



*Животи и дело
српских научника*

Српска академија наука и уметности

*Живой и дело
срїских научника*

SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

BIOGRAPHIES AND BIBLIOGRAPHIES

Volume XVII

II SECTION

COMMITTEE FOR RESEARCH INTO THE LIVES AND WORKS
OF THE SCIENTISTS IN SERBIA AND SCIENTISTS OF SERBIAN ORIGIN

Book 17

*Lives and Works
of the Serbian Scientists*

E d i t o r

Academician

VLADAN D. DJORDJEVIĆ

BELGRADE

2020

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

БИОГРАФИЈЕ И БИБЛИОГРАФИЈЕ

Књига XVII

II ОДЕЉЕЊЕ

ОДБОР ЗА ПРОУЧАВАЊЕ ЖИВОТА И РАДА НАУЧНИКА У СРБИЈИ
И НАУЧНИКА СРПСКОГ ПОРЕКЛА

Књига 17

*Живот и дело
српских научника*

У р е д н и к

академик

ВЛАДАН Д. ЂОРЂЕВИЋ

БЕОГРАД
2020

Примљено на VI скупу Одељења хемијских и биолошких наука од 15. јуна 2018. године,
на основу реферата Живорада Чековића, Антонија Ђорђевића, Радоја Чоловића, Владана
Ђорђевића, Јова Јарића и Илије Савића

Издаје *Српска академија наука и уметности*
Покретач пок. академик *Милоје Р. Сарић*

Превод на енглески
Весна Хил
Јелена Миширић

Лектор и коректор
Весна Шудић

Технички уредник
Никола Сивановић

Ликовно решење корица
Милош Пејковић

Тираж: 500 примерака

Штампа
Планета ѝрини

ПРЕДГОВОР

Одбор за проучавање живота и рада српских научника и научника српског порекла, којег је Српска академија наука и уметности основала 1992. год., већ дуже време издаје едицију под називом: Живот и дело српских научника (прва књига је изашла 1996. год.). До сада је изашло 16 књига Едиције, у којима су обрађени живот и рад око 200 научника из области природно-математичких, медицинских и техничких наука, који су резултатима свога рада значајно задужили нашу науку, и тиме у њој, а такође и у нашој свеукупној култури, оставили дубок траг вредан трајног помена. Поред тога, Одбор је издао и два посебна издања Едиције (после 10. књиге и после 15. књиге) која су садржала само сажетке на енглеском језику о животу и раду до тада обрађених научника, заједно са њиховим портретима. Ова издања Едиције садржала су такође и низ корисних додатака у којима су научници били разврстани по години рођења, области рада, и сл., а такође су били наведени и основни подаци о ауторима који су о њима писали.

Пред очима читалаца се сада налази 17. књига Едиције, са биографијама нових 12 научника. Међу њима преовлађују лекари. Има их пет: Милан Јовановић Морски, Јован Данић, Симо Милошевић, Живојин Бумбаширевић и Саво Перовић. Следе два физико-хемичара (Драгољуб Јовановић и Иван Драганић), два инжењера (Добривоје Божић и Мирко Милић), и по један математичар (Милева Првановић), физичар (Марко Вукобрат Јарић) и метеоролог (Владимир Јакшић).

И овога пута имам пријатну дужност да се захвалим свим активним члановима Одбора на труду који су уложили у одабиру компетентних аутора и рецензената, као и на низу корисних примедби и сугестија које су имали, да би ова књига задржала квалитет претходних. Посебну захвалност дугујем секретарици Одбора г-ђи Вери Батини на преданости и посвећености важном послу којим се Одбор бави. Захваљујем се такође техничком особљу Академије и особљу издавачког предузећа *Планетиа ѝринџи*.

Београд,
фебруара 2020. год.

Главни уредник
академик Владан Д. Ђорђевић

PREFACE

The SASA Board for the Study of Life and Work of Serbian Scientists and Scientists of Serbian Descent, which the Serbian Academy of Sciences and Arts established in 1992, has been publishing a book series titled *Life and Work of Serbian Scientists* (its first volume came out in 1996). So far, 16 volumes of the series have been published, wherein the lives and careers of about 200 scientists, who pursued their careers in the area of natural and mathematical sciences, medical sciences and technical sciences, were depicted, and to whom, owing to their great achievements, Serbian science is greatly indebted, and who thus left a deep mark on our culture in general, worthy of remembrance. In addition, the Board published two special editions of the series (which came out after Volume 10 and Volume 15) that solely included the summaries in English on the lives and careers of the scientists that were depicted in the series up to that moment, and also included their portraits. These editions of the series also contained a number of very useful supplements wherein scientists were classified according to the year of birth, field of study etc., and they also provided some basic information on the authors who wrote about them.

Currently Volume 17 in the series has come out, containing the biographies of 12 new scientists. The majority of them are physicians. There are five of them: Milan Jovanović Morski, Jovan Danić, Simo Milošević, Živojin Bumbaširević and Savo Perović. There are also two physico-chemists (Dragoljub Jovanović and Ivan Draganić), two engineers (Dobrivoje Božić and Mirko Milić), and one mathematician (Mileva Prvanović), one physicist (Marko Vukobrat Jarić) and one meteorologist (Vladimir Jakšić).

Once again, it is my pleasant duty to thank all active members of the Board for the efforts they devoted to select competent authors and peer-reviewers, as well as for a number of their very useful remarks and suggestions, so that this volume would reach the standards set by the previous ones. I would like to extend special thanks to Ms Vera Batina, secretary of the Board, for her commitment and dedication to this important work of the Board. A special thanks goes to the SASA staff and the staff of the publishing house *Planeta Print*.

Belgrade,
February 2020

Editor-in-Chief
Academician Vladan D. Đorđević

МИРКО М. МИЛИЋ
(1932–1993)

Бранимир Рељин



Мирко М. Милић, дипломирани инжењер електротехнике, доктор техничких наука, редовни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду и дописни члан Српске академије наука и уметности, свој радни век посветио је научном раду и едукацији у области теорије електричних кола и система. Његов научни опус је првенствено посвећен теоријском приступу анализи електричних кола и система, посебно у примени тополошких метода и процедура у развоју једначина стања, укључујући анализу нелинеарних и временски променљивих система. Увео је нову класу енергијских функција у форми Лагражијанових и анти-Лагражијанових функција користећи енергију, снагу и акцију као променљиве. Значајне резултате је остварио у области квалитативне анализе сингуларних система.

Резултате својих истраживања публиковао је у реномираним међународним часописима, као и у зборницима радова међународних и домаћих конференција. Држао је велики број предавања по позиву и уводних предавања. Значај професора Милића у области теорије електричних кола је препознат у свету, тако да је он био уредник многих часописа, члан научних комитета конференција, рецензент радова и пројеката.

Као професор Универзитета увек је истраживао нове области и дао значајан допринос у домену анализе дегенеративних линеарних и нелинеарних мрежа, применом једначина стања и семистања. Волео је и неговао рад са студентима. Поред студената постдипломских студија и доктораната, у научноистраживачки рад је укључивао и студенте додипломских студија и са њима организовао разне семинаре и скупове где су анализирани најновији радови и трендови из области теорије електричних кола.

Мирко Милић је изабран за дописног члана Српске академије наука и уметности 1988. године.

1. БИОГРАФИЈА

Мирко Милић је рођен 21. априла 1932. године у месту Галаце (Румунија) од оца Марија и мајке Енрике, као син јединац. Град Галаце је основан давне 1445. године у делти Дунава на веома погодном месту за бродску везу са Црним морем, и представља највећу речно-морску луку на Дунаву. Име града је вероватно арапског порекла, од речи *īal'āī* (тврђава). Разграната делта Дунава је увек била изазов за морепловце. У Галацеу је Мирков отац, родом из Дубровника (Хрватска), радио као професионални бродски пилот (*лоц*, како се звала та професија) управљајући морским бродовима ка Црном мору и од њега.



Сл. 1. Мирко Милић (фото из 1993. године) и његови родитељи: Марио и Енрика (фото из 1930. године)



Сл. 2. Породична фотографија породице Мантовани (фото из децембра 1926. године).
Стоје: Енрикина сестра Ана, Еника и њен ујак Ђузепе Мантовани.
Седе: Марија и Ђорђо Мантовани, родитељи Ане и Енике



Сл. 3. Мирко Милић (1937. године) и са родитељима (1941. године)

Мајка Мирка Милића, Енрика, рођена је у знаменитој италијанској породици Мантовани, а имала је и аустријске крви са мајчине стране. Била је образована, широке културе, а утицала је на Мирка да заволи музику и математику. Омогућила му је да добије широко образовање у класичној гимназији, што је допринело да се Мирко изразито заинтересује за уметност, филозофију и језике.

Током школовања Мирко Милић је показивао изразити смисао за математику а све разреде је завршавао са највишим оценама. Услед политичких разлога (Резолуција Информбироа) није завршио последњи разред, јер је његова породица била присиљена да емигрира у Југославију 1948. године. Наредних година они су веома тешко живели као емигранти. Упркос томе, Мирко Милић је матурирао у Београду 1950. године са највишим оценама. Потом је уписао Електротехнички факултет у Београду где је дипломирао 1956. године на Одсеку за телекомуникације, са изузетно високом средњом оценом студија у то време: 9,43. Магистрирао је 1963. године са темом „Примена теорије графова на анализу електричних мрежа са вишекрајним елементима“. Докторску дисертацију под називом „Тополошко-динамичке особине модела стања нерцепрочних мрежа“ одбранио је 1968. године, такође на Електротехничком факултету у Београду.

Мирко Милић се није женио, а последњих десетак година живота провео је у заједници са др Мирославом Олујић, професорком Ветеринарског факултета Универзитета у Београду.

Правио је јасну и строгу разлику између приватног живота и професионалних активности. Стога је само мали број његових колега знао да је Мирко Милић био изразити познавалац филозофије, уметности – нарочито музике, као и пасионирани љубитељ цеза. Његова болест (дијабетес), са којом се борио деценијама, можда је утицала да се са великим жаром посветио науци како би постигао што више „пре неминовне судбине која нас све чека“.

Иако нарушеног здравља, волео је да путује и упознаје нове крајеве, као и да то комбинује са учешћем у раду научних удружења или међународних конференција широм света. На 11. конференцији о теорији и пројектовању електричних кола ECCTD (*European Conference on Circuit Theory and Design*) у Давосу, Швајцарска (30. август – 3. септембар 1993) учествовао је као аутор и члан програмског комитета. Непосредно након тога, изненада је преминуо 9. септембра 1993. године, у 62. години, у Берну, где је боравио код свог бившег студента и сарадника др Боривоја Стаменковића.

2. УНИВЕРЗИТЕТСКА КАРИЈЕРА

Још као студент Мирко Милић је радио са скраћеним радним временом у Институту Винча. Након дипломирања, 1956. године, запослио се на Електротехничком факултету (ЕТФ) Универзитета у Београду, где је изабран за асистента за предмет *Теорија електричних кола*. Овај предмет је 1956. године установио професор Радослав Хорват (1920–2004), након повратка из Енглеске, где је био на стручном усавршавању. Професор Хорват, који је био и математичар, уочио је значај анализе електричних кола применом сложеног математичког апарата, што је омогућило добијање прецизних модела реалних кола и система, као и симулацију понашања тих кола. У предмет *Теорија електричних кола* професор Хорват је увео најсавременија (у то доба) сазнања о анализи електричних кола, а затим је установио и предмет *Синтеза електричних мрежа*. Ове базичне предмете електротехничке струке је професор Хорват конципирао и установио не само на ЕТФ-у у Београду, већ и у другим универзитетским центрима тадашње Југославије: у Нишу, Новом Саду, Подгорици, Чачку, Бања Луци, Сарајеву, Скопљу, Приштини, а директно је утицао на ову област и у другим центрима: Сплиту, Загребу, Љубљани, Марибору. Школа професора Хорвата из области *Теорије електричних кола* је била призната у свету, о чему сведочи чланак професора Ван Валкенбурга из 1984. године, у јубиларном броју часописа *IEEE Transactions on Circuit Theory*, који је био посвећен стогодишњици највећег светског удружења електро- и електронских инжењера, *IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)*¹. Професор Хорват је увек окупљао изузетно добре сараднике који су настављали развој области *Теорије електричних кола* на ЕТФ-у у Београду и у ширим деловима тадашње Југославије. На ЕТФ-у, поред проф. Марије Шушњар, која је држала наставу на Одсеку за енергетику, ту је веома значајно место проф. Мирка Милића, изузетног научника који је држао наставу на Одсеку за техничку физику и нарочито се истакао у примени нових метода модела стања и семистања у анализи електричних кола. Од млађих сарадника ту су др Боривоје Стаменковић, проф. др Драган Кандић и проф. др Бранимир Рељин.

На Електротехничком факултету у Београду је Мирко Милић прошао сва наставна звања: асистент (1956), доцент (1963), ванредни професор (1973) и редовни професор (1980). Основни предмет проф. Милића

¹ Удружење IEEE је, формално, настало 1963. године спајањем удружења AIEE (*American Institute of Electrical Engineers*), које је основано 1884. године, и друштва радиоинжењера (*IRE = Institute of Radio Engineers*), основаног 1912. године. Као датум оснивања удружења IEEE усвојена је година 1884. Значајан удео у раду удружења AIEE и IRE имао је наш знаменити научник Михајло Пупин.

је био *Теорија електричних кола*, а увео је и предмет *Електрично моделовање физичких процеса*. Такође, држао је наставу из обавезног предмета *Дигитално процесирање сигнала* као и из факултативних курсева: *Примена рачунарске система ЕСАР* и *Тополошка анализа и синтеза мрежа*. На постдипломским студијама на ЕТФ-у је држао предмете: *Одабрана поглавља из анализе електричних мрежа*, *Нелинеарна кола*, *Пројектовање електричних кола помоћу рачунара*, *Динамика мерних система*, *Моделовање процеса турбулентне дифузије* и *Методе аналитичке механике у теорији електричних кола*.

Поред ЕТФ-а у Београду, професор Мирко Милић је више година држао наставу из предмета *Теорија електричних кола* на Електронском факултету у Нишу и Вишој ваздухопловној техничкој академији у Жаркову.

Резултат наставног рада проф. Мирка Милића је и следећа уџбеничка литература:

1. *Задачи из теорије електричних кола*, Научна књига, Београд, 1962, 2. издање 1967, Треће допуњено издање 1970, 227 страна.
2. *Теорија графова и њене примене* (коаутор Д. Цветковић), БИГЗ, Београд, 1971, 126 стр. (Универзитет у Београду). Друго измењено и допуњено издање, Научна књига, Београд, 1977, стр. 154–243.
3. *Теорија електричних кола*, први део (скрипта), белешке са предавања сређене од стране студената, ФОСС Електротехничког факултета, Београд, 1973, 322 стране.
4. *Теорија електричних кола*, други део (скрипта), ФОСС Електротехничког факултета, Београд, 1974, 179 страна.
5. *Електрично моделовање физичких процеса* (скрипта), ООССО Електротехничког факултета, Београд, 1976, 152 страна.
6. *Теорија електричних кола* – зборник решених проблема, Научна књига, Београд, 1983, 331 стр.

Овде треба додати и следеће две књиге припремљене и штампане након смрти проф. Мирка Милића:

7. *Електрично моделовање физичких процеса*, Бит инжењеринг, 2004, 149 страна. Ново издање су припремили студенти и поштоваоци проф. Милића: мр Данко Ђурић, мр Спира Матић и Владимир Јанковић (власник штампарије Бит инжењеринг), уз несебичну помоћ проф. др Добрила Тошића.
8. *Предавања из теорије електричних кола*, Друштво за ЕТРАН, Београд, 2006, 393 стр. Књигу су претежно припремили бивши студенти проф. Мирка Милића: др Предраг Бакић и др Павле Костић, на основу скрипата (литература која је наведена овде

под бројевима 3 и 4) и другог интерног материјала, а уз помоћ професора др Ладислава Новака (ФТН у Новом Саду) и др Бранимира Рељина (ЕТФ у Београду).

У периоду 1961–1965 је радио у Институту „Никола Тесла“ као спољни сарадник у студијској групи за електричне мреже. Резултат тог рада су пет истраживачких студија урађених у сарадњи са другим ауторима. Потом је радио и у Математичком институту САНУ, као истраживач-консултант, а био је и сарадник на пројектима „Аутоматско пројектовање електричних кола и филтара“ и „Анализа и синтеза електричних кола и филтара“ које је финансирала Републичка заједница науке СР Србије. Резултате истраживања на овим пројектима је објавио у више реномираних часописа и зборника конференција, а публиковао је и један патентни спис. Током 1965–1967 је боравио у Лондону (Велика Британија) на престижном Империјал колеџу за науку и технологију (*Imperial College of Science and Technology*) као стипендиста Британског савета (*British Council Scholarship*). Године 1977. је боравио на Универзитету Калифорније, у Берклију, као гостујући професор. У току боравка у САД учествовао је у раду семинара из *Теорије електричних кола и система*, где је одржао већи број предавања. Током 1990. године одржао је низ предавања за научне раднике Техничког универзитета у Истанбулу, Турска.

Руководио је израдом великог броја дипломских и магистарских радова. Под његовим менторством урађен је већи број докторских дисертација. Трудио се да уведе студенте, не само постдипломских, већ и додипломских студија, у научноистраживачки рад. Волонтерски је водио секцију студената из које је произашао велики број радова који су реферисани на семинарима студената електротехнике Југославије (популарно познатих као *Елекџиријага*), од којих су два награђена, као и на престижним међународним конференцијама. Са студентима је проучавао и анализирао најновије публиковане радове из области електричних кола и система. Његови студенти, сарадници и докторанди направили су успешну каријеру у иностранству и у земљи.

Да би заинтересовао студенте за област *Теорије електричних кола* и мотивисао их да се посвете тој области, почетком 90-тих година прошлог века је одлучио да оснује фонд за награђивање надарених студената. Средства фонда је обезбедио из своје девизне штедње. Нажалост, прерана смрт га је прекинула у томе. Његова супруга, проф. Мирослава Олујић, је наставила те активности и, упркос великим административним тешкоћама, успела да испуни његову жељу и заједно са Електротехничким факултетом у Београду оснује фонд под називом „Фонд професора Мирка Милића“, 2004. године (више од 10 година након његове смрти). Циљ Фонда

је награђивање: (i) студента завршне године студија Електротехничког факултета Универзитета у Београду са највећим просеком у току студија и оценом најмање 9,00 из предмета *Теорија електричних кола* и (ii) студента за најбољи научно-стручни рад из области *Теорије електричних кола*, штампаног у часопису или зборнику конференција у претходној години. Фонд је започео рад 2004. године, а награде студентима се додељују у децембру, током прославе Дана факултета.

3. НАУЧНА И СТРУЧНА ДЕЛАТНОСТ

Мирко Милић је био пасионирани научник и бавио се широким спектром области електричних кола и система. Његов допринос овој области је добро препознат и уважаван од стране међународне и домаће научне јавности. Био је рецензент најугледнијих међународних часописа и научних скупова: његове рецензије, коментари и дискусије су били озбиљни, јасни и веома корисни ауторима.

Дао је велики допринос фундаменталним истраживањима у области електричних кола и система. Пратио је најновија истраживања и активно се укључивао у проучавање тих области. Карактеристика његових истраживања би се укратко могла описати са „бити барем један корак испред осталих“.

Основни правци научне делатности проф. Мирка Милића били су усмерени ка теоријским аспектима анализе линеарних и нелинеарних кола и система, где је увео низ нових метода и поступака којима је дефинисао услове egzистенције решења и алгоритама egzактног решавања. Веома је ценио и примењивао сложене математичке методе и алгоритме у анализи и проучавању електричних кола и система, где је добијао нове и изузетне резултате.

Био је један од пионира увођења спектралне теорије графова, где је објавио и књигу, 1971. године заједно са академиком Драгошем Цветковићем (референца [122] у библиографији радова која је наведена на крају овог приказа). Свега неколико година после објављивања значајне књиге која описује примену теорије графова и матроида у анализи електричних мрежа² професор Милић је дао свој допринос публикавањем неколико радова [3, 6].

Највећи део научничке активности професора Милића односио се на тополошке процедуре и методе, примењене за дефинисање једначина стања у генералним пасивним физичким системима. Увео је и модел се-

² S. Seshu, M. Reed, *Linear Graphs in Electrical Networks*, Reading, MA, 1961.

мистања, чиме се олакшава анализа сложених нелинеарних и/или временски променљивих система. Више значајних доприноса је понудио научној јавности у радовима [15–17], [19], [61], [64], [69], [91].

Формулација једначина које описују динамичке мреже и системе помоћу скаларне енергијске функције је такође била област интересовања професора Милића. У раду [49] изведени су потребни и довољни услови за егзистенцију варијационалне формулације генералних временски променљивих система. Такође, увео је нову класу енергијских функција: у *L*-форми (*Lagrangian*) и *H*-форми (*anti-Lagrangian*) [41], [43], [53], где као променљиве користи енергију, снагу и акцију. Ове променљиве су јединствено одређене помоћу независних променљивих које карактеришу електрично коло: флуксева (напона) грана стабла и оптерећења (струја) у гранама ко-стабла.

Комплетност и (не)дегенерисаност нелинеарних мрежа су, такође, били предмет изучавања професора Милића. Увео је нове концепте, као што су слаба (*weak*) комплетност и слаба дегенерација, што је нашло примену у динамичким једначинама мрежа [87], [98]. Посебно се посветио квалитативној анализи сингуларних система. Ова веома интересантна дисциплина је развијена од стране тзв. „београдске групе“ – групе сарадника и докторанада професора Милића, која је проширила његова почетна истраживања. Он је увео и користио неколико метода познатих из система управљања, као што су агрегатна функција Љапунова и критеријуми *VIBO* (*Bounded-Input Bounded-Output*) стабилности [80–81], [86].

Добро развијене методе решавања електричних кола је примењивао и на решавање низа неелектричних проблема. Наиме, показано је да се многи проблеми физике могу успешно моделовати електричним еквивалентима, а потом се на тако формиране моделе могу применити методе познате из анализе електричних кола. Овакав начин решавања разних проблема из физике Мирко Милић је успешно демонстрирао и применио у више радова [52], [66], [68], [73], [82], [93], [95], [99]. Напоменимо да је професор Милић увео предмет *Електрично моделовање физичких процеса*, за који је 1976. године објавио и уџбеник истог назива, а његови сарадници и поштоваоци су постхумно објавили проширено издање у виду књиге, 2004. године.

Пред крај радног (и животног) века заинтересовао се за (релативно) нову област вештачких неуралних мрежа којима се разни проблеми могу решавати неаналитички и неалгоритамски, на основу принципа који имитирају функционисање биолошких нервних система: систем се „учи“ да решава проблем на основу приказаних примера. Након првих радова из те области [96], [105], [112], посебно се посветио проучавању целуларних неуралних мрежа (*CNN = Cellular Neural Networks*), нове кла-

се вештачких неуралних мрежа које је професор Леон Чуа (*Leon Chua*) увео 1988. године³. Због планарне структуре и локалне повезаности ћелија (неурона), CNN мреже су веома погодне за израду у интегрисаној технологији. Професор Милић је, са својим студентима додипломских студија (Предраг Бакић и Павле Костић), проучавао ове мреже и унео нека значајна побољшања. Иницијалне резултате је приказао на међународном симпозијуму о теоријској електротехници ISTET (*International Symposium on Theoretical Electrical Engineering*) у Шћећину, Пољска, 1993. године. У том раду [113] је предложио оригинално решење ћелије CNN, која користи само један појачавач за реализацију и улазног сабирача, и излазне нелинеарности ћелије, а у раду [114] је применио ову CNN мрежу за решавање система линеарних једначина. (Напоменимо да је коло професора Л. Чуа, као и реализације других аутора, користило најмање два појачавача у ту сврху.) Након смрти проф. Милића рад на овој проблематици је настављен на ЕТФ-у, у групи професора Бранимира Рељина са сарадницима. Објављен је низ запажених радова у реномираним часописима, а 1996. године је реализована CNN мрежа у 2 μm CMOS технологији која је у то време имала највећу густину паковања на чипу: 58 ћелија по квадратном милиметру на плочици, укључујући повезивање ћелија и управљачка кола.⁴

Током наставне и професионалне активности професор Милић се одликовао великом дубином и инвентивношћу истраживања, тако да је предлагао оригинална решења разних проблема. Проблема је постављао и претежно решавао у затвореној форми – „ручно“, а не нумерички. Он лично је ретко користио рачунар, мада је уочио значај примене рачунара у решавању разних проблема и своје сараднике и студенте је упућивао у област нумеричке анализе кола и система. Сагласно томе, увео је 1970. године предмете *Примена рачунарске система ЕСАР* и *Пројектовање електричних кола помоћу рачунара*, а предавао је и предмет *Дигитално процесирање сигнала*. У истраживачком раду није штедео ни себе, ни сараднике. Волео је свој рад, како академски (наставнички), тако и истраживачки, и сав је био посвећен томе.

Резултате истраживања је публиковао, као аутор или коаутор, у реномираним међународним часописима као и зборницима научних конференција. Листа радова је наведена у библиографији на крају овог приказа. Радови професора Милића су били веома актуелни, често интригантни, и

³ L. Chua and L. Yang, "Cellular Neural Networks: Theory", and "Applications", *IEEE Trans. on Circuits and Systems*, 35(10):1257–1272, and 1273–1290, 1988.

⁴ B. Reljin, P. Kostić, T. Serdar, A. Pavasović, "Single amplifier CNN cell suitable for VLSI CMOS implementation", *Int. J. Circ. Th. & Appl.*, Vol. 24, No. 6, pp. 649–655, Nov. – Dec. 1996.

имали су велики одзив у научној јавности, што је документовано великим бројем цитата. У недавно објављеној монографији о историји електричних кола и система⁵ наведен је значај београдске школе у овој области и значај професора Милића и Хорвата. На конференцији ECSTD, одржаној 2009. године у Истанбулу, професор Гокнар (*Сет Goknar*) је организовао мемо-ријалну седницу посвећену професору Милићу.

Већина колега је познавала професора Милића као чистог и прецизног теоретичара јер се претежно бавио теоријским радом, што се уобичајено назива *научним радом*. Интересантно је, међутим, да је имао и прихваћен патентни спис „Аналогни филтар n -тог реда погодан за израду у интегрисаној техници“, код Савезног завода за патенте, број П 2349/79, 1979. године [129].

У научноистраживачком и стручном раду проф. Мирко Милић је био активан до краја живота. Неке његове идеје и почетна истраживања наставили су његови сарадници, тако да је постхумно објављено више радова које је он иницирао и започео.

4. ДРУШТВЕНА ДЕЛАТНОСТ

Током рада на Електротехничком факултету у Београду професор Милић је имао и плодну друштвену делатност. Учествовао је у раду више комисија Факултета и Универзитета и био је у Одбору за рачунски центар ЕТФ-а. Напоменимо да је ЕТФ био први факултет на овим просторима који је организовао савремен рачунски центар (основан 1968. године) заснован на рачунару ИВМ 1130 (у жаргону популарно названим „пола дванаест“). Био је заменик Одсека за техничку физику и члан редакционог колегијума Публикација Електротехничког факултета (Серија електроника, телекомуникације и аутоматика).

Био је научни секретар, члан програмских комитета и учесник међународних симпозијума из *Теорије електричних мрежа*, ISYNT (*International Symposium on Network Theory*), које је установио професор Радослав Хорват. Симпозијуми су у континуитету одржавани све до распада Југославије: у Београду (1968), Херцег Новом (1972), Сплиту (1975), Љубљани (1979), Сарајеву (1984) и Загребу (1989). Ови симпозијуми су окупљали најзначајнија светска имена из области *Теорије електричних кола*, као што су: *J. Aggarwal, T. Bickart, H. Carlin, L. Chua, P. Civalleri, A. Davies, T. Deliyannis, C. Desoer, S. Dutta Roy, J. Fidler, A.*

⁵Franco Maloberti and Anthony Davies (Eds), *A Short History of Circuits and Systems*, River Publishers, Copyright IEEE, 2016.

Fettweis, M. Ghausi, E. Kuh, E. Laker, E. Lindberg, G. Martinelli, S. Mitra, G. Moschytz, J. Neiryneck, R. Newcomb, A. Petrenko, T. Roska, R. Saal, J. Scanlan, G. Temes, Y. Tokad, M. Van Valkenburg, V. Zima и други. Подсетимо се да су угледне и признате европске конференције о електричним колима и пројектовању, ECSTD, започете тек 1974. године (Лондон).

Професор Мирко Милић је 1983. године, у Београду, организовао меморијални скуп посвећен делу знаменитог математичара Габриела Крона, који је 1969. године увео нов метод за ефикасно решавање великих мрежа и система. Такве мреже/системи имају велики број променљивих и описане су великим бројем једначина, па је решавање тих једначина био изузетан проблем. Метод Г. Крона, назван *дијакоушика*, састоји се у томе да се велика мрежа/систем на погодан начин разлаже (сече) на више малих мрежа, које се могу једноставније анализирати и решавати. У то време то је био изузетан резултат, јер постојећа рачунарска технологија није могла да решава велике проблеме.

Професор Мирко Милић је био уважени члан великог броја научних институција и организација у земљи и иностранству. Био је стални члан Међународног организационог комитета за теоријску електротехнику, од 1983. до 1987. године, као и члан међународне научне организације *IEEE*, а од 1986. је старији члан (*Senior Member*) ове организације. Од 1978. године је био члан Информационог комитета Европског друштва за инжењерско образовање (*SEFI*). Од 1967. године је стални члан Југословенског савеза за електронику, телекомуникације, аутоматiku и нуклеарну технику (ЕТАН), данас познатог као Друштво за ЕТРАН. Био је шеф Секције за теорију система и наставу теорије система Друштва за системе, аутоматско управљање и мерење (САУМ) Београд, од 1984. године. За члана-сарадника Научног друштва Србије изабран је 1985. године.

Професор Мирко Милић је учествовао са предавањима по позиву и рефератима на бројним значајним конгресима и симпозијумима из области теорије кола и система, у земљи и иностранству. Био је члан великог броја међународних научних комитета и председавајући одређених седница готово свих до тада одржаних Европских конференција из теорије и пројектовања кола (ECSTD): Ђенова (Италија) 1976, Лозана (Швајцарска) 1978, Варшава (Пољска) 1980, Хаг (Холандија) 1981, Штутгарт (Немачка) 1983, Праг (Чехословачка) 1985, Париз (Француска) 1987, Брајтон (Велика Британија) 1989, Копенхаген (Данска) 1991, Давос (Швајцарска) 1993. године. Био је представник Југославије на међународним симпозијумима из теоријске електротехнике у Илменау (Источна Немачка) 1983. и 1987. године, Москви (СССР) 1985, Созопољу (Бугарска) 1988. и Будимпешти (Мађарска) 1989. године.

Носилац је *Специјалној сведочанстви*а *IEEE* поводом стогодишњице овог друштва, за рад и доприносе у својству члана Међународног координационог комитета симпозијума *IEEE* из области кола и система: Лондон (Велика Британија) 1971, Токио (Јапан) 1979, Хјустон (САД) 1980, Чикаго (САД) 1981, Рим (Италија) 1982. и Монтреал (Канада) 1984. Добио је *Сребрну йлакейу* Техничког универзитета у Истанбулу, награду Друштва за ЕТАН за најбољи рад у 1966. и 1985. години, као и више плакета, повеља и захвалница од Електротехничког факултета у Београду и Електронског факултета у Нишу.

Био је рецензент радова врхунских међународних часописа: *IEEE Transactions on Circuits and Systems; International Journal on Circuit Theory and Applications; Circuits, Systems, and Signal Processing*; као и радова за међународне конференције *IEEE, ISCAS* и *ECCTD*. Поред тога, био је предавач по позиву и рецензент радова готово свих домаћих конференција. Изабран је и за известиоца у међународном реферативном часопису *Mathematical Reviews*.

Дописни члан САНУ, М. Милић, је сам или са сарадницима радио на низу проблема фундаменталне природе из области теорије кола и система, као што су: примењена теорија графова, тополошко-динамичке особине пасивних и активних мрежа, модел стања општих пасивних мрежа и система, формулација математичког модела мрежа и система помоћу енергијских функција, квалитативна анализа нелинеарних нестационарних мрежа и система описаних моделом семистања, комплетност и недегенерисаност нелинеарних мрежа, моделовање физичких система, алгоритми решавања мрежа и система, као и разни специјални проблеми теорије кола и система.

Заједно са академиком Рајком Томовићем (1919–2001) препознао је значај вештачке интелигенције и неуралних мрежа. Био је један од оснивача семинара „Неуронске мреже у рачунарској техници“, који је одржан у Сава центру, у Београду, 20–21. децембра 1990, управо пре распада Југославије. Семинар је био веома успешан и проф. Мирко Милић је, упркос екстремно нерегуларним условима током грађанског рата у Југославији, разарањима, санкцијама, енергетским рестрикцијама и енормној инфлацији, својим ентузијазмом, уз подршку студената и сарадника, наставио рад на проучавању вештачких неуралних мрежа и организовао други семинар који је одржаван викендима, од новембра 1992. до маја 1993. Семинари су затим, ангажовањем професора Бранимира Рељина са сарадницима, настављени од 1995. године, под називом *NEUREL (Neural Network Applications in Electrical Engineering)* као двогодишњи сусрети стручњака који проучавају ову област. Од 1997. године то је угледна међународна конференција подржана од светског удру-

жења *IEEE*, са квалитетним радовима који се цитирају у најпрестижнијим светским часописима. Године 2004. је конференција NEUREL била посвећена професору Милићу.

Мирко Милић је изабран за дописног члана Српске академије наука и уметности 1988. године.

5. ТЕМАТСКИ ПРИКАЗ НАУЧНОГ И СТРУЧНОГ РАДА

Своје радове је професор Милић публиковао у иностраним и домаћим часописима и реферисао на научним скуповима. Радови су, већим делом, настали ангажовањем професора Милића на научноистраживачким пројектима које је подржала Републичка заједница науке Републике Србије. Научни и стручни опус професора Мирка Милића може се груписати у три основне области, између којих, додуше, не постоји увек чврста граница:

- 5.1. Анализа електричних мрежа и система.
- 5.2. Електрично моделовање физичких процеса.
- 5.3. Синтеза електричних мрежа и вештачких неуралних мрежа.

5.1. АНАЛИЗА ЕЛЕКТРИЧНИХ МРЕЖА И СИСТЕМА

Област анализе електричних кола (мрежа) и система је једна од најстаријих и најзначајнијих научних области електротехнике уопште. Професор Мирко Милић се, под вођством професора Радослава Хорвата, који је први увео Теорију електричних кола као самосталну научну област на просторима бивше Југославије (а и у окружењу), укључио у проучавање ове области још за време студија. Анализа електричних кола се првенствено заснива на примењеној математици, пре свега на линеарној алгебри. Како је професор Милић био изузетно посвећен примени математичких метода у техници (склоност ка математици је исказао још за време школовања у Румунији), он се са великим жаром посветио области квалитативне анализе електричних кола и система. У тој области је пратио најновије правце и методе анализе линеарних и нелинеарних кола и система, како стационарних тако и нестационарних, и развијао и предлагао нове и оригиналне методе засноване на моделима стања и семистања.

Професор Милић се највише бавио проучавањем фундаменталне области анализе електричних кола и система, претежно са теоријског становишта. Из те области објавио је велики број радова који се грубо (јер је тешко начинити претерано чврсту поделу) могу груписати у пет следећих подобласти:

- 5.1.1. Тополошко-динамичка анализа пасивних и активних електричних мрежа и система.
- 5.1.2. Комплетност и (не)дегенерисаност нелинеарних мрежа, уз анализу стабилности и осетљивости.
- 5.1.3. Модели стања и семистања општих линеарних и нелинеарних, стационарних и нестационарних мрежа и система.
- 5.1.4. Алгоритми решавања мрежа и система.
- 5.1.5. Формулација једначина за описивање нелинеарних мрежа.
- 5.1.6. Анализа великих мрежа и система методом сечења (дијакоптика).

Приметимо да се ове подобласти преклапају у многим случајевима. Наведени редослед не означава и класификацију значаја радова професора Милића, већ је углавном базиран на времену објављивања првог рада из поједине подобласти.

5.1.1. Тополошко-динамичка анализа пасивних и активних електричних мрежа и система

Почетни радови професора Милића посвећени су примени теорије графова и тополошких метода у анализи електричних мрежа, кола и система. У то време (60-тих и 70-тих година прошлог века) то су биле атрактивне методе које су интензивно проучаване у свету, а професор Милић је дао значајан допринос. Био је један од пионира увођења спектралне теорије графова, где је објавио и књигу, 1971. године, заједно са академиком Драгошем Цветковићем [122]. Методе анализе кола и система применом теорије графова је описивао и користио у већем броју радова, а запажени и цитирани су му били радови [3] и [6]. Тополошке методе решавања кола и система је користио и у низу других радова, као алат за компактније и ефикасније решавање разних проблема.

Напоменимо да је већ у свом првом објављеном раду [1] изложио интересантну и оригиналну анализу линеарних мрежа и поставио услове под којима се мрежа може понашати као идеални генератор напона (или струје).

5.1.2. Комплетност и (не)дегенерисаност нелинеарних мрежа, уз анализу стабилности и осетљивости

Из ове широке области је професор Милић објавио низ изузетно значајних радова који су веома цитирани у реномираним научним часо-

писима. У раду [5] је изучавана осетљивост функција мреже на варијацију параметара, где је предложена оригинална метода заснована на примени тополошких формула. У радовима [9], [24] проучавани су контролабилност, опсервабилност и комплетност решења. Рад број [18], који представља скраћени текст докторске дисертације професора Милића, описује генералне пасивне мреже и анализира и дефинише услове егзистенције решења и ред комплексности мрежа. Ред сложености кола које садрже жираторе је анализиран у радовима [19] и [20], а веза детерминанти које описују функције мреже у радовима [21] и [28]. Дегенерисане електричне мреже разматране су у радовима [35] и [72], а ограничења сопственог одзива у линеарним, временски променљивим мрежама у радовима [50], [54], [59] и [107]. У радовима [97], [101], [108] и [115] се проучавала стабилност сингуларних система.

Увео је нове концепте, као што су слаба (*weak*) комплетност и слаба дегенерација, што је нашло примену у решавању динамичких једначина мрежа [87], [98].

5.1.3. Модели стања и семистања ојшћих линеарних и нелинеарних, стационарних и нестационарних мрежа и система

У низу радова професор Милић, сам или са сарадницима, показао је да се на основу модела стања и семистања могу формирати компактни математички модели мрежа и/или система у матричној форми, чиме се олакшава њихова анализа и решавање. Тиме је омогућено решавање линеарних и нелинеарних, стационарних и нестационарних, мрежа и система, чак и у случајевима дегенерације мрежа. У раду [10] је професор Милић изложио поступак карактеризације једне класе линеарних временски променљивих и неречипрочних мрежа. Веома запажен и често цитиран је рад број [12] у коме је изложена експлицитна формулација једначина стања активних и/или неречипрочних линеарних временски променљивих мрежа. Активне компоненте су у виду негативних отпорности и жиратора, а разматране су и дегенерације грана, у ком случају није дефинисано нормално стабло, у конвенционалној форми. Дати су потребни и довољни услови који обезбеђују егзистенцију модела стања максималне димензије. У раду [15] се анализира класа нелинеарних и дегенеративних мрежа са отпорницима, кондензаторима и жираторима (RCG мреже).

Посебно су значајни радови који уводе моделе семистања, уз коришћење функција Љапунова, чиме се омогућава ефикасно решавање великих линеарних и нелинеарних система, стационарних или нестационарних. То су радови [61], [69], [70], [74], [76], [80], [86], [103], [118].

5.1.4. Алгоритми решавања мрежа и система

Највећи број радова професора Милића је посвећен алгоритмима решавања мрежа и система.

У раду [11] се уводи концепт генералисане снаге при решавању одзива у случају периодичног несинусног стања у мрежи. Одређивање одзива у временском домену, код мрежа које садрже елементе са расподељеним параметрима, проучава се у радовима [22], [42] и [45], а решавање нелинеарних мрежа се разматра у раду [23], као и радовима [28], [32], [33], [34] и [42]. Одзив у линеарним временски непроменљивим мрежама је проучаван у раду [38], а у временски променљивим мрежама у радовима [54], [55] и [88]. Ефикасан поступак за апроксимативно одређивање одзива је описан у раду [51], а проучавана је и анализа нелинеарних, временски променљивих мрежа [56], [58], [60], [63] и [75], као и мрежа са комутираним кондензаторима [57] и [77].

5.1.5. Формулација једначина за описивање нелинеарних мрежа

Професор Милић је, заједно са проф. Ладиславом Новаком, дао значајан допринос формулацији једначина за описивање нелинеарних мрежа, укључујући и мреже са дегенерацијама, где је увео и нови концепт базиран на анти-Лагранжовим једначинама.

Формулација Лагранжових једначина за нелинеарне мреже са отпорницима, кондензаторима и калемовима, и са тополошком дегенерацијом, разматрана је у [28], а за мреже са мемристорима у радовима [32] и [34]. Приметимо да је професор Леон Чуа увео у Теорију електричних кола *мемристор* (memory resistor) још 1971. године, као „недостајући елемент“, који повезује флуks и количину наелектрисања⁶. Тај елемент се понаша као отпорник, али поседује меморију – „памти“ претходна стања напона и струје, што је одлика капацитивних и индуктивних елемената, респективно. После тридесет седам година је тим истраживача у лабораторијама Хјулет Пакард (*Hewlett Packard, Palo Alto, CA*) реализовао елемент на бази танкослојне технологије титанијум оксида⁷ који, приближно, има својства мемристора.

Егзистенција Лагражијана за линеарне системе проучавана је у [47] и [48]. У раду [41] се уводи експлицитна тополошка формулација дина-

⁶L. Chua, “Memristor – The Missing Circuit Element”, *IEEE Transactions on Circuit Theory*, CT-18, No. 5, Sept. 1971, pp. 507–519.

⁷Strukov, D. B.; Snider, G. S.; Stewart, D. R.; Williams, R. S. (2008), “The Missing Memristor Found”, *Nature*, 453 (7191): 80–83.

мичких једначина, названа анти-Лагранжијанске једначине, која је погодна за решавање нелинеарних мрежа са отпорницима и мемристорима. Овај принцип је касније коришћен за решавање ширих класа нелинеарних мрежа [43], [44], [53], [60], [92] и [120].

5.1.6. *Анализа великих мрежа и система (дијакоптика)*

Посебну пажњу је професор Милић посветио анализи великих мрежа и система. Решавање ових проблема је рачунарски и меморијски веома захтевно, јер се, због великог броја променљивих, систем описује великим бројем једначина и треба решавати матрице великих димензија. Напоменимо да је у то време (60-тих година прошлог века) посебан проблем био тај што је рачунарска технологија била неразвијена, па су се проблеми у великој мери решавали „ручно“, применом одговарајућих математичких алата. Користили су се разни „трикови“ како би се омогућио поступак анализе. Ефикасан метод за решавање проблема решавања великих мрежа предложио је Габриел Крон, 1963. године⁸, што је брзо прихваћено у свету. Метод је назван *дијакоптика*, као кованица грчких речи „диа“ (διά), са значењем *кроз*, или *помоћу*, и „копто“ (ἐκκόπτω), са значењем *кидање* или *дељење*, а састоји се у томе да се велика мрежа подели на низ мањих подмрежа повезаних на одговарајући начин – што и јесте суштина методе. Радови професора Милића, наведени под бројевима [31], [39], [79] и [83], баве се овом проблематиком.

5.2. ЕЛЕКТРИЧНО МОДЕЛОВАЊЕ ФИЗИЧКИХ ПРОЦЕСА

У области Теорије електричних кола је, посебно током прошлог века, развијен велики број метода, поступака и алгоритама за решавање сложених проблема. Динамика електричних мрежа се описује помоћу диференцијално-интегралних једначина, а решавање се, у великој мери, заснива на методама линеарне алгебре. С друге стране, познато је да се велики број физичких процеса такође описује диференцијално-интегралним једначинама. Стога се ови процеси могу успешно моделовати електричним еквивалентима. Формирањем електричног еквивалента се решавање неелектричних проблема своди на примену добро познатих метода решавања електричних кола. Професор Милић је уочио значај електричног моделовања физичких процеса, и на Електротехничком факултету Универзитета у Београду је конципирао и увео предмет истог

⁸ G. Kron, *Diakoptics Piecewise Solution of Large-Scale Systems*, McDonald, London, 1963.

назива, који је предавао на завршној години студентима Одсека за техничку физику. Са сарадницима је објавио више запажених радова из ове области. Један од првих радова [30] бавио се анализом прелазних режима у водовима који су апроксимирани каскадном везом мрежа са концентрисаним параметрима. Већи број радова се бавио моделовањем процеса у нуклеарним реакторима – на пример, радови [82], [93] и [99], а у раду [68] су неке кинетичке једначине реактора моделоване развојем у Тејлоров ред. У радовима [52] и [73] су приказани електрични модели за решавање нелинеарне Шредингерове једначине. Метод формирања једначине континуитета, применом Телегенове теореме на једнодимензиони модел релативистичког квантномеханичког система, описује се у раду [66]. У раду [67] се разматра примена теорије катастрофа на изучавање динамичких система. У том раду је показао да је *Brayton-Moser*-ов модел⁹ погодан за испитивање катастрофног понашања великог броја различитих физичких система. Овај рад је професор Милић посветио успомени на професора Бранка Раковића (1922–1984).

Радови [95] и [110] баве се моделовањем сложених физичких система.

5.3. СИНТЕЗА ЕЛЕКТРИЧНИХ МРЕЖА И ВЕШТАЧКИХ НЕУРАЛНИХ МРЕЖА

Професор Милић се бавио и синтезом електричних мрежа, како „стандардних“, тако и мрежа познатим као *неуралне мреже*. Ти се радови могу поделити у три групе, као што следи:

- 5.3.1. Синтеза електричних мрежа.
- 5.3.2. Вештачке неуралне мреже.
- 5.3.3. Целуларне неуралне мреже.

5.3.1. Синтеза електричних мрежа

У раду [13] је изложен поступак упрошћавања у синтези електричних мрежа тако да се иста преносна функција може реализовати са мањим бројем пасивних и/или активних елемената. Модел Чебишевљевог апроксимације расподељених мрежа са отпорницима и кондензаторима (*RC* мреже) је приказан у раду [27], а синтеза напонске преносне функције са Чебишевљевог апроксимацијом је изложена у раду [46]. Рад [85]

⁹R. K. Brayton, T. K. Moser, “A Theory of Nonlinear Networks – I and II”, *Quart. Appl. Math.*, Vol. 22, pp. 1–33, April, 1964, and pp. 81–104, July, 1964.

описује поступак генерисања ортогоналних полинома помоћу електронских компоненти.

Нова конфигурација би-полиномијалних активних филтара је описана у раду [89], а проширење методе је постхумно објављено у раду [119]. Детаљан поступак синтезе пасивних симетричних електричних мрежа са више приступа изложен је у раду [116].

5.3.2. Вештачке неуралне мреже

Вештачка интелигенција и вештачке неуралне мреже (ВНМ) су одавно биле предмет проучавања од стране физиолога и инжењера.¹⁰ Концепт вештачких неуралних мрежа је, у најкраћем, заснован на механизмима који опонашају функције неуралних мрежа биолошких система. Решавање разних проблема помоћу ВНМ је неаналитичко, без чврстог алгоритма који одређује начин решавања проблема. Уместо тога, ВНМ „учи“ на основу примера и подешава параметре за решавање датог проблема. Симулације рада ВНМ, од средине прошлог века, показале су да је овај концепт веома успешан у многим случајевима. Међутим, реализације тих мрежа су релативно новијег датума, тек након наглог развоја микроелектронике и технологије израде интегрисаних кола. Професор Милић се бавио проучавањем области неуралних мрежа не само са теоријског аспекта, већ и са становишта реализације мрежа.

У раду [96] је описан поступак линеарног програмирања помоћу вештачких неуралних мрежа Хопфилдовога (*Hopfield*) типа, а у раду [104] је анализиран квалитет добијених решења на овај начин. Проширена и допуњена верзија ових истраживања је приказана у раду [105]. Додатна анализа је публикована 1993. године [112].

Запажен је и рад [117], објављен постхумно, у којем су неуралне мреже искоришћене за анализу транзијентне стабилности у електроенергетским системима.

5.3.3. Целуларне неуралне мреже

Године 1988. је професор Леон Чуа објавио антологијски рад о новој класи вештачких неуралних мрежа, названој *целуларне неуралне мреже* (CNN = *Cellular Neural Networks*). Реч је о планарној структури неурона (ћелија) који су локално повезани са суседима, а погодним избором енергијске функције мрежа се понаша као универзална рачунарска машина

¹⁰ McCulloch, Warren; Walter Pitts (1943). "A Logical Calculus of Ideas Immanent in Nervous Activity". *Bulletin of Mathematical Biophysics*. Vol. 5, No. 4, pp. 115–133.

Тјуринговог типа. Слично Хопфилдовој мрежи, широка скала проблема линеарног програмирања, рутирања (избора оптималног пута) и разних других проблема оптимизације може се решити применом CNN мрежа. Посебна предност CNN мрежа је њена планарна структура и локална повезаност, што је чини погодном за физичку реализацију у интегрисаној технологији велике густине (VLSI = *Very Large Scale Integration*). На пример, данас су реализовани чипови за обраду слике (и других дводимензионих проблема) у реалном времену, јер постоји директна кореспонденција између локације ћелија неуралне мреже (неурона) на чипу и пиксела слике, а паралелно процесирање (што је одлика свих неуралних мрежа) омогућава велику брзину процесирања независно од димензије слике (односно, проблема који се решава).

Професор Милић је пратио све нове трендове из области теорије електричних кола. Непосредно након увођења целуларних неуралних мрежа он се заинтересовао за ту област и са својим студентима (у то време додипломских студија) Предрагом Бакићем и Павлом Костићем проучавао је те мреже и унео нека значајна побољшања. Иницијалне резултате је приказао на међународном симпозијуму о теоријској електротехници ISTET, у Шћећину, Пољска, 1993. године. У том раду [113] предложио је оригинално решење ћелије CNN, која користи само један активни елемент (појачавач) за реализацију и улазног сабирача, и излазне нелинеарности ћелије. Нажалост, прерана смрт га је зауставила у разради тог оригиналног решења.

На Европској конференцији о теорији и пројектовању електричних кола ECCTD (1993) у Давосу, Швајцарска, приказао је рад [114] у коме показује како се систем линеарних једначина може решити применом целуларних неуралних мрежа.

6. ПРОЈЕКТИ И ЕЛАБОРАТИ

Током рада у Институту „Никола Тесла“, као спољни сарадник у студијској групи за електричне мреже, учествовао је у изради пет истраживачких студија, које су у библиографији наведене под бројевима [130–134]. У студији [130] примењују се тополошке методе на анализу и синтезу електричних мрежа, а у [131] испитује се могућност анализе и синтезе електричних мрежа помоћу примене графова преноса сигнала. У студији [132] разматрају се неке нове методе којима се постиже квалитетнија анализа електричних система. Студије [133] и [134] уводе нормалне координате у анализу и синтезу електричних мрежа, респективно.

У Математичком институту САНУ је, као истраживач-консултант, био сарадник на пројектима „Аутоматско пројектовање електричних кола и филтара“ и „Анализа и синтеза електричних кола и филтара“, које је финансирала Републичка заједница науке СР Србије. Неке резултате истраживања на овим пројектима објавио је у више научних радова, а публиковао је и један патентни спис [129].

7. НАГРАДЕ И ПРИЗНАЊА

Мирко Милић је био научни секретар, члан програмских комитета и учесник међународних симпозијума из *Теорије електричних мрежа (ISYNT)* које је установио професор Радослав Хорват. Симпозијуми су у континуитету одржавани све до распада Југославије: у Београду (1968), Херцег Новом (1972), Сплиту (1975), Љубљани (1979), Сарајеву (1984) и Загребу (1989), а окупљали су најзначајнија светска имена из области Теорије електричних кола. Поред тога, професор Мирко Милић је 1983. године, у Београду, организовао меморијални скуп посвећен делу знаменитог математичара Габриела Крона.

Професор Мирко Милић је био уважени члан великог броја научних институција и организација у земљи и иностранству. Био је стални члан Међународног организационог комитета за теоријску електротехнику, од 1983. до 1987. године, као и члан међународне научне организације *IEEE*, а од 1986. је старији члан (*Senior Member*) ове организације. Од 1978. године је био члан Информационог комитета Европског друштва за инжењерско образовање (*SEFI*). Од 1967. године био је стални члан Југословенског савеза за електронику, телекомуникације, аутоматику и нуклеарну технику (ЕТАН), данас познатог као Друштво за ЕТРАН. Био је шеф Секције за теорију система и наставу теорије система Друштва за системе, аутоматско управљање и мерење (САУМ) у Београду, од 1984. године. За члана-сарадника Научног друштва Србије изабран је 1985. године.

Мирко Милић је учествовао са позваним предавањима и рефератима на бројним значајним конгресима и симпозијумима из области теорије кола и система, у земљи и иностранству. Био је члан великог броја међународних научних комитета и председавајући одређених седница готово свих до тада одржаних Европских конференција из теорије и пројектовања кола (*ECCTD*), укључујући и конференцију у Давосу (Швајцарска) 1993. године. Био је представник Југославије на међународним симпозијумима из теоријске електротехнике у Илменау (Источна Немач-

ка) 1983. и 1987. године, Москви (СССР) 1985, Созопољу (Бугарска) 1988. и Будимпешти (Мађарска) 1989. године.

Носилац је *Специјалног сведочанства IEEE*-а поводом стогодишњице овог друштва, а за рад и доприносе у својству члана Међународног координационог комитета симпозијума *IEEE*-а из области кола и система: Лондон (Велика Британија) 1971, Токио (Јапан) 1979, Хјустон (САД) 1980, Чикаго (САД) 1981, Рим (Италија) 1982. и Монреал (Канада) 1984. Добио је *Сребрну илакеиу* Техничког универзитета у Истанбулу, награду Друштва за ЕТАН за најбољи рад на конференцијама ЕТАН-а у 1966. и 1985. години, као и више плакета, повеља и захвалница од Електротехничког факултета у Београду и Електронског факултета у Нишу.

Био је рецензент радова врхунских међународних часописа: *IEEE Transactions on Circuits and Systems*; *International Journal on Circuit Theory and Applications*; *Circuits, Systems, and Signal Processing*; као и радова за међународне конференције *IEEE-ISCAS* и *ECCTD*. Поред тога, био је позвани предавач и рецензент радова готово свих домаћих конференција. Изабран је и за известиоца у међународном реферативном часопису *Mathematical Reviews*.

ЗАХВАЛНИЦА

На крају овог приказа желим да изразим своју захвалност професорки Мирослави Олујић, супрузи покојног професора Мирка Милића, на драгоценим биографским подацима, као и особљу одељења Архива и Библиотеке САНУ на достављеним подацима.

Београд, јуна 2017. године

Бранимир Рељин

БИБЛИОГРАФИЈА РАДОВА МИРКА М. МИЛИЋА

1960

- [1] *Električne mreže koje se ponašaju kao idealni generatori prema jednoj grani* / М. Милић // Публикације Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Ser. MF, (1960) 41; 1–8.

1963

- [2] *Један тополошки развој детерминанте електричне мреже* / М. Милић // Публикације Електротехничког факултета Универзитета у Београду. Ser. MF, (1963) 110; 13–20.

1964

- [3] *Flow-Graph Evaluation of the Characteristic Polynomial of a Matrix* / M. Milić // IEEE Transaction on Circuit Theory, (1964) V. CT-11, n. 3; 423–424.
- [4] *Neke uopštene relacije u teoriji povratne sprege* / M. Milić // Publikacije Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Ser. MF, (1964) 122; 1–9.
- [5] *Topological formulas for sensitivity coefficients of network functions* / M. Milić // in Proc. Int. Symposium on Sensitivity Methods in Control Theory. Dubrovnik, August 31 – September 5, 1964. Printed by Oxford, Pergamon Press, (1966); 220–230.

Исто: *Топологические формулы для определения функций чувствительности электрических цепей.* – Чувствительност автоматических систем. Москва, „Наука“, 1968; 123–129.

1966

- [6] *A graph-theory approach to the analysis of multiterminal element networks* / M. Milić // in Proc. Fourth Annual Allerton Conference on Circuit and System Theory, Monticello (USA), October 5–7, 1966. Monticello, University of Illinois, (1966) 218–226.

1967

- [7] *Topological solution of 2-terminal-element networks with one embedded constraint* / M. Milić // Electronics Letters, (1967) V. 3, n. 11; 511–512.
- [8] *Topološke formule za funkcije mreža sa dvokrajnim elementima koje sadrže jedan žirator* / M. Milić // Zbornik radova XI jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), 8–10. juni 1967, Niš (1967), 114–120.

1968

- [9] *Simple proof of unconditional controllability and observability.* / M. Milić // Electronics Letters, (1968) V. 4, n. 24; 526.
- [10] *The state-variable characterization of a class of linear time-varying non-reciprocal networks.* / M. Milić // in Proc. of the Int. Symposium on Network Theory (ISYNT), Belgrade, September 1968, 31–40.

1970

- [11] *Integral Representation of Powers in Periodic Nonsinusoidal Steady-State and the Concept of Generalized Powers.* / M. Milić // IEEE Transactions on Education, (1970) V. E-13, n. 2; 107–109.

1971

- [12] *Explicit formulation of the state equations for a class of degenerate linear networks.* / M. Milić // Proceedings of IEEE, (1971) V. 118, n. 6; 742–745.

- [13] *Neka uprošćenja u sintezi aktivnih RC mreža* / B. Stamenković, M. Milić // Zbornik radova XV jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Split 7–10. juni 1971, 209–217.
- [14] *On the realization of parametric invariance* / M. Milić // Publikacije Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Ser. ETA, (1971) 61; 19–24.
- [15] *State-variable analysis of a class of nonlinear RCG networks* / M. Milić // Digest of Technical Papers. London 1971 IEE International Symposium on Electrical Network Theory. London September 6–10, 1971. The City University, (1971) 71 C, 53-CT; 146.

1972

- [16] *Source Derivatives in the State Model of General Passive Networks* / M. Milić // Proceedings of the IEEE, (1972) V. 60, n. 5; 641–642.

1973

- [17] *State-variable analysis of a class of nonlinear RCG networks* / M. Milić // Publikacije Elektrotehničkog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Ser. ETA, (1973) 93; 147–153. Proširena i dopunjena verzija rada broj 15.

1974

- [18] *General passive networks: Solvability, degeneracies and order of complexity* / M. Milić // IEEE Transactions on Circuits and Systems, (1974) V. CAS-21, n. 2; 177–183.
- [19] *Topologico-dynamical properties of the state model of nonreciprocal networks* / M. Milić // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade, Ser. ETA, (1974) 102–106; 1–43.

1975

- [20] *Order of complexity of RLC networks containing a reactive gyrator* / M. Milić // Circuit Theory and Applications, (1975) V. 3, n. 2; 177–182.
- [21] *Relation between the network determinants.* / M. Milić // IEEE Transactions on Circuits and Systems, (1975) V. CAS-22, n. 7; 628–638.

1976

- [22] *Computation of time-domain response of URC networks* / M. Gmitrović, M. M. Milić. // Electronics Letters, (1976) V. 12, n. 13; 327–328.
- [23] *Jedno poboljšanje nemodifikovanog Brojdenovog algoritma za rešavanje nelinearnih rezistivnih mreža* / N. Babunović, M. M. Milić // Automatika (Zagreb), (1976) 5–6; 176–180.
- [24] *On the complete solvability of passive RLCT networks* / M. Milić // Proceedings of the 1976 European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD), September 7–10, (1976), Genova, V. II. Genova, CTD, 1976; 626–631.

- [25] *Topological mesh analysis of active networks* / M. Milić // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, (1976) 109–113; 1–12.

1977

- [26] *Some topologico-dynamical properties of linear reciprocal networks* / M. Milić // Circuit Theory and Applications, (1977) V. 5, n. 4; 417–429.
- [27] *Lumped model for the Chebyshev approximation of distributed RC networks* / M. Milić // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, 1977, 114–117; 1–3
- [28] *Formulation of Lagrangian equations for nonlinear RLC networks with topological degeneracies* / M. Milić and L. Novak // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, (1977) 114–117; 5–11.
- [29] *Optimalan broj članova u potencijalnom razvoju matrice $\exp(AT)$* / M. M. Milić, M. Gmitrović // Zbornik materijala XXI jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Banja Luka 6–10. juna 1977. Sv. I. (1977) I. 129 – I. 136.
- [30] *Prelazni režim u vodovima aproksimiranim kaskadnom vezom mreža* / M. M. Milić, M. Gmitrović // Zbornik materijala XXI jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Banja Luka, 6–10. juna 1977. Sv. I. (1977) I. 181 – I. 188.

1978

- [31] *Diakoptička analiza složenih mehaničkih sistema* / Mirko Milić, Milorad Popović // Zbornik radova simpozijuma „Dinamika mašina i mehanizama“ Kragujevac, 15 – 17. juni 1978. Kragujevac, Univerzitet „Svetozar Marković“, Mašinski fakultet, (1978) 215–230.
- [32] *Explicit form of Lagrangian equations for nonlinear RLC networks containing memristors* / M. M. Milić, L. Novak // Proceedings of the Sixth Colloquium on Microwave Communications, Budapest, 29 August – 1. September 1978, 114/21.1–24. 4.
Isto: Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade, Ser. ETA, 1978, 118–128; 49–52.
- [33] *Formulacija jednačina nelinearnih RM kola pomoću skalarnih generišućih funkcija* / Mirko Milić, Ladislav A. Novak // Zbornik materijala XXII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Zadar 12– 16. juna 1978. Sv. I. (1978) I. 125 – I. 132.
- [34] *Formulation of new equations from scalar generating functions for nonlinear RLC networks with memristors* / M. M. Milić, L. Novak // Proceedings of the 1978 European Conference on Circuit Theory and Design. Lausanne, (1978); 412–416.
Isto: Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, 1978, 118–128; 53–61.

- [35] *Formulation of new equations from scalar generating functions for nonlinear RLC networks with memristors* / M. M. Milić, L. Novak // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, 1978, 118–128; 53–61. Proširena i dopunjena verzija rada broj 34.
- [36] *Određivanje odziva u mrežama sa jednim nelinearnim otpornikom* / Miodrag V. Gmitrović, Mirko M. Milić // Zbornik materijala XXII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Zadar, 12–16. juni 1978. Sv. I. (1978) I. 181 – I. 187.
- [37] *On the static degeneracies of general passive networks* / M. Milić // IEEE Transactions on Circuit and Systems, (1978) V. CAS-25, n. 8; 637–639.

1979

- [38] *On the lowest-order excitation-response differential relation of a linear time-invariant system* / M. Milić // International Journal of Electrical Engineering Education, (1979) V. 16, n. 1; 53–58.
- [39] *Analiza velikih Kirchhoffovih mreža metodom diakoptike* / Mirko Milić, Milorad Popović // Elektrotehnika, (1979), sv. 28, br. 7–8; 1115–1121.
- [40] *Procena i optimizacija pobuđivanja akumulacionih mreža* / Mirko M. Milić, Leonardo R. Golubović // Zbornik materijala XXIII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Maribor, 11–15. juni 1979. Sv. I. (1979) I. 265 – I. 272.
- [41] *The anti-Lagrangian equations: A missing network description* / Mirko M. Milić, Ladislav A. Novak // Journal of the Franklin Institute, (1979) V. 307, n. 3; 183–191.
- [42] *Efficient Calculation of the Discrete State Transitions Matrix* / Mirko M. Milić and Miodrag V. Gmitrović // Proceedings on the IEEE, (1979) V. 67, n. 4; 680–682.
- [43] *A general method of formulation of Lagrangian and anti-Lagrangian equations for nonlinear RLCMTG network* / Mirko M. Milić and Ladislav A. Novak // Proc. of the 1979 International Symposium on Circuit and Systems. Tokyo, July 17–19, 1979, 231–234. (IEEE Catalog, No. 79 CH 1421-7 CAS).
- [44] *Extension of formulation of Lagrangian and anti-Lagrangian equations through nonlinear multiport decomposition* / Mirko M. Milić and Ladislav A. Novak // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, (1979) 129–135; 35–40.
- [45] *Evaluation of the transient response of linear stationary systems to a class of excitations* / M. M. Milić, M. Gmitrović // Electronics Letters, (1979), V. 15, n. 20; 614–615.
- [46] *A note on the approximate synthesis of meromorphic voltage transfer functions* / Mirko M. Milić, and Petar D. Simić // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, (1979) 129–135; 47–50.
- [47] *O egzistenciji Lagranžijana za linearne sisteme* / Ladislav A. Novak, Mirko M. Milić // Zbornik materijala XXIII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Maribor, 11–15. juni 1979. Sv. I. (1979) I. 273 – I. 279.

- [48] *A general method of formulation of Lagrangian and anti-Lagrangian equations for nonlinear RLCMTG network* / Mirko M. Milić and Ladislav A. Novak // Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, (1979) 129–135; 25–34. Proširena i dopunjena verzija rada broj 43.

1980

- [49] *On the existence of variational formulation for general time-varying systems* / Ladislav A. Novak, Mirko M. Milić // Proc. 1980 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, Houston, April 28–30, V. 3. (1980); 830–832. (IEEE Cat, n. 80 CHI 564–4 CAS).
Isto: Publications of Electrical Engineering Faculty, University of Belgrade. Ser. ETA, 1981, 136–144; 35–39.
- [50] *Bounds on the zero-input response of line time-varying reciprocal networks* / Mirko M. Milić, Vladimir Bajić // Proceedings of the 1980 European Conference on Circuit Theory and Design. Warsaw, September 2–5, 1980. V. 2. (1980) 60–65.
- [51] *Efikasan postupak za određivanje aproksimativnog odziva u linearnim i stacioniranim sistemima* / Miodrag Gmitrović, Mirko M. Milić // Zbornik materijala XXIV jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Priština 9–13. juni 1980. Sv. I. (1980) I. 133 – I. 139.
- [52] *Mrežni model za rešavanje nestacionarne Schrodingerove jednačine* / M. Milić // Zbornik materijala XXIV jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Priština, 9–13. juni 1980. Sv. I. (1980) I. 141 – I. 148.

1981

- [53] *Formulation of equations in terms of scalar functions for lumped non-linear networks* / Mirko M. Milić, Ladislav A. Novak // Circuit Theory and Applications, (1981) V. 9; 15–32.
- [54] *Bounds on the complete response of linear time-varying networks* / M. Milić, V. Bajić // Proc. 1981 IEEE International Symposium on Circuit and Systems. Chicago, April 27–29, 1981. V. 2–3. (1981); 583–585. (IEEE Car, n. 81 CH 1635 – 2 CAS).
- [55] *General linear nonstationary passive networks – The explicit state model* / Mirko M. Milić, Petar D. Simić // Proc. of the 1981 European Conference on Circuit Theory and Design. Hague, 25– 28 August, 1981. Delft University Pres (1981); 892–896.
- [56] *Qualitative analysis of a class of nonlinear time-varying unforced networks* / M. M. Milić, V. B. Bajić // Proceedings of the 26th Intern. Wiss. Koll., Ilmenau (DDR) Oct. 1981. (1981) 37–40.
- [57] *Analiza mreža sa komutiranim kondenzatorima* / M. Milić // Zbornik materijala XXV jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama,

automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Mostar, 8–12 juni 1981. Sv. I. (1981) I. 253 – I. 260.

1982

- [58] *Qualitative analysis of responses for a class of nonlinear time-varying forced networks* / Mirko M. Milić, Vladimir Bajić // Proc. 1982 International Symposium on Circuit and Systems, Rome, May 10–12. V. 3. (1982) 815–818. (IEEE Cat. n. 82 CH 1681-6 CAS).
- [59] *Procena granica sopstvenih učestanosti linearnih mreža* / M. Milić // Zbornik materijala XXVI jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Subotica, 7–11. juni, 1982. Sv. I. (1982) I. 235 – I. 242.
- [60] *Some properties of the zero-input response for a class of nonlinear time-varying networks* / Mirko M. Milić, Vladimir B. Bajić // Proceedings of the Seventh Colloquium on Microwave Communication, Budapest, 6–10 September 1982. V. I. (1982) 232–235.

1983

- [61] *Some properties of solutions of the semi-state model for nonlinear nonstationary systems* / Mirko M. Milić, Vladimir B. Bajić // IEEE 1983 International Symposium on Circuit and Systems, Newport Beach, California, May 2–May 4. 1983. V. 2, n. 3 (1983) 872–875. (IEEE Cat. n. CH1845-7 [83] 0000-0872).
- [62] *Relationship between the Lagrangian equations in standard form and Noble form for lumped nonlinear networks* / L. A. Novak and M. M. Milić // 2. Internationales Symposium Theoretische Elektrotechnik, 5–9. September 1983. Ilmenau (DDR). (1983); 154–157.
- [63] *On the applications of Liapunov functions in the qualitative analysis of network responses* / Mirko M. Milić and Vladimir B. Bajić // 2. Internationales Symposium Theoretische Elektrotechnik, 5–9. September, Ilmenau (DDR), (1983); 130–133.
- [64] *Qualitative analysis of the semi-state model for large-scale systems* / Mirko M. Milić and Vladimir B. Bajić // Proceedings of the Sixth European Conference on Circuit Theory and Design, September 6–8, 1983, Stuttgart. Berlin, (1983); 131–133.
- [65] *Formulacija i neke kvalitativne osobine rešenja modela semi-stanja nelinearnih nestacionarnih mreža* / Mirko Milić // Zbornik materijala XXVII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Struga, 6–10. juna, 1983. Sv. II. (1983) II. 117 – II. 123.

1984

- [66] *Dobijanje jednačine kontinuiteta primenom Tellegen-ove teoreme na jednodimenzionalni mrežni model relativističkog kvantnomehaničkog sistema* / Mirko Milić, Miloje Makivić // Zbornik materijala XXVIII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Split, 4–8. juna 1984. Sv. VI. (1984) VI.118 – VI. 124.

- [67] *Metoda katastrofa u dinamičkim sistemima* / M. Milić // *Elektrotehnika* (1984) sv. 33, br. 12; 1489–1493.
- [68] *Rešavanje prostorno-nezavisnih kinetičkih jednačina reaktora metodom razvoja tranzicione matrice u Taylorov red* / Đorđe Tomašević, Dragoljub Antić, Mirko Milić // *Zbornik materijala XXVIII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN)*, Split, 4–8. juna 1984. Sv. VI. (1984) VI.129 – VI. 136.
- [69] *Solution behavior of the semi-state model for large-scale time-discrete systems* / Mirko M. Milić and Vladimir B. Bajić //– *Proceedings of the Fifth International Symposium on Network Theory*, Sarajevo, September 4–7, 1984. Sarajevo, (1984) 106–111.
- [70] *A qualitative approach to the solution of the semi-state model* / M. Milić // *Proceedings of the 27th Midwest Symposium on Circuit and Systems*, Morgantown (West Virginia), 1984. V. II (1984) 682–885.
- [71] *Some aspects of formulation of second order dynamic equations for RLC networks* / Ladislav Novak and Mirko M. Milić // *Proceedings of the Fifth International Symposium on Network Theory*, Sarajevo, September 4–7, 1984. Sarajevo, (1984) 233–237.

1985

- [72] *On dynamical nondegeneracy of networks* / Ladislav Novak, Mirko M. Milić // *Seventh. European Conference on Circuit Theory and Design*, Prague, September 2–6, 1985. Pt. 1. (1985) 253–255.
- [73] *Электрическое моделирование уравнения Шредингера – одномерный гармонический осциллятор* / Милич, М., Дабич, Г. // *III международный симпозиум по теоретической электротехнике, (тезисы докладов)*, Москва, 23–28, сентября 1985. Т. 2. (1985) 64–66.
- [74] *Пределы решения одного класса моделей полусостояния* / Милич, М., Баич, В. // *III международный симпозиум по теоретической электротехнике, (тезисы докладов)*, Москва, 23–28 сентября 1985. Т. 2. (1985) 179–180.
- [75] *Некоторые проблемы преподавания теории электрических цепей* / Милич, М., Новак, А. // *III международный симпозиум по теоретической электротехнике, (тезисы докладов)*, Москва, 23–28 сентября 1985. Т. 1. Москва, Государственный комитет по науке и технике СССР, 1985; 13–14.
- [76] *Konstrukcija funkcije generatriše za model semistanja nelinearnih mreža, pogodna za analizu metodom teorije katastrofa* / M. Milić // *Zbornik materijala XXIX jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN)*, Niš 3–7, juna 1985. Sv. III. (1985) III. 95 – III. 102.
- [77] *Neke metode analiza mreža sa komutiranim kondenzatorima* / Mirko Milić, Đorđević Zorica // *Elektrotehnika* (1985), sv. 34, br. 7–8; 1201–1214.
- [78] *Solution of „A resistance problem“, Problem 84–14.* / M. Milić // *SIAM Review*, (1985) V. 27, n. 3; 451.

1986

- [79] *Diakoptycal solution of large-scale systems* / M. Milić // II Conference SAUM (Systems, Automatic Control and Measurements). Proceedings of I International Seminar: Large – Scale Systems, Belgrade 26–28, February 1986 ; 11–24.
- [80] *Theorems on the bounds of solutions of semi-state models* / Vladimir B. Bajić and Mirko M. Milić // International Journal of Control (1986) V. 43, n. 3; 859–867.
- [81] *Some properties of solutions of the semi-state model for nonlinear nonstationary systems* / Mirko M. Milić, Vladimir B. Bajić // Circuits Systems Signal Processing, (1986) V. 5, n. 1; 109–123. Proširena verzija rada broj 61. Proširena i dopunjena verzija rada broj 61.
- [82] *An electrical model for the elastic scattering of thermal neutrons* / A. Zečević, M. Milić, M. Davidović // Zeitschrift für Physik B – Condensed Matter, (1986), 65; 133–138.
- [83] *Jedno uprošćavanje dijakoptičke jednačine čvorova* / Mirko M. Milić, Milorad S. Popović // 2. konferencija SAUM (Системи, аутоматско управљање и мерења). Зборник радова, Београд 26–28. фебруар 1986, 48–61.
- [84] *O topološki eksplicitnom modelu stanja opštih nelinearnih pasivnih mreža – jedan definitivan odgovor* / M. Milić // Zbornik materijala XXX jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Herceg Novi, 2–6. juni 1986. Sv. III. Beograd, jugoslovenski komitet za ETAN, (1986) III. 19 – III. 26.

1987

- [85] *Unified structure for generating orthogonal polynomials* / Mirko M. Milić and Petar D. Simić // International Journal of Electronics, (1987) V. 62, n. 4; 633–635.
- [86] *Qualitative analysis of motion properties of semistate models of large-scale systems* / Mirko M. Milić and Vladimir B. Bajić // Circuits, Systems and Signal Processing, (1987) V. 6, n. 3; 315–334.
- [87] *The weak (L^p - Cq)-completeness and some aspects of dynamics of nonlinear M-networks* / Ladislav A. Novak and Mirko M. Milić // Proceedings of European Conference on Circuit Theory and Design, Paris, September 1–4, 1987. North-Holland (1987) 41–47.
- [88] *General linear nonstationary passive systems: Derivation of the explicit state model* / Mirko M. Milić and Petar D. Simić // Circuits, Systems, and Signal Processing, (1987) V. 6, n. 3; 300–314.
- [89] *Nova konfiguracija bi-polinomijalnih filtera* / Mirko Milić, Dragan Kandić // Zbornik materijala XXXI jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici. (ETAN), Bled, 1–5. juni 1987. Sv. III. (1987) III. 125 – III. 132.
- [90] *Dijakoptičko rešavanje velikih fizičkih sistema* / M. Milić // Naučno-tehnički pregled, (1987) V. XXXVIII, br. 10; 3–8.
- [91] *Extended stability of motion of semi-state systems* / Vladimir B. Bajić and Mirko M. Milić // International Journal of Control (1987) V. 46, n. 6; 2183–2197.

- [92] *The Lagrangian equations of nonlinear RLC networks – A critical survey* / M. M. Milić, L. A. Novak // 4. International Symposium Theoretische Elektrotechnik. Kurzfassungen der Beiträge, 26. – 31. Oktober 1987, Ilmenau (DDR). Bd 2. (1987) 78–81.

1988

- [93] *On a method for estimating the quality of the Fermi approximation* / A. Zečević, M. Davidović and M. Milić // Zeitschrift für Physik B – Condensed Matter, (1988), 70; 449–451.
- [94] *Nodal analysis of networks containing elements without a voltage-controlled description* / M. Milić // International Journal of Electronics, (1988) V. 64, n. 6; 935–940.
- [95] *Analogni model za rešavanje jednog složenog sistema nelinearnih nestacioniranih parcijalnih diferencijalnih jednačina* / Boško T. Telenta, Mirko M. Milić // Zbornik materijala XXXII jugoslovenske konferencije o elektronici, telekomunikacijama, automatizaciji i nuklearnoj tehnici (ETAN), Sarajevo, 6–10. juna 1988. Sv. III, Beograd, Jugoslovenski komitet za ETAN, (1988); III.89 – III. 96.
- [96] *Linearno programiranje pomoću neuralnih mreža* / Mirko Milić i Vladan Lučić // Simpozijum „Operaciona istraživanja“, Nacionalni park Brioni, 11–14. oktobar 1988. Beograd, Institut „Mihailo Pupin“, FON, (1988); 35–38.

1989

- [97] *Stability analysis of singular systems* / M. Milić, V. Bajić // Circuits Systems and Signal Processing, (1989) vol. 8, No. 3, pp. 267–287.
- [98] *On weak completeness and weak non-degeneracy of networks* / M. Milić, L. Novak, // Int J Circuit Theory and Appl. (1989), vol. 17, pp. 409–419.
- [99] *Methods in particie transport and thermal hydraulics* / Dj. Tomašević, D. Antić, M. Milić // Trans. of the American Nuclear Society (1989), Vol. 59, 167–169.
- [100] *Regularization of second order systems of differential equations for nonlinear RLC networks* / L. Novak, M. Milić // Proc. Conf. on Electromagnetic Theory, ISET 89, Budapest, (1989), pp. 79/1–79/2.
- [101] *Stability robustness with respect to resistances of a class of singular nonlinear circuits* / M. Milić, V. Bajić // European Conference on Circuit Theory and Design, Brighton, United Kingdom, Sept. 1989, pp. 381–384.
- [102] *A time improved ordering for sparse matrices* / M. Milić, M. Popović //, Proc. 6th International Symp on Networks, Systems and Signal Processing, Zagreb, (1989) pp. 137–147.
- [103] *Qualitative analysis of systems and circuits described by continuous semistate models: An overview of methods based on Lyapunov functions* / M. Milić, V. Bajić, // Proc. 6th International Symp on Networks, Systems and Signal Processing, Zagreb, (1989), pp. 10–15.

- [104] *Kvalitet rešenja problema linearnog programiranja pomoću neuralnih mreža* / M. Milić, V. Lučić // Zbornik radova XXXIII konf. ETAN-a, Novi Sad, (1989), str. III. 181 – III. 188.

1990

- [105] *Qualitative analysis of linear programming neural networks* // M. Milić, V. Lučić // Proc. Neurocomputing, European Centre for Peace and Development, (1990) vol. 1, no. 1, pp 131–141.
- [106] *Bounds on solutions of discrete singular systems* / V. Bajić, M. Milić, J. Živković // Proc. 1990 IEEE International Symp on Circuits and Systems, New Orleans, (1990) Vol. 2, pp. 1482–1484.

1991

- [107] *Robustness and some qualitative properties of response of a class of singular RLC networks* / V. Bajić, M. Milić // Proc. 1991 IEEE International Symp on Circuits and Systems, Singapore, (1991) vol. 3, pp. 1705–1708.
- [108] *A Lyapunov function for the analysis of a class of singular systems and networks* / M. Milić, V. Bajić // Proc. 10th European Conference on Circuit Theory and Design, Copenhagen, Denmark, Sept. 1991, vol. III, pp. 1263–1269.

1992

- [109] *Completeness properties of nonlinear RLC networks, theory and applications: A survey* / L. Novak, M. Milić // Prace Naukowe Politechniki Szczecinskiej, (1992), No. 2, pp. 151–158.
- [110] *Jedan pristup kvalitativnoj analizi singularnih dinamičkih sistema* / M. Milić, D. Đurić // Zbornik radova IV konf. SAUM, Kragujevac, (1992) str. 349–357.
- [111] *Neki aspekti analize singularnih dinamičkih sistema sa numeričkog stanovišta* / M. Milić, D. Đurić // Zbornik XXXVI konf. ETAN (1992), str. 215–222.

1993

- [112] *Qualitative analysis of electronic linear programming neural networks* / M. Milić, V. Lučić // Int. J Electronics, (1993) vol. 75, no. 3, pp. 447–450.
- [113] *A cellular neural network cell-circuit suitable for VLSI implementation* / M. Milić, P. Kostić and P. Bakić // Proc. 7th International Symp on Theoretical Elect. Engr., Szczecin, Poland, Sept. 1993, (1993) pp. 343–347.
- [114] *Solving systems of linear equations using cellular neural networks* / M. Milić, P. Kostić // Proc. European Conference on Circuit Theory and Design (ECCTD), Davos, Switzerland, Sept. 1993, (1993) pp. 348–351.
- [115] *Analiza kritičnosti i osetljivosti rešenja singularnih sistema* / M. Milić, D. Đurić, P. Rakić // Zbornik radova XXXVII konf. ETAN, Beograd, (1993) str. 21–25.
- [116] *Sinteza pasivnih simetričnih električnih mreža sa n-pristupa* / M. Milić, S. Paunović // Glas CCCLXXIII Srpske akademije nauka i umetnosti, Odeljenje tehničkih nauka (1993) knjiga 30, str. 147–156.

- [117] *Applications of neural-net computing to transient stability assessment and enhancement of electric power systems* / M. Dukanović, M. Milić (posthumno), D. Šobajić, Yoh-Han Pao // Yugoslav J. of Operational Research (1993) vol. 3, no. 2, pp. 199–218.
- [118] *Kvalitativna analiza sistema i mreža opisanih kontinualnim modelima polustanja – Pregled metoda zasnovanih na funkcijama Ljapunova* / M. Milić (posthumno) // Glas CCCLXXIII Srpske akademije nauka i umetnosti, Odeljenje tehničkih nauka (1993) knjiga 30, str. 1–9 (Prikazano na VIII skupu Odeljenja od 26. septembra 1989).

1994

- [119] *A novel canonic, bipoynomial analogue filter configuration with a minimum number of common-ground capacitors* / M. Milić (posthumno), D. Kandić // International J. Circuit Theory and Applications (1994) vol. 22, pp. 251–261.
- [120] *A note on Lagrangian formulation of nonlinear networks* / M. Milić (posthumno), L. Novak // Inter. J. No. 5 joint to Inter. Symp on Theoretical Electrotechnics, Budapest, Oct. 1994, pp. 35–44.

КЊИГЕ

1962

- [121] *Задачи из теорије електричних кола*. Београд, „Научна књига“, (1962).
Друго издање – 1967; 252 стр.
Допуњено издање – 1970; 227 стр.

1971

- [122] *Теорија графова и њене примене*. Д. Цветковић, М. Милић – Београд, Београдски издавачки графички завод (1971); 126 стр.
Измењено и проширено издање. Београд, Научна књига (1977); X + 270 стр.

1973

- [123] *Теорија електричних кола*. Део I, Београд, ФОСС, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду (1973); 322 стр. [Скрипта].

1974

- [124] *Теорија електричних кола*. Део II, Београд, ФОСС, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду (1974); 179 стр. [Скрипта].

1976

- [125] *Електрично моделовање физичких процеса*. Део I, Београд, ООССО, Електротехнички факултет, Универзитет у Београду (1976); 152 стр. [Скрипта].

1983

- [126] *Теорија електричних кола – Зборник решених проблема*. Београд, „Научна књига“, (1983); 331 стр.

Следеће две књиге су штампане након смрти професора Мирка Милића:

2004

- [127] *Електрично моделовање физичких процеса*, Бит инжењеринг, (2004), 149 страна. Ново допуњено издање које су припремили студенти и поштоваоци проф. Милића, мр Данко Ђурић, мр Спира Матић и Владимир Јанковић (власник штампарије Бит инжењеринг), уз несобичну помоћ проф. Добрила Тошића.

2006

- [128] *Предавања из теорије електричних кола*, Друштво за ЕТРАН, Београд, (2006), 393 стр. Књигу су претежно припремили студенти проф. Мирка Милића, др Предраг Бакић и др Павле Костић, на основу скрипти и другог интерног материјала, а уз помоћ професора Ладислава Новака (ФТН у Новом Саду) и Бранимира Рељина (ЕТФ у Београду).

ПАТЕНТ

- [129] *Аналојни филтер n -тог реда*. Југословенски патент бр. 2349/79 Р 42130 (1979).

ИСТРАЖИВАЧКЕ СТУДИЈЕ

- [130] *Примена теоријских метода на анализу и синтезу електричних мрежа*. Коаутори: Р. Хорват, М. Богданов и С. Пауновић; Институт „Никола Тесла“, Београд (1962).
- [131] *Студија примене трафова преноса сигнала на анализу и синтезу електричних мрежа*. Коаутори: Р. Хорват, и С. Пауновић; Институт „Никола Тесла“, Београд (1964).
- [132] *Усавршавање метода анализе електричних система*. Коаутори: Р. Хорват, и С. Пауновић; Институт „Никола Тесла“, Београд (1964).
- [133] *Нормалне координате у анализи електричних мрежа*. Коаутори: Р. Хорват, и С. Пауновић; Институт „Никола Тесла“, Београд (1965).
- [134] *Нормалне координате у синтези електричних мрежа*. Коаутори: Р. Хорват, и С. Пауновић; Институт „Никола Тесла“, Београд (1965).

MIRKO M. MILIĆ

(1932–1993)

Mirko M. Milić was born on April 21, 1932, in Galati (Romania), where his father, Mario, who originated from Dubrovnik (Croatia), worked as a maritime pilot maneuvering sea ships through dangerous waters of the Danube delta to and/or from the Black Sea. Due to political reasons (Cominform Resolution), Milić's family was forced to leave Romania in 1948. He finished high school in Belgrade, in 1950, then graduated in 1956 with excellent grades (9.43 out of 10), and obtained M.Sc. degree (1963) and Ph.D. degree (1968), all from the School (Faculty) of Electrical Engineering (ETF), University of Belgrade.

In 1956 he joined the School of Electrical Engineering, University of Belgrade, first as a Teaching Assistant, then as an Assistant Professor (1963), Associate Professor (1973), and Professor (1980). He was primarily teaching *Circuit Theory*, fundamental subject connecting all areas of electrical engineering, but also a number of other subjects in undergraduate and graduate studies, such as: *Topology-Based Methods for Network Analysis and Synthesis*, *Selected Topics for Circuit Analysis*, *Nonlinear Circuits*, *Digital Signal Processing*, *Application of Computer System ECAP*, *Computer-Aided Circuit Design*, and *Dynamics of Measuring Systems*. He introduced the course *Electrical Modeling of Physical Processes*, where he used well-known methods from circuit theory to solve different non-electrical problems. He wrote several textbooks covering circuit theory and solved problems, and textbooks *Graph Theory and Applications* (co-authored by Academician. Dragoš Cvetković) and *Electrical Modeling of Physical Systems*. Mirko Milić also had an active role in teaching and research activities in the area of electrical engineering at the University of Niš and in the Military Technical Academy in Belgrade.

From 1965 until 1967 he was on a British Council Scholarship at the Imperial College of Science and Technology in London (UK). In 1977, he was invited as a visiting professor-researcher to the University of California, Berkeley (USA). Also, during 1990, he held a series of lectures in the Technical University of Istanbul (Turkey).

He loved to work with students and to introduce research to them. With students (not only graduate, but also with undergraduate students) he analyzed and studied newest and top-ranked papers in the field of the circuit theory. To popularize the circuit theory and motivate students for this subject, in 1990 he decided to establish a foundation for awarding talented students from the School of Electrical Engineering, University of Belgrade. He provided the founding by his own money. Unfortunately, his early death (in 1993) stopped

these activities. His wife, Professor Miroslava Olujić, continued these activities and, after serious administrative difficulties, she established the *Foundation of Professor Mirko Milić* in 2004 (more than 10 years after his death). The Foundation started in 2004 and each year (during the celebration of School Day, in December) the best senior student, having the highest grade in *Circuit Theory*, and the student having the best published paper in the field of circuit theory were awarded.

Professor Milić was an extraordinary and passionate scientist. His work, encompassing a broad spectrum of the circuit theory, was undoubtedly well recognized and respected internationally. His comments, discussions, and reviews were profound, clear, and extremely valuable to his colleagues. Professor Milić made numerous scientific contributions. He was an academic who left an exceptional mark on the engineering science. His papers were cited by many authors in numerous scientific books and journals. He contributed to several areas of the fundamental circuit and system theory. The main characteristic of his research was “to be at least one step ahead of others”. He was one of the pioneers in the foundation of the spectral graph theory, having also published a textbook (with Academician D. Cvetković) in this field. His papers cover a variety of areas, including topological-dynamic properties of passive and active networks, state-space descriptions of linear and nonlinear networks, qualitative analysis and bounds of the solutions of semi-state models, Lagrangian descriptions of nonlinear networks, numerical analysis, modeling, and signal processing. During the last years of his life, he was interested in neural networks, in particular cellular neural networks (CNN), where he suggested a novel CNN having only one active element per network cell. Among others, his result concerning unique solvability of linear time-invariant RLC circuits has proved to be one of the deepest results in the circuit theory. Two textbooks, two solution manuals with solved problems in the circuit theory, and numerous scientific papers (120 papers), published in the leading international journals and conference proceedings, have marked the productive period of Professor Milić’s life.

Many people knew Professor Milić as a pure and precise theoretician. It is, hence, interesting that he had a patent submission entitled “Analog n th Order Filter Suitable for Integrated Technology”. Furthermore, although he preferred exact solutions in closed form over the numerical solutions, he recognized the importance of computer applications and in 1970s he established a course in computer program ECAP and a course in computer-aided design of electronic circuits. Also, he completed 5 technical reports.

Professor Milić was an active member of several international and Yugoslav scientific and professional societies and committees, and chair and member of a number of conference committees: ISCAS (*International Symposia*

on Circuits and Systems), ISTET (*International Symposia on Theoretical Electrical Engineering*), ECCTD (*European Conferences on Circuit Theory and Design*). He was scientific secretary, program committee member, active participant and lecturer of international symposia ISYNT (*International Symposium on Network Theory*). Symposia ISYNT were established by Professor Radoslav Horvat in 1968. These symposia were held with (about) four years frequency till 1989, just before the disintegration of former Yugoslavia, gathering top-ranked scientists from circuit theory community, such as: J. Aggarwal, T. Bickart, H. Carlin, L. Chua, P. Civalleri, A. Davies, T. Deliyannis, C. Desoer, S. Dutta Roy, J. Fidler, A. Fettweis, M. Ghausi, E. Kuh, E. Laker, E. Lindberg, G. Martinelli, S. Mitra, G. Moschytz, J. Neiryneck, R. Newcomb, A. Petrenko, T. Roska, R. Saal, J. Scanlan, G. Temes, Y. Tokad, M. Van Valkenburg, V. Zima, and others. Note that the respectable conferences ECCTD started in 1974, six years after ISYNT. He participated as invited lecturer in a number of high-level congresses, conferences and symposia on circuits and systems. He was a member of scientific committees for many conferences. Among others, he was a committee member and sessions chairman of almost all conferences ECCTD, including ECCTD in Davos (1993), just before his death.

Mirko Milić was a permanent member of the Scientific Committee of ISTET and the Information Committee of SEFI (*Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs*), Senior Member of the largest and most respectable society of electrical and electronic engineers IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*), and the member of the Yugoslav Society for ETAN (*Electronics, Telecommunications, Computers, Automation, and Nuclear Engineering*). He was also a reviewer of distinguished international journals: *IEEE Transactions on Circuits and Systems*, *International Journal on Circuit Theory and Applications*, and *Mathematical Reviews*, as well of a number of Yugoslav technical journals. With Academician Rajko Tomović (1919–2001) and several colleagues from the School of Electrical Engineering, University of Belgrade, he initiated the first *Seminar on Neurocomputing*, held on December 20–21, 1990, in Belgrade. He helped the seminar series to continue, despite the disintegration of former Yugoslavia. During the very cold winter 1992/93, at the war time in the region of former Yugoslavia, power restrictions and enormous inflation in Serbia and Montenegro, he organized the second *Seminar on Neural Networks* as a series of lectures held on Saturdays from November 1992 to May 1993. Under the leadership of Professor Branimir Reljin, the seminars continued from 1995 as biennial international conferences on neural networks and applications (NEUREL), technically co-sponsored by the IEEE.

Professor Milić was a passionate scientist and teacher, always ready to explore new research fields. When working, he never spared himself nor anyone else working with him. He loved his work, both teaching and research,

and always had numerous new ideas and plans. He was active just to the end of his life, but his sudden death prevented him from completing many of his projects. His unfinished ideas and initial researches were continued by his associates, colleagues, and former Ph.D. students.

During his work he was a member of a number of committees at the School of Electrical Engineering and at the University of Belgrade. He was a member of the Board for Computing Centre at the School of Electrical Engineering. Note that the School of Electrical Engineering in Belgrade was the first academic institution in the broader Balkan region to establish a modern computing centre, in 1968. Also, he was a member of the editorial board of the Publications of Electrical Engineering Faculty, the scientific journal published by the School of Electrical Engineering, University of Belgrade.

For his work Mirko Milić obtained many awards and other acknowledgements from universities and societies. Among others, he gained *Special Certificate* from IEEE, in 1984, on the occasion of centenary of the IEEE Society, and *Silver Medallion* of the Technical University of Istanbul (Turkey). The conference NEUREL 2004, in Belgrade, was devoted to Mirko Milić, while in the conference ECCTD 2009 (Istanbul, Turkey), Professor Cem Goknar organized a special session devoted to M. Milić. The recently published textbook “A Short History of Circuits and Systems” (IEEE, 2016) contains a significant part devoted to our late professors Mirko Milić and Radoslav Horvat.

Mirko Milić made a clear distinction between his professional and private lives. Consequently, only a few of his colleagues knew him as an extraordinary expert in philosophy, arts, music, and as a jazz aficionado. His illness (the diabetes), which he fought over a long period of time, was perhaps the reason that he worked even harder, as though he wanted to be “just one step ahead of the ultimate destiny that awaits us all”.

In 1988, he was elected a Corresponding Member of the Serbian Academy of Sciences and Arts.

Professor Mirko Milić had two main passions in his life: passion for science and passion for traveling. Last days of his life he passed just enjoying his two passions: he was in Davos (Switzerland) at the *European Conference on Circuit Theory and Design* (ECCTD), where he participated as a lecturer and the member of the Technical Program Committee, sharing experiences and ideas with his colleagues from all over the world. After the conference, he spent some time in Switzerland and suddenly passed away in Bern on September 9, 1993.