**Oponentský posudek diplomové práce**

Jméno a příjmení diplomanta: Bc. Jan Jiránek

Název diplomové práce: Stavová regulace tepelné soustavy

Jméno a příjmení oponenta: Ing. Pavel Škrabánek, Ph.D.

Cílem práce bylo teoreticky navrhnout a simulačně ověřit činnost stavových regulátorů pro řízení laboratorní tepelné soustavy. Cíl a struktura práce jsou popsány v úvodní části. První tři kapitoly jsou zaměřeny na teorii spojenou s řešenou problematikou. Zbylé dvě kapitoly popisují praktickou realizaci práce.

První kapitola si klade za cíl seznámit čtenáře se základními pojmy spojenými s problematikou stavového řízení. Druhá kapitola pojednává o metodách odhadu stavů. Třetí kapitola se pak věnuje stavové regulaci. Řízena soustava a její propojení s počítačem jsou prezentovány ve čtvrté kapitole. V téže kapitole je popsán způsob identifikace parametrů modelu. Vlastní návrh regulátorů, popis jejich experimentálního ověření a diskuze výsledků je obsahem páté kapitoly.

Obsah práce je dobře strukturovaný a dostatečně pokrývá řešené téma. Vlastní text je však často velmi strohý. Text místy obsahuje pasáže, které se týkají řešeného problému jen vzdáleně. Někde naopak chybějí důležité pojmy a informace. V textu se vyskytují na řadě míst špatně spojená souvětí (chybí spojky). V některých místech autor nedokáže čtenáři dostatečně vysvětlit, co a z jakého důvodu se zavádí (např. podkapitola 1.3).

Autor se v některých místech dopouští hrubých nepřesností při definování pojmů (např. v sekci 1.3.2, která se zabývá kvalitou modelu, autor tvrdí, že metoda nejmenších čtverců je kvadratické kritérium). V některých místech autor definuje pojmy nejasně (např. str. 17, definici stochastického signálu). Některé věty jsou nesmyslné (např. str. 43 „Tato karta disponuje svou funkčností a pro běžné aplikace není potřeba připojit specializované periferie.“).

Při zápisu proměnných a matematických výrazů nejsou vždy dodrženy normy. Prohřešky lze nalézt v některých obrázcích (např. obr. 3.2 a všechny grafy generované v MATLABu), a v rovnicích (např. (1.3), (2.3) až (2.42), (3.31)). Některé rovnice jsou neúplné (např. v rovnici (2.2) chybí derivace, v rovnici (3.31) chybí závorka). Autor často zavádí proměnné až později v textu. Některé značky a pojmy nejsou v textu vysvětleny vůbec (např. proměnné ***A***E, ***B***E, ***H***E, λ). V některých částech autor provádí odvozování výsledných vztahů, přitom však není zřejmé, co do původního vztahu dosazuje (např. rovnice (2.14), (2.18), (2.24)).

V kapitole 1 se nachází řada nesrovnalostí a nekonzistentností. Např. rovnice (1.6) obsahuje matici ***C*** o rozměrech *n* x *n*, a matici ***D*** o rozměrech *n* x *m*, ale autor níže uvádí, že jejich rozměry jsou 1 x *n* a 1 x 1. U diskrétního popisu již obsah matic v rovnici (1.8) vůbec nespecifikuje, a je na čtenáři aby se dovtípil, že autor přešel od popisu MIMO systému k systému MISO.

V úvodu do kapitoly pojednávající o stavové regulaci se vyskytuje řada chyb souvisejících s obrázkem 3.1. Nejméně závažnou chybou je jeho popis. Výrazně závažnější je obsah tohoto obrázku a s tím korespondující matematický popis regulátoru (rovnice (3.1) a dále).

Praktická část práce je napsaná dosti stroze a chybí v ní některé důležité informace. Např. autor nevysvětlil, proč s tepelnou soustavou pracuje jako se systémem SISO. U popisu experimentální identifikace v podkapitole 4.3 uvádí, že pracovní oblast je volena od hodnoty 1,5 V, neuvádí, však kde končí. Pro potřeby identifikace byly provedeny experimenty o délce 24 (obr. 4.7), resp. 28 sekund (obr. 4.8). V souvislosti s vlastní identifikací však autor zmiňuje jen část dat (obr 4.9 a 4.10), přičemž nikde nevysvětluje proč. Rovněž nikde není uveden matematický popis účelové funkce, kterou autor použil (v textu je pouze slovní popis, který však není zcela jednoznačný). Také bych autoru vytkl, že matematický model, u kterého parametry identifikoval, uvádí až na konci této podkapitoly. Nikde nevysvětluje, proč k popisu soustavy použil soustavu druhého řádu.

Autor realizoval celkem tři různé regulátory, které úspěšně aplikoval při řízení matematického modelu i reálné soustavy. Autor však v textu nedostatečně vysvětluje volbu parametrů regulátorů. Rovněž nedostatečně využívá získaných výsledků ke srovnání jednotlivých regulačních pochodů.

Z předloženého textu je patrné, že student naplnil zadané cíle. Předložený text však obsahuje řadu formálních chyb a nepřesností. Navíc, stěžejní kapitoly, které jsou věnované popisu praktické části a prezentaci dosažených výsledků, jsou slabé. S přihlédnutím k  výše uvedenému výhradám, **doporučuji** tuto diplomovou práci k obhajobě a navrhuji její ohodnocení stupněm **dobře**.

Otázky k obhajobě:

1. Byla při identifikaci parametrů řízené soustavy použita celá sekvence naměřených dat, nebo jen její část, která je zobrazena na obrázcích 4.9 a 4.10? Pokud byla použita jen část, zdůvodněte tento přístup.
2. Navrhněte jiný způsob porovnání průběhů regulačních pochodů, než jaký jste použil ve své práci. Porovnejte tyto dvě metody mezi sebou.

………………………………………

V Pardubicích dnech 1. 6. 2017 Ing. Pavel Škrabánek, Ph.D.