

Projeto 4 - Campo Magnético

Apresentação Pré-Projeto

Bruno Nicolau, Caio B. Naves, Henrique Felix, Ian G. Pauli

14/10/2019

IFSC-USP

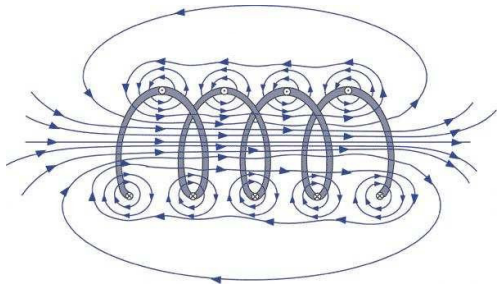
Instituto de Física de São Carlos

Problema

Apresentação do problema

Campo \mathbf{B} de um
solenóide finito com
forma *helicoidal*

- $h \rightarrow$ Passo da Hélice
- $L \rightarrow$ Comprimento
- $R \rightarrow$ Raio



Solenóide do Problema

Parametrização

$$\mathbf{r}' = R \cos t \hat{\mathbf{x}} + R \sin t \hat{\mathbf{y}} + (h/2\pi)t \hat{\mathbf{z}}$$

Lei de Biot-Savart

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi} \int \frac{d\mathbf{r}' \times (\mathbf{r} - \mathbf{r}')}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|^3} =$$

$$B_x = \int_0^{2\pi L/h} \frac{R \cos t [(z - (h/2\pi)t] - (h/2\pi)(y - R \sin t)}{[(x - R \cos t)^2 + (y - R \sin t)^2 + (z - ht/2\pi)^2]^{3/2}} dt$$

$$B_y = \int_0^{2\pi L/h} \frac{(h/2\pi)(x - R \cos t) + R \sin t [z - (ht/2\pi)]}{[(x - R \cos t)^2 + (y - R \sin t)^2 + (z - ht/2\pi)^2]^{3/2}} dt$$

$$B_z = - \int_0^{2\pi L/h} \frac{R \cos t (x - R \cos t) + R \sin t (y - R \sin t)}{[(x - R \cos t)^2 + (y - R \sin t)^2 + (z - ht/2\pi)^2]^{3/2}} dt$$

Resultados Esperados

Solenóide Infinito

$$h \rightarrow 0 \text{ e } L \rightarrow \infty$$

$$\begin{cases} \mathbf{B}_{in} = \mu_0 K \hat{\mathbf{z}} \\ \mathbf{B}_{out} = 0 \end{cases}$$

Solenóide Finito

$$h \rightarrow 0 \text{ e } L \text{ finito}$$

- Simetria em ϕ
- $|\mathbf{B}_{out}| \ll |\mathbf{B}_{in}|$

Fio Infinito

$$h \rightarrow \infty \text{ e } L \rightarrow \infty$$

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi S} \hat{\phi}$$

Caso Geral

- Dependência azimutal
- Parecido com solenóide finito
- Campos circulares próximo ao fio
- \mathbf{B}_{in} retas perturbadas

Proposta de solução

Método de Simpson

- Calcular integral num intervalo $[a, b]$;
- Considera-se uma aproximação quadrática para $f(x)$ em redor de $x = u$;

$$f(x) \approx f(u) + \left[\frac{f(u+h) - f(u)}{h} \right] (x-u) + \frac{1}{2} \left[\frac{f(u+h) - 2f(u) + f(u-h)}{h^2} \right] (x-u)^2$$

- Integrando o polinômio em x e avaliando no intervalo:

$$I_S \approx \frac{h}{3} [f(a) + 4f(a+h) + 2f(a+2h) + 4f(a+3h) + 2f(a+4h) + \dots + f(b)]$$

Modelo (Model) - Paralelização e otimização JIT

```
from numba import njit

@njit(parallel=True)
def simpson_jit(a, b, h):
    """
        Implementação
    """

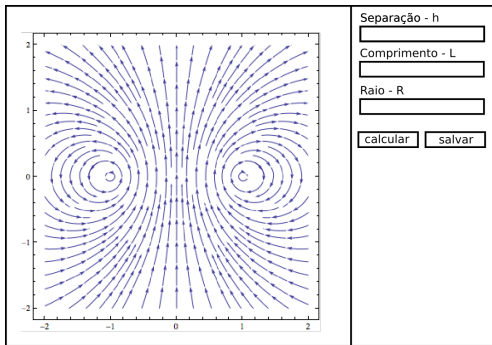
    return integral

@njit(parallel=True)
def f_jit(x):
    return x**2

# Integral em [0,100] com h = 1e-5
# Com numba: 12.9 ms ± 153 µs por loop
# Sem numba: 7.86 s ± 357 ms por loop
```


Visualização (View)

- Streamplot usando o matplotlib
- Input de parâmetros direto na interface gráfica
- Usar threads! (evita que a tela trave durante o cálculo)



Controlador (Controller) - PubSub: Publisher Subscriber

```
class Controller:
    def __init__(self):
        ...
        # Bind events on controller
        pub.subscribe(self.update_view, 'calc_done')
        pub.subscribe(self.calculate, 'user_input')

    def calculate(self, inputs):
        self.model.calculate(inputs)

    def update_view(self, results)
        self.view.plot(results)

# Once calculation done on model ...
pub.sendMessage('calc_done', data=self.results)
# Once user changed some parameter on view ...
pub.sendMessage('user_input', data=self.state)
```

Dificuldades

- Implementação da paralelização pode ser um problema usando o numba?
- Determinação do parâmetro de precisão da integração numérica
- Qual é a resolução ideal da malha para obter uma visualização adequada?

FIM