

Determinação do Coeficiente Hall do Cobre(Cu) e do Zinco(Zn)

Marcos Paulo Gomes de Castro¹ and Murilo Marinho Henrichs²

Abstract—No presente trabalho vamos abordar o Efeito Hall discutindo experimentos realizados afim de estimar o valores do Coeficiente Hall de dois metais,o cobre e o zinco.Com o objetivo de compará-los com o da literatura.

I. INTRODUÇÃO

O Efeito Hall consiste no deslocamento da direção, preferencial, do movimento dos elétrons sobre um material condutor, mediante a presença de um campo magnético. A trajetória das cargas é curvada devido às forças de Lorentz que surgem na presença do campo, fazendo com que haja um acúmulo de cargas nas extremidades do material, criando assim uma pequena diferença de potencial, mas que ainda pode ser medida pelo aparato.Uma quantidade muito importante relacionada ao Efeito Hall que podemos obter é o Coeficiente Hall.Essa quantidade,que será o objeto do nosso experimento,é proporcional ao Campo Hall e inversamente proporcional ao produto do fluxo de corrente com o campo magnético.Issso faz com que este efeito seja utilizado na medição de portadores de carga ou medições do campo magnético. No presente trabalho nós fizemos medidas independentes de dois materiais condutores,o Cobre(Cu) e o Zinco(Zn),para podermos estimar os seus respectivos Coeficientes Hall e compararmos com os da literatura[1].Discutiremos nas seções posteriores o método experimental que foi empregado para obtenção dos dados e como estes foram relacionados para chegarmos aos valores dos Coeficientes Hall.Bem como as conclusões que podemos chegar através da análise dos gráficos gerados a partir dos dados obtidos no experimento.

II. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização do experimento utilizamos dois circuitos acadêmicos da Phywe, um deles contendo uma placa de Cobre com espessura $d = 18 \mu\text{m}$ e outro de Zinco com espessura $d = 25 \mu\text{m}$.

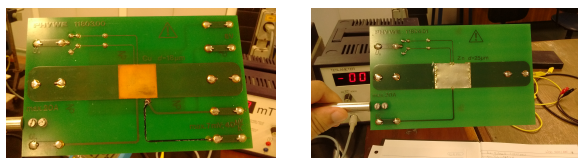


Fig. 1. à esquerda o circuito com o cobre(Cu) à direita o circuito com o zinco(Zn)

¹Marcos Paulo Gomes de Castro do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense. Matrícula: 113.025.115. marcospgcastro@fisica.if.uff.br

²Murilo Marinho Henrichs do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense.Matrícula:210.25.145. murilohe@fisica.if.uff.br

Os circuitos possuem 4 terminais para conectar os equipamentos de medição e geradores de função, sendo 2 horizontais, input e output, 2 verticais de input e output. Os terminais horizontais são para corrente de maior intensidade, fornecida pela *Fonte 1 DC (Fig 2) da bancada. Os terminais verticais são destinados a conectar o circuito ao amplificador de tensão, pois a Voltagem Hall possui baixa intensidade, para medir seu valor em série a este é conectado um Multímetro na função Voltagem. O circuito do Cobre (Cu) possui um recurso a mais, uma serpentina para aquecer a placa e fazer medições com diferentes valores de temperatura, porém este recurso não foi usado.A Fonte 1 DC é usada para fazer circular uma corrente de 12,5 A nos terminais horizontais, deslocando elétrons sobre a placa para que sejam sujeitos a mudança de trajetória pela força de Lorentz. A Fonte 2 DC(Fig 2) foi usada para circular uma corrente por dentro da uma bobina que é responsável pela geração do campo magnético, dado o formato de ferradura o campo próximo a placa pode ser considerada constante, pela sua proximidade entre as extremidades, um Teslâmetro(Fig 2), foi utilizado para medir o campo magnético durante o andamento do experimento.A montagem de todo aparato experimental consiste em inserir o sensor do Teslâmetro(Fig 2) junto ao circuito entre as extremidades do eletroímã, para medir o Campo Magnético durante a execução do experimento. A corrente DC que circula pelos terminais da bobina é fornecida pela Fonte 2, esta corrente i_2 é variada em quanto a corrente fornecida pela Fonte 1, i_1 , é mantida constante à 12,5 A. A corrente i_1 circula pelos terminais horizontais do circuito e o seu valor é verificado pelo próprio display da Fonte 1. A corrente i_2 que circula nos terminais da bobina também é verificada apenas pelo display da Fonte 2, sendo feita uma medição com a Fonte 2 ligada, e logo em seguida se desliga a fonte para realizar nova leitura e comparar a diferença entre as Voltagens, com e sem campo magnético.Fizemos neste caso uma medida ponta a ponto de maneira bem rápida para na transição entre a medida com e sem campo.

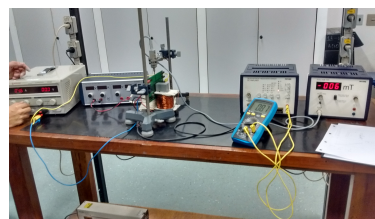


Fig. 2. Aqui vemos uma fotografia da montagem do experimento.Da esquerda para direita podemos ver:Fonte 1,Fonte 2,eletroímã,Sensor de Campo Magnético,Amplificador,Multímetro e o Teslâmetro

Apesar da Voltagem Hall ser em função do campo fizemos as medidas com e sem campo. Isso foi necessário pois o que precisamos saber é a diferença entre essas medidas, uma vez que isto nos dá a leitura correta da Voltagem Hall pois temos um valor dela com a deflexão dos portadores de carga e sem a deflexão dos portadores de carga.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fizemos as medidas para o Cobre no primeiro dia. Com a seguinte equação:

$$R_H = \frac{d\theta}{i} \quad (1)$$

Obtivemos o Coeficiente Hall do Cobre, onde θ é coeficiente angular da reta ajustada aos pontos obtidos através das medidas, d é a espessura do material e i a corrente que passa pelo material. O resultado calculado foi $R_H = (0,27 \pm 0,02) \cdot 10^{-12} \Omega \text{m/G}$ que é diferente do valor da literatura $R_H = -0,510 \cdot 10^{-12} \Omega \text{m/G}$. O gráfico da Fig 3 mostra a relação linear entre a Voltagem Hall e o campo magnético do cobre. Como podemos perceber as barras de erro deste gráfico estão

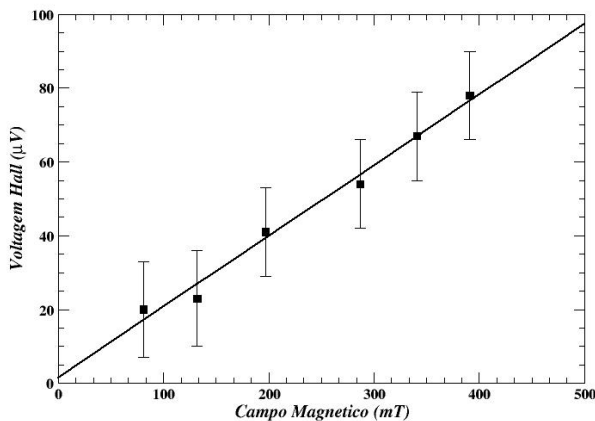


Fig. 3. Esse é o gráfico da Voltagem Hall por Campo Magnético, a partir do coeficiente angular dessa reta foi possível determinar o coeficiente hall do Cu

grandes. Uma análise de Chi-quadrado poderia confirmar as suspeitas dessas barras de erro estarem superestimadas. Foi necessário descartar alguns pontos com a justificativa de que foram causados por erros aleatórios como por exemplo o tempo o intervalo de tempo entre a medida da voltagem com e sem campo.

Para o zinco foram feitas duas medições em dias diferentes Fig 4, na primeira pela mesma razão que no cobre foi necessário a exclusão de alguns pontos. A primeira medida está sistematicamente acima da segunda, o que pode ser explicado por erros sistemáticos como por exemplo as medidas não terem sido feitas com o mesmo Multímetro. O Coeficiente Hall para o Zinco foi $R_H = (-0,44 \pm 0,02) \cdot 10^{-12} \Omega \text{m/G}$ que também é diferente da literatura $R_H = 110 \cdot 10^{-12} \Omega \text{m/G}$. Os

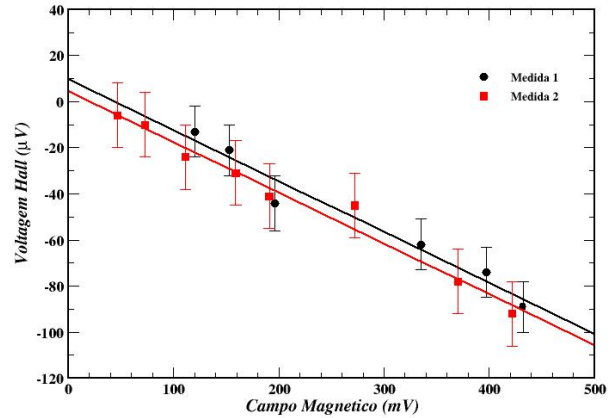


Fig. 4. Nesse gráfico temos a medida 1 em preto feita no primeiro dia e a medida 2 em vermelho feita no segundo dia, os coeficientes angulares dessas duas retas foi praticamente o mesmo $(-0,2213 \pm 0,02)$ da primeira medida e $(-0,220 \pm 0,01)$ da segunda medida, errata (o campo magnético foi medido em mT)

sinais opostos com o da literatura se justificam pelo sentido da corrente adotado nas medidas. O que pode estar por trás da discrepância entre o valor da literatura e o valor da literatura seria o amplificador não estar funcionando da maneira correta.

Podemos notar também que os gráficos do cobre e do zinco tem coeficientes angulares de sinais opostos, isso ocorre porque o Cu tem portadores de carga negativos e o Zn portadores de carga positivos. Fizemos uma terceira medida, dessa vez mantendo o campo fixo e variando apenas a corrente. As tabelas com os dados obtidos no experimento estão nas

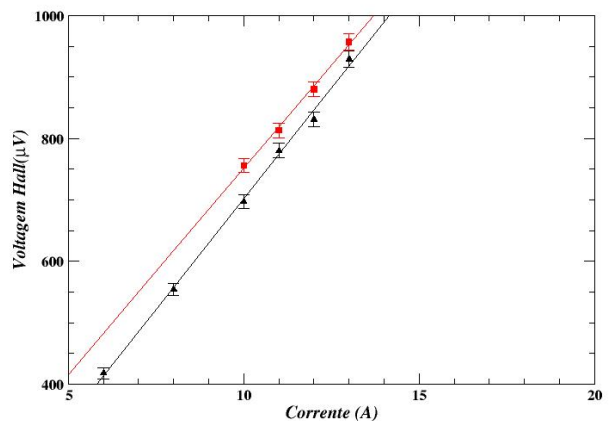


Fig. 5. Nesse gráfico temos a medida da voltagem hall em função da corrente, notamos que os pontos da curva em vermelho está sistematicamente acima dos valores dos pontos da curva em preto, isso pode ser causado por um erro no tratamento dos dados)

figuras anexas no apêndice.

IV. CONCLUSÕES

O que se pode concluir a partir do tratamento dos dados experimentais obtidos, foi que os portadores de carga do cobre são negativos e os do zinco positivos. Chegamos a valores do coeficiente Hall que eram diferentes da literatura, mas estavam na mesma ordem de grandeza, o que colocou em suspeita a aquisição dos dados principalmente em relação ao amplificador, o que fica para estudos posteriores para a melhora da medida.

APÊNDICE

REFERENCES

- [1] http://coral.ufsm.br/righi/Materiais/MEE_aula24.php#Hall
 [2] Construção de montagem experimental para Efeito Hall / Leonardo V. Perdomo e Lus Fernando Maestro / UNICAMP- IFWG.

MATERIAL_ Cu (data: 13/01/2016) com 12,5 A					
corrente (A)	Campo (mT)	VOLTAGENS (Volts)			Voltagem Hall (μ T)
		com campo	sem campo	Delta Voltagem	
4,16 \pm 0,01	-391 \pm 1	-4,23 \pm 0,02	-5,01 \pm 0,01	0,78 \pm 0,02	78 \pm 2
3,51 \pm 0,01	-341 \pm 1	-4,30 \pm 0,02	-4,97 \pm 0,01	0,67 \pm 0,02	67 \pm 2
3,08 \pm 0,01	-299 \pm 1	-4,42 \pm 0,01	-4,93 \pm 0,01	0,51 \pm 0,02	51 \pm 2
2,88 \pm 0,01	-287 \pm 1	-4,40 \pm 0,01	-4,94 \pm 0,01	0,54 \pm 0,02	54 \pm 2
1,93 \pm 0,01	-197 \pm 1	-4,57 \pm 0,01	-4,98 \pm 0,01	0,41 \pm 0,02	41 \pm 2
1,27 \pm 0,01	-132 \pm 1	-4,70 \pm 0,01	-4,93 \pm 0,01	0,23 \pm 0,02	23 \pm 2
1,02 \pm 0,01	-105 \pm 1	-4,74 \pm 0,01	-4,93 \pm 0,01	0,19 \pm 0,02	19 \pm 2
0,75 \pm 0,01	-81 \pm 1	-4,83 \pm 0,01	-5,03 \pm 0,01	0,20 \pm 0,01	20 \pm 1

MATERIAL_ ZN (data: 13/01/2016) com 12,5 A					
corrente (A)	Campo (mT)	VOLTAGENS (Volts)			Voltagem Hall (μ T)
		com campo	sem campo	Delta Voltagem	
4,69 \pm 0,01	432 \pm 1	-4,23 \pm 0,08	-3,34 \pm 0,08	-0,89 \pm 0,11	-89 \pm 11
4,18 \pm 0,01	397 \pm 1	-4,01 \pm 0,08	-3,27 \pm 0,08	-0,74 \pm 0,11	-74 \pm 11
3,46 \pm 0,01	335 \pm 1	-3,87 \pm 0,08	-3,25 \pm 0,08	-0,62 \pm 0,11	-62 \pm 11
2,20 \pm 0,01	275 \pm 1	-3,22 \pm 0,08	-3,48 \pm 0,08	0,26 \pm 0,11	26 \pm 11
1,95 \pm 0,01	196 \pm 1	-4,14 \pm 0,08	-3,70 \pm 0,08	-0,44 \pm 0,12	-44 \pm 12
1,51 \pm 0,01	153 \pm 1	-3,98 \pm 0,08	-3,77 \pm 0,08	-0,21 \pm 0,11	-21 \pm 11
1,16 \pm 0,01	120 \pm 1	-3,95 \pm 0,08	-3,82 \pm 0,08	-0,13 \pm 0,11	-13 \pm 11

MATERIAL_ ZN (data: 01/02/2016) com 12,5 A					
corrente (A)	Campo (mT)	VOLTAGENS (Volts)			Voltagem Hall (μ T)
		com campo	sem campo	Delta Voltagem	
4,69 \pm 0,01	422 \pm 1	6,79 \pm 0,10	5,87 \pm 0,10	0,92 \pm 0,14	92 \pm 14
3,94 \pm 0,01	370 \pm 1	6,63 \pm 0,10	5,85 \pm 0,10	0,78 \pm 0,14	78 \pm 14
2,83 \pm 0,01	272 \pm 1	6,35 \pm 0,10	5,90 \pm 0,10	0,45 \pm 0,14	45 \pm 14
2,01 \pm 0,01	191 \pm 1	6,31 \pm 0,10	5,90 \pm 0,10	0,41 \pm 0,14	41 \pm 14
1,62 \pm 0,01	159 \pm 1	6,26 \pm 0,10	5,95 \pm 0,10	0,31 \pm 0,14	31 \pm 14
1,10 \pm 0,01	111 \pm 1	6,26 \pm 0,10	6,02 \pm 0,10	0,24 \pm 0,14	24 \pm 14
0,71 \pm 0,01	73 \pm 1	6,19 \pm 0,10	6,09 \pm 0,10	0,10 \pm 0,14	10 \pm 14
0,45 \pm 0,01	47 \pm 1	6,16 \pm 0,10	6,10 \pm 0,10	0,06 \pm 0,14	6 \pm 14

Fig. 6. Tabelas com as medidas do cobre, do zinco no primeiro dia e do zinco no segundo dia