

MODERNÉ TRENDY OBVODOVÝCH SYSTÉMOV MODERN TRENDS IN CIRCUIT SYSTEMS

Daša Tichá

Katedra telekomunikácií, EF ŽU, Veľký diel, 010 26 Žilina, e-mail: ticha@fel.utc.sk

Abstrakt Článok uvádza prehľad výskumnej činnosti na Katedre telekomunikácií Elektrotechnickej fakulty Žilinskej univerzity v Žiline v období od roku 1991 – 2003, zameraný na problematiku interaktívnych sietí TKR a na vybrané časti obvodového riešenia funkčných blokov pre takéto siete.

Summary Paper presents a overview of research in the field of interactive CCTV networks made at the Department of Telecommunication of the Faculty of Electrical Engineering of the University of Zilina. Some results, concerning theoretical and practical aspects of network planning are presented together with necessary building blocks research.

1. ÚVOD

V rokoch 1991 – 2001 prebiehal na Katedre telekomunikácií intenzívny výskum zameraný na možnosti rozvoja nových sietí typu TKR – televízne káblové rozvody. Tento výskum bol podporovaný troma grantovými úlohami Slovenskej republiky:

1. Vedecko technický projekt RČ-024-16 s názvom Prenos informácií v systémoch Televíznych Káblových Rozvodov.
2. Grantová úloha GA 1765/94 s názvom Inovácia infraštruktúry rádiokomunikačných služieb.
3. Grantová úloha GA 1/6256/99 s názvom Interaktívne informačné systémy pre televízne káblové rozvody.

Výskum bol zameraný na vytvorenie podkladov pre zmenu a rozvoj služieb poskytovaných v rámci TKR. K tomuto cieľu sa malo dostať:

- *zmenou architektúry* – začlenením nových optoelektronických systémov,
- *zmenou spôsobu prenosu* – analógovo-digitálnym prenosom,
- *zmenou spracovania signálov* – nové spôsoby obvodového riešenia.

2. VÝSKUM V OBLASTI NÁVRHU TKR

Riešenie problematiky začalo analýzou možností prenosu rôznych typov signálov a služieb v rámci TKR. Po tejto analýze sa pristúpilo k návrhu interaktívneho prenosu. Tento návrh predpokladal využitie optoelektronických systémov vo všetkých troch základných vrstvách navrhovaného riešenia (CTKR – centrum televíznych káblových rozvodov, RCDS – riadiace centrum domovej siete, EUB – koncový bod siete). Súčasne prebiehali výskumné práce na začlenení multimediálnych aplikácií (text, dáta, video, hlas) do siete TKR. Pri riešení sa predpokladalo taktiež prepojenie týchto sietí na existujúce alebo novo vznikajúce rádiové siete, čím bolo definované rozhranie medzi TKR a rádiovou sieťou. V konečnej fáze výskumu sa pristúpilo

k definovaniu výkonových hodnôt prenosových parametrov TKR a k definovaniu siete TKR ako informačnej siete. Ďalej k prepojeniu TKR a počítačových systémov a simulácií navrhovaných riešení.

Výskumná činnosť bola rozdelená do týchto smerov riešenia:

- využitie optoelektronických systémov pri prenose signálov v sieti typu TKR,
- simulácia sietí typu TKR,
- počítačový model interaktívnej siete TKR,
- aplikácia akustooptických procesorov do siete typu TKR,
- teoretický rozbor výkonových parametrov siete typu TKR.

Všetky vyššie uvedené úlohy smerovali k využitiu moderných obvodov pre komplexné riešenie TKR a k jednoduchému zavedeniu multimediálnych aplikácií. Pre tieto účely sme tiež venovali pozornosť teórii moderných obvodov v analógovej a rovnako aj v diskkrétne pracujúcej verzii. Podrobnejšie boli spracované:

- teória spínaných kapacitorov pre obvodové systémy TKR,
- integrované filtre v telekomunikačnej technike – frekvenčné filtre, fázovacie články,
- obvody v prúdovom móde – teoretický rozbor vlastností a simulácia štandardných filtrov pomocou transkonduktančných zosilňovačov.

Výsledky výskumných prác sa uplatnili aj v pedagogickej činnosti návrhom a realizáciou nových predmetov v rámci fakultnej ponuky EF ŽU Žilina:

- *Fotonika 1 a 2*
- *Teória obvodov*
- *Návrh obvodov počítačom 1 a 2*
- *Špeciálne obvody pre komunikačné systémy.*

Výsledky výskumnej činnosti boli priebežne publikované na domácich a zahraničných konferenciách v rámci Európy a v Singapore. Z prezentovaných príspevkov uvádzame vo stručnom výbere [1] – [9].

Súbežne s grantovými úlohami boli riešené i fakultné výskumné úlohy, ktoré nadväzovali a ďalej rozpracovali vybrané témy.

Bližšia špecifikácia vedecko-technických projektov, riešených v rámci grantových úloh je uvedená v ďalších bodoch:

1. *analýza možností TKR*, prenosová kapacita, digitalizácia obrazového signálu
2. *začlenenie optoelektronických systémov do TKR* – riešila sa architektúra, rozsah využitia optoelektronických systémov na jednotlivých úrovniach siete. Boli uvažované tieto varianty:
 - a) celooptická sieť TKR s optoelektronickým prenosom dát na všetkých troch definovaných vrstvách TKR - tento variant bol technicky a technologicky a ekonomicky náročnejší, ale pre koncového používateľa výhodnejší, pretože mu prinášala veľkú šírku prenosového kanála, z čoho vyplýva vysoká prenosová rýchlosť a skoro neobmedzená prenosová kapacita.
 - b) druhé navrhované riešenie predpokladalo využitie optoelektronický prenos v primárnej a sekundárnej vrstve. V terciárnej vrstve siete TKR sa predpokladalo zachovanie klasického koaxiálneho prenosového médiá. Tento variant je z uvedených hľadísk lacnejší, jednoduchší, ale terciárna sieť obmedzuje možnosti koncového používateľa. Prenos dát je v koaxiálnom prenosovom médiu obmedzený šírkou pásma a prenosová rýchlosť nad 10Mbyte/s sa javí byť problematickou. Zároveň tento druhý variant zvyšuje nároky na riadiace centrá.
3. V nadväznosti na získané výsledky vo výskume bol spracovaný *návrh interaktívneho systému TKR*, ktorý vychádzal zo súčasného prenosu analógových a digitálnych signálov v paralelnom móde, pričom základným kritériom boli definované predpokladané služby u koncového používateľa. Interaktívna TKR bola navrhnutá ako otvorený systém, ktorý umožňuje prepojenie siete typu TKR na akýkoľvek iný typ existujúcej siete. Súbežne s riešením týchto otázok prebiehal rozbor modulačných metód pre prenos v optoelektronickom systéme TKR.
4. *Experimentálne sa pristúpilo k overeniu vypracovanej teórie*. Bol spracovaný model ovládania televízneho prijímača akusticky pomocou menu na obrazovke.
5. *Analýza existujúcich možností* prenosu televíznych signálov pomocou rádiového kanála

a definovanie podmienok systémov typu TKR s rádiovými sieťami.

6. *Transformácia klasickej formy siete TKR* na informačnú multimediálnu sieť. Táto problematika bola zaradená do grantovej úlohy GA 1/6256/99 s názvom Interaktívne informačné systémy pre televízne káblové rozvody. Tu sa riešili otázky začlenenia multimediálnych prenosov (video, dáta, hlas, text) do systémov TKR. Konkrétne boli riešené nasledujúce čiastkové úlohy:

- využitie multiprocesorových systémov v TKR, hlavne na úrovni RCDS a EUB,
- začlenenie multipočítačových systémov do TKR,
- paralelné spracovanie signálov,
- hodnotenie výkonnosti prenosového systému,
- využitie nových moderných modulačných metód (TCM – Trellis Code Modulation, BCM – Block Code Modulation),
- využitie hlasového ovládania koncového zariadenia TKR, ktoré malo viesť k možnosti ovládania televízneho prijímača pomocou hlasového menu.

3. VÝSKUM OBVODOV A FUNKČNÝCH BLOKOV

Výsledky riešenia problémov, ktoré sú uvedené v predchádzajúcich prehľadoch si vyžiadali i spresňovanie požiadaviek na obvodové riešenie blokov v jednotlivých vrstvách novo navrhovaných TKR. Zaoberali sme sa predovšetkým nasledujúcimi témami:

- *Súčasné spracovanie analógových a digitálnych signálov* pri zachovaní maximálnej novej úrovne odstupu rôznych analógových a digitálnych signálov.
- *Výskum v oblasti neštandardných filtrov* so zameraním na schopnosť odfiltrovania analógových a digitálnych signálov, prenášaných súčasne v jednom televíznom kanále.
- *Požiadavky na výber jednotlivých digitálnych kanálov* prenášaných v rámci jedného TV kanála (predpoklad, že v jednom 8 MHz TV kanále budú prenášané 4 – 6 digitálnych TV kanálov s minimálnou prenosovou rýchlosťou 2,5 Mbyte/s) a ich realizácia na základe neštandardných filtrov.
- *Vytvorenie nových koncepcií* obvodového riešenia fázovacích článkov, umožňujúcich zachovanie požadovaných fázových pomerov pri prenose digitálnych TV signálov.

Pre korektné spracovanie týchto otázok bola urobená analýza možností nových technológií v obvodovej technike (obvodových technológiách) a výskum potom pokračoval s využitím prvkov so spínanými

kapacitormi (SC) a so spínanými prúdmi (SI). Ukázalo sa, že tento výber bol veľmi správny, pretože technika SC a SI umožňuje spracovanie ako analógových, tak aj digitálnych signálov pri splnení požadovaných parametrov pre prenos v rámci interaktívnych multimediálnych sieťach TKR.

Vo výskumnej práci v posledných rokoch sme sa zaoberali novými metódami syntézy selektívnych obvodov vhodných pre obvodovú implementáciu novými progresívnymi technológiami. Pritom sme vychádzali z našich pôvodných prác, týkajúcich sa univerzálnych selektívnych sústav na princípe zovšeobecneného deliča. Tu boli skúmané možnosti optimálneho návrhu univerzálnych bikvadov - filtrov 2. rádu - spojito a diskkrétne pracujúcich. V spojito pracujúcich obvodoch bola overovaná možnosť použitia transimpedančných zosilňovačov ako aktívnych prvkov pre konštrukciu Antoniovho konvertora a boli riešené problémy optimálneho návrhu. Cieľom bolo rozšíriť aktívne frekvenčné pásmo do oblasti videosignálu pri zachovaní integrovateľnosti celého systému.

Pre diskkrétne pracujúce obvody bol overovaný zjednodušený variant SC imitančného konvertora s jedným aktívnym prvkom a boli odvodené podmienky optimálneho návrhu.

Výsledky tejto práce boli publikované na medzinárodných konferenciách a aj v časopise RADIOENGINEERING v roku 2002. Ďalšie príspevky sú každoročne prezentované na pravidelnej konferencii RADIOELEKTRONIKA poriadanej pod záštitou URSI. Z najvýznamnejších prác, ktoré boli publikované uvádzame [10], [11], [12].

Ďalšou významnou oblasťou, ktorej sa systematicky venujeme je riešenie selektívnych sústav diskkrétne pracujúcimi obvodmi so spínanými prúdmi (SI). Táto práca prebieha v rámci spolupráce s ČVUT FEL Praha, katedrou teorie obvodů a je podporená grantom GAČR 102/02/1067 s názvom Syntéza analogových selektívnych soustav. Nositeľom grantu je katedra teorie obvodů FEL ČVUT. Práca sa dotýka dvoch tém:

1. *Simulácie pasívnych prvkov sústavou OTA-SI*, t.j. sústavou, ktorá obsahuje transkonduktančné zosilňovače so spätnou väzbou, tvorenou diskkrétne pracujúcim obvodom SI. Tu bola overená možnosť vytvárania syntetických prvkov C, L, a R pri aplikácii rôznych typov transformácií p - z , boli zhodnotené možnosti realizácie parametrických prvkov, najmä parametrického kapacitora a parametrického induktora. Ďalej bola skúmaná možnosť aplikácie syntetických prvkov pre realizáciu integrovateľných filtrov. Čiastkové výsledky boli publikované na dvoch konferenciách (RADIOELEKTRONIKA 2002, Seminár Teorie

Obvodů STO-8). Práce budú pokračovať, pretože boli objavené zaujímavé možnosti syntézy filtrov na princípe simulácie prvkov s využitím kombinácií transformácie p - z typu FD a BD. Tieto transformácie umožňujú realizovať syntetické prvky najjednoduchším spôsobom, avšak samotné skresľujú priebeh frekvenčnej charakteristiky filtra. Až ich vhodná kombinácia vedie na vyhovujúce, obvodovo zjednodušené riešenie. Súčasne boli hodnotené aj reálne vlastnosti syntetických prvkov a stanovené základné požiadavky na vlastnosti spätnoväzobných obvodov SI.

2. *Syntéza spojito i diskkrétne pracujúcich vlnových filtrov v prúdovom móde.*

Návrh analógových filtrov touto metódou zatiaľ nebol podrobne skúmaný, avšak nový prístup k ich syntéze, ktorý je rozdielny od návrhu digitálnych vlnových filtrov vedie na realizáciu veľmi výhodných zapojení. Dôležité je, že princíp riešenia predpokladá stavebnicovú štruktúru filtra a zachováva výhodné citlivostné pomery, zhodné s pôvodnými filrami LC, z ktorých je vlnový filter odvodený. V základných funkčných blokoch sú len prúdové zrkadlá a stratové integrátory, prípadne stratové diferenciátory SI. Tieto stratové funkčné bloky kladú podstatne nižšie nároky na integráciu pri zachovaní plnej kvality realizovaného filtra. V priebehu posledných rokov bola vypracovaná metóda syntézy pre ľubovoľný typ filtra. V ďalšej etape budú podrobne analyzované reálne vlastnosti základných funkčných blokov a hľadané cesty pre komplexnú optimalizáciu navrhnutých výsledných obvodov. Prvé výsledky práce boli už publikované na konferencii RADIOELEKTRONIKA 2002 v Bratislave a ďalšie nadväzujúce príspevky týkajúce sa citlivostných vlastností základných obvodových štruktúr a možností dynamickej optimalizácie boli akceptované pre tohtoročné konferencie RADIOELEKTRONIKA 2003 a ECCTD '03 v Krakove – [13], [14], [15].

4. ZÁVER

Môžeme povedať, že riešené grantové úlohy priniesli množstvo hodnotných výsledkov, ktoré môžu byť aplikované pri uplatňovaní predpokladaného rozvoja interaktívnych televíznych káblových rozvodov. V spojitosti so súčasným rozvojom informatiky a multimediálnych aplikácií je efektívna prestavba a budovanie nových sietí veľmi významným prvkom. Výskum v tejto oblasti bol ukončený, avšak vďaka spolupráci s ČVUT FEL Praha pokračuje výskum zameraný na obvodové riešenie funkčných blokov a analógových periférií digitálnych informatických systémov. Ukázalo sa, že táto problematika je veľmi aktuálna a prináša množstvo užitočných ideí pre

komplexný návrh a následnú integráciu subsystémov pre prenos i spracovanie informácií.

V ďalšom období preto predpokladáme zameranie sa na syntézu a aplikácie spojito a diskkrétne pracujúcich integrovateľných funkčných blokov v prúdovom móde a na nové nekonvenčné metódy pre optimalizáciu ich návrhu.

LITRATÚRA

- [1] VOLNER, R. - BOREŠ, P. - TICHÁ, D.: CATV and PC = Information Network; In Proc. of The International Symposium on Signals, Circuits and Systems SCS '97, Iasi, Romania, pp. 81 – 84, October 1997.
- [2] VOLNER, R. - BOREŠ, P. - TICHÁ, D.: CATV - Architecture and Simulation Network; In Proc. of the 6th Biennial Conference on Electronics and Microsystems Technology BEC 98, Tallinn, Estonia, pp. 211 – 214, October 1998.
- [3] VOLNER, R. - BOREŠ, P. - TICHÁ, D. - ŽIAK, R.: The Computer Model of the Interactive CATV Network; In Proc. of the 20th International Conference on Information Technology Interfaces, Pula, Croatia, pp. 217 – 221, June 1998.
- [4] VOLNER, R. - TICHÁ, D.: Proposed Applications of Acoustic-Optic Processor in Distributed Interactive Video System; In Programme & Book of Abstracts, pp. 40, ISBN 80-86114-27-9.
- [5] VOLNER, R. - TICHÁ, D.: Proposed Applications of Acoustic-Optic Processor in Distributed Interactive Video System; In Proc. of the SPIE, 3rd International Conference Photonics Prague 99, Prague, pp. 183-187, June 1999, ISBN 0-8194-3641-0, ISSN0277-786X.
- [6] VOLNER, R. - KLÍMA, M. - TICHÁ, D.: Photonics for MS study in Radiocommunications; In Proc. of the 7th International Conference on Education and Training in Optics and Photonics 2001 (ETOP), Singapore, [EO01-86], pp. 4588 – 86, November 2001.
- [7] VOLNER, R. - BOREŠ, P. - TICHÁ, D.: Network Model ATM – Based Broadband CATV; In Proc. of the 9th Biennial Conference on Electronics and Microsystems Technology BEC 2002, Tallinn, Estonia, pp. 343 - 346, October 2002, ISBN 9985 - 59 - 292 - 1.
- [8] VOLNER, R. - BOREŠ, P. - TICHÁ, D.: Long-range Dependent Traffic Models CATV; In Proc. of the 9th Biennial Conference on Electronics and Microsystems Technology BEC 2002, Tallinn, Estonia, pp. 347, - 350, October 2002, ISBN 9985 - 59 - 292 - 1.
- [9] VOLNER, R. - BOREŠ, P. - TICHÁ, D.: Regression models CATV; In Proc. of the 9th Biennial Conference on Electronics and Microsystems Technology BEC 2002, Tallinn, Estonia, pp. 333 – 336, October 2002, ISBN 9985 - 59 - 292 - 1.
- [10] MARTINEK, P. - BOREŠ, P. - TICHÁ, D.: A Contribution to the Design of Filters Based on a Generalized Divider; In Proc. of the European Conference on Circuit Theory and Design, vol.2., Technical University of Budapest, pp. 573-577, September 1997, ISBN 963-420-523-2.
- [11] TICHÁ, D. - MARTINEK, P.: Biquad Based on a Generalized Divider Structure; In Proc. of the European conference on Circuit Theory and Design (ECCTD '99), Torino: Politecnico di Torino, Italy, pp. 229-232, September 1999.
- [12] TICHÁ, D. - MARTINEK, P.: Biquad Based on a Generalized Divider Structure; In RADIOENGINEERING 2002, vol.11, no.2, p.18-25. ISSN 1210-2512.
- [13] MARTINEK, P. - TICHÁ, D. - VORLÍČEK, J.: Switched-Current Analog Wave Filter; In Proc. of RADIOELEKTRONIKA 2002, Bratislava: SUT, Faculty of Civil Engineering, 2002; vol. 1, pp. 1 – 4, ISBN 80-227-1700-2.
- [14] TICHÁ, D. - MARTINEK, P.: Some Comments to the Analog Wave Filters Design; In RADIOELEKTRONIKA 2003, May 2003.
- [15] TICHÁ, D. - MARTINEK, P.: A Contribution to the Analog Wave Filters Design; In Proc. of the ECCTD'03, Krakow, September 2003.