

Cap 29 - Campos Magnéticos Produzidos por Correntes Elétricas.

Uma descoberta que causou
surpresa para "nós" cientistas na época
foi o fato de partículas carregadas
em movimento produzirem campo
magnético, e da mesma forma corrente
elétrica.

Círculo do Campo Magnético Produzido por uma Corrente

As experiências físicas mostram
que um elemento ds de um fio, percorri-
do por uma corrente i gera em um ponto P
um campo magnético $d\vec{B}$. Considerando
 $i d\vec{s}$ ~~um vetor de módulo~~ um vetor
elemento de corrente, sendo i a corrente fluin-
do no condutor, e $d\vec{s}$ um vetor no senti-
do do fluxo da corrente e módulo igual
a um elemento de comprimento ds do fio,
A relação matemática entre $d\vec{B}$ e $i d\vec{s}$
é expressa pela lei de Biot-Savart.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i d\vec{s} \times \vec{r}}{r^2}$$

sendo $\vec{F}$, um vetor ~~unitário~~ de origem
 em $\vec{s}$ até o ponto P onde está sendo
 obtido $d\vec{B}$. μ_0 é uma constante
 chamada de permeabilidade magnética
 no vácuo, cujo valor, no S.I.

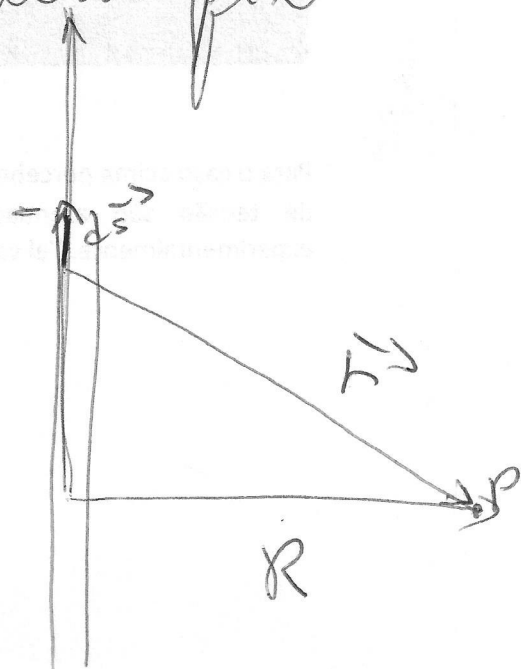
$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

$\vec{r}$ - é um vetor unitário, no sentido de $\vec{F}$

Campo magnético Produzi-
 do pela Corrente em um fio
 Retilíneo Longo.

Pela Lei de Biot-Savart

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i d\vec{s} \times \vec{r}}{r^2}$$



0 Pela regra da mão direita

0 vetor $d\vec{B}$ irá apontar para dentro do quadro e seu módulo será dado por

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{id\vec{s} \sin \theta}{r^2}$$

sendo θ o menor ângulo entre $d\vec{s}$ e $\hat{r}$
que em nosso caso será dado
por $\frac{R}{r}$ e lembrando que $d\vec{s}$ é

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i}{r^2} \cdot \frac{R}{r} ds, \text{ ou}$$

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i R ds}{r^3}$$

Observe que se r não não vari-
veis independentes, pois

$$r^2 = s^2 + R^2 \text{ e } r^3 = \sqrt{s^2 + R^2}^3$$

Então

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i R ds}{(s^2 + R^2)^{3/2}}$$

Sendo o fio "infinito" devemos agora
integrar ambos os lados para
considerar todo o comprimento do fio
devemos integrar de $-\infty$ a $+\infty$, entretanto

por simetria podemos integrar de 0 a $+\infty$
e multiplicar o resultado por 2, ou.

$$BB = 2 \int_0^{+\infty} \frac{U_0 i R ds}{4\pi (s^2 + R^2)^{3/2}}$$

ou ainda

$$BB = \frac{U_0 R i}{2\pi} \int_0^{+\infty} \frac{ds}{(s^2 + R^2)^{3/2}}$$

usando a integral

$$\int \frac{dr}{(r^2 + a^2)^{3/2}} = \frac{r}{a^2 (r^2 + a^2)^{1/2}}$$

$$\text{onde } a = R \text{ e } r = s$$

$$\text{Então } \oint B = \frac{\mu_0 R i}{2\pi} \frac{s}{R^2 (s^2 + R^2)^{3/2}} \Big|_0^\infty$$

ou

$$\oint B = \frac{\mu_0 R i}{2\pi} \left\{ \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{s}{R^2 (s^2 + R^2)^{3/2}} - 0 \right\}$$

~~lim~~ No limite termos de aplicar
~~Hopital~~

$$\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{s}{R^2 (s^2 + R^2)^{3/2}} = \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{d s}{d [R^2 (s^2 + R^2)^{3/2}]}$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{1}{s}$$

Indo no denominador o lim
vai

$$\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{1}{s \{ R^2 [1 + (\frac{R}{s})^2]^{1/2} \}} \Rightarrow$$

$$\lim_{s \rightarrow \infty} \frac{1}{R^2 [1 + (\frac{R}{s})^2]^{1/2}} = \frac{1}{R^2}$$

e portanto

$$B = \frac{\mu_0 R i}{2\pi} \cdot \frac{1}{R^2} \text{ ou}$$

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi R^2}$$

Com módulo constante
depende da corrente i e do distanciio
do fio do ponto.

Pode-se observar que
~~o campo~~ as linhas de campo
magnético são circunferências
~~do redor do fio~~ concentricas
ao fio.

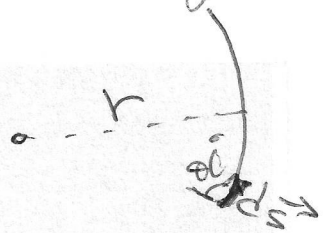
O sentido do Campo Magnético
é a parte se obtido apontando
o polegar para o sentido da
Corrente e envergando os demais
dedos para fechar a mão, o senti-
do que os dedos apontam é o
sentido do $\vec{B}$.

Campo Magnético Produzido
por uma corrente em um fio
em forma de Arco de circunferência.

O campo magnético no ~~centro~~
ponto central de um arco de circun-
ferência também pode facilmente
ser calculado pela Lei de Biot-Savart

Seja um ~~arco~~ fio fechado em
arco de circunferência de raio r
carregado e angular ϕ .

Veremos como $d\vec{s}$ será um vetor tangente
ao fio no ponto em questão



Por Biot-Savart



$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^2}$$

O produto vetorial $d\vec{s} \times \vec{r}$, pela regra
da mão direita irá mostrar de

$d\vec{B}$ no ponto central está saindo do fio.
e seu método será

$$dB = \frac{\mu_0 i ds \sin \theta}{4\pi r^2}$$

sendo θ sempre constante sempre $\frac{\pi}{2}$, logo,

$$dB = \frac{\mu_0 i ds}{4\pi r^2}$$

Portanto basta integrar ds que será
 relativo ao comprimento do arco de
 comprimento $d\phi$ pela relação $r d\phi$

logo

$$dB = \frac{\mu_0 i r d\phi}{4\pi r^2}$$

ou

$$dB = \frac{\mu_0 i}{4\pi r} d\phi$$

Integrando tem-se

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r} \int_0^\phi d\phi$$

ou

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi r} \phi$$

Para uma corrente completa

$$B_{\text{ao}} = \frac{\mu_0 i \cdot 2\pi}{4\pi r} \text{ ou } \frac{\mu_0 i}{2r}$$