

Beszámoló az ISCAS '88 konferenciáról

Az IEEE által évenként szervezett Symposiumon Circuits and Systems konferenciát ebben az évben június 6. és 9. között rendezték meg a finnországi Espoo Otaniemi nevű városrészben, a Helsinki University of Technology épületében. A részvétel szempontjából a konferencia minden eddigi ISCAS rendezvényt felülmúlt: 44 országból több mint 1100 szakember vett részt a konferencia munkájában. A beküldött mintegy 1200 előadásból 694-et fogadtak el a rendezők. Az előadások három napon át 12 párhuzamos szekcióban folytak, a zsúfolt programban összesen 141 szekcióülés szerepelt.

A konferencia széleskörű áttekintést adott a hálózatelmélet különböző részterületein folyó kutatások legújabb eredményeiről. Az egyes témakörök aktualitását jól mutatja a 141 szekcióülés téma szerinti megoszlása:

Digitális szűrők és Jelfeldolgozás	37
Jelfeldolgozás alkalmazásai	8
A—D és D—A konverterek, interfész áramkörök	9
SC hálózatok	7
Adaptív szűrők	7
Aktív szűrők	4
Analóg IC-k, nagysebességű félvezetős áramkörök	3
Analóg áramkörök modellezése és szimulációja	11
Számítógépes áramkör tervezés	12
Hálózatelmélet alapproblémái	8
Nemlineáris hálózatok	10
Kommunikációs és mikrohullámú áramkörök	13
Hibadetekció	5
Erősáramú rendszerek hálózatelméleti problémái	7

Összesen 38 ország szakemberei tartottak előadást, az USA 227, Japán 68, az NSZK 46, Anglia 35, Kanada 31 előadással szerepelt. Magyarországot erős szakmai delegáció képviselte. A Magyar Tudományos Akadémia, a Budapesti Műszaki Egyetem és a Távközlési Kutató Intézet kiküldöttjei 11 előadást tartottak, aktívan résztvettek az előadásokat követő vitákban, jól hasznosították a konferenciához kapcsolódó rendezvényeket és laboratóriumi látogatásokat a szakmai kapcsolatok mélyítésére és új kapcsolatok kialakítására.

Több szekció foglalkozott a digitális szűrők tervezési és realizációs kérdéseivel. A FIR szűrőkkel kapcsolatos számítástechnikailag hatékony tervezési eljárások fő irányvonalait mutatta be A.T. Fam és T. Saramáki áttekintő előadása, amely egyrészt a rész-szűrőkre bontáson alapuló tervezési módszereket, másrészt a többféle mintavételi sebességet alkalmazó eljárásokat ismertette. A FIR szűrő rész-szűrőkre bontásának kétféle megközelítése ismeretes. Az első módszer szerint azonos késleltetésű tagokból építik fel a szűrőt, a másik változatban különböző késleltetésű szűrő elemeket alkalmaznak. A felbontás előnye az egyes rész-szűrőkre vonatkozó specifikációs követelmények enyhülésében jelentkezik. A különböző késleltetésű elemekből felépülő rendszerrel az egyes rész-szűrők átmeneti tartománya lesz az eredő átmeneti tartománynál lényegesen szélesebb, az azonos késleltetésű blokkokból felépülő szűrő esetén azonos frekvencia viszonyok mellett az elemek átteresztő és zárósávi ingadozásaira adódik enyhébb követelmény. A többféle mintavételi sebességet alkalmazó tervezési eljárással foglalkozott T.A. Ramstad és T. Saramáki előadása, melyben keskeny átmeneti sávú FIR szűrők megvalósítására többszintű és többütemű realizációt javasoltak. K. Estola érdekes javaslatot tett egy rekurzív rész-szűrőt tartalmazó FIR szűrő struktúrára, melynél a nyereség a FIR szűrő együtthatói között fennálló rekurzív kapcsolatból adódik.

Az IIR szűrők esetén a kisórzókenységű, határosszcilláció mentes realizációt biztosító tervezési eljárások álltak az érdeklődés középpontjában. Ezek között is kiemelkedő helyet foglalnak el a hullámdigitális szűrők. K. Chen, L. Wanhammer és T. Saramáki szimmetrikus, hullámdigitális létraszűrő tervezési módszerét ismertették, amely mind az átteresztő- mind a zárósávban kedvező érzékenységgel rendelkezik. A szimmetrikus létraszűrő realizációjához frekvenciafüggő feszültségvezérelt áramgenerátorokat alkalmaznak. E. Watanabe és társai rácsszerkezetű (lattice) hullámdigitális alaptagok T-kaszád elrendezésével kialakított digitális szűrők szintézisét ismertették, amely egyrészt kis érzékenységet eredményez, másrészt pipeline-típusú processzállást tesz lehetővé. A módszer a reflexiós mátrix faktorizációján alapul, ez biztosítja a T-kaszád típusú realizációt, ami a pipeline feldolgozás feltétele.

A tervezési módszerek mellett több szekció is foglalkozott a digitális szűrők megvalósítási kérdéseivel. A Lacroix áttekintő előadása a lebegőpontos aritmetikát alkalmazó megvalósítások problémáit tárgyalta. Részletesen ismertette az aritmetikai műveleteket, a kvantálási hiba és a túlcsondulás jelenségét, végül a dinamika tartomány számításával és a határosszcilláció kérdéseivel foglalkozott. U. Savagerd kis sebességű hangfrekvenciás kódoló rendszertervét ismertette, amely lebegőpontos aritmetikát alkalmazó rácsszerkezetű hullámdigitális szűrőkből épül fel. U. Kleine és T.G. Noll nagysebességű hullámdigitális szűrők megvalósításáról számoltak be, melynél a mintavételi frekvencia növelését carry-save aritmetika alkalmazásával érték el. Leeb F. és Henk T. FIR szűrők amplitudó-fáziskarakterisztikájának együttes approximációjára rekurziós eljárást ismertettek.

A többütemű digitális jelfeldolgozás alapkérdéseiről P.P. Vaidynathan előadása adott áttekintést, tárgyalta a decimálás és interpoláció problémáit, foglalkozott a polifázisú struktúrákkal és a szűrőbankok megvalósításával. H. Göckler N-csatornás FDM jel digitális demultiplexálására mutatta be a polifázisú módszer továbbfejlesztett változatát. A többütemű digitális szűrők témakörében érdekes előadások hangzottak el a FIR szűrők Lagrange-multiplikátor módszeren alapuló tervezéséről, valamint a FIR szűrőbankok diszkrét frekvencia- és időtartománybeli analíziséről.

Az amplitudó és fázis együttes approximációjával több előadás foglalkozott. H. Baker és M. O'Malley FIR szűrők amplitudó és fáziskarakterisztikájának együttes approximációjára mutattak be új módszert, mely tetszőleges típusú FIR szűrőre alkalmazható, de különösen hasznos kvázi-mindent átteresztő korrektorok tervezésében. Példaként egy elliptikus FIR szűrő futási idejének kiegyenlítését ismertették. Két előadás foglalkozott nem minimálfázisú hálózatok karakterisztikáinak együttes approximációjával. I.H. Zabalawi az átteresztősávban egyenletes ingadozású amplitudót és maximális lapoltságú futási időt állított elő, a futási idő és a zárósávi amplitudó karakterisztika megfelelő kialakítását az átviteli zérusok alkalmas megválasztása biztosítja. Földvárinó Orosz J., Henk T. és Simonyi E. nem minimálfázisú hálózatok együttes approximációjára ismertettek iterációs eljárást, melyben az amplitudó és fáziskarakterisztikát felváltva közelítik.

Habár a konferencia szekcióinak jelentős része a digitális jelfeldolgozás gondolkörében mozgott, a nagy sebességű valós idejű jelfeldolgozás területén (A/D, D/A átalakítás, szűrés) az analóg technika továbbra is elengedhetetlen, illetve perspektivikus. Természetesen itt azokat az áramkör technikákat

kutatják, amelyek monolit integrálhatók és ezek közül is különösen azokat, amelyek lehetővé teszik analóg és digitális működésű áramkörök ugyanazon chipen történő integrálását. A téma jelenlegi állapotáról és a perspektivikus fejlődési irányokról Temes professzor tartott áttekintő előadást és a részkérdésekkel számos szekció foglalkozott.

Az A/D és D/A átalakítók sebessége a szubmikron bipoláris, a nagyfelbontású CMOS és a GaAs technológiák bevetésével növelhető a Ms/s tartományból a Gs/s tartományba, 4–8 bit felbontás mellett. Itt különösen érdekesnek tűnik a GaAs heterojunction bipoláris tranzisztorok (HBT) alkalmazása. A felbontás korlátainak tágítása a technológia és az ehhez illeszkedő áramkör technika jelentős fejlesztését igényli. A nagyfelbontású (16 bit) A/D átalakítók számára az ismert $\Sigma - \Delta$ eljárások tovább finomítása és az integrált CMOS megvalósítás látszik a legjobb megoldásnak.

Az integrált analóg szűrők területén továbbra is az SC technikán alapuló megoldások dominálnak. Az SC technika GaAs technológiára történő kiterjesztése 10 MHz-es jeltartományban működő integrált szűrőket eredményezett. A bemutatott új tervezési módszerek és áramkörök célkitűzése egyrészt az érzékenység csökkentése, másrészt olyan topológiák kidolgozása, amelyek lehetővé teszik nagyfrekvenciás, illetve szigorú specifikációjú szűrők megvalósítását, valamint az összegkapacitás (chip-felület) csökkentését. Számottevő törekvések vannak az SC szűrők automatizált számítógépes tervezésére is.

Az SC hálózatok témakörében analízis eljárásokról, tervezési módszerekről, ezeket segítő programokról és komplett tervező rendszerekről hangzottak el előadások. A nagyfrekvenciás alkalmazásokra való törekvés miatt fontos szerepet kapott a nemideális SC áramkörök vizsgálata.

A. Opal és J. Vlach a WATSNAP programcsomagot ismertették, mely alkalmas a kapcsolók veszteségeinek és a műveleti erősítők véges erősítés-sávzélesség szorzatának figyelembevételére. A program a frekvencia tartománybeli transzfer függvény mellett a transzfer függvény elemértőkekre vonatkozó érzékenységet is meghatározza.

J. Silva—Martinez és E. Sanchez-Sinenco SC szűrők tervezésére mutattak be szisztematikus eljárást, melyben a szokásos bilineáris transzformáció helyett a bikvadratikus tényezőkre bontott transzfer függvényben szereplő egyes frekvenciafüggő tagokra különböző típusú frekvencia transzformációt alkalmaztak, majd járulékos zérusok elhelyezésével állítják be a specifikációnak megfelelő frekvencia karakterisztikát. Az eljárás eredményeként a transzfer függvény zérusainak száma a bilineáris leképezéshez képest csökken és így a szűrő meg-

valósításához a szokásosnál kisebb össz-kapacitás szükséges.

G.S. Moschytz és társai SC szűrők szintézisére és a szűrő integrált áramkörüi megvalósításához szükséges maszktervek elkészítésére szolgáló tervező rendszert ismertettek. A tervezett szűrő maximálisan 16-od fokú lehet, a megvalósítás gate array típusú, 3 mikronos CMOS technológiával. Az eljárást három példával is illusztrálták.

J. Mulawka és társai előadásukban új SC struktúrák generálására és vizsgálatára szolgáló számítógépes eljárásról számoltak be, melyben a struktúrák generálását PROLOG nyelven írt program végzi, amit szimbolikus analízis követ. Az eljárás felhasználását új, nagyfrekvenciás alkalmazásoknál előnyös SC integrátor kialakításának példáján mutatták be.

W.J. Wolski a neminvertáló SC integrátor analízisének eredményei alapján a műveleti erősítő frekvencia-függőségéből és nemlinearitásából adódó korlátozó hatásokat vizsgálta.

Y. Fukui és társai a klasszikus LDI és bilineáris leképezések kombinálásával adódó új S-Z transzformációt javasoltak, mellyel a transzformált frekvenciatengelyek torzulásából adódó eltérés lényegesen kisebb, mint az alkalmazott egyedi transzformációk bármelyikében. Az új transzformáció alkalmazását másodfokú aluláteresztő SC szűrő tervezésének példáján mutatták be.

Tóth L. és Simonyi E. általános RSC hálózatok analízisére adtak eljárást, melyben a transzfer függvényt mátrixexponenciálisok számításával határozzák meg. Ezen túlmenően a hálózat stabilitásának feltételét is megfogalmazták.

K. Suyama és S.C. Fang periodikus vezérlésű nemlineáris SC áramkörök állandósult állapotának meghatározására szolgáló időtartománybeli analízis hatékonyságának javítására újfajta mennyiség bevezetését és számítását javasolták.

Az ún. állandósult állapot-diszkriminátor az időtartománybeli megoldás tranzienst összetevőjének fokozatos csökkenésére jellemző mennyiség, mely az analízis leállításának feltétele lehet. Megfelelő optimalizációs eljárással kiegészítve az állandósult állapot-diszkriminátorra alapozott analízisben jelentős gyorsítás érhető el.

D.G. Haigh és J.T. Tylor az SC hálózat átkapcsolási tranziense alatt létrejövő nemlineáris töltés injekció hatására kialakuló torzítás analízisével foglalkozott. A vizsgálat eredményeire alapozott áramkörüi javaslatuk lényeges torzítás csökkenést eredményez.

H. Matsumoto és K. Watanabe frekvencia-feszültség, illetve feszültség-frekvencia konverterek SC elemek felhasználásával történő kialakításáról adtak számot. A javasolt megoldások érzéketlenek a

parazita kapacitásokra és jelentős dinamika tartomány mellett kis méretben nagy pontossággal realizálhatók.

Z. Quian és Z. Shen a diszkrét idejű SC integrátorokban alkalmazott műveleti erősítők véges erősítés-sáv szélesség szorzatának hatását kompenzáló megoldásra tettek javaslatot. Az eljárással a műveleti erősítő erősítésére vonatkozó érzékenység zérussá tehető és emellett az erősítő kisméretű zaja is számottevően csökken.

Több előadás foglalkozott speciális jelfeldolgozási funkció, így pl. decimátorok, interpolátorok, konverterek és modulátorok SC áramkörökkel történő megvalósításával.

Az analóg szűrők integrált áramkörüi megvalósításában a mintavételes SC realizációk mellett jelenleg is fontos szerepük van a folytonos működésű szűrőknek, melyek mentesek a mintavételes szűrőknél fellépő jel és zaj visszalapolódási jelenségektől. Elsősorban a CMOS alapú, műveleti erősítőkből és kondenzátorokból felépülő ún. OTA-C áramkörök állnak az érdeklődés előterében. Ezeknél nehézséget jelent az, hogy az időállandók pontos beállítása meglehetősen bonyolult onchip szabályzás megvalósítását igényli. A kutatás előterében áll az eszközök nemlinearitásából eredő problémák megoldása is.

Az integrált analóg jelfeldolgozó áramkörök területén elért kutatási eredményeket elsősorban a tömeges igényekkel jelentkező távközlési alkalmazásokban használják (kodek, modem, DTMF jelzés, FM rádió vevő). Az orvosi elektronika szintén fontos alkalmazási terület, ahol a kis méret és kis fogyasztás, az alacsony jelszintű áramkörtechnika, és a kis zaj a legélesebb követelmények.

A speciális aktív szűrők témakörében két előadás keltett különös érdeklődést. Az egyik J. D. Rhodes leeds-i professzor előadása volt, aki a lineáris frekvencia transzformációt megvalósító rendszerekről beszélt. Lineáris frekvencia transzformációjának nevezte azokat a rendszereket, amelyek a bemeneti és kimeneti jel pillanatnyi frekvenciája között lineáris kapcsolatot teremtenek. Ilyenek pl. a keverők, a frekvencia sokszorozók és frekvenciaosztók, a limiterek és oszcillátorok. Ezek az áramkörök a bemeneti jelre nemlineáris transzformációt, a bemeneti jel pillanatnyi frekvenciájára azonban lineáris transzformációt valósítanak meg. Az előadó a nemlineáris áramkörökben létrejövő frekvencia-változás lineáris módszerekkel történő vizsgálatát egy oszcillátor és egy adaptív sávszűrő példáján mutatta be. A szekció másik kiemelkedő előadását Y. Tsvividis és L. Fu tartotta az erősen inverz tartományban működő MOS tranzisztorok kis- és nagyjelű működését egyaránt figyelembevevő elosztott paraméterű jellemzőkről. Bemutatták az aktív RC

áramkörök kizárólag tranzisztorokat tartalmazó reprezentációját. Az összefüggéseket egy 100 MHz-es integrált aluláteresztő szűrő példáján elemezték.

N. Fujii és S.K. Mitra egyszerű aluláteresztő-felüláteresztő transzformációt mutatott be RC hálózatokra. A hagyományos transzformáció során $2n$ darab áramköri elem változtatására van szükség, míg a javasolt módszerrel csak egyetlen ellenállást és egyetlen kapacitást kell megváltoztatni.

Nagy érdeklődés kísérte a szimulációs programokkal foglalkozó szekció előadásait. H.C. Lin és S.P. Chiang előadása az elosztott kapacitással rendelkező ellenállásoknak a SPICE programban történő modellezésével foglalkozott. Az ellenállást nyitóirányban előfeszített dióddal modellezték, melynél a frekvencia négyzetgyökével arányos áramot feltételeztek, a kapacitás modelljéül záróirányban előfeszített diódát választottak, melynek feszültsége a frekvenciával arányos. A terhelő ellenállás teljes modelljét a két dióda párhuzamos kapcsolása alkotja. Ez a modell az eddig alkalmazott, RC szakaszokból felépülő modellhez képest gyorsabb számítást tesz lehetővé. A SPICE programhoz kapcsolódott P. Gubian és M. Zamella előadása is, akik egy fejlesztés alatt álló szakértői rendszert (AUSPICE) ismertettek, melynek feladata a SPICE programmal végzett analízisek esetleges eredménytelenségének kiküszöbölése. Az AUSPICE rendszer először a feladat kitűzését ellenőrzi abból a szempontból, hogy nem várhatók-e problémák a DC, illetve transziens analízis konvergenciáját illetően. Szükség esetén a rendszer a feladat módosítására vonatkozó javaslatot ír ki a monitorra. Eredménytelen analízis esetén kérdés-felelet formájában ad konzultációs lehetőséget és az analízis részeredményeinek figyelembevételével tesz javaslatot segédparaméterek (hibakorlát, időlépték, stb.) módosítására, illetve a program algoritmusában meglévő elágazási lehetőségek célszerű kihasználására. A szakértői rendszer személyi számítógépen és a DEC VAX típusú nagygépen is használható.

P. Odryna vegyes, analóg és digitális elemeket tartalmazó hálózatok szimulációjára szolgáló programrendszert ismertetett, amely a vegyes szimulációhoz szükséges algoritmusokat egységes adatbázisú rendszerbe foglalja össze, és így szükségtelessé teszi, hogy az áramkört részekre bontva szimuláljuk. A digitális szimuláció végrehajtása rendszer, funkcionális áramkör, vagy kapu szinten történhet. Az analóg szimuláció direkt módon a SPICE programmal végezhető.

A. Liberatore és S. Manetti személyi számítógépre készült szimbolikus analízis programot ismertettek, amely a módosított csomóponti módszeren alapul.

Érdekes új szimulációs rendszert mutattak be olasz kutatók. A PENELOPE elnevezésű szimulációs rendszer főleg CMOS áramkörökhöz készült, a logikai hálózatot egy Petri-hálóhoz hasonló gráffal jellemzi, amely mind a hálózat igazságtábláját, mind a jelek továbbítására szolgáló információkat tartalmazza. A PENELOPE rendszer a hálózat késleltetéseinek pontos modellezését teszi lehetővé. Az IBM kutatói logikai hálózatok kapcsoló szintű szimulációjával foglalkoztak előadásukban. Az általuk ismertetett eljárás az ismert módszereknél lényegesen gyorsabb analízist tesz lehetővé.

A konferencia munkájában jelentős szerepet kapott a nemlineáris hálózatelmélet kérdéseinek tárgyalása. Két önálló szekcióülés foglalkozott az elektronikus áramkörökben fellépő káosz jelenségekkel. A kaotikus hálózatok témakörében a konkrét áramköröket tárgyaló esettanulmányok mellett az előadások foglalkoztak a kaotikus viselkedést mutató áramkörök osztályozásával és vizsgálták a káosz elkerülésének, a rendszer stabilizációjának lehetőségeit. Az előző évben tartott ECCTD'87 konferencián az M. Hasler professzor által szervezett — a nemlineáris rendszerek kaotikus működésének problémáival foglalkozó — szekció keretében élénk vita folyt a numerikus és analitikus módszerek alkalmazásának lehetőségeiről. A vitában kialakult vélemény szerint a numerikus módszerek alkalmazhatósága a véges kerekítési hiba miatt elvileg is kétségbe vonható. Valószínűleg ez a vita is hozzájárult ahhoz, hogy a kaotikus jelenségek vizsgálatában az analitikus módszerek szinte egyeduralkodóvá váltak.

Nagy érdeklődést váltott ki R. Liu és V. Raman előadása, mely azt a kérdést vizsgálta, hogy egy adott kaotikus viselkedést mutató nemlineáris rendszerhez milyen feltételek mellett rendelhető hozzá olyan kompenzáló hálózat, mellyel a kaotikus működés egyértelműen elkerülhető. Érdekes volt Z. Liu és társainak előadása, akik egy kaotikus jelleget mutató leképezést használtak fel bináris, álvéletlen sorozatok generálására. A. Azzouz és M. Hasler olyan új módszert mutattak be, mellyel a másodrendű, nemlineáris, nemautonom rendszerek megoldásainak konvergenciatartományát határozható meg, a megoldás zárt alakban történő előállítása nélkül.

Külön szekció foglalkozott a fáziszárt hurkok témakörének kutatási eredményeivel. J. Gridniewicz és munkatársai a varsói egyetemen évek óta foglalkoznak az elsőrendű mintavételező fáziszárt hurkok autonóm modelljének vizsgálatával. Előadásukban a korábbi években elért eredményeiket tekintették át és azokat egy megépített, a 0,2—2 KHz sávban működő mintán végzett mérésekkel igazolták. Ugyanehhez a munkacsoporthoz tartozik B. Swidzinska, aki előadásában elsőrendű, ideális

mintavételező fáziszárt hurkok szinkronizációs tartományait határozta meg az ún. rotációs szám felhasználásával. Ebben a szekcióban hangzott el Kolumbán G. előadása, aki a valóságos mintavételező áramkör tulajdonságait is figyelembevéve dolgozta ki a mintavételező fáziszárt hurkok frekvenciatartománybeli analízisét. Eljárása lehetővé teszi az SPLL áramkörök modulációs és zaj jellemzőinek meghatározását. A Sklorz a fázis/frekvencia detektort és töltéspumpa áramkört tartalmazó fáziszárt hurkok állandósult állapotához közel eső viselkedését újszerű linearizált differenciaegyenleten alapuló modell alapján vizsgálta. Az áramkörnek a pozitív és negatív fázishibára mutatott eltérő viselkedését kiegészítő függvénnyel vette figyelembe. T. Endo és L.O. Chua egy katalógus alapján megépített PLL FM demodulátor áramkörben vizsgálta a káosz jelenségének kialakulását. A szerzők Melnyikov módszerére támaszkodva elméletileg bebizonyították és mérésekkel is igazolták, hogy a kaotikus állapot a gyakorlatban is felléphet az áramköri paraméterek széles tartományában. Az előadás legnagyobb értéke abban áll, hogy első ízben sikerült a kaotikus állapot fellépését kimutatni, nem a káosz generálására tervezett áramkörben. H. Hikawa és S. Mori egy újfajta fázisakkumuláció alapuló fázis/frekvencia detektort és az ezzel megépített, 10 MHz-es frekvenciasávban működő frekvenciaszintetizátort ismertetett. A digitális elven működő fázisdetektor a szokásosnál rövidebb átkapcsolási időt és alacsonyabb zavar szintet eredményez. O. Nakajima S. Mori professzor vezetésével új adaptív többszintű kvantált fázisdetektort (AMPC) fejlesztett ki digitális fáziszárt hurkokhoz. Az új detektor a szokásos áramkörökhöz képest jóval nagyobb befogási tartományt és kedvezőbb dzsitter elnyomást biztosít. W. J. Jones előadásában egy X-sávú direkt működésű digitális és analóg szintetizátor elemekből felépülő frekvenciaszintetizátor rendszert ismertetett, mellyel igen rövid (5 usec-nál kisebb) frekvenciaváltási idők érhetők el.

A szélessávú illesztés témakörében négy előadás hangzott el különböző szekciókban. H. J. Carlin és P. P. Civalleri az erősítés-sáv szélesség szorzatra vonatkozó felső korlátot vizsgálta nem unilaterális tervezéslésű tranzistoros erősítő esetén. Ha a visszacsatolás negatív, az erősítés-sáv szélesség szorzat felső korlátjának maximuma van az eszköz egyenáramú meredekségének függvényében. Pozitív visszacsatolás esetén az erősítés-sáv szélesség szorzatot semmi sem korlátozza. Ez az instabilitás lehetőségére utal. A tervezéslésű tranzisztort három kapacitással és egy vezérelt áramgenerátorral modellezték, a pontosabb korlátok megadásához részletesebb modell szükséges. Y. Zhu és W. K. Chen veszteségmentes, lezárt kótkapú bemeneti

reflexiótényezőjére vonatkozó tételeket közölt, amelyek a szélessávú illesztés analitikus és számítógépes megoldásában lehetnek hasznosak. B. S. Yarman és A. Fettweis komplex generátor- és terhelőimpedancia szélessávú illesztésének problémáját oldotta meg a Brune-függvények részlettörtekre bontott kifejezésének felhasználásával. A módszer a korábban H. J. Carlin által kidolgozott „real frequency” módszerrel azonos előnyökkel rendelkezik közvetlenül a mért adatokból kiindulva, szélessávú illesztőhálózatok topológiáit és ellenértékeit szolgáltatja.

Y. Wu, Y. Su és P. Zhang a veszteséges szélessávú illesztőhálózatok analitikus elméletének alapjait dolgozta ki. Feltételezték, hogy az illesztőhálózat minden kapacitása (induktivitása) egyenletes veszteségű. A feladatot új frekvenciaváltzó bevezetésével oldották meg. Módszereik lényegében Youla analitikus módszerének továbbfejlesztése, ezért az abban fellépő modellezési és approximációs problémák itt is felmerülnek.

Két teljes szekció foglalkozott a nagyfrekvenciás eszközök modellezésével, ezekből csak néhány előadást ragadunk ki.

J. Zimmermann és társai mikrohullámú távvezérlésű tranzisztorok modellezéséről készítettek áttekintést. Háromféle csoportba tartozó modelleket vizsgáltak, a Monte Carlo v. részecske-modellt, a Poisson és a folytonossági egyenletek kétdimenziós megoldását és az egyszerű, analitikus modelleket. A részecske-modellnek nagy előnye, hogy eddig figyelembe nem vett fizikai jelenségeket is könnyen lehet kezelni a segítségével. Figyelemre méltó az előadás írott változatának végén található 48 referencia, amely az elmúlt három év minden jelentős, idevonatkozó eredményét tartalmazza.

R. R. Pantoja és társai GaAs térvezérlésű tranzisztorok egyenáramú és nagyfrekvenciás szimulációjára kidolgozott módszerüket ismertették. A módszer a kétdimenziós analízisen alapszik, ügyes egyszerűsítésekkel, melyek a felhasznált gépidő 1000-szeres csökkentését tették lehetővé. Alkalmazási példaként 0,5 μ m-es gate hosszúságú térvezérlésű tranzisztor reflexiók mátrixelemeit számították ki, amelyeket (amint azt az egyik szerző, M. Howes professzor budapesti előadásaiból megtudtuk) GaAs monolit IC tervezésében használtak fel.

A harmonikus egyensúly elvének a mikrohullámú, nemlineáris áramkörök analízisében történő felhasználásával három előadás is foglalkozott, közülük kiemeljük E. Ngoya és társai előadását, melyben az analízist érzékenység-számítással és optimalizálással egészítették ki. Figyelemre méltó, hogy ebben a témakörben, amely jelenleg az érdeklődés előterében van, a TKI-ban is komoly eredmények születtek (ANAL-13 program).

A konferencia sokszínű programjában a mikro-hullámú áramkörök tervezési problémáival két szekció foglalkozott. Előadást hallhattunk az X-sávú minimális fázistolású PIN diódás csillapítók tervezési és realizálási kérdéseiről, az N-kapu szórás mátrixok általánosításáról és a különböző hosszúságú veszteséges tápvonal-szakaszokból felépített hálózatok analíziséről. E. Keppinen és társai L-sávú, GaAs hordozón kialakított kisfogyasztású monolit vevőáramkör tervezését és szimulációs eredményeit mutatták be. Az MMIC áramkör RF és KF előerősítőt, aktív keverőt és a lokáljelek fogadására kialakított leválasztó erősítőt tartalmaz. A mikro-hullámú szűrőkkel foglalkozott I.H. Zabalawi, aki járulékos rezonátorokat tartalmazó kerülő ág beépítésével érte el, hogy felfüggesztett tápvonal-szakaszokat tartalmazó szűrője kitűnő futási idő paraméterekkel rendelkeznek.

Külön szekció tárgyalta az 1991-re tervezett össz-európai mobil rádiókommunikációs rendszer megvalósítására irányuló áramkörtechnikai kutatásokat. A rendszer megvalósításához a digitális jel-feldolgozás és a VLSI realizáció lényeges problémáit kell megoldani. Kritikus áramköri problémaként jelentkezik az adaptív csatorna kiegyenlítő, a Viterbi dekóder és a beszéd kódoló/dekódoló áramkör kialakítása. A kis teljesítmény fogyasztás és a specifikációk módosítását lehetővé tevő rugalmas kialakítás igényes feladat megoldásokra készíti az áramkörtervezőket.

Az előadásokon kívül a konferenciához kapcsolódó két rögtönzött laboratóriumi látogatáson vehettünk részt. A Helsinki Egyetem áramköri laboratóriumában számítógéppel vezérelt időtartománybeli reflexiómórró berendezést mutattak be, melyet jelenleg mobil adó-vevő tranzisztoros végfokozatainak tervezésére használnak kb. 1 GHz-es frekvenciáig. Megmutatták automatikus hálózat analízatorukat is, melyet a HP 8409 berendezés mintájára házilag állítottak össze HP műszerekből. A másik

látogatásra az egyetem és a VDE elnevezésű állami kutató központ közös félvezetőtechnikai laboratóriumában került sor. A laboratórium $1\ \mu\text{m}$ körüli gate-hosszúságú távvezérlésű tranzisztorok és az ezekből felépített áramkörök fejlesztésével foglalkozik, emellett új anyagok alkalmazásával kapcsolatos kísérleteket is folytatnak.

Összefoglalva megállapítható, hogy az ISCAS'88 konferencia előadásai és konzultációs fórumai kiváló lehetőséget adtak a kiemelkedő kutatási eredmények megismerésére, az alkalmazásokban is jól használható modellezési eljárások, analízis és tervezési módszerek elsajátítására.

Az elmúlt évtizedekben a hálózatelmélet témakörében dolgozó magyar kutatók tevékenysége elismerést szerzett. A Helsinkiben tartott viszonylag nagyszámú előadásunk és aktív szereplésünk jó visszhangot keltett, tovább szélesítette nemzetközi kapcsolatainkat.

A konferencia részletes ismertetésében említett előadásokon kívül magyar részről Abos I. komplex huzalozású problémák megoldására szolgáló algoritmust ismertetett, Roska T. előadásában neurális hálózatok kvalitatív jellemzőivel foglalkozott. Ladvánszky J. kis nemlinearitású hálózatok teljesítmény illesztésére adott megoldást. Baranyi A. AM-PM konverzió és AM kompresszió csökkentésére szolgáló újszerű nemlineáris korrekort ismertetett. Fülöp T. SC hálózatok realizációjánál használható kis érzékenységű másodfokú alaptag kialakításáról számolt be. Papp Z. és társai EEG rendszer számítógépes megvalósításához kapcsolódó eredményeiket ismertették. Pócsei G. digitális szűrők strukturálisan passzív rezonátorokra alapozott megvalósulásával foglalkozott.

Részvételi lehetőségünk biztosításáért ehelyütt is köszönetet szeretnénk mondani a kiküldetésünket támogató szervezeteknek.

Dr. Baranyi András