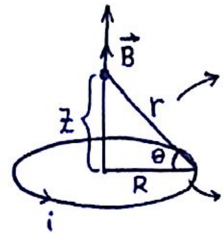
Lista 10 - Eletromagnetismo

4)

a)



$r = \sqrt{R^2 + z^2}$

$\cos\theta = \dfrac{R}{r}$

$$dB_z = \frac{\mu_0 . i}{4\pi} \frac{dl}{r^2} \cos\theta$$

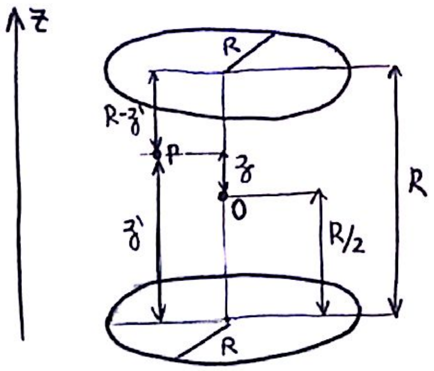
$$dB_z = \frac{\mu_0 i}{4\pi r^2} \cdot \frac{R}{r} \cdot dl$$

(os dB's na horizontal se cancelam sobrando só na direção z.)

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{R}{r^3} \hat{z} \oint_c dl = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \frac{R}{r^3} (2\pi R) \hat{z} = \frac{\mu_0 i R^2}{2 r^3} \hat{z}$$

$$\boxed{\vec{B} = \frac{\mu_0 i R^2 \hat{z}}{2\left(\sqrt{R^2+z^2}\right)^3}}$$

b) i) Bobina de Helmholtz:



Para calcular o campo no ponto P (fig), só precisamos somar o campo gerado pela bobina de cima (a uma distância R-z') com o gerado pela bobina de baixo (a uma distância z').

Como $z = z' - R/2$,

$z' = z + R/2$ e $R - z' = \dfrac{R}{2} - z$

substituindo na equação encontrada em a)

$$\boxed{\vec{B}_H = \frac{\mu_0 i R^2}{2} \left\{ \left[\left(z + \frac{R}{2}\right)^2 + R^2 \right]^{-3/2} + \left[\left(\frac{R}{2} - z\right)^2 + R^2 \right]^{-3/2} \right\} \hat{z}}$$

ii) Bobina Anti-Helmholtz

Analogamente, obtemos:

$$\boxed{\vec{B}_{ANTI} = \frac{\mu_0 i R^2}{2} \left\{ \left[\left(z + \frac{R}{2}\right)^2 + R^2 \right]^{-3/2} - \left[\left(\frac{R}{2} - z\right)^2 + R^2 \right]^{-3/2} \right\} \hat{z}}$$

expandindo em torno de zero:

- Helmholtz: $\dfrac{8 \mu_0 i}{R^4 . 5^{3/2}} \longrightarrow$ constante! :)

- Anti-Helmholtz: $\left(\dfrac{-3R^3 \mu_0 i}{\left(\frac{5R^2}{4}\right)^{5/2} . 2} \right) z + \dfrac{8 \mu_0 i}{R^4 5^{3/2}} \longrightarrow$ proporcional a z!