

## HODNOCENÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE – POSUDEK OPONENTA

Autor práce: Bc. Jiří Budasz

Název závěrečné práce: Digitální syntetická impedance pro výzkum v oblasti tlumení vibrací

Vedoucí práce: Ing. Jan Václavík

- |                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A. Náročnost zadání.                                                                    | 1  |
| B. Splnění zadání (cílů) práce.                                                         | 1  |
| C. Kvalita abstraktu, klíčová slova odpovídají náplni práce.                            | 1  |
| D. Rozsah a zpracování rešerše.                                                         | 1- |
| E. Skladba, správnost a úplnost citací literárních údajů.                               | 1  |
| F. Řešení práce po teoretické stránce.                                                  | 1  |
| G. Vhodnost, přiměřenost použité metodiky.                                              | 1  |
| H. Úroveň zpracování výsledků a diskuse.                                                | 1- |
| I. Vlastní přínos k řešené problematice.                                                | 1  |
| J. Formulace závěru práce.                                                              | 1  |
| K. Typografická a jazyková úroveň (vč. pravopisu).                                      | 1  |
| L. Formální náležitosti práce (struktura textu, řazení kapitol, přehlednost ilustrací). | 1  |
| M. Konkrétní výhrady k práci:                                                           |    |

*Mírně se asi pletou podmínky kauzality a stability, ale to je obecně dosti náročné téma, sám jsem s ním loni dost zápasil. V dané implementační podobě je kauzalita vždy zaručena, ale nestabilita může nastat pro určité hodnoty koeficientů jmenovatele přenosu. (Navedení: rozdíl je v tom, jestli chápeme obrazy Z-transformace jako jednostranné, nebo dvojstranné.) V diskusi analogové části obvodu (odd. 2.4) student srovnává dva výchozí přístupy, přejaté z literatury. Zde by se asi hodilo uvést, jaká konkrétní obvodová podoba konveje by připadala v úvahu, a zda by mělo smysl použít zapojení s jedním konvejorem za cenu toho, že bude jedna ze svorek impedance spojena natvrdo se společným vodičem. Nicméně volba se zdá být rozumná, přinejmenším pro počátek. Pokud jde o volbu vyhlazovacích filtrů u A/D a D/A převodníků, student správně komentuje jejich vliv na výsledek. Z tohoto hlediska bych tudíž doporučil filtr u D/A zcela vynechat (jak je běžné v zpětnovazebním řízení) a u A/D ponechat co nejjednodušší, širokopásmový filtr (např. RC člen 1. řádu). A pokusit se co nejvíce, nejlépe řádově, převzorkovat požadované pásmo. Student správně počítá se zpožděním výpočtu 1 krok. Poněkud svévolná se zdá práce s přenosy vyhlazovacích filtrů, nejsem si jist, zda lze přenosy (výraz 3.15) spojitých filtrů a diskrétní části libovolně přehazovat, patrně není dodržena podmínka časové*

*invariance (pouze linearity). Dále se mi zdá, že nebyl úplně zohledněn přenos zádrže nultého řádu, tedy D/A převodníku.*

#### N. Celkové zhodnocení práce:

*Student řešil návrh umělé impedance daných parametrů od teoretického rozboru, vycházejícího z publikovaných řešení, až po implementaci tvořené kombinací nízkofrekvenčních obvodů a jednočipového mikropočítače. Cíl byl naplněn až na patrně objektivní potíže se stabilitou řešení pro nějakou množinu uživatelských vstupů, tedy požadovaných průběhů syntetické impedance.*

*Slohová a dokumentační úroveň práce je vzorná. Oceňuji jazykovou, grafickou i obsahovou stránku. Problematika je podána bez nejasností, přitom rozhodně neobsahuje neužitečné pasáže. Vysoce hodnotím, že autor věnoval dostatek prostoru komentáři a pokusu o řešení vyskytnuvších se potíží s nestabilitou.*

*Líbí se mi autorova snaha nalézt polynomiální popis tabulkou daného přenosu nelineární optimalizací s omezující podmínkou pro zaručení stability. Možná by bylo rozumnější použít jako kritérium abs. hodnotu rozdílu komplexních přenosů, místo váhování a sčítání čtverců amplitudy a fáze. Metoda by pak dostala standardní podobu identifikace systému s modelem chyby výstupu (output-error), a na ni již existují zavedené postupy.*

*Zdá se, že jedinou odchylkou zhotoveného a funkčního přístroje od představ autora, je pozorovaná nestabilita pro některé dané přenosy. Zde dle mého názoru, i přes poctivý popis a snahu nalézt příčiny, uniká rozbor celkového systému, který obsahuje nejen digitální filtr, ale i vnější analogové zpětné vazby. Právě zpětná vazba, ať už uvnitř přístroje v okolí operačních zesilovačů, nebo skrze svorky přes okolní svět (připojený analyzátor), působí nestabilní chování. Jakkoli je obtížné tuto problematiku zpracovat úplně, bývalo by se hodilo zjistit, zda se již uplatňují neideální frekvenční charakteristiky operačních zesilovačů, nebo zda je obvod nestabilní při připojené zátěži  $50\ \Omega$  i v čisté teoretické podobě. Opět hrají nezanedbatelnou roli i vyhlazovací filtry, proto nelze ze stability diskrétního přenosu samotného usuzovat na stabilitu celku.*

*I přes určitou nejistotu v otázkách teorie lineárních systémů odvedl student množství dobré inženýrské práce, z čehož plyne níže uvedené hodnocení.*

#### O. Otázky k obhajobě:

- 1. Liší se nějak, z hlediska užitého, řešení s jedním konvejorem (a jednou svorkou na společné zemi) od použitého řešení s operačními zesilovači a umělou nulou?*
- 2. Filtrace v jednočipu je počítána v plovoucí řádové čárce; jaké jsou výhody a nevýhody případného přechodu na výpočet v pevné řádové čárce?*
- 3. V odd. 5.1 nalézáte rozpor mezi očekávanou a měřenou dobou výpočtu; myslíte, že by jej bylo možné vysvětlit pomalostí přístupu do paměti (kódu, dat)?*

P. Celková klasifikace práce:

Práce splňuje požadavky na udělení akademického titulu, a proto ji doporučuji k obhajobě.

Navrhuji tuto diplomovou práci klasifikovat stupněm **v ý b o r n ě**.

V Praze dne 29. 1. 2014

Podpisem současně potvrzuji, že nejsem v žádném osobním vztahu k autorovi práce



Ing. Marek Peca

VZLÚ, vývojový pracovník elektronických systémů