

Oponentský posudek na bakalářskou práci

Student: Ondřej Bareš

Název: PlasmaLab at CTU – Magnetická Diagnostika

Hned v úvodu bych rád ocenil studenta za odhodlání věnovat svou práci úloze obsahující měření, které samo o sobě přináší různá úskalí, je náročné na čas pro samotné měření, následnou analýzu dat a prezentaci výsledků. Navíc se věnuje měření na aparatuře, která je kompletně nová. Takové měření vyžaduje zvýšenou míru intuice a invence při řešení zjištěných obtíží i analýze provedených měření. Na druhou stranu budí práce dojem, že student se věnoval analýze dat na úkor koncepce a finalizace samotné závěrečné práce. Jednotlivé části práce mohly být lépe seskupeny, aby nevznikal dojem přeskoků mezi tématy a jejich součástmi. Tento dojem bohužel potvrzuje i nemálo překlepů, chyb v odkazech na vlastní obrázky či gramatických chyb. Familiární (krabičky) a zkrácené výrazy (didaktika = didaktické zadání úlohy) pak dále snižují odborný dojem. Snaha o stručnost také není vždy přínosná.

V Úvodu jen velmi zevrubně naznačuje nutnost měření magnetických polí na fúzních zařízeních s magnetickým udržením. Přináší tak skrytě motivaci samotné aparatury PlazmaLabu. Tento Úvod je bohužel poznamenán velkou snahou o stručnost. Díky tomu se student omezuje jen na nejpropagovanější fúzní reakci, letmo zmiňuje některé požadavky na fúzní plazma pro pozemský reaktor bez dalšího vysvětlení. Některé informace dokonce vyznívají nesprávně, např. „*Také je potřeba od jader uvolnit jejich elektrony, aby se jádra mohla vůbec dostat do kontaktu*“. Úvodní část také obsahuje teorii magnetických polí, která by se ale mnohem více již hodila do Kapitoly 1 popisující magnetické cívky, zpracování signálů z cívek a jejich nutné korekce. Bohužel je sekce o frekvenční analýze signálu zařazena až za matematickou vsuvku v podkapitole 1.4, která formuluje matematický aparát pro určování polohy proudu s vodičem.

Popis samotného magnetického stendu v Kapitole 2 je potom výhradně zaměřený na samotné měřicí cívečky a modulů pro zpracování a sběr signálu s familiárním označením „krabičky“ jdoucí do detailů, které se nezdají být pro úlohu podstatné (např. konektor min-USB). Důležité parametry sběru dat jako vstupní impedance, faktory zesílení, rychlost sběru či limit paměti bohužel chybí. Postrádám také veškeré informace o rozměrech samotné aparatury či způsobu vedení zpětného vodiče s proudem, které může mít nezanedbatelný vliv na měření. A bohužel i důležitá součást aparatury, samotný zdroj proudu pro středový vodič, je bez jakýchkoliv detailů a to včetně informací o záznamu hodnot proudu. Některé z parametrů lze naštěstí v dalších částech práce dohledat nebo odhadnout z výsledků. Nezanedbatelné množství údajů o Magnetickém stendu však dohledatelné není.

Kapitola 3 přepisuje didaktické zadání úlohy a bylo by tedy vhodnější použít odkaz na příslušný dokument. Kapitola 4 o prvních měřeních a postupném uvádění aparatury do provozu je v publikacích i závěrečných pracích poněkud neobvyklým počinem. Shledávám v ní však velmi zajímavé podrobení vlastností magnetického stendu a zejména některých neduhů a komplikací, kterým student čelil. Zejména je patrné nedokonalé řešení integrátorů a zesilovačů, které je podtrženo nutností odečítat pozadí pomocí jiné než lineární funkce. Mnohé chybějící parametry magnetického stendu lze dohledat právě v této kapitole. Z tohoto důvodu (a také protože následující kapitola se vrací k didaktickému zadání) by bylo vhodnější umístit tuto část hned za popis Magnetického stendu.

V Kapitole 5 student postupně plnil úkoly didaktického zadání. Zadaných úloh se zhostil velmi zodpovědně a důkladně. Jen mne poněkud zarazilo zdůvodnění nestabilních hodnot polohy v sekvencích měření bez přítomnosti proudu. Tepelný šum je obecně přítomný vždy a všude, ale zde dostáváme extrémní a vysoce nestabilní hodnoty prostě a jen kvůli podílu „nulových“ signálů. I proto není zpětnovazební řízení polohy plazmatu v tokamacích řešeno od počátku plazmatu, ale až po dosažení dostatečné hodnoty proudu plazmatem.

Celkem logicky byla vynechána část pro zjištění vlivu rozdílných vedení signálů, protože většina souvisejících jevů se projevuje při frekvencích vysoko převyšujících rozsah sběrných modulů. Avšak tento úkol byl i v zadání bakalářské práce a tak by měla být tato informace alespoň zmíněna. Student také nepřesně vyhodnotil zadání v Části IV (matrice vodičů), která má vést spíše k tvorbě 2D funkce prostorového rozložení hustoty proudu a nikoliv aproximaci jedním vodičem, viz poslední věta zadání: „*Jedná se o špatně definovanou úlohu v určování profilu proudu plazmatem (stovky bodů z desítek měření)*“.

Kapitola 6 o frekvenční analýze signálů je velmi propracovaným návodem k analýze frekvenčních vlastností cívek i měřených jevů včetně možných vlivů zdrojů a komponent, alespoň v rozsahu daném sběrem dat Magnetického stendu.

Kapitola 7 je pak vyvrcholením studentovy práce prokazujícím aplikovatelnost postupů z magnetického stendu na tokamak GOLEM, což bylo jistě zájmem autorů úlohy. Student potvrzuje možnost spočítání polohy plazmatu z různých diagnostických bloků – Mirnovovy cívky základní diagnostiky a soustava cívek MHD ringu. Bohužel je i zde aplikován odečet pozadí, offsetů a přeslechů pomocí funkcí, které neodpovídají teoretickým předpokladům. Domnívám se, že nepřesný odečet parazitních signálů může ovlivnit i přesnost měření. Tento odečet považuji za pravděpodobnější důvod nesouladu výsledků MHD ringu a Mirnovových cívek než odlišná schopnost zaznamenat nerovnoměrnost v proudu, protože cívky jsou diagnostikou globální.

Závěr potom uceleně shrnuje a zdůrazňuje významné výsledky a zjištění ohledně Magnetického stendu i měření na tokamaku GOLEM. Vzhledem k tomu, že bakalářské studium je v oboru Fyziky a techniky termojaderné fúze spíše jen odrazovým můstkem, postrádám v závěru výhled dalších aktivit studenta či plán pro jeho budoucí specializaci v tomto rozsáhlém oboru - magnetická diagnostika obecně, řízení polohy, nebo ve vzdělávání a podílet se na dalším vylepšování aparatur v PlasmaLabu.

Celkově student prokázal schopnost analyzovat problémy a hledat řešení. Presentace výsledků těchto analýz však snesou důslednější vypracování a to již od úrovně osnovy a rozložení dokumentu, přes vyrovnanost obsahu, úplnost popisu zařízení v detailu potřebném pro pochopení až po finální kontrolu čistopisu. Zadání bakalářské práce student splnil a proto doporučuji práci k obhajobě.

Vzhledem k výše zmíněnému navrhuji hodnocení práce stupněm **B (velmi dobře)**.

Vypracoval: Ing. Karel Kovařík, Ph.D.

V Praze dne: 19.8.2021