



PRACTICA N° 4

CAMPO MAGNÉTICO

OBJETIVO GENERAL:

Estudiar y comparar los campos magnéticos producidos en bobinas usando para ello la sonda de Hall.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1.- Comprobar que el campo magnético **B** es función lineal de la corriente, $B = f(I)$, siendo I la corriente que circula por la bobina.
- 2.- Comprobar que el campo magnético **B** es función lineal del número de espiras $B = f(n)$, siendo n el número de espiras de la bobina.
- 3.- Analizar $B = f(x)$, donde x es cualquier punto en el eje de la bobina.
- 4.- Estudiar $B = f(x)$, donde x es cualquier punto en el eje común de dos bobinas separadas a una cierta distancia.
- 5.- Estudiar el campo **B** creado por las bobinas de Helmholtz.
- 6.- Comprender el funcionamiento de la sonda de Hall y el principio físico sobre el cual se basa su construcción y funcionamiento.

PRE-LABORATORIO

FUNDAMENTO TEÓRICO:

Revisar en la bibliografía recomendada los conceptos de:

- Ley de Biot-Savart. Ley de Ampère.
- Campo magnético en bobinas. Factores de los cuales depende el campo magnético.
- Campo magnético en bobinas de Helmholtz.
- Efecto Hall.

MATERIALES:

Bobina larga.

Fuente de poder Terco TF-103.

Sonda de Hall Leybold.

Fuente de alimentación de la sonda de Hall Leybold.

Placa base para tubo de rayo filiforme con bobinas de Helmholtz Leybold 55558.

Bobinas de 1000, 500 y 250 espiras Leybold.

Multímetro Leybold.

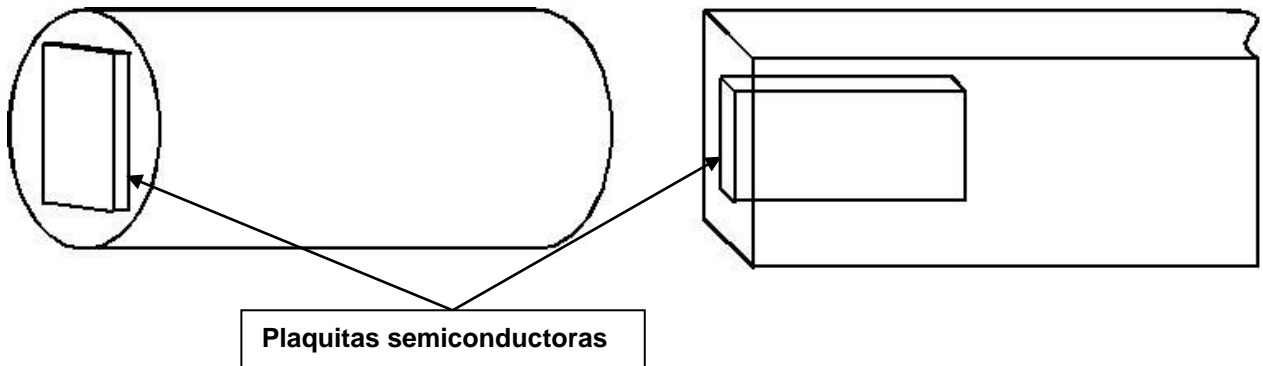
Base cuadrada, doble nueces, varilla de 25 cm.

Amperímetro

DESCRIPCION DEL MATERIAL USADO EN LA PRACTICA:

- **Multímetro Leybold:** Ya descrito en la práctica N° 1.
- **Multímetro Phywe:** Ya descrito en la práctica N° 1.
- **Sonda de Hall:** Está constituida por una plaquita rectangular semiconductor de In As, con una resistencia interna de aproximadamente $R_{in} = 3\Omega$, se emplea para medir campos magnéticos en la dirección perpendicular a ella. La sonda de Hall está basada en el efecto Hall, siendo la corriente del conductor la corriente de mando de la sonda.
En el laboratorio hay dos tipos de sonda. Una en que la plaquita semiconductor está en el extremo del tubo protector (ver figura) y está paralela a la base del tubo cilíndrico. Sirve

para medir campos cuya dirección coincida con el eje del cilindro (campos longitudinales).

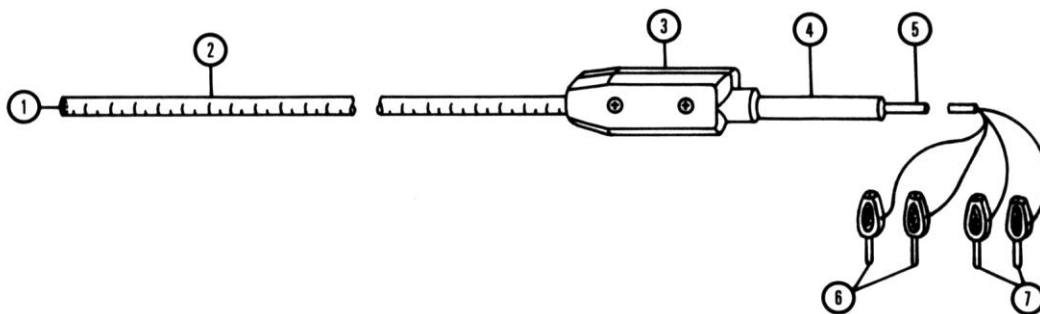


En la otra el tubo protector tiene la forma de paralelepípedo y la plaquita es paralela a una de las caras largas y sirve para medir campos cuya dirección sea perpendicular a esa cara (campos transversales)

Los terminales amarillos se conectan a los bornes amarillos en la fuente de alimentación de la sonda y los terminales rojos a la entrada del amplificador de voltaje.

No es necesario tener en cuenta la polaridad de la conexión de tensión Hall, ya que un giro en la sonda de Hall de 180° produce como resultado un cambio en la tensión de Hall. El mismo efecto se produce si se invierte el sentido del campo magnético. Si no pudiera realizarse el giro en la sonda de Hall o invertir el campo magnético, habría que invertir el sentido de la corriente de mando o la conexión de la tensión Hall.

La corriente de mando de la sonda es corriente continua de 150 mA aproximadamente.



- 1.- Plaquita semiconductor de In As
- 2.- Tubo protector con escala en milímetros.

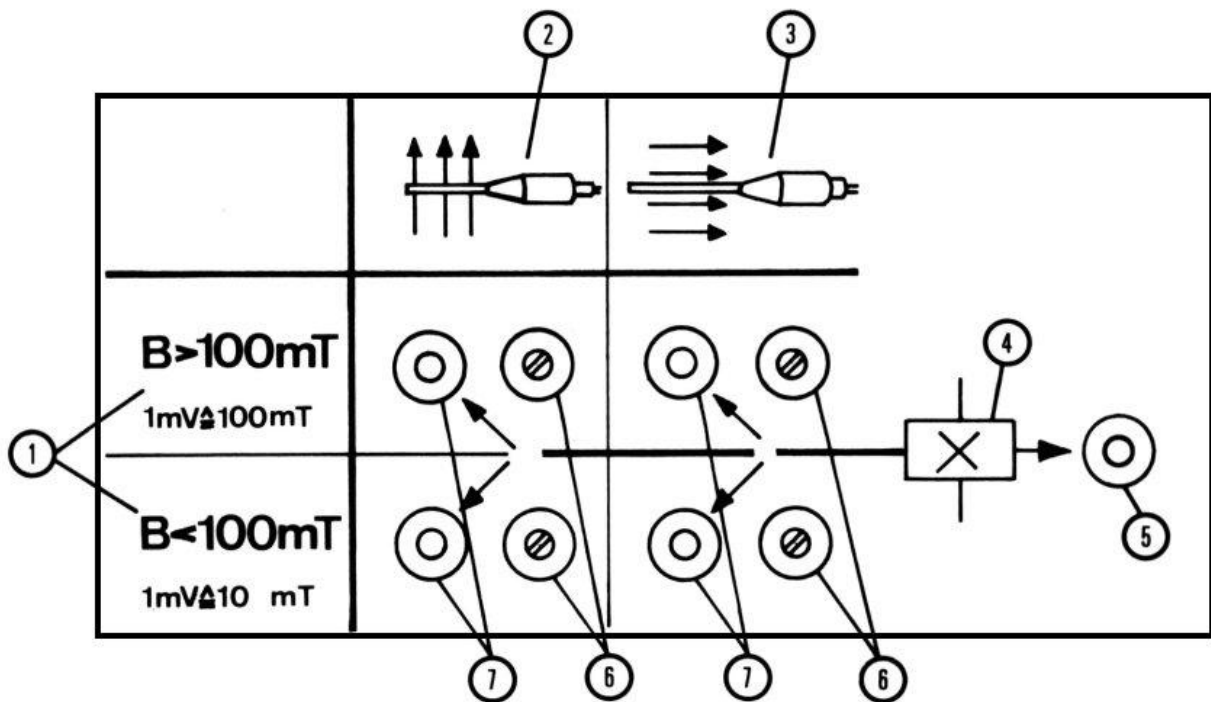
- 3.- Cuerpo de la sonda
- 4.- Tubo metálico para fijar en el material de soporte
- 5.- Cable de conexión
- 6.- Par de bananas rojas (tensión de Hall)
- 7.- Para de bananas amarillas (corriente de mando).

Precauciones.

Para proteger las sondas de todo daño mecánico conviene depositarlas en los huecos previstos para ellas en las bandejas de conservación. La sonda no debe doblarse y debe fijarse por la parte metálica para ser sostenida.

Téngase en mente no sobrepasar los límites de corriente de cada una de las bobinas.

- **Fuente de alimentación de la sonda de Hall:** Se utiliza para la alimentación de corriente de mando de la sonda de Hall.

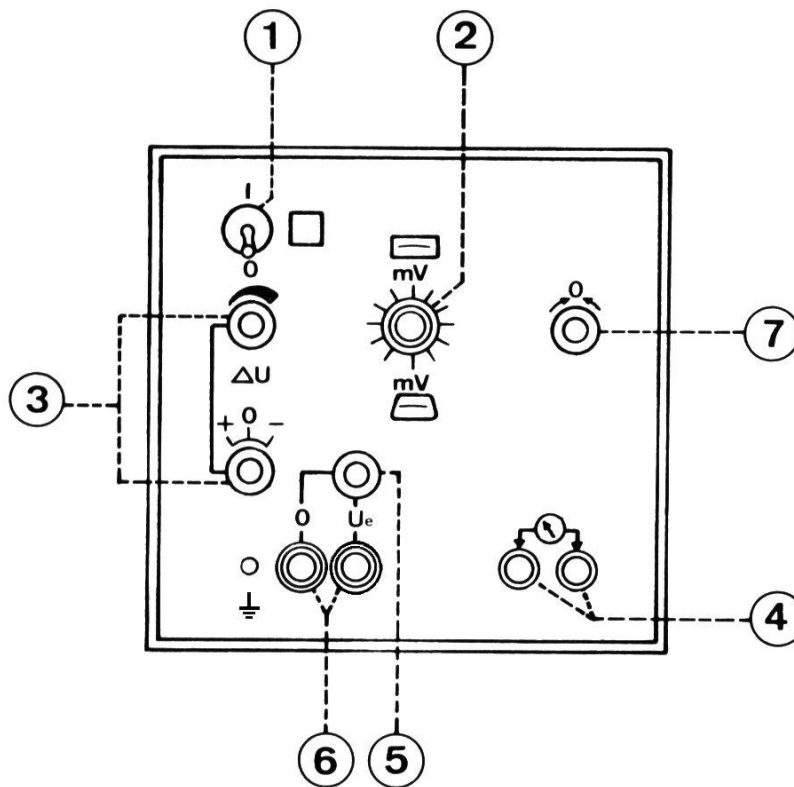




- 1.- Datos de sensibilidad.
- 2.- Símbolo para la sonda de Hall para medir un campo magnético en dirección tangencial.
- 3.- Símbolo para la sonda de Hall para medir un campo magnético en dirección axial.

- 4.- Símbolo para el generador Hall.
- 5.- Salida de corriente de mando (-).
- 6.- Potenciómetro de regulación.
- 7.- Salida de corriente de mando (+).

- **Amplificador de voltaje:** El amplificador de voltaje en unión con un instrumento de carrete móvil es un voltímetro calibrado para tensiones continuas. La resistencia de entrada es superior a $1M\Omega$. Existen siete intervalos de medida de $30\ \mu\text{V}$, $100\ \mu\text{V}$, $300\ \mu\text{V}$, $1\ \text{mV}$, $3\ \text{mV}$, $100\ \text{mV}$ y $300\ \text{mV}$.

DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS DE MANDO



- 1) Interruptor en la red con lámpara piloto. En la parte posterior del aparato se encuentra la conexión a la red con el cable correspondiente.
- 2) Selector de intervalos de medida con ajuste de botón giratorio utilizando el multímetro Leybold.
- 3) Potenciómetro de ajuste de la tensión de compensación (ΔU) y conmutador para seleccionar la polaridad de la misma (+) ó (-). El potenciómetro es de diez vueltas.
- 4) Salida al multímetro Leybold en la escala de 60 mV, 300 μ A.
- 5) Interruptor de cortocircuito para la entrada al amplificador; para la posición  del interruptor los bornes estarán cortocircuitados. En la posición  estarán separados.
- 6) Bornes de entrada para la conexión de la tensión que se va a medir, en nuestro caso la tensión de Hall.
- 7) Corrección del punto 0, se efectúa mediante un botón giratorio (potenciómetro de diez vueltas).

Funcionamiento del aparato y conexión a la red:

A) Preparación:

- 1.- Colocar el interruptor (1) en la posición 0.
- 2.- Colocar el conmutador (3) en 0.
- 3.- Colocar el selector de alcances (2) en 30 mV.
- 4.- Colocar el interruptor (5) en cortocircuito (horizontal a la izquierda).
- 5.- Conecte el milivoltímetro indicador a las salidas (4). El multímetro Leybold que indicara la tensión de Hall, deberá utilizarse en la escala de 60 mV/300 μ A.
- 6.- Conecte el amplificador al tomacorriente.

B) Puesta en funcionamiento:

- 1.- Coloque el interruptor (1) en la posición I.
- 2.- Ajuste el cero con el control (7) comenzando con el selector de alcances en 30 mV, hasta el alcance mínimo en que se va a trabajar 0.1 mV. VER NOTA AL FINAL
- 3.- Regrese al alcance 30 mV y abra el interruptor (5).

- 4.- Conecte la corriente de excitación de la sonda. Si hay indicación sin haber campo magnético ($B = 0$), compense este voltaje residual, con los controles ΔU (3). Este voltaje residual se debe a la inhomogeneidad de la sonda o a campos magnéticos extraños a la experiencia. Este ajuste debe hacerse comenzando en 30 mV hasta 0.1 mV.
- 5.- Con estos ajustes el amplificador está listo para la salida. Si en el transcurso de la experiencia se nota que con $B = 0$ hay indicación, controle el ajuste de cero:
 - 1°.- Ponga (3) en 0 y (5) en cortocircuito y ajuste el cero con (7).
 - 2°.- Abra el (5) y lleve (3) a (+) ó (-) según se precise y ajuste ΔU para una indicación cero.

Nota: Con el instrumento indicador en el que el **tres** de la escala roja coincide con el **9** de la negra, se utilizan los alcances de la mitad superior en el selector de alcances.

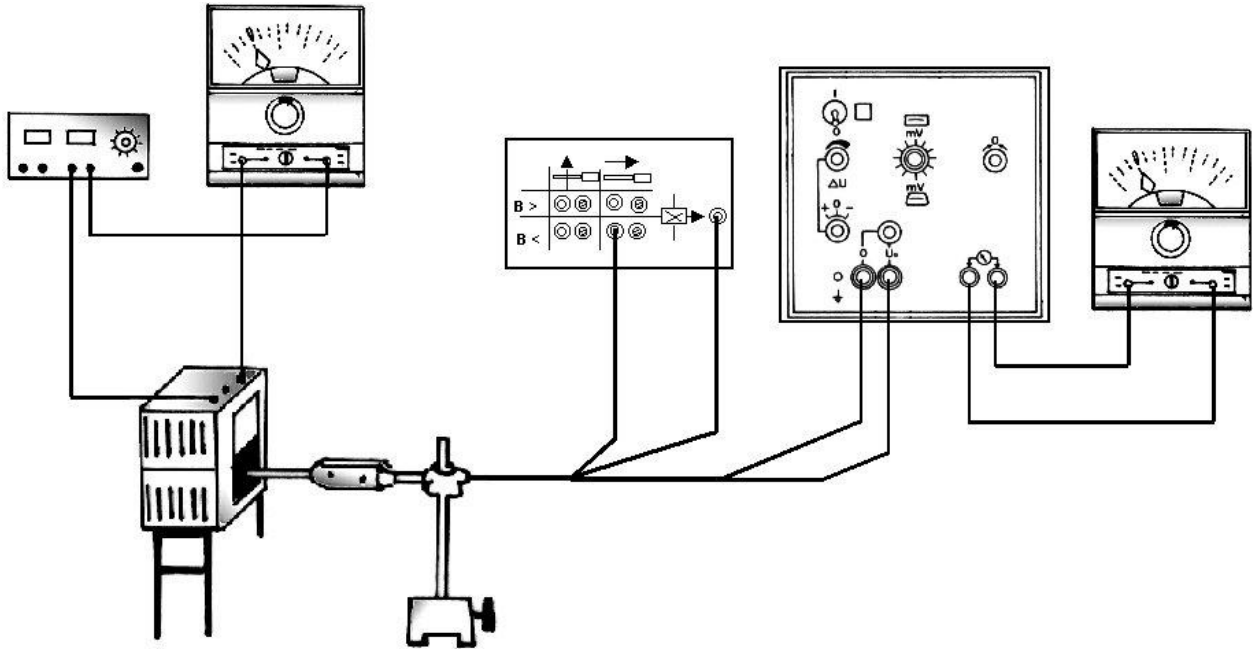
- **Fuente de alimentación Terco:** Ya descrita en la práctica N° 1.
- **Bobinas de Helmholtz y placa base:** Las bobinas de Helmholtz están colocadas en la placa base de tal forma que la distancia entre sus centros geométricos es igual a la mitad de su diámetro.
Las bobinas de Helmholtz están constituidas por dos bobinas cada una de 130 espiras y 150 mm de radio, pudiendo soportar hasta una corriente de 5 A.
La conexión usual es en serie, es decir, la corriente las recorre en igual sentido, pudiendo invertirse en cada una de ellas, sin más que invertirse las conexiones en la placa base.

MONTAJE:

Observación:

La práctica contiene dos circuitos independientes:

- 1) Circuito de alimentación de la bobina constituida por la fuente Terco, bobina y amperímetro.
- 2) Circuito de medida constituido por el amplificador de voltaje, multímetro Leybold, sonda de Hall y fuente para la sonda de Hall.



PROCEDIMIENTO:

- a) Estudio de la variación del campo magnético con respecto a la corriente $B = f(I)$ para ello mantendremos fija a la sonda en un punto del eje de la bobina escogida. Elija la bobina que mejor se adapte para esta experiencia. Explique la razón de su elección y qué normas de seguridad debe tomar en cuenta para proteger la bobina, la fuente. Seleccione el alcance de medida apropiado en el amplificador de voltaje. Grafique $B = f(I)$.
- b) Estudio de la variación del campo magnético con respecto al número de espiras de la bobina, para ello disponemos de cinco bobinas de 250, 500, 600, 1000 espiras, para cada número de espiras obtendremos un campo magnético. La sonda de Hall deberá permanecer fija en un punto del eje de la bobina ¿ Qué corriente debe usar para esta experiencia? ¿ Qué cuidados debe tener en esta parte?. Grafique $B = f(N)$.

- c) Estudio de la variación del campo magnético a lo largo del eje de la bobina (elija cualquiera de las bobinas de 250, 500 y 1000 espiras). Para ello fijaremos un sistema de referencia con el origen en el centro geométrico de la bobina y mediremos el campo magnético centímetro a centímetro tanto en el lado positivo como en el negativo del sistema de referencia.
- d) Idéntico estudio del realizado en c) pero con la bobina larga
- e) Compare las gráficas del campo magnético en las bobinas corta y larga. Compare con lo establecido en la teoría.
- f) Estudio del campo magnético creado a lo largo del eje de dos bobinas separadas una distancia pequeña: unos 4 o 5 cm. Escoja dos bobinas, conéctelas en serie, póngalas una frente a la otra de tal manera que sean coaxiales. Explique ¿qué precauciones se deben de tomar en cuenta en esta parte para realizar la experiencia?. Grafique $B = f(x)$.
- g) Estudio del campo magnético creado por las bobinas de Helmholtz en el eje de las bobinas, y en tres planos paralelos a los planos de las bobinas.

BIBLIOGRAFIA:

- Física Vol. II: Resnick-Halliday. Edit. C.E.C.S.A. 3ª edición.
- Física General: Sears-Zemansky. Edit. Aguilar. 3ª edición.
- Física Vol. II: Tipler Pául A. Edit. Reverte S.A. 2ª edición.
- Física Vol. Completo: Alonso, M y Finn, E. Edit. Addison-Wesley Iberoamericana
- Física para Ciencia e Ingeniería Vol. II. Mckelvey, J. y Grotch, H. Edit. Harla.
- Física para Ciencia e Ingeniería Vol. II. Fishbane, P. Gasiorowicz.
Edit. Hispanoamericana

Revisión realizada por: Profra. Durlym Requena

10-05-99

Prof. Cándido Mazón