



Assuntos abordados

- Indutância própria:
 - Definição;
 - Energia armazenada nos indutores;
 - Aplicações:
 - Indutância de uma espira circular;
 - Indutância de um solenoide;
 - Indutância de um toroide;
- Indutância Mútua;
- Circuitos Magnéticos;



Indutância Própria

- De todos os sistemas analisados até aqui: $H \propto i$;
- Naturalmente: $B \propto i \therefore \vec{B} = \mu \cdot \vec{H} \left[\frac{H}{m} \cdot \frac{A}{m} \equiv \frac{H \cdot A}{m^2} \equiv \frac{Wb}{m^2} \right]$
- Fluxo magnético: $\Phi = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$
- Portanto: $i \xrightarrow{N} H \xrightarrow{\mu} B \xrightarrow{S} \Phi \therefore \Phi \propto i$
- Indutância própria (L): constante de proporcionalidade entre Φ e i

$$L = \frac{N \cdot \Phi \cdot k}{i} \equiv \frac{\lambda}{i}$$

λ : *acoplamento magnético entre as espiras*
 k : *fator de acoplamento mag. ($0 \leq k \leq 1$)*



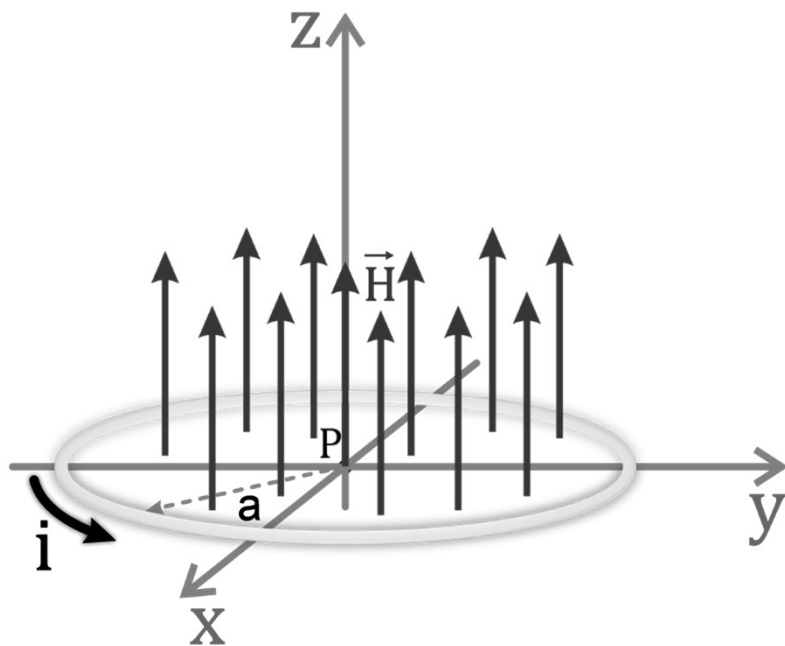
Energia armazenada no indutor

- Os indutores são reservatórios de energia magnética:

$$E_L = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2$$



Indutância da Espira Circular



$$i) \vec{H} = \frac{i}{2 \cdot a} \hat{a}_z$$

$$ii) \vec{B} = \frac{\mu_o i}{2 \cdot a} \hat{a}_z$$

$$iii) \Phi = \int_S \frac{\mu_o i}{2 \cdot a} \hat{a}_z \cdot \rho d\varphi d\rho \hat{a}_z \equiv \frac{\mu_o i}{2 \cdot a} \cdot \frac{a^2}{2} \cdot 2\pi$$

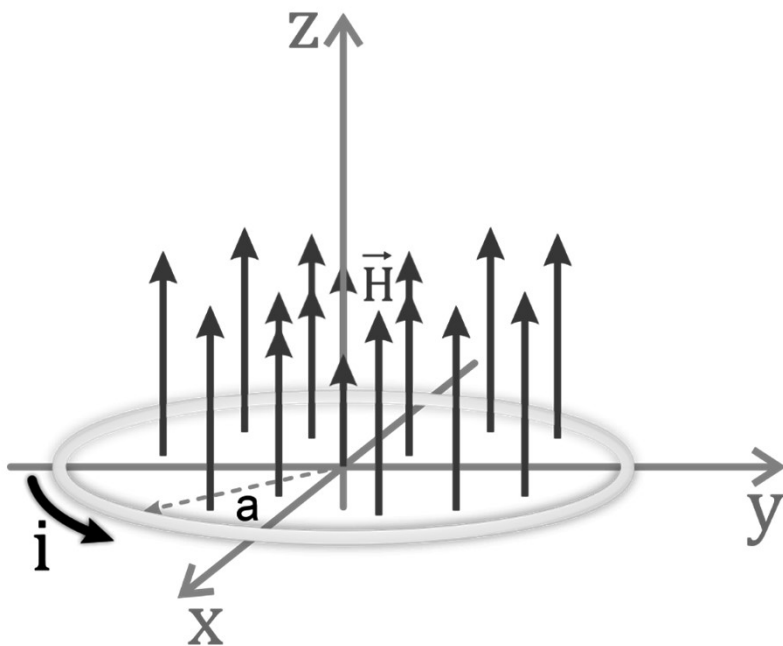
$$\rightarrow \Phi = \frac{\mu_o \cdot a \cdot \pi}{2} \cdot i$$

$$iv) L = \frac{\mu_o \cdot a \cdot \pi}{2}$$



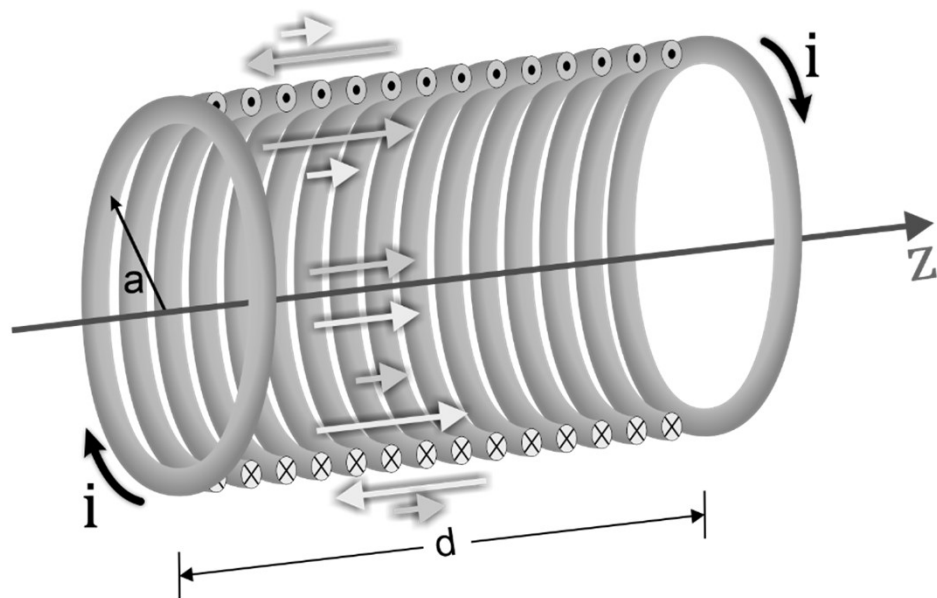
Indutância da Espira Circular

$$i) \vec{H} = \frac{i}{2 \cdot a} \cdot \left(1 + 0,25 \cdot \frac{\rho}{a} \right) \hat{a}_z$$





Indutância do Solenoide



$d > 3a$

$$i) \vec{H} = n \cdot i \hat{a}_z$$

$$ii) \vec{B} = \mu_o \cdot n \cdot i \hat{a}_z$$

$$iii) \Phi = \int_S \mu_o \cdot n \cdot i \hat{a}_z \cdot \rho d\varphi d\rho \hat{a}_z \equiv$$

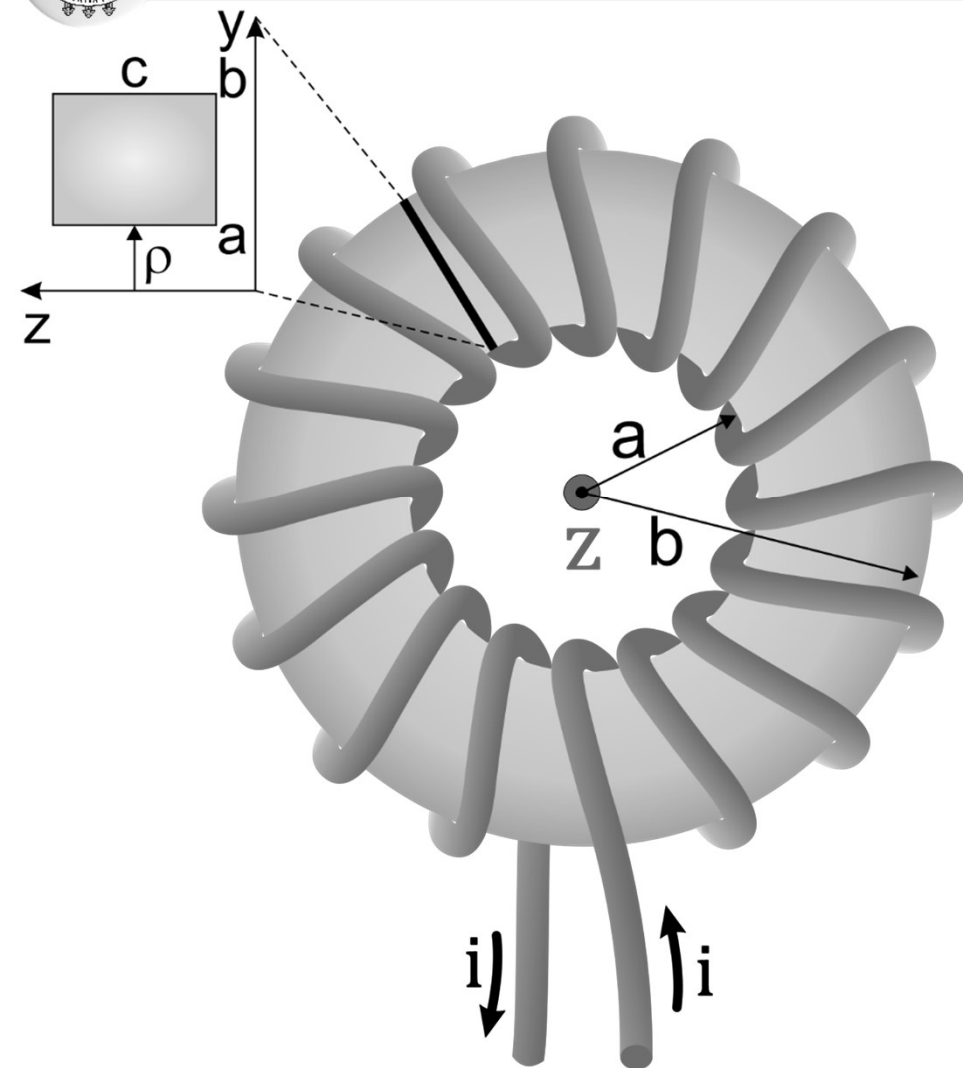
$$\rightarrow \Phi = \mu_o \cdot n \cdot a^2 \cdot \pi \cdot i \equiv \mu_o \cdot \frac{N}{d} \cdot A_{st} \cdot i$$

$$iv) \lambda = N \cdot \Phi \cdot k$$

$$v) L = \frac{\lambda}{i} \approx \mu_o \cdot \frac{N^2}{d} \cdot A_{st}$$



Indutância do Toroide



$$i) \vec{H}(\rho) = -\frac{N}{2 \cdot \pi \cdot \rho} \cdot i \hat{a}_\varphi$$

$$ii) \vec{B} = -\mu_o \cdot \frac{N}{2 \cdot \pi \cdot \rho} \cdot i \hat{a}_\varphi$$

$$iii) \Phi = \int_S -\mu_o \cdot \frac{N}{2 \cdot \pi \cdot \rho} \cdot i \hat{a}_\varphi \cdot -d\rho dz \hat{a}_\varphi$$

$$\rightarrow \Phi = \mu_o \cdot \frac{N}{2 \cdot \pi} \cdot i \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) \cdot c$$

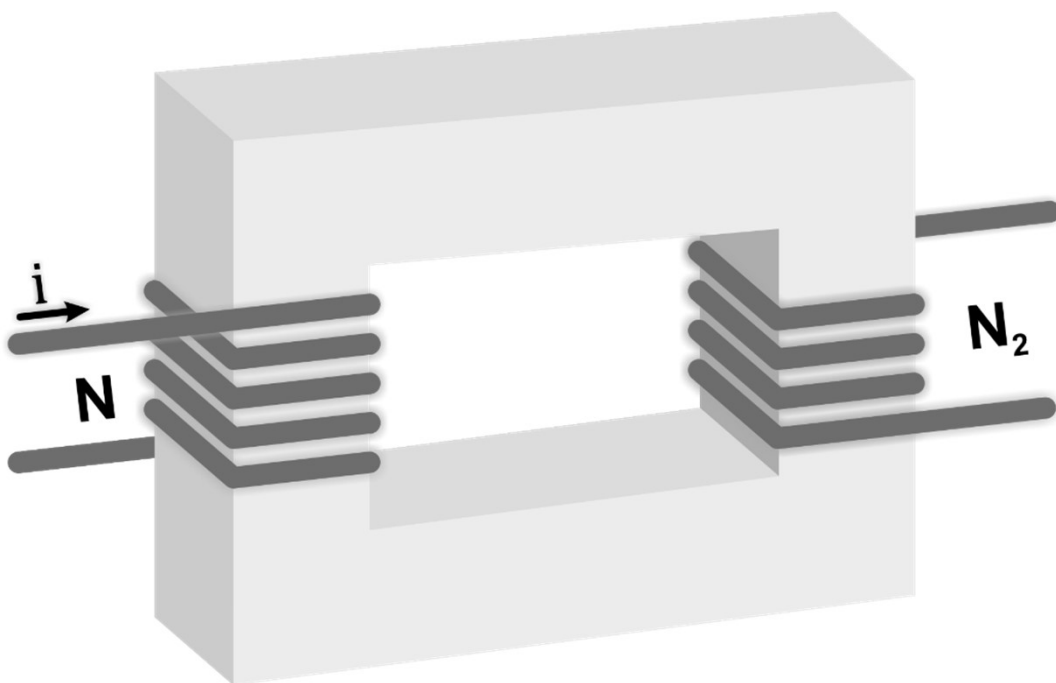
$$iv) \lambda = N \cdot \Phi \cdot k$$

$$v) L = \frac{\lambda}{i} \approx \mu_o \cdot \frac{N^2}{2 \cdot \pi} \cdot \ln\left(\frac{b}{a}\right) \cdot c$$



Indutância Mútua

- Indutância mútua (M): constante de proporcionalidade entre λ_2 e i ;



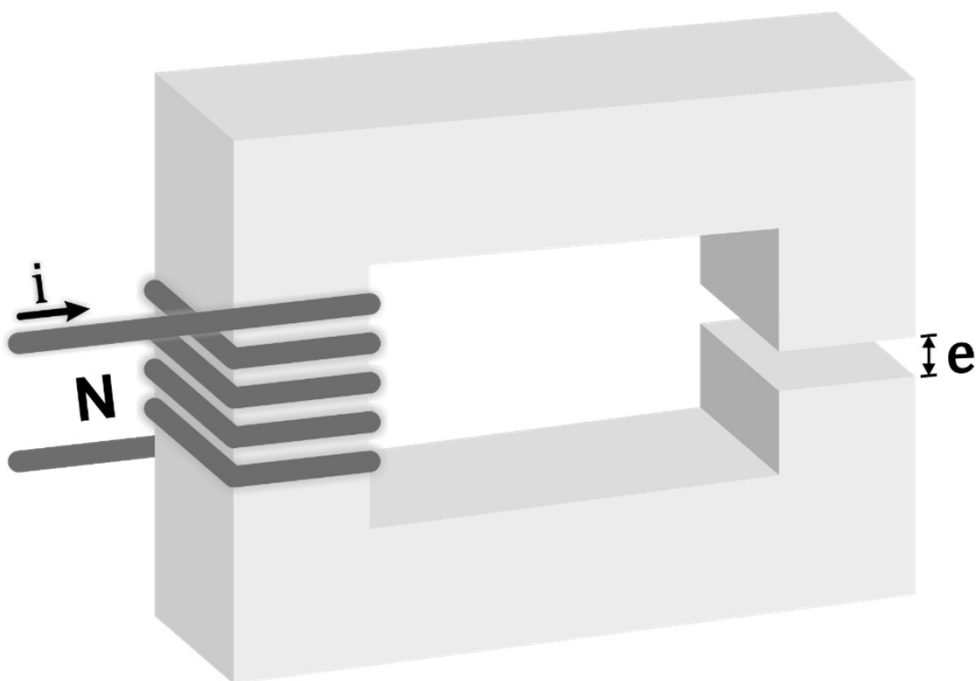
$$M = \frac{N_2 \cdot \Phi \cdot k_2}{i} \equiv \frac{\lambda_2}{i}$$

λ_2 : acoplamento magnético entre as bobinas;

k : fator de acoplamento mag. entre as bobinas ($0 \leq k \leq 1$).



Circuito Magnético



Força Eletromotriz

$$\int_l \vec{E} \cdot d\vec{l} = V$$

Corrente Elétrica

$$\int_s \vec{J} \cdot d\vec{S} = I$$

Resistência Elétrica

$$R = \frac{l_f}{\sigma \cdot S_f}$$

Força Magnetomotriz

$$\oint_l \vec{H} \cdot d\vec{l} = N \cdot i$$

Fluxo Magnético

$$\int_s \vec{B} \cdot d\vec{S} = \Phi$$

Relutância Magnética

$$\mathcal{R} = \frac{l_m}{\mu \cdot S_m}$$

Lei de Ohm

$$V = R \cdot i$$

$$N \cdot i = \mathcal{R} \cdot \Phi$$



Circuito Magnético

