

# Bitácora Experimento 8: Efecto Hall

Juan Carlos Rojas Velásquez\* and Thomas Andrade Hernández\*\*

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.

(Dated: 31 de octubre de 2023)

La práctica pretende estudiar el efecto Hall y determinar propiedades importantes respectivas a este, como el coeficiente de Hall y el signo de los portadores de carga.

## I. OBJETIVOS

- Estudiar y entender el Efecto Hall.
- Medir el voltaje de Hall como función de la corriente y el campo eléctrico.
- Encontrar el coeficiente de Hall.
- Determinar el signo de los portadores de carga por medio de la polaridad del voltaje de Hall.

## II. MARCO TEÓRICO

El efecto Hall fue descubierto por Edwin Herbert en 1879. Este consiste en la aparición de un campo eléctrico  $\vec{E}$  perpendicular la transmisión de corriente en el metal cuando un campo magnético  $\vec{B}$  es aplicado, este también perpendicular a la transmisión de carga en el metal. El esquema de la Figura 1 muestra la configuración para obtener ver el efecto Hall.

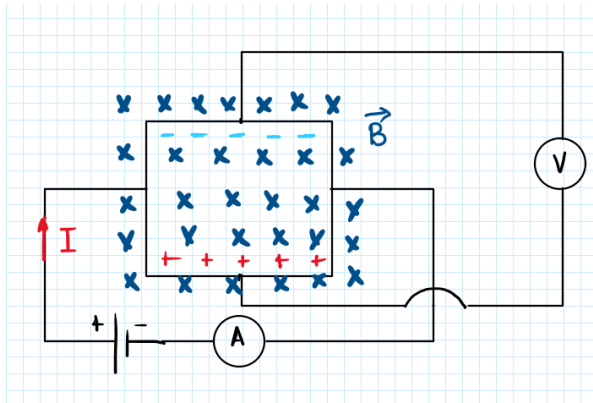


Figura 1. Esquema del experimento del efecto Hall. En la imagen se puede ver un pedazo de metal por el cual para una corriente  $I$  y perpendicular a esta, un campo magnético  $\vec{B}$  que entra a la página.

Los electrones se mueven desde el polo positivo de la fuente hasta el polo negativo con una velocidad de arrastre  $v_e$ . Dada la presencia de un campo magnético, se tiene que existe una fuerza debida a la ley de Lorentz que tiene la forma

$$F_B = -e\vec{v}_e \times \vec{B}$$

debido a esta fuerza, se verá una acumulación de carga negativa en la parte superior de la pieza metálica. Esta diferencia en carga, provocará una fuerza eléctrica dada por  $\vec{F}_E = -e\vec{E}_H$

cuando estas dos fueras caigan al equilibrio se obtiene que

$$E_H = |\vec{v}_e| |\vec{B}|$$

la velocidad a su vez está dada por  $v_e = L/t$  donde  $L$  es el largo de la placa metálica y  $t$  es el tiempo que demora en recorrerse esta misma longitud. Además, de esto, el campo creado  $E_H$  puede ser escrito en términos del voltaje  $E_H = hV_H$  donde  $h$  es la altura de la placa metálica. El tiempo puede ser escrito como  $t = Ne/I$  donde  $N$  es el número de electrones que pasan. Este número, a su vez, está dado por  $nV = N$  donde  $n$  representa la densidad de portadores de carga. Reemplazando todo esto en la ecuación original, lleva a la siguiente expresión para el voltaje de Hall.

$$V_H = \frac{I}{ned} B$$

donde  $d$  es el espesor de la placa metálica [1].

La razón,  $R_H = 1/ne$  es llamada coeficiente de Hall. Por lo que el voltaje puede ser escrito como

$$V_H = R_H \frac{I}{d} B.$$

## III. PROCEDIMIENTO Y MONTAJE

Considerando como texto guía [2] la practica de laboratorio se puede describir de la siguiente manera:

Para la práctica se usarán los siguientes equipamientos:

1. Fuente de poder para el electroimán.

\* Correo institucional: jc.rojasv1@uniandes.edu.co

\*\* Correo institucional: t.andrade@uniandes.edu.co

2. Fuente de poder de 0 a 30 V/20 A para la placa de metal usada, cobre y zinc de Efecto Hall.
3. Amplificador universal de medidas.
4. Teslámetro.
5. Sonda para la medición de la componente tangencial del campo magnético.
6. Placa de efecto Hall.
7. Electroimán.
8. Voltímetro de polímero.
9. Cables de conexión.
10. Destornillador.

En la Figura 2 se muestra el montaje que se usará en la práctica.

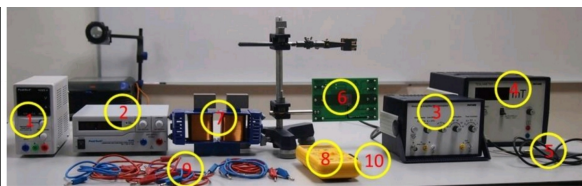


Figura 2. Montaje experimental de la práctica de Efecto Hall.

Antes de empezar cualquier toma de datos se tienen que hacer las conexiones pertinentes para todo funcione de buena manera.

Para asegurar la existencia de un campo eléctrico, se debe hacer una conexión de la fuente de poder del electroimán y el electroimán. A su vez, se debe montar la sonda que medirá el campo magnético inducido por el electroimán. Se debe arreglar la sonda de forma que esta mirando a la parte frontal del metal que está en la placa de efecto Hall.

Se debe conectar el polo negativo de la fuente de poder al punto 11 de la parte trasera de la placa de efecto Hall. Y el polo positivo al punto 10, como se muestra en la Figura 3. El resto de puntos de la placa, serán usados para medir el voltaje de Hall con el voltímetro, pasando primero por el amplificador. Una vez todas las conexiones estén hechas, debería obtenerse un montaje como el mostrado en la Figura 4.

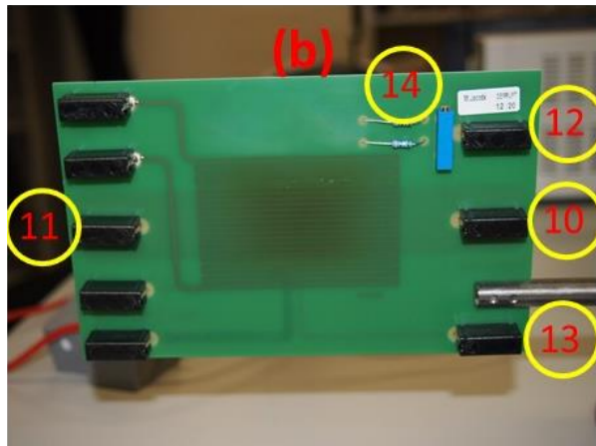


Figura 3. Placa de efecto Hall.

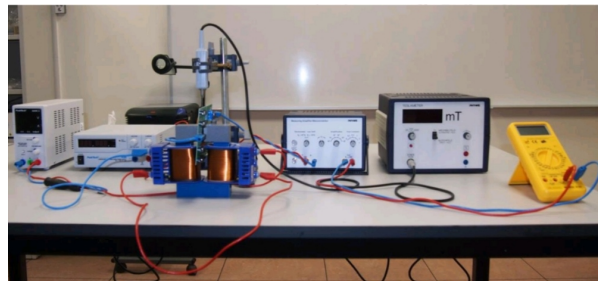


Figura 4. Montaje experimental una vez realizadas las conexiones necesarias.

Antes de empezar a medir, se debe revisar que todas las conexiones estén bien. Que el teslámetro este en 15 min antes de empezar medidas.

La máxima corriente en la placa de efecto Hall es de 20A que es la corriente dada por la fuente de poder. La corriente no debe ser mayor a 15 A y esta corriente solamente debe establecerse por cortos períodos de tiempo.

Para la fuente de poder del electroimán debe establecerse a 5V. Para ellos, el control de la salida de la fuente de poder debe estar apagada y se mueve el dial hasta obtener 5V.

El campo magnético medido por el teslámetro debe ser igual a cero si no hay campo magnético, sin embargo si la medida es diferente de cero, se puede calibrar con el botón debajo de la perilla de sensibilidad.

La placa Hall mostrará un voltaje en los contactos Hall (la lectura en el voltímetro es diferente de cero) incluso en ausencia de un campo magnético, debido a que estos contactos nunca están exactamente uno sobre el otro. Antes de realizar las mediciones, es necesario compensar este voltaje. Para ello, debe utilizar el voltaje de compensación del amplificador de medición, control (27) (Figura 5) y el potenciómetro de compensación,

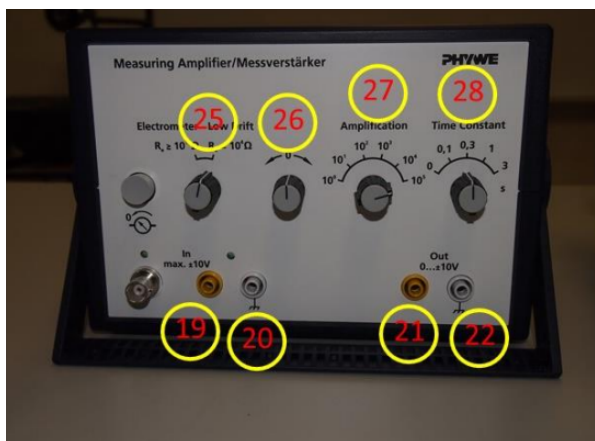


Figura 5. Amplificador.

control (14) de la placa del sensor Hall (Figura 3).

El método para realizar la compensación es el siguiente:

1. Desconectar la corriente transversal de la placa del sensor Hall.
2. Utilizar el voltaje de compensación, control (27), para obtener una lectura de 0 V en el voltímetro.
3. Conectar la corriente transversal.
4. Girar los cables de conexión entre los enchufes de voltaje Hall y la entrada del amplificador para evitar en la medida de lo posible voltajes parásitos.
5. Ajustar el potenciómetro de compensación, control (14) de la placa del sensor Hall, con un des-

tornillador hasta obtener una lectura de 0 V en el voltímetro.

#### IV. TOMA DE DATOS Y ANÁLISIS

##### A. Mediciones del Voltaje Hall vs. Corriente Eléctrica Transversal

Primero, se aplica un campo magnético a la placa utilizando la fuente de alimentación del electroimán. Luego, se varía la corriente eléctrica transversal a través de la muestra con el control de la fuente de alimentación conectada a la placa, registrando el voltaje Hall para diferentes valores de corriente. Se intercambian las conexiones de los cables para cambiar la polaridad de la corriente y se repite el proceso. Posteriormente, se realiza un ajuste por mínimos cuadrados de los datos y se interpreta utilizando una expresión específica.

##### B. Mediciones del Voltaje Hall vs. Campo Magnético

Se fija la corriente eléctrica transversal en 10 A y se cambia el valor del campo magnético desde 0 mT a 250 mT en pasos de 25 mT, midiendo el voltaje Hall para cada una. Luego, se invierte la polaridad del campo magnético y se repite el proceso. Se crea un gráfico con los datos y se realiza un ajuste por mínimos cuadrados.

[1] A. FufaeV, «Hall effect,» (2022).

[2] U. C. I. de Madrid, *Hall Effect on metal* (Departamento de Física. Laboratorio de Electricidad y Magnetismo, No dated).