

**УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ**  
**ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ**

**ДОКТОРСКЕ СТУДИЈЕ**

Студијски програм:

**ЕЛЕКТРОТЕХНИКА И РАЧУНАРСТВО**

# ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕП1И01	Електричне машине и енергетска ефикасност	Стајић П. Зоран	3		10
2ДЕП1И02	Одабрана поглавља из електромоторних погона	Митровић Н. Небојша	3		10
2ДЕП1И03	Дијагностика и мониторинг електричних машина	Петронијевић П. Милутин	3		10
2ДЕП1И04	Дистрибутивни системи	Коруновић М. Лидија	3		10
2ДЕП1И05	Планирање и експлоатација електроенергетских мрежа	Јањић Д. Александар	3		10
2ДЕП1И06	Уземљење и уземљивачки системи	Тасић С. Драган Цветковић Н. Ненад	3		10
2ДЕП1И07	Методе оптимизације у електроенергетици	Тасић С. Драган Коцић М. Љубиша	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Електричне машине и енергетска ефикасност

Радне карактеристике електричних машина. Примена електричних машина (пумпне станице, компресорска постројења, вентилатори, системи грејања и хлађења, транспортни системи, алтернативни извори енергије и др). Ефикасност електричних машина у току животног циклуса. Енергетски ефикасне електричне машине. Европска политика и програми за унапређење енергетске ефикасности електромоторних погона. Интердисциплинарни приступ енергетској ефикасности у индустрији. Мерења ефикасности на местима уградње електричних машина. Препреке повећању енергетске ефикасности. Теоријске основе и методолошки приступ повећању енергетске ефикасности система. Управљање енергетском ефикасношћу система: теорија и примери добре праксе.

#### Предмет: Одабрана поглавља из електромоторних погона

Увод. Електромоторни погон као покретач процеса у индустрији. Повезивање са надређеним системом. Модели. Методе управљања. Системи претварач-мотор-оптерећење. Вишеквadrантни рад. Идентификација и естимација параметара погона. Регулисани погони. Погони са моторима за наизменичну струју. Трансформације. Идентификација и естимација параметара погона. Мерење процесних величина. Напонско и струјно напајање. Асинхрони погони. Скаларне и векторске методе управљања. Реализација напредних метода управљања. Утицај неподешености параметара. Погони са синхроним машинама. Инверторско напајање. Алгоритми управљања. Скаларне и векторске методе. Погони великих снага. Рад без давача. Погони специјалне намене.

#### Предмет: Дијагностика и мониторинг електричних машина

Једначине машина у стационарним и уопштеним системима координата: напони, струје, моменти, снаге. Обрада сигнала у реалном времену. Метод анализе спектра струје статора. Мониторинг статорских и роторских флукса, практична имплементација. Праћење брзине и положаја ротора. Примена конвенционалних техника: енкодер, тахометри, ризолвери. Естимација клизања и брзине на основу електромагнетног момента. Естиматори момента и флукса. Естимација фреквенције и брзине на основу мерења расипног флукса. Естимација у погонима са претварачима учестаности. Естимација момента инерције погона. Испитивања у стању мировања. Надзор рада машина. Неинвазивне методе. Термовизијска испитивања електричних машина. Дијагностика ексцентрицитета и лома кавеза асинхроних мотора. Мониторинг вибрација.

**Предмет: Дистрибутивни системи**

Концепти европских и америчких дистрибутивних мрежа, као репрезенти свих типова светских дистрибутивних мрежа. Неуравнотеженост дистрибутивних мрежа и несиметрија њихових стања. Прорачуни токова снага и прорачуни режима с кваровима уравнотежених и неуравнотежених дистрибутивних мрежа. Регулација напона дистрибутивних мрежа. Начини управљања оптерећењем и потрошњом дистрибутивних мрежа. Прорачун токова снага и напонских прилика у устаљеном стању и анализа кратких спојева у мрежама са малим генераторима.

**Предмет: Планирање и експлоатација електроенергетских мрежа**

Планирање и експлоатација у реструктурираној електропривреди. Технике одлучивања у реструктурираној електропривреди коришћењем фази логике. Дугорочно и краткорочно планирање одржавања производних јединица. Дугорочно и краткорочно планирање одржавања мрежа. Координација између дугорочног и краткорочног планирања. Краткорочно планирање цена електричне енергије и учешћа генератора на тржишту. Анализа ризика.

**Предмет: Уземљење и уземљивачки системи**

Стационарне и квазистационарне карактеристике уземљивачких система. Структура електромагнетног поља и потенцијала у околини уземљивача у линеарној, изотропној, хомогеној и нехомогеној структури тла. Прорачун непознате расподеле струје, струје отицања и интегралних карактеристика различитих уземљивачких структура: импедансе уземљивача, напона додира и напона корака. Формирање система интегралних једначина за анализу ЕМ карактеристика уземљивачких система. Приближни методи за решавање система интегралних једначина: метод момената, метод подешавања у тачкама, метод средњих потенцијала, метод еквивалентне електроде, метод коначних елемената, метод процене. Фреквентне карактеристике уземљивачких система. Надземни и кабловски водови као елементи система уземљења.

**Предмет: Методе оптимизације у електроенергетици**

Значај оптимизационих метода у ЕЕС. Дефиниција оптимизационог проблема. Линеарно програмирање. Симплекс и дуални симплекс. Транспортни задатак. Мрежно програмирање. Илустрације на задацима из ЕЕС. Нелинеарно програмирање. Градијентне методе. Њутнова и квази-Њутнова метода. Квадратно програмирање. Илустрације на задацима из ЕЕС. Сложени оптимизациони задаци. Илустрације на задацима из ЕЕС. Динамичко, геометријско и вишекритеријумско програмирање и њихова примена на задацима из ЕЕС. Методе вештачке интелигенције и примене у ЕЕС. Типични статички и динамички оптимизациони задаци у ЕЕС: оптимална расподела снага, оптимални планерски задаци, оптимално планирање погона са ангажовањем агрегата, напонско - реактивни статички и динамички оптимизациони задаци.

# ЕЛЕКТРОНИКА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕЕ1И01	Дигитални системи	Јевтић С. Милун	3		10
2ДЕЕ1И02	Енергетска електроника	Радмановић Ђ. Милан Манчић Д. Драган	3		10
2ДЕЕ1И03	Микропроцесорски системи: Напредне технике	Стојчев К. Миле	3		10
2ДЕЕ1И04	Оптимизација и пројектовање аналогних кола	Миловановић П. Драгиша	3		10
2ДЕЕ1И05	Процесирање дигиталних сигнала	Николић В. Саша	3		10
2ДЕЕ1И06	Пројектовање електронских кола и система	Петковић М. Предраг	3		10
2ДЕЕ1И07	Симулација и оптимизација електронских кола и система	Петковић М. Предраг	3		10
2ДЕЕ1И08	Пренос података и умрежавање	Ђорђевић Љ. Горан	3		10
2ДЕЕ1И09	Методе апроксимације	Павловић Д. Властимир	3		10
2ДЕЕ1И10	ДСП архитектуре и алгоритми	Николић Р. Тајјана Стојчев К. Миле	3		10
2ДЕЕ1И11	РФ интегрисана кола	Јовановић С. Горан	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Дигитални системи

Основне карактеристике савремених дигиталних система. VHDL пројектовање. Напредне технологије у реализацији логичких, комбинационих и секвенцијалних кола. Дигитални системи великих брзина рада. Дигитални системи ниског напона напајања и мале потрошње. Асинхрони дигитални системи. Модули за реализацију сложених аритметичких функција. Нове меморијске технологије. Дигитална интегрисана кола са програмирљивим елементима. Савремени А/Д и Д/А конвертори. Тестирање дигиталних кола и система. Интеграција сигнала. Потискивање дигиталних шума.

#### Предмет: Енергетска електроника

Врсте полупроводничких енергетских прекидача. АС-DC претварачи. Исправљачи у прекидачком режиму рада. Исправљачи за поправку фактора снаге. Вишеквadrантни рад. DC-DC претварачи. DC-AC претварачи. Софт стартери, фреквенцијски претварачи. Претварачи за средње напонске нивое. Методе управљања. Директни АС-АС претварачи. Димензионисање компоненти претварача. Утицај претварача на мрежу и потрошаче. Коришћење наменских софтвера за анализу рада претварача.

#### Предмет: Микропроцесорски системи: Напредне технике

Процене перформанси микрорачунарских система. Метрике. Просечне перформансе. Грешке при процени. Средства и технике за процену. Benchmark програми. Анализа резултата. Пројектовање процесора. Проточни процесори. Паралелни процесори. Паралелизам на нивоу инструкција. Паралелизам на нивоу машине. Изазови у пројектовању и ограничења у раду. Мултипроцесори и паралелизам на нивоу thread-ова. Вишејезгарни и многојезгарни процесори. Чип мултипроцесори. Суперскаларне технике. VLIW и EPIC концепти. Меморијски систем. Хијерархијска организација. Интерна регистарска поља. Scratch pad меморија. Организација главне меморије. Кеш хијерархија. Кохеренција,

синхронизација и конзистентност меморије. Концепти реализације меморије за масовно меморисање. Виртуелна меморија и страничење. Организација улаза-излаза и интерфејси. Програмирање улаза-излаза. Магистрале. Повезивања. Интерфејси. Контекст комутација и прекиди. Топологије. Технике рутирања, архитектуре за комутацију. Веома брзи пренос података. Процесори специфичне намене. DSP. Домен-специфични процесори. Апликационо-специфични интегрисани процесори. Високо-перформансни енергетско-ефикасни процесори. Еволуирајући хардвер. Технике програмирања. Преглед напредних микропроцесорских архитектура. Квантитативне евалуације. Таксономија симулатора. Интегрисани симулатори. Мултипроцесорски симулатори. Симулација на нивоу потрошње и термије. Радна оптерећења и карактеристике.

**Предмет: Оптимизација и пројектовање аналогних кола**

Широкопојасни модели транзистора. Операциони појачавачи у биполарној, NMOS и CMOS техници и њихове основне ћелије. Транскондуктансни, четврт-квadrантни и PWAM аналогни множачи. Аналогна (PLL) и дигитална (DLL) архитектура, компоненте и кључни параметри. SC филтри.

**Предмет: Процесирање дигиталних сигнала**

Параметарско моделовање сигнала. Оцена спектра. Multirate обрада дигиталних сигнала. Ефикасни алгоритми за Фуријеову трансформацију и конволуцију. Двoдимензионална обрада сигнала. Напредне методе за синтезу дигиталних филтара.

**Предмет: Пројектовање електронских кола и система**

Стилови пројектовања електронских кола и система. Домени описа пројекта. Фазе пројектовања. Аутоматизација пројектовања. Формати података у алатима за пројектовање. Пројектовање засновано на претпројектованим структурама. Структурно пројектовање. Аутоматска синтеза. Физичко пројектовање. Напредни CMOS процеси. Планирање површине. Пројектовање лејаута. Размештај. Повезивање. Структуре транзистора. Паразитни ефекти. Извори шума и сметњи. Технике за отклањање шума и сметњи од системског приступа до лејаута. Паковање-кућишта. Верификација.

**Предмет: Симулација и оптимизација електронских кола и система**

Симулација аналогних кола: Домени апстракције: једносмерни, простопериодични, временски домен. Алгоритми за симулацију. Концепти формулације једначина за анализу електронских кола. Алгоритми за симулацију. Симулација линеарних отпорних кола. Фреквенцијски домен и s-домен. Симулација нелинеарних отпорних кола. Симулација линеарних реактивних кола. Симулација нелинеарних реактивних кола. Симулација кола са расподељеним параметрима. Поступци моделовања електронских компонента. Карактеристични примери модела: диода, транзистора и четворослојних структура. Алгоритми симулације дигиталних кола. Моделовање сигнала и оператора. Моделовање кашњења. Асинхрона симулација. Принцип селекције путева и наредног догађаја. Симулација кола са мешовитим сигнаlima. Генерисање струје напајања и методи за процену снаге и кашњења. Оптимизација електронских кола: Значај тежинске функције. Поступци за оптимизацију засновани на Њутновом алгоритму. Статистички методи оптимизације. Симулирано очвршћавање. Еволуциони алгоритми. Појам толеранција и приноса. Детерминистичка и статистичка анализа толеранција.

**Предмет: Пренос података и умрежавање**

Мреже за пренос података: еволуција мрежних архитектура, протокола и сервиса. Интернет модел. ISO-OSI модел. Типови преносног медијума и карактеристике. Технике преноса, мултиплексирање, комутација. Приступ мрежи и сигнализација. Управљање на нивоу везе и протоколи: детекција и корекција грешака, контрола приступа медијуму, контрола протока, локалне рачунарске мреже, Ethernet, локалне бежичне мреже, IEEE 802.11, Bluetooth. Локалне рачунарске мрежа за примене у индустрији. Мрежни уређаји и опрема. Мрежни слој: адресирање, интернет протокол, IPv6, рутирање: усмерено и вишесмерно рутирање, унутар-доменско и међу-доменско рутирање. Транспортни слој: UDP и TCP, контрола протока и контрола загушења, контрола протока и квалитет сервиса. Апликациони слој: клијент-сервер архитектура, преглед апликационих протокола. Протоколи за управљање мрежом. Мултимедијалне комуникације: даљинска репродукција и репродукција у реалном времену звука и видео-садржаја, протоколи за мултимедијалну комуникацију. Сигурност рачунарских мрежа: основни криптографски концепти, безбедносни сервис, поверљивост и интегритет порука, провера идентитета, дигитални потпис, управљање кључевима. Мобилне ад-хок мреже, рутирање у ад-хок мрежама, бежичне сензорске мреже.

**Предмет: Методе апроксимације**

Проблеми апроксимације. Методи апроксимације амплитудске карактеристике. Максимално равна карактеристика. Mini-max карактеристика. Средње квадратна апроксимација. Прелазне карактеристике. Други методи апроксимације

амплитуде. Методи апроксимације фазне карактеристике. Максимално равне фазне карактеристике и карактеристике групног кашњења. Mini-max карактеристике фазе и групног кашњења. Интерполациона техника у апроксимацији фазе. Симултана апроксимација амплитуде и фазе. Фазни и амплитудски коректори. Други методи апроксимације фазе. Методи апроксимације у временском домену. Mini-max апроксимација. Најмања квадратна апроксимација. Интерполациона техника. Други методи апроксимације. Директне апроксимације у z-домену. Хилбертов трансформатор. Дигитални диференцијатори првог и вишег реда.

**Предмет: ДСП архитектуре и алгоритми**

Специфичности и архитектуре DSP процесора. Начин презентације података и аритметика, ефекат коначне дужине речи, програмски аспекти, рад у реалном времену и хардверски интерфејс. Програмирање DSP процесора на асемблерском језику и на вишем програмском језику. DSP за рад у фиксном зарезу. DSP за рад у покретном зарезу. DSP за embedded апликације. Области примене DSP-ова. DSP на FPGA. Оптимизација кода. Хардверске реализације: дигитални филтри (FIR и IIR), дискретна фуријеова трансформација, CORDIC, алгоритми за криптографију, кола за дигиталну модулацију и демодулацију.

**Предмет: РФ интегрисана кола**

BiCMOS технологија за РФ и аналогна кола. Дизајн кит, инсталација, правила пројектовања, најважнији параметри. Библиотеке елемената, шематски симболи, модели, лејаут. Библиотеке ћелија. Креирање нове ћелије. Цртање лејаута и слојеви. Контакти за РФИЦ, бондирање, паковање чипа. Водови на чипу, као елементи мрежа за прилагођење и микрострип филтри. Електромагнетна симулација лејаута. Еквивалентни S (рефлексиони) параметри лејаута. Верификација да ли лејаут чипа одговара шеми (LVS). Верификација да ли су поштована правила пројектовања (DRC). Симулација дизајна. GDSII формат. Фабрикација.

# МЕТРОЛИГИЈА И МЕРНА ТЕХНИКА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕМ1И01	Метрологија електричних величина	Денић Б. Драган	3		10
2ДЕМ1И02	Сензори и мерни претварачи	Денић Б. Драган Раденковић Н. Драган	3		10
2ДЕМ1И03	Системи за мерење и контролу	Арсид З. Миодраг	3		10
2ДЕМ1И04	Виртуелна инструментација	Живановић Б. Драган	3		10
2ДЕМ1И05	Процесна мерна техника	Арсид З. Миодраг	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Метрологија електричних величина

Мерење и метрологија. Развој система мерних јединица. Физичке константе. Националне и међународне метролошке институције. Мерења и мерне методе. Анализа извора грешака и сметњи у мерењу. Метролошке карактеристике средстава мерења. Калибрација и компарација еталона мера-следивост. Методе обраде резултата мерења и утврђивања мерне несигурности. Примена рачунарских компоненти у метрологији за прикупљање, обраду и комуникацију мерно-информационих података.

#### Предмет: Сензори и мерни претварачи

Основна блок шема мерног претварача. Основне дефиниције. Сензор као основни елемент мерног претварача. Информационо-енергетски параметри мерног претварача. Трендови развоја сензора и мерних претварача. Активни и пасивни мерни претварачи. Аналогни и дигитални мерни претварачи. Интегрисани, интелигентни сензори и мерни модули. Мерни претварачи температуре, силе, притиска, протока, нивоа, помераја, влажности. Аналогна електронска кола за повезивање сензора.

#### Предмет: Системи за мерење и контролу

Информациона теорија мерних сигнала и грешке мерења. Мерни и контролни системи. Метролошки систем и метролошка уређеност. Аналогни и дигитални системи за процесирање сигнала. Пројектовање аутоматизованих мерних и контролних система. Систем инжењеринг. Менаџмент и евалуација система. Интелигентна и виртуелна инструментација. Ембедед системи и системи за дијагностику. Поузданост.

#### Предмет: Виртуелна инструментација

Савремени модел мерног инструмента. Стандардне архитектуре компјутерске мерне инструментације. Софтвер као мерни инструмент. Графички кориснички интерфејси. Организација софтверског алата LabVIEW. Програмске структуре и функције виртуалног инструмента. Развој виртуалног инструмента за прикупљање мерно-информационих података и статистичку обраду резултата мерења. Управљање програмабилном инструментацијом. Примери практичних апликација виртуелне инструментације у мерним системима за рад у реалном времену.

#### Предмет: Процесна мерна техника

Основни принципи мерних система и технике мерења у процесној индустрији. Мерни претварачи и системи. Мехатронички системи. Мерења димензија, помераја и угла. Мерење силе и момента. Мерење броја обртаја и угаоне брзине. Мерење вибрација и удара. Мерење температуре и термовизија. Мерење притиска, диференцијалног притиска и вакуума. Мерење протока. Мерење нивоа. Мерење влажности. Мерно-информациони системи. Програмабилни системи индустријске аутоматике.

# НАНОТЕХНОЛОГИЈЕ И МИКРОСИСТЕМИ

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕН1И01	Физичка електроника полупроводника	Јанковић Д. Небојша	3		10
2ДЕН1И02	Микроелектроника	Пријић Д. Зоран	3		10
2ДЕН1И03	Нанотехнологије и наноконпоненте	Пешић М. Биљана	3		10
2ДЕН1И04	Наука о материјалима	Митић В. Војислав	3		10
2ДЕН1И05	Оптоелектроника	Стефановић Ч. Димитрије	3		10
2ДЕН1И06	Полупроводничке компоненте	Пријић П. Анета	3		10
2ДЕН1И07	Технике контроле квалитета и поузданост	Николић С. Зоран	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Физичка електроника полупроводника

Кристална структура и теорија чврстог тела. Квантна и статистичка физика чврстог тела. Полупроводник у термичкој равнотежи. Надконцентрације и транспорт носилаца. Спој метал-полупроводник и рп-спој. Генерационо-рекомбинациони механизми. Неравнотежне појаве на рп-споју и транспортне једначине. Модели покретљивости. MOS структура. Модел слојног наелектрисања и CV зависност. MOS транзистори и ефекти кратких канала. Паразитни ефекти, врући носиоци, температурни ефекти. Биполарне компоненте. SiGe, HEMT и друге направе са хетероспојевима. Соларне ћелије, фотодетектори, LED и ласерске диоде.

#### Предмет: Микроелектроника

Аналогна микроелектронска кола у практичној примени. Општи принципи дизајна аналогних микроелектронских кола. Напајање у интегрисаним коlima и активно оптерећење. Дизајн кола са операционим појачавачима (CMOS, биполарни, BiCMOS, JFET). Диференцијални и вишестепени појачавачи. Повратна спрега и стабилност. Ефекти неидеалности. Активни филтри вишег реда. Осцилатори и генератори функција. А/D конвертори. Дигитална микроелектронска кола у практичној примени. Дигитална кола у MOS технологији. Секвенцијална логичка кола. MOS меморије, SRAM, DRAM, Flash. Конвертори података. Дигитална кола у биполарној технологији. ECL и модификована ECL кола. TTL кола. Логичка кола са Шоткијевим диодама. Дигитална кола у BiCMOS технологији.

#### Предмет: Нанотехнологије и наноконпоненте

Материјали за наноконпоненте. Диелектрични и фероелектрични материјали (електронске особине и квантни ефекти), магнетноелектронски материјали (магнетизам и магнетотранспорт у слојним структурама), органски молекули (електронска структура, особине и реакције), неурони (молекуларна структура и електрична побуда). Технолошки процеси и методе анализе филмова. Карактеризација наноструктура. Геометријска карактеризација. Карактеризација слојева и површина. Функционална карактеризација. Наносензори и наноактуатори. Наноконпоненте. Контакти и нановезе, квантне тачке, нанодиоде, нанотразистори, нанопрекидачи. Нанооптичке компоненте. Логичке наноконпоненте и РАМ меморије. Компоненте за меморисање података. Хард дискови, магнето-оптички дискови. Наносистеми и њихова примена.



**Предмет: Наука о материјалима**

Материја и материјали. Наука о материјалима као светски приоритет. Наука о материјалима и инжењерство. Корелација синтеза(технологија)-структура-својства-примена материјала. Материјали-енергија-информација. Структурна својства материјала. Хијерархија структуре материјала и симетрија. Кристалографија. Модерне методе карактеризације материјала (СЕМ, ТЕМ, ЕДС, ХРД, СПМ, ласерска и НМР спектроскопија). Методе стереологије (квантитативна металграфија). Теорија фрактала као веза између реда и хаоса у материјалном свету. Примена фрактала у структурној анализи и симулацији својстава и технологија добијања материјала. Међуатомске везе. Енергија кристалне решетке. Дефекти у кристалима. Моделирање и симулација нових структура и својстава материјала. Фазни дијаграми и дизајнирање нових материјала са задатим својствима. Модели електронске структуре материјала. Електрична проводност у металима. Полупроводнички материјали и њихова својства. Квантне јаме. Оптичка својства полупроводника. Доба електронских керамичких материјала. Савремени оксидни и неоксидни материјали. Течни кристали. Фероелектрици. Ферити и други материјали са магнетним својствима. Нанопрахови, наноматеријали и нанотехнологије синтезе нових материјала. Структура материјала у функцији високе интеграције електронских компонената и електронских параметара у микроелектронским уређајима. Глобализација и стратегија истраживања и развоја нових материјала и технологија.

**Предмет: Оптиелектроника**

Оптиелектроника као експериментална наука, односно као ланац научних карика теорија-експеримент, и њена милтидисциплинарност са становишта доступне литературе и интернета, као база њеног изучавања. Оптика, електродинамика, електроника, квантна и статистичка физика зрачења. Класична, релативистичка, и квантна теорија емисије, простирања и апсорпције светлости. Извори светлости и компоненте телекомуникационих уређаја и система. Интеракција зрачења и материје. Ласерски извори светлости. Полупроводнички ласери. Ласерски телекомуникациони системи. Појачање сигнала. Информациони дисплеји, катодне цеви, ЛЦ, ТФТ и перспективе даљег развоја дисплеј технологија. Дискретне и интегрисане оптиелектронске компоненте и уређаји. Интегрисана и квантна оптиелектроника. Интегрисана оптиелектроника као спој класичне електронике, оптике, микроелектронике и квантне електронике. Кристални анизотропни медијуми и интегрисани оптички склопови као преносници, модулатори, демодулатори и прекидачки елементи. Ограничења и перспективе даљег развоја оптиелектронике (Перспективне теме за израду докторских дисертација).

**Предмет: Полупроводничке компоненте**

Ефекти јаког допирања полупроводника. Транспортне једначине и једначине континуитета.  $I-h$  прелази. Ефективна брзина површинске рекомбинације. Диоде. Силицијумски биполарни транзистори. Биполарни транзистори на бази хетероспојева. Моделирање биполарних транзистора. Компоненте на бази контакта метал-полупроводник. Шоткијево баријере и омски контакти. Транзистори са ефектом поља на бази полупроводничких једињења. GaAs MESFET-ови. Хетероструктурни транзистори са ефектом поља (HFET-ови). MOSFET транзистори. CMOS/BiCMOS. SOI и 3D структуре. Нисконапонске и компоненте мале снаге. Компоненте снаге. Биполарни транзистори снаге. VDMOS транзистори снаге. IGBT. Компоненте на бази SiC.

**Предмет: Технике контроле квалитета и поузданости**

Статистичка контрола процеса (СПЦ). Анализа тачности, стабилности и способности процеса. Индекси способности процеса. Алати за СПЦ. Контролне карте процеса. Статистичко планирање експеримента (DOE). 6 сигма. Метод Деминга. Тагучи метод (функција губитака квалитета, ортогонална поља, однос контролног и узрочног фактора). Оцена, трошкови и методи за обезбеђење квалитета. Тотална контрола квалитета. Узорковање. Атрибутивни, варијабилни и секвенцијални планови узорковања. Оперативна карактеристика квалитета. Методе пријемних испитивања (AQL, LTPD). Контролне карте (атрибутивне и варијабилне). Метод развијања функције квалитета. Теорија поузданости. Модели и анализа поузданости. Анализа отказа (ФМЕА метод). Убрзана испитивања поузданости. Оптимизација поузданости. Софтверски алати. Информациони систем за обезбеђење квалитета и поузданости.

# ПРИМЕЊЕНА МАТЕМАТИКА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕА1И01	Теорија апроксимација	Коцић М. Љубиша	3		10
2ДЕА1И02	Нумеричка линеарна алгебра	Ранчић З. Лидија Џунић С. Јована	3		10
2ДЕА1И03	Нумеричка и симболичка математика	Ковачевић А. Милан	3		10
2ДЕА1И04	Одабрана поглавља из дискретне математике	Миловановић Ж. Игор Миловановић И. Емина Стојчев К. Миле	3		10
2ДЕА1И05	Математички методи оптимизације	Маринковић Д. Слађана	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Теорија апроксимација

Основни проблеми теорије апроксимација. Weierstrass -ове теореме. Bernstein -ови полиноми. Простори функција. Најбоље апроксимације. Ортогонални полиноми и особине. Екстремални проблеми са полиномима. Интерполациони процеси. Проблеми конвергенције у просторима функција. Теорија сплајнова и малих таласића. Апроксимације операторима. Muntz-ови системи и примене.

#### Предмет: Нумеричка линеарна алгебра

Стандардни проблеми нумеричке линеарне алгебре. Векторске и матричне норме. QR факторизација. Ортогонализација. Хаусхолдер-ова трансформација. Средње-квадратни проблеми. Проблеми условљености и стабилности. Системи линеарних једначина. Стабилност елиминације. Проблеми сопствених вредности и SV декомпозиција. QR алгоритми. Итеративни методи. Arnoldi итерације. GMRES. Lanczos-ов метод. MATLAB имплементације. Паралелизам у линеарној алгебри.

#### Предмет: Нумеричка и симболичка математика

Аритметика коначне дужине и нумерички процеси. Општа теорија итеративних процеса. Примена на операторске једначине. Нелинеарне једначине и системи. Квадратурни процеси и конвергенција. Кошијеви проблеми и контурни проблеми за обичне диференцијалне једначине. Метод мрежа за парцијалне једначине. Симболичка израчунавања и алгоритми. Имплементација алгоритама помоћу пакета Matlab и Mathematica.

#### Предмет: Одабрана поглавља из дискретне математике

Специјални бројни низови. Стирлингови бројеви. Белови бројеви. Каталанови бројеви. Ојлерови бројеви. Бернулијеви бројеви. Примене у комбинаторној математици. Екстремални комбинаторни задаци. Блок шеме. Граф алгоритма. Граф паралелних рачунарских система. Поступак синтезе систоличких поља на основу графа алгоритма. Матроиди. Похлепни алгоритми. Похлепни алгоритми у теорији графова. Паралелизација и систолизација. Синтеза систоличких поља за графовске алгоритме. Кодови за исправљање грешака. Типови грешака и отказа. Кодирање матричних операција. Софтверске и хардверске технике за детекцију и корекцију грешака. Синтеза систоличких поља отпорних на отказе.

#### Предмет: Математички методи оптимизације

Линеарно програмирање. Конвексни скупови и конвексне функције. Субградијенти и упоштења конвексности. Линеарно програмирање и симплекс-метод. Услови оптималности и регуларности. Услови оптималности Кан-Такера.

Тангентни конус. Лагранжова функција и дуалност. Квадратно програмирање. Алгоритми и конвергенција. Безусловна оптимизација. Линеарни алгоритми претраживања. Методи коњугованих праваца. Методи могућих праваца. Метод најбржег пада. Алгоритми Зоутендијка, Розена и Волфа. Дејвидсон-Флечер-Пауелов метод. Пирсонов метод. Зенгвилов алгоритам. Програмирање са ограничењима. Пројекциони методи. Метод казних и баријерних функција. Розенброков метод. Методи флексибилне толеранције. Методи за смањивање рачунског времена.

# ПРИМЕЊЕНА ФИЗИКА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕФ1И01	Физика чврстог стања	Ристић С. Горан	3		10
2ДЕФ1И02	Физика јонизованих гасова	Ристић С. Горан	3		10
2ДЕФ1И03	Фотоника	Голубовић М. Снежана	3		10
2ДЕФ1И04	Радијациона физика	Ристић С. Горан	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад I			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Физика чврстог стања

Физичке особине и класификација чврстих тела, кристалне решетке, међуатомске везе, зонска теорија чврстих тела, електронска стања у периодичном кристалу, топлотно кретање кристалне решетке, транспортне и оптичке особине, особине диелектрика. Полупроводници, електронски транспортни процеси, дифузиони и рекомбинациони процеси. Магнетне особине чврстих тела. Суперпроводљивост.

#### Предмет: Физика јонизованих гасова

Формирање и нестајање честица у слабо јонизованом гасу. Дрифт, енергија и дифузија наелектрисаних честица. Пробој у гасовима у пољима различитог фреквентног опсега. Стабилна и нестабилна тињава пражњења. Варнично, корона и лучно пражњење. Решавање кинетичке једначине у слабо јонизованом гасу у присуству електричног поља. Физички механизам који доводе до пражњења и који су присутни код различитих врста пражњења.

#### Предмет: Фотоника

Дуализам. Електромагнетна природа светлости. Интерференција, дифракција и поларизација. Интеракција светлости и материје. Корпускуларна природа светлости и других електромагнетних зрачења. Фотоелектрични и Комптонов ефекат. Оптички инструменти. Неласерска и ласерска светлост.

#### Предмет: Радијациона физика

Врсте и извори јонизујућег зрачења, дејство јонизујућег зрачења на живу и неживу материју, дозиметријске величине и јединице. Детекција и заштита од зрачења. Особине и врсте нејонизујућег зрачења и његов утицај на живе организме.

# РАЧУНАРСТВО И ИНФОРМАТИКА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕР1И01	Методологије репрезентације и реализације будућих рачунарских технологија	Станковић С. Радомир Милентијевић З. Иван	3		10
2ДЕР1И02	Сигнали и системи	Станковић С. Радомир	3		10
2ДЕР1И03	Напредне теме у пројектовању рачунарског хардвера	Милентијевић З. Иван Токић И. Теуфик Тирић М. Владимир Станковић В. Владимир	3		10
2ДЕР1И04	Напредне теме у софтверском инжењерству	Ранчић Д. Дејан Милосављевић Јб. Александар	3		10
2ДЕР1И05	Напредне теме у инжењерству података и знања	Стоименов В. Леонид Стојковић Р.Сузана	3		10
2ДЕР1И06	Напредне теме у дистрибуираним системима	Миловановић И. Емина Стојановић Х. Драган Стојановић М. Наталија Јанковић С. Драган	3		10
2ДЕР1И07	Web mining и откривање информација	Станковић М. Милена Стојковић Р.Сузана	3		10
2ДЕР1И08	Напредни Интернет системи	Тошић Б. Милорад Петковић М. Иван	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Методологије репрезентације и реализације будућих рачунарских технологија

Правци развоја у рачунарству усмерени ка превазилажењу ограничења и крајњих граница постојећих технологија. Основне карактеристике будућих рачунарских технологија и захтеви при пројектовању. Напредне рачунарске архитектуре. Репрезентације које у потпуности искоришћавају могућности нових технологија. Методе формалних представљања. Методе пројектовања. Нови приступи ка проблемима оптимизације. Технике за синтезу и верификацију. DNA-рачунарство. Квантно-рачунарство.

#### Предмет: Сигнали и системи

Сигнали, системи и трансформације, од теоријских математичких основа до практичне теализације колима и софтверски реализованим алгоритмима. Методе анализе сигналаи система са применама у филтрирању, обради сигнала, комуникацијама и аутоматском управљању. Конволуција, спектралне трансформације, алгоритми за израчунавање спектралних трансформација, методе одабирања, и дискретне обраде сигнала.

#### Предмет: Напредне теме у пројектовању рачунарског хардвера

Процес и ток пројектовања. Окружења за симулацију и синтезу. Верификација кола. Пројектовање аритметичких кола. Презентација аритметичких кола HDL моделима и дискусија компромиса у пројектовању. Наредне методе и напредни језици за опис хардвера. Синтеза. Пројектовање сложенијих рачунарских компоненти. Разматрање компромиса. Модел израчунавање базиран на току података. Пројектовање супер-рачунара базираних на току велике количине података.

Пројектовање језгара и менаџера тока. Симулација. Имплементација стриминг процесора. Интеграција са централном процесорском јединицом. Коришћење интегрисаног приступа. Управљање потрошњом кола. Пројектовање микропрограмских контролера, аритметичких и графичких акцелератора и додатних меморијских подсистема.

**Предмет: Напредне теме у софтверском инжењерству**

Напредни концепти у моделирању и анализи софтвера. Напредни концепти софтверског инжењерства (сервисно-оријентисана архитектура, архитектура вођена моделом, агилни развој софтвера). Компонентни развој софтвера. Веб сервиси. Пројектовање и развој open source софтвера. Инжењерство мултимедијаних информација. Инжењерство ГИС апликација. Инжењерство КИС апликација. Инжењерство веб и дистрибуираних апликација. Инжењерство мобилних сервиса и система. Интеракција човек-рачунар из перспективе софтверског инжењерства. Одржавање и еволуција софтвера.

**Предмет: Напредне теме у инжењерству података и знања**

Напредни концепти и модели, укључујући активне, дедуктивне, просторне, временске, мултимедијалне, дистрибуиране, и мобилне базе података. Нове апликације за базе података и базе знања: документационе базе података, Веб и базе података, е-пословање, е-управа, е-учење, складишта података, data mining, XML базе података. Претраживање информација. Интелигентни агенти за претраживање. Репрезентација знања, семантика и онтологије. Велике базе знања. Процес откривања знања: код просторних база података, мултимедијалних, Web mining, откривање знања из текста.

**Предмет: Напредне теме у дистрибуираним системима**

Архитектуре дистрибуираних рачунарских система. Кластер системи и грид системи. Програмски модели: модел са дељивом меморијом, модел базиран на слању порука, рег-то-рег модел, брокерски модел. OpenMP. MPI. Архитектуре кластер система. Захтеви при пројектовању кластера: перформансе, јединствена слика система, толерантност на отказе, програмирање, балансирање оптерећења, безбедност, складиштење. Архитектуре грид система. Безбедносна инфраструктура грид система. Примери грида: Глобус. Примери апликација. Веб сервиси, сервисно оријентисане архитектуре (SOA) и сервисно-компонентне архитектуре (SCA). Дистрибуирани системи за обраду и анализу великог обима података (Big Data). Системи за управљање и обраду токова података и комплексних догађаја. Системи издавач-претплатник и системи за нотификацију догађаја. Рачунарство у облаку. Map/Reduce (Hadoop) платформа за дистрибурану обраду података. Бежичне сензорске мреже. Анализа, дизајн и имплементација дистрибуираних система.

**Предмет: Web mining и откривање информација**

Преглед основних проблема у области Web mining-а. Таксонометрија Web-а. Анализа садржаја Web докумената. Прилагођавање техника машинског учења анализи Web докумената. Рангирање и аутоматско оцењивање докумената. Анализа осећања. Анализа структуре Web-а. Откривање образаца понашања корисника. Праактична примена Web-а.

**Предмет: Напредни Интернет системи**

Опште концептуалне претпоставке новог Интернета: преглед системске архитектуре, принцип мрежне неутралности, социо-економски аспекти, аспект мреже, безбедност, управљање ресурсима, квалитет сервиса, информациони објекти, пословни аспект. Когнитивни системи. Сервиси као основни градивни део новог Интернета: системска архитектура, р-2-р сервиси, управљање сервисима. Виртуелизација. Вишеслојне (overlay) мреже. Онтологије као градивни елемент новог Интернета: закључивање и менаџмент система, аналитика и мерење перформанси, евиденција и управљање ресурсима. Основе новог Интернета: архитектура, мобилни Интернет, рачунарство у облаку, идентитет и поверење, претраживање и проналажење, експерименти. Технолошки аспекти: Интернет објеката око нас (Internet of Things), мреже, садржај, сервиси. Апликације: паметни градови, паметно управљање енергијом, паметно здравство, паметни пословни системи, итд. Инфраструктура и експериментални приступ развоју. Имплементација прототипа.

# ТЕЛЕКОМУНИКАЦИЈЕ

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕТ1И01	Моделовање и пројектовање микроталасних склопова и система	Миловановић Д. Братислав, Дончов С. Небојша	3		10
2ДЕТ1И02	Напредне технике заштитног кодовања	Јовановић Ж. Александра, Ђорђевић Т. Горан	3		10
2ДЕТ1И03	Микроталасна електроника	Пронић-Ранчић Р. Оливера, Малеш-Илић П. Наташа	3		10
2ДЕТ1И04	Бежичне комуникације	Марковић В. Вера	3		10
2ДЕТ1И05	CDMA и OFDM комуникације	Николић Б. Зорица	3		10
2ДЕТ1И06	Теорија телекомуникација	Стефановић Ч. Михајло	3		10
2ДЕТ1И07	Дигиталне модуларне технике	Драча Љ. Драган	3		10
2ДЕТ1И08	Дигиталне телекомуникације	Перић Х. Зоран	3		10
2ДЕТ1И09	Дигитална обрада сигнала	Перић Х. Зоран, Дончов С. Небојша	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## П- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Моделовање и пројектовање микроталасних склопова и система

Теорија поља. Нумерички методи у примењеној електромагнетици. Вођени ЕМ таласи. Примена метода теорије кола у РФ и микроталасном подручју. Моделовање ЕМ поља. Анализа и оптимизација микроталасних кола. Моделовање и пројектовање склопова и система у различитим областима телекомуникација.

#### Предмет: Напредне технике заштитног кодовања

Поља Галоа. Аритметика у пољима Галоа. Линеарни блок кодови. Циклични кодови. Рид-Малерови кодови. BCH и Рид-Соломонови кодови. Декодовање BCH и Рид-Соломонових кодова. Конволуциони кодови. Витербијев алгоритам за декодовање. Секвенцијално декодовање. Хибридне ARQ (Automatic Repeat-reqest) процедуре. Адаптивна модуларација и кодовање. Трелис кодована модуларација. Продуктни кодови. Каскадни кодови. Итеративно декодовање. Турбо кодови. Графичко представљање кодова (трелис, Танеров граф). Кодови с малом густином провера на парност (LDPC). Технике за декодовање LDPC кодова. Message passing и belief propagation алгоритам. Просторно-временско кодовање.

#### Предмет: Микроталасна електроника

Микроталасне полупроводничке компоненте: микроталасне диоде и транзистори. Примене микроталасних полупроводничких компонената. RF и микроталасни појачавачи. Појачавачи малих сигнала и нелинеарни појачавачи. Малошумни појачавачи. Широкопојасни и балансни појачавачи. Појачавачи снаге - основне карактеристике и примене. Класе појачавача снаге. Harmonic balance анализа. RF и микроталасни осцилатори. Мешачи. Детектори. Модулатори. Микроталасна контролна кола (прекидачи, померачи фазе, лимитери, ослабљивачи). Микроталасна интегрисана кола.

#### Предмет: Бежичне комуникације

Преглед микроталасних бежичних комуникационих система. Напредни бежични сервиси. Модели простирања ЕМ таласа у RF и микроталасној фреквенцијској области. Одабрана поглавља из области фиксних и мобилних комуникационих система. Архитектуре бежичних комуникационих система и пројектовање RF склопова и подсистема за бежичне комуникације. Методе за карактеризацију нивоа нејонизујућег зрачења бежичних система и биолошких ефеката овог зрачења.

**Предмет: CDMA и OFDM комуникације**

Модели CDMA преносног канала. Представљање CDMA сигнала. Дискретни модел канала за синхрони пренос у фреквенцијски равном каналу. Дискретни модел канала за асинхрони широкопојасни CDMA пренос. Структуре пријемника за синхрони пренос. Једнокориснички пријемник са прилагођеним филтром. Структуре оптималног пријемника. Структуре пријемника за MC-CDMA и асинхрони широкопојасни CDMA. RAKE пријемник. Примери CDMA система: бежични LAN у складу са препоруком IEEE 802.11, Глобални систем за позиционирање. Преглед мобилних комуникационих система. Широкопојасни CDMA, CDMA са временском расподелом, cdmaOne, cdma2000. Имплементација и обрада сигнала код OFDM. Синхронизација и процена канала код OFDM система. Интерливинг и диверзити. Модулација и канално кодовање код OFDM система. Примери OFDM система.

**Предмет: Теорија телекомуникација**

Случајни процеси. Представљање ускопојасних сигнала и система. Модулација и демоулација за AWGN (Additive White Gaussian Noise) канал. Пренос дигиталних сигнала кроз канал са интерсимболском интерференцијом и Гаусовим шумом. Пренос дигиталних сигнала кроз канал са федингом. Диверзити технике. Системи са проширеним спектром.

**Предмет: Дигиталне модулационе технике**

Минимално фреквенцијско тастовање (MSK) и MSK типови модулација. Модулација са континуалном фазом. Квадратурне амплитудске модулације. Спектрално ефикасне модулације без константне амелопе. Перформансе модулационих поступака у каналима са федингом и еквализацијом.

**Предмет: Дигиталне телекомуникације**

Адаптивна скаларна квантизација. Адаптивна импулсно кодована модулација. Адаптивна диференцијално импулсна кодована модулација. Адаптивна делта модулација. Кодовање са одложеним одлучивањем. Подопсежно кодовање. Капацитет канал и кодовање. Канално кодовање. Скаларна и векторска квантизација. Трансформационо кодовање. Компресија аудио и говорног сигнала. Компресија видео сигнала.

**Предмет: Дигитална обрада сигнала**

Дискретни сигнали и системи. Дискретна директна и инверзна Fourier-ова трансформација. Алгоритми директне и инверзне брзе Fourier-ове трансформације. Директна и инверзна z-трансформација. Функције дискретног преноса. Дискретне трансформације (DCT, DFT, DWT). Дигитални рекурзивни и нерекурзивни филтри и њихове реализације. Таласни дигитални филтри и реализације. Фреквенцијска и временска анализа. Примена дигиталних филтара у конструкцији линеарних предиктора фиксних и адаптивних. Процена параметара дискретних сигнала. Дигитална обрада сигнала у фреквенцијском домену. Основе дигиталне обраде сигнала потребне за под-опсежно кодовање (банке филтара). Дигитални процесори сигнала за реализацију филтара. Програмски пакет за дигиталну обраду сигнала MATLAB.



# ТЕОРИЈСКА ЕЛЕКТРОТЕХНИКА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕХ1И01	Електромагнетика	Раичевић Б. Небојша	3		10
2ДЕХ1И02	Теорија електричних кола	Цветковић Ж. Злата	3		10
2ДЕХ1И03	Антене и простирање електромагнетних таласа	Алексић Р. Славољуб	3		10
2ДЕХ1И04	Електромагнетска компатибилност	Цветковић Н. Ненад Јавор Ј. Весна	3		10
2ДЕХ1И05	Статички електрицитет	Алексић Р. Славољуб Јавор Ј. Весна	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Електромагнетика

Електростатика. Стационарно и временски променљиво електромагнетно поље. Максвелове једначине у интегралном и диференцијалном облику. Максвелове једначине у комплексном домену. Електромагнетне особине средине. Гранични услови. Потенцијали електромагнетног поља у хомогеним срединама. Поинтингова теорема. Аналитички методи за прорачун ЕМ поља – метод раздвајања променљивих, коришћење функција комплексне променљиве (конформно пресликавање). Нумерички методи за прорачун ЕМ поља - метод коначних разлика, метода коначних елемената (FEM), метода коначних разлика у временском домену (FDTD), метод еквивалентне електроде (EEM), хибридни метод граничних елемената (ХБЕМ). Равански електромагнетни таласи (у вакууму, диелектрицима, несавршеним проводницима, феритима и слојевитим срединама). Поларизација поља. Простирање ЕМ таласа. Френелови коефицијенти. ТЕМ, ТЕ и ТМ вођени таласи. Електромагнетско зрачење и антене.

#### Предмет: Теорија електричних кола

Тополошка анализа електричних мрежа. Фреквенцијска и временска анализа. Аналогне мреже са губицима. Мреже са расподељеним параметрима. Дискретне мреже.

#### Предмет: Антене и простирање електромагнетних таласа

Електромагнетне особине средине. Сферни, цилиндрични и равански електромагнетни таласи (у слободном простору, диелектрицима, и слојевитим срединама). Поларизација таласа. Простирање ЕМ таласа. Френелови коефицијенти. ТЕМ, ТЕ и ТМ вођени таласи. Електромагнетско зрачење и антене. Расподела струје. Халенова интегрална једначина. Поклингтонова једначина. Функција зрачења. Добитак антене. Отпорност зрачења. Предајна и пријемна антена. Антенске решетке.

#### Предмет: Електромагнетска компатибилност

Природни и вештачки извори електромагнетних сметњи. Дефиниције EMC, EMI, EMD, EMS. Захтеви, прописи и стандарди у различитим областима. Ограничења и предности примене захтева EMC. Пројектовање кола и уређаја у складу са захтевима EMC. Преношење сметњи електромагнетним пољем и проводним путевима. Принципи и технике дизајнирања. Избор конфигурација и компонената. Раздвајање, оклопљавање, уземљавање, филтрирање. Каблови, конектори, заштита контаката. Заштитне пригушнице за ограничавање струје и пригушнице за редукацију хармоника у циљу побољшања квалитета електричне енергије. Електростатичка пражњења (ESD) и практични начини решавања проблема. Сметње у електроенергетским ситемима и EMC захтеви.

**Предмет: Статички електрицитет**

Појава статичког електрицитета у технолошким процесима. Теорија паљења запаљивих смеша. Теорија пражњења статичког електрицитета са проводних и диелектричних површина. Генерисање високог напона. Моделовање индустријских и електростатичких филтара. Опасности од електростатичког електрицитета код превоза и ускладиштења запаљивих и експлозивних материја. Технике мерења електростатичких наелектрисања, поља и потенцијала. Мере заштите и елиминације статичког електрицитета у технолошким процесима.

# УПРАВЉАЊЕ СИСТЕМИМА

## I година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕУ1И01	Теорија система	Наумовић Б. Милица Веселић Р. Бобан	3		10
2ДЕУ1И02	Идентификација система	Наумовић Б. Милица Веселић Р. Бобан	3		10
2ДЕУ1И03	Моделирање динамичких система	Антић С. Драган Милојковић Т. Марко	3		10
2ДЕУ1И04	Рачунарско управљање системима	Јовановић Д. Зоран	3		10
2ДЕУ1И05	Роботика и аутоматизација	Ђорђевић С. Горан	3		10
2ДЕУ1И06	Интелигентно управљање	Митић Б. Дарко, Милојковић Т. Марко	3		10
2СИР1	Студијски истраживачки рад 1			11	30

## II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

### Наставни програми предмета са I године:

#### Предмет: Теорија система

Дефиниција система, примери, историјат, значај и класификација система аутоматског управљања. Основни принципи управљања. Математички опис динамичких система. Унифицирани прилаз анализи система. Главне перформансе система. Спецификација захтева и принципи пројектовања управљачких система. Евалуација перформанси. Инжењерски проблеми. MATLAB имплементације.

#### Предмет: Идентификација система

Објекти идентификације и њихова класификација. Алгоритми идентификације. Конвергенција алгоритама идентификације. Активна идентификација. Градијентни методи идентификације. Једнодимензионални и вишедимензионални регресиони модели. Метод нелинеарне регресије. Итеративни методи идентификације. Методи пасивне идентификације. Планирање експеримента. Формирање оптималних алгоритама идентификације. Идентификација стохастичких процеса. Идентификација фази система. Примена неуромрежа у идентификацији. Методи за оцену квалитета идентификације.

#### Предмет: Моделирање динамичких система

Појам модела динамичког система. Теорија сличности. Класификација модела. Методи формирања математичких модела. Објектно-оријентисано моделирање система. Графичке технике моделирања. Формирање математичких модела механичких, хидрауличких, термичких, хемијских и технолошких процеса. Моделирање индустријских система. Моделирање еколошких система. Квалитативно моделирање. Индуктивно закључивање. Вештачке неуро мреже. Генетички алгоритми. Технике валидизације и верификације модела.

#### Предмет: Рачунарско управљање системима

Проблеми управљања сложеним технолошким процесима. Централизовано управљање. Дистрибуирано управљање. Хијерархијско управљање. Избор рачунара за управљање у реалном времену. Улазно излазни уређаји. Програмска подршка за управљање системима у реалном времену. Спрезање рачунара са технолошким процесима. Примена микрорачунара у пројектовању и реализацији управљачких система. Примена PLC и SCADA система у управљању процесима. Примена рачунара у процесној индустрији, у управљању дислоцираним објектима и у управљању комуналним системима.

**Предмет: Роботика и аутоматизација**

Производни систем. Основне производне стратегије. Продуктивност и флексибилност у производњи. Неуређеност средине као мотив примене роботике. Роботи у производним и непроизводним срединама. Основне конструкције робота. Сензори робота. Завршни уређаји робота. Управљање кретањем и програмирање робота. Системи за визију. Транспортни системи. Програмабилни логички контролери. Индустијски интерфејси. Формирање флексибилне производне ћелије.

**Предмет: Интелигентно управљање**

У зависности од опредељења, студент у договору са руководиоцем програма бира неки од модула: Адаптивно управљање; Фази управљање; Неуронске мреже у идентификацији и управљању.

## II година

(студент бира 3 предмета са листе)

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2ДЕПЗИ01	Одабрана поглавља из електричних машина и трансформатора	Стајић П. Зоран	3		10
2ДЕПЗИ02	Електричне машине и претварачи за обновљиве изворе енергије	Петронијевић П. Милутин Митровић Н. Небојша	3		10
2ДЕПЗИ03	Дигитално управљање претварачима и погонима	Петронијевић П. Милутин	3		10
2ДЕПЗИ04	Стабилност електроенергетских система	Тасић С. Драган	3		10
2ДЕПЗИ05	Електроенергетска кабловска техника	Тасић С. Драган Раичевић Б. Небојша	3		10
2ДЕПЗИ06	Квалитет електричне енергије у дистрибутивним мрежама	Коруновић М. Лидија	3		10
2ДЕПЗИ07	Активне дистрибутивне и микро мреже	Јањић Д. Александар	3		10
2ДЕЕЗИ01	Дигитална обрада аудио сигнала	Павловић Д. Властимир	3		10
2ДЕЕЗИ02	Пројектовање CMOS интегрисаних кола са мешовитим сигнаlima и VF интегрисаних кола	Миловановић П. Драгиша	3		10
2ДЕЕЗИ03	Пројектовање дигиталних кола и система	Дамњановић С. Милунка	3		10
2ДЕЕЗИ04	Пројектовање ембедед система	Стојчев К. Миле	3		10
2ДЕЕЗИ05	Пројектовање система на чипу	Дамњановић С. Милунка	3		10
2ДЕЕЗИ06	Пројектовање система за рад у реалном времену	Јевтић С. Милун	3		10
2ДЕЕЗИ07	Системи за прикупљање и обраду података (ДАС)	Петровић Д. Бранислав	3		10
2ДЕЕЗИ08	Тестирање електронских кола	Дамњановић С. Милунка	3		10
2ДЕЕЗИ09	Савремена кола за побуду претварача	Радмановић Ђ. Милан	3		10
2ДЕЕЗИ10	Реконфигурабилни системи	Ђорђевић Љ. Горан	3		10
2ДЕЕЗИ11	Синтеза филтара	Павловић Д. Властимир	3		10
2ДЕЕЗИ12	Архитектуре РФ система	Јовановић С. Горан	3		10
2ДЕЕЗИ13	Компјутерска визија	Николић В. Саша	3		10
2ДЕЕЗИ14	Ултразвучна техника	Манчић Д. Драган	3		10
2ДЕМЗИ01	Мерно аквизициони системи	Денић Б. Драган Живановић Б. Драган	3		10
2ДЕМЗИ02	Индустријски мерно - информациони системи	Денић Б. Драган	3		10
2ДЕМЗИ03	Мерно-информационе технологије	Денић Б. Драган	3		10
2ДЕМЗИ04	Медицинска и биоелектронска мерна техника	Арсич З. Миодраг	3		10
2ДЕНЗИ01	Компоненте и кола снаге	Манић Ђ. Ивица	3		10
2ДЕНЗИ02	Микросензори	Јанковић Д. Небојша	3		10
2ДЕНЗИ03	Поузданост компонената и	Манић Ђ. Ивица	3		10

	микросистема			
2ДЕНЗИ04	Прогноза својстава материјала	Стефановић Ч. Димитрије	3	10
2ДЕНЗИ05	Савремени електронски керамички материјали и структуре	Митић В. Војислав	3	10
2ДЕНЗИ06	Симулациони методи за пројектовање материјала	Николић С. Зоран	3	10
2ДЕНЗИ07	Софтверски инжењеринг у микроелектроници	Пантић С. Драган	3	10
2ДЕНЗИ08	Соларни системи, технологије и компоненте	Пантић С. Драган	3	10
2ДЕНЗИ09	Технологије, пројектовање и карактеризација микросистема	Пешић М. Биљана	3	10
2ДЕНЗИ10	Утицај зрачења на микроелектронске компоненте	Голубовић М. Снежана	3	10
2ДЕАЗИ01	Геометријско моделирање помоћу рачунара	Коцић М. Љубиша	3	10
2ДЕАЗИ02	Динамички системи и хаос	Коцић М. Љубиша	3	10
2ДЕАЗИ03	Анализа нумеричких алгоритама	Стефановић В. Лидија	3	10
2ДЕАЗИ04	Интервална математика	Петковић С. Миодраг Милошевић М. Душан	3	10
2ДЕАЗИ05	Симулација индустријских система	Антић С. Драган Милојковић Т. Марко	3	10
2ДЕАЗИ06	Математички модели у индустрији	Антић С. Драган Милојковић Т. Марко	3	10
2ДЕАЗИ07	Теорија кодова и криптографија	Перић Х. Зоран Миловановић М. Даниела	3	10
2ДЕФЗИ01	Компоненте вакуумске и гасне електронике	Ристић С. Горан	3	10
2ДЕФЗИ02	Квалитет и поузданост електронских компонента	Николић С. Зоран	3	10
2ДЕФЗИ03	Медицинска физика	Ристић С. Горан	3	10
2ДЕФЗИ04	Полупроводничке компоненте и технологије	Пријић П. Анета	3	10
2ДЕФЗИ05	Сензори и претварачи	Јанковић Д. Небојша	3	10
2ДЕФЗИ06	Технолошки процеси у гасовима и вакууму	Голубовић М. Снежана	3	10
2ДЕРЗИ01	Пројектовање и анализа паралелних алгоритама	Миловановић И. Емина Миловановић Ж. Игор	3	10
2ДЕРЗИ02	Напредне теме из пројектовања система високе поузданости	Милентијевић З. Иван Миловановић И. Емина	3	10
2ДЕРЗИ03	Биоинформатика	Тошић Б. Милорад	3	10
2ДЕРЗИ04	Медицинска информатика	Јанковић С. Драган	3	10
2ДЕРЗИ05	Примене спектралне логике у пројектовању дигиталних уређаја	Станковић С. Радомир	3	10
2ДЕРЗИ06	Напредне теме у мобилном и свеприсутном рачунарству	Стојановић Х. Драган	3	10
2ДЕРЗИ07	Напредне теме у рачунарској графици	Ранчић Д. Дејан Милосављевић Љ. Александар	3	10
2ДЕРЗИ08	Напредне теме у интелигентним системима	Стоименов В. Леонид Тошић Б. Милорад	3	10
2ДЕРЗИ09	Напредне теме у специјализованим	Стојановић Х. Драган	3	10

	информационим системима	Ранчић Д. Дејан Јанковић С. Драган			
2ДЕРЗИО10	Математичка теорија игара	Вучковић В. Владан	3		10
2ДЕРЗИО11	Напредне теме у образовним технологијама	Милентијевић З. Иван Стоименов В. Леонид Станковић М. Милена Ранчић Д. Дејан Јанковић С. Драган	3		10
2ДЕРЗИО12	Напредне теме из меморијских система	Станковић В. Владимир	3		10
2ДЕТЗИО1	Генерисање и перцепција звука	Ћирић Г. Дејан	3		10
2ДЕТЗИО2	Аудио комуникације	Ћирић Г. Дејан	3		10
2ДЕТЗИО3	Антене и простирање	Миловановић Д. Братислав	3		10
2ДЕТЗИО4	Примена неуронских мрежа у телекомуникацијама	Марковић В. Вера,	3		10
2ДЕТЗИО5	Сателитски комуникациони системи	Пронић-Ранчић Р. Оливера	3		10
2ДЕТЗИО6	РФ и микроталасни појачавачи	Малеш-Илић П. Наташа	3		10
2ДЕТЗИО7	Електромагнетна компатибилност и интегритет сигнала	Миловановић Д. Братислав, Дончов С. Небојша	3		10
2ДЕТЗИО8	Детекција сигнала у шуму	Стефановић Ч. Михајло	3		10
2ДЕТЗИО9	Комуникациони алгоритми и примена	Николић Б. Зорица	3		10
2ДЕТЗИО10	Пакетске транспортне мреже	Драча Љ. Драган	3		10
2ДЕТЗИО11	Теорија информација и изворно кодовање	Перић Х. Зоран, Јовановић Ж. Александра	3		10
2ДЕТЗИО12	Статистичка обрада сигнала	Ђорђевић Т. Горан	3		10
2ДЕТЗИО13	Дигиталне комуникације у каналу са федингом	Миловић М. Даниела	3		10
2ДЕТЗИО14	Кохерентни оптички телекомуникациони системи	Милић Н. Дејан	3		10
2ДЕТЗИО15	Теорија и примене софтверског радија	Стефановић Ч. Михајло	3		10
2ДЕТЗИО16	Напредне технике моделовања за РФ апликације	Марковић В. Вера,	3		10
2ДЕТЗИО17	Оптичке телекомуникације у слободном простору	Милић Н. Дејан Миловић М. Даниела	3		10
2ДЕУЗИО1	Технике дигиталног управљања	Наумовић Б. Милица Веселић Р. Бобан	3		10
2ДЕУЗИО2	Оптимално управљање	Наумовић Б. Милица Веселић Р. Бобан	3		10
2ДЕУЗИО3	Системи променљиве структуре	Антић С. Драган, Митић Б. Дарко	3		10
2ДЕУЗИО4	Дистрибуирано рачунарско управљање	Јовановић Д. Зоран	3		10
2ДЕУЗИО5	Управљање манипулаторима	Ђорђевић С. Горан	3		10
2ДЕУЗИО6	Предиктивно управљање	Митић Б. Дарко	3		10
2СИР2	Студијски истраживачки рад 2			11	30

II- Предавања, СИР- Студијски истраживачки рад

## **Наставни програми предмета са II године:**

### **Предмет: Одабрана поглавља из електричних машина и трансформатора**

Опис већег броја специфичних проблема који се јављају у току експлоатације електричних машина и трансформатора у различитим гранама привреде. Поставка проблема и избор приступа за њихово решавање. Оптималан избор мерне и испитне опреме за вршење испитивања у експлоатационим условима. Избор оптималних математичких модела за дате случајеве. Корисни софтвери који могу олакшати анализу. Веза између теорије и теорије и праксе. Примери добре праксе у примени једноставнијих и сложенијих модела, у зависности од расположивих података и резултата извршених испитивања. Анализа добијених резултата. Посматрање електричних машина и трансформатора као "мерних уређаја" на основу чијег понашања се могу добити детаљне информације и о раду погона (постројења) у којима ови уређаји раде.

### **Предмет: Електричне машине и претварачи за обновљиве изворе енергије**

Извори енергије: ветар, сунце, когенерација, таласи, гориве ћелије, хидроенергија, термо. Прикључење на мрежу. Електричне машине: асинхроне, синхроне, са сталним магнетима, линеарне, оптимизација преноса. Претварачи за прикључење на мрежу. Управљање електроенергетским претварачима: методе, хардвер, регулација. Ветротурбине са фиксном и променљивом брзином рада - DFIG, back-to-back енергетски претварачи. Стационарни и динамички режими рада. Управљање, методе векторске регулације. Директно управљање моментом и снагом. Синхронизација са мрежом, регулација токова снаге. Инвертори. Методе управљања. Претварачи за микромреже. Утицај напајања на рад претварача: пропади напона, пренапони, кратки спојеви.

### **Предмет: Дигитално управљање претварачима и погонима**

Управљање електроенергетским претварачима, методе и хардвер. Дигитални процесори сигнала. Управљачко - регулациона кола за једносмерне и наизменичне погоне. Принципи, врсте и класификација техника импулсно-ширинске модулације (PWM). Модулација просторног вектора. Matlab DSP i FPGA Toolbox. Оптимизација метода управљања претварачима. Пренапони и струје цурења. Утицај несавршености напајања на рад претварача и мотора. Активни мрежни исправљач. Рад претварача при несиметричном напајању. Скаларно и векторско управљање погона са асинхроним моторима. Савремене методе управљања синхроним мотором са перманентним магнетима без давача позиције. Естимација електричних и неелектричних величина.

### **Предмет: Стабилност електроенергетских система**

Моделовање елемената система. Модификовани модели синхроне машине. Критеријуми стабилности. Модели вишемашинских система за анализу стабилности при малим поремећајима. Транзијентна стабилност. Модели вишемашинских система за анализу стабилности при великим поремећајима. Нумеричке методе за анализу транзијентне стабилности. Напонска стабилност. Методе за побољшање стабилности.

### **Предмет: Електроенергетска кабловска техника**

Метод коначних елемената. Метод еквивалентне електроде. Гранични услови за прорачун електричног поља. Прорачун електричног поља у једножилним и трожилним кабловима, спојницама и завршницама. Гранични услови за прорачун термичког поља. Прорачун термичког поља у једножилним и трожилним кабловима, спојницама и завршницама. Прорачун струјне оптеретљивости каблова у различитим експлоатационим условима. Старење каблова. Процена животног века кабла. Прорачун струјне оптеретљивости уз уважавање процеса старења каблова.

### **Предмет: Квалитет електричне енергије у дистрибутивним мрежама**

Значај квалитета електричне енергије за рад дистрибутивних мрежа. Основни термини и дефиниције, важност и релевантност, нивои толеранције. Методе мерења и праћења параметара - напредни мерни системи. Варијације напона у устаљеном стању и фликер - дефиниције, извори и последице. Пропади напона - дефиниције, карактеристике, узроци, простирање и последице. Осетљивост опреме на пропаде и процена финансијских губитака. Хармоници - дефиниције, извори и последице. Методе за анализу виших хармоника. Простирање хармоника - прорачун токова хармоника струје. Методе отклањања виших хармоника. Пројектовање и прорачун филтара. Преглед међународних прописа и стандарда.

### **Предмет: Активне дистрибутивне и микро мреже**

Појам активних дистрибутивних мрежа и микромрежа. Типичне конфигурације микромрежа. Повезивање и динамичка интеракција микромреже са јавном дистрибутивним мрежом. Техничке и економске предности. SCADA и активне дистрибутивне мреже. Управљање микромрежом у острвском раду. Заштита у острвском раду мреже. Утицај микромреже на остале енергетске ресурсе. Економија микромрежа и учешће на тржишту електричне енергије.



**Предмет: Дигитална обрада аудио сигнала**

Основни формати аудио-сигнала. Одмеравање и реконструкција сигнала. А-Д и Д-А конверзија. Избор учестаности одабирања и трансформације. Ефикасно израчунавање брзе Фуријеове трансформације. Децимација и интерполација. Дигиталне банке филтара. Спектрална анализа. Параметарске и непараметарске методе пројектовања филтара. Примена обраде сигнала у анализи и синтези говорних и музичких сигнала, и дискретни аналитички сигнали.

**Предмет: Пројектовање CMOS интегрисаних кола са мешовитим сигнаlima и VF интегрисаних кола**

GaAs MESFET аналогна интегрисана кола. Моделовање и пројектовање MESFET-а. Schottky-ева диода и пасивне компоненте. Основни блокови широкопојасних операционих појачавача. Миксери и осцилатори. Кола за конверзију података. Синетза линеаризованих кондуктанских функција.

**Предмет: Пројектовање дигиталних кола и система**

Дигитални системи и VLSI. CMOS технологија. Технике пројектовања интегрисаних кола. Транзистор и layout. Везе, правила пројектовања, димензионисање транзистора, алати за пројектовање layout-а. Комбинациона кола и мреже. Функција, потрошња, кашњење, паразитни ефекти, димензионисање веза, побуђивање великих оптерећења. Секвенцијална кола. Тактовање, генерисање такта, пројектовање секвенцијалних система. Пројектовање подсистема: Pipelining, data-path, померачи, сабирачи, ALU, множачи, ROM, RAM, FPGA, PLA. Пројектовање архитектуре. Синтеза на RT нивоу, синтеза високог нивоа, синтеза за малу потрошњу. CAD системи и алгоритми. Симулација, синтеза layout-а, анализа layout-а, временска анализа и оптимизација, логичка синтеза, генерисање теста, хардвер/софтвер кодизајн. Пројектовање за тестабилност. Поузданост, толеранција отказа, BIST архитектуре.

**Предмет: Пројектовање ембед система**

Ембед у односу на процесоре опште намене. Методологије пројектовања. Модели израчунавања. Ограничења и изазови (висока поузданост, високе перформансе, ниска цена, микро-потрошња). Избор ресурса. Дуалност хардвер-софтвер. Генерисање кода и компилација. Технике за оптимизацију дизајна. Програмирање. Анализа перформанси. Средства за развој. Тестирање. Оперативни системи. Планирање извршења задатака у реалном времену. Избор и уградња оперативног система. Верификација. Мултипроцесорске архитектуре. Типови. Хомогене и хетерогене мултипроцесорске структуре. Процесни елементи. Спрежне мреже. Меморијски системи. Физичка дистрибуираност. Методологије пројектовања и алгоритми. Мултипроцесорски софтвер. Оперативни системи. Сервиси и middleware. Верификација дизајна. SoC дизајн. Пројектовање сложених SoC-ова на системском нивоу. Конфигурабилни процесори. Софтверски и хардверски поглед. Апликационо специфични процесори. Аутоматска конфигурација процесора и скупа инструкција. Retargetable компајлери. Акцелераторске јединице. MPSoC-ови. Пројектовање SoC-ова користећи језгра и конфигурабилна језгра. Магистрале и мреже на чипу. Оперативни системи за MPSoC. Тестирање и верификација. Типичне апликације.

**Предмет: Пројектовање система на чипу**

Класификација електронских система. Индустриска примена система на чипу. Спецификација система на чипу. Токови података у систему на чипу. Интегритет сигнала у систему на чипу. Ефекти дугих веза. Примена различитих методологија пројектовања на једном чипу. Хијерархијски нивои пројектовања. Примена IP блокова. Функционална верификација пројекта. Физичка верификација и анализа.

**Предмет: Пројектовање система за рад у реалном времену**

Класификација савремених система на бази микрорачунара. Принципи систематског пројектовања савремених RTS-а (Real Time System). Хардвер/софтвер "co-design". Оперативни системи и микро језгра RT система. Објектно оријентисани приступи пројектовању микрорачунарских система. Поузданост и детерминистичко понашање RTS-а. Структуре оперативних система RTS-а опште намене и уграђених система. Моделовање система за рад у реалном времену. UML за пројектовање, анализу и реализацију RTS-а. Структурни и динамички аспекти моделовања RTS-а UML-ом. Пројектовање конкурентних и дистрибуираних RT апликација UML-ом. Развојни алати и опрема за пројектовање. Технике дебагирања и on-line тестирања RTS-а. RTS-и базирани на индустриском PC-ју. Мрежни протоколи за дистрибуиране RTS-е. LabWIEV и детерминистичко понашање у реалном времену. Високо поуздани и потпуно предвидивог понашања RTS-и за управљање и надзор индустриских процеса.

**Предмет: Системи за прикупљање и обраду података (ДАС)**

Основне дефиниције и конфигурације. Класификација сигнала, сензори и претварачи. Кондиционирање сигнала. Шумови и интерференције, методе минимизације утицаја. РС у аквизицији, оперативни системи. Брзи пренос података (DMA, "pulled" метода, прикидна метода). Словови за проширење (PCI, PCI Express, PXI bus). Аквизиционе плоче, резолуција, динамички опсег, брзина одмеравања. Дигитални улази и излази. Бројачке плоче. Серијска комуникација

(RS 232, RS 485, USB). Протоколи. Логери и контролери, методе рада, хардвер, софтвер, фирмвер. IEEE 488 стандард, карактеристике, конфигурација. Етернет и LAN системи, field bus у аквизицији. Физички слој, даталинк слој, апликациони слој. USB – Структура, физички, даталинк и апликациони слој. Отворене и затворене контролне петље. Прикупљање брзих сигнала.

#### **Предмет: Тестирање електронских кола**

Модел дефеката у аналогним и дигиталним колима. Конкурентна симулација дефеката. Тестирање дигиталних кола. Тестирање комбинационих, секвенцијалних и кола са регуларном топологијом. Аутоматизација генерисања теста. Тестирање и симулација дефеката кашњења. Модел дефеката. Тестирање система са мешовитим сигнаlima. Пројектовање за тестабилност. Основни концепти. Boundary scan. Уграђено самотестирање. Електронски уређаји за тестирање.

#### **Предмет: Савремена кола за побуду претварача**

Побудна кола електронских енергетских компонената. Кола за управљање енергетских претварача. Мерна кола у енергетским претварачима. Аутоматско управљање код енергетских претварача. Практични примери управљачких кола.

#### **Предмет: Реконфигурабилни системи**

Увод у реконфигурабилне системе. Упоредни преглед архитектуре савремених FPGA кола. Трендови развоја. Ток пројектовања, методологије и алати за пројектовање. Креирање и оптимизација HDL кода за FPGA синтезу са аспекта перформанси, сложености и потрошње енергије. Пресликавање RTL структура на FPGA и имплементација: распоређивање и повезивање. Реконфигурабили системи грубе грануларности и мулти-FPGA системи. Хибридне архитектуре: софт-микропроцесори, подела на хардвер и софтвер. Поређење FPGA и мултикор архитектура. Реализација аритметичких кола у FPGA. Примене реконфигурабилних система у областима: биоинформатика, дигитална обрада сигнала, обрада слика, криптографија, молекуларна динамика, динамика флуида, високо-поуздани системи. Напредне теме: динамичка реконфигурабилност, делимична реконфигурабилност.

#### **Предмет: Синтеза филтара**

Преносна функција. Карактеристична функција. Коefицијент рефлексije.  $z$  и  $y$  параметри мреже са два приступа. Синтеза пасивних филтара. Синтеза полиномских филтара. Синтеза филтара са коначним нулама преноса. Синтеза минимално фазних филтара. Синтеза механичких, керамичких и кристалних филтара. Филтри са расподељеним параметрима. Синтеза активних RC филтара. Филтарске конфигурације. Конвертори импеданси. Реализација биквадратне преносне функције. Активне RC мреже са расподељеним параметрима у интегрисаној техници. Дигитални филтри. Преносна функција дигиталног филтра. Билинеарна  $z$  трансформација. Основне филтарске конфигурације. Рекурзивни и нерекурзивни дигитални филтри. Директне методе апроксимације у  $z$ -домену за IIR и FIR филтарске функције. Реализација филтара. Својства различитих конфигурација. Осетљивост. Декомпозиција. Типични проблеми реализације филтара. Примена програма MATLAB, MATHEMATICA, WORKBENCH, FILTER.

#### **Предмет: Архитектуре РФ система**

Архитектуре предајника и пријемника. Технологије за израду РФ кола. Нелинеарни и линеарни модели активних РФ компоненти. Софтверски алати за пројектовање РФ кола и система. Пасивни филтри у техници микрострип линија. Малошумни појачавачи (LNA). Оптимизација фактора шума, интермодуационих изобличења и фактора стабилности. Конфигурације баланских мешача. VCO са негативном транскондуктансом. PLL синтезатори фреквенције. РФ појачавачи снаге. Дуплексери. Мулти стандард примо/предајници.

#### **Предмет: Компјутерска визија**

Издавање обележја у слици - глобална и локална обележја (MPEG-7 CLD, MPEG-7 EHD, LBP, SIFT). Класификација обележја (к-меанс, Бајесова метода, SVM). Претраживање и класификација слика на основу садржаја. Технике брзог претраживања применом машинског учења. Детекција и препознавање 2Д објеката у слици. Праћење објеката у видео секвенци. Стереовизија. Основе 3Д визије.

#### **Предмет: Ултразвучна техника**

Пиезоелектричне керамике. Моделирање пиезоелектричних керамике. Пројектовање ултразвучних таласовода, концентратора и сонотрода. Моделирање металних резонатора. Пројектовање, моделирање и оптимизација снажних ултразвучних претварача. Пројектовање, моделирање и оптимизација снажних ултразвучних електронских генератора. Основне примене снажног ултразвука. Ултразвучни системи за чишћење и заваривање.

**Предмет: Мерно аквизициони системи**

Физички и математички модели процеса мерења. Методе конверзије процесираних сигнала (АДК и ДАК). Кондиционирање сигнала (линеаризација, појачање, филтрирање, и др.). Аквизиција мерно-информационих података (мултиплексирање, S&H kola, конвертори). Универзална аквизициона картица. Стандардни интерфејси, протоколи и комуникације у мерно-аквизиционим модулима. Аутоматски тест системи на бази DAQ и примена.

**Предмет: Индустијски мерно-информациони системи**

Основни блок дијаграм мерно-информационог система. Дефиниције. Процесирање сигнала и пренос сигнала. Жичана и бежична телеметрија. Стандарди. Пројектовање аналогних електронских кола за повезивање сензора. Методе и системи за побољшање односа сигнал-шум. Системи базирани на рачунару и стандардни комуникациони интерфејси. Дистрибуирани мерни системи и Интернет повезивање. Виртуелна инструментација и виртуелне лабораторије.

**Предмет: Мерно-информационе технологије**

Општи модели процеса мерења. Извори мерних информација и метролошки параметри мерних сигнала. Микроелектронска кола у обради мерних сигнала. Конвертори аналогног мерног сигнала у дигитални код (мултиплексери, семплери, ADC, DAC) и индикатори. Архитектуре и хијерархијска организација софтвера мерно-аквизиционих система. Универзалне аквизиционе картице. Мерно-информациони електронски модули (DAQ, DAS). Стандардни интерфејси. Интелигентни и виртуални мерни инструменти. Принципи калибрације мерних модула и система.

**Предмет: Медицинска и биоелектронска мерна техника**

Увод у биомедицинску инструментацију. Извори биоелектричног потенцијала. Биопотенцијални појачавачи и обрада сигнала. Електростимулација. EKG, EEG, EMG, ERG. Ултразвучни медицински уређаји. Електротерапија. Дефибрилатори. Пејсмејкери. Хирушка инструментација. Инструменти за формирање медицинске слике на бази електромагнетног зрачења и на бази нуклеарне магнетне резонанце.

**Предмет: Компоненте и кола снаге**

Врсте и примене компонената снаге. Структуре и технологије: биполарна, CMOS, BiCMOS, SOI. Дискретне компоненте снаге. PN, PiN и Шоткијева диода. Тиристори: SCR, GTO, триак, оптички окидан тиристор. Биполарни транзистор снаге. Дарлингтонов пар. Статичке индукционе компоненте снаге: SIT и SITh. MOS компоненте снаге: LDMOS и VDMOS транзистор, MOS контролисан тиристор. IGBT. Електричне карактеристике. Ефекти великих густина струје, квазисатурација, отпорност укључења, термички ефекти, секундарни пробој, утицај паразитних структура. Област безбедног рада. Електрични модели. Интегрисана кола снаге. Принципи интеграције. Снажни модули. Хибридна и монолитна интегрисана кола снаге. Високонапонска кола. Интелигентна кола снаге (ИКС) и систем на чипу (SoC). Изолација компонената на чипу. Функционални блокови ИКС. Блок снаге. Кола за побуду. Напонске референце. Кола за спољну комуникацију. Заштитни блокови: напонска, струјна и температурна заштита. Примери примене ИКС. ИКС у аутомобилу. Контрола осветљења. Управљање радом електромотора.

**Предмет: Микросензори**

Информационо-процесни системи. Мерни и контролни системи. Претварачи. Дефиниција и подела сензора. Опште сензорске карактеристике и ограничења. Дефиниције параметара. Калибрација. Корекција грешке. Технологија израде и поузданост. Сензори сигнала зрачења, механичких сигнала, топлотних сигнала, магнетних сигнала, хемијских сигнала и биолошких сигнала. Конструкције и принципи рада различитих сензора. Примене. Интелигентни сензори и претварачи. Функционални блокови. Микро-електро-механички сензори (MEMS) и микросистеми.

**Предмет: Поузданост и компонената и микросистема**

Елементи теорије поузданости. Узроци и механизми отказа микроелектронских компонената и система. Анализа отказа. Класификација механизма отказа: откази у телу компонената, откази на међуповршини и у оксиду, откази метализације, откази паковања. Методе за испитивање поузданости. Убрзана испитивања поузданости. Напонско-температурна напрезања микроелектронских компонената и система. Моделирање механизма одговорних за ефекте напонско-температурних напрезања. Опоравак напрезаних микроелектронских компонената и система. Моделирање механизма одговорних за ефекте опоравка.

**Предмет: Прогноза својстава материјала**

Прогноза својстава материјала као осноца за добијање материјала са унапред задатим својствима. Научни ланац теорија-експеримент. Мултидисциплинарни приступ изучавању прогнозе са становишта доступности литературе и интернета.

Еволуција структуре материјала и наноматеријала. Структура материјала као израз једначине стања. Дијаграм структура, својстава и технологија материјала са становишта електронских компонената и уређаја и прогноза металних, керамичких, аморфних, и других материјала. Симетрија у чврстим и течнокристалним материјалима. Симетрија као природни принцип. Микро и атомска структура идеалних и дефектних кристалних материјала. Електронска структура као основа модерне прогнозе својстава материјала. Термодинамичке методе прогнозе. Класични и статистичко-термодинамички приступ изучавању термичких, механичких, електромагнетних, галваномагнетних и електрооптичких феномена. Термодинамичке једначине и неједначине. Својства и технологије материјала. Прогноза својстава материја са становишта захтева микро, нано, опто и нискотемпературне електронике. Перспективе развоја прогнозе са освртом на модерне технологије.

#### **Предмет: Савремени електронски керамички материјали и структуре**

Нова керамичка цивилизација. Глобална стратегија истраживања и развоја електронских керамичких материјала. Корелација утицаја структурне хијерархије (микро- и нано- структурних карактеристика) и фазног састава на електрична, полупроводна, диелектрична и магнетна својства керамичких материјала. Модерне методе карактеризације керамичких материјала. Методе стереологије. Фрактали и електронска керамика. Компјутерске технологије у истраживању, карактеризацији и симулацији нових структура и својстава керамичких материјала. Наноструктура и нанотехнологије у електронској керамици. Технологије добијања керамичких материјала. Електропроводна керамика. Керамички материјали за различите компоненте, функције и својства: кондензатори, сензори, фероелектрици и ПТЦР и НТЦР ефекти. Електрооптичка керамика. Оптичка влакна. Керамички материјали за микроталасне компоненте различитих фреквентних опсега. Фероелектрични материјалаи и други керамички материјали у медицини и роботизици. Електронски керамички материјали за нове изворе енергије, телекомуникационе и информационе технологије. Керамички материјали за свемирске технологије. Керамички материјали и високе интеграције и паковање електронских компонената и параметара у микроелектронским уређајима. Светски трендови у области производње и рециклаже керамике, као и посебни аспекти у области глобалне безбедности од нових керамичких материјала и технологија.

#### **Предмет: Симулациони методи за пројектовање материјала**

Термодинамика материјала. Основни закони термодинамике. Термодинамика чврстог раствора. Фазни дијаграми. Електрохемија. Хемијске реакције. Елементарна статистичка термодинамика. Аналитички и нумерички модели. Атомистичка теорија. Дифузија. Феноменолошка једначина дифузије. Хемијска кинетика. Кинетика фазних трансформација. CALPHAD метод. Пројектовање материјала. Микроструктурне карактеристике. Дислокације. Границе зрна. Површине. Вишефазне микроструктуре. Моделовање. Представљање, мапирање и динамика домена. Метрополис алгоритам. Монте Карло алгоритам. Монте Карло Пот модел. Моделовање поља фаза. Модел непрекидног поља са дифузним интерфејсом. Технике граничних интеграла. Микромеханичко моделовање. Моделовање нанотехнологија. Моделовање еволуције микроструктура. Џонсон-Мел микроструктуре. Модели ћелијских аутомата. Рапид прототајпинг. Симулација. Дифузиони процеси. Дифузија границе зрна. Еволуција микроструктура. Транспорт у танким филмовима. Дефекти и механичке особине. Напрезања. Суперпластична деформација. Формирање фероелектричних домена. Реконструкција микроструктура. Микроструктурна томографија.

#### **Предмет: Софтверски инжењеринг у микроелектроници**

Увод. Моделирање и симулација. Примена рачунара и софтверских алата у процесу пројектовања микроелектронских компонената и система. Пројектовање нумеричког експеримента (DOE). Симулација и моделирање технолошких процеса за производњу микроелектронских компонената. Моделирање процеса јонске имплантације, дифузије, оксидације, нагризања и литографских процеса. Симулација електричних карактеристика компонената. Систем основних полупроводничких једначина, модели покретљивости, генерације и рекомбинације носилаца. Домен симулације, дискретизација и решавање система парцијалних диференцијалних једначина. TCAD софтверски алати. Електрично моделирање. Модели пасивних и активних компонената. Екстракција параметара. Аналитички, физички, нумерички и неуронски приступи моделирању. Верификација и калибрација модела. Структурно моделирање. 2D и 3D структуре. Симулација ефеката термичког и механичког напрезања.

#### **Предмет: Соларни системи, технологије и компоненте**

Соларна енергија. Фотонапонски ефекат. Генерација носилаца наелектрисања услед абсорпције светлости. Абсорпција код директних и индиректних полупроводника. Соларне ћелије. Основни механизми конверзије енергије. Струјно-напонска карактеристика. Фотоструја, струја засићења и омска отпорност реалне соларне ћелије. Високо ефикасне соларне ћелије. Структуре и процеси за производњу високо ефикасних соларних ћелија. Материјали и технологије за производњу Si соларних ћелија. Нови материјали, нови концепти и нови трендови развоја соларних ћелија. Типови соларних ћелија. Анализа и карактеризација соларних ћелија. Струјно-напонска карактеристика, спектрални одзив. Моделирање и симулација соларних ћелија TCAD софтверским алатима. Генерализовани Pspice модел соларних ћелија.

PV системи. Компоненте PV система. Врсте PV система. Примене PV система и њихова инсталација. Мали PV системи за напајање мобилних уређаја. Утицај PV система на околину. Рециклирање PV система. Цена и тржиште PV система. Трендови развоја ПВ система.

**Предмет: Технологије, пројектовање и карактеризација микросистема**

Основни појмови. Материјали за микросистеме - Материјали у силицијумским технологијама: монокристални силицијум, поликристални силицијум, силицијум диоксид, силицијум нитрид, метални филмови, полимери. Материјали у другим технологијама: силицијум карбид, дијамант, галијум арсенид и друга III/V полупроводничка једињења, пиезоелектрична керамика. Особине материјала и физички ефекти. Технолошки процеси у производњи микросистема - Стандардни технолошки процеси: литографски процеси, процеси депозиције танких слојева: CVD процеси, PVD процеси, процеси нагризања: влажно нагризање и суво нагризање. Остали технолошки процеси: анодно бондирање, фузионо бондирање, сол-гел депозиција, електролитичка депозиција. Технологије микромашинства. Површинско микромашинство, запреминско микромашинство, LIGA, DXRL и EFAB технологије, монтажа и интеграција микросистема у кућишта. Дијаграм тока пројектовања микросистема. Карактеризација компонената и подсистема. Интеграција аналогних и дигиталних компонената микросистема. Напајање микросистема. Оптимизација перформанси.

**Предмет: Утицај зрачења на микроелектронске компоненте**

Особине гама и неутронског зрачења. Дефекти изазвани зрачењем код микроелектронских компонената. Утицај зрачења на електричне карактеристике. Механизми нестабилности карактеристика код микроелектронских компонената. Оджаривање дефеката.

**Предмет: Геометријско моделирање помоћу рачунара**

Моделирање кривих линија. Криве слободне форме. Bézier-ов модел и De Casteljau-ов алгоритам. Интерполациони Б-сплајн. Репродукција облика. Bessel-ов, Hermite-ов и Akima интерполант. Инсертовање чворова. Геометријска непрекидност. Бета-сплајн и Ни-сплајн. Сплајнови под тензијом. Субдивизиони алгоритми. Dahmen-Micchelli-еве теореме о конвергенцији. Пројективно пресликавање и инхомогенизација. Рационални Bézier-ов модел и НУРБС. Рендеринг површи слободне форме. Моделирање површи. Површи тензорског производа и површ Boole-ове суме. Gordon-ова алгебра пројектора. Троугаони фрагменти. Сплајнови над троугловима. Композитне поврси. Правоугаони фрагменти. Трансфинитна интерполација. Coons-ов фрагмент. Gregory-ев, Brown-ов и Little-ов фрагмент. Субдिवизија и повећање степена. Пресеци површи. Рационални модели површи. Интерполација расутих података. Триангулација домена. Рендеринг 3Д површи слободне форме. Фрактално моделирање. Тополошка и фрактална димензија. Фрактали у природи. Конструктивна теорија фрактала. Итеративни системи. Алгоритми за конструкцију фрактала. Афина инваријантност и примена у моделирању фрактала. Моделирање пејзажа и комплексне сценографије.

**Предмет: Динамички системи и хаос**

Увод у динамичке системе. Аутономни динамички системи. Дискретни системи. Стационарно стање и гранични скупови. Периодична и квази-периодична решења. Стабилност и спектри Љапунова. Бифуркације и Фајгенбаумове константе. Фајгенбаумов пут у хаос. Роеслеров, Лорентзов и Хенонов атрактор. Хаос у вишим димензијама. Фрактали и хаос. Класични фрактали. Фрактална димензија. Сличност и само-сличност. Фрактална динамика. Квазипериодичне и хаотичне осцилације. Фракталност динамичких атрактора. Хаос у геометрији. Нумерички хаос. Степени закон и Ричардсонова формула. Самослични завојни бројеви. Кружна пресликавања и Арнолдови језици. Фаријеви низови и Фаријево дрво. "Златни" пут у хаос. Хаос у физичким системима. Хаотично клатно. Осцилатори са утицајем. Басени атракције. Хаос у електричним колима и магнетним системима. Нелинеарна кола. Уеда и Чуа атрактор. Перколациони хаос и ДИА фрактали. Целуларни аутомати.

**Предмет: Анализа нумеричких алгоритама**

Проблеми линеарне алгебре. Директни и итеративни методи за решавање система линеарних једначина, инверзију матрица и налажење сопствених вредности матрица. Слабо условљени системи. Нелинеарне једначине и системи. Newtonов и други методи. Метод Newton--Канторовича. Алгебарске једначине. Bernoulliev метод. Симултани методи. Gauss--Seidelов приступ. Апроксимација функција. Интерполација. Проблем најбољих апроксимација. Диференцирање и интеграција. Newton--Cotesове и Gaussoве квадратурне формуле. Методи са убрзавање: конвергенције низова и редова, матричног множења. Aitkenов метод. Euler--Abelова трансформација. Брза Fourierова трансформација (FFT).

**Предмет: Интервална математика**

Реална интервалне аритметика. Комплексна интервална аритметика. Интервалне функције. Централна и дијаметарска форма интервалних функција. Интервални рачун остатака. Интервални методи за решавање нелинеарних једначина.

Симултани методи за инклузију нула полинома. Интервални методи за решавање система нелинеарних једначина. Системи линеарних једначина. Интервални методи за инверзију матрица. Диференцирање и интеграција.

**Предмет: Симулација индустријских система**

Појам и методи симулације. Формирање симулационих модела. Средства за симулацију. Математичка подлога дигиталне симулације. Нумерички методи имплементирани у средствима за симулацију. Симулација система са расподељеним параметрима. Симулација система са дисконтинуитетима. Грешке при симулацији и методи за њихово превазилажење. Примена симулације у идентификацији, пројектовању и оптимизацији система аутоматског управљања. Симулација у реалном времену, хардверски и софтверски аспекти, алгоритми нумеричке интеграције. Симулација индустријских система. Симулација сложених система. Савремени трендови у симулацији индустријских система.

**Предмет: Математички модели у индустрији**

Појам модела динамичког система. Класификација модела. Апстрактни модели. Принципи формирања математичких модела. Врсте математичких модела. Примери математичких модела. Формирање математичких модела техничких система (механичких, хидрауличких, термичких, хемијских, технолошких). Упрошћавање математичких модела. Технике валидизације и верификације модела. Математичко моделирање поремећаја. Моделирање индустријских система. Моделирање сложених система. Савремени трендови у моделирању индустријских система. Моделирање система помоћу ортогоналних функција. Коришћење генетичких алгоритама, фази логике и неуронских мрежа у формирању математичких модела у индустрији. Комерцијални софтвери за моделирање индустријских система.

**Предмет: Теорија кодова и криптографија**

Теорема о кодовању извора (прва Шенонова теорема). Кодовање са фиксном и променљивом дужином кодних речи (Хафманово и Голомб-Рајс кодовање). Компресија података са и без губитака. Модели дискретног канала и капацитет канала. Теорема о каналном кодовању (друга Шенонова теорема). Линеарни блок кодови, интерливинг. Циклични кодови. Конволуциони кодови. Увод у турбо кодове. Елементи криптографије. Симетрична криптографија тајним кључем. Системи засновани на јавном кључу. Nash функције. Дигитални потпис. Квантна криптографија.

**Предмет: Компоненте вакуумске и гасне електронике**

Теоријска настава ће се одвијати кроз предавања, у оквиру следећих области: електрони у електричном и магнетном пољу, електронска емисија, електронски топови и огледала. Електронске цеви контролисане решетком. Микроталасне компоненте и кола. Клистрони, умноживачке компоненте. Фотоелектронске компоненте, цеви за регулисање напона, гасне исправљачке цеви, тиратрони, плазма дисплеји, гасни извори светлости.

**Предмет: Квалитет и поузданост електронских компонената**

Елементи теорије поузданости. Узроци и механизми отказа микроелектронских компонената и система. Анализа отказа. Методе за испитивање поузданости. Убрзана испитивања поузданости. Напонско-температурна напрезања микроелектронских компонената и система. Моделирање механизма одговорних за ефекте напонско-температурних напрезања. Опоравак напрезаних микроелектронских компонената и система. Моделирање механизма одговорних за ефекте опоравка.

**Предмет: Медицинска физика**

Примена јонизујућег и нејонизујућег зрачења у дијагностици и терапији. Рендгенска дијагностичка радиологија. Нуклеарна магнетна резонанца. Примена радиоизотопа у нуклеарној медицини. Позитронска емисиона томографија. Радиотерапија. Примена ласерског и радиофреквентног зрачења, као и ултразвука у медицини.

**Предмет: Полупроводничке компоненте и технологије**

Енергетске зоне и концентрације носилаца у равнотежи. Ефекти јаког допирања полупроводника. Транспорт носилаца наелектрисања. Диоде. Силицијумски биполарни транзистори. Биполарни транзистори на бази хетероспојева. Моделирање биполарних транзистора. Транзистори са ефектом поља на бази полупроводничких једињења. GaAs MESFET-ови. Хетероструктурни транзистори са ефектом поља (HFET-ови). MOSFET транзистори. CMOS/BiCMOS. SOI и 3D структуре. Микроталасне компоненте. Фотонапонске компоненте. Извлачење монокристала и епитаксијални раст. Оксидација и нарастање филмова. Дифузија и јонска имплантација. Фотолитографија и нагризање. Интегрисане компоненте.

**Предмет: Сензори и претварачи**

Информационо-процесни системи. Мерни и контролни системи. Претварачи. Дефиниција и подела сензора. Опште сензорске карактеристике и ограничења. Дефиниције параметара. Калибрација. Корекција грешке. Физика и

технологија израде. Поузданост. Сензори сигнала зрачења, механичких сигнала, топлотних сигнала, магнетних сигнала, хемијских сигнала, биолошких сигнала. Конструкције и принципи рада. Примене. Интелигентни сензори и претварачи. Функционални блокови. Микромеханички сензори, компоненте и системи. Функционални блокови. Интегрисани сензори на бази микроелектромеханичких (МЕМС) компонента.

**Предмет: Технолошки процеси у гасовима и вакууму**

Особине гасова. Молекуларне појаве у гасу. Процеси преноса у гасу. Адсорбовани гасови. Пролаз струје кроз гасове. Испумпавање и вакуум пумпе. Мерење ниског притиска гаса и паре. Вакуумски системи. Напаривање. Нитрирање. Чишћење површина. Плазма металургија. Плазма процеси у микроелектроници.

**Предмет: Пројектовање и анализа паралелних алгоритама**

Принципи пројектовања паралелних алгоритама. Декомпозиција проблема: рекурзивна, по подацима, декомпозиција за претраживање., спекулативна декомпозиција, хибридна декомпозиција. Анализа алгоритама. Паралелни методи и алгоритми у линеарној алгебри. Производ матрице и вектора, производ две матрице, решавање система линеарних једначина, налажење сопствених вредности и сопствених вектора.

Паралелни методи и алгоритми у анализи. Нуле полинома, интеграција, интерполације, ортогоналне и дискретне трансформације, решавање диференцијалних и парцијалних једначина. Паралелни методи и алгоритми у теорији графова. Транзитивно затварање и редукција, путеви у графу, спрежна стабла, тунел проблем, капацитет мреже, максимални проток и минимални пресек. Похлепни алгоритми.

**Предмет: Напредне теме из пројектовања система високе поузданости**

Поузданост, доступност, безбедност, перформансе, одрживост, тестабилност система. Модели отказа и грешака. Стратегије за постизање високе поузданости: детекција грешака, маскирање, избегавање грешака, лоцирање грешака, реконфигурација и опоравак од грешке. Пројектовање за високу поузданост. Модуларна редунација и реконфигурација. Парцијална толерантност, прихватљива деградација перформанси, функционална и логичка деградација. Пројектовање високо поузданих VLSI кола. Пројектовање самотестирајућих кола. Тестирање коришћењем  $m$  од  $n$  кодова. Бергерови кодови и резидуо кодови. Парцијално самотестирајућа кола. Потпуно самотестирајућа кола. Пројектовање тестабилних комбинационих логичких кола. Генерисање тест облика за комбинациона логичка кола. Конвенционалне методе, тестирање генерисањем псеудо случајних секвенци

**Предмет: Биоинформатика**

Одабране актуелне теме из биоинформатике. Основни концепти из природних наука: генетика, протеомика, хемија, биологија. Одабрани алгоритми коришћени у софтверским пакетима из области биоинформатике, примери апликација, актуелне имплементације, и пројектовање биоинформатичког софтвера. Развој биоинформатичког софтвера: преглед постојећих јавно расположивих банки података и софтверских алата из ове области, софтверске архитектуре за смештање и чување података. Софтверски пакети и алгоритми за претраживање и екстракцију информација из домена биоинформатике. Коришћење складишта података, база података и онтологија у биоинформатици. Најчешће коришћени програмски језици у биоинформатичким применама.

**Предмет: Медицинска информатика**

Појам медицинске информатике. Значај и улога медицинске информатике (квалитет, сигурност, цена, ефикасност, истраживање). Медицинска информатика и биоинформатика. Биомедицинска информатика. Телемедицина. Медицински информациони системи. Лабораторијски информациони системи. Болнички информациони системи. Телеконсултације. Теледијагностика. Типови информација (о пацијенту, знање). ЕПР. Веб базирани МИС. Интероперабилни МИС. Системи за екстракцију информација и знања. Експертни системи као део МИС. Системи за подршку у одлучивању. Сигурност података. Заштита приватности. Тајност података. Стандарди за пренос медицинских података. Рад са медицинским сликама. ДИЦОМ. ПАЦС. Обрада медицинских слика. Обрада медицинских података. Компресија података. Мерење и статистичка обрада података. Управљање и дистрибуција информација. Складиштење и чување информација. Глобални МИС. Јавни здравствени сервиси. Информатичка подршка клиничким истраживањима.

**Предмет: Примене спектралне логике у пројектовању дигиталних уређаја**

Математичке основе за разматрање спектралних техника у пројектовању дигиталних уређаја. Спектралне репрезентације дискретних функција функционалним развојима на нивоу битова и речи и одговарајући дијаграми одлучивања. Методи са ефикасно израчунавање спектралних трансформација са посебним нагласком на израчунавање преко дијаграма одлучивања. Методи за израчунавање аутокорелационих функција и њихова примена у овом подручју. Анализа и синтеза логичких функција (бинарних и вишезначних) комбинационим мрежама применом спектралних техника. Спектралне методе за синтезу секвенцијалних мрежа са нагласком на проблеме кодирања стања. Анализа могућности

самоисправљања и пројектовање поузданих дигиталних система применом спектралних техника. Спектралне методе за тестирање дигиталних система.

**Предмет: Напредне теме у мобилном и свеprisутном рачунарству**

Мобилни и свеprisутни рачунарски уређаји: паметни телефони, ПДА, паметни уграђени уређаји, информациони уређаји, носиви рачунари. Напредне бежичне мреже и бежични протоколи. Опажање и аквизиција контекста у мобилном и свеprisутном рачунарству. Технологије за лоцирање и идентификацију. Платформе и системи за бежичне сензорске мреже. Управљање подацима у мобилном и свеprisутном рачунарству. Управљање мобилним подацима и токовима података. Архитектура, пројектовање и имплементација мобилних и свеprisутних апликација и сервиса. Интеракција човека, мобилног рачунара и свеprisутног рачунарског окружења. Приватност и сигурност у мобилном и свеprisутном рачунарству. Напредне апликација и сервиси: паметне куће, свеprisутна здравствена нега, интелигентни транспортни системи, локационо-засновани и контекстно-свесни сервиси.

**Предмет: Напредне теме у рачунарској графици**

Напредне технике рендеринга и анимације. Визуелизација запремина. Моделирање и визуелизација природних феномена. Визуелизација флуида (дим, ватра, течност). Моделирање и визуелизација терена. Молекуларна графика. Фрактали и хаос. Напредне технике виртуелне реалности. Ефикасност и комплексност графичких алгоритама. Објектно-оријентисана графика. Графика и људска перцепција.

**Предмет: Напредне теме у интелигентним системима**

Вештачка интелигенција и аутономно закључивање. Интелигентни агенти. Архитектуре које укључују перцепцију, учење, представљање знања, закључивање и реакције. Принципи машинског учења. Комбиновање различитих врста знања у агентима (нпр. коришћењем, модели поузданости засновани на вероватноћи, праксом стечено знање и управљање знањем). Агенти у играма (актуелне игре и теоретска подлога агента у њима). Координација и сарадња међу агентима. Онтологије и семантика информација. Језици за представљање онтологија. Амбијентална интелигенција. Опште концептуалне претпоставке, домен стратегије, пословни аспекти, математичке основе, и неке социолошке основе интелигентних информационих система. Web 2.0, Семантички Web, Социјалне Мреже, Wiki, Колаборативно таговање, Идентитет, Микроформати, RSS.

**Предмет: Напредне теме у специјализованим информационим системима**

Информациони системи специјалне намене, сервисно-оријентисане архитектуре, засновани на савременим технологијама. Дистрибуирани и реeг-to-реeг информациони системи. Мобилни и свеprisутни информациони системи. Географски, мултимедијални, медицински, пословни, транспортни и интелигентни информациони системи. Командно-управљачки информациони системи. Информациони системи засновани на обради и анализи великог обима података. Информациони системи засновани на принципу издавач-претплатник, системи засновани на догађајима, као и системи за нотификацију догађаја. Middleware специјализованих информационих система: брокери порука, middleware оријентисан на поруке, middleware оријентисан на трансакције и управљање трансакцијама, апликациони сервери. Анализа, пројектовање и имплементација специјализованих информационих система.

**Предмет: Математичка теорија игара**

Увод и општи принципи: Предмет и циљ изучавања теорије игара. Кратки преглед историје теорије игара. Основни појмови и дефиниције математичке теорије игара. Терминологија. Класификација игара. Стратешко и формално размишљање. Значај и дефиниције правила игре. Појам Нешовог еквилибријума. Математички модел Нешовог еквилибријума. Математичка основа логичких игара. Игре са симултаним потезима (статичке игре). Игре са секвенцијалним потезима (динамичке игре). Опште класе игара и стратегија: Кооперативне и некооперативне игре. Карактеристичне игре. Игре вештине, игре шанси, игре стратегије. Формална дефиниција игара. Стратешки и тактички потези. Примене математичке теорије игара. Примене у компјутерским логичким играма. Математичке основе алгоритама логичких игара. Остале примене.

**Предмет: Напредне теме у образовним технологијама**

Истраживачки рад на надоградњи постојећих и развоју нових софтверских средстава за подршку учењу. НСИ у учењу. Прилагођавање софтверских алата опште намене за примене у учењу. Развој нових алата за подршку колаборативном учењу, за тестирање подржано рачунаром, итд. Методи, технике и алати за испитивање квалитета софтверских средстава за подршку учењу. Евалуација развијених алата у погледу техничког и едукативног квалитета.



**Предмет: Напредне теме из меморијских система**

Технологије меморијских медијума. Хијерархијска организација меморије. Кеш меморије у више нивоа. Неблокирајуће кеш меморије. Кеш трага инструкција. Динамичке RAM (DRAM) меморије. Пројектовање главне меморије засноване на DRAM чиповима. Коришћење предиктора у меморијама. Смањење латенције DRAM меморије коришћењем предиктора. Видео меморије. Флеш меморије. Откривање и исправљање грешака у меморији. Магнетни дискови и оптичке меморије. Редундантна поља магнетних дискова (RAID). Меморије будућности.

**Предмет: Генерисање и перцепција звука**

Генерисање говорног и музичког сигнала, као и шума потребног за мерења у акустици. Простирање звука у отвореном и затвореном простору. Перцепција звука. Конструкција и анализа рада савремених уређаја за снимање и репродукцију. Акустика затворених простора. Озвучавање. Бука као нежељени звук и одговарајућа заштита. Стварање звучних ефеката са унапред дефинисаним карактеристикама. Стандарди и норме акустичког квалитета. Акустичке мерне технике.

**Предмет: Аудио комуникације**

Аудио сигнали (дефиниције, појмови). Карактеристике говорног и музичког сигнала. Аудио комуникациони системи (структура и особине). Улазно и излазно акустичко окружење (извори и пријемници звука, просторно окружење). Аудиторне сцене (анализа и синтеза). Субјективни ефекти звука. Аудио уређаји. Обрада аудио сигнала – анализа, филтрирање, динамичка обрада. Аудио ефекти. Синтеза звука. Просторност звучне слике и 3Д звук. Аудиторна виртуелна окружења. Аудио рестаурација. Перцептуално кодовање и аудио компресија. Раздвајање извора и деривација говора. Анализа и обрада говора. Мера квалитета аудио сигнала (квалитет говора - разумљивост). Аудиометрија и аудиологија. Слушни апарати.

**Предмет: Антене и простирање**

Анализа антена и антенских низова (аналитичке и нумеричке методе). Синтеза антена и антенских низова. Софтверски алати за анализу и синтезу антена, антенских низова и антенских система. Поступци за пројектовање различитих класа антена које имају практичну примену у савременим бежичним комуникационим системима. Адаптивне антенске структуре. Напредне технике DOA естимације. Моделовање простирање ЕМ таласа. Предикција ЕМ поља у различитим локал-специфичним регионима и за различите сервисе. Неуронски модели за предикцију ЕМ поља. Примена нумеричких, емпиријских, неуронских и хибридних метода у моделовању простирања ЕМ таласа. Поступци у реализацији локал специфичних неуронских и хибридних емпиријско-неуронских (ХЕН) модела са повећаном ефикасношћу предикције нивоа електричног поља на траси простирања.

**Предмет: Примена неуронских мрежа у телекомуникацијама**

Неурон и природни нервни систем. Вештачке неуронске мреже. Типови вештачких неуронских мрежа. Вишеслојне неуронске мреже. Рекурентне неуронске мреже. Обучавање и тестирање неуронских мрежа. Модели базирани на неуронским мрежама. Неуронски модели базирани на принципу црне кутије. Неуронски модели базирани на знању. Хибридни емпиријско-неуронски модели. Анализа постојећих решења примене неуронских мрежа за различите апликације у области телекомуникација. Примери софтверских пакета који се користе за рад са вештачким неуронским мрежама. Имплементација неуронских модела у САД софтверске пакете за примене у телекомуникацијама.

**Предмет: Сателитски комуникациони системи**

Архитектура сателитских комуникационих система. Класификација сателита. Орбите сателита. Лансирање, позиционирање и одржавање сателита на орбити. Архитектура сателита - сателитски подсистеми. Анализа сателитског линка. Модулационе технике у сателитским комуникационим системима. Технике вишеструког приступа сателиту - вишеструки приступ на бази фреквенцијске расподеле канала, вишеструки приступ на бази временске расподеле канала, вишеструки приступ на бази различитости кодова. Комуникациони сателити. Сателитска телефонија. Сателитска телевизија. Пренос података преко комуникационих сателита. VSAT системи. Архитектура земаљске станице. Сателитски навигациони системи. GPS, GLONASS, GALILEO. Интеграција GPS-а и географских информационих система.

**Предмет: РФ и микроталасни појачавачи**

Модели микроталасних транзистора (MOSFET, MESFET, HEMT, BJT, HBT) –Модели транзистора за мале сигнале, нелинеарни модели, моделовање шума. Поступак пројектовања малешумног појачавача. Појачавачи снаге у класи-А, АБ, Б, Ц. Појачавачи снаге високе ефикасности (класа-Ф, инверзно Ф, D, E, J...). Линеаризационе технике. Технике за повећање ефикасности појачавача снаге.

**Предмет: Електромагнетна компатибилност и интегритет сигнала**

Општи ЕМС концепти и технике. Извори електромагнетске интерференције (ЕМИ). Репрезентација и карактеризација ЕМИ сигнала. Механизми за преношење интерференције. Технике за контролу интерференције. Спрега електромагнетског поља са вишепроводничким водовима. Нумеричке симулационе технике (TLM, FDTD, FEM, MoM). Нумеричка симулација спреге између интегрисаних електронских система. Принципи пројектовања компактних вишефункционалних интегрисаних кола (System in a package - SoP и System on chip - SoC). Вишеслојне штампане плоче (PCBs, PWBs). Дистрибуција такта и напајања.

**Предмет: Детекција сигнала у шуму**

Шот шум. Линеарни системи. Фактор шума. Оптимални линеарни системи. Нелинеарни системи - директни метод. Нелинеарни системи - метод трансформације. Статистичка детекција сигнала. Оптималан пријем сигнала у шуму. Детекција познатог и непознатог сигнала у белом и обојеном Гауссовом шуму. Максимизација односа сигнал/шум и прилагођени филтри. Оптимални филтар за обојени шум. Апостериори теорија пријема. Статистичка теорија детекције. Детекција на основу једног одмерка. Детекција на основу више одмерака. Оптимална детекција радарског сигнала. Процена параметара сигнала.

**Предмет: Комуникациони алгоритми и примена**

Линеарна предикција и Винеров филтар. Адаптивни трансверзални филтар. LMS, RLS алгоритам и њихове варијације. Адаптивни алгоритам за еквилизацију канала. DFB еквализер и његове варијације. Алгоритми за синхронизацију. Основни алгоритми за синхронизацију учестаности, алгоритми за временску синхронизацију и алгоритми за синхронизацију PN секвенце. Имплементација комуникационих алгоритама. Специфична примена комуникационих алгоритама на бази софтвера у одговарајућим DSP процесорима и на бази хардвера тј. FPGA и ASIC кола.

**Предмет: Пакетске транспортне мреже**

Прелазак са TDM технологија на пакетске транспортне мреже. Протоколи сигнализације и рутирања у пакетским мрежама. Оптичке мреже следеће генерације: OTN, NG-SDH, NG-WDM, G-PON. Широкопојасне технологије у мобилним мрежама: EDGE, HSPA, LTE, стандардни WiMAX, мобилни WiMAX. Примена Carrier Ethernet-a у испоручивању нових (triple play) сервиса.

**Предмет: Теорија информација и изворно кодовање**

Шенонова ентропија и диференцијална ентропија. Проширење Шенонове информације и ентропије (друге информационе мере или ентропије). Марковљеви ланци и скривени Марковљеви модели. Теорија зависности брзине од изобличења. Изворно кодовање фиксне дужине кодних речи. Изворно кодовање променљиве дужине кодних речи.

**Предмет: Статистичка обрада сигнала**

Случајни сигнали. Системи за адаптивну обраду случајних сигнала. Алгоритми адаптације. Идентификација система. Предикција. Адаптивно потискивање интерференције. Оптимални пријемници за системе са интерсимболском интерференцијом. Поступци еквилизације: линеарна еквилизација, еквилизација са повратном спрегом, итеративна еквилизација. Адаптивна линеарна еквилизација. Адаптивна еквилизација са повратном спрегом. Рекурзивни алгоритми за адаптивну еквилизацију засновани на методу најмањих квадрата. Примена Витербијевог алгоритма на еквилизацију. Итеративно декодовање. BCJR (Bahl-Cocke-Jelinek-Raviv) алгоритам. Монте Карло симулације и importance sampling метод. Софтверска имплементација у МАТЛАБ-у.

**Предмет: Дигиталне комуникације у каналу са федингом**

Карактеризација и моделовање канала са федингом. Фединг по више путања. Логнормални ефекат сенке. Брз и спор фединг. Фреквенцијски селективан и неселективан фединг. Моделовање канала са равним федингом. Кохерентна детекција. Оптимални пријемници за канале са федингом. Технике комбиновања за смањење утицаја фединга: контрола предајне снаге, диверзити системи са различитим техникама комбиновања улазних сигнала (EGC, MRC, SC, GSC, T-GSC). MIMO системи. Оптимално комбиновање: Диверзити технике за комуникацију у каналима са федингом у присуству интерференце.

**Предмет: Кохерентни оптички телекомуникациони системи**

Кохерентна детекција у оптичким комуникацијама. Разлике између IM/DD и кохерентних система. Формати модулације. Генерисање RZ-DPSK сигнала. Хомодинска и хетеродинска детекција. Балансна детекција. Квадратурни пријемници. Синхрона и асинхрона демодулација. Интерфереометријска детекција. Фазни шум. Фазни и поларизациони диверзити. Поларизациона модулација. Мултиплексирање оптичких сигнала. TDM, FDM, WDM, SCM, CDMA. Поларизациони мултиплекс. Међуфазна модулација. Спектрална ефикасност IM/DD и кохерентних канала. Квантна граница капацитета.

**Предмет: Теорија и примене софтверског радија**

Еволуција радио технологије. Архитектуре примопредајника. Антене и улазни део пријемника. Дигитална обрада сигнала различитих брзина. Директна дигитална синтеза (ДДС). Аналогно дигитална и дигитално аналогна конверзија. Увод у паметне антене алгоритме за обраду сигнала у основном опсегу. Антенски низови и усмеравање дијаграма зрачења. Дигитални хардвер за софтверски радио. Софтверски методи за софтверски радио. Когнитивно умрежавање.

**Предмет: Напредне технике моделовања за РФ апликације**

Теоријски аспекти поступака моделовања као саставног дела процеса пројектовања. Преглед најшће коришћених техника моделовања за РФ апликације. Упознавање са одабраним техникама моделовања. Моделовање компонената и склопова за примену у РФ и микроталасним комуникацијама. Моделовање простирања код мобилних комуникационих система. Примена вештачких неуронских мрежа за моделовање у РФ и микроталасним комуникацијама. Развој модела у одабраној области.

**Предмет: Оптичке телекомуникације у слободном простору**

Основе технологије бежичних оптичких телекомуникација. Интеграција ФСО у оптичке мреже. Комуникације дугог домета, сателитске оптичке комуникације. Бежичне оптичке комуникације у затвореном простору. Кохерентна и некохерентна детекција. Карактеристике, модулационе технике и пропагациони ефекти. Оптичке компоненте за ФСО. Обрада сигнала у оптичком и електричном домену. Диверзитски пријем сигнала са различитим начинима комбиновања.

**Предмет: Технике дигиталног управљања**

Савремена теорија дигиталних система управљања. Процес дискретизације у теорији дигиталног процесирања сигнала и теорији дигиталног управљања. Унифицирани прилаз анализи и синтези система дигиталног управљања.

**Предмет: Оптимално управљање**

Варијациони метод. Принцип максимума. Нормални и сингуларни проблем оптималног управљања. Структура оптималног регулатора. Пројектовање оптималних регулатора. Одабрана поглавља из оптимизације динамичких система. Динамичко програмирање. Белман-Хамилтон-Јакобијева диференцијална једначина. Решење као функција вектора стања. Сингуларно управљање у неким проблемима са линеарним системом и квадратним функционалом. Оптимално управљање дискретним системима.

**Предмет: Системи променљиве структуре**

Појам система променљиве структуре и клизних режима. Континуални и дискретни клизни режими. Квазиклизни режими. Особине система с клизним режимима. Услови инваријантности. Проблеми математичког описивања клизних режима. Метода Филипова. Метода еквивалентног управљања. Стабилност система с клизним режимом. Системи са скаларним и векторским управљањем. Методе реализације клизних режима код мултиваријабилних система. Методе за ублажавање треперења. Проблеми реализације система с клизним режимима. Клизних режима код система са коначним нулама. Реализација клизних режима на основу мерења улаза и излаза објекта. Примери практичне примене клизних режима.

**Предмет: Дистрибуирано рачунарско управљање**

Конфигурација дистрибуираних управљачких система. Комуникационе мреже. Управљачки алгоритми у дистрибуираним управљачким системима. Економска оправданост дистрибуираног управљања. Евалуација дистрибуираних рачунарских управљачких система. Микрорачунарске управљачке мреже. Трендови у дистрибуираном рачунарском управљању.

**Предмет: Управљање манипулаторима**

Проблем управљања у роботизи. Хијерархија управљачких закона у роботизи. Основни ниво управљања у роботизи. Моделирање механизма робота. Модели актуатора и сензора. Рас-прегнуто управљање. Линеарни закони управљања. Управљање са срачунатим моментом. Проблем праћења трајекторије. Централизовано управљање. Централизовано потискивање по- ремећаја. Робустно управљање. Импедансно управљање. Адаптивно управљање. Инте-ли-гентни контролер на бази модела интеракције. Контролери са отвореном архитектуром. Специфичности контролера робота. Програмирање робота. Интеграција робота у производњу.

**Предмет: Предиктивно управљање**

Робустно предиктивно управљање засновано на моделу процеса (МРС). Типови несигурности система. Управљање у отвореној и затвореној петљи. Номинална робустност. Пројектовање робустних МРС за линеарне системе. Синтеза робустних МРС за нелинеарне системе. Естимација стања система. Естимација покретног хоризонта. Проширени

Калманов филтер. Парцијално филтрирање. Комбинација естимације покретног хоризонта и парцијалног филтрирања. Пројектовање MPC засновано на излазу система. Линеарни системи са ограничењима. MPC без офсета. Нелинеарни системи са ограничењима. Дистрибуирано MPC (DMPC). Уводна разматрања и постојећи резултати. Игра са два играча без ограничења. Игра са два играча са ограничењима. Игра са М играча са ограничењима. Нелинеарни DMPC. Закони управљања код линеарних система са ограничењима.

### III година

ШИФРА	Назив предмета	Наставник/наставници на предмету	П	СИР	ЕСПБ
2СИР3	Студијски истраживачки рад 3			20	30
23Р	Докторска дисертација				30