



ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE

Analýza řešitelnosti stabilizace polohy plazmatu @GOLEM

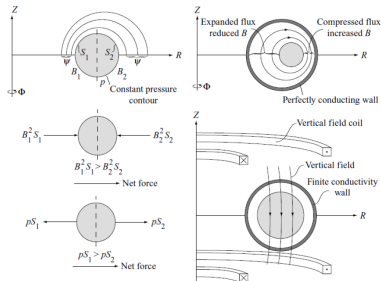
Daniela Kropáčková



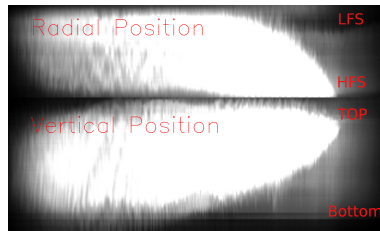
Motivace

Pohyb plazmatu na GOLEMu

Teorie

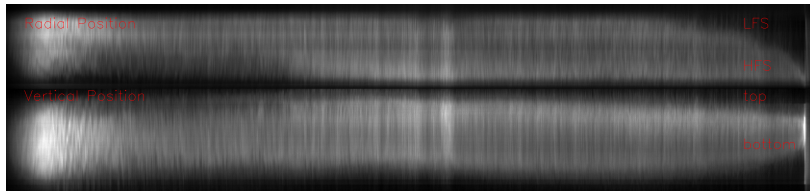


Realita



#39121; $t_{\text{dur}} = 7,2 \text{ ms}$

Pohyb plazmatu na GOLEMu



#39125; $t_{\text{dur}} = 20,76 \text{ ms}$

Motivace

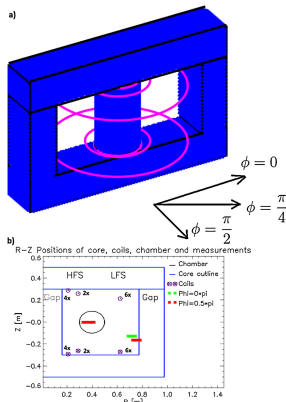
- Příčiny pohybu plazmatu - Již známe? Pokud ano, lze toho využít?
- Limity současné stabilizace - Stačí pro zabránění pohybu plazmatu k HFS? Je tento stav udržitelný/na jak dlouho? Je reakce dostatečně rychlá?
- Jak zlepšit řízení polohy plazmatu? (Ve smyslu zlepšení kvality výboje = delší než 20ms a bez nestabilit)

Aktuální stav

Co (ne)víme, (ne)máme,...

Železné jádro

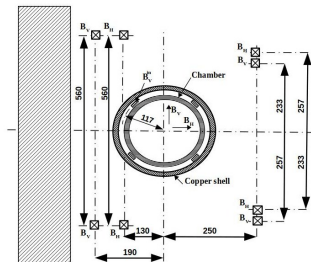
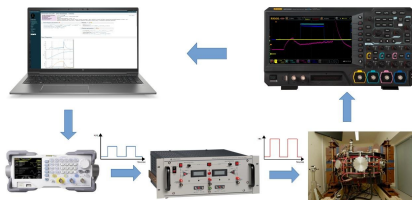
- Mění mag. pole ve své blízkosti
- Pravděpodobný důvod pohybu plazmatu směrem k HFS
- Možný důvod pohybu nahoru
- Rozptylové mag. pole by mělo být patrné zejména při nasycení



Markovič et al. (2015)

Vnější stabilizace polohy plazmatu

- 4x8 závitů pro radiální i vertikální
- Zdroj: 5xKepco - max 100A

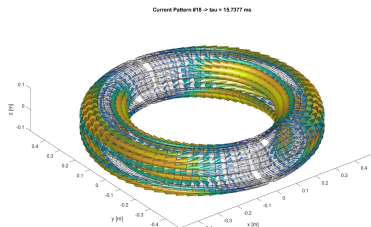
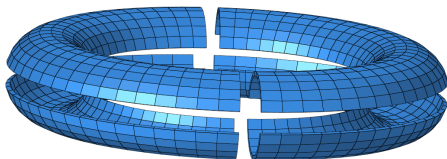


Měděný kožuch

Časová konstanta kožuchu:

$$\tau_{CS} = 15,74 \text{ ms [Kubincová (2021)]}$$

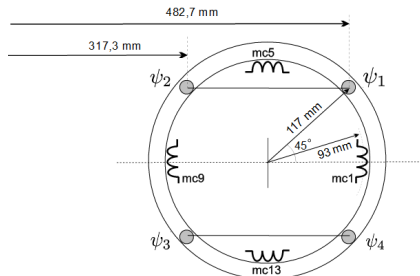
$$\tau_{CS} = 1,8 \text{ ms [Valovič (1989)]}$$



Yanovskiy (2021)

Vnitřní kvadrupól

- Kdysi používán pro stabilizaci plazmatu v radiálním směru
- Lze také využít pro měření vertikálního pole
- Jedná se o 4x1 závit mezi komorou a kožuchem



Experiment

„Nástin“ experimentu

Co:

- Změření časové konstanty kožuchu
- Magnetické pole od jednotlivých vinutí
- Různé konfigurace proudu v cívkách (CW x ACW)

Jak:

- MSL Hallova sonda (+ MC, sedlová cívka)
- Mechanický manipulátor
- „Step response“



Kovařík et al. (2006)

Očekávání/komplikace

- Proud v cívkách, resp. jím generované mag. pole indukuje vířivé proudy ve vodivých strukturách (železné jádro, kožuch, komora) $\implies$ Vše provázané, nelineární problém
- Složitá interpretace výsledků měření
- Vnitřní kvadrupól sice blíž k plazmatu, nicméně stejně bude docházet k indukování vířivých proudů v kožuchu...

- Změření mag. polí MSL sondou + diskuze jejich vlivu na polohu plazmatu a její stabilizaci
- Diskuze aktuálního stavu stabilizace
- Jakou cestou by se vývoj stabilizace na GOLEMu měl ubírat (co, jak a proč dělat lépe)
- Položení základů pro implementaci zpětnovazebního řízení polohy

Reference

- Kovařík, K., Ďuran, I., Boshakova, I., Holyaka, R., and Erashok, V. (2006). Measurement of safety factor using Hall probes on CASTOR tokamak. *Czechoslovak Journal of Physics*.
- Kubincová, A. (2021). Pokročilá rekonstrukce vertikální pozice plazmatu na tokamaku Golem.
- Markovič, T., Gryaznevich, M., Ďuran, I., Svoboda, V., and Pánek, R. (2015). Development of 3D ferromagnetic model of tokamak core with strong toroidal asymmetry. *Fusion Engineering and Design*, 96-97:302–305. Proceedings of the 28th Symposium On Fusion Technology (SOFT-28).
- Valovič, M. (1989). Control of plasma position in the CASTOR tokamak. *Czechoslovak Journal of Physics B*.
- Yanovskiy, J. (2021). soukromá komunikace.