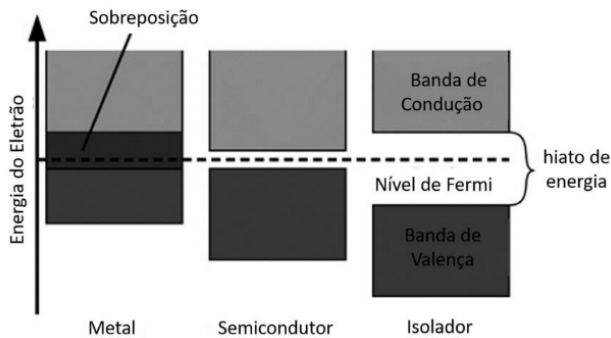


T4 - Efeito Hall

Notas sobre Protocolo

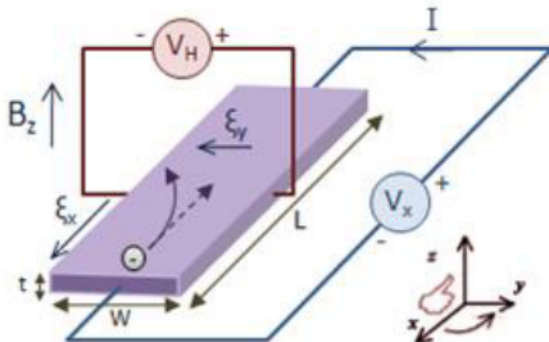
2 - Introdução

- Podemos dividir materiais em 3 classes: condutores, semicondutores e isoladores. Temos:



Efeito Hall

- Se um material, percorrido por uma corrente \vec{I} , for sujeito a um campo magnético \vec{B} (que não seja paralelo a \vec{I}), gera-se uma força \vec{F}_B sobre as cargas em movimento que altera a sua trajetória.



- Sendo q o valor da carga elétrica das cargas em movimento e $\langle \vec{v} \rangle$ a sua velocidade média, temos

$$\vec{F}_B = q\langle \vec{v} \rangle \times \vec{B}$$

- As cargas começam a alterar a sua trajetória devido a esta força.
- Isto causa desequilíbrio de carga, o que gera um campo elétrico na direção do desvio da trajetória: \vec{E}_t .
- Este campo causa uma nova força que vai aumentando e eventualmente anula \vec{F}_B e atinge-se equilíbrio.
- Sendo θ o ângulo entre $\langle \vec{v} \rangle$ e \vec{B} , no equilíbrio temos:

$$qE_t = q\langle v \rangle B \sin \theta \rightarrow E_t = \langle v \rangle B \sin \theta$$

- O campo E_t está ainda relacionado proporcionalmente com a diferença de potencial V_H (ver figura acima) entre as duas paredes, com distância d . Temos:

$$V_H = dE_t = d\langle v \rangle B \sin \theta$$

- A densidade de corrente que atravessa o material é dada por $j = nq\langle v \rangle$ (n é a densidade volumica de portadores de carga). Sendo que $I = jS$ em que S é a área da secção transversal do material, temos: $\langle v \rangle = \frac{I}{nqS}$
- Substituindo acima temos:

$$V_H = \frac{d}{S} \frac{1}{nq} IB \sin \theta = \frac{d}{S} R_H IB \sin \theta$$

em que $R_H = \frac{1}{nq}$ é o **coeficiente de Hall** do material.

- Temos ainda a constante **mobilidade elétrica**: $\mu = \frac{\langle v \rangle}{E}$

Efeito Hall em Metais

- Em metais temos muitos portadores de carga livres. Assim, n será elevado e V_H reduzido AKA ocorre pouco efeito hall.

Efeito Hall em Semicondutores

- Em semicondutores (especialmente se n for reduzido) o efeito Hall, e respetivamente V_H , são mais intensos.

Semicondutor intrínsecos

- Materiais em que a transição de 1 elétron do nível de valência cria naturalmente uma lacuna no nível de valência de que saiu.

Semicondutor extrínsecos

- Semicondutores resultantes da dopagem de semicondutores intrínsecos para melhorar a sua condutividade elétrica.
Tipo-n - Dopados com elementos que doam elétrons à banda de condução
Tipo-p - Dopados com elementos que aceitam elétrons (criando lacunas)
- Assim, como temos elétrons E lacunas num semicondutor extrínseco, a fórmula do coeficiente de Hall fica do tipo

$$R_H = \frac{-n\mu_e^2 + p\mu_p^2}{e(n\mu_e + p\mu_p)}$$

em que n, p são as densidades dos elétrons e lacunas; μ_e, μ_p as respetivas mobilidades.

- Assim, nesta atividade, ao estudar a relação entre V_H e I e B , deveremos conseguir obter V_H, R_H . Com isto, deveremos conseguir determinar o tipo de portador de carga principal do material (tipo-n ou tipo-p)

3 - Preparação - Perguntas

1. Ao usar um sistema deste tipo, conseguimos ter um campo aproximadamente perpendicular à amostra e cuja intensidade pode ser manipulada ao alterar a corrente nas bobinas.

2. ESTUDAR $B(I)$

3. Obter R_H para:

- Silício
- Germânio
- Cobre
- Zinco

Estimar ordem de grandeza de V_H para cada, para cada Tesla de B .

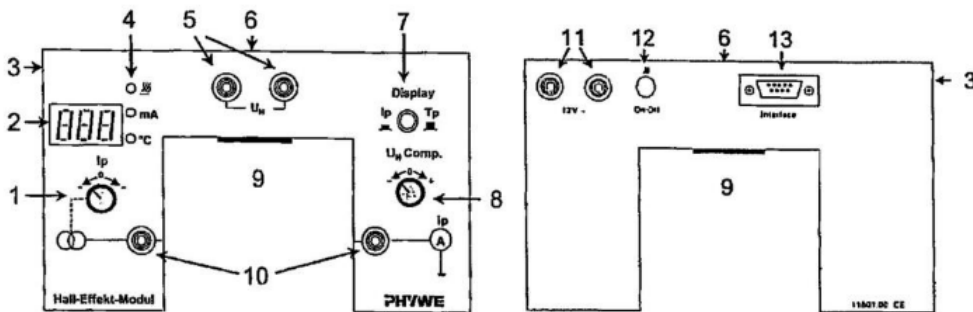
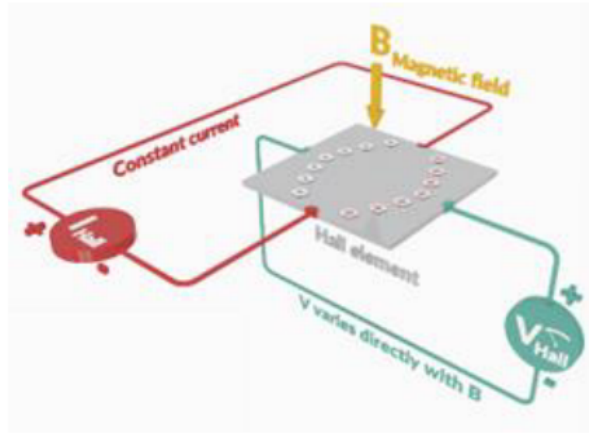
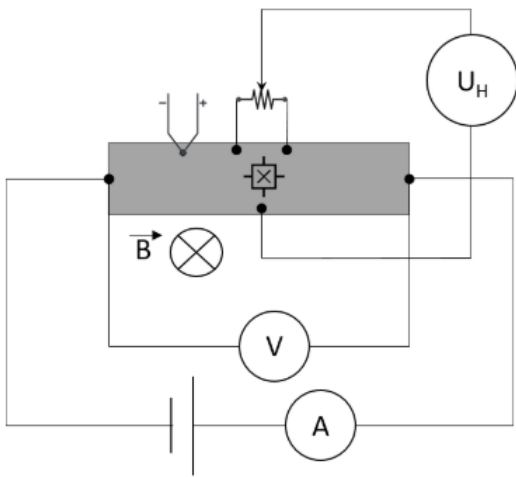
4. Se V_H for positiva é tipo-p, senão é tipo-n

5. Alguns (?) potenciômetros funcionam com efeito Hall. Logo, potenciômetro anula efeito ao medir tensão???

6. Falar com Sérgio

4 - Execução

4.1 - Montagem



4.2 - Procedimento

4.2.1 - Calibração de B

- Bobinas ligadas *em série*. Ligadas a uma fonte DC e a um multímetro (para ver a corrente).
- Começar por medir o campo magnético entre as peças polares do eletromagnete com a sonda. Garantir que as faces da sonda estão paralelas às faces das peças polares (a sonda mede o fluxo magnético, o fluxo varia com $\cos \theta$).
- Medir o campo para muitos valores de corrente, entre 0 – 1.5 A. Obter regressão polinomial $B(I)$ e assim não temos que voltar a medir o campo, podemos usar a corrente para saber o campo.

4.2.2 - Amostra com B fixo e variar I_P

1. Escolher 1 placa e montar corretamente
2. Colocar amostra entre polos do eletromagnete
3. Ter ligações:
 1. voltímetro a U_H (tensão Hall) no suporte (5 na figura acima)
 2. voltímetro a U_P (tensão Amostra) no suporte (10 na figura)
 3. amperímetro ligado às bobinas p/ ver corrente
 4. alimentação ligada às traseiras do suporte (11 na figura)
4. Ter display da amostra em modo corrente. Ligar tudo. Ter corrente 15 – 20 mA. Ver que $V_H = 0$ se $B = 0$. Se não, rodar botão 8 na figura até termos tensão nula.
5. Colocar "Todos os valores" em 0 (isto é o que?? Corrente? Botão 8 fica igual certo?)
6. Colocar corrente de 1 A nas bobinas
7. Variar corrente na amostra, I_P , entre $[-20\text{mA}, 20\text{mA}]$ com o botão 1 na figura. Registrar I_P, V_H, V_P
8. Gráfico $V_H(I_P)$. Permite calcular densidade e tipo de portadores de carga

4.2.3 - Amostra com I_P fixo e variar B

1. Verificar "condição zero" ($V_H = I_P = 0$ se $B = 0$). Repetir ponto 4 da secção 4.2.2 ???????
2. Colocar I_P entre 15, 20 mA (botão 1)

3. Variar corrente nas bobinas (I_B) entre 0, 1.8 A. Registrar I_B , V_H , V_P
4. Gráfico $V_H(B)$. Permite calcular densidade e tipo de portadores de carga

4.2.4 - Variação V_H , V_P com temp T_P

0. Discutir com prof método a usar antes de começar. Fazer testrun para entender a sensibilidade do aparelho disponível
1. Meter display em modo temperatura (botão 7 na figura)
2. Aumentar temperatura por SÓ 2s. Carregar no botão 12, nas traseiras, por 2 segundos (not sure)
3. Registrar aumento da temperatura e quanto tempo é preciso esperar para ter uma temperatura estável da amostra
4. Ajustar novamente "condição zero" se preciso
5. Passar corrente I_P entre 15, 20 mA e corrente de 1A nas bobinas
6. Subir gradualmente a T_P de temp ambiente até 120° C. Registrar T_P , V_H , V_P