

Oponentní posudek disertační práce

Ing. Roman Šotner:

Studium elektronického řízení a reálného chování variabilních filtračních a oscilačních aplikací moderních aktivních prvků.

Předložená disertační práce se zabývá aktuální problematikou analogových integrovatelných funkčních bloků se spojitě měnitelnými parametry, pracujících v proudovém a smíšeném módu, jmenovitě bikvadratických sekcí a oscilátorů. Obsahuje 164 strany textu, který je rozdělen do 8 kapitol a poměrně rozsáhlý seznam použité literatury. Vlastní text je doplněn 7 přílohami. Práce obsahuje nové myšlenky, hlavní části práce byly publikovány v impaktovaných časopisech a na národních i mezinárodních odborných konferencích, jak je dokumentováno v přehledu publikační činnosti Ing. Šotnera.

S ohledem na zadaná kritéria hodnotím práci následovně:

- Aktuálnost zvoleného tématu:

Téma práce velmi úzce souvisí s problematikou optimálního řešení analogových monoliticky integrovatelných funkčních bloků a subsystémů se spojitě měnitelnými parametry, určených pro systémy přenosu a zpracování signálů a to ať v analogové formě, nebo v číslicové formě s analogovým předzpracováním. Z tohoto pohledu je téma aktuální a odpovídá oboru disertace. Prezentovaná problematika je řešena systematicky v celé řadě výzkumných i univerzitních pracovišť a ústavů. I když je ve středu zájmu především vývoj a monolitická implementace "rychlých" obvodů se šířkou pásma typicky 10^2 MHz, autorův přínos k problematice „středofrekvenčních“ aplikací je nezanedbatelný.

- Originální přínos práce:

V Cílech disertace (viz kapitola 4) si autor specifikoval 2 oblasti, kde je možné s výhodou uplatnit spojitě řízení parametrů použitých funkčních bloků. Konkrétně se jedná o přeladitelné bikvadratické sekce pro konstrukci integrovatelných ARC filtrů a o laditelné oscilátory. Za autorův přínos považuji snahu o uplatnění „čistě elektronického“ řízení parametrů filtrů i frekvence oscilátorů, aplikaci grafové reprezentace při popisu, vytváření i syntéze vhodných obvodových struktur a vývoj nových originálních zapojení jak pro bikvadratické sekce, tak pro napětím řízené oscilátory, včetně rozboru vlivu reálných vlastností použitých aktivních prvků na hlavní parametry obvodu (parametry ω_0 a Q bikvadratické sekce a frekvenci oscilátoru). Za velmi zajímavý a významný přínos považuji zejména nově navržená zapojení oscilátorů s elektronickým řízením frekvence, uváděná v kap. 6.4.3.a 6.5.

- Publikace nových výsledků a odborné kvality autora práce:

Hlavní výsledky prezentované v práci byly autorem dostatečně publikovány a to jak na domácím, tak na zahraničním odborném fóru. Zde bych rád ocenil vysokou publikační aktivitu autora (v přehledu literatury je uvedeno 21 publikací, týkajících se problematiky řešené v rámci disertační práce). Pozitivně hodnotím i rozsah jeho aktivit, týkajících se dalších oblastí elektroniky, tak jak vyplývají z celkového přehledu publikační činnosti Ing. Šotnera uvedeného v disertaci.

- Připomínky k práci:

Po formální stránce nemám k práci zásadní připomínky; grafická úprava je velmi dobrá. Diskutabilní je rozsah práce, který přesahuje doporučený standard.

Počet formálních chyb a překlepů je minimální, z významnějších uvádím:

Str. 48: přenosová funkce (5.99) náleží obecké bikvadratické sekci, nikoliv fázovacímu článku.

Str. 63: výraz (5.135) není přenosem dolní propusti, ale pásmové propusti.

Str. 88: poslední dva řádky úvodní části kap. 6 – proudový přenos CCII mezi branami X a Y je jednotkový? (Zřejmě překlep).

Str. 127: Symbol A je standardně používán pro dvojbranovou kaskádní matici, nikoliv pro admitanční. I když jde o stavový popis, může být tato symbolika (včetně autorem zavedených znaménkových změn) matoucí.

Str. 139: S ohledem na zápis charakteristické rovnice (6.122) by měla být podmínka oscilací (6.123) ve tvaru $B_{G3} \leq 1$.

Po odborné stránce oceňuji autorovu snahu o exaktní charakterizaci i popis jednotlivých uváděných metod řešení jak v oblasti přeladitelných filtrů, tak oscilátorů, včetně velice pečlivé a systematické analýzy jejich reálných vlastností. Nicméně nemohu zcela souhlasit s autorovou koncepcí a přístupem k simulaci nově definovaných aktivních prvků zastaralými bipolárními obvody (viz např. násobička EL 2082). To je i v rozporu s názvem páce. Tento „příliš tradicionalistický“ přístup sice může vést k zajímavým dílčím výsledkům, ale v současnosti by pro průmyslové využití byly s největší pravděpodobností tyto obvody navrhovány jako unipolární, standardní (a navíc submikronovou) technologií VLSI CMOS, pokud možno „Low Voltage – Low Power“ (LV-LP). V takovém případě by prezentované výsledky i závěry z nich učiněné byly jen stěží plně použitelné. V tomto ohledu považuji práci za neúplnou – závěrečným krokem každého dílčího řešení by měl být převod navrženého blokového schématu do unipolární obvodové struktury, jeho simulace a zhodnocení, resp. porovnání s prezentovaným bipolárním řešením. Současné možnosti obvodových simulátorů už nutně nevyžadují realizaci laboratorních vzorků v návrhovém procesu, výsledky simulací musí být dostatečně přesné z hlediska úspěšné výroby prototypu obvodu. Úzké zaměření na realizace navrhovaných zapojení zastaralými součástkami, které budou jen těžko převoditelné do implementací v současných technologiích CMOS, považuji za slabou stránku této práce.

V kapitole 5 je velmi málo pozornosti věnováno řešení přeladitelných eliptických sekcí (zejména typu DP), které jsou významné pro návrh Cauerovských DP. Sekce typu HP, případně NOTCH se objevují v konkrétních aplikacích jen zřídka. Velmi oceňuji snahu autora co nejpřesněji charakterizovat vliv reálných vlastností použitých aktivních prvků na výsledné vlastnosti filtru; nicméně podrobný numerický výpočet parazitních kapacit a odporových prvků by stačilo uvést jen u první aplikace, pro další jen tabulkově. V prezentované formě působí tato část písemné zprávy spíš jako diplomová práce. Totéž se týká i rozborů neideálních vlastností oscilátorů v kap. 6. V konečných důsledcích by takto zpracované rozborů byly zajímavé a aktuální před cca deseti lety; z hlediska současného stavu návrhu a implementace analogových soustav jsou značně problematické. Zde chybí i potřebná míra zobecnění získaných výsledků, zejména v kap. 7.

Další připomínky:

- Kap. 2. – postrádám více citací z oblasti „LV-LP“ řešení moderních obvodových prvků.

Chybí i odkazy na nová řešení elektronicky řízených odporů. Vhodné by bylo i porovnání s průmyslově vyráběnými integrovanými filtry a oscilátory.

- Kap. 3., str. 14 – odkaz [76] je v daných souvislostech „příliš starý“, na toto téma (digitální řízení parametrů) byla publikována řada novějších prací.
- Str. 18 – 24: Úvod do použití metody GST by bylo vhodnější zařadit do příloh.
- Str. 32 – změna přenosu v nepropustném pásmu u eliptické sekce při posunutí nulového bodu přenosu vyplývá přímo z vlastností přenosové funkce, není to problém konkrétní realizace!
- Str. 69 – 71: Filtr na obr. 5.45 dovoluje nastavit činitel jakosti Q na max. hodnotu $Q_{\max} = 0,5$. Za těchto podmínek lze uváděné přenosy realizovat pasivními RC obvody, tj. bez aktivních prvků. Proto považuji prezentované zapojení za nezajímavé.
- Str. 115 – frekvenční modulace pomocí VCO je běžně používaná metoda a je samozřejmě aplikovatelná i s nově vyvinutými oscilátory.
- Str. 118 – proč je zavedeno omezení na proudové a napěťové sledovače typu SI-SO?
- Str. 124-125: Proč nebyla provedena analýza otevřené zpětnovazební smyčky oscilátoru, i když je konstatováno, že by mohla objasnit příčiny špatného nasazení oscilací?
- Str. 132-133: Návrh AGC mi připadá spíše „bastlířský“ než profesionální.
- Kap. 7. – Ve Shrnutí bych předpokládal určité zobecnění výsledků experimentů i simulací z hlediska vlivu reálných vlastností aktivních prvků. Uváděné numerické hodnoty parazitních impedancí jsou specifické pro dané konkrétní parametry obvodů, neplatí obecně.

Otázky k obhajobě:

Na doktoranda mám následující otázky, které by měl zodpovědět v průběhu obhajoby:


- V části 6.3.2 uvádíte významnější rozdíly mezi výsledky získanými simulací a měřením laboratorního vzorku oscilátoru. Proč nebyly zmiňované příčiny přesněji ověřeny?
- V části 6.4.3 (str. 145) okrajově zmiňujete aktivní prvky s malým vnitřním odporem proudového vstupu. Proč jste takové prvky nepoužil (alespoň v rámci simulací)?
- V řešeních oscilátorů neuvažujete zapojení využívající fázovací články, resp. kombinace FČ a integrátorů. Z jakých důvodů?
- U řízených oscilátorů je většinou předpokládána lineární závislost frekvence na řídicí veličině. Většina uváděných zapojení tuto podmínku nespĺňuje. Prosím o vysvětlení.
- Podle jakých kritérií jste volil parametry filtrů a oscilátorů (ω_0 , Q , f_{osc}) v konkrétních příkladech jednotlivých zapojení?

Závěr:

Přes některé výhrady, týkající se koncepce a zpracování písemné zprávy konstatuji, že disertace v zásadě splňuje podmínky stanovené prováděcími předpisy, obsahuje původní a autorem již publikované výsledky, které jsou přínosem pro další rozvoj vědního oboru. Proto

doporučuji, aby práce byla přijata k obhajobě.

V Praze dne 15. 11. 2011


Doc. Ing. Právoslav Martinek, CSc.
oponent