

Oponentský posudek na disertační práci

Ing. Libor Kadlčík:

Effective Usage of Circuits with Fractional Order in Integrated Circuits

Efektivní použití obvodů zlomkového řádu v integrované technice

Posudek na disertační práci Ing. Libora Kadlčíka byl vypracován na základě žádosti od: VUT Brno, fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.

Aktuálnost zvoleného tématu

Ing. Libor Kadlčík se ve své disertační práci zabývá teorií, simulací a implementací obvodů zlomkového řádu v integrovaných obvodech. K realizaci obvodů zlomkového řádu jsou použity prvky se soustředěnými parametry i prvky s rozprostřenými parametry. Užití obvodů zlomkového řádu je v práci demonstrováno realizací několika integrovaných napěťových regulátorů, kde je hlavním cílem dosažení vysoké stability regulátorů i bez použití běžně používaných dodatečných kompenzačních obvodů. Nový způsob zajištění stability systémů s využitím obvodů zlomkového řádu umožňuje spolehlivou, stabilní funkci těchto napěťových regulátorů i v případě širokého rozsahu zatěžovacích kapacit.

Práce je rozdělena na 5 kapitol, závěr, seznam literatury a dodatky. Rozsah práce je 141 stran.

Po formální stránce je práce logicky členěna a má výbornou grafickou úroveň, Zvolené téma je velmi aktuální z hlediska současného stavu vědy.

Zvolené metody zpracování

Ing. Libor Kadlčík nejdříve uvádí matematické přístupy sloužící k popisu obvodů zlomkového řádu a pak syntézu jednak pomocí rezistorů a kapacitorů, dále pak realizaci těchto obvodů pomocí struktur s rozloženými parametry. Obvody nejen teoreticky popisuje, ale též realizuje a uvádí jejich naměřené parametry.

Těžiště práce je v části 4, kde teoreticky popisuje několik nových typů napěťových regulátorů s nízkým úbytkem napětí, jejichž funkci potvrzuje simulací a také realizací a měřením. Nové typy napěťových regulátorů s využitím obvodů zlomkového řádu, které autor navrhl se vyznačují mnohem lepšími vlastnostmi, především pak stabilitou i pro velké změny zatěžovacích proudů a paralelních kapacitorů připojených k zátěžím.

K práci mám následující poznámky:

Vztah (1.3) (str. 23 dole)

Je uvedeno

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} e^t dt \quad (1.3)$$

Dle mého názoru má správně být

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} t^{x-1} e^{-t} dt$$

Vztahy (1.13) (str. 25) a (1.17) (str. 26)

Je uvedeno $\dots = \frac{d^n f(t)}{dt} = \dots$

Předpokládám, že správně má být $\dots = \frac{d^n f(t)}{dt^n} = \dots$

Vztahy (1.26) a (1.27) (str. 27)

U obou vztahů je uvedena limita $\dots = \lim_{h \rightarrow 0^+} \frac{1}{h^n} \dots$

Z jakého důvodu je vhodné používat u obou vztahů pouze $h \rightarrow 0^+$

Tab. 4.5 (str. 92). Řádka I_{load} .

Dle mého názoru má být místo $I_{loadmin} = 100 \text{ mA}$ správně $I_{loadmax} = 100 \text{ mA}$.

Tab. 4. 8 (str. 103).

Vysvětlete řádky V_{INmin} a V_{INmax} . Proč jsou u některých typů regulátorů hodnoty V_{INmin} a V_{INmax} stejné?

Tab. 4. 8 (str. 103).

Vysvětlete řádky V_{OUTu} a V_{OUTo} . Proč jsou u některých typů regulátorů hodnoty tak vysoké (desítky až sto volt), když vstupní napětí je jen několik V ?

Obr. 4.47 (str. 122).

Vysvětlete jak byly měřené hodnoty v prostředním obrázku a dolním obrázku. U obou se mění v čase 0 zatěžovací proud z 15 mA na 0 mA a u obou jsou přibližně stejné překmity výstupního napětí. Liší se obrázky proto, že u druhého byl ponechán zatěžovací proud 100 μA (viz text v odstavci pod obr. 4.47) ?

Předchozí otázky a poznámky nijak nesnižují kvalitu práce a dosažené výsledky. Použité způsoby zpracování a výsledky považuji za originální a správné a realizace obvodů je provedena moderním způsobem. Autor vytvořil nové typy napěťových regulátorů, které mají lepší vlastnosti než dosud používané regulátory, což prokázal též konstrukcí obvodů a měřením. Zvolené metody odpovídají současnému stavu vědy.

Dosažené výsledky a přínos nových poznatků

Autor teoreticky popsal, simuloval a realizoval různé typy obvodů zlomkového řádu, které pak dále použil při konstrukci několika typů napěťových stabilizátorů. Prvním typem byl regulátor popsaný v části 4.1, kde byla ukázána možnost vytvoření systému zlomkového řádu pomocí pasivních prvků se soustředěnými parametry (příčková struktura).

Dalším typem byl regulátor typu sledovače, kde byl použit nový prvek R-PMOScap pro realizaci obvodů zlomkového řádu.

Třetím typem, který byl realizován byl napěťový stabilizátor s malým úbytkem napětí. Autor všechny tyto regulátory teoreticky popsal, simuloval, realizoval a porovnal teoretické a skutečné výsledky. Napěťové regulátory, které vytvořil mají výhody oproti běžným, dosud používaným regulátorům, především pokud jde o stabilitu při libovolných typech zátěže, bez nutnosti doplňování regulátorů dalšími stabilizačními prvky, jak bylo nutné u dosud používaných regulátorů.

Práce přináší nové poznatky v konstrukci prvků zlomkového řádu a aplikacích využívajících těchto prvků. Nové obvody mají lepší parametry než dosud známé,

Autor splnil všechny vytyčené cíle. Výsledky, které autor v práci prezentoval považují za původní autorův přínos.

Význam pro praxi a další rozvoj vědy

Námět práce je aktuální, což lze potvrdit i publikacemi v impaktovaných časopisech. Napěťové regulátory, které autor popsal a realizoval naleznou použití v širokém spektru elektronických systémů. Na základě výsledků autorovy práce je možné pokračovat dále ve vývoji dalších typů stabilizovaných zdrojů, ale též použít modifikaci výsledků u dalších elektronických obvodů využívajících prvků zlomkového řádu. Vědecko-výzkumné výsledky autora byly publikovány na dostatečné mezinárodní úrovni. Při své vědecko-výzkumné činnosti autor spolupracoval s dalšími odborníky se kterými práce publikoval. Ukazuje to jeho schopnost spolupracovat ve vědeckém týmu.

Splnění cílů DP

Na základě posouzení předložené disertační práce a kopií publikovaných prací mohu konstatovat, že Ing. Libor Kadlčík:

- předložil disertační práci, jejíž téma zapadá do oboru disertace a je aktuální z hlediska současného stavu vědy
- disertační práce obsahuje původní nové přínosné části, které jsou originálním dílem autora
- publikoval výsledky uváděné v disertační práci ve světově uznávaných časopisech
- výsledky jeho práce jsou jak teoretické, tak též potvrzené realizací
- jeho práce byly uznány vědeckou komunitou

Závěrem lze konstatovat, že Ing. Libor Kadlčík svojí vědeckovýzkumnou a pedagogickou činností prokázal, že má potřebné schopnosti a hlavně vědeckou erudici pro svůj další odborný a pedagogický rozvoj.

Na základě hodnocení prezentovaných výsledků doktoranda jsem dospěl k názoru, že:

Předložená disertační práce Ing. Libora Kadlčíka, ve všech ohledech splňuje všechny požadavky, které jsou na ní kladené a proto po obhajobě práce doporučuji komisi udělit Ing. Liborovi Kadlčíkovi titul Ph.D.

V Plzni dne 24. září 2020

Prof. Ing. Milan Štork, CSc.