

Oponentský posudek na bakalářskou práci “Pokročilá rekonstrukce vertikální pozice plazmatu na tokamaku Golem”

Adély Kubincové

Předkládaná bakalářská práce se zabývá problematikou vertikální stabilizace plazmatu v tokamaku GOLEM především pomocí metody tzv. Kalmanova filtru. Práce má obecně za cíl směřovat k vytvoření zpětnovazebního systému založeném na této metodě, která by umožnila částečně predikovat vývoj pohybu plazmatu a zároveň syntetizovat více různých informací z měřících diagnostik. Z tohoto hlediska je tedy práce jistě přínosná a aktuální.

Práce začíná velmi stručným úvodem do problematiky termojaderné fúze v tokamacích a s tím související zpětnovazební kontroly. Ačkoliv stručnost této části není sama o sobě na škodu, rozhodně by jí prospělo více citací. Diagnostiky relevantní k této práci a Kalmanův filtr jsou pak uvedeny v první kapitole. V druhé kapitole se studentka zabývala podrobnou analýzou a optimalizací vinutí cívek určených pro generování stabilizačního pole. Autorka zde dospěla k velmi dobrému souhlasu charakteristického času prostupu magnetického pole měděným pláštěm získaným jak teoretickým výpočtem, tak identifikací stavového modelu z experimentálních dat. Naprosto souhlasím s autorkou, že tato analýza a optimalizace představuje zásadní přínos pro navržení vhodného systému zpětnovazebního systému kontroly vertikální polohy v tokamaku GOLEM. Musím zde však autorce doporučit nepoužívat v dalších pracech termín “kožuch”, který se mezi lidmi pohybujícími se v laboratoři tokamaku GOLEM běžně používá pro označení tohoto měděného pláště kolem komory. Tento termín se poprvé objeví v abstraktu a pak na str. 13 a čtenář nepříliš znalý tokamaku GOLEM teprve až posléze z textu a porovnáním obrázků na dalších a předchozích stranách může vytušit, co tímto termínem je míněno.

V poslední, třetí kapitole byly položeny základy modelu vertikálního pohybu plazmatu a jeho složení s modelem průniku magnetického pole. Ačkoliv tento model není kompletní a není možné ho ještě použít pro vertikální stabilizaci, předložené předběžné výsledky již ukazují dobrou úspěšnost alespoň v rekonstrukci vertikální polohy. Na tuto práci tedy půjde velmi dobře navázat a rozšířit ji v magisterské práci.

V závěru práce je zmíněno, že dle vědomí autorky se jedná o první aplikaci Kalmanova filtru k rekonstrukci vertikální pozice plazmatu. V případě tokamaku GOLEM a mnoha dalších tomu tak jistě je, nicméně tematicky podobný přístup byl testován již pro tokamak Alcator C-Mod na MIT jak je popsáno v článku “M. Ferrara, I. H. Hutchinson & S. M. Wolfe (2009) State Reconstruction and Noise Reduction by Kalman Filter in the Vertical Position Control on Alcator C-Mod, Fusion Science and Technology, 56:4, 1476-1488, DOI: 10.13182/FST09-A9251”. V budoucí práci proto autorce doporučuji porovnat trochu jiný přístup v tomto článku a citovat jej. I tak je ale započatý směr práce stále velmi aktuální a může případně na tyto minulé snahy navázat a rozšířit je pokud jsou tyto přístupy kompatibilní, obzvláště pokud se bude další práce autorky zabývat syntézou informací z vícero diagnostik, nejen magnetických cívek.

V práci se obecně vyskytuje minimum jazykových chyb typu vynechané slovo či nesprávná koncovka, za to se v ní ale bohužel nalézá vícero typografických a formálních chyb, především v matematickém zápisu. Například ve vzorcích (1.1.2) a (1.1.3) na str. 7 označení magnetických

indukcí měřených jednotlivými cívkami na první pohled vypadá jako násobení mag. indukce, hmotnosti a rychlosti světla. Použití dolních indexů by zde bylo vhodnější. Dále oba tyto vzorce na první pohled určují tu samou veličinu vertikální výchylku Δ_z , přestože druhý odpovídá horizontální výchylce z rovnovážné polohy. V textu jsou tyto veličiny navíc popisovány přímo jako polohy. Na několika místech popis veličin pod vzorci neodpovídá veličinám ve vzorcích nebo chybí, např. pod vzorcem celkové indukčnosti na této straně 14 mají vlastní indukčnosti cívek index kl ale ve vzorci je index i , ve vzorci (2.2.2) má proud poloidálními cívkami index PC ale v textu má index malé p což je jinde použito pro proud plazmatem, nebo ve vzorci (2.4.3) na str. 22 a dalších si čtenář musí domyslet, že písmena s dolním indexem id představují matice v identifikovaném modelu dle zápisu ve vzorci (2.2.1). Rozměry q a p u matic a vektorů u vzorce 1.2.1 jsou nejspíše omylem prohozené. Na stranách 13 a 14 je několik odkazů na obrázek 2.1, který se dle kontextu vyskytuje na str. 14, ale není tímto číslem přímo označen. V neposlední řadě doporučuji v dalších pracích sjednotit používání názvu tokamaku GOLEM s kapitálkami a s pouze prvním velkým písmenem jak je použito v úvodu a názvu práce. Celkově autorka dle mého názoru prokázala seznámení se s danou problematikou a schopnost systematické práce s matematickými modely, naměřenými daty i simulacemi a jejich porovnání. I přes některé nedostatky a nedosažení všech vytyčených cílů a i s přihlédnutím ke složité pandemické situaci předkládaná práce přesto obsahuje originální přínos a představuje dobrý základ pro navázání v magisterské práci. Proto navrhuji tuto práci hodnotit známkou C, slovy “dobře”.

Ing. Ondřej Grover
20. srpna 2021