

Oponentní posudek dizertační práce:

Ing. Jaroslava Klimka

„Řešení diferenčních rovnic a jejich vztah s transformací Z“

Dizertační práce má 87 stran, je rozdělena do 10 částí, včetně úvodu, závěru, literatury a příloh. V literatuře je uvedeno 36 pramenů, z čehož je 6 publikací autora. Dizertační práce je psána přehledně, korektně a pečlivě a jsou stanoveny reálné cíle práce.

Dizertační práce je zaměřena na perspektivní oblast řešení soustav diferenčních rovnic. V matematice se hlavně rozvíjí analytické řešení diferenciálních rovnic a řešení diferenčních rovnic je poněkud pomíjeno. Často se pro řešení lineárních diferenčních rovnic s konstantními koeficienty využívá transformace Z. Využití transformace Z je velmi výhodné svou relativní jednoduchostí, ale je to řešení omezené pro takové typy diferenčních rovnic, které se dají vhodně upravit tak, aby byly nalezeny jejich odpovídající konvergentní obrazy. Při implementaci diferenčních rovnic v mikroprocesorových systémech, zvláště v signálových procesorech, je často vhodné mít k dispozici jejich analytické řešení. Proto je řešená problematika aktuální a moderní.

Jako základ řešení byla využita obdoba Weyrova algoritmu pro řešení soustav diferenciálních rovnic pomocí vlastních vektorů. Jde o standardní metodu vlastních čísel a vlastních vektorů matice soustavy, která je pro diferenční metodu modifikována.

Dizertační práce ve svém úvodu nejprve rozebírá význam diferenčních rovnic pro vědu a naznačuje oblast, kterou se v dalším obsahu bude zabývat. Zmiňuje taktéž některé významné osobnosti v matematice, jejichž přínos byl motivací samotné dizertační práce. Práci lze rozdělit na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části jsou nejdříve vypsány základní pojmy z oblasti diferenčních rovnic, jejichž význam je dále uplatněn při dalším popisu problematiky. V další sekci jsou prezentovány některé v současnosti známé postupy a metody, jak řešit diferenční rovnice, především transformace Z a diskrétní obdoba Putzerova algoritmu. Zvláštní význam je zde přikládán výpočtu matice koeficientů soustavy diferenčních rovnic a jsou připomenuty některé metody jejího výpočtu. Následně je pak detailně rozebrána Weyrova metoda řešení diferenciálních rovnic a je také zmíněn okrajově již dřívější výzkum v této oblasti. Vlastní autorův přínos v teoretické části spočívá v rozpracování Weyrové metody pro diskrétní rovnice, na jejímž základě jsou posléze vytvořeny algoritmy výpočtu. Tento výsledek byl publikován v časopise Tatra Mountains Mathematical Publications.

Rozhraní mezi teoretickou a praktickou částí je tvořeno popisem algoritmu pro řešení lineárních homogenních diferenčních rovnic s konstantními koeficienty včetně podrobného důkazu této metody. Řešení pomocí této metody je pak zobecněno i na nehomogenní systémy. Postup řešení soustav diferenčních rovnic je ovlivněn nulitami, které ovlivňují a komplikují sestavování řetězců vlastních vektorů, což je zde také vysvětleno.

Praktická část začíná popisem implementace teorie do funkcí v programu Matlab pro některé jednodušší případy diferenčních rovnic druhého a třetího řádu. Současně jsou zde názorně uvedeny konkrétní příklady použití funkce na některé typy rovnic včetně získaných výsledků. Pravděpodobně nejzajímavější část práce prezentuje aplikaci popsaného postupu na některé problémy. Především je zde pomocí dříve popsaných postupů v předešlých

kapitolách popsáno řešení diferenční rovnice nově navrženým postupem, metodou variace konstant a transformací Z, a je zde přehledně ukázáno, že všemi metodami lze dosáhnout kýženého výsledku. Další aplikací je ukázka řešení proudové odezvy v sériovém obvodu RLC, která ukazuje rozdíl mezi spojitým a diskrétním případem. Diskrétní případ porovnává odvozenou metodu vlastních vektorů s transformací Z. Přesnost řešení problému přechodem od spojitě podstaty úlohy k diskrétní závisí na velikosti zvoleného kroku a výsledky získané oběma diskrétními metodami jsou graficky vzájemně porovnány. Práce ukazuje, že odvozený způsob Weyrovy metody lze považovat za rovnocenný postup ke známé transformaci Z.

Autor se nevyhnul některým nepřesnostem a pravopisným chybám v textu. Stejně tak jsou trochu nepřehledné obrázky s průběhy proudové odezvy u řešení sériového obvodu RLC. I tyto drobné odchylky však neubírají na přínosu této práce, kterou lze považovat za metodickou ukázkou rozdílu mezi diferenciálními a diferenčními lineárními soustavami a možné východisko pro řešení problematiky soustav diferenčních rovnic větších dimenzí.

Ve smyslu zákona o VŠ § 47 odst. 4 mohu konstatovat následující:

- a) Uchazeč se zaměřil na studium aktuálních otázek teorie diferenčních rovnic a transformace Z a výsledky aplikoval v teorii elektrických obvodů.
- b) Navrhl nové algoritmy řešení diferenčních rovnic, které ilustroval pomocí vhodného software, provedl jejich vyhodnocení a porovnal je s klasickými metodami. Cíle stanovené dizertační prací byly plně dosaženy a splněny.
- c) Uchazeč dosáhl nových teoretických výsledků – rozvinul Weyrovu metodu pro diferenční rovnice a pomocí ní navrhl nové algoritmy řešení diferenčních rovnic. Provedl implementaci těchto výsledků do funkcí v programu Matlab a aplikoval je na modelu RLC obvodu.
- d) Uchazeč odvodil nové výsledky, které byly publikovány ve kvalitních časopisech (mj. opublikoval 1 článek v matematickém časopise Tatra Mountains Mathematical Publications a 2 články v časopise Elektrovue) a ve sbornících konferencí. Výsledky mají jak teoretický význam, tak i význam pro praktické řešení elektrických obvodů.
- e) Předložená dizertační práce je velmi dobře zpracována, je přehledná a dobře čitelná. Má výbornou jazykovou úroveň.
- f) Konstatuji, že dizertační práce vyhovuje podmínkám uvedeným v § 47 odst. 4 zákona o vysokých školách.

Na základě uvedeného hodnocení doporučuji, aby po úspěšné obhajobě byl Ing. Jaroslav Klimkovi udělen vědecko-akademický titul Ph.D.

V Brně 16. května 2011

Prof. Ing. Zdeněk Smékal, CSc.
ÚTKO, FEKT VUT,
Purkyňova 118, 612 00 Brno