

V Praze dne 31. 5. 2017

Posudek oponenta bakalářské práce Tomáše Roučka

Úvod

Bakalářská práce „Automatické řízení indukční sintrance materiálů při výrobě elektronik“ je uvedena teoretickou rozpravou o systému ohřevu a systému jímání vzduchu. Dále je představeno sintrovací zařízení společnosti Tesla, po kterém následuje část věnující se vytvoření modelu systému. Nakonec autor popisuje různé přístupy k regulaci zařízení a práce je zakončena výčtem výhod, které automatické řízení přináší.

Řešení problematiky

Student začal problematiku zpracovávat podle bodů zadání, po zprovoznění digitálního ovládání a sběru dat začal vytvářet matematický popis systému. Popis jednotlivých částí systému vždy správně začíná, bohužel se však v postupu dopouští závažných pochybení (viz. bod 9,13,15 přílohy posudku), díky kterým dochází k nesprávnému modelu. Odvozený model systému, jak sám autor poznává z měření, se neshoduje s realitou. Tento bod zadání nepovažuji za splněný.

Dalším bodem zadání byla kalibrace odvozeného modelu tak, aby odpovídal realitě. Kladně hodnotím snahu studenta použít znalosti z předmětu Automatické řízení při identifikaci modelu ohřevu pece. Méně jsem však spokojen s popisem a validací modelu. Zadání v tomto bodě vyžaduje jako výstup simulační model systému - tento bod není splněn.

Posledním bodem zadání je návrh a realizace automatického řízení. Student navrhl řízení pomocí pouček pro návrh PID v průmyslových aplikacích (bez znalosti modelu). Toto řízení je porovnáno s několika blíže nespecifikovanými formami podmínkového řízení. Z analýzy bohužel není zřejmé, jak se chování jednotlivých regulátorů liší, zejména proto, že autor nepřikládá žádné naměřené průběhy regulace. Pouze v závěru se objevuje jeden samostatný průběh připomínající řízení automatickým systémem, vzhledem k absenci vstupních signálů to však nelze s jistotou říci.

Z práce jsem po delším zkoumání odvodil, že cílem řízení zřejmě bylo: „při stále zapnuté vakuové pumpě řídit teplotu uvnitř zvonu tak, aby tlak sledoval (nebo nepřekročil) zadanou referenci.“ Pokud vytvoříte správný matematický popis systému, zjistíte, že lze odvodit nelineární statická zpětná vazba, která zaručí asymptotické sledování tlakové reference. Po dosažení požadované teploty bude třeba vypnout druhý vstup – čerpání.

Klady práce

Kladně hodnotím, že výchozí bod pro odvození matematického popisu je většinou správný. Dále, ač to není z práce jasně patrné, se zdá, že navržená regulace na reálném systému splňuje požadavky regulace.

Jazyk a formální zpracování

Jazyk práce neodpovídá dobrému standardu pro závěrečnou práci. Text je plný „továrních výrazů“, překlepů a gramaticky chybných vět. Dále jsou zbytečně špatně uváděny fyzikální jednotky. Okraje práce neodpovídají předpisu. Přiložený kód řídící jednotky „přetéká“ tisknutelnou plochu papíru.

Otázky k bakalářské práci

1. Jak vysvětlíte „extrémní“ průběhy zaznamenané v Tab. 6.3? Jaký je původ těchto „extrémů“? Pokud máte, doložte průběhy regulace vybraného regulátoru ve všech pěti případech.
2. V Obr. 6.4 uvádíte čtyři různé průběhy teploty při konstantním tlaku. Jaká veličina je pro tyto čtyři náběhy rozdílná? Jak jste v systému udržel konstantní tlak? Nemohl byste tento regulátor na tlak použít i pro výsledné řešení?

Závěrečné hodnocení

Kvalita odevzdaného textu dle mého názoru není dostatečná. Dva body zadání ze čtyř nebyly splněny.

Vzhledem k těmto skutečnostem bakalářskou práci hodnotím známkou **F-nedostatečně**.

V příloze uvádím 32 odhalených nedostatků, které doporučuji studentovi opravit.

Ing. Jiří Dostál

Příloha posudku: výpis odhalených nedostatků

1. titulní strana: jsme katedra řídicí techniky, ne „řídicí“
2. v šabloně nastavte okraje stránky tak, aby větší okraj byl na straně vazby
3. abstrakt: správné značení je „°C“, dále použijte některý z balíčků pro sazbu jednotek
4. obsah: části práce pojmenujte uzavřenou frází nebo podstatným jménem
5. obsah: „Kód řídicí metody“ nemá svůj oddíl
6. obsah: chybí příloha „Obsah přiloženého CD“
7. str. 1: modelace systému a zmetkovitost nejsou technicky akceptovatelné výrazy
8. v rovnicích: pokud je rovnice součástí věty, patří za ní čárka. Další text nezačíná novým odstavcem
9. **str. 8: dynamický model průběhu teploty nelze získat derivováním rovnice ustáleného stavu! Dynamika změny teploty je odvozena ze vztahu $C\dot{T} = \sum Q!$**
10. str.9-10: zapsat správně jednotky, ne „microPa“. Dále, jednotky v textu uvádějte v hranatých závorkách!
11. opravit polohu citací. Reference na citace uvádět číslem
12. str. 9-10: rovnice 3.3, 3.4, 3.5 vysvětlit a zabudovat do kontextu
13. str. 11: „R“ v rovnici 3.6 je špatně. Pokud chcete použít specifickou plynovou konstantu, pak použijte vzorec $PV = mR_{specific}T$.
14. str. 11: Kelvin se neoznačuje „°K“
15. str. 12: rovnice 3.12-3.15 jsou špatně. Stavový popis, který hledáte je

$$\dot{p} = \frac{RT}{V}\dot{m} + \frac{PV}{T}\dot{T}$$
$$\dot{T} = \frac{1}{C}(P_w - A\epsilon\sigma(T^4 - T_0^4)),$$

kde \dot{m} [kg/s] je vstup odpovídající čerpání pumpy a P_w [W] je tepelný výkon dodávaný generátorem.

16. str. 25: není akceptovatelné, aby strana v jakékoliv publikaci obsahovala pouze dvě věty
17. popis sekce 5.2 je zmatený a plný chyb.
18. str. 28: chybí porovnání modelu a měření
19. str. 28: rovnice (4) není k nalezení
20. str. 29: zde vytváříte nelineární model. Popište strukturu výsledného modelu. Pokud se stále jedná o model dynamický popište ho diferenciální rovnicí.
21. str. 29: jak je možné, že procedura fitování polynomu našla horší řešení, než jste posléze našel vy?
22. str. 29: obr. 5.2 a 5.3 nečitelné. Opravte všechny obrázky tak, aby odpovídaly standardu pro technické publikace
23. str. 31: rovnice (19) není k nalezení

24. sekce 6.1: popište/ ukažte z jakých dat jste při fitování objemového průtoku vycházeli.
25. sekce 6.2: není zřejmé, jak jste skokovou změnu provedli. U všech výstupních průběhů je nutné zobrazovat také průběh vstupních veličin!
26. závěry v sekci 6.2 jsou dle mého názoru mylné, protože vycházejí ze špatně odečtených dat a rovnic (posouzení je ovšem ztíženo absencí popisu provedeného experimentu)
27. obr. 6.4: co je to „rychlost teploty“?
- 28. v práci chybí jakékoliv schematické vyobrazení řízeného procesu!**
29. popis návrhu řízení v části 4 je velmi nepřehledný a na mnoha místech fakticky chybně popsán.
30. kde jsou vykresleny průběhy regulace? (včetně řízených veličin!)
31. chybí „Obsah příloženého CD“
32. upravte citace do jednotného formátu