Assuntos abordados

- Breve revisão:
  - Eqs. De Maxwell: estática e quasi-estática;
  - Forma integral da 1ª. Eq. de Maxwell: Lei de Ampère;
- Aplicação da Lei de Ampère:
  - Campo magnético produzido por uma corrente linear e infinita;

Eqs. de Maxwell: estática e quase-estática

- As Eqs. de Maxwell: estática ou quase-estática

$$\begin{cases} \vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \dfrac{\partial \vec{D}(t)}{\partial t} & (1) \quad \rightarrow \vec{\nabla} \times \vec{H} = \sigma \cdot \vec{E} + \varepsilon \cdot \dfrac{\partial \vec{E}(t)}{\partial t} \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 & (2) \quad \rightarrow \vec{\nabla} \cdot \vec{H} = 0 \\ \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}(t)}{\partial t} & (3) \quad \rightarrow \vec{\nabla} \times \vec{E} = 0\, \mu \cdot \dfrac{\partial \vec{H}(t)}{\partial t} \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho_v & (4) \quad \rightarrow \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \dfrac{\rho_v}{\varepsilon} \end{cases}$$

- Relações constitutivas:

$$\begin{cases} \vec{D} = \varepsilon \cdot \vec{E} \\ \vec{B} = \mu \cdot \vec{H} \\ \vec{J} = \sigma \cdot \vec{E} \end{cases}$$

$\vec{E}: campo\ elétrico;$

$\vec{D}: densidade\ de\ campo\ elétrico;$

$\varepsilon: permissividade\ elétrica;$

$\vec{H}: campo\ magnético;$

$\vec{B}: densidade\ de\ campo\ magnético;$

$\mu: permeabilidade\ magnética;$

$\vec{J}: densidade\ de\ corrente;$

$\sigma: condutividade\ elétrica;$

$\rho_v: densidade\ volumétrica\ de\ cargas;$

- *Teorema de Stokes:*
  - *Seja uma função vetorial $\vec{A}(x, y, z)$ genérica descrita em coordenada cartesianas como:*

$$\vec{A}(x, y, z) = A_x(x, y, z)\hat{a}_x + A_y(x, y, z)\hat{a}_y + A_z(x, y, z)\hat{a}_z$$

  - *Segundo o Teorema de Stokes:*

$$\int_S \left[\vec{\nabla} \times \vec{A}(x, y, z)\right] \cdot \overrightarrow{dS} \equiv \oint_l \vec{A}(x, y, z) \cdot \overrightarrow{dl}$$

(Fluxo do rotacional de $\boldsymbol{\vec{A}(x, y, z)}$) **(Circulação de $\boldsymbol{\vec{A}(x, y, z)}$)**

Forma integral da 1ª Eq. de Maxwell

- Primeira eq. de Maxwell: $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \dfrac{\partial \vec{D}(t)}{\partial t}$

- Na magnetostática: $\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J}$

- Integrando sobre uma superfície aberta (fluxo):

$$\int_S [\vec{\nabla} \times \vec{H}(\dots)] \cdot \overrightarrow{dS} = \int_S \vec{J}(\dots) \cdot \overrightarrow{dS}$$

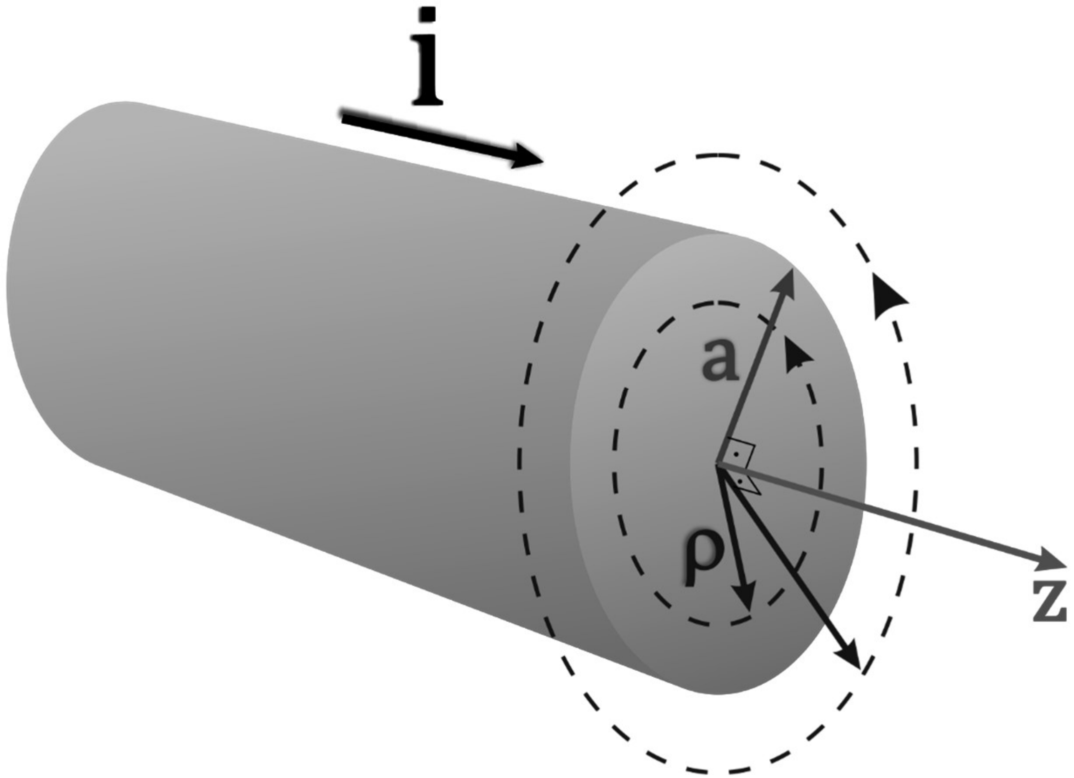
- Substituindo a identidade de Stokes:

(Forma Integral)

$$\oint_l \vec{H}(\dots) \cdot \overrightarrow{dl} = \int_S \vec{J}(\dots) \cdot \overrightarrow{dS} \quad \rightarrow \boxed{\oint_l \vec{H}(\dots) \cdot \overrightarrow{dl} = i_{env}}$$

(Lei de Ampère)

- Campo magnético produzido por uma corrente contínua e linear, através de um condutor circular, infinito e de raio a:



$i)\ \vec{J} = \dfrac{i}{\pi \cdot a^2}\hat{a}_z$

$ii)\ \vec{H}(\rho) = H(\rho)\hat{a}_\varphi$

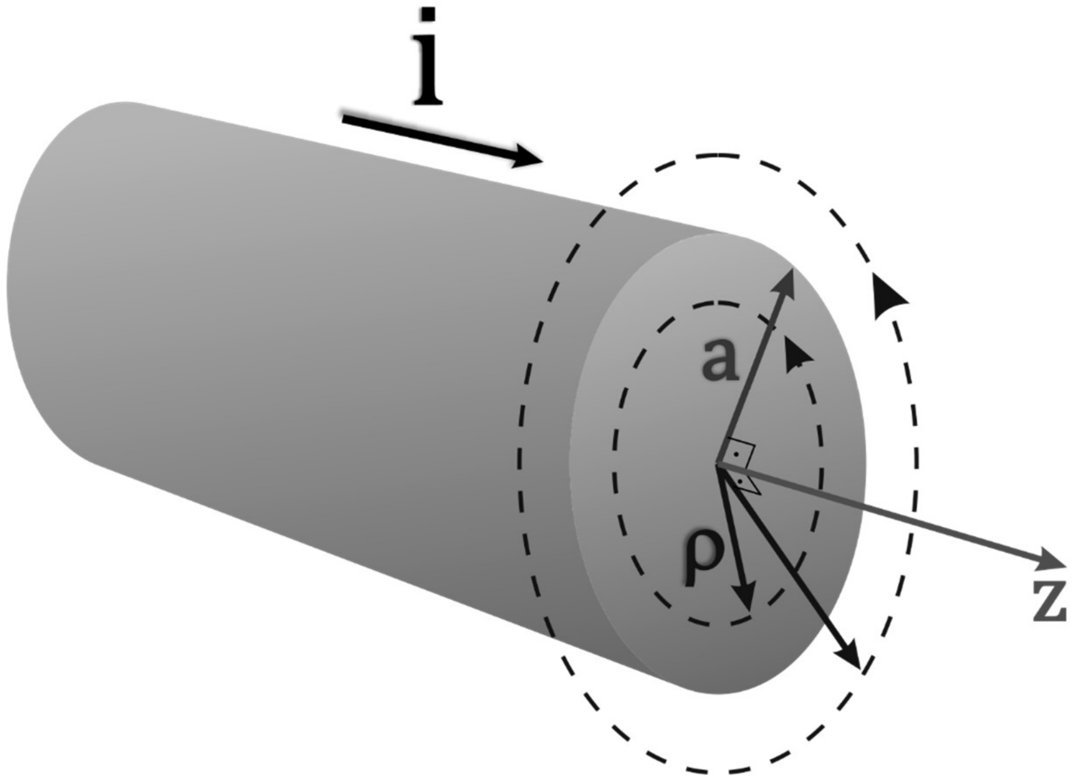
$iii)\ Para\ 0 < \rho < a$:

$$i_{env} = \int_S \vec{J} \cdot \overrightarrow{dS} \quad \therefore \quad \overrightarrow{dS} = \rho d\rho d\varphi \hat{a}_z$$

$iv)\ Para\ \rho \geq a$:

$$i_{env} = i$$

- *Campo magnético produzido por uma corrente contínua e linear, através de um condutor circular, infinito e de raio a:*



$iii)\ Para\ 0 < \rho < a$:

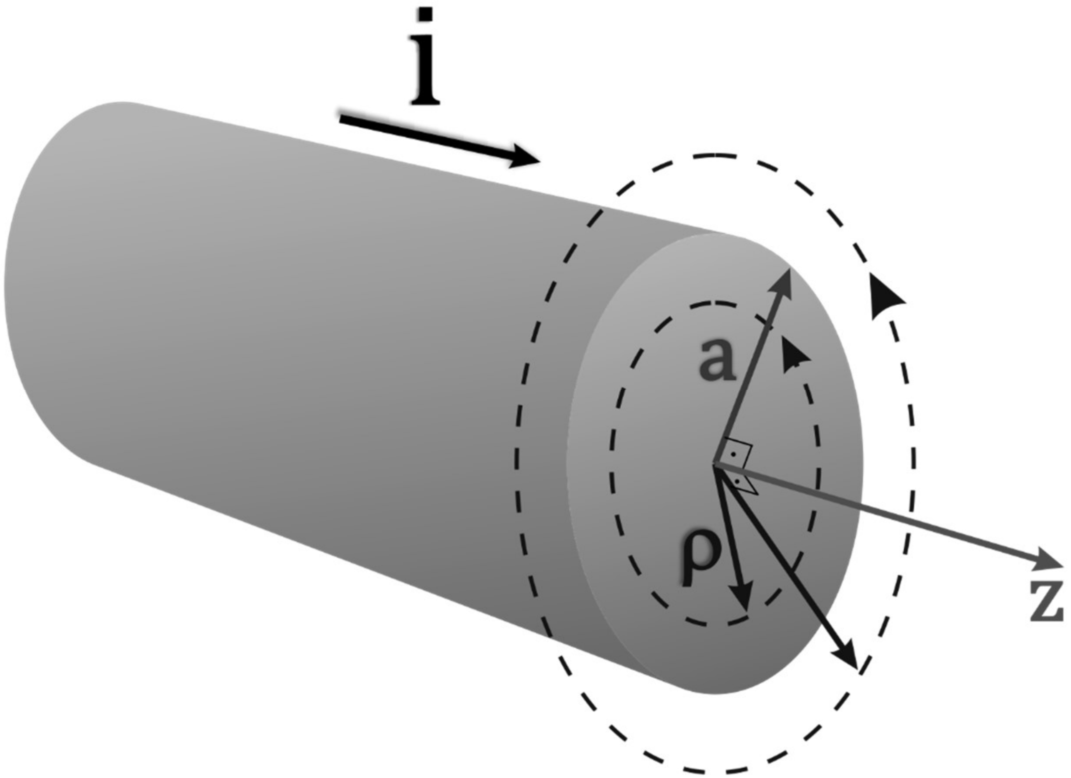
$$\oint_l \vec{H} \cdot \vec{dl} = \int_S \vec{J} \cdot \vec{dS}$$

$$\rightarrow \int_0^{2\pi} H(\rho)\hat{a}_\varphi \cdot \rho d\varphi \hat{a}_\varphi = \int_0^{2\pi} \int_0^{\rho} \frac{i}{\pi \cdot a^2} \hat{a}_z \cdot \rho d\rho d\varphi \hat{a}_z$$

$$\rightarrow \int_0^{2\pi} H(\rho) \cdot \rho \ \ d\varphi = \int_0^{2\pi} \int_0^{\rho} \frac{i}{\pi \cdot a^2} \cdot \rho d\rho d\varphi$$

$$\rightarrow H(\rho) \cdot \rho \cdot 2\pi = \frac{i}{\pi \cdot a^2} \cdot \frac{\rho^2}{2} \cdot 2\pi \rightarrow H(\rho) = \frac{i}{2 \cdot \pi \cdot a^2} \cdot \rho$$

- *Campo magnético produzido por uma corrente contínua e linear, através de um condutor circular, infinito e de raio a:*



$iv)\ Para\ \rho \geq a$:

$$\oint_l \vec{H} \cdot \vec{dl} = i$$

$$\rightarrow \int_0^{2\pi} H(\rho)\hat{a}_\varphi \cdot \rho d\varphi \hat{a}_\varphi = i$$

$$\rightarrow \int_0^{2\pi} H(\rho) \cdot \rho \ \ d\varphi = i$$

$$\rightarrow H(\rho) \cdot \rho \cdot 2\pi = i \rightarrow H(\rho) = \frac{i}{2 \cdot \pi \cdot \rho}$$