

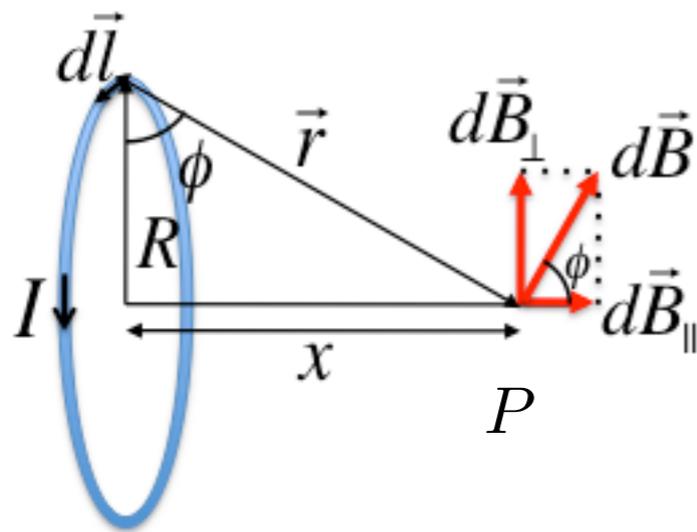
Laboratório 8:

Campo magnético produzido por corrente elétrica

MAGNETISMO PRODUZIDO POR CARGA EM MOVIMENTO

APLICAÇÕES DE BIOT-SAVART: ESPIRA CIRCULAR

- Campo B no ponto P $d\vec{B} = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{id\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \Rightarrow dB = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{idl \sin \theta}{r^2}$



$$d\vec{l} \perp \vec{r} \Rightarrow dB = \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \frac{Idl}{r^2}$$

$$dB_{\parallel} = dB \cos \phi; \quad dB_{\perp} = dB \sin \phi$$

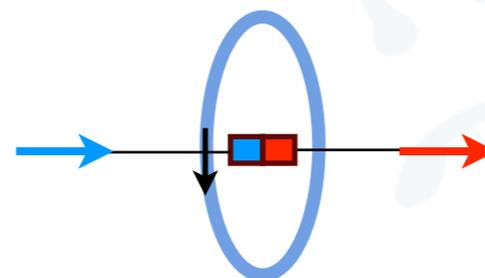
$$\cos \phi = \frac{R}{r}; \quad \sin \phi = \frac{x}{r}$$

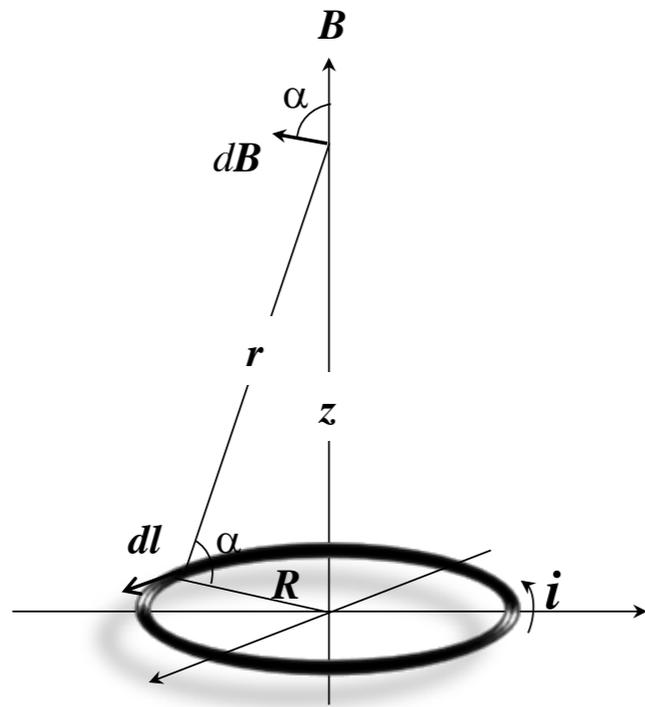
$$\vec{B}_{\perp} = \int d\vec{B}_{\perp} = 0$$

$$\vec{B}_{\parallel} = \int d\vec{B}_{\parallel} = \int dB_{\parallel} \hat{x}$$

$$B_{\parallel} = \int dB_{\parallel} = \int dB \cos \phi = \int \left(\frac{\mu_0}{4\pi}\right) \left(\frac{Idl}{r^2}\right) \left(\frac{R}{r}\right) = \left(\frac{\mu_0 IR}{4\pi r^3}\right) \int dl = \left(\frac{\mu_0 IR}{4\pi r^3}\right) 2\pi R = \frac{\mu_0 IR^2}{2r^3}$$

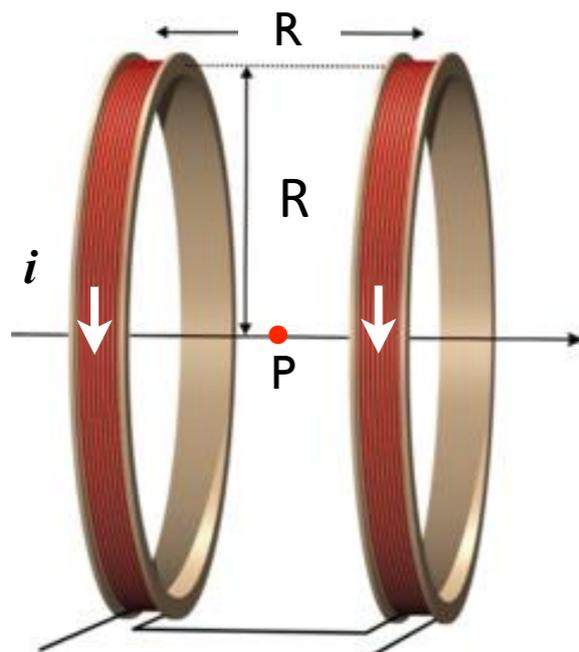
$$\vec{B} = \vec{B}_{\parallel} + \vec{B}_{\perp} = \frac{\mu_0 IR^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}} \hat{x}$$





$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i R^2}{2 (R^2 + z^2)^{3/2}} \hat{k}$$

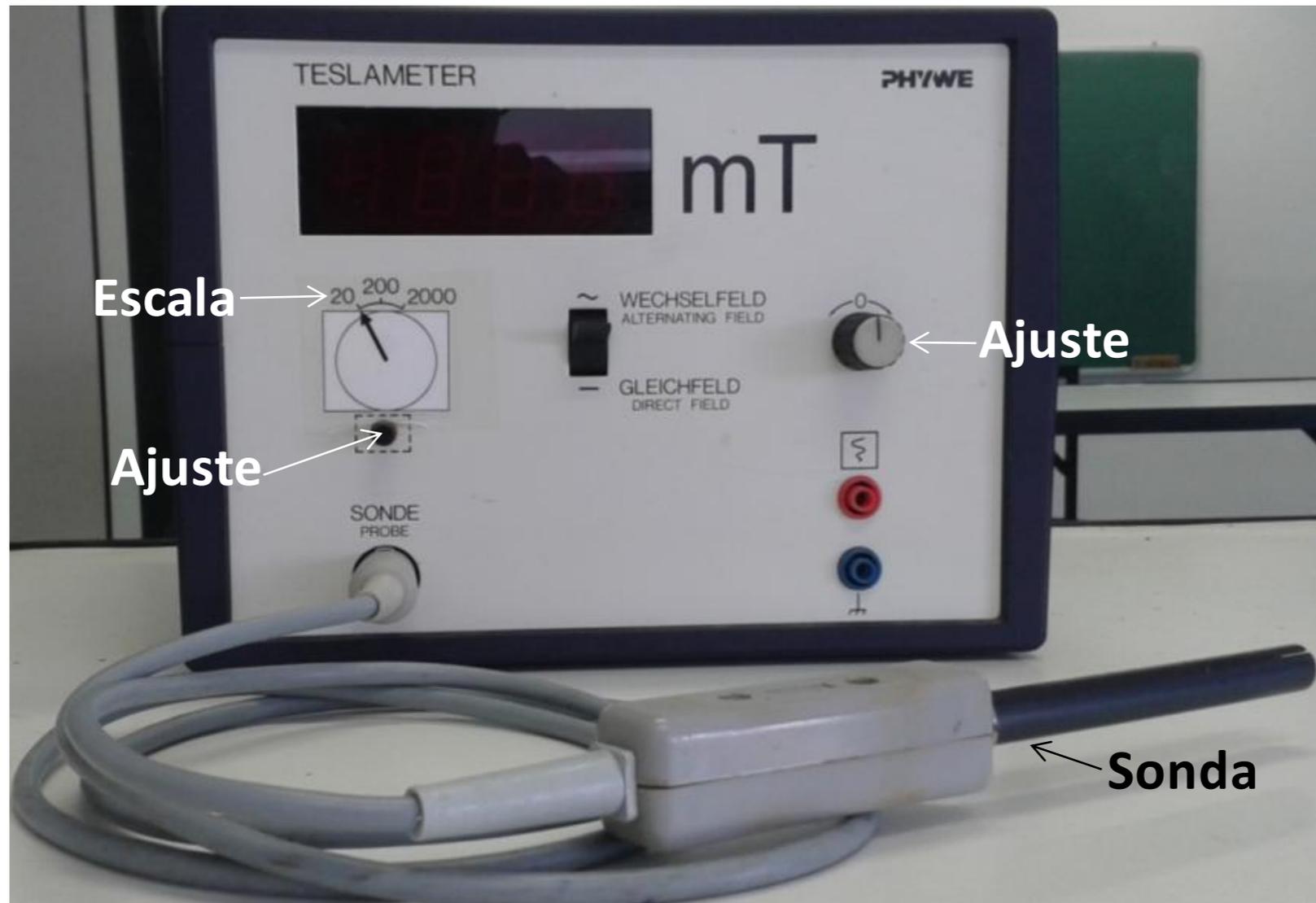
Considere 2 bobinas com $N=154$ espiras cada, ambas percorridas por uma mesma corrente i , como indicado na figura. As bobinas estão separadas por uma distância $d=2R$.



O campo magnético resultante no ponto P situado no eixo z, na mediatriz entre as duas espiras $z = \frac{R}{2}$, é:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N i R^2}{\left(R^2 + \frac{R^2}{4}\right)^{3/2}} = \frac{\mu_0 N i}{R (5/4)^{3/2}} \hat{k}$$

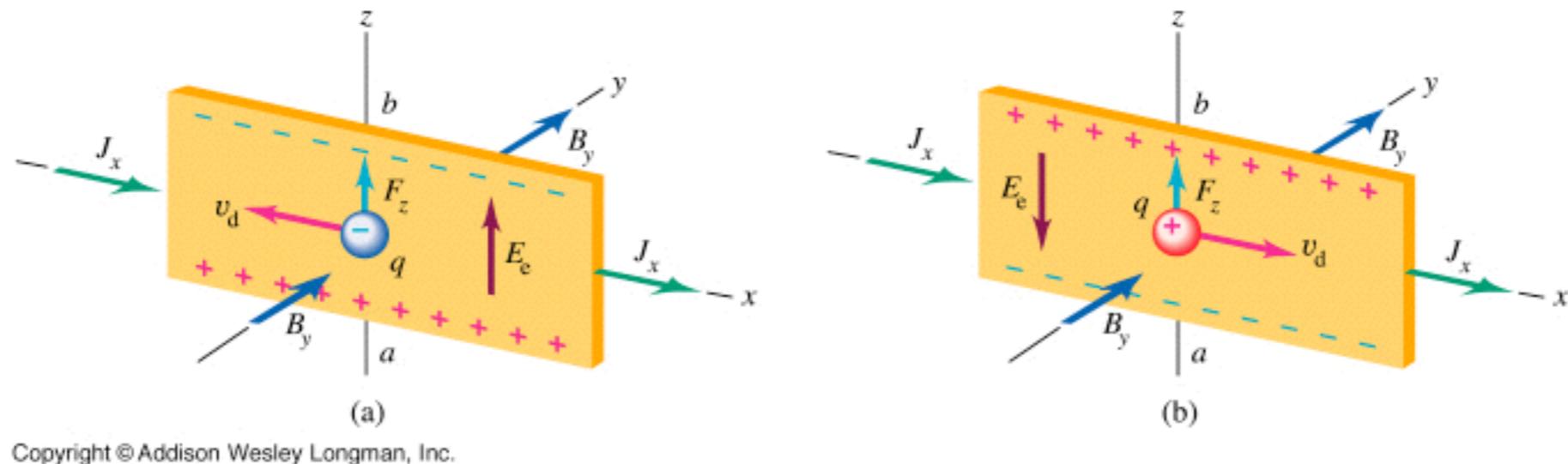
Teslametro



O aparelho converte a diferença de potencial transversa nos extremos da sonda Hall em valor de campo magnético na unidade mili-Tesla (10^{-3} T).

EFEITO HALL

CLÁSSICO



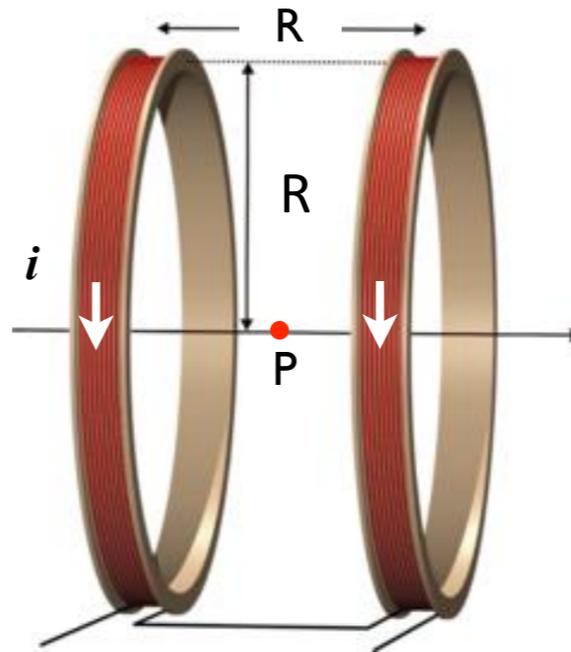
A força magnética cria uma d.d.p. transversa V_{ab} , cuja polaridade (sinal) depende da carga dos portadores de corrente. V_{ab} se estabiliza quando

$$q\vec{E} = q\vec{v} \times \vec{B} \Rightarrow E = vB$$

Considerando que a largura da tira é L e que sua espessura é ϵ , temos que

$$E = \frac{V}{L}; \quad v = \frac{j}{ne}; \quad j = \frac{i}{A} = \frac{i}{\epsilon L} \Rightarrow \boxed{B = \frac{ne\epsilon V}{i}}$$

Medição com o Teslametro



1. Ligue o teslametro para estabilizá-lo antes de montar o experimento.
2. Meça as dimensões das bobinas a partir da posição média das espiras, como indicado na figura 8.4. Anote os seus resultados, com as incertezas.
3. Calcule o valor esperado para o campo no centro da configuração, para uma corrente de $i = 2,0 \text{ A}$ e $N=154$.
4. Utilizando propagação de erros, obtenha também a incerteza deste resultado.

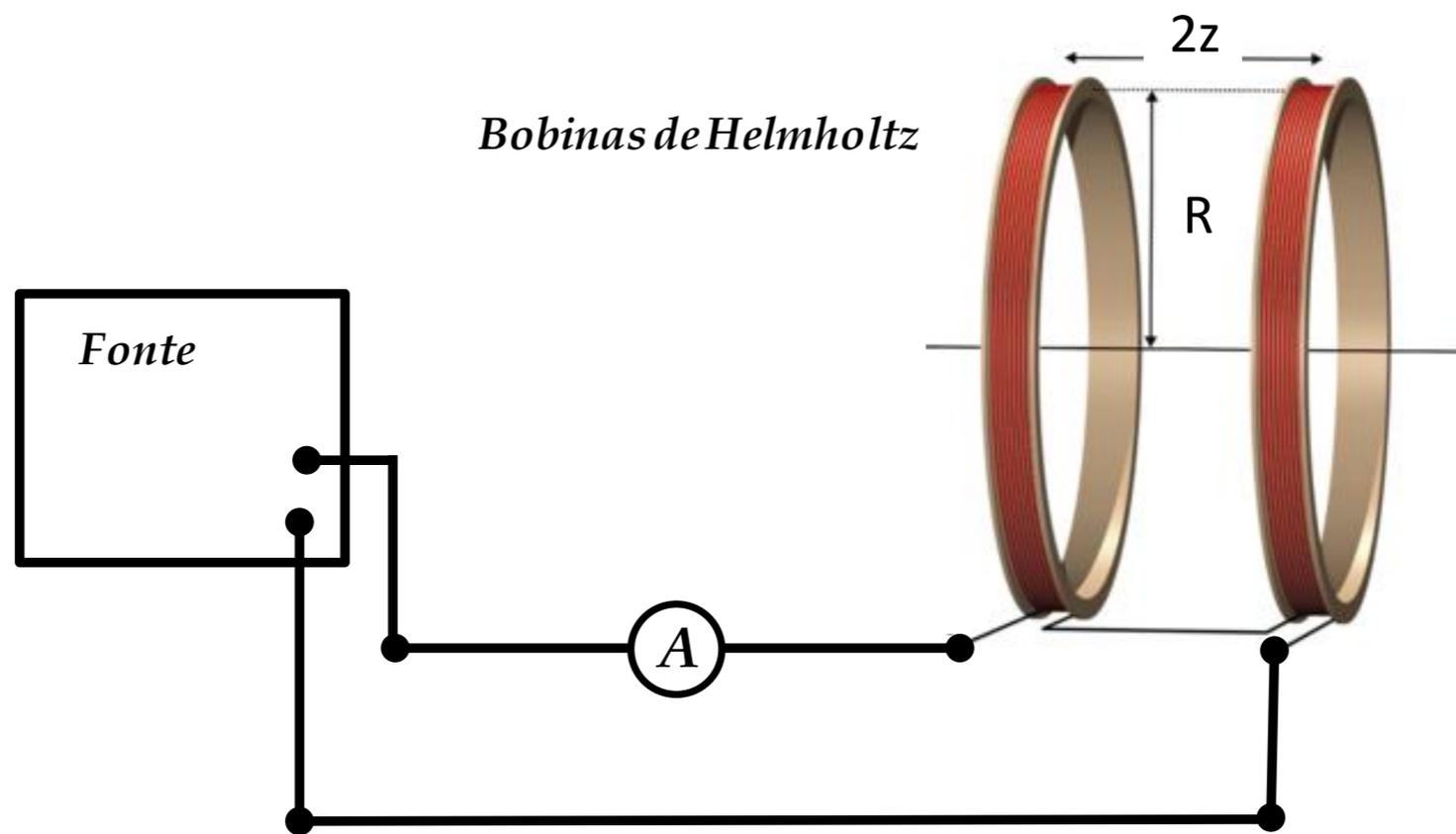


Figura 8.5. Circuito de alimentação das bobinas

1. Para obter correntes paralelas nas duas bobinas, conecte a entrada 1 de uma delas com a entrada 1 da outra, ou 2 com 2.
2. O botão da direita da fonte limita a corrente máxima de saída. Ele deve ser ajustado para 2,0 A.
3. O amperímetro deve estar conectado na escala de 10A.
4. Coloque o ajuste de tensão da fonte em zero, **mas não a ligue ainda.**

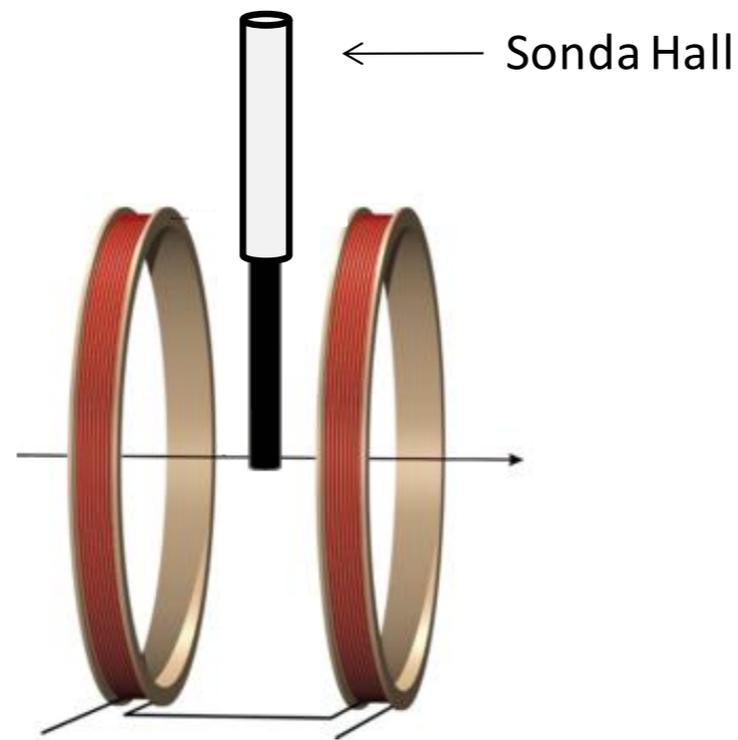


Figura 8.6. Posição de medida com a sonda Hall

1. Zere o valor indicado pelo teslametro, usando os ajustes grosso e fino.
2. Ligue a fonte e gire lentamente o botão que aumenta a tensão de saída, até que seja atingida a corrente de 2,0 A.
3. Coloque o extremo do sensor no centro da configuração de bobinas, com a etiqueta de fábrica paralela ao plano das bobinas (use a escala de 20mT).
4. Meça o valor do campo gerado (para melhor manuseio da sonda coloque-a na vertical de cima para baixo, figura 8.6).

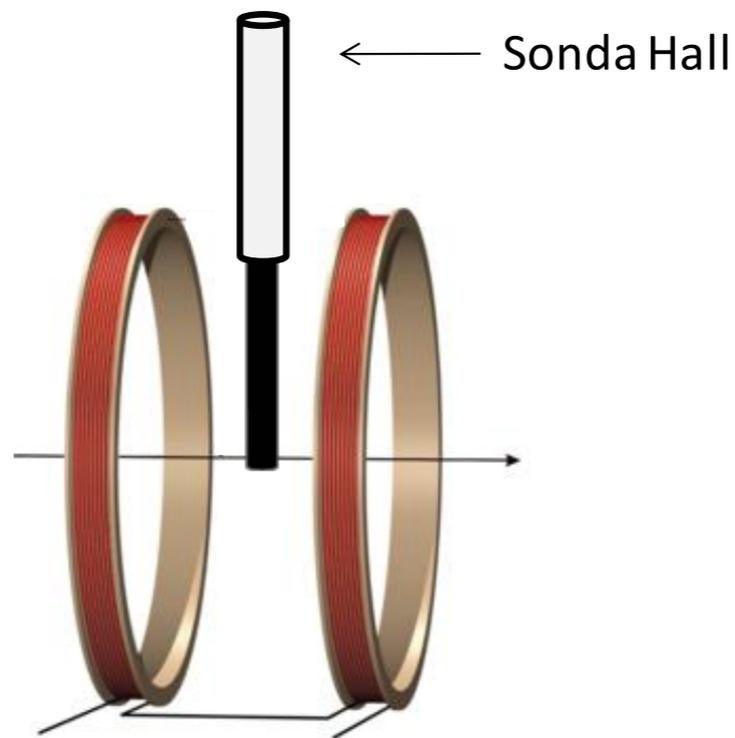


Figura 8.6. Posição de medida com a sonda Hall

5. Gire o medidor em 180° e meça o valor de campo. Se por acaso o módulo dos valores medidos forem diferentes, significa que o medidor não está zerado e o campo medido será o valor médio dos dois módulos.
6. Anote o resultado experimental e sua incerteza. Os resultados experimental e teórico concordam dentro de suas incertezas?
7. Mova o sensor em torno do centro da configuração numa região de aproximadamente 10cm. Descreva o que você observa.
8. Mova o sensor na vertical até sair da região das bobinas. Descreva o que você observa.

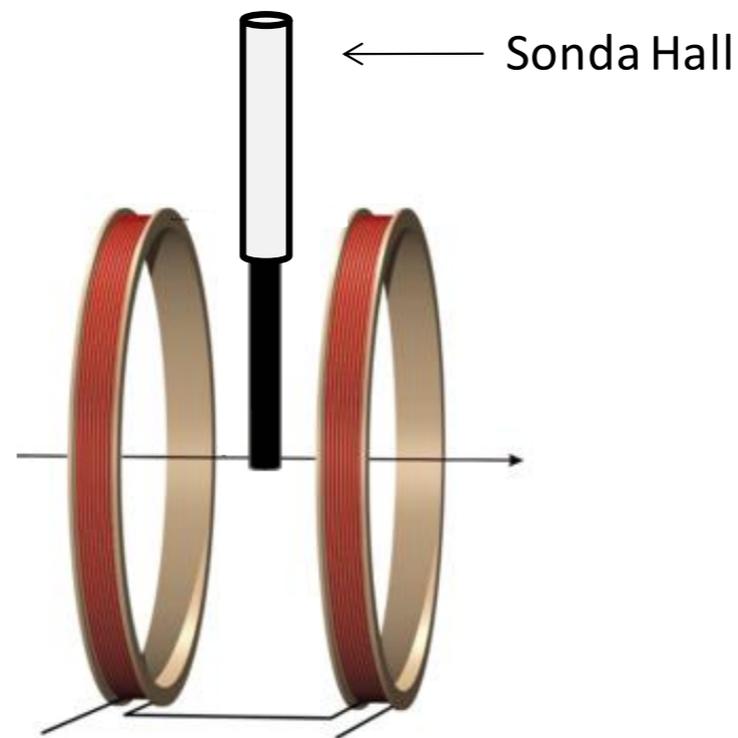


Figura 8.6. Posição de medida com a sonda Hall

9. Mova o sensor ao longo do eixo de simetria das bobinas até sair da região. Descreva o que você observa.
10. Diminua a tensão da fonte até zerá-la. Inverta a ligação de uma das bobinas (conecte 1 com 2 ou 2 com 1) e depois, gradualmente, aumente novamente a tensão da fonte até que a corrente seja de 2,0 A.
11. Meça o campo magnético nesta nova configuração. Descreva a sua conclusão e procure explicar o novo resultado.

Medição da componente horizontal do campo magnético terrestre

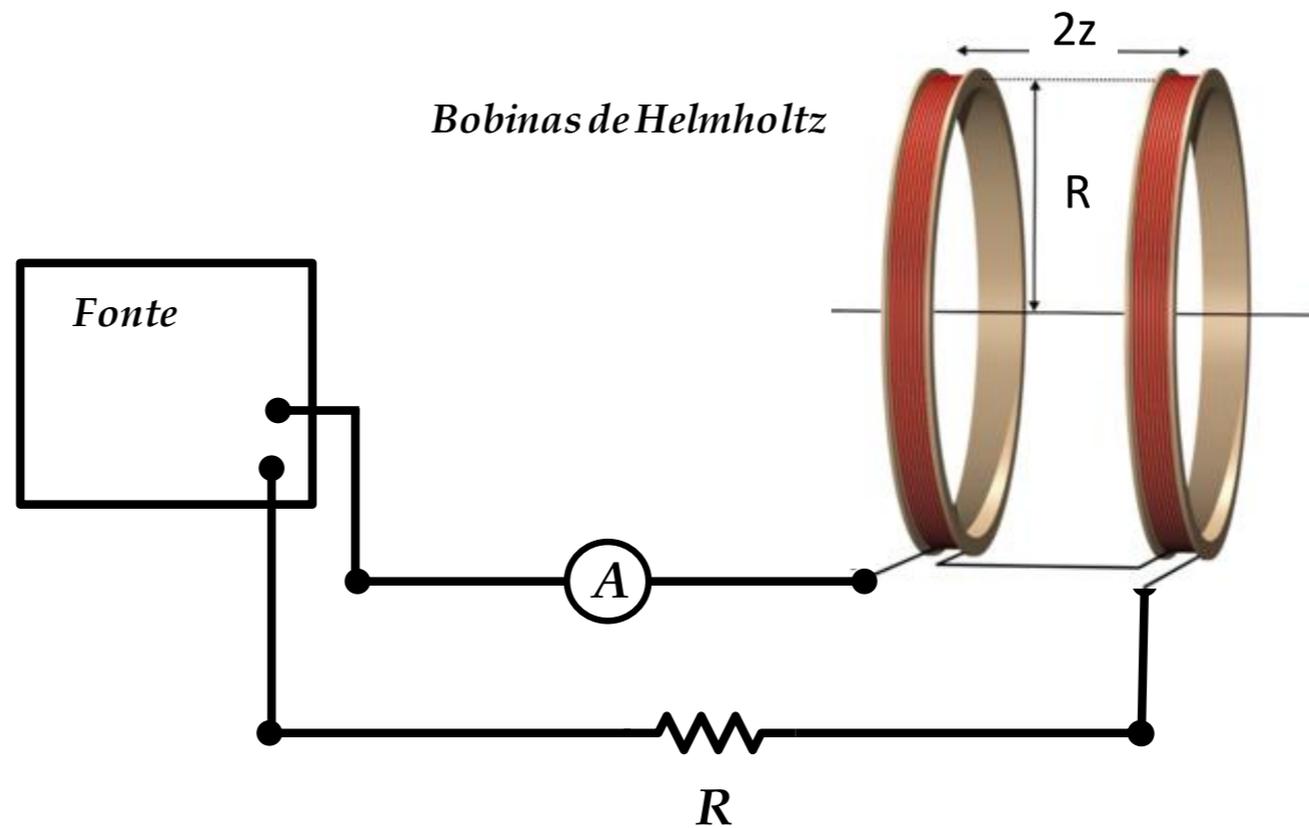
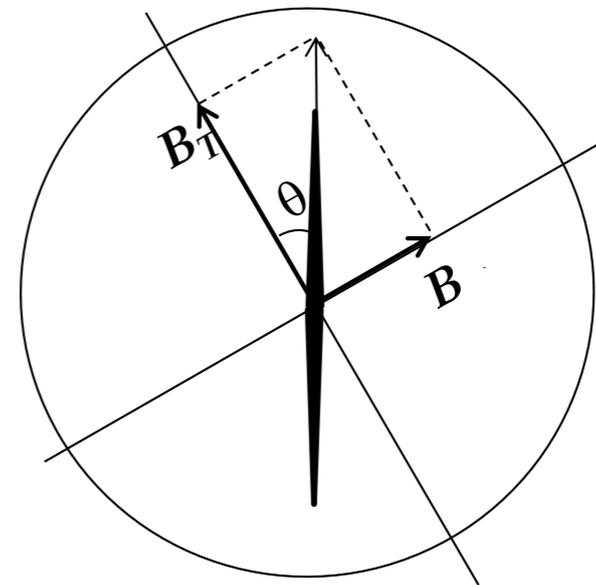
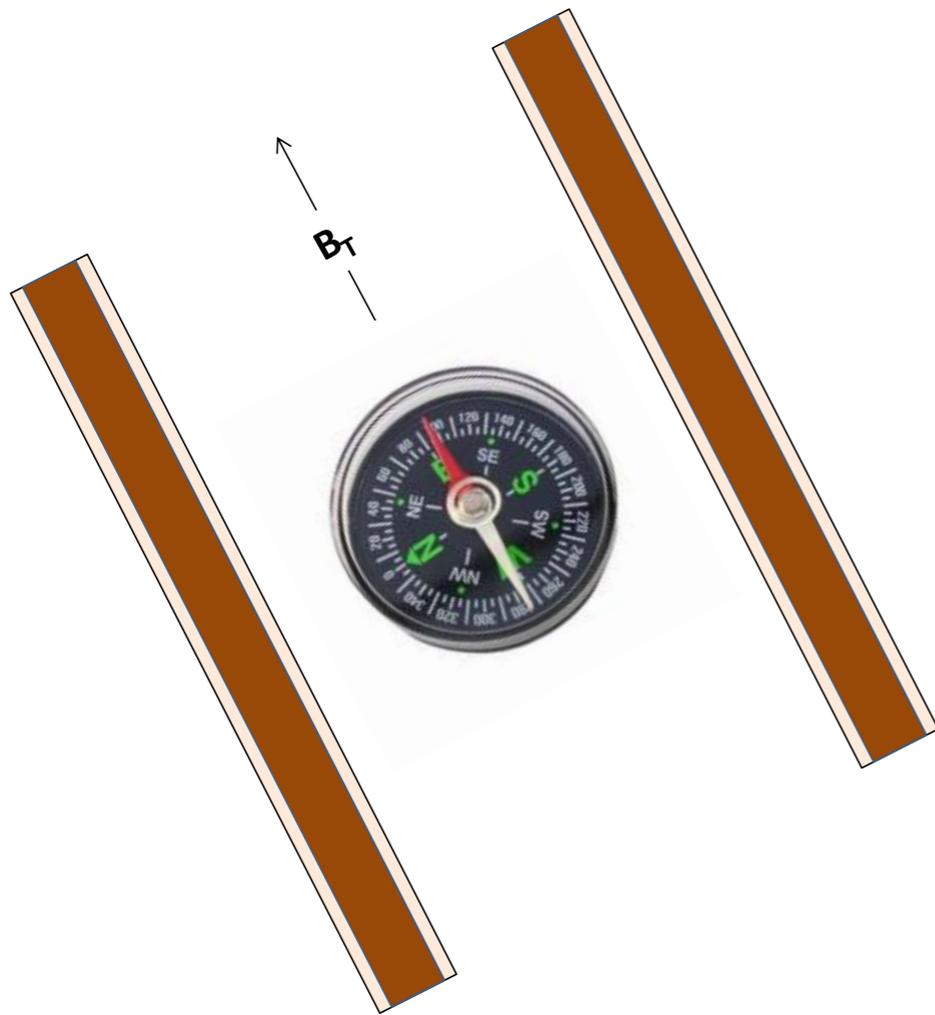


Figura 8.7. Circuito para medição do campo magnético da terra.

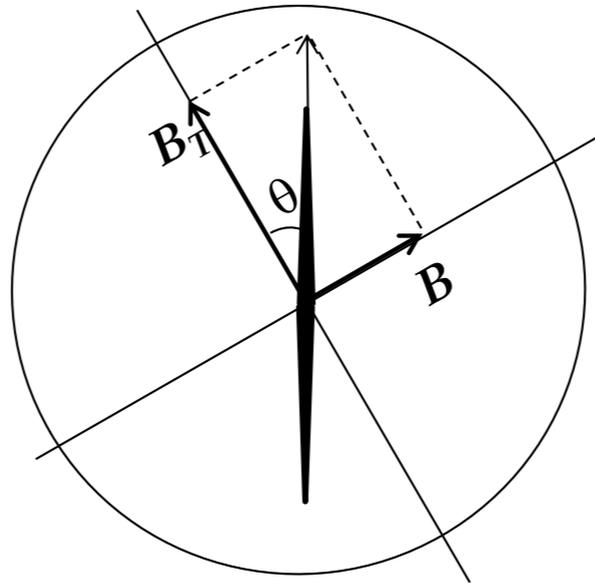
1. Ligue a resistência de 100 Ohms em série e prepare o Amperímetro para uma medida de até 200 mA, utilizando a escala conveniente.
2. Com a fonte desligada alinhe com cuidado a área das bobinas com a bússola e a coloque na posição Norte (0°), como detalhado a seguir.

Alinhe a bússola no centro entre as duas espiras de modo que a componente horizontal do campo magnético da Terra (B_T) fique paralelo aos planos das espiras, como indicado na figura.



Ao variar a intensidade do campo B produzido pelas bobinas, a agulha da bússola será defletida de um ângulo θ dado por

$$\tan \theta = \frac{B}{B_T}$$



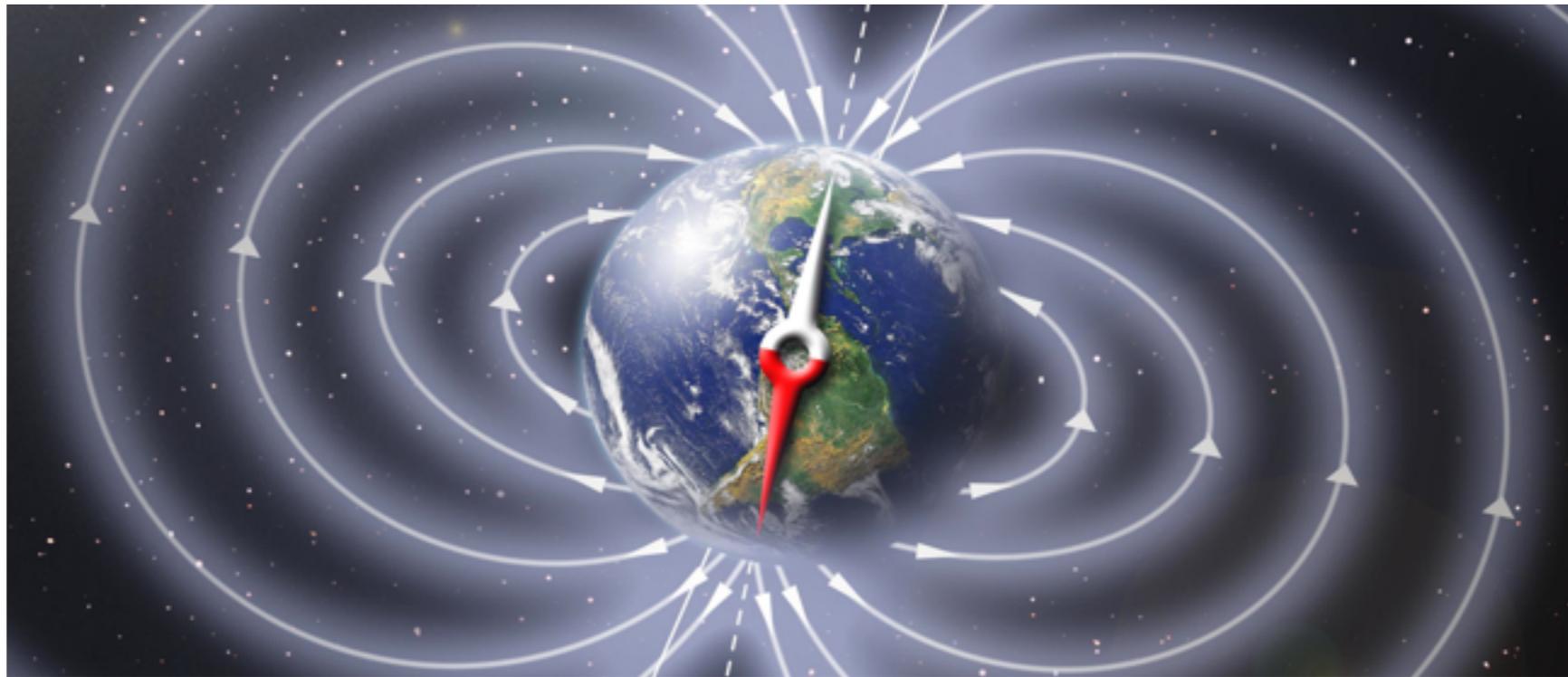
$$\tan \theta = \frac{B}{B_T}$$

O campo B produzido pelas bobinas é dado por $B = \frac{\mu_0 N i}{R (5/4)^{3/2}}$

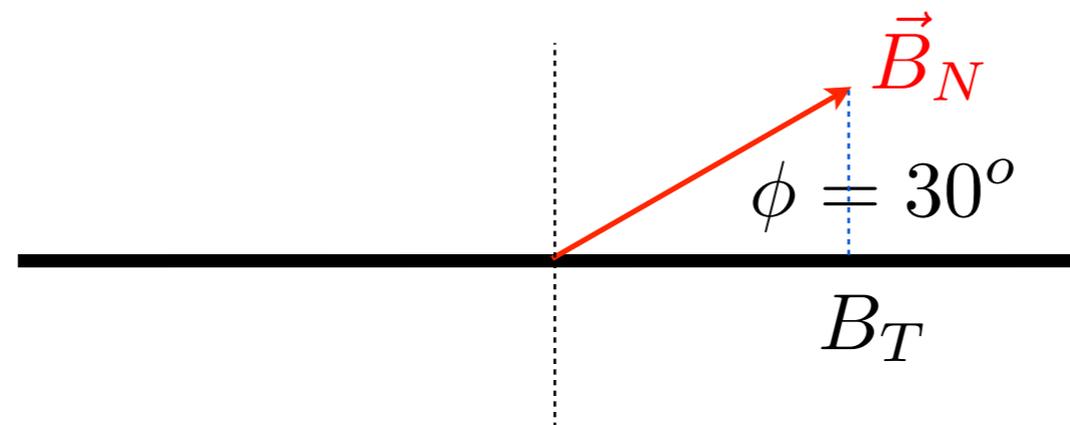
Traçando um gráfico da $\tan \theta \times i$ obteremos uma reta ($\tan \theta = \alpha i$) com coeficiente angular

$$\alpha = \frac{\mu_0 N}{B_T R (5/4)^{3/2}}$$

Determinando α determinamos B_T . Note que B_T representa a componente horizontal do campo magnético terrestre no laboratório.



Em Niterói, a intensidade do campo magnético da Terra é $B_N \approx 2,4 \times 10^{-5} T$ e ele forma um ângulo $\phi \approx 30^\circ$ com a direção horizontal, portanto,



em Niterói, a intensidade da componente horizontal do campo magnético da terra é

$$B_T = B_N \cos 30^\circ \approx 2.08 \times 10^{-5} T$$