DE 125 V, ESTO SIGNIFICA QUE ESTAN PRESENTES 125 V A LA ENTRADA DEL APARATO Y EN LA TERMINAL X1 SI EL SWITCH DE CERO ESTA ABIERTO.

MANTENGA CERRADO EL SWITCH DE CERO AL CONECTAR O DESCONECTAR LA ENTRADA - CUANDO SE USA LA FUNCION OHMS.

Para medir resistencias entre 10^0 y 10^{14} se usa el switch de retroalimentación en la posición FAST.

5.- MEDICIONES DE CARGA

INTEGRACION DE CORRIENTE.- De la expresión $Q = \int i dt$ tenemos un método para medir carga almacenada en un capacitor o transportada por una corriente.

Después de haber efectuado la PUESTA EN OPERACION,

a) Coloque los controles como sigue:

C O N T R O L	P O S I C I O N
Switch de cero	cerrado (lock)
Switch de rangos	10^{-7} Coulombs

C O N T R O L	P O S I C I O N
Multiplicador	1
Switch de multiplicador (feed back)	Fast
Switch del medidor	Cero central

- b) Conecte las terminales del Electrómetro en serie con la corriente a medir. Abra el switch de cero para efectuar la lectura. Incremente la sensibilidad usando el switch de rangos. La lectura del coulombiómetro es determinada multiplicando la lectura de la aguja por la indicación del switch de rangos.
- c) Después que la lectura se ha hecho descargue el Electrómetro cerrando el switch de cero al menos durante 20 segundos antes de hacer otra lectura.

MEDICIONES DE CARGA ESTÁTICA.- Se puede medir la carga almacenada en un capacitor, conectando directamente las terminales del Electrómetro al capacitor. Primero se descarga el Electrómetro como indica el inciso "c" del apartado anterior de integración de corriente.

Los controles se colocan como indica el inciso "a" del apartado anterior (integración de corriente) pero con el switch de CERO ABIERTO. Se procede a la lectura siguiendo el mismo método.

- d) USO DE LAS PUNTAS DETECTORAS DE CARGA. Las puntas de prueba 2501 y 2503 (FIGURA), están diseñadas especialmente para medir cargas estáticas sobre superficies planas. Sin embargo, el sistema de medición mide voltaje de la superficie cargada y mediante cálculos se determina la carga y la densidad de carga.
- d.1) MODELO 2501: Campana detectora. La campana mide 3 pulgadas de diámetro y da lecturas de voltaje de 10 000: $1 \pm 10\%$ del voltaje de la superficie cargada, cuando se mantiene $3/8$ de pulgada separada de la superficie, la cual debe ser al menos de 3 pulgadas de diámetro.

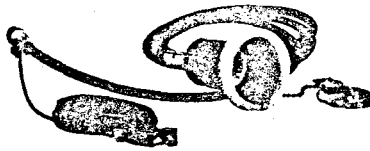


FIGURA 4

Para calcular la carga se procede de la siguiente manera:

Sabemos que $q = C (10000 V_e)$ donde C es la capacitancia entre la campana y la superficie cargada y V_e es la lectura indicada por el electrómetro. De los datos del fabricante $C_s = 2 \times 10^{-8}$ F, entonces:

$$q = (2 \times 10^{-12}) (10000 V_e)$$

Para la densidad de carga ρ_s , tenemos:

$$\rho_s = \frac{q}{A}, \text{ donde } A = 7.1 \text{ pulg}^2 \text{ (del fabricante)}$$

$$\text{Por lo que } \rho_s = \frac{(2 \times 10^{-12}) (10000 V_e)}{7.1 \text{ pulg}^2}$$

$$\rho_s = 2.81 \times 10^{-9} V_e \frac{\text{coul}}{\text{pulg}^2} \text{ o en sistema Internacional}$$

$$, \text{ pulg}^2 = 6.45 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

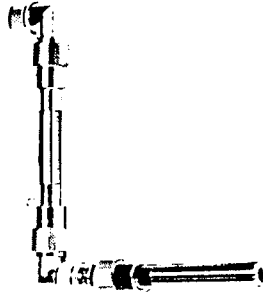
$$\rho_s = 4.35 \times 10^{-6} V_e \frac{\text{coul}}{\text{m}^2}$$

RESUMEN DE OPERACION

- Conecte el detector modelo 2501 al electrómetro y conecte también un cable del chasis del electrómetro a una buena tierra externa. Ajuste el electrómetro a una sensibilidad adecuada.
- Con el disco deslizante introducido completamente en la campana, presione el botón INPUT SHORT y ajuste el electrómetro a cero. Suelte el botón de INPUT SHORT.
- Coloque la cabeza detectora a 3/8 de pulgada de la superficie bajo medición, retire el disco deslizante y lea el voltaje.

Los resultados más confiables se obtienen si la lectura es hecha dentro de los 15 segundos después de remover el disco deslizante y la aguja del medidor no es llevada fuera de la escala mientras se mueve la campana a la posición de medición.

d.2) MODELO 2503: Punta de prueba detectora de carga estática. La punta es un tubo sólido axial de 1/2 pulgada de diámetro, que consiste en 3 1/2 pulgadas de cabeza detectora, 3 1/2 pulgadas de acoplamiento, 1 pulgada de adaptador al electrómetro y dos ángulos adaptadores de 90°, los cuales pueden ser colocados en cualquier posición a lo largo del probador. Da una lectura de voltaje de 10 000:1 + 10%, cuando se mantiene a 1/4 de pulgada alejada del plano cargado, el cual debe ser al menos 1/2 pulgada de diámetro.



FIGURA

RESUMEN DE OPERACION

- . Conecte el detector 2503 al electrómetro.
- . Coloque el electrómetro a cero, con el switch ZERO CHECK.
- . Coloque la punta detectora a 1/4 de pulgada + 1/32 alejada de la superficie, libere el switch ZERO CHECK y lea el voltaje.

APENDICE B
FUENTE DE PODER FP LAB-II

I. INTRODUCCION

La fuente de poder es un instrumento que suministra energía eléctrica a diversos dispositivos eléctricos y electrónicos. Proporciona diferencias de potencial de 0 a 15 V.D.C. y posee un limitador de corriente de 0 a 10 Amperes. Para indicar la diferencia de potencial se dispone de un voltmetro digital cuya resolución es de una décima de volt y para indicar la corriente suministrada un amperímetro digital de resolución una décima de ampere.

Las variaciones de voltaje, de circuito abierto a circuito cerrado, llamada regulación es de 0.06%, y la regulación de corriente a variaciones del dispositivo que recibe la energía, esto es, variaciones de la carga, es 0.06%. Esto significa, -- que el modelo de la fuente de poder tiene resistencia interna casi cero.

II. PRINCIPIO DE OPERACION

La función que realiza la fuente de poder es, recibir un voltaje alterno de 127V, a la entrada y entregar a la salida un voltaje de 0 a 15V de voltaje constante, -- con corriente de 0 a 10A.

En la figura se muestra un diagrama de bloques simplificado, adaptado para una explicación básica del principio de operación de la fuente de poder.

El aparato recibe alimentación de 127 V A.C. como se muestra en la gráfica (a)

El rectificador tiene la doble función de disminuir el voltaje a aproximadamente 20 V AC y además convertirlo a voltaje de corriente directa, como se muestra en la gráfica (b) . Después pasa por un filtro, con lo que se aproxima a un voltaje -- constante, gráfica (c) .

Este voltaje casi constante se aplica al circuito regulador, cuya función es variar el voltaje de 0 a 15 volts mediante una resistencia variable V y limitar la corriente a un valor deseado entre 0 y 10 A, con lo que la fuente se protege con-

tra corto circuitos.

Además mediante dos resistencias, una en serie y otra en paralelo; a la salida de la fuente, detecta las variaciones del voltaje y la corriente, con las que efectúa las funciones de regulación. Estas resistencias son los sensores de voltaje y corriente.

El bloque de potencia permite manejar corrientes tan grandes como 10 Amperes.

DIAGRAMA DE BLOQUES

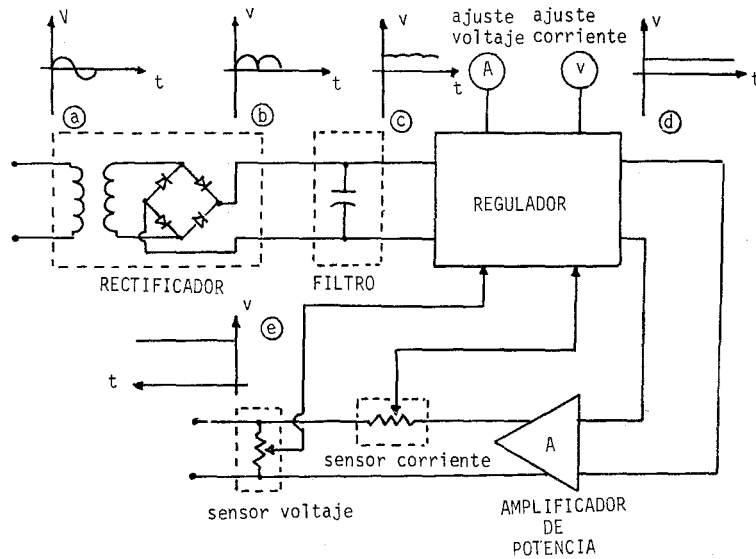


FIGURA 1.

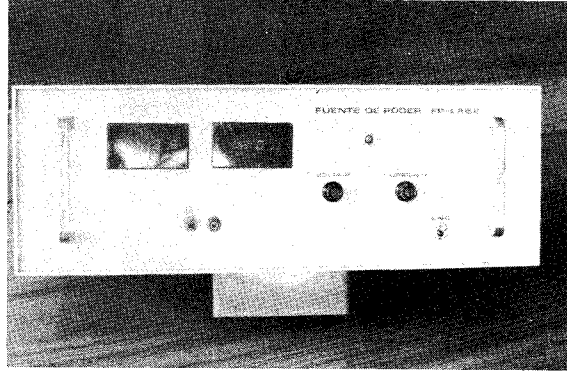
III. DESCRIPCION DE LA FUENTE DE PODER

1. Controles

- . Switch de encendido
- . Control de voltaje.- Permite ajustar el valor del voltaje de salida del aparato desde 0 hasta 15.5 volts.
- . Control de corriente. Permite ajustar el valor máximo de la corriente suministrada por la fuente, desde 0 hasta 10A. La fuente, aun en corto circuito, no podrá suministrar una corriente mayor que la seleccionada por este control.

2. Medidores

- . VOLMETRO DIGITAL.- Muestra el voltaje seleccionado con el control de voltaje. Resolución de 0.1 Volts.
- . AMPERMETRO DIGITAL.- Indica la cantidad de corriente suministrada por la fuente. Resolución de 0.1 amperes.



IV. USO DE LA FUENTE DE PODER

1. Puesta en operación

- a) Conecte la clavija a la toma de corriente de 127V.A.C.
- b) Verifique que el ventilador interno funcione.
- c) Encienda el interruptor de la fuente. Con el control de corriente en la posición media, verifique que el control de voltaje permite variar la salida de 0 a 15 volts.
El ampermetro debe marcar ceros, cuando no tenga nada conectado en la salida.
- d) Ajuste el control de voltaje a 1 V y una las terminales de salida con un alambre. Verifique el control de corriente (limitador), el cual debe variar la corriente desde 0 a 10A. El voltmetro debe marcar ceros.
- e) Ajuste el control de corriente a un valor deseado.
- f) Retire el alambre de las terminales.
- g) Ajuste el control de voltaje al valor deseado.

LA FUENTE ESTA LISTA PARA OPERAR.

APENDICE C

USO DEL PUENTE DIGITAL DE IMPEDANCIA

I. INTRODUCCION

El medidor digital de Impedancias RLC DIGIBRIDGE es un aparato que incluye un microprocesador y otros circuitos de baja escala de integración para lograr excelentes mediciones.

Estas mediciones son mostradas claramente con puntos decimales y unidades, las cuales se presentan automáticamente, mediante la acción de pocos botones fácilmente identificables. La resolución es de 5 dígitos para mediciones de resistencia e inductancia y 4 para factor de calidad Q y su inverso D. La exactitud básica es de 0.2%.

El puente digital tiene integrado un receptáculo, con un par de adaptadores enchufables, el cual recibe cualquier componente común (con terminales axiales o radiales) con lo que se logra una operatividad magnífica. La conexión de 4 terminales es hecha automáticamente. Se dispone de una extensión para mediciones a distancia del instrumento, típicamente para objetos voluminosos.

II. PRINCIPIO DE OPERACION

1.- CIRCUITO ELEMENTAL DE MEDICION.- La técnica de medición se muestra diagramáticamente en la figura 1. Un generador senoidal produce una corriente I_x a través del dispositivo bajo prueba Z_x y de un resistor estandar R_s en serie. Dos amplificadores con la misma ganancia K producen los voltajes $e_1 = KZ_x I_x$ y $e_2 = KR_s I_x$, lo que conduce a la expresión de la impedancia desconocida Z_x : --
$$Z_x = R_s e_1 / e_2.$$

Estas dos señales 1 y 2 son detectadas alternativamente en fase y amplitud, son convertidas en señales digitales y almacenadas en memorias. De esta información y manualmente seleccionado, un microprocesador efectúa los cálculos y operaciones necesarias para determinar R, L o C y mostrarlas en el exhibidor.

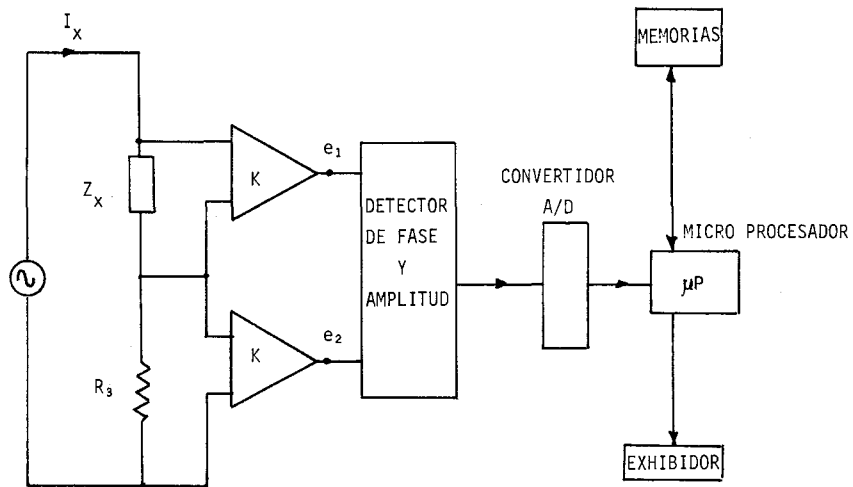


Figura 1

III. DESCRIPCION

La figura 2 muestra los controles del panel frontal y sus indicadores y la tabla 1 los identifica con su descripción y funciones.

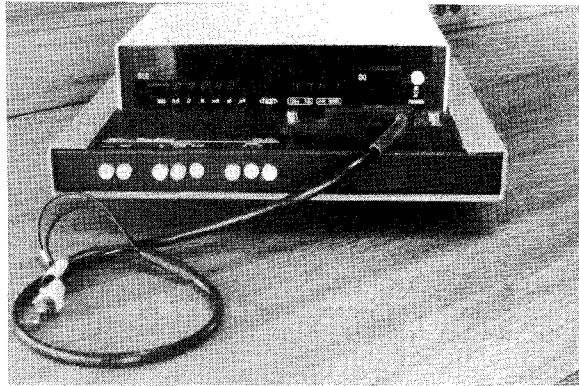


FIGURA 2

TABLA 1
 CONTROLES E INDICADORES DEL PANEL FRONTAL

<u>NOMBRE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>FUNCION</u>
1.- Exhíbidor RLC	Exhíbidor digital, 5 dígitos y punto decimal. Unidades - identificadas con 7 luces MΩ, KΩ, Ω, H, mH, nF, μF.	Muestra el valor de la medición. La luz indica las unidades.
2.- Luces de AJUSTE DE RANGO (ADJUST RANGE)	Flechas con una luz a cada lado.	Guía para indicar al operador el rango óptimo. La luz a la izquierda indica: "intenta el siguiente botón a la izquierda". La luz con la flecha a la derecha implica lo inverso.
3.- Exhíbidor DQ	Exhíbidor con cuatro dígitos y punto decimal	Muestra la segunda medición, D si se selecciona C/D y Q si se selecciona L/Q.
4.- Switch de Potencia	Botón (se aprieta consecutivamente para accionarlo)	Apoya y enciende el puente digital
5.- Receptáculo de - prueba	Par de conectores especiales, cada uno hace un doble contacto al insertar el dispositivo a medir.	Recibe las terminales radiales y efectúa automáticamente la conexión de 4 terminales, con el adaptador sirve para -- terminales axiales.
6.- Luces de PARALELO/SERIE	Indicación con dos luces	Indica el circuito equivalente para el dispositivo bajo medición.
7.- Luces de FRECUENCIA	Indicación con dos luces. (120 Hz, 1 KHz)	Indica la frecuencia de prueba.
8.- Botones de RANGO	Conjunto de 3 botones, interasegurados, identificados con 3, 2 y 1. El botón oprimido se libera oprimiendo otro.	Selección manual del rango de medición.
9.- Botones de FUNCIONES	Conjunto de 3 botones, similares a los de rango, identificados con R, C/D y L/Q.	Selección manual del parámetro a medir: resistencia, capacitancia e inductancia.
10.- Botones PARALELO/SERIE	Botones (se presionan consecutivamente para accionarlos)	Selección del circuito equivalente.

<u>NOMBRE</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>FUNCION</u>
11.- Botón de FRECUENCIA	Botón	Selección manual de -- frecuencia.

IV. CONEXIONES DEL RECEPTACULO DE PRUEBA

- 1.- Con el receptáculo de prueba, simplemente inserte el dispositivo a medir, con o sin adaptador.
- 2.- Para hacer mediciones con dispositivos multiterminal, físicamente grandes o no adecuados para conectarlos, se necesita la extensión (cable de extensión). USE EL SIGUIENTE PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR DICHA EXTENSION.
 - a. Remueva los adaptadores del receptáculo.
 - b. Inserte el extremo sencillo del cable de extensión en el receptáculo, tal que las navajas entren en ambas ranuras y asegure el conector con los dos tornillos cautivos.
 - c. Dése cuenta del código de colores de las cinco terminales:

I + = ROJO junto con P + = ROJO/BLANCO
 I - = NEGRO junto con P - = NEGRO/BLANCO
 GUARDIA = NEGRO/VERDE

V. USO DEL PUENTE DE IMPEDANCIAS

- 1.- PROCEDIMIENTO BASICO. Para familiarizarse con el uso del puente digital siga cuidadosamente el siguiente procedimiento:
 - a) Antes de conectar el cable de potencia verifique si es adecuado el voltaje de la línea (120 V AC, 60 Hz).
 - b) Conecte un dispositivo típico, cuya impedancia se desea medir.
 - c) Fije los botones de acuerdo a la medición que se requiere como sigue:

POTENCIA. Presione el botón de potencia, para encender el aparato. Se presiona otra vez para que se apague.

FUNCION. Para resistencia apriete R, para inductancia L/Q y para capacitancia C/D. Asegurese que uno y sólo uno de los botones está apretado.

FRECUENCIA. Para mediciones a 1KHz, empuje y suelte el botón de FRECUENCIA, hasta que la luz de 1KHz quede encendida. Para mediciones a - 120 Hz encienda.

está sin marcar; lo que implica que la indicación D o Q es válida a pesar de haber elegido una selección de FUNCION EQUIVOCADA.

Si el botón de FUNCION R está oprimido (midiendo resistencia), una manera fácil de determinar si el dispositivo es capacitivo o inductivo, es tratar de hacer mediciones con los botones C/D y L/Q. Si se obtiene una medida C válida con $D < 1$, entonces es capacitiva y si con L/Q, se obtiene $Q > 1$, el dispositivo es inductivo.

2. Dígitos insignificantes

Uno o más dígitos en los exhibidores RLC y/o DQ pueden ser no significativos, principalmente en los rangos superiores. Si hay más de uno, el menos significativo es ruido.

Por ejemplo, si se mide un resistor de 4 M Ω , idealmente se marcará 4,1234 M Ω , pero uno o dos dígitos estarán cambiando al azar. Este parpadeo es completamente normal. Típicamente se tomará como 4.12 0.2% M Ω .

3. Selección de SERIE/PARALELO y FRECUENCIA

Las lecturas principales (R, L o C) de un cierto dispositivo depende de cual circuito equivalente se utiliza para representarlo.

En muchos casos la diferencia entre el equivalente en serie o en paralelo es pequeña, excepto cuando D o Q se acercan a la unidad y para frecuencia cerca de la resonancia del dispositivo bajo medición. Primero daremos reglas para la medición de parámetros y luego algo de teoría.

a) Reglas o especificaciones

El fabricante a veces especifica como medir. Usualmente "SERIE" para C e L y valores bajos de R seleccione 120 Hz o 1KHz según indiquen.

- Resistores abajo de 1K Ω . SERIE, 120 Hz.
- Resistores mayores de 1K Ω . PARALELO, 120 Hz.
- Capacitores abajo de 2 nF. SERIES, 1KHz.
- Capacitores sobre 200 μ F. SERIES, 120 Hz.
- Inductores abajo 2 mH. SERIES 1 KHz.
- Inductores sobre 200 H. SERIES, 120 Hz.

b) Parámetros en SERIE Y PARALELO

Una impedancia no es nunca una resistencia o reactancia pura. Puede ser representada por una combinación en paralelo o serie de una resistencia y una reactancia. Teniendo esto en mente, será más fácil la interpretación de lecturas y operación del instrumento.

Los valores de resistencia y reactancia usados en el circuito equivalente dependen de la combinación serie o paralelo usada. Los circuitos equivalentes se muestran en la figura 2.

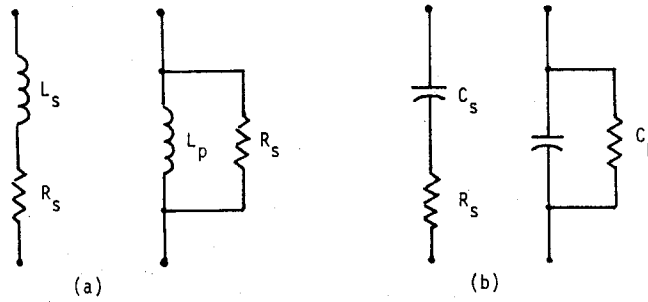


Figura 2 Circuitos equivalentes a) inductores con pérdidas

b) capacitores con pérdidas.

Las relaciones entre los elementos de los diversos circuitos son:

RESISTENCIA E INDUCTANCIA

$$z = R_s + j\omega L_s \qquad z = \frac{j\omega L_p R_p}{R_p + j\omega L_p} \qquad z = \frac{R_p + jQ^2 \omega L_p}{1+Q}$$

$$Q = \frac{1}{D} \qquad Q = \frac{\omega L_s}{R_s} \qquad Q = \frac{R_p}{\omega L_p}$$

RESISTENCIA Y CAPACITANCIA

$$z = R_s + \frac{1}{j\omega C_s} \qquad z = \frac{R_p}{1 + j\omega R_p C_p} \qquad z = \frac{D^2 R_p + \frac{1}{j\omega C_p}}{1 + D}$$

$$D = \frac{1}{Q} \qquad D = \omega R_s C_s \qquad D = \frac{1}{\omega R_p C_p}$$

APENDICE D.

INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL MULTIMETRO

I. INTRODUCCION.- El multímetro es un dispositivo para efectuar mediciones eléctricas. Recibe este nombre porque integra en un solo aparato, tres: el vóltmetro, el ampérmetro y el óhmetro. De aquí su capacidad para medir diferencia de potencial (voltaje), intensidad de corriente y resistencia.

El objeto de este instructivo es, brindar, el alumno de Laboratorio de Electricidad y Magnetismo, un procedimiento adecuado y sencillo para el uso correcto del multímetro.

La habilidad y rapidez en su uso, el alumno la adquiere a través del empleo continuo en diferentes prácticas del curso de Laboratorio. Y es en éste practicar, donde cada uno introduce las modificaciones al procedimiento que aquí se planteará, - para crear una técnica personal para efectuar las mediciones. Es decir, intentamos que éste procedimiento sirva de base, para que cada quien logre su propio estilo.

Por lo tanto, aquí se destaca la PRACTICA CONTINUA, para adquirir rapidez y efectividad en el uso del MULTIMETRO.

II. PRINCIPIO DE OPERACION.- El multímetro que utilizamos en nuestro Laboratorio es un multímetro analógico, de aguja giratoria. Esto quiere decir que una variable eléctrica (voltaje, corriente o resistencia) a de ser transformada a una variable mecánica (un desplazamiento angular).

En la figura 1.a., un conductor transporta una corriente i , dentro de un campo magnético; experimentalmente se demuestra que tal conductor experimenta una fuerza, expresada por:

$$\vec{F} = i\vec{l} \times \vec{B}$$

Ahora, si se construye una bobina como se muestra en la figura 1.b., la cual trans

porta una corriente i , dentro de un campo magnético, la fuerza ejercida sobre cada lado es:

$$\vec{F} = N i \vec{l} \times \vec{B}$$

donde N es el número de vueltas de la bobina.

Esto origina un par que puede ser medido por medio de un resorte en espiral, el cual origina un momento restaurador dado por:

$$\tau = k \theta$$

donde k es la constante del resorte.

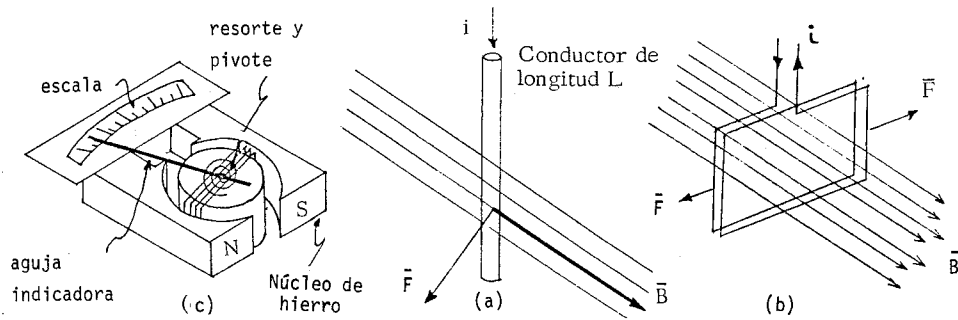


FIGURA 1

Los principios indicados arriba, son utilizados para construir un galvanómetro de D'Arsonval, como se ve en la figura 1.c. se usa un imán permanente para lograr el campo magnético \vec{B} ; la bobina se enrolla sobre un núcleo de hierro para mejorar \vec{B} y sobre este se coloca la aguja indicadora, que gira alrededor de una escala. Este tipo de galvanómetro, también llamado de bobina móvil, es muy sensible a la corriente y con ayuda de resistores exteriores lo podemos adaptar como multímetro. Para indicar como funciona en cada caso, la bobina móvil, se representa como:

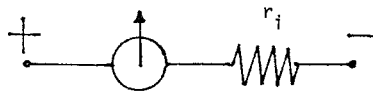


FIGURA 2

donde r_i es la resistencia de la bobina (resistencia interna).

1.- VOLMETRO.- Si deseamos medir la diferencia de potencial en los extremos de un resistor, por ejemplo, deseamos que el aparato desvíe hacia muy poca corriente, - pues si no $V = RI$, se alteraría notoriamente. Entonces, se coloca en serie con un resistor de valor elevado, limitado a la sensibilidad de corriente del aparato. Esto se esquematiza en la figura 3.

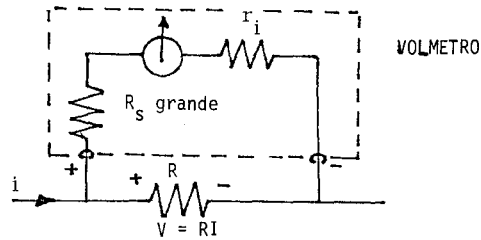


FIGURA 3

2.- AMPERMETRO.- Si se desea medir la intensidad de corriente que pasa por la misma resistencia, ha de conectarse una resistencia muy pequeña en paralelo con la bobina como se indica en la figura 4.

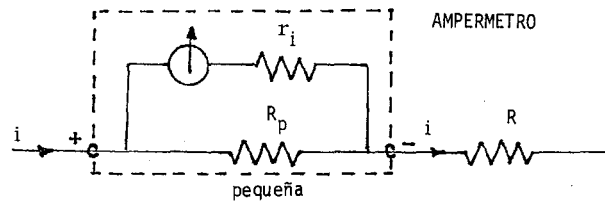


FIGURA 4

Aquí el resistor R_p actúa como sensor, pues genera un voltaje proporcional a la corriente, el cual acciona la bobina móvil. Al mismo tiempo, dado su pequeño valor casi no altera la corriente i .

3.- OHMETRO.- Si queremos medir el valor en ohms del mismo resistor, primero lo desconectamos de la fuente de energía, ya que esta es variable para diferentes circuitos y conectamos como se ve en la figura 5.

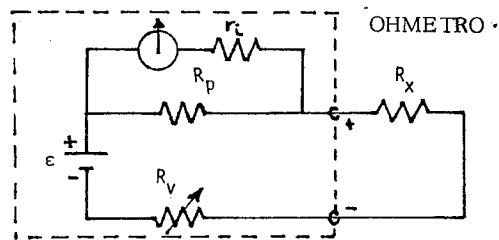
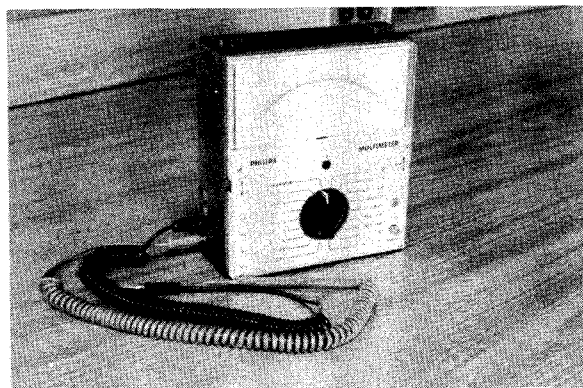


FIGURA 5

donde ϵ es una fuente de energía auxiliar (pila) y R_v sirve para compensar el desgaste de la pila.

Para mediciones de señales alternas, estas se rectifican, es decir se convierten en señales de directa. Se utilizan diodos.

III. DESCRIPCION.- En la figura 6, se muestra un multímetro Philips, se destacan los principales controles y partes y en seguida se da una tabla que muestra sus principales características, rangos y diferentes escalas.



REPRODUCCION DEL MULTIMETRO

FIGURA 6

IV.- USO DEL MULTIMETRO.- Ya que éste aparato es susceptible de ser dañado, es conveniente tomar las siguientes PRECAUCIONES:

- a) Antes de conectar el aparato, revise si todos los controles están colocados adecuadamente, según el procedimiento.
- b) Evite la presencia de cables sueltos, mal aislados o defectuosos.
- c) De ser posible, desenergice el circuito antes de conectar el aparato y una vez conectado, energícelo.
- d) Al accionarse la protección, primero busque la falla o error y una vez localizada, restablezca el funcionamiento del aparato.

1.- MEDICIONES DE VOLTAJE.- vóltmetro



1.1 Verifique que el aparato marca 0, estando desconectado.

Si no es así, gire el tornillo central de ajuste a cero mecánico.

1.2 Gire el selector central hasta que indique 1000 V. Aquí podemos efectuar lecturas desde 0 a 1000 V.

1.3 Identifique si se trata de Voltaje de Corriente Alterna (V_{AC}) o Voltaje de Corriente Directa (V_{DC}) y coloque el switch en la posición adecuada:
 \sim para V_{AC} ; --- para V_{DC} .

1.4 Forma de conexión.- En la figura 7.a. se muestra un diagrama para la conexión y medición de un V_{AC} . Los dos terminales (entradas marcadas con + y -) se conectan en PARALELO con las dos entradas del enchufe.

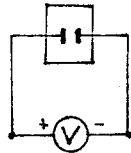
No importa si se intercambian estas terminales + por -.

En la figura 7.b. está representado un diagrama para la medición de un voltaje V_{DC} en un resistor. Aquí en caso de invertir las terminales, la aguja giraría al revés. La terminal positiva del vóltmetro DEBE conectarse con la terminal por donde entra la corriente. En caso de desconocer el sentido de la corriente, una de las terminales se conecta momentáneamente y se observa el giro de la aguja.

Se hace notar que la CONEXION es en PARALELO.

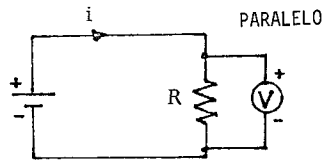
enchufe 127 V AC

PARALELO



vólmetro
(a)

FIGURA 7



(b)

1.5 Lecturas. Si el giro de la aguja es MENOR de una tercera parte de todo

el cuadrante, es decir, un giro muy pequeño, disminuya la escala a -
300 V. Proceda así sucesivamente hasta que gire MAS de la tercera par-
te. NO PODEMOS DISMINUIR MAS LA ESCALA, PORQUE LA AGUJA SE SALE DEL -
CUADRANTE Y SE PODRIA DAÑAR EL APARATO.

El valor del voltaje se obtiene de la siguiente manera:

- El selector marca el rango de medición por ejemplo 0-300V,
- Leemos lo indicado por la aguja en el cuadrante de 0-30
- Esta indicación la multiplicamos por 10 ($30 \times 10 = 300$).

Es decir, en esta escala de 0 - 300, si nosotros aplicamos 300 V, la aguja
girará todo el cuadrante, pero marcará 30, por lo tanto multiplicamos por
10.

Entonces, para hallar el valor real del voltaje

- Se anota el valor marcado por el selector.
- Se anota la indicación de la aguja en el cuadrante 0-30 ó 0-100. Se
escoge el que sea múltiplo o submúltiplo del indicado por el selec-
tor.
- Se multiplica éste valor por el factor obtenido al dividir el valor
indicado por el selector y el valor máximo del cuadrante empleado -
(30 ó 100). Este será el valor real del voltaje medido.

2.- MEDICIONES DE CORRIENTE. Ampérmetro

2.1 Ajuste de aguja a cero mecánico.



2.2 Fije el selector central en 1A. Mediciones de 0-1A (1A = 1000 miliamperes).

2.3 Identifique si se trata de corrientes alterna o corriente directa coloque el seitch en \sim para AC; y en $---$ para --- D.C.

2.4 Forma de conexión.- Si tenemos presente que para que exista corriente, se necesita un circuito cerrado. NO PODEMOS medir la corriente en un enchufe o en una pila; a menos que tengan conectado un foco, una resistencia u otro elemento. Esto se indica en la figura 8.a. y 8.b. En este caso se pueden intercambiar las terminales.

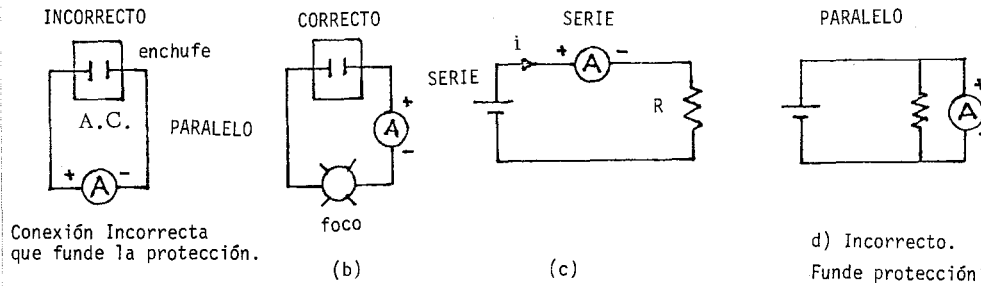


FIGURA 8

En la figura 8.c se presenta el diagrama para medir la corriente en un resistor. Aquí no se pueden intercambiar las terminales, pues la aguja gira al revés. Mediante una conexión momentánea de una de las terminales, podemos determinar la polaridad adecuada.

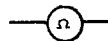
Se hace notar que la CONEXION es en SERIE.

2.5 Lecturas. Si la aguja gira MENOS de la tercera parte del cuadrante, se disminuye la escala a 300 mA y así sucesivamente hasta que el giro sea MAYOR. No debe disminuirse más la escala pues se puede dañar el aparato. Para hallar el valor real de la corriente:

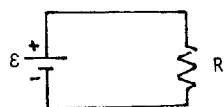
1o. Se anota el valor marcado por el selector.

- 2o. Se anota la indicación de la aguja en el cuadrante de 0-30 ó 0-100. Se escoge aquel que es múltiplo o submúltiplo del indicado por el selector.
- 3o. Se multiplica éste valor por el factor obtenido, al dividir el valor indicado por el selector y el valor máximo del cuadrante empleado (30 o 100). Este será el valor real de la corriente medida.

3.- MEDICIONES DE RESISTENCIA. Ohmetro



- 3.1 Verifique el cero mecánico.
- 3.2 Fije el selector central en la escala $\times 1\Omega$
- 3.3 Fije el switch de tipo de corrientes en la posición $\frac{\Omega}{\Omega}$
- 3.4 Junte las dos terminales del óhmetro; la aguja debe marcar 0 en el cuadrante de Ω , hasta que marca 0. Si no es posible hacer esto, el multímetro necesita cambio de batería.
- 3.5 Forma de conexión. Se desea medir el valor de la resistencia del circuito de la figura 9.a.



(a)



(b)

FIGURA 9

Se desconecta la resistencia, como se muestra en la figura 9.b. y se conecta en paralelo el óhmetro como se muestra en la misma figura. No importa el signo de las terminales.

- 3.6 Lecturas. Si el giro de la aguja es MENOR de la tercera parte, se desconecta el óhmetro y se cambia a la escala $\times 10\Omega$. Se ajusta a cero (inciso 3.4) y se vuelve a conectar y así hasta la escala $\times 10K\Omega$ ($\times 10\ 000\ \Omega$). Si en esta última escala no se logra que gire MAS de la tercera parte, significa que el valor de la resistencia es muy elevado.

El valor de la resistencia se obtiene:

- 1o. Se anota el valor indicado por la aguja en el cuadrante de Ω (de ∞ a 0).
- 2o. Se multiplica por el factor indicado por el selector central ($\times 1$, $\times 100$ ó $\times 10K \Omega$).

V. PROTECCION

- a) Protección electrónica. Cuando se comete un error que puede dañar el aparato, un dispositivo electromecánico lo desconecta automáticamente de la sobrecarga. Esto es indicado por un foco piloto rojo que se enciende. Se localiza la falla y se corrige. Se aprieta el botón RESET para restablecer el funcionamiento.
- b) Protección por fusibles. Los fusibles se funden al recibir una sobrecarga. Las posibles fallas o errores son:
 - 1.- Sobrecarga de voltaje o corriente. Se aplica un voltaje o corriente MAYOR que el indicado por la escala utilizada.
 - 2.- Mediciones de voltaje en escalas de amperes o de ohms.
 - 3.- Mediciones de corrientes en escalas de ohms.

VI.- Al terminar de usar el aparato se debe colocar el selector en la posición de TRANSPORT.

APENDICE E

INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL OSCILOSCOPIO

I. INTRODUCCION.- El osciloscopio es un dispositivo electrónico útil para efectuar mediciones de diferencia de potencial; es un voltmetro. Se diferencia de los voltímetros de aguja, en que indica las lecturas mediante una traza luminosa sobre una pantalla fluorescente que permite determinar las variaciones de la amplitud del voltaje en función del tiempo.

Esta última característica, hace del osciloscopio uno de los instrumentos más útiles y versátiles para efectuar mediciones eléctricas. Su valor en el estudio de circuitos eléctricos y electrónicos, en comunicaciones, en medicina (medición de impulsos eléctricos del corazón, del cerebro, etc.) y muchas otras ramas de actividad técnica y científica, es inapreciable.

Este instructivo tiene por objeto, exponer un procedimiento adecuado para el uso correcto del osciloscopio. Se tiene en cuenta que sólo el uso continuo del aparato, permitirá que cada alumno domine el manejo del mismo, al tiempo que logra una técnica personal para efectuar estas mediciones con rapidez y seguridad.

II. PRINCIPIO DE OPERACION.- El osciloscopio tiene como fundamento el tubo de rayos catódicos, cuyos elementos básicos están representados en la figura 1.

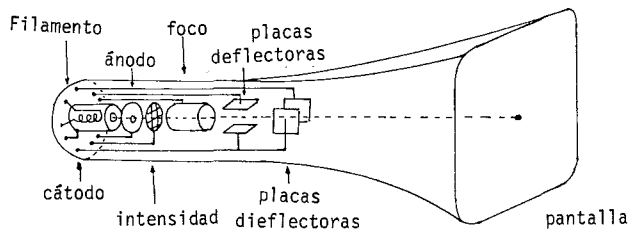


FIGURA 1

El tubo de rayos catódicos es de vidrio y en él se hace un alto vacío. Los electrones son emitidos por un filamento caliente llamado cátodo (K) y se aceleran hacia el ánodo P, que se encuentra a un alto potencial positivo. En su mayoría, los electrones chocan y sólo alcanzan a pasar en un estrecho haz, pocos de ellos, a través de un pequeño orificio practicado en el mismo ánodo. El haz continua hasta la pantalla S, recubierta con una película fosforescente a cual emite luz visible en los puntos donde incide el haz electrónico.

Este haz puede ser desviado en la dirección vertical u horizontal simultáneamente por dos juegos de placas (V) y (H), con lo que se logra un barrido completo de toda la pantalla S.

La intensidad del haz de electrones se regula con una rejilla (R) colocada a un potencial negativo, la cual rechaza cierta cantidad de electrones, según la magnitud de su potencial.

La dispersión del haz se minimiza por medio de placas (F) a un potencial negativo, que envuelven la trayectoria del haz, logrando trazas nítidas (afocamiento). Con esto se logra disponer de dos variables (según los potenciales que apliquemos a las placas V y H), combinarlas y obtener imágenes de señales o gráficas en un plano.

Como se dijo al principio, el osciloscopio es un vólmetro que indica como varía el voltaje en función del tiempo. Entonces, a las placas V se les aplica la diferencia de potencial a medir, a través de un amplificador y a las placas H un voltaje que simule el transcurso del tiempo, este voltaje es de la forma de "diente de sierra", Figura 2.

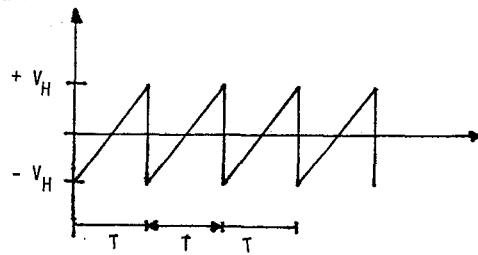


FIGURA 2

Este voltaje desvía horizontalmente, hasta el extremo izquierdo, el haz electrónico, cuando toma el valor $-V_H$ y conforme aumenta, lo va desplazando hacia la derecha, hasta llegar al extremo derecho; al tomar el valor $+V_H$.

El período T , indica durante que intervalo de tiempo observamos la señal. Este proceso se repite indefinidas veces, con lo cual se obtiene una imagen constante o continua de la forma de onda de un voltaje, aplicado en las placas V y que se grafica en la pantalla del osciloscopio. (Figura 3).

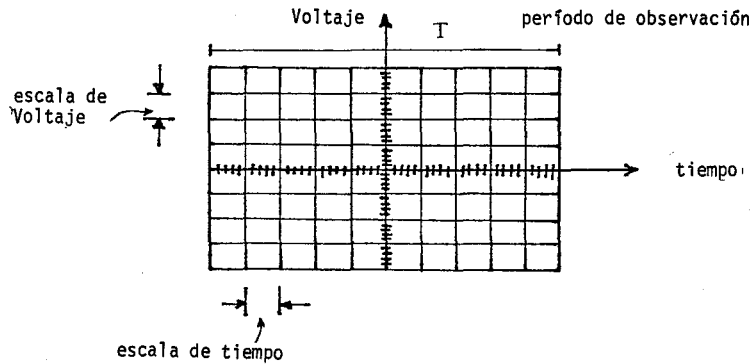


FIGURA 3

III. DESCRIPCION

Controles, entradas y sus funciones.- En la figura 4, se muestra una fotografía del osciloscopio en donde se indican los diferentes controles, entradas y sus funciones. A continuación se enlistan:

- BU1 - Salida para voltajes de prueba.
- BU2 - Entrada para voltaje de disparo exterior o voltaje de deflexión X.
- BU3 - Tierra.
- BU4 - Entrada de voltaje para deflexión Y.
- BU5 - Entrada para batería.
- SK1 Selector de nivel de disparo.
- L 1 - Lámpara piloto.
- SK2 Selector de polaridad de disparo.

- | | |
|---------------------------------|--|
| R1 - Desplazamiento horizontal. | SK3 Selector de fuente de disparo. |
| R2 - Desplazamiento vertical. | SK4 Selector de deflexión X |
| R4 - Brillantez | SK5 Selector de barrido de tiempo. |
| R5 - Afocamiento | SK6 Switch principal. |
| | SK7 Switch atenuador. |
| | SK8 Selector de acoplamiento a la entrada Y. |
| | SK9 Selector de voltaje de línea. |

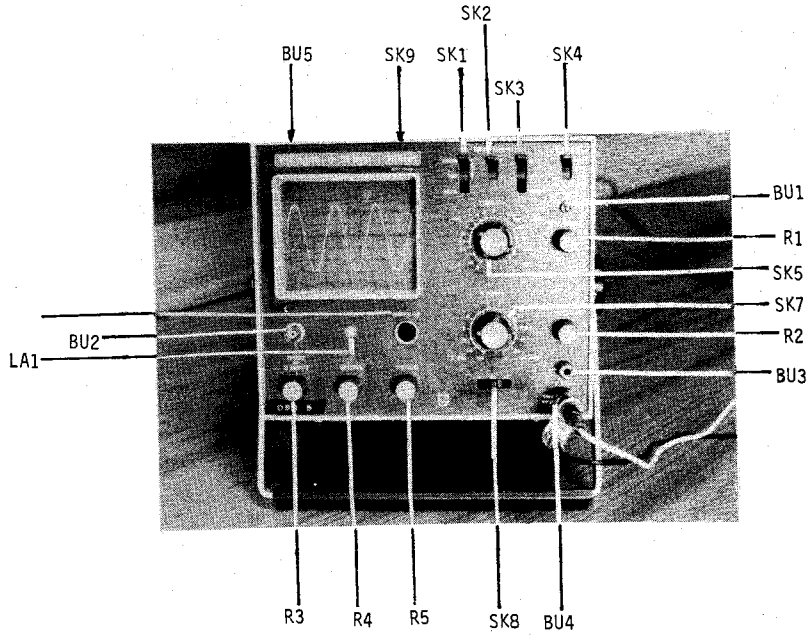


FIGURA 4

II. Technical data

Vertical amplifier	
Frequency range	d.c. coupled 0...15 MHz (-3 dB) a.c. coupled 2 Hz...15 MHz (-3 dB)
Rise time	24 ns
Deflection coefficient	2 mV per division to 50 V per division in 14 calibrated steps (sequence 1, 2, 5)
Accuracy (overall)	±5 %
Input impedance	1 MΩ//20 pF
Max. input voltage	400 V (d.c. voltage + peak value of alternating voltage)
Max. deflection	For sinusoidal signals with frequencies up to 1 MHz the vertical deflection is undistorted for a total amplitude corresponding to 24 divisions. At 15 MHz, 6 divisions can be displayed.
Voltage for adjusting	Squarewave voltage (0.25 V superimposed on approx. 1 V d.c.; non-calibrated)
Drift	¼ div./24 h. at constant environmental temperature
Overshoot	< 3 %. Test pulse: 6 divisions high, rise time 3 ns.
Time base generator	
Sweep times and accuracy	0.5 - 0.2 - 0.1 sec/div (±7 %) 50 - 20 - 10 ms/div (±5 %) 5 - 2 - 1 ms/div (±5 %) 0.5 - 0.2 - 0.1 ms/div (±5 %) 50 - 20 - 10 μs/div. (±5 %) 5 - 2 - 1 μs/div (±5 %) 0.5 - 0.2 - 0.1 μs/div. (±7 %)
Triggering	
Trigger facilities	The time base generator operates only in the triggered mode when a signal is present. If no signal is present the time base generator is automatically free-running. The trigger level is derived from the input signal.
Trigger source	To be selected by means of a switch: INT (vertical amplifier) EXT (external source) MAINS (voltage of mains frequency)
Trigger system	Automatic
Trigger sensitivity (trigger level in position MEAN)	INT. 1 division from 10 Hz to 1 MHz 2 divisions from 1 MHz to 15 MHz EXT. 1 V _{p-p} from 10 Hz to 1 MHz 2 V _{p-p} from 1 MHz to 15 MHz

Trigger level	Can be selected by means of a switch: MEAN (triggering on mean value of a.c. signal) TOP (triggering on peak value) HF rej. (same as MEAN but via a low-pass filter and a demodulator)
Max. voltage for external trigger input	400 V (d.c. voltage + peak value of alternating voltage)
Impedance of external trigger input	0.1 M Ω //25 pF
External trigger voltage control	continuously variable
Horizontal amplifier	
Frequency range	10 Hz...100 kHz (-3 dB)
Deflection coefficient	continuously adjustable between 500 mV/div and 50 V/div
Input impedance	0.1 M Ω //25 pF
Max. input voltage	400 V (d.c. voltage + peak value of alternating voltage)
Cathode ray tube	
CRT	10 cm tube with 1.5 kV acceleration voltage
Tube type	D10 - 160 GH (P31) medium-short persistence, green. GM (P7) optionally available. (PM 3200 G)
Max. deflection	vertical up to 8 divisions horizontal up to 10 divisions
Size of 1 division	7.5 x 7.5 mm ²
Power supply	
Mains voltages	110 - 125 V or 200 - 250 V (selector switch) 127 V \pm 10 % 40 - 400 Hz: 20 Watts
For 110 V only:	PM 3200Q (U.S.A. Version) PM 3200R (C.S.A. approved version, file number LR 20891)
External direct voltage source	22 - 28 V; 0.5 A
Battery supply	See accessories
Dimensions	17.5 cm high, 21 cm wide, 33 cm long
Weight	5.3 kg
NATO stock number	6625 - 17 - 804 - 2838

IV. USO DEL OSCILOSCOPIO

Aunque el aparato es muy seguro y es difícil dañarlo eléctricamente, es muy conveniente tener en cuenta lo siguiente:

El máximo voltaje que el osciloscopio acepta, sin daño, es de 400 V, en su entrada vertical; y 20 V en la horizontal.

Perillas y palancas de control, aunque firmes y fuertes, son propensas a dañarse mecánicamente (desgaste), debido al intenso uso.

Por esto, para cambiar de posición hay que hacerlo lentamente y paso a paso, escala a escala, posición a posición (no como matraca).

1.- PUESTA EN OPERACION

- Coloque las perillas de intensidad, foco, posición X y posición Y en una posición media, como se indica en la figura 5.

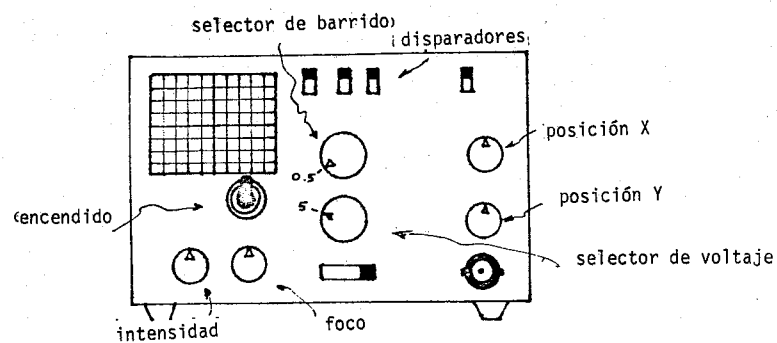


FIGURA 5

- Las palancas de los disparadores, de deflexión X en la posición superior; y la palanca 0-AC-DC en la posición DC, como se muestra en la figura 5.
- El selector de barrido de tiempo en la escala 0.5 segundos por división (0.5 S/DIV) y el selector de voltaje en 5 volts por división (5V/DIV), - como en la figura 5.

- d) Encienda el aparato; cambie el switch de encendido a la posición ON (verifique si está conectado a la toma de corriente). Espere 20 segundos - aproximadamente y entonces debe aparecer un punto luminoso desplazándose de izquierda a derecha y atravesar toda la pantalla. Si no la atraviesa toda, gire la perilla de posición X, hasta que si la cruce toda. Gire las perillas de intensidad, foco y posición Y, hasta lograr el punto luminoso adecuadamente y en la mitad de la pantalla. En estas condiciones ya se puede pasar a efectuar la conexión adecuada para medir voltaje.

2.- MEDICIONES DE VOLTAJE. (AMPLITUD Y FRECUENCIA)

Ya que el osciloscopio es un vólmetro, este se conecta en paralelo con los puntos, cuya diferencia de potencial o voltaje desea medirse. En la figura 6, se muestra cómo conectarlo (un elemento a la vez).

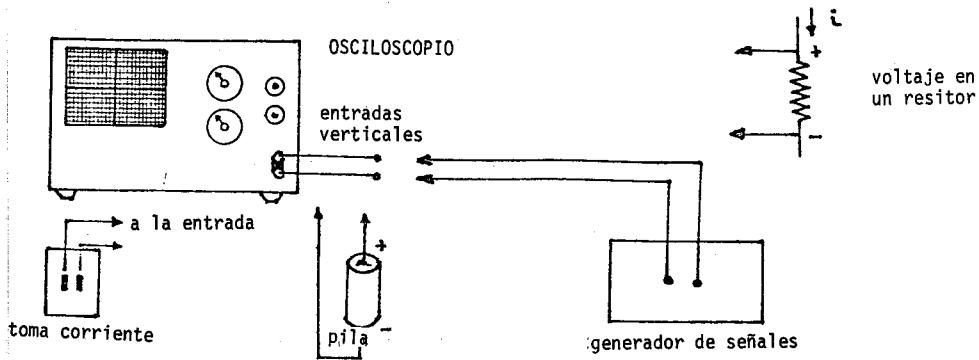


FIGURA 6

- a) Si el voltaje aplicado al osciloscopio es muy grande, el punto luminoso o traza vertical se desviará demasiado y saldrá de la pantalla; si es muy pequeño, apenas si lo desviará. En el primer caso, aumentamos la escala del selector de voltaje, hasta que el punto luminoso o traza vertical quede dentro de la pantalla, es decir a 10/DIV, 20V/DIV y 50V/DIV, hasta donde sea necesario. En el segundo caso, disminuimos la escala a

1 V, 0.5, 0.2, etc., hasta antes de que el punto luminoso o traza vertical se salga de la pantalla.

- b) Si se observa en la pantalla una traza vertical o dos puntos sobre una línea vertical, significa que la frecuencia es alta o muy alta para la escala de tiempo utilizada; entonces procedemos a disminuir el período de barrido a 0.1 S/DIV, 0.05 S/DIV, 1 ms/DIV, etc., hasta lograr observar adecuadamente a la forma de onda de voltaje.
- c) Lectura de voltaje. En la figura 7, se dan dos ejemplos de forma de onda; y también se indica la posición de los selectores de voltaje y tiempo; así como la referencia a 0 volts.

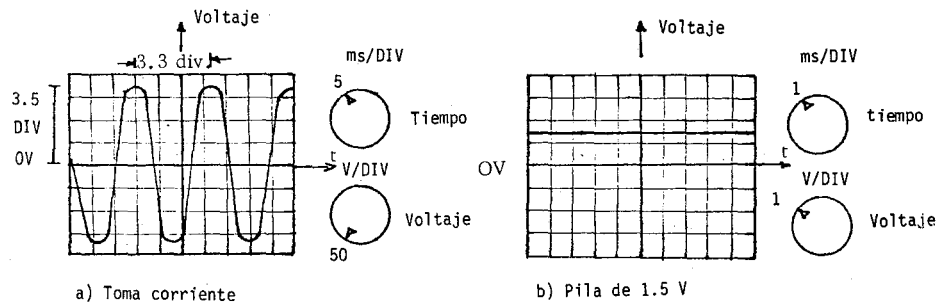


FIGURA 7

Si se recuerda que el voltaje se mide a lo largo del eje Y, se procede como sigue:

Se coloca la palanca 0-AC-DC, en la posición 0, con lo que solamente aparece una traza horizontal, que indica la referencia 0V y que es donde se empieza a contar, positivo o negativo.

En el caso "a" de la figura 7, se tiene el voltaje de la toma de corriente, que según se ve en la figura es alterno. Colocamos la palanca 0-AC-DC, en posición DC continua (si colocamos en DC, la señal queda igual, pues no tiene componente) y contamos las divisiones hasta el valor máximo, es decir, 3 divisiones y media. La indicación del selector es de 50 V/DIV, por lo que el valor máximo es:

$$V_{\max} = 3.5 \text{ div} \times 50 \text{ V/DIV} = 175 \text{ V}$$

$$V_m = 175 \text{ V}_{\text{A.C.}}$$

Para el caso b, de la misma figura, determinamos la referencia 0V y colocamos después la palanca 0-AC-DC en DC (si colocamos en AC, la traza --- quedaría en 0, pues no tiene componente alterna); contamos las divisiones a partir de 0 y son 1.5 Div. El selector está en 1V/div y el voltaje es:

$$V = 1.5 \text{ DIV} \times 1 \text{ V/DIV} = 1.5 \text{ V}$$

$$V_{\text{D.C.}} = 1.5 \text{ V}$$

d) Lecturas de períodos y cálculo de frecuencias.

Se asocia el eje horizontal la variable de tiempo y se procede así:

En el caso de la figura 7a se observa que la señal es periódica (repite un determinado valor cada período T) se cuentan las divisiones de un determinado punto de la gráfica, hasta que toma nuevamente este valor; por ejemplo de cresta a cresta, y se multiplica por lo indicado por el selector de tiempo.

Tenemos entonces:

$$3.3 \text{ DIV} \times 5 \text{ ms/DIV} = 16.5 \text{ ms}$$

$$T = 16.5 \times 10^{-3} \text{ seg}$$

y la frecuencia $f = \frac{1}{T}$ es

$$f = 60.60 \text{ ciclos}$$

Para el caso de la figura 7.b, no podemos asignarle frecuencia, pues la señal no es periódica.

e) Palanca 0-AC-DC. El uso de esta palanca es como sigue:

. En la posición 0 indica la referencia a cero volts.

. Si una señal es como se muestra en la figura 8, la podemos descomponer en 2, cuya suma es la señal original.

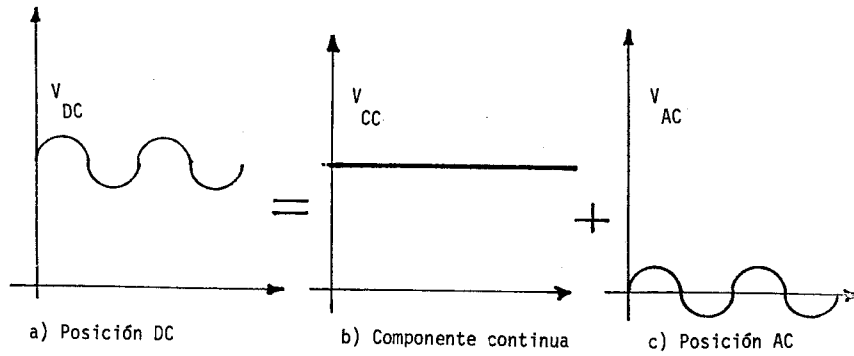


FIGURA 8

- . Cuando la palanca está en la posición DC, observamos toda señal (figura 8.a).
- . Cuando la palanca indica AC, se elimina la componente continua y únicamente observamos la componente alterna (figura 8.c) que a veces es la de interés.

f) Disparadores o sincronizadores

Son tres:

- . Valor de disparo. Tiene tres posiciones, una para que la señal comience con un valor máximo, la superior (top), otra para un valor medio -- (mean) posición media y la inferior para alta frecuencia (H.F. ref).
- . Pendiente de disparo. Dos posiciones, + para dispararse con pendiente positiva, cuando el voltaje pasa de menos a más, y - que trabaja a la inversa.
- . Sincronización del disparo.- Tres posiciones: disparo interno (el -- aparato mismo indica cuando comienza el barrido) junto con la palanca-DEFLEXION y en la posición INT., la otra externa, que necesita una señal exterior que se suministra por la entrada horizontal, junto con la palanca DEFLEXION Y en la posición EXT; y por último, la que sincroniza el disparo con la frecuencia de la línea (MEAN).

APENDICE F

GENERADOR DE FUNCIONES GF-D01

I. INTRODUCCION

El generador de funciones es capaz de producir en los bornes de salida tres formas de onda: triangular, cuadrada y senoidal, según se ve en la figura 1.

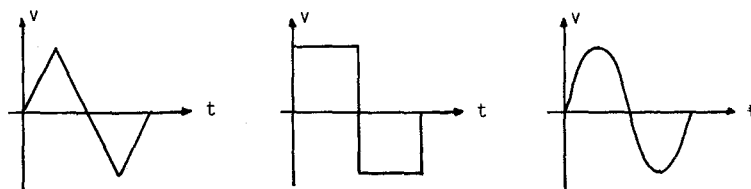


FIGURA 1

La frecuencia de cada una de las formas de onda se puede variar de 0 a 100 -- KHz en seis décadas.

La amplitud de la onda también se puede variar de 0 a 20V pico a pico.

Es posible además desplazar la señal, hacia arriba o hacia abajo, logrando -- una señal de corriente directa, esto es, el nivel de corriente se puede variar para lograr que la señal no tome valores negativos o bien positivos.

II. PRINCIPIO DE OPERACION

El generador de funciones consta de 4 partes fundamentales:

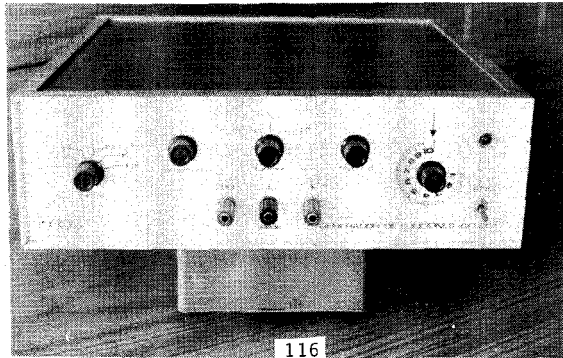
- 1) Generador .- Diseñado a partir de un circuito integrado, el que proporciona - tres formas de onda mencionadas.
- 2) Amplificador.- Con este amplificador se logra la potencia y amplitud deseada - a la salida del aparato. Además proporciona el nivel de C.D. requerido. Su - impedancia de salida es 60Ω (podemos considerarla como su resistencia interna).
- 3) Circuitos de acoplamiento.- Permiten enlazar el generador con el amplificador.

- 4) Circuitos de apoyo.- Estos son las fuentes de poder para el generador, el amplificador y corregir las alinealidades del control de frecuencia. También incluye un selector con 6 capacitores para variar la frecuencia en seis décadas.

III. DESCRIPCION DEL GENERADOR

Los controles y terminales del generador de funciones son:

- 1.- Switch de encendido.
- 2.- Switch de funciones.- Selecciona cualquiera de estas tres ondas, cuadrada, triangular y sonoidal.
- 3.- Disco selector de frecuencia.- Varía continuamente la frecuencia de 1 a 10.
- 4.- Selector de rango de frecuencia.- Varía por décadas el rango de frecuencia: XD.1, X1, X10, X100, X1K, X10K, esto es décadas.
- 5.- Control de Amplitud.- Su función es la de variar amplitud de la señal desde 0 a 20V pico a pico.
- 6.- Control de nivel de corriente directa.- Permite variar el nivel de corriente directa, de manera continua de 0 a ± 10 V. Esto permite obtener señales alternas simétricas o bien señales de corriente directa (sin voltajes negativos o sin voltajes positivos).
- 7.- Terminales.- La señal de salida la obtenemos entre las terminales marcadas tierra 1 (común) y +. Entre las terminales de tierra y $\div 10$ obtenemos una salida de voltaje atenuada 10 veces.



IV. USO DEL GENERADOR

1.- Puesta en operación.

- a) Conecte a la línea el aparato.
- b) Conecte los bornes de tierra y salida a un OSCILOSCOPIO.
- c) Gire el switch de rangos a la posición X1K.
- d) Coloque el control de amplitud en la posición media.
- e) Gire el control de nivel de D.C. a la posición media.
- g) Coloque el disco selector de frecuencia en la posición media.
- h) Por último encienda el switch y verifique que el foco piloto encienda.

EL APARATO ESTA LISTO PARA SER USADO.

INSTRUCTIVO PARA EL USO DEL TESTLAMETRO

I. INTRODUCCION.- El teslámetro es un aparato electrónico, útil para efectuar mediciones de densidad de campo magnético (web/m^2 ó Tesla). Consiste en un dispositivo que transforma una señal de campo magnético en una diferencia de potencial, la cual es visualizada mediante un voltmetro, graduado en militeslas.

El objetivo de este instructivo, es el de presentar un procedimiento adecuado para el uso correcto del teslámetro; que sirva de base para efectuar las mediciones y para la adquisición de una técnica propia, rápida y eficaz.

II. PRINCIPIO DE OPERACION.- Para transformar la variable densidad de campo magnético, variable a medir, en una diferencia de potencial, se utiliza el llamado "efecto hall".

Efecto Hall.- La fuerza que experimenta una carga q al desplazarse dentro de un campo magnético, está dada por:

$\vec{F} = q \vec{v} \times \vec{B}$, y si el movimiento de la carga, forma un ángulo de 90° con la dirección del campo \vec{B} ; la magnitud de dicha fuerza es: $f = qvB$. (Figura 1).

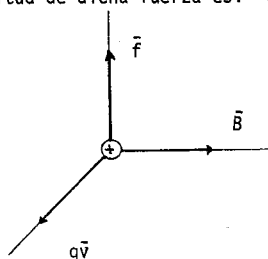


FIGURA 1

Ahora, si se hace circular por el elemento mostrado en la figura 2, llamado elemento hall, una corriente constante y a este elemento le aplicamos un campo magnético sobre cada carga en movimiento, aparecerá una fuerza como se muestra en la misma figura. Como resultado aparece una diferencia de potencia V_H ó voltaje hall.

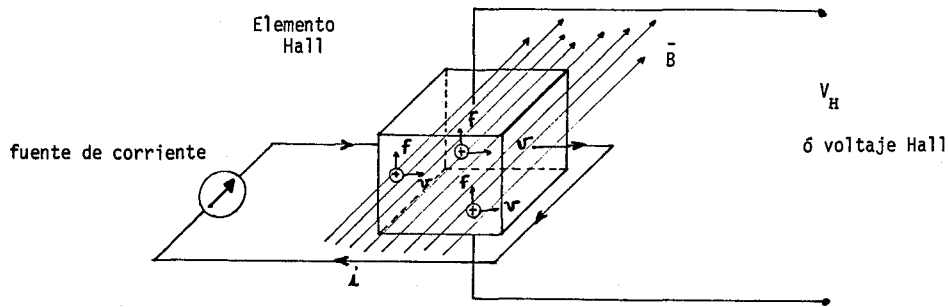


FIGURA 2

Así, el principio de operación, se muestra de una manera muy simplificada en forma esquemática en la figura 3.

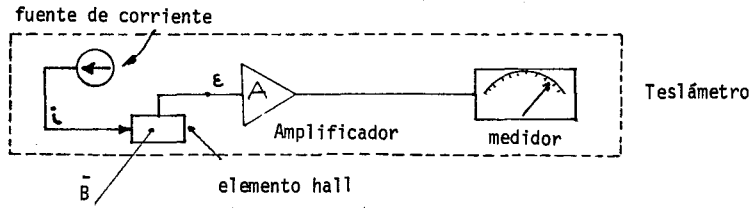


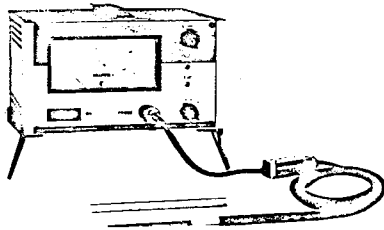
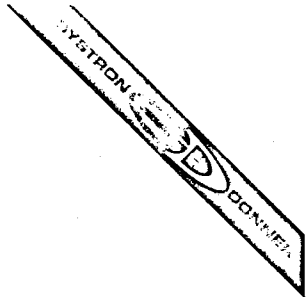
FIGURA 3

III. DESCRIPCION



Model 3104 A Teslameter

General purpose Hall effect



FEATURES

- $\pm 2\%$ Accuracy
- Direct reading of magnetic fields from 0-3 Tesla in 6 Ranges
- Direct D.C. and average A.C. field readout
- Plus and minus polarity
- Knife-edge, mirror scale meter
- Tilt up design for easy reading
- Analog output for driving recorder, oscilloscope, etc.
- Self check calibration

DESCRIPTION

The Model 3104A is a general purpose instrument, used in colleges, research laboratories, and industrial inspection departments. Both D.C. and A.C. (average) fields are read directly on the meter. Self check calibration circuitry eliminates the need for using reference magnets. The analog output (B.N.C. connector on rear) can be used for driving DVM's, strip chart recorders, etc. One probe is used to cover the complete range of 0-3 Tesla.

APPLICATIONS

Measuring fields and testing of magnets (permanent, D.C., A.C.), solenoids, meters, relays, magnetic chucks, radar and microwave equipment, traveling wave tubes, loudspeakers, PM motors, electric motors, magnetic transducers, tachometers, etc.

SPECIFICATIONS

Ranges 0-10 Milli-Tesla
 0-30 Milli-Tesla
 0-100 Milli-Tesla
 0-300 Milli-Tesla
 0-1 Tesla
 0-3 Tesla

Resolution 0.2% of full scale reading

Absolute Accuracy 1mT in ranges 1, 2 and 3 $\pm 2\%$ of range

+ calibration accuracy in ranges 4, 5 and 6

AC response (3 dB down)

Range	Analog output	Meter
0-10 mT	300 Hz	120 Hz
0-30 mT	850 Hz	350 Hz
0-100 mT	2.7 Hz	1 KHz
0-300 mT	8.5 Hz	3 KHz
0-1 T	25 KHz	9.5 KHz
0-3 T	55 KHz	19 KHz

Calibration Self check calibration $\pm 1.5\%$ accuracy

Calibration Stability 0.1% for 8 hours

Zero Set Stability Constant Ambient: 1min = 0.3mT
 1hr = 2mT

Readout Direct D.C. and average A.C. direct reading meter, 1.5% accuracy

Analog Output 0-1 volt D.C. + or - depending on field direction.

Proportional to field ± 0.3 mT (B.N.C. connector on rear)

AC-Volts at AC field respectively.

Load impedance $\geq 100k$

Input power 110/220V $\pm 10\%$, 50/60 Hz, approx. 30 VA

Dimensions 126x222x250 mm (HxWxD)

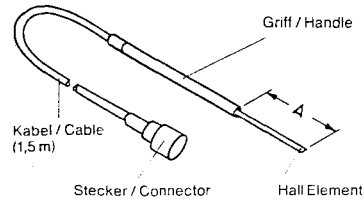
Weight 4 kg (8 pounds) net

Accessories Transversal probe, model 688

Axial probe, model 688A

19" rack adapter, model RFP-2

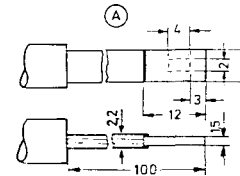
HALLPROBES



SPECIFICATIONS

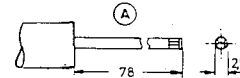
1. **Transversal probe, model 687**
 - 1.1 Range, specified: 0-1 Tesla
 - 1.2 Linearity within range with respect to the calibration value $< 0,2\%$
 - 1.3 Temperature coefficient (-20 to +65°C) $< 0,06\%/K$

Dimensions:



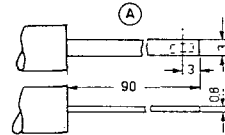
2. **Axial probe, model 687 A**
 - 2.1 Range, specified: 0-1 Tesla
 - 2.2 Linearity within range with respect to the calibration value $< 1\%$
 - 2.3 Temperature coefficient (-20 to +90°C) $< 0,1\%/K$

Dimensions:



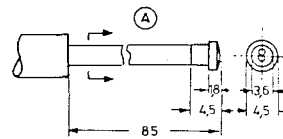
3. **Transversal probe, model 688**
 - 3.1 Range, specified: 0-1 Tesla
 - 3.2 Linearity within range with respect to the calibration value $< 1\%$
 - 3.3 Temperature coefficient (-20 to +90°C) $< 0,1\%/K$

Dimensions:



4. **Axial probe, model 688 A**
 - 4.1 Range, specified: 0-1 Tesla
 - 4.2 Linearity within range with respect to the calibration value $< 1\%$
 - 4.3 Temperature coefficient (-20 to +90°C) $< 0,1\%/K$

Dimensions:



5. **All Hallprobes**
 - 5.1 Range, not specified: 1-10 Tesla
 - 5.2 Linearity in range 1- 3 Tesla: 2- 4 % typ.
3-10 Tesla: 4-20 % typ.

IV. USO DEL TESLAMETRO

- 1) Antes de encender el aparato, conecte un probador hall (punta de prueba) al -- teslámetro. Esta puede ser axial (para medir campos cuya dirección es coli--- neal con el eje de la punta de prueba) ó bien puede ser transversal (dirección del campo perpendicular al plano de la punta de prueba).
- 2) Coloque el selector de escalas en la mayor, ajuste la aguja a cero mecánico -- con el tornillo central y encienda el aparato.
- 3) AJUSTE A CERO.- Coloque el probador en una zona, donde el campo magnético sea cero. Mueva el switch de funciones a la posición ON ó REV. Disminuya el va-- lor de la escala al siguiente valor y con el potenciómetro de ajuste "0", ob-- tenga una indicación de la aguja igual a cero. Repita este procedimiento has-- ta los rangos más sensibles (escalas pequeñas). Después de terminar este ajus-- te a cero, REGRESE EL SELECTOR A LA MAYOR ESCALA DE MEDICION.
- 4) CALIBRACION.- Debido a la diferente constitución y construcción de los elemen-- tos hall de los probadores, cada una de ellas transforma en cantidades diferen-- tes la densidad de campo magnético en voltaje. De aquí la necesidad de cali-- brar el teslámetro con cada probador.

Para efectuar la calibración se procede como sigue:

Fije el probador, mueva el switch de funciones a la posición CAL. Lea el nú-- mero de CALIBRACION, situado en el mismo cable de conexión del probador. ---- FORWARD 549.1 REVERSE 540.0 por ejemplo. Indique este valor con la aguja, - girando el potenciómetro CAL (en la escala 0-1, marque 0.5491 para medir en -- ON; ó 0.540 para medir en REV). REGRESE A LA POSICION ON ó REV. El aparato - está listo para efectuar mediciones.

CHEQUE CONSTANTEMENTE EL AJUSTE A "0" Y LA CALIBRACION.

5) LECTURAS

- a) Con el selector de función en la posición ON y el selector de escala en la -- , coloque la punta del probador en el punto donde se desea conocer la

densidad de campo magnético. Si la aguja gira en sentido opuesto (giro antihorario), cambie el switch de funciones a la posición REV.

b) Disminuya la escala hasta la menor posible, es decir, para obtener la mayor deflexión, sin que la aguja salga del cuadrante.

c) El valor de la densidad en mT se obtiene de la siguiente manera:

Leamos en el cuadrante de 0-1, si tenemos en el selector una escala que sea múltiplo de 1 por décadas (10,100, etc.) o leemos en el cuadrante de 0-3, si tenemos una escala de 3 o múltiplos de 3 en décadas (30,300, etc.)

El valor real lo calculamos:

$$B \text{ (mT)} = \text{lectura en el cuadrante} \times \frac{\text{escala del selector}}{\text{cuadrante de lectura}}$$

Por ejemplo, si el selector se encuentra en 30 y la aguja marca 1.2 en el cuadrante de 0 - 3, el campo es:

$$B \text{ mT} = 1.2 \times \frac{30}{3} = 12 \text{ mT}$$

Otro ejemplo. El selector se encuentra en la escala de 100 y la aguja marca 0.45 en el cuadrante 0-1, el campo es:

$$B \text{ mT} = 0.45 \times \frac{100}{1} = 45 \text{ mT} .$$

