

Oponentský posudek

diplomové práce
pana Bc. Jana Novotného
s názvem

Návrh a řízení aktivního dynamického hltiče kmitů s více stupni volnosti

vypracované na Fakultě strojní ČVUT v Praze v akademickém roce 2017/2018

Předložená práce pana Bc. Jana Novotného se zabývá návrhem aktivního rovinného dynamického hltiče kmitů se třemi stupni volnosti a jeho řízením pomocí lineárního kvadratického regulátoru a pomocí prediktivního řízení. Výsledky dosažené s aktivním hltičem jsou následně porovnány s výsledky optimalizovaného pasivního hltiče, jehož návrh byl předmětem diplomové práce Ing. Hlaváčka z roku 2017. Rozsah práce je 57 číslovaných stran, obsahuje 39 obrázků a 7 tabulek. Přílohou práce je 1 CD s elektronickou kopií práce.

Práce je rozdělena do deseti hlavních kapitol. Po úvodu jsou ve druhé kapitole popsány základní myšlenky pasivního a aktivního tlumení vibrací. Třetí kapitola se věnuje zavedení některých základních pojmů souvisejících s aktivním snižováním vibrací. Čtvrtá kapitola popisuje simulační model řízené soustavy. V páté kapitole jsou popsány modely dvou použitých typů aktuátorů – voice-coilů a piezoelektrického aktuátoru. Šestá kapitola je věnována umístění senzorů a zavedení stavového pozorovatele. Samotná syntéza řízení metodami lineárního kvadratického regulátoru a prediktivním řízením je popsána v sedmé a osmé kapitole. V deváté kapitole jsou metody aktivního hltiče použity na strukturu získanou optimalizací pasivního hltiče. Závěrečná kapitola shrnuje obsah celé práce.

Téma práce považují za zajímavé a aktuální, ostatně také souvisí s výzkumným projektem probíhajícím na školícím pracovišti. Cíle definované jako pokyny k řešení v zadání práce byly splněny, nicméně si neodpustím drobnou výtku, že v samotném textu práce nejsou cíle přesně specifikovány. Po formální stránce je práce logicky členěna a zpracována podle standardních postupů, její výsledky považují za cenné a oceňují některé použité postupy – např. dvoustupňovou optimalizaci pomocí genetických algoritmů a simplexové metody. Autor prokázal dobrou znalost práce v prostředí Matlab/Simulink a kladně hodnotím i schopnost navázat na modely vytvořené někým jiným, což nemusí být vždy jednoduché. Bohužel zejména první - teoretická polovina práce by si zasloužila podstatně větší pečlivost při finálních úpravách. Obsahuje některé jazykové a typografické prohřešky i věcné nepřesnosti zhoršující přehlednost a čitelnost práce. Od čtenáře tak vyžaduje poměrně dobrou orientaci v dané problematice.

Připomínky k práci, které považují za nejvýznamnější:

- 1) V rovnicích nejsou fontem rozlišeny skaláry od vektorů a matic.
- 2) Řada symbolů v rovnicích není nijak zavedena, čtenář musí znát jejich význam, případně ho uhodnout z kontextu.
- 3) Kapitola 3.6 - dost nepřesná, resp. špatná definice zpětnovazebního a dopředného řízení.
- 4) Ve schématu na obrázku 8 je referenční signál r , o kterém není v textu žádná zmínka a není ani v rovnicích odvozených z tohoto schématu. Bylo by vhodné uvést, že referenční signál je nulový.
- 5) R v rovnici (3.11) neurčuje důležitost stavů, ale penalizuje řízení
- 6) Překlepy a typografické chyby, např. v rovnici (2.7) v čitateli u X_p nemá být i , ve (4.15) a (4.16) chybně $X_{1,2}$ místo $x_{1,2}$, (7.3) $y = Cx + Du$, (7.8) λ místo p , (7.9) derivace je podle u ; odkazy na obrázky - str. 11 - odkaz na obr. 6 má být asi na obr. 2, str. 20 - chybí odkaz na Obr. 8, str. 45 - odkaz na obr. 37 místo 30; str. 31 v prvním odstavci chybí citace apod.

Chtěl bych, aby se diplomant v průběhu obhajoby vyjádřil k následujícím otázkám:

- 1) Můžete ujasnit pojmy dopředné a zpětnovazební řízení?
- 2) V rovnicích (7.1) a (7.4) se objevuje symbol N (penalizace koncového stavu), v textu ovšem není tato matice zmíněna a není uvažována ani při výpočtu. Můžete upřesnit její význam, z jakého důvodu je ve zmíněných rovnicích a proč není následně použita při výpočtu?
- 3) Můžete upřesnit zavedení cílové funkce (7.19) a komentář „smíšený člen zajistí, že se nebudou maximální rychlosti navzájem kompenzovat“? Neplatí, že díky použití součtu kvadrátů tam k žádné kompenzaci nemůže dojít a naopak, že právě ten smíšený člen by tam mohl vnést nějakou zápornou hodnotu?

Závěrem konstatuji, pan Bc. Jan Novotný prokázal schopnost úspěšně řešit zadanou inženýrskou úlohu, jeho práce splnila zadání a doporučuji ji k obhajobě. S ohledem na uvedené připomínky navrhuji po zodpovězení dotazů její hodnocení klasifikačním stupněm **C – dobře**.

V Praze dne 25. ledna 2018

Ing. Petr Beneš, Ph.D.
ČVUT v Praze, Fakulta strojní
Ústav mechaniky, biomechaniky a mechatroniky

