

REPRODUCCIÓN DEL OHM BASADO EN EL EFECTO HALL CUÁNTICO (QHE)

El efecto Hall consiste en que en un metal o semiconductor con corriente, situado en un campo magnético perpendicular al vector densidad de corriente, surge un campo eléctrico transversal y una diferencia de potencial.

La causa del efecto Hall es la desviación que experimentan los electrones que se mueven en el campo magnético bajo la acción de la fuerza de Lorentz.

En un metal de dos dimensiones o semiconductores el efecto Hall se observa también, pero a bajas temperaturas con una serie de pasos que aparece la resistencia Hall en función del campo magnético en lugar del aumento monótono. Es más, estos pasos se producen en los valores muy precisos de la resistencia que son los mismos sin importar la muestra que se esta investigando. La resistencia está cuantizada en unidades de h/e^2 dividido por un número entero. Este es el **Efecto Hall Cuántico**.

Explicación del Efecto Hall Cuántico

Los ceros y mesetas en los dos componentes de la resistencia-tensor están íntimamente conectados y ambos pueden entenderse en términos de niveles de Landau (LLS) formados en un campo magnético.

En ausencia de campo magnético la densidad de los estados en 2D es constante en función de la energía, pero con presencia de campo hay grupos de estados disponibles en los niveles de Landau separados por la energía ciclotrón, con regiones de energía entre los LLS donde no hay estados.

Fig. 1a

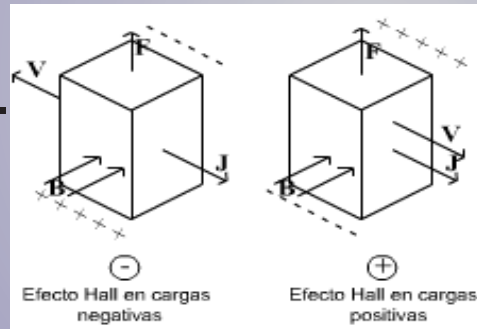
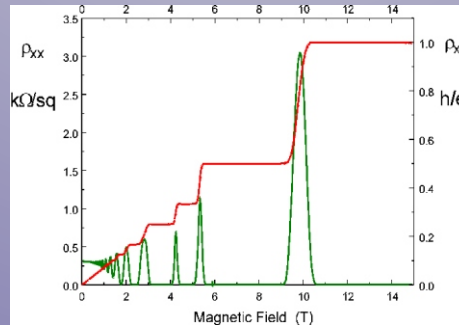


Fig. 1b

Las siguientes figuras muestran las direcciones del campo magnético B, de la densidad de corriente J, la fuerza de Lorentz F, la velocidad de las cargas V (según sean estas positivas o negativas), así como los signos de las cargas concentradas en las caras opuestas superior e inferior para cada tipo de carga (negativa y positiva).

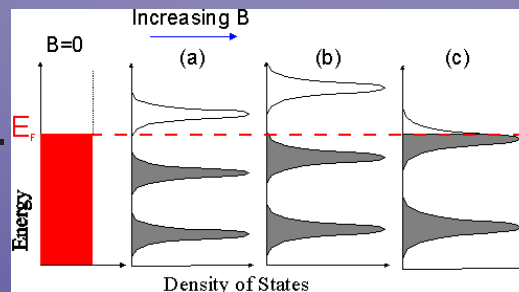
La figura 1a) es válida para metales y semiconductores tipo n; para semiconductores tipo p, los signos de las cargas que se concentran en las superficies son opuestos (figura 1b).

La figura 2 muestra el efecto Hall cuántico entero en una heterounión de GaAs-GaAlAs, grabado en 30mK. En esta figura el índice de meseta es decir, de arriba a la derecha, 1, 2, 3, 4, 6, 8 ... enteros impares corresponden a la energía de Fermi de estar en un espacio vuelta y enteros, incluso a una distancia orbital LL. A medida que la división de giro es pequeño en comparación con las lagunas LL, las mesetas enteras sólo se ven en los más altos campos



Puntos importantes a destacar son:
 *El valor de la resistencia sólo depende de las constantes fundamentales de la física: e la carga eléctrica y h la constante de Planck.
 *Es una precisión de 1 parte por 100 millones.
 *El QHE se puede utilizar como un estándar de la resistencia primaria, aunque una Klitzing es un poco grande, ¡25,813 ohm!

Fig. 3



En la figura 3 se ha asumido un punto fijo de la energía Fermi, es decir, fija densidad del portador, y un campo magnético cambiante. El QHE también se puede observar mediante la fijación del campo magnético y la variación de la densidad del portador, por ejemplo, barrer la superficie de una puerta.

Como el campo magnético es barrido los LLS se mueven en relación a la energía de Fermi. Cuando la energía de Fermi encuentra una brecha entre los LLS, los electrones no pueden trasladarse a los nuevos estados y hay dispersión. Así, el transporte es disipador y la resistencia cae a cero.

La clásica resistencia Hall se dio sólo por B/Ne . Sin embargo, el número de los actuales estados de carga en cada uno de LL es eB/h , así que cuando hay LLS i en energías por debajo de la energía de Fermi completamente lleno de ieB/h electrones, la resistencia Hall es h/e^2 . Éste factor de llenado entero es exactamente lo mismo que el caso clásico.

Fig. 2

La diferencia en el QHE es que la resistencia Hall no puede cambiar a partir del valor cuantificado por el momento toda la energía de Fermi se encuentra en un vacío, es decir, entre los campos (a) y (b) en la figura 3, y por lo que da como resultado una meseta. Sólo cuando el caso © se alcanza, con la energía de Fermi en el nivel de Landau, puede cambiar la tensión de Hall y un valor finito de la resistencia aparecerá.

Klaus von Klitzing fué galardonado con el Premio Nobel de Física en 1985, gracias a este importante descubrimiento en el campo de la electricidad. Hizo este descubrimiento en Grenoble, por medio del efecto Hall.

Referencias:

- <http://www.warwick.ac.uk/~phsbn/qhe.htm>
- <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/EfectoHall.htm>
- <http://www.revista.nanociencia.ece.buap.mx>
- <http://www.nanored.buap.mx>
- http://www.nobel-winners.com/Physics/klaus_von_klitzing.html