

Měření a simulace polohy plazmatu na tokamaku GOLEM

SOČ 2023, Obor č. 2: Fyzika

Matyáš Pokorný

Gymnázium Jana Nerudy

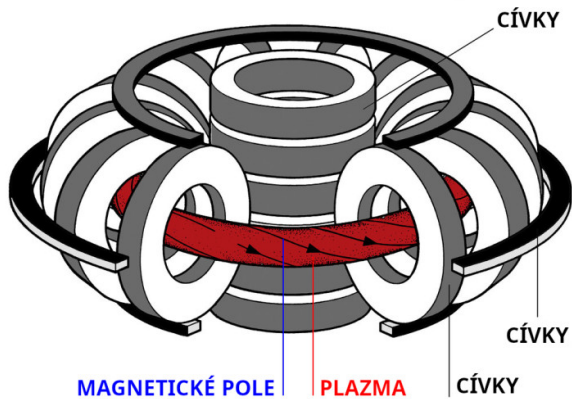
Cíl práce a motivace

Práce se zabývá:

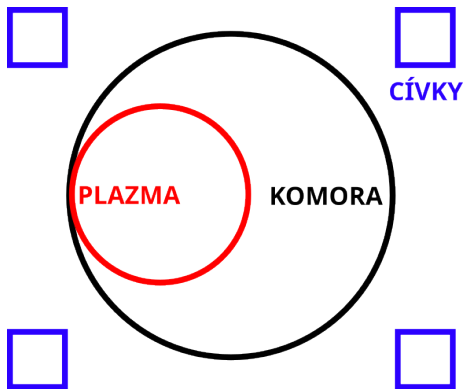
1. experimentálním měřením polohy plazmatu
2. simulací polohy plazmatu

Znalost polohy plazmatu je důležitá pro:

- optimalizaci jeho pohybu (prodloužení délky výboje)
- determinování podmínek jakéhokoliv experimentu



Obrázek: Schéma tokamaku.



Obrázek: Schématické zobrazení polohy plazmatu.

1. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ POLOHY PLAZMATU

Metody

Byly porovnané tři standardní metody měření polohy plazmatu.

Mirnovovy cívky měří polohu plazmatu pomocí Faradayova zákona (str. 36).

Ball-pen sonda měří lokální polohu plazmatu na základě lokálních parametrů plazmatu (str. 40).

Vysokorychlostní kamera snímá viditelné záření plazmatu (str. 43).

Srovnání metod

Mirnovovy cívky

- vhodné pro detailní analýzu polohy plazmatu
- **jasně definovaný okraj**

Ball-pen sonda

- vhodná pro lokální měření polohy plazmatu
- **měří pouze lokálně**

Vysokorychlostní kamera

- vhodná pro rychlé, ale nepřesné měření polohy plazmatu
- **změřený okraj o ~ 1 mm širší než reálný**

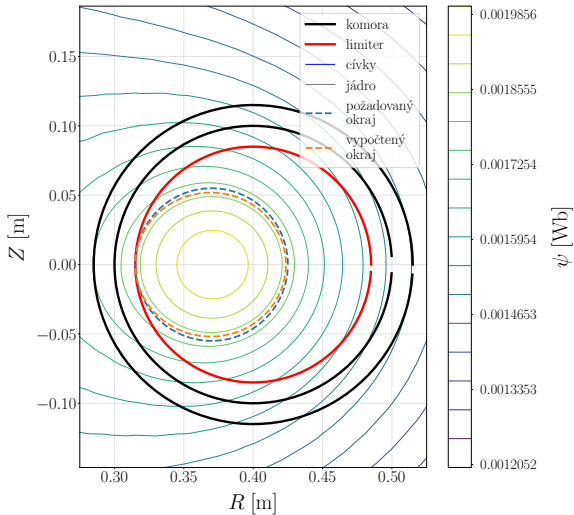
2. SIMULACE POLOHY PLAZMATU

Program NICE

Hlavním výstupem NICE simulace je výpočet funkce ψ [Wb], která definuje magnetické pole tokamaku (str. 31).

Režimy NICE:

- *direct* proud v cívkách \rightarrow okraj plazmatu
- *inverse* okraj plazmatu \rightarrow proud v cívkách
- *rekonstrukce* magnetická měření \rightarrow okraj plazmatu



Obrázek: Výsledek simulace v režimu *inverse*.

Grafické rozhraní

Umožňuje ovládat NICE pro režimy *inverse* a *direct* (str. 57).

Je vytvořené pomocí Pythonu, knihovny `streamlit`.

Do budoucna bude spouštěno ze serverů GOLEMa.

NICE GUI (test version)

localhost:8501

Možnosti

Zvolte stránku

Inverse

Inverse

Režim *inverse* umožňuje vypočítat, jaké proudy musí procházet cívkami potašního magnetického pole, abychom získali zadaný okraj plazmatu. Na základě zadaného okraje plazmatu také vypočítá funkci $\psi(R, Z)$. Před spuštěním simulace je nutné zadat:

1. proud indukovaný v plazmatu I_p , toroidální složku magnetického pole B_p
2. zda využít / nepoužít stabilizační cívky
3. souřadnice středu plazmatu (R, Z) (poměr je dopočet automaticky).

Vstupní parametry

1. Globální parametry

I_p [A] B_p [T]

2. Stabilizační cívky

Vyberte, zda použít / nepoužít stabilizační cívky:

použít

nepoužít

3. Okraj plazmatu

Vyberte způsob zadání okraje plazmatu:

zadat manuálně

načíst soubor

Obrázek: Rozhraní pro použití režimu *inverse* grafického rozhraní.

Rozdělení práce

V případě experimentálního měření mi konzultant pomohl se studiem teorie spojené s každou metodou a s vyhodnocením výsledků.

V případě zprovoznění NICE konzultant pomáhal s orientací ve zdrojovém kódu (C++) určoval a radil s postupem zprovoznění (str. 47).

Závěr

Byly porovnané tři metody měření polohy plazmatu.

→ určení (ne)shody a doporučení pro použití

Byly zprovozněny režimy *direct* a *inverse* programu NICE.

→ nová metoda zkoumání polohy plazmatu; možnost simulace mag. pole