

Проф. др инж. Миливоје Симић

# ИНСТИТУТ ЗА МАТЕМАТИКУ, ФИЗИКУ, НАЦРТНУ ГЕОМЕТРИЈУ И ОПШТЕОБРАЗОВНЕ ПРЕДМЕТЕ

## Општи подаци и организација Института

Статутом Грађевинског факултета, донетим 1988. године, извршене су одређене организационе промене на Факултету, па тако дотадашњи Завод за математику, физику и друштвене науке прераста у Институт за математику, физику, нацртну геометрију и друштвене науке (ИМФ). Том приликом формирају се две катедре: Катедра за математику, физику и нацртну геометрију и Катедра за општеобразовне предмете. При томе је одлучено да обе Катедре раде заједнички као једна Катедра. Међутим, с обзиром на околност да Институт никада није имао ненаставно особље, проблематике Катедре и Института су се често преклапале, па су се стога седнице Катедре и Института одржавале једновремено. То ће се преклапање проблематике Катедре и Института трајно одржавати и одразити у одговарајућим деловима ове *Монографије*. Проблематика Института била је претежно везана за наставнике и сараднике из Кабинета за техничку физику и електронику, па ће се стога, у оквиру овог поглавља, углавном обрадити неке важније активности и остварења чланова овог Кабинета, док ће се научне и стручне активности чланова осталих кабинета обрадити у оквиру поглавља о Катедри.

У току 1988–1989. године Грађевински факултет расписује интерни конкурс за мултидисциплинарне теме од значаја за грађевинску и геодетску струку. Циљ овог конкурса је био да се стимулише међукатедарски научноистраживачки рад, оствари боља сарадња између катедара Факултета и да се на тај начин окупи већи број наставника и сарадника, разних профила и струка, на заједничким пројектима и темама од интереса за Факултет у целини. У оквиру овог конкурса учествовали су безмало сви наставници и сарадници Института за математику, физику, нацртну геометрију и друштвене науке.

У ранијем периоду, Завод за математику, физику и друштвене науке сачињавали су кабинети појединих предмета. У то време Кабинет за физику био је смештен у малој и непогодној просторији на првом спрату иза Амфитеатра 225. У

заједничком Кабинету за физику радила су тада два наставника и три асистента. У таквим условима није био могућ никакав озбиљнији научноистраживачки рад, а посебно експериментални рад из домена физике и електронике. Стога, 1979/80. године, професор Миливоје Симић (тада доцент), уз подршку професора Николе Хајдина и Саве Јањића и декана из тог периода професора Миодрага Секуловића, оснива на Грађевинском факултету у Београду Лабораторију за примењену физику и електронику, намењену потребама истраживања и развоја савремених претварача и мерних метода из домена грађевинске и геодетске струке. Лабораторија је првобитно била смештена у соби 335 на трећем спрату. Одлуком тадашњег декана Грађевинског факултета професора Миодрага Секуловића и уз подршку свих института Факултета, 1980. године, одобрено је надзиђивање дела терасе на трећем спрату у продужетку просторије 335. На тај начин су добијене две просторије у којима су смештене истраживачка лабораторија и приручна радионица. Да би помогао формирање нове Лабораторије и омогућио почетак истраживања, Завод за физику техничких факултета Универзитета у Београду уступио је већи број електронских инструмената на коришћење Грађевинском факултету. Такође, из централних средстава Факултета набављено је неколико електронских инструмената и машина. На тај начин су створени почетни услови за развој многих нових типова мерних претварача и мерних електронских система од којих ће само неки важнији касније бити описани.

Целокупни развој и истраживања на новим мерним системима одвијао се под руководством и непосредним учешћем Миливоја Симића, као и колега из Кабинета за физику и електронику. Велику помоћ при развоју нових претварача и електронских уређаја пружили су наставници др Момчило Рекалић и др инж. Вељко Георгијевић, као и асистенти мр Љиљана Брајовић, дипл. инж., и Горан Тодоровић, дипл. инж.

У ранијем периоду, пре формирања Лабораторије за примењену физику и електронику, од 1974. до 1978. године М.

Симић је био спољни сарадник Института за хемијска, технолошка и металуршка истраживања (ИХТМ), када је активно радио на развоју нових спектрохемијских извора и изналажењу решења за снижавање границе детекције елемената присутних у траговима у чврстим, течним и гасовитим узорцима. Из оквира те сарадње, преко Југословенског завода за међународну техничку и културну сарадњу, дошло је до међудржавног уговора између ИХТЕМ-а и Центра за нуклеарна истраживања у Јилиху (Немачка). Касније, после успешно окончаног уговора са Центром у Јилиху, који је за своја даља истраживања прихватио двоплазмени лучни извор у магнетском пољу, развијен од стране М. Симића, преко Завода за међународну техничку сарадњу (ЗАМТЕКС) из Београда, наставља се уговор између Центра у Јилиху, с једне стране, и Технолошко-металуршког и Грађевинског факултета у Београду, с друге стране. Као подршку овим истраживањима, 1987. године, Институт у Јилиху шаље на поклон Грађевинском и Технолошко-металуршком факултету потребну лабораторијску опрему са великим бројем инструмената, коју М. Симић са својим сарадницима поставља у адаптираном делу поткровља лабораторије на Грађевинском факултету. На тај начин новоформирана Лабораторија за примењену физику и електронику стиче почетне услове за научноистраживачки рад, како у области неких фундаменталних истраживања тако и у области непосредне примене техничке физике и елек-

тронику у грађевинарству и геодезији. Из оквира сарадње са поменути Центром у Јилиху, из области фундаменталних истраживања, заједно са колегама из Јилиха, публикован је велики број научних радова. Прихватање двоплазмених лучних извора у магнетском пољу од стране Центра у Јилиху, иницирало је и низ других експеримената и примену ових извора за различите намене. Из домена те проблематике, на основу обављених истраживања у Београду и Јилиху, урађено је и неколико магистарских и докторских дисертација: Х. Молер, К. Аренс, М. Матерни и К. Рајш у Ахену и Н. Ковачић, С. Радованов на Природно-математичком факултету у Београду.

Пошто је дограђена Лабораторија за примењену физику и електронику, на трећем спрату, 1985. године дограђен је и проширен Кабинет за математику. На тај начин су створени бољи услови за рад асистената и асистената-приправника ангажованих на групи математичких предмета. Том приликом, по први пут, сваки асистент је добио свој писаћи сто. Да би унапредио научноистраживачки рад у Институту за математику, физику, нацртну геометрију и друштвене науке, Грађевински факултет је у фазама набавио три персонална рачунара, док је један рачунар набављен из оквира развојног пројекта реализованог у Лабораторији за примењену физику и електронику.

## Подручје активности и сарадња са привредом

Осим научноистраживачке активности, описане у оквиру поглавља о Катедри, са посебним освртом за групу математичких предмета, нацртну геометрију и општеобразовне предмете, интензивна научноистраживачка активност одвија се и у оквиру Института. Овде се посебна активност запажа у оквиру Кабинета за Техничку физику и Основе електронике. Углавном, активности и истраживања Института одвијали су се у следећим областима:

- Истраживања и развој нових претварача и мерних електронских система за потребе грађевинске и геодетске струке.
- Истраживања у домену грађевинске физике.
- Научноистраживачки пројекти мултидисциплинарног карактера.
- Развој нових лабораторијских вежби прилагођених потребама студената Грађевинског и осталих техничких факултета.

### Област истраживања и развоја нових претварача и мерних електронских система за потребе грађевинске и геодетске струке

Пратећи трендове развоја нових мерних технологија у грађевинарству и геодезији, све више се уочава потреба и

значај увођења савремених достигнућа из области електронике. Поред несумњивог значаја коришћења савремене електронске рачунарске опреме, све више се запажа и шира примена најновијих електронских метода мерења, као и претварања за мерење неелектричних величина електричним путем. У поређењу са осталим техничким дисциплинама у нашој земљи, а посебно у поређењу са истраживачким лабораторијама грађевинских факултета у развијеним државама, већ данас се у нашој земљи може уочити извесно заостајање у истраживањима подржаним научним експериментима у домену грађевинарства и геодезије.

Имајући у виду све изнете чињенице, показало се оправданим формирање Лабораторије за примењену физику и електронику на Грађевинском факултету у Београду. У Лабораторији се претежно развијају нови типови мерних претварача и електронски системи намењени мерењима у грађевинарству и геодезији. О већини развијених претварача и електронских система публиковани су научни радови у међународним и домаћим часописима или су саопштени на конгресима. Референце о овим радовима дате су уз библиографске податке наставника и сарадника ангажованих на предметима Техничка физика и Основе електронике. Иако су у раду у Лабораторији углавном ангажована два наставника и два асистента, без ненаставног особља, развијен је велики број мерних претварача и електронских уређаја за потребе свих



института Грађевинског факултета или за потребе екстерних организација или других института. Нека важнија остварења су :

1. ХУ претварач са електронским системом за мерење помераја хидротехничке бране – за Институт „Јарослав Черни“ за брану „Врутка“.

2. Кондуктометријска ћелија у мосту напајаном наизменичним напоном, за мерења у пиезOMETарским цевима – за Институт за хидротехнику (ИХ) ГФ.

3. Електронски колориметар за мерења у отвореним водотоковима – за Институт за хидротехнику ГФ.

4. Електронски систем за аутоматско укључење грејача железничких скретница са регулацијом снаге грејача у функцији интензитета атмосферских падавина и температуре врата шине у зимским условима – за Југословенске железнице, преко Института Минел аутоматик.

5. Нови тип плувиометра са мерицама на клацкалицы и покретним тежиштем – за Институт за хидротехнику ГФ.

6. Систем плувиометра са аутоматском аквизицијом података о импулсима кише у реалном времену на меморијској јединици – за ЈКП Водовод из Новог Сада, преко Института за хидротехнику.

7. Теренски мерни уређај за мерење релативне влажности ваздуха помоћу капацитивног претварача у астабилном мултивибраторском мосту – за Институт за математику и физику (ИМФ) намењен студентским вежбама.

8. Електронски психрометар са отпорним платинским термометрима – за Дрвно-прерађивачки комбинат Јужни Кучај из Доњег Милановца.

9. Мултиелементна сонда за мерење температуре у тлу и коловозним конструкцијама – за Републички хидрометеоролошки завод Србије, преко Института за саобраћајнице и геотехнику (ИСГ) ГФ.

10. Мултиелементне сонде за мерење температуре у конструктивним елементима од бетона који се загревају према поступку Рад-Баланси – за Фабрику бетонских елемената „Рад“, преко Института за материјале и конструкције (ИМК) ГФ.

11. Претварачи за мерење температуре река и језера – за Институт за хидротехнику ГФ.

12. Вибрациона платформа за испитивање модела водоторњева у смањеној размери – за Институт за хидротехнику ГФ.

13. Електронски систем за аквизицију података о импулсима кише и нивоу воде у канализационим шахтовима на експерименталном сливу Миљаковац 2 – за Институт за хидротехнику ГФ.

14. Индуктивни претварач за мерење нивоа воде у сабирном каналу инсталације за вештачки програмирану кишу променљивог интензитета и времена трајања – за Институт за хидротехнику ГФ.

15. Електронски тиристорски систем за аутоматско заваривање термопарова на челичној плочи у циљу праћења про-

стирања топлотног поља – за Институт за материјале и конструкције ГФ.

16. Бесконтактни детектор модулишућег зрачења даљинопера за мерење модулишуће фреквенције инфрацрвеног таласа (MS403) – за Институт за геодезију (ИГ) ГФ.

17. Савремени претварачи за мерење дилатације и температуре грађевинских елемената на бази оптичких влакана – за Институт „Кирило Савић“ (развојни пројекат) и Институт за математику и физику ГФ, намењен студентским вежбама.

### Област истраживања у домену грађевинске физике

На иницијативу професора Вељка Георгијевића, од 1992. године успоставља се сарадња између наставника и сарадника Кабинета за физику и електронику Грађевинског факултета и Одељења за грађевинску физику Института за испитивање материјала (ИМС) из Београда. Сарадња се одвија кроз семинаре, који се планирају и заказују једном месечно, и састанке, који се одржавају једном недељно. На семинарима и састанцима разматрају се теме из различитих области грађевинске физике и планирају се научни експерименти. С обзиром на карактер расположиве опреме и изведених инсталација, посебно се третирају проблеми из грађевинске акустике, из провођења и преноса топлоте, дифузије водене паре кроз грађевинске материјале и конструкције, као и кондензације водене паре у њима. Посебан значај се поклања примени компјутерски управљаних електронских система за аутоматску аквизицију података, уз развијање одговарајућих софтвера.

У протеклом периоду обављено је низ испитивања и мерења из области дифузије водене паре кроз грађевинске материјале и конструкције, пратећи при томе кондензацију водене паре, са тежњом да се што боље одреде конструктивни услови који се односе на разне видове влажења материјала и конструкција. Пројектован је и формиран експеримент за мерења коефицијента дифузије водене паре кроз различите материјале, при чему је утврђен и математички модел на бази примене операционог рачуна за услове динамичких мерења. У Лабораторији за примењену физику и електронику Грађевинског факултета, за ова мерења развијен је нови мерни систем за мерење релативне влажности ваздуха на бази капацитивног претварача, који може да прати динамичке услове формираног експеримента. Чланови обе групе, својим учешћем, активно доприносе раду Комисије Савезног завода за стандардизацију у изради Југословенских стандарда из области термотехнике у грађевинарству. У овоме раду, у име Грађевинског факултета у Београду, посебно је ангажован професор Вељко Георгијевић.

У оквиру ове сарадње, у 1995. години, Грађевински факултет, Архитектонски факултет и Савезни завод за стандардизацију организују јавну трибину под називом *Дифузија и кондензација у архитетонским објектима*, на којој је одржано девет предавања у току два дана. Сва предавања су публикована у монографији под истим називом, у обиму од 300 страна.



У последње време, сарадања између Кабинета за физику и електронику Грађевинског факултета и Одељења за грађевинску физику ИМС-а одвија се и у области акустике, нарочито у вези са пливајућим подовима, као елементима звучне изолације међуспратних конструкција и у области комуналне буке.

### Научноистраживачки пројекти интердисциплинарног карактера

У протеклом периоду, чланови Института за математику, физику, нацртну геометрију и друштвене науке учествовали су, преко осталих института Грађевинског факултета, у више научних пројеката републичког, савезног или интерног карактера:

1. *Испитивања процеса отицања са урбаних сливова за пошребне пројектовања објеката кишне канализације* (М. Симић, преко ИХ 1981–1985).
2. *Проблеми савремених електрирана, на подјемама: Транзијентни процеси у отвореним сливовима и Експериментални слив Миљаковац 2* (М. Симић, преко ИХ 1986–1990).
3. *Интегрална и информациона подршка пројектовању и управљању радом система кишне канализације* (М. Симић, преко ИХ 1991–1993).
4. *Нове методе заштитне комуналних вода и водопримника од загађења и урбаних целина од илављења* (М. Симић, В. Георгијевић, Љ. Брајовић и Г. Тодоровић, преко ИХ 1991–1995).
5. *Испитивања законитости брзина на аутоушчевима и двошрачним ушчевима* (М. Симић, М. Рекалић и В. Георгијевић, интерни пројекат ИСГ и ИМФ 1989).
6. *Испитивања савремених проблема грађевинских материјала са аспекта нових методолошких приступа у анализи и примени* (М. Симић, М. Рекалић и В. Георгијевић, интерни пројекат ИМК и ИМФ 1983).
7. *Мерење шематичких градијената у шлу и коловозним конструкцијама различите структуре* (М. Симић, М. Рекалић, В. Георгијевић и Г. Тодоровић, интерни пројекат ИСГ и ИМФ 1984).
8. *Вибрациона платформа* (М. Симић, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).
9. *Електричне методе исушивања зидова* (В. Георгијевић и М. Симић, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).
10. *Савремене методе решавања једначина: Неке примене теорије група у грађевинарству; Метода остатака К. П. Орлова за решавање диференцијалних једначина и њихових система у облику одсечка Тејлоровог реда; Метод коначних разлика за хиперболичне парцијалне диференцијалне једначине* (М. Трифуновић, В. Мићић, Љ. Чукић, Љ. Вукомановић, Л. Милин, С. Топаловић и М. Марић-Дедијер, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).
11. *Анализа резидуала у регресивном моделу* (О. Меловски-Трпинац, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).

12. *Ауторегресиони процеси са експоненцијалним маргиналним гусијинама* (В. Јевремовић, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).

13. *Примена рачунара за обраду математичких модела у грађевинарству и геодезији: RS MATLAB; STATGRAPHICS и CHI WRITER* (Љ. Чукић, Љ. Вукомановић, Л. Милин, О. Меловски-Трпинац, М. Марић-Дедијер, Г. Ђетковић и В. Јевремовић, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).

14. *Нове методе математичке картографије* (В. Мићић, Љ. Чукић, Л. Милин, Г. Ђетковић и В. Јевремовић, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).

15. *Кадровска обука југословенског грађевинарства* (М. Панић, интерни пројекат ИМФ 1988–1989).

16. *Проблем трансформације коначних елемената при решавању неких проблема у непрекидним срединама* (В. Мићић и Г. Ђетковић, интерни пројекат ИМФ 1990).

17. *Проблем истовремене дијагонализације три матрице у вези са решавањем матричне једначине  $AU + BV + CU = F$*  (Љ. Чукић и М. Трифуновић, интерни пројекат ИМФ 1990).

18. *Одређивање реда и оцењивање параметара ауторегресионог процеса са експоненцијалном маргиналном расподелом* (В. Јевремовић, интерни пројекат ИМФ 1990).

19. *Азимутне перспективне картографске пројекције* (М. Вулић, интерни пројекат ИМФ 1990).

20. *Тумачење параметара афине трансформације у равни* (Љ. Гагић и М. Вулић, интерни пројекат ИМФ 1990).

21. *Примена афиног пресликавања у нацртној геометрији* (Љ. Гагић и А. Чучаковић, интерни пројекат ИМФ 1990).

### Развој нових студентских практикума

У оквиру ове активности, развијен је већи број нових вежби за потребе предмета *Техничка физика*:

1. Одређивање односа  $\epsilon/m$ .
2. Одређивање Планкове константе ( $h$ ).
3. Полупроводнички бројач импулса за мерење коефицијента апсорпције  $\gamma$  зрачења.
4. Одређивање Авогадровог броја ( $N$ ).
5. Макетарни катодни осцилоскоп.
6. Мерење снаге електричног мотора и одређивање  $\cos\phi$ .

У оквиру предмета *Основи електронике*, за студенте Геодегског одсека, пројектован је и реализован потпуно нови практикум од десет лабораторијских студентских вежби:

1. Мерења на конзоластом носачу правоугаоног пресека помоћу мерних трака и моста напајаног наизменичним напоном:

а) Мерења у статичким условима при дејству силе различитог интензитета. Мерење силе, угiba, модула еластичности и др.

б) Мерења у динамичким условима при побуђивању конзоластог носача на осциловање различитим фреквенцијама: Мерење основне, прве и друге хармоничне фреквенције и упоређивање са израчунатим теоријским вредностима;

Осматрање сигнала основне, прве и друге хармоничне фреквенције катодним осцилоскопом.



2. Мерење температуре помоћу отпорног платинског термометра, термистора и компензованог термоелемента.

3. Мерења ултразвучним дефектоскопом:  
Калибрација временске базе дефектоскопа;  
Одређивање брзине простирања ултразвука у металима;  
Одређивање места дефекта у материјалима.

4. Мерења катодним осцилоскопом:  
Мерење ефективне вредности наизменичног напона;  
Мерење фреквенције помоћу Лисажу фигура;  
Мерење фазног помераја.

5. Мерења на мосту напајаном наизменичним напоном при промени фазе за  $\pi$ . Улога фазног детектора.

6. Мерења малих помераја помоћу сензора са оптичким влакном.

7. Мерење малих помераја помоћу индуктивног и капацитивног претварача.

8. Одређивање Ридбергове константе помоћу монохроматора.

9. Мерење релативне влажности ваздуха у клима-комори: помоћу електронског психрометра са отпорним платинским термометрима;

помоћу капацитивног претварача и астабилног мулти vibratorског моста;  
помоћу тачке росе.

10. Мерења са He-Ne ласером:  
Мерење поларизованости ласерске светлости;  
Одређивање дебљине танког влакна помоћу дифракције ласерског зрака.

Вежбе се одржавају у просторијама Лабораторије за примењену физику и електронику на Грађевинском факултету у Београду, уз ангажовање два професора и два асистента.

## Најзначајнија стручна остварења

### А) Остварења чланова Кабинета за техничку физику и електронику из оквира сарадње са другим научно-истраживачким институцијама у земљи и иностранству

У ранијем периоду, далеко пре формирања Лабораторије за примењену физику и електронику, када су факултети имали карактер само образовних институција, а не и научних, поједини наставници и сарадници факултета сарађивали су у другим институтима или привредним организацијама. У том периоду поједини чланови садашњег Кабинета за физику и електронику били су ангажовани као истраживачи, сарадници или главни пројектанти у следећим институцијама: Институт „Кирило Савић“ – Одељење за безбедност и аутоматизацију саобраћаја (М. Симић), Војнотехнички институт у Београду – Ракетно одељење (М. Симић), Институт за хемијска, технолошка и металуршка истраживања (М. Симић), Завод за физику техничких факултета у Београду (М. Симић и В. Георгијевић), Институт за физику (В. Георгијевић и Љ. Брајовић), Институт Минел-аутоматик (М. Симић). Референце о радовима или пројектима насталим у том и каснијем периоду дате су у оквиру посебног поглавља ове монографије. Из оквира те сарадње и истраживања настало је више значајнијих остварења:

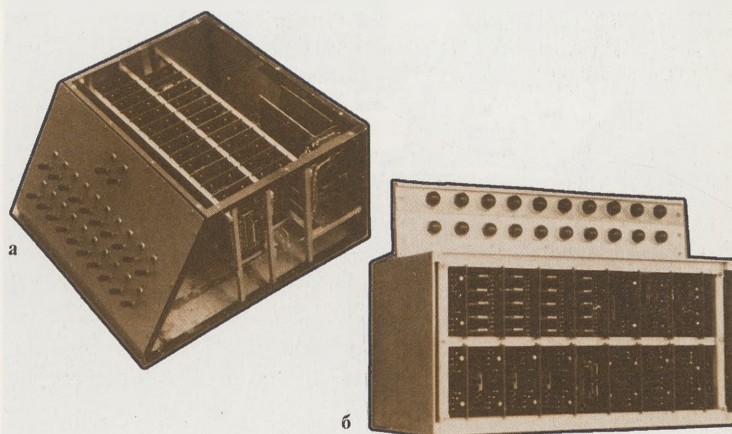
### Уједињен телекомандно-телеконтролни систем UTK-10 (М. Симић)

Систем је намењен за управљање сигналним железничким уређајима из једне главне централне у десет споредних станица. Систем користи само једну парицу кабла, преко које се, поред телекомандних, преносе и телеконтролне информације о извршеним командним порукама. За разлику од других система, који раде са сукцесивним преносом информација, овај систем омогућава симултани пренос већег броја, или свих, информација истовремено. Према предложеној идеји, у

оквиру Одељења за безбедност и аутоматизацију саобраћаја Института „Кирило Савић“ у Београду, систем је конструисан и испитан за потребе Југословенских железница.

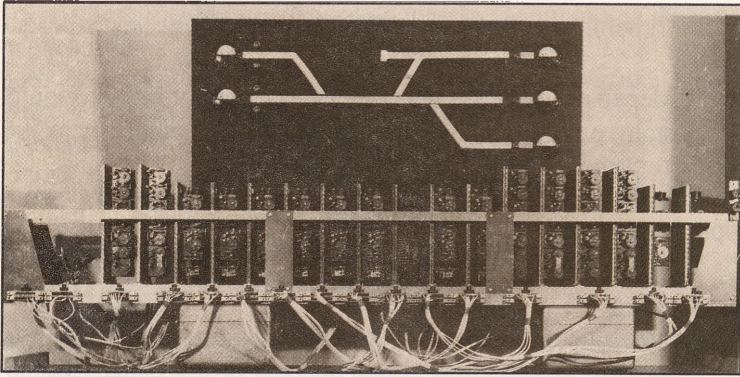
### Сигнални бесконтактни систем за управљање возовима (М. Симић)

Систем је намењен за управљање свим сигнално-сигурносним уређајима и електронским и електромеханичким склоповима на главним железничким станицама. За разлику од класичних станичних уређаја, реализованих у релејној техници, пројектован је, реализован и испитан нови бесконтактни полупроводнички систем на бази посебно развијених модулних сигурносних логичких кола, која обезбеђују заустављање саобраћаја у случају отказа рада било које електронске компоненте. Систем је развијен у оквиру Института „Кирило Савић“ у Београду за потребе Југословенских железница.



Слика 1 – Уједињен систем UTK-10  
а – предајник; б – пријемник





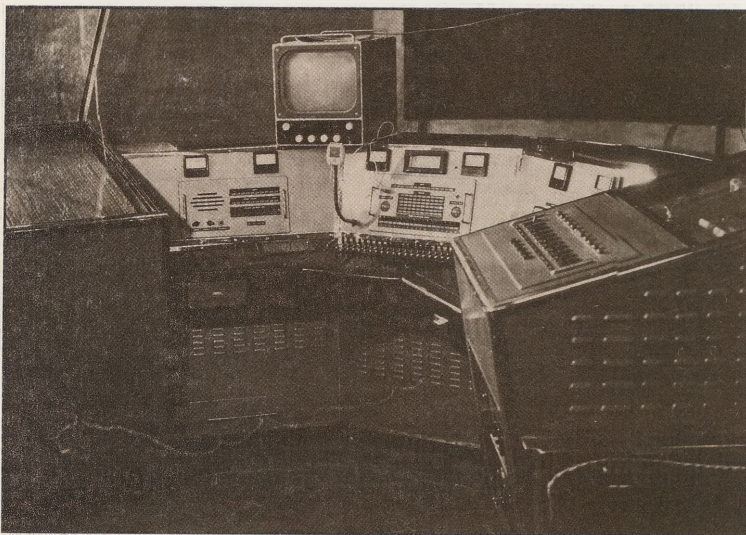
Слика 2 – Изглед лабораторијског модела станичног бесконтактног система за управљање возовима

Систем аутоматског јужног блока (М. Симић и Д. Нојковић)

Пројекат система за сигурносну експедицију возова у низу (један иза другог), урађен је ради повећања фреквенције саобраћаја возова на оптерећеним пругама. У оквиру пројекта примењена су новоразвијена сигурносна логичка кола са трајним сигналом пилотске фреквенције. Пројекат је урађен у оквиру Института „Кирило Савић“ у Београду за потребе Југословенских железница.

Пројекат система FMX-4 (М. Симић и С. Милевић)

Постојећи немачки телекомандни систем FM3 за управљање сигналним уређајима из једне станице према споредним станицама, распоређеним дуж пруге (на пример на прузи Сарајево–Плоче и другим пругама у свету), показао је велике недостатке, који су доводили до честих искључења система. Систем FM3 је конципиран на бази амплитудске модулације. Због тога је за Институт телекомуникационих уређаја SEL (Standard Elektrik Lorenz) из Штутгарта, развијен нови систем FMX-4 на бази фреквентне модулације. Систем FM4 је пројектован и реализован у Институту „Кирило Савић“ и испитан у лабораторијама SEL-а у Немачкој.

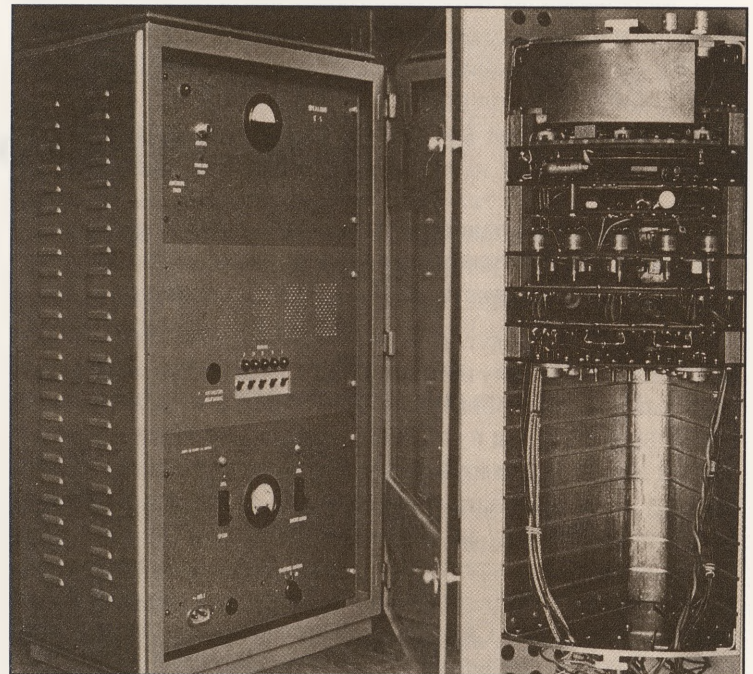


Слика 3 – Изглед командног стола за лансирање ракетџа

Командни сто за лансирање ракетџа (М. Симић – главни пројектант, са групом сарадника)

Командни сто за лансирање ракета на полигону намењен је за управљање свим полигонским елементима и уређајима, укључујући лансиру рампу, брзе камере, радаре, систем за паљење бустер-мотора, сигурносне уређаје за обезбеђење људства и др. Развијен је и двоструки сигурносни тајмер локалног полигонског времена у интервалу од  $-15$  до  $+5$  минута, са резолуцијом мерења времена од хиљадитог дела секунде. Посебно је развијен и систем за кодирање времена високе резолуције, при чему се милисекундни код снима на рубу филма брзих камера. Командни сто је развијен за потребе ЈНА, у оквиру Војнотехничког института из Београда, и пуштен у рад на Превлаци.

а б



Слика 4 – Телекомандни систем К-5  
а – предајник; б – пријемник

Телекомандни систем К-5 (М. Симић)

Систем К-5 је намењен за уништење ракета у ваздуху, када у току лета настане скретање ракете са програмиране путање. Систем се састоји од предајника, који ради у ултракраткоталасном опсегу са посебно развијеним системом импулсне код-модулације и од пријемника смештеног у ракети. По први пут је примењен систем биполарних импулса, који се понављају у серијама од по десет поворки, пре извршења командне информације. На тај начин је остварена велика сигурност и поузданост целокупног система од случајног активирања система за уништење ракете. Примењено је потпуно оригинално решење за добијање синхронизационих импулса, које омогућава поуздан и синхрони рад предајника и пријемника. Да би се повећао домет целокупног система, за излазни степен ултракраткоталасног предајника везана је хеликоидална антена са рефлектором.



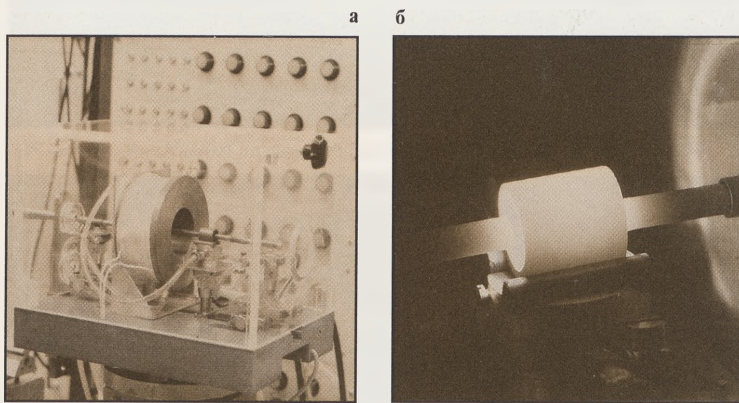
Систем је развијен, реализован и испитан у лабораторијама Завода за физику техничких факултета, за потребе ЈНА, преко Војнотехничког института у Београду.

*Електронски уређај за мерење броја атмосферских прањњења у радијусу од око 200 km (М. Симић)*

Према препорукама Светске метеоролошке службе развијен је у оквиру Завода за физику техничких факултета Универзитета у Београду, полупроводнички прототип за мерење броја атмосферских прањњења са радијусом пријема сигнала од око 200 km. На основу прототипа конструисано је око 30 уређаја за потребе Републичког хидрометеоролошког завода Србије, којима су покривене територије република Србије и Македоније.

*Двоплазмени лучни извор у графитном цилиндру у магнетском пољу (М. Симић и В. Вукановић)*

У оквиру пројекта који се односио на развој нових спектроскопских извора, на Природно-математичком факултету у Београду развијена су три нова типа двоплазмених лучних извора у магнетском пољу. Новину представља увођење графитног цилиндра у којем се формирају две ротирајуће плазме под дејством магнетског поља. Новоразвијени лучни извори су намењени за квалитативна и квантитативна испитивања елемената присутних у траговима, а посебно тешких метала. С еколошког аспекта, ова испитивања могу имати велики значај због присуства тешких метала и других елемената у човековој околини, како у конструктивним материјалима које човек производи, тако и у храни, води и ваздуху.



Слика 5 – Двоплазмени лучни извор са графитним цилиндром у присуству магнетског поља конструисан у Центру за нуклеарна истраживања у Јилиху према пројекцији развијеном у Београду  
а – изглед извора; б – графитни цилиндар у оперативном стању

Развијени двоплазмени лучни извори су показали далеко ниже границе детекције елемената присутних у траговима у односу на све до тада примењиване лучне изворе. Из ове области истраживања публиковано је 27 научних радова или саопштења на конгресима. Трећи тип извора, намењен за испитивање прашкастих супстанција, прихватио је Центар за нуклеарна истраживања у Јилиху у Немачкој.

*Примена плазме електричног лука у нехомогеном магнетском пољу (В. Георгијевић)*

Експериментално је испитиван и теоријски обрађен утицај нехомогеног магнетског поља на плазму електричног лука. Под дејством нехомогеног магнетског поља констатовано је појачање интензитета спектралних линија низа елемената, што битно утиче на снижавање границе детекције испитиваних елемената у траговима.

*Теоријска анализа и експериментална метода за одређивање оптичких констанци и састава боја лакова (В. Георгијевић)*

Развијен је оригинални поступак за компјутерско одређивање састава лакова на основу унапред сакупљених и обрађених података о пигментима, који треба да учествују у смешама. За овај поступак изведена је математичка анализа на основу података о спектралној рефлексији узорака боје, која треба да се репродукује на основу припремљених, теоријски заснованих, програма за компјутер. Разрађен поступак се односи на смеше у којима учествују три или четири пигмента. Дата нумеричка анализа може да се примени не само за квалитативно одређивање него и за квантитативни састав изомерних смеша пигмената.

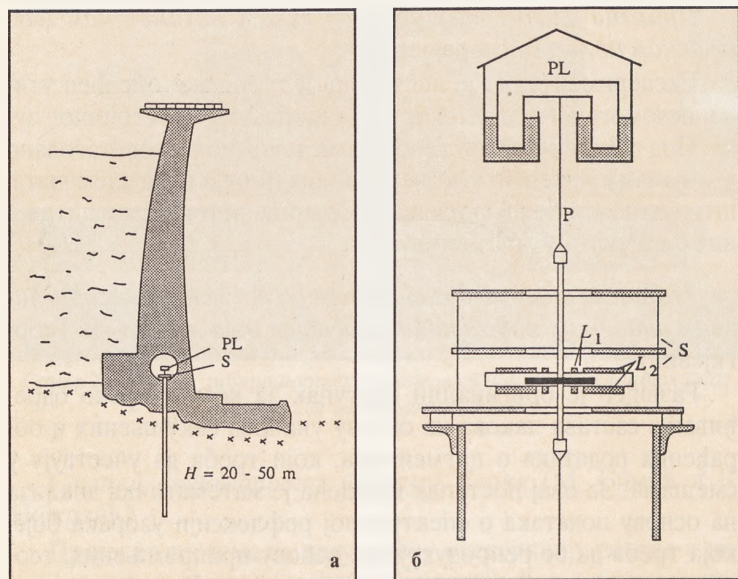
### **Б) Остварења везана за Лабораторију за примењену физику и електронику Грађевинског факултета у Београду**

По оснивању Лабораторије за примењену физику и електронику на Грађевинском факултету у Београду (1979/80. године) отпочињу истраживања и развој нових типова претварача и електронских система намењених потребама грађевинске и геодетске струке. До 1995. године пројектовано је и реализовано око 30 мерних претварача и електронских система. Из оквира тих истраживања навешће се само неколико важнијих остварења:

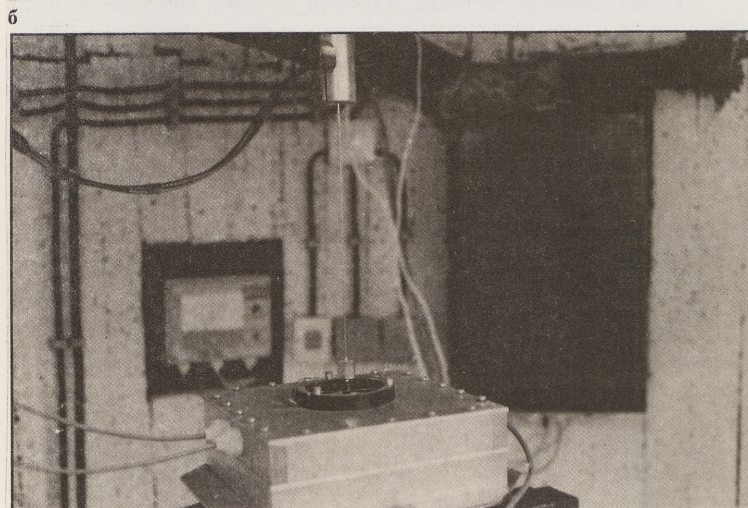
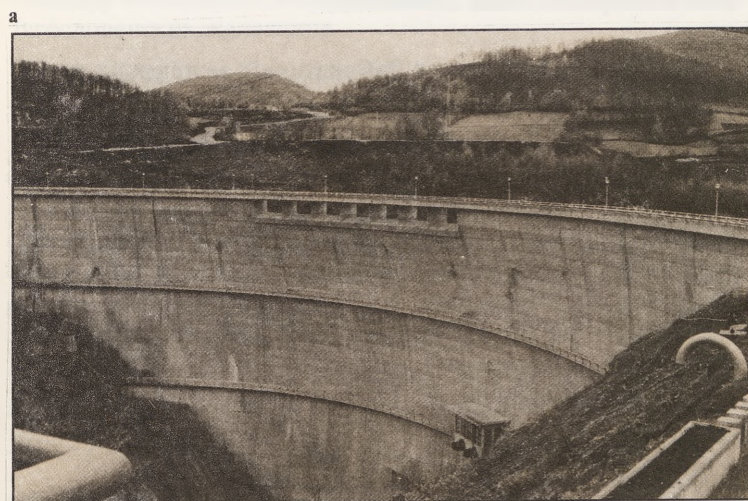
*ХУ 40 претварач за мерење микромерања хидротехничких брана (М. Симић и В. Георгијевић)*

За истовремено мерење микромерања хидротехничких брана у два међусобно ортогонална правца (X и Y) развијен је, као потпуно оригинално решење, нов тип индуктивног претварача. Претварач је првенствено развијен за мерења микромерања хидротехничких брана са уграђеним обрнутим виском, али се може применити и за било које друго мерење микромерања. Сам претварач и посебно развијен електронски систем обезбеђују велику стабилност рада и дуготрајно слагање механичке и електричне нуле мерног система. Претварач је конструисан и постављен на брани „Врутка“, чији је главни пројектант професор Душан Миловановић. Опсег мерења микромерања је од +20 mm до -20 mm (укупан ход 40 mm), са резолуцијом очитивања од 0,01 mm.





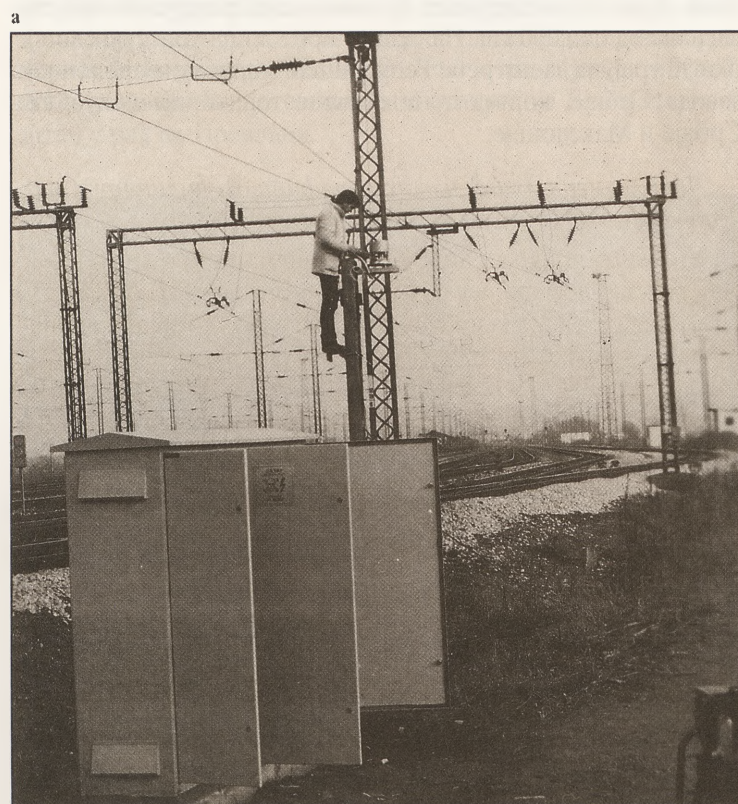
Слика 6 – Пресек лучне бране са грејварачем ХУ 40  
 а – пресек лучне бране; б – положај грејварача у односу на обрнутог висак (грејварач S, PL – фловак, L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub> – намоштаји грејварача, P-жица од инвара обрнутог виска)



Слика 7 – а – Брана „Врујка“; б – ХУ 40 грејварач на брани „Врујка“

Електронски систем за аутоматско укључење електричних грејача железничких скрејница (М. Симић – главни пројектант, Д. Нојковић, В. Георгијевић, Г. Тодоровић)

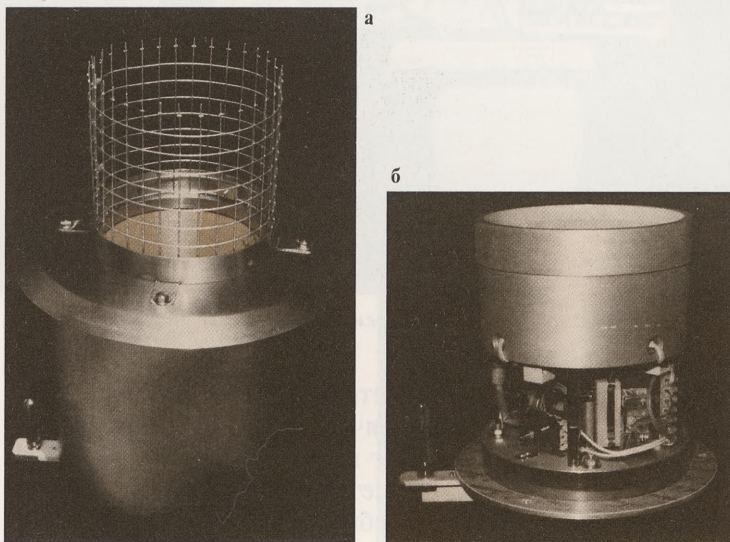
Електронски систем за аутоматско укључење електричних грејача железничких скрејница треба да замени постојећи нерационалан систем са ручним укључивањем електричних грејача у периоду новембар–март, као и да оствари знат-



Слика 8 – а – Колосечна ситуација на Ранжирној станици у Београду са електронским системом за укључивање грејача скрејница; б – Изглед развијеног грејварача за мерење температуре вратица шине



не уштеде електричне енергије и продужи век трајања грејача. Развијени нов тип електронског система са тиристорском регулацијом електричне снаге грејача скретница омогућава регулацију снаге у функцији неколико улазних величина. За ову намену посебно су развијени претварач за мерење температуре врата шине, као и претварач за мерење интензитета водених падавина или отопина у зимским условима, при чему се износ водене отопине претвара у пропорционални број импулса. На основу ових величина, као и температуре ваздуха, преко система логичких кола директно се управља тиристорским уређајем за регулацију снаге свих електричних грејача скретница у оквиру станичне колосечне ситуације. Систем је предвиђен за рад до температуре од  $-30^{\circ}\text{C}$ . Пројекат и прототип система урађен је у Лабораторији за примењену физику и електронику Грађевинског факултета у сарадњи са Институтом Минел-аутоматик, а за потребе Југословенских железница.



Слика 9 – Изглед развијеног грејача за мерење интензитета водених падавина у зимским условима  
а – са шклокљоцем; б – без шклокљоца

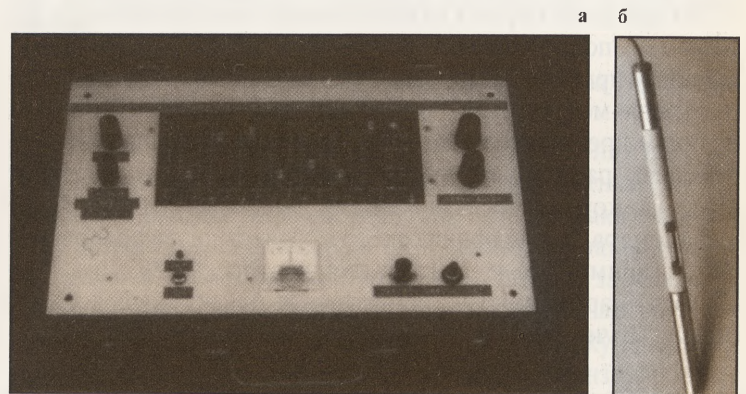
*Мултиелементна сонда за мерење температуре у тлу и коловозним конструкцијама* (М. Симић, В. Георгијевић, З. Јоксић)

За мерење градијента температуре у тлу и у коловозним конструкцијама развијена су два типа мултиелементних сонди на бази отпорних термометара и полупроводничких диода. Сонде су конструисане са 6 или 7 елемената, који су постављени у низу на одређеним дубинама у тлу. Уколико се сонда користи за мерење температуре у коловозним конструкцијама, први елемент се може поставити у површинском слоју. На тај начин је могуће пратити појаву смрзавања површинског слоја коловозне конструкције и добити алармни сигнал за почетак акције посипања улица. На основу температурске расподеле добијене током године са свих елемената мултиелементне сонде, могуће је пратити на просторном дијаграму ток изотерми, а од посебног значаја и ток изотерме  $0^{\circ}\text{C}$ . Просторни дијаграми формирају промене три величине:

температура, дубина у тлу и годишњи период изражен преко броја месеци. Сонде су развијене за Републички хидрометеоролошки завод Србије и предузеће Београд-пут. Сонде су уграђене у Тиршовој улици и на Аутопуту, поред Сава центра. Детаљнија истраживања са развијеним мултиелементним сондама спровео је Институт за саобраћајнице и геотехнику Грађевинског факултета.

*Фазноосетљив мост за трасерска мерења у подземним водошочковима* (М. Симић, Ч. Максимовић)

За трасерска испитивања издашности подземних водотокова у функцији дубине у тлу развијена је кондуктометријска хелија са мерним мостом. Да би се спречили нежељени ефекти, који настају услед поларизације и електролизе, конструисан је фазноосетљив мост са напајањем из осцилатора, фреквенције 1 kHz. Такође, реплатинирана је и платинска плочица кондуктометријске хелије. Сонда се помоћу кабла упушта у пијезометарску цев. Мерни систем омогућава испитивање на терену функционалне зависности проводности вода подземних водотокова са додатком трасера у зависности од дубине тла. Развијен мерни систем је указао на могућности проширивања изворишта „Адица“ у Новом Саду. Ова истраживања је извео Институт за хидротехнику Грађевинског факултета.



Слика 10 – Фазноосетљив мост са кондуктометријском хелијом  
а – изглед моста; б – кондуктометријска хелија

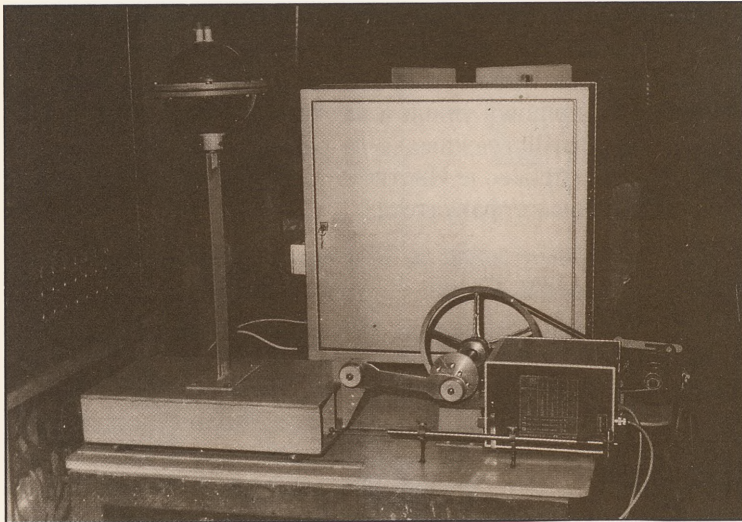
*Вибрациона платформа* (М. Симић)

За потребе Института за хидротехнику развијена је вибрациона платформа са једноаксијалним померањем и електронском регулацијом интензитета убрзања у широким границама. Платформа је коришћена у оквиру дипломских радова за истраживања и испитивања утицаја преграда у резервоарима водоторњева у смањеној размери.

*Фотоелектронски колориметар за динамичка мерења дисперзије у отвореним водошочковима* (М. Симић, В. Георгијевић, С. Ђорђевић, Ј. Петровић)

За трасерска испитивања расподеле брзина струјања у отвореним водотоковима, развијен је фотоелектронски колориметар са покретном сондом са оптичком главом. Сонда ради на принципу апсорпције светлости у међупростору из-





Слика 11 – Изглед вибрационе платформе

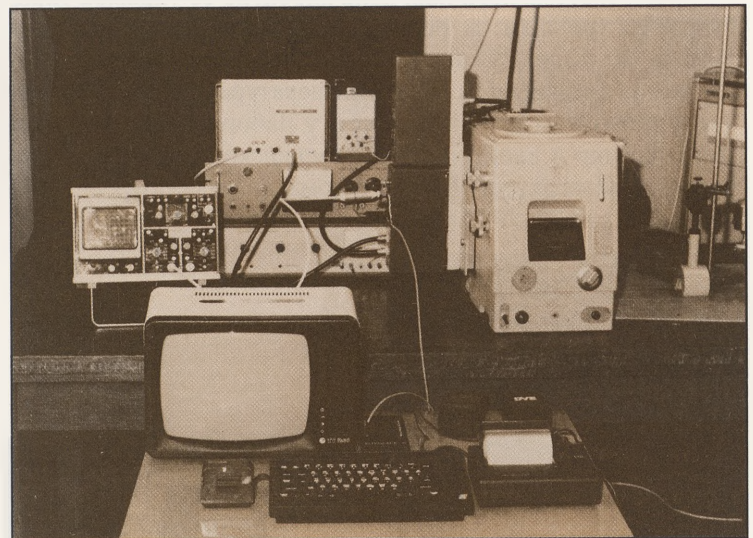
међу светлосног извора и фотодиоде. Колориметар је развијен за потребе истраживања Института за хидротехнику Грађевинског факултета у Београду.

*Бесконтактни детектор модулисаног зрачења даљиномера (MS403) (М. Симић, Ж. Лалевић, С. Драгићевић)*

За прецизна мерења даљине помоћу електрооптичког даљиномера потребно је познавати више метеоролошких параметара у приземном атмосферском слоју, као и тачну вредност више модулишуће фреквенције даљиномера. Да би се са великом прецизношћу измерила вредност модулишуће фреквенције, развијен је бесконтактни детектор модулисаног зрачења, који се поставља испред емисионе оптичке главе даљиномера. Као основни сензор модулисаног инфрацрвеног таласа примењена је фотомултипликаторска цев, чија фреквентна карактеристика обухвата и блиску инфрацрвену област зрачења. Помоћу развијеног детектора могуће је де-

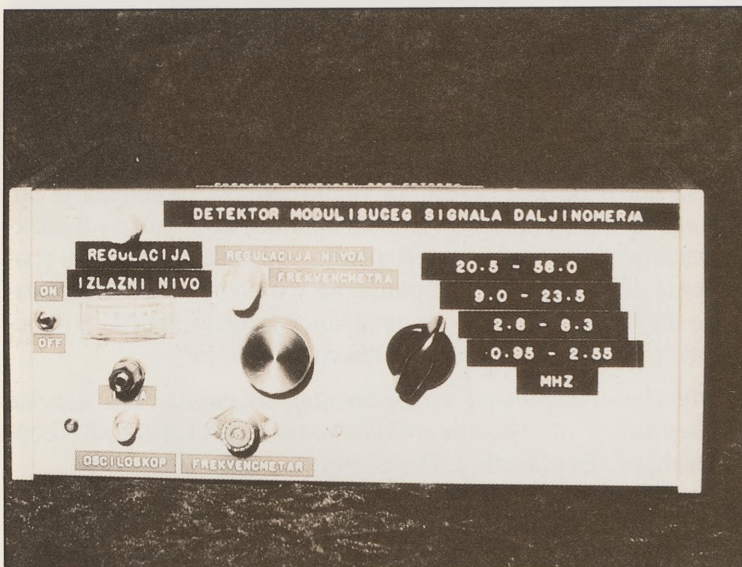
тековати модулишуће фреквенције свих до сада развијених даљиномера у опсегу 1–50 MHz. Због великог широког фреквентног опсега, пријемник детектора садржи четири фреквентна банда. Детектор MS403 је развијен за потребе калибрација разних типова даљиномера у оквиру лабораторије Института за геодезију Грађевинског факултета у Београду.

*Систем за мерење времена боравка честица у плазми електричног лука (М. Симић, В. Георгијевић)*

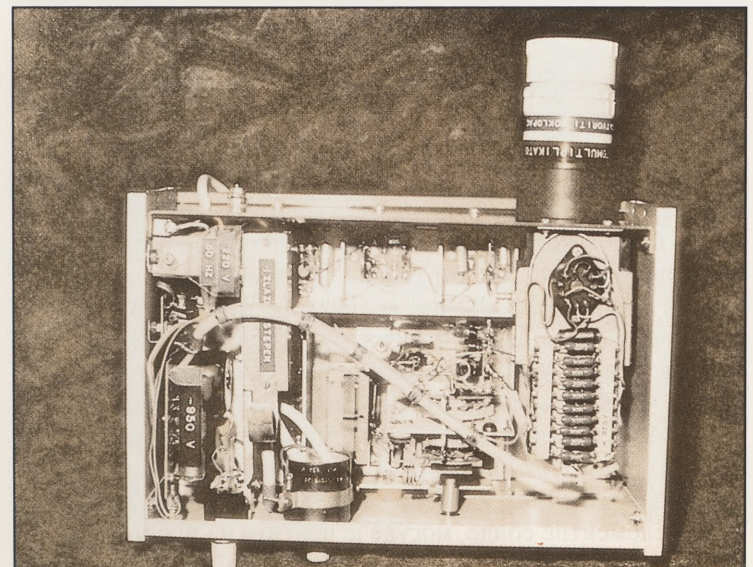


Слика 13 – Апаратура за мерење времена боравка честица у плазми лука

Развијена је оригинална метода за мерење времена боравка честица у плазми електричног лука. Време боравка се утврђује из експоненцијалног пада интензитета спектралне линије, која настаје при пролетању испитиваног пројектила кроз плазму. Развијена је посебна електронска метода за експериментално мерење интензитета спектралних линија на



Слика 12 – Изглед бесконтактног детектора модулисаног зрачења MS403





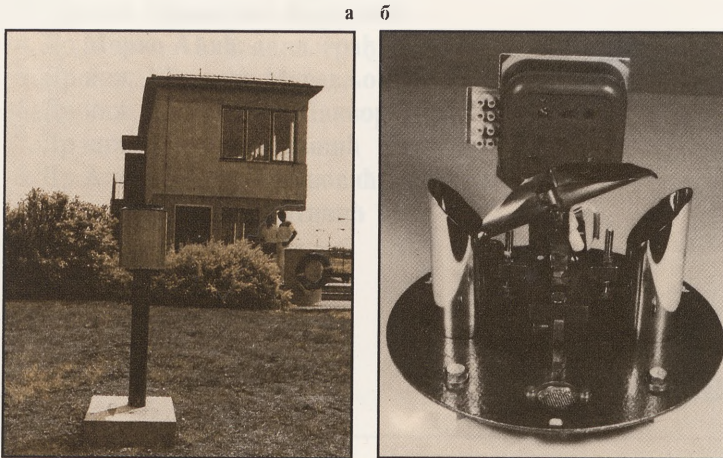
бази продуктне модулације, Фуријеове трансформације и балансног демодулатора. Утврђене вредности времена боравка честица у плазми лука пружају могућност компарације карактеристика различитих спектроскопских извора с аспекта снижавања границе детекције испитиваних елемената присутних у траговима од значаја за човекову околину.

*Испитивања са новим оптичким сензорима (Г. Тодоровић)*

Проучене су електронске и оптичке особине полупроводничких микроструктура на бази хетероспојева различитих материјала. Примена ових структура је од значаја за оптичке телекомуникације и ултрабрзе полупроводничке елементе. Из оквира ових оптичких елемената реализују се оптички сензори инфрацрвеног зрачења, као и пријемници, који имају широку примену у детекцији ласерске светлости, термалног зрачења, за снимање температурског поља површинског слоја воде река и језера у близини термалних извора, термоелектрана, нуклеарних електрана и сл.

*Нови тип плувиометра (М. Симић, Ч. Максимовић)*

За мерење интензитета водених падавина и укупног талога у реалном времену развијен је нови тип домаћег плувиометра са мерицама на клацкалици. Електронски систем и инте-



Слика 14 – а – Плувиометарска станица на преводници у Новом Саду;  
б – Изглед механизма плувиометра са клацкалицом

лигентни модул са EEPROM-меморијом омогућавају аквизицију одређеног броја импулса, који је сразмеран нивоу падавина у току два до три месеца непрекидног рада.

За графичку презентацију водених падавина у реалном времену развијен је посебан софтвер, који омогућава графичку интеграцију укупног воденог талога у току падавине,

брзо претраживање графика и података о импулсима, времену догађања и трајању појединих киша. Уједно је аналитички експериментално испитан плувиометар са мерицама на клацкалици са покретним тежиштем. Овај тип плувиометра представља новину, јер не захтева промену величине мерице при разним интензитетима падавина, што је од посебног значаја за тропске климате. Посебно, детаљно и по први пут је истражен утицај сифона на динамичке карактеристике плувиометра. У циљу линеаризације карактеристика предложена су нова конструктивна решења. Нови тип плувиометра, са пратећим електронским прибором, развијен је на иницијативу Института за хидротехнику Грађевинског факултета, за ЈКП Водовод из Новог Сада. На територији Новог Сада постављено је пет независних плувиометарских станица, опремљених новим типом развијеног плувиометра. Из домена ове проблематике публикована су два рада у међународним часописима.

*Метролошка мерења у области циркуларног дихроизма (М. Иванковић)*

Методом циркуларног дихроизма, као једне од најосетљивијих метода мерења, испитани су полимери, протеини и нуклеинске киселине. Испитивани су макромолекули у раствору и понашање DNK молекула при реакцији са антителима. Из ових области истраживања публикован је већи број радова.

*Нови оптички сензори са оптичким влакнима (Ј. Брајовић, М. Симић)*

Савремени трендови решавања комуникационих веза, разних испитивања и мерења у свим областима технике и у медицинској дијагностици, све више користе оптичка влакна и нове сензоре конструисане на бази оптичких влакана за разна мерења неелектричних величина. Такође, запажена је увелико и примена оптичких влакана у грађевинарству и геодезији. У Лабораторији за физику и електронику Грађевинског факултета развијена су два типа таквих сензора: за мерење микропомераја и за мерење температуре. Поред испољене неосетљивости на утицај електричних и магнетских поља, посебна одлика ових сензора лежи у чињеници да показују велику стабилност електричне нуле, што је од значаја за дуготрајна и непрекидна мерења, као у случајевима испитивања течења бетона и других грађевинских материјала, или за оскултацију помераја хидротехничке бране и других грађевинских конструкција. Са развијеним сензорима формиране су лабораторијске вежбе из предмета Основе електронике за студенте Геодетског одсека Грађевинског факултета. Развојни пројекат се реализује у сарадњи са Институтом „Кирило Савић“ из Београда.