

UNIVERZITET U NIŠU ELEKTRONSKI FAKULTET

AKADEMSKE STUDIJE

A. Osnovne studije

A.1. Studijski program: ELEKTROTEHNIKA I RA UNARSTVO

A.1.1. Modul: RA UNARSTVO I INFORMATIKA

A.1. 2. Modul: TELEKOMUNIKACIJE

A.1.3. Modul: UPRAVLJANJE SISTEMIMA

A.1.4. Modul: ELEKTRONIKA I MIKROPROCESORSKA TEHNIKA

A.1.5. Modul: ELEKTROENERGETIKA

A.1.6. Modul: ELEKTRONSKE KOMPONENTE I MIKROSISTEMI

A.1. Studijski program: ELEKTROTEHNIKA I RA UNARSTVO

(prva godina je zajednička a izbor modula se vrši pri upisu druge godine)

	Naziv predmeta	asovi	Bodovi
I			
	Matematika I	3+3+0	7
	Osnovi elektrotehnike I	3+3+0	7
	Fizika	2+2+1	6
	Uvod u računarstvo	2+2+1	7
	Društvo i održivi razvoj	2+0+0	3
		12+10+2	
II			
	Matematika II	3+3+0	7
	Algoritmi i programiranje	3+2+1	7
	Osnovi elektrotehnike II	3+2+1	7
	Elektronske komponente	2+1+1	6
	Poslovne komunikacije	2+0+0	3
		12+8+3	

Nastavni programi predmeta I i II semestra:

Predmet: Fizika

Osnovne veličine i merne jedinice. Kinematika i dinamika materijalne tačke. Elastičnost. Toplota i temperatura. Osnovi termodinamike. Mehanika oscilacije. Mehanika talasa. Geometrijska optika. Fizička optika. Kvantna optika. Osnovi atomske fizike. Osnovi nuklearne fizike. Osnovi fizike elementarnih čestica.

Predmet: Osnovi elektrotehnike I

Uvod u elektrostatiku. Osnovni zakoni elektrostatike. Polje. Potencijal. Kinetika stalnih struja. Osnovni zakoni i metode rešavanja električnih kola stalnih struja.

Predmet: Matematika I

Osnovni pojmovi iz algebre. Elementi teorije grafova. Algebarske strukture. Polje realnih i kompleksnih brojeva. Linearni prostori. Prostor prosto-periodičnih oscilacija. Matrice i determinante. Inverzija matrica. Sistemi linearnih jednačina. Ekvivalentni sistemi vektora i matrica. Analitička geometrija u R³ prostoru. Algebarski polinomi. Hurwitzovi polinomi. Spektralna teorija operatora i matrica (problem sopstvenih vrednosti).

Predmet: Uvod u računarstvo

Računar kao programabilna mašina. Predstavljanje podataka: tipovi podataka, numerički podaci, kodiranje, nenumerički podaci, formati grafičkih podataka. Strukture podataka. Baze podataka. Osnovne programske strukture. Elementi Booleove algebre i teorije automata. Digitalna logika i digitalni sistemi. Predstavljanje podataka na mašinskom nivou. Organizacija procesora i elementi asemblerskog jezika. Memorijski sistem. Jezici visokog nivoa. Programski prevodioci. Razvoj softvera. Struktura softvera. Računarske mreže. Internet kao globalna računarska mreža.

Predmet: Društvo i održivi razvoj

Pojam i osnovne kategorije društvenog razvoja. Pregled teorija o društvenom razvoju. Održivi razvoj. Pojam i kriterijumi održivosti. Perspektive.

Predmet: Osnovi elektrotehnike II

Elektro-magnetizam. Osnovni pojmovi i zakoni. Elektromagnetska indukcija i elektromagnetsko polje. Kola sa prosto-periodičnom eksitacijom. Metode rešavanja i analiza kola.

Predmet: Matematika II

Relacije i preslikavanje. Osobine realnih brojeva. Osnovne osobine realnih funkcija. Nizovi i konvergencija. Granične vrednosti funkcija. Neprekidnost funkcija. Diferenciranje funkcija jedne realne promenljive. Integracija funkcija jedne realne promenljive. Primene određenog integrala.

Predmet: Algoritmi i programiranje

Algoritamski pristup rešavanju problema. Svojstva algoritama. Strategije implementacije. Strukturno programiranje. Osnovne upravljačke strukture. Potprogrami, procedure i funkcije. Strukturni tipovi podataka (polja, datoteke, nizovi, itd.). Pregled metodologija programiranja. Programiranje u C-u.

Predmet: Elektronske komponente

Pasivne komponente. Komponente sa izvodima i komponente za površinsko montiranje (SMD). Komponente sa izvodima. Komponente za površinsko montiranje. Kućišta. Lemljenje komponenta. **Štampane ploče.** Jednoslojne štampane ploče. Višeslojne štampane ploče. Štampane ploče za površinsku montažu. **Otpornici.** Nenamotani otpornici stalne otpornosti. Namotani otpornici stalne otpornosti, Otpornici promenljive otpornosti. Otpornici sa nelinearnom promenom otpornosti. **Kondenzatori.** Kondenzatori stalne kapacitivnosti. Kondenzatori promenljive kapacitivnosti. Varikap diode. **Kalemovi.** Kalemovi bez jezgra. Kalemovi sa jezgrom. **Transformatori i prigušnice.** Konstrukcija i proračun. Tipovi magnetnih jezgara. Mrežni transformatori. Feritni transformatori. Prigušnice. **Osnovne osobine poluprovodnika.** Provodnici, izolatori, poluprovodnici. Elementarni poluprovodnici. Provodnost poluprovodnika, donori i akceptor. Osnovi PN spoja. Vrste i kretanje naelektrisanja kroz poluprovodnik. Proboj PN spoja (tunelski i lavinski proboj). **Diode.** Struktura diode. Direktna i inverzna polarizacija diode. Strujno-naponska karakteristika. Probojne karakteristike diode. Električni model diode. Tipovi dioda (Zener, lavinska dioda). Primena dioda u električnim kolima. **Bipolarni tranzistor.** Osnovna struktura i princip rada. Strujno-naponske karakteristike (izlazne i prenosne karakteristike). Pojava anje tranzistora. Režimi rada bipolarnog tranzistora (sprega sa zajedničkim emitorom, bazom i kolektorom). Osnovni električni model bipolarnog tranzistora. Bipolarni tranzistor kao prekidač i pojačavač. Jednostavni primeri primene tranzistora. **MOS tranzistor.** Osnovna struktura i princip rada n-kanalnog i p-kanalnog MOS tranzistora. Strujno-naponske karakteristike (napon, praga, izlazna i prenosna karakteristika, pojava anje tranzistora). Režimi rada MOS tranzistora. Osnovni električni model MOS tranzistora. MOS tranzistor kao prekidač i pojačavač. Jednostavni primeri primene MOS tranzistora. CMOS inverter. **Optoelektronske komponente.** Princip rada i fotodetekcija (fotoefekat, fotostruja, generacija i rekombinacija nosilaca, kapacitivnost i unutrašnja otpornost). Fotodetektor (fotodioda i fototranzistor), LED, laserske diode, solarne ćelije. Osnovne strukture i električne karakteristike. Osnovni električni modeli. Jednostavni primeri primene. **Osnovi integrisanih kola (IC).** Principi integracije. Vrste integrisanih kola. Kućišta i oznake.

Predmet: Poslovne komunikacije

Komunikacije u poslovnom svetu. Pisanje poslovnih pisama i izveštaja. Prezentacija rezultata i njihova vizuelizacija. Multimedijalne prezentacije. Lično predstavljanje (CV). Internet prezentacije. Pretraživanja. Bibliotekski standardi.

A.1.1. Modul: RA UNARSTVO I INFORMATIKA

Predmeti	Nedeljni fond casova	ESPB
SEMESTAR III	P+R+L	
Matemati ki metodi u ra unarstvu	3+2+1	6
Digitalna elektronika	2+2+1	6
Objektno-orijentisano programiranje	2+2+1	6
Ra unarski sistemi	2+2+1	6
Logi ko projektovanje	2+2+1	6
	Bodova	30
SEMESTAR IV		
Arhitektura i organizacija ra unara	2+2+1	6
Strukture podataka	2+2+1	6
Programski jezici	2+2+1	6
Baze podataka	2+2+1	6
Diskretna matematika	2+2+0	6
	Bodova	30
SEMESTAR V		
Engleski jezik I	2+0+0	3
Operativni sistemi	2+2+1	6
Ra unarske mreže	2+2+1	6
Softversko inženjerstvo	2+2+1	6
Izborni predmeti 1 i 2 sa LISTE A (minimalno 10 ESPB)		10
	Bodova	31
SEMESTAR VI		
Engleski jezik II	2+0+0	3
Vešta ka inteligencija	2+2+1	5
Mikrora unarski sistemi	2+2+1	5
Objektno orijentisano projektovanje		5
Izborni predmeti 3 i 4 sa LISTE B (minimalno 12 ESPB)		12
	Bodova	30
SEMESTAR VII		
Programski prevodioci	2+2+1	6
Ra unarska grafika	2+2+1	6
Izborni predmeti 5, 6 i 7 sa LISTE C (minimalno 18 ESPB)		18
	Bodova	30
SEMESTAR VIII		
Stru na praksa		3
Socijalni i pravni aspekti informatike	2+1	3
Paralelni sistemi	2+2+1	5
Izborni predmeti 8 i 9 sa liste C (minimalno 12 ESPB)		12
Završni rad		8
	Bodova	31

Liste izbornih premeta za modul

LISTA A	ESPB	P+R+L	SEMESTAR
Telekomunikacije	6	2+2+1	V
Automatsko upravljanje	6	2+2+1	V
Elektronska merenja	6	2+2+1	V
Osnovi analize signala i sistema	6	2+2+1	V

LISTA B	ESPB	P+R+L	SEMESTAR
Interakcija ovek ra unar	6	2+2+1	VI
Sistemi baza podataka	6	2+2+1	VI
Web programiranje	6	2+2+1	VI
Informacioni sistemi	6	2+2+1	VI

LISTA C	ESPB	P+R+L	SEMESTAR
Projektovanje ra unarskih mreža	6	2+2+1	VII
Projektovanje ra unarskog hardvera	6	2+2+1	VII
Metodi i sistemi za obradu signala	6	2+2+1	VII
Zaštita informacija	6	2+2+1	VII
Napredne baze podataka	6	2+2+1	VII
Arhitektura i projektovanje softvera	6	2+2+1	VII
Multimedijalni sistemi	6	2+2+1	VIII
Mobilni sistemi i servisi	6	2+2+1	VIII
Prepoznavanje uzoraka	6	2+2+1	VIII
Inteligentni informacioni sistemi	6	2+2+1	VIII

Nastavni programi

III semestar

Matematika III

Redovi. Brojni redovi. Pozitivni redovi. Alternativni redovi. *Funkcionalni redovi.* Potencijalni redovi. Fourierovi redovi. *Funkcije više promenljivih.* Grani ne vrednosti i neprekidnost. Parcijalni izvodi i diferencijali prvog i višeg reda. Lokalni ekstremumi. Uslovni ekstremumi. Globalni ekstremumi na zatvorenoj oblasti. *Obi ne diferencijalne jedna ine.* Diferencijalne jedna ine prvog reda. Linearne diferencijalne jedna ine prvog i višeg reda. Sistemi diferencijalnih jedna ina.*Elementi verovatno e i statistike.* Diskretne i neprekidne slu ajne veli ine. Funkcija, zakon i gustina raspodele verovatno a. Višedimenzionalne slu ajne veli ine. Uslovne raspodele i nezavisnost slu ajnih veli ina. Numeri ke karakteristike slu ajnih veli ina. Matemati ko o ekivanje, momenti, disperzija, standardna devijacija. ebiševljeva nejednakost i pravilo “tri sigme”. Karakteristi na funkcija i osobine. Raspodele slu ajnih veli ina. Grani ne teoreme. Osnovni pojmovi statistike. Populacija, slu ajni uzorak, Centralna teorema statistike. Statisti ke raspodele. Ocene parametara i efikasnost ocene. Intervali poverenja. Testiranje hipoteza.

Digitalna elektronika

Prekida ke karakteristike tranzistora. Kombinaciona kola, moduli i mreže. Bulova algebra i na ini predstavljanja brojeva. Osnovna logi ka kola. Koderi, dekoderi, multiplekseri, demultiplekseri. Potpuni sabira , komparator binarnih brojeva, aritmeti ko logi ka jedinica (ALU). Sistemi za sabiranje binarnih brojeva, jedinica za predvi anje prenosa (CLA). Množa i binarnih brojeva, delitelji binarnih brojeva, minimalna hardverska struktura procesora. Sekvencijalna kola, moduli i mreže. Flip-flopovi (RS, JK, D, T). Registri (prihvatni, pomera ki i broja ki). Memorije (ROM, RAM, PLA, PAL). Sistem za akviziciju signala. Senzori i pretvara i. Kola uzorkovanja i držanja (S & H). D/A konvertori i A/D konvertori.

Objektno orijentisano programiranje

Apstrakcija podataka. Moduli kao sredstvo apstrakcije. Klase i objekti. Nasle ivanje i polimorfizam. Apstraktne klase i interfejsi. OO programski jezici. Stati ka i dinami ka implementacija OO jezika. Smalltalk kao potpuno OO jezik. Elementi jezika C++. Elementi jezika Java. Razvoj OO aplikacija.

Ra unarski sistemi

Pregled osnovnih komponenti ra unarskih sistema. Organizacija ra unarskog sistema. Procesor. Memorijski podsistem. Magistrale. Ulazno/izlazni (U/I) podsistem. Struktura procesora i njegove funkcije. Registarski skup. Pribavljanje i izvršenje instrukcija. Aritmeti ko-logi ka jedinica (realizacije ra unskih operacija). Predstavljanje numeričkih podataka. Predstavljanje nenumeričkih podataka. Sistem prekida. Programski model mikroprocesora. Primeri. Asemblersko programiranje. Na ini adresiranja. Skup instrukcija. Tipovi instrukcija. Naredbe za prenos podataka. Aritmetičke naredbe. Logičke naredbe. Naredbe grananja i programske petlje. Makro naredbe. Procedure. Potprogrami i prenos parametara. Prekidni programi. Organizacija ulaza/izlaza. Paralelni i serijski U/I. U/I uređaji. Programirani U/I. U/I upravljanje prekidima. U/I direktnim pristupom memoriji.

Logi ko projektovanje

Osnove prekidacke teorije. Algebarske strukture za logičko projektovanje. Predstavljanje diskretnih funkcija, klasični pristupi, funkcionalni razvoji, dijagrami odlučivanja. Klasifikacija prekidackih funkcija. Klasični pristupi realizaciji prekidackih funkcija. Multipleksterska sinteza. Realizacija prekidackih funkcija programabilnim kolima, PLA, realizacije primenom ROM, FPGA. Booleova diferencijalna jednačina i primene u otkrivanju gresaka. Lako testabilne realizacije. Sekvencijalne mreže, kodiranje i optimizacija. Realizacija sekvencijalnih mreža.

IV semestar

Arhitektura i organizacija ra unara

Programi i njihovo izvršavanje na ra unaru. Arhitektura skupa instrukcija. Na ini adresiranja. Sistem prekida ra unara. Performanse ra unara. Implementacija procesora: putevi podataka procesora i upravljačka jedinica. Proto no izvršavanje instrukcija. Hazardi i mere za njihovo prevazilaženje. Izvršavanje aritmetičkih operacija sa celobrojnim i realnim podacima. Elementi memorijskog sistema. Hijerarhijska organizacija memorijskog sistema. Keš memorija. Glavna memorija. Virtuelna memorija. Sprega procesora sa memorijom i ulazno-izlaznim podsistemom ra unara.

Strukture podataka

Osnovni tipovi podataka. Jednostavne i složene strukture podataka. Statički i dinamički strukture podataka. Liste: jednostruko povezane, dvostruko povezane, ciklične. Redovi, magacini, tablice, skupovi. Stabla: binarna, uravnotežena, ulančana, stabla traženja, gomila, B, B*, B++ stabla. Složenost i ocena složenosti algoritama. Datoteke: sekvencijalne, direktne, indeks-sekvencijalne, indeks-nesekvencijalne, datoteke sa više ključeva. Rasuto adresiranje. Sortiranje. Praktični rad: realizacija karakteristika njihove strukture i algoritama u programskim jezicima C/C++/JAVA.

Programski jezici (2+2+1)

Razvoj programskih jezika. Formalni opis jezika. Sistem tipova podataka. Strukturni tipovi podataka. Dinamički tipovi podataka. Potprogrami i moduli. Apstrakcija. Jezici za konkurentno programiranje. Obrada izuzetaka. Mehanizmi niskog nivoa. Integrisana razvojna okruženja. Uvod u programske prevodioce. Struktura kompilatora.

Baze podataka

Osnovni koncepti baza podataka. Modeli podataka: ER, EER, UML, relacioni. Konverzija iz ER/EER/UML u relacioni model podataka. Relaciona algebra. Relacioni ra un. Relacioni upitni jezik - SQL. Projektovanje i implementacija relacione baze podataka. Funkcijske zavisnosti, višeznačne zavisnosti, zavisnosti spoja, normalne forme, postupci normalizacije. Ograničenja integriteta. Ugrađeni SQL, ODBC i JDBC. Implementacija aplikacija nad bazom podataka. Praktičan rad

Diskretna matematika

Elementi matematike logike i skupova. Iskaz. Iskazne rešenice. Iskazne forme. Aksiomatski sistemi. Kompletnost u iskaznoj algebri. Matematika ka indukcija. Skupovi. Operacije sa skupovima. Princip uključenja-isključenja. *Relacije i funkcije.* Dekartov proizvod. Relacije. Predstavljanje relacije. Kompozicija relacija. Zatvaranje relacija. Varšalov algoritam. Realizacije ekvivalencije. Realizacije poretka. Funkcije. *Celi brojevi.* Deljivost brojeva. Paskalov kriterijum. Najmanji zajednički sadržalac. Euklidov algoritam. Najveći i zajednički delilac. Diofantove jednačine. Prosti brojevi. Osnovna teorema aritmetike. Modularna aritmetika. Mala Fermatova teorema. Ojlerova funkcija. Gausova formula. Rešavanje kongruentnih jednačina. Kineska teorema ostatka. *Binarne matrice.* Permutacione matrice. Permanentne matrice. Sistemi različitih predstavnika. *Funkcije generatriše.* Rekurentni nizovi. *Kombinatorika.* Prebrojavanja. Permutacije. Varijacije. Kombinacije. Particije. Kompozicije. Kombinatorni zadaci sa prebrojavanjem. Sortiranje. Pretraživanje. Kombinatorne konfiguracije. Uravnotežene nepotpune blok-šeme. Sistemi trojki Štajnera. Sistemi trojki Kirkmana. Diferencni skupovi. Formiranje blok-šema. Latinski pravougaonik. *Grafovi.* Definicije. Srodne konfiguracije. Predstavljanje grafova. Delovi grafa. Putevi u grafu. Povezanost. Tranzitivno zatvaranje. Izomorfizam grafova. Stablo. Planarni grafovi. Bojenje grafa.

V semestar

Predmet: Engleski jezik I

Sadržaj predmeta engleski jezik I je engleski za akademske i profesionalne namene u oblasti elektronike. Pretpostavlja se znanje opšteg engleskog na srednjem (intermediate) nivou a obrađuje stručni engleski. Osnovni ciljevi nastave su metodička obrada savremenih stručnih tekstova i usvajanje i proširivanje znanja tehničkih terminologije, upoznavanje studenata sa specifičnim strukturama jezika nauke i tehnike, kao i sistematizacija relevantne gramatike. Najviše su zastupljene veštine: čitanje, razumevanje izvornog engleskog, govor, prevođenje. Na kraju kursa studenti treba da su u mogućnosti da izlažu/razumeju osnovne teme vezane za svoju struku.

Operativni sistemi

Uloga i zadaci operativnog sistema. Razvoj, struktura i pregled operativnih sistema. Hardverske osnove za ostvarivanje funkcija operativnog sistema. Programi, programski zadaci, procesi i niti unutar ra unarskog sistema. Međusobno isključivanje niti. Jezgra operativnog sistema. Komunikacija između niti, sinhronizacioni mehanizmi. Na ini dodela procesora nitima. Komunikacija između procesa. Uvažavanje vremenskih ograničenja. Hijerarhija memorijskog prostora. Upravljanje memorijom. Upravljanje fajlovima. Upravljanje ulazom/izlazom. Interfejsi operativnog sistema. Primeri operativnih sistema: UNIX/Linux, MS Windows.

Ra unarske mreže

Arhitekture mreža. Mrežni hardver i softver. Referentni model nivoa protokola. Nivo podataka (servisi, protokoli: HDLC, PPP). MAC i LAN (Ethernet, Token Bus, Token Ring, Fast Ethernet). Nivo mreže (servisi, algoritmi rutiranja, kontrola zagušenja, IP protokol). Transportni nivo (servisi, adresiranje, multipleksiranje i demultipleksiranje, TCP i UDP). Aplikacioni nivo (Domain Name System, WWW, Electronic mail, File transfer). Datagrami i soketi. Stream soketi (HTTP client/server). Zaštita ra unarskih mreža.

Softversko inženjerstvo

Pojam i potreba za softverskim inženjerstvom. Modeli razvoja softvera. Procesi u razvoju softvera, zahtevi i faktori u softverskom inženjerstvu. Osnovne aktivnosti u upravljanju softverskim projektima. Kriterijumi kvaliteta. Standardizacija u oblasti softverskog inženjerstva. Procena vrednosti i troškova razvoja softvera. Osnovni koncepti opisa softvera. Analiza i obrada zahteva. Specifikacija zahteva. Arhitekture softvera. Projektovanje softvera. Principi realizacije softvera. Sistematsko testiranje softvera. Softverska metrika. Upravljanje ljudima. Poboljšanje kvaliteta. Održavanje softvera. Osnovni pojmovi raunarski podržanog softverskog inženjerstva. Izrada projekta u timu.

Telekomunikacije

Prenos informacija. Digitalizacija signala. Osnovi tehnika analognih i digitalnih modulacija. Prenos signala sa proširenim spektrom. Múltipleksni prenos signala. Osnovi kompresije signala. Zapis informacija. Osnovi tehnika kodovanja. Bežni komunikacioni sistemi. Mobilne komunikacije. Satelitske komunikacije. Sistem za globalno pozicioniranje (GPS)

Automatsko upravljanje

Pregled razvoja sistema automatskog upravljanja (SAU). Podela SAU. Modeliranje komponenti linearnih i digitalnih SAU. Struktura SAU. Strukturni blok dijagrami sistema upravljanja. Analiza linearnih sistema u vremenskom, frekventnom i kompleksnom domenu. Stabilnost sistema. Metode za analizu stabilnosti u frekventnom i kompleksnom domenu. Ocena kvaliteta ponašanja sistema i kriterijumi za sintezu. Sinteza kontinualnih SAU. Analiza digitalnih SAU. Funkcija diskretnog prenosa. Stabilnost diskretnih SAU. Sinteza diskretnih SAU. Računarska simulacija SAU. Industrijski kontroleri. Projektovanje i podešavanje industrijskih PID kontrolera. Primeri arhitekture i primena savremenih SAU.

Elektronska merenja

Opšta klasifikacija i karakteristike mernih sistema. Merne metode itehnike kalibracije merila. Greške merenja mernih sistema. Metrološki sistem i sledivost. Izvori mernih signala. Ispitivanje i registrovanje oblika signala. Merenje napona, struje i snage. Merenje frekvencije, faze i vremenskog intervala. Merenje karakteristika signala i sistema. Merenje impedanse, parametara elektronskih kola i poluprovodni kih komponenata. Informacione tehnologije u mernoj instrumentaciji. Virtuelna instrumentacija i vizuelizacija mernih procesa. Interfejsi sistemi. Merno-informacioni sistemi.

Osnovi analize signala i sistema

Predmet se bavi osnovnim elementima analize signala i sistema sa osvrtom na aplikacije u oblasti filtriranja, obrade zvuka i slike, u komunikacijama i automatskom upravljanju. Teme: Predstavljanje signala, Konvolucija, Furieovi redovi i transformacije, Teorija semplanja signala, Laplasova i Z transformacija.

VI semestar

Predmet: Engleski jezik II

Sadržaj predmeta engleski jezik II je engleski za akademske i profesionalne namene u oblasti elektronike. Prvenstveno se obrađuje i uvežbava naučni/tehnički stil u pismenom i usmenom izlaganju. Analiziraju se najznačajnije vrste naučnog/tehničkog diskursa. Studenti rade samostalne projekte u vidu pisanih i usmenih izlaganja na stranicama teme poštujući pravila organizacije stranicnog diskursa i uz relevantnu stranicnu terminologiju. Velika pažnja se posvećuje naučnoj argumentaciji, naime njenog prezentovanja i specifičnostima tog vokabulara. Cilj nastave je da studentima pruži dovoljno predznanja za samostalni rad u struci i za dalje usavršavanje u globalnom kontekstu.

Veština ka inteligencija

Pojam znanja i veština ka inteligencija. Programski jezici veština ka inteligencije. Inteligentni agenti. Formalno predstavljanje problema. Rešavanje problema i traženje (traženje po dubini, po širini, traženje sa uniformnom cenom, A*, min-max traženje i sl). Definicija i karakteristike znanja. Predstavljanje znanja: Logički modeli. Semantičke mreže, Produkcioni sistemi, Okviri. Ekspertni sistemi. Planiranje. Masinsko učenje: Neuronske mreže, Genetski algoritmi. Kratak pregled ostalih oblasti: Robotika, Prepoznavanje govora i slika, Obrada prirodnog jezika, Igre.

Mikroraunarski sistemi

Arhitekture mikroraunarskih sistema. Magistrale mikroraunarskih sistema. Arhitektura mikroprocesora. Programski modeli 16-bitnih i 32-bitnih mikroprocesora. RISC procesori. Način organizacije ulaza/izlaza. Programirani ulaz/izlaz. Sistem prekida. Direktna pristup memoriji (DMA). Paralelni U/I. Serijski U/I. Standardni serijski interfejsi (RS 232c, RS 485). Mikroraunarski način ipu. Mikrokontroleri. Embedded procesiranje, karakteristike embedded raunarsa.

Objektno orijentisano projektovanje

Pregled metoda i tehnika za OO projektovanje. Objektno orijentisano projektovanje korišćenjem UML. Identifikacija elemenata projekta. Identifikacija projektnih mehanizama. Opis run-time arhitekture. Projektni obrasci. Projektovanje Use-Case dijagrama. Projektovanje podsistema. Projektovanje klase: struktura klase, modeliranje stanja, relacije između klasa. Implementacioni model. Projektovanje komponenata. Distribuiranje aplikacije kroz Web servise. Prednost komponenata sa jednostavnijim klasama. Dekompozicija sistema po procesorima, zadacima i threadovima. Preslikavanje projekta na konkurentni sistem. Primer OO projekta realnog sistema.

Informacioni sistemi

Uvod (Kratak pregled primene informacionih sistema, Informatika, Informacione tehnologije, Raunarstvo.) Osnovni koncepti informacionih sistema (Informacione i komunikacione tehnologije kao tehnološka osnova informacionih sistema. Organizacioni aspekti informacionih sistema. Tehnološki aspekti informacionih sistema) Metodi analize i projektovanja informacionih sistema (Analiza izvodljivosti i predlog sistemskog rešenja. Modeliranje i analiza sistema. Projektovanje sistema. Realizacija sistema.) Oblasti primene informacionih sistema za slušaj rešenja sa dostupnim izvornim kodom (Open Source). DMS - Informacioni sistemi za upravljanje i rad sa dokumentima, CMS - Informacioni sistemi za menadžment sadržaja, JMS - Java Messaging Service kao primer komunikacione infrastrukture informacionih sistema, Informacioni sistemi na nivou strategije, DSS - Informacioni sistemi za podršku odlučivanju, Informacioni sistemi za podršku rada sa velikim brojem korisnika - Customer Management Systems, Informacioni sistemi za upravljanje znanjem, Kolaborativni informacioni sistemi.)

Interakcija ovek-raunarski

Ciljevi interakcije ovek-raunarski i odnos sa aplikacijama interaktivnog raunarskog sistema. Psihološki aspekti. Mentalni modeli i projektovanje interfejsa. Metafore. Uloga aji za interakciju ovek-raunarski. Modeli i paradigme interakcije ovek-raunarski. Principi, metodologije projektovanja i izbori kod implementacije za realizaciju interakcije sa aplikacijom. Životni ciklus softvera i definisanje interakcije ovek-raunarski. Analiza, projektovanje i evaluacija interfejsa ovek-raunarski. Standardni i vodiči za realizaciju korisničkog interfejsa. Alati za razvoj korisničkog interfejsa. Razvoj Web interfejsa. Preporuke za razvoj Web interfejsa. Evaluacija korisnosti.

Aktuelni koncepti: 3D interfejsi, Web interfejsi, Groupware. Nove paradigme za interakciju: sveprisutno raunarstvo, virtualna realnost, multi-modalni interfejsi, hipertekst.

Web programiranje

Web kao multimedijalni servis Interneta. HTTP i HTML, Programiranje klijenta (JavaScript i Java applet). Interaktivne Web aplikacije. Programiranje servera (CGI, ASP, PHP). Višeslojne Web aplikacije. XML i aplikacije zasnovane na XML-u. Web servisi.

Sistemi baza podataka

Osnovni koncepti sistema baza podataka. Arhitekture sistema baze podataka. Kratak pregled relacionog modela podataka i relacionih upitnih jezika. Napredne mogu nosti SQL-a. Sistem za upravljanje bazama podataka i primeri ovih sistema. Zapam ene procedure. Trigeri. Sistemski katalog. Indeksne strukture i višedimenzionalni indeksi. Obrada i optimizacija upita. Upravljanje transakcijama. Kontrola konkurencije. Oporavak baze podataka. Sigurnost baze podataka.. Prakti an rad.

VII semestar

Programski prevodioci

Prevo enje jezika niskog nivoa, assembler i makroassembler. Formalni jezici i gramatike, Ure aji za prepoznavanje jezika. leksi ka analiya. Sintaksna analiya. LLk gramatike i analizatori, Operatorske gramatike. LR analizatori. Generatori analizatora (Lex i Yacc). Me ukodovi. Lokalna optimizacija koda. Analiza tipova podataka. Optimizacija koda. Raspodela memorije.

Ra unarska grafika

Uvod u interaktivnu ra unarsku grafiku i sisteme za ra unarsku grafiku. Hardver za ra unarsku grafiku. Rasterski grafi ki algoritmi za crtanje, ispunu i isecanje 2D primitiva (linija, krug elipsa). 2D i 3D geometrijske transformacije. Komponovanje transformacija. Algoritmi za ostvarivanje realnosti prikaza. Modeli boja. Svetlo i modeli osvetljenja. Modeli sen enja. Algoritmi za generisanje senki. Modeliranje krivih i površi (Splajn, Bezierove i NURBS krive i površi). Alati i softver za ra unarsku grafiku. Grafi ki API (GDI, GDI+, OpenGL). Interaktivno grafi ko programiranje.

Projektovanje ra unarskih mreža

Osnovni koncepti umrežavanja (komutacija na nivoima 2 i 3). Identifikacija zahteva i izbor mogu nosti umrežavanja (mrežni modeli, hijerarhijski model projektovanja, planiranje osnovnih servisa, planiranje distribuiranih servisa, planiranje lokalnih servisa, planiranje pouzdanosti mreže – redundansa, pouzdane mrežne topologije). Izbor i planiranje ure aja za umrežavanje. Pasivna mrežna oprema. Pravila i standardi za postavljanje mrežnih instalacija. Testiranje. Projektovanje velikih mreža (rutiranje, skalabilnost; arhitekture velikih mreža: SRB, SNA, APPN, ATM). Komutacija. Implementacija komutacije na više nivoa, redundansa, kvalitet, nadgledanje i sigurnost, transparentni mrežni servisi, VLAN i VTP. Dizajn mreža. Logi ki dizajn; fizi ki dizajn; testiranje, optimizacija i dokumentacija mreže. Proces projektovanja i implementacije mreže. Zahtevi, identifikacija i validacija; dokumentacija dizajna; atestiranje mreža.

Projektovanje ra unarskog hardvera

Proces i tok projektovanja. VHDL opisi osnovnih digitalnih kola. Okruženja za simulaciju i sintezu. Verifikacija kola. Projektovanje aritmeti kih kola. Prezentacija aritmeti kih kola razli tiim VHDL modelima i diskusija kompromisa u projektovanju. Sinhronizacija. Projektovanje složenijih ra unarskih komponenti. VHDL opis i sinteza. Projektovanje procesne jedinice. Projektovanje upravlja kih modula. Projektovanje memorijskog sistema. Projektovanje sistema magistrala. Projektovanje ulazno-izlaznog podsistema. Upravljanje potrošnjom kola. Projektovanje procesora posebne namene.

Metodi i sistemi za obradu signala

Diskretni signali u vremenskom i frekvencijskom podru ju. Diskretna Fourierova transformacija (DFT)i Brza Fourierova transformacija (FFT), z- transformacija i uopštenja. Semplovanje (odabiranje) i rekonstrukcija signala. Diskretni sistemi u vremenskom i frekventnom podru ju. Brza konvolucija. Više-rezolucijska (Multi-rate) obrada signala. Spektralna analiza i kratka (short time) Fourierova transformacija. Projektovanje filtera. Efekti kvantizacije.

Zaštita informacija

Uvod. Šta sve treba štiti i zašto. Tehnike napada, projektovanje sistema zaštite i njegovo održavanje. Fizi ka zaštita sistema. Autorizovani pristup i razvoj sistema sa autorizovanim pristupom. Elementi kriptografije. Simetri na kriptografija tajnim klju em. Sistemi zasnovani na kavnom klju u. Heš funkcije. Sertifikati, izdavanje i održavanje sertifikata. Osnovni sigurnosni protokoli. Zaštita Web servera. Konfigurisanje zaštite Web ita a, zaštita baza podataka. Zaštita mail servera i mail klijenta. Zaštita prenosa podataka.

Napredne baze podataka

Objektno orijentisana (OO) paradigma i baze podataka. Objektno-orijentisane, objektno-relacione i post-relacione baze podataka. Preslikavanje OO na relacioni model podataka. Generatori aplikacija. Objektno-orijentisani upitni jezici. Distribuirane baze podataka. Klijent-server arhitektura i višeslojne arhitekture. Interoperabilnost i integracija informacija. Medijatori, Data Warehouse sistemi i Federativne baze podataka. Baze podataka u Web okruženju. XML i baze podataka. Native XML baze podataka. XML i relacione baze podataka. Upitni jezici za XML baze podataka – XQuery i XPath. Pregled ostalih tipova naprednih baza podataka: sistemi za podršku odlu ivanju, data mining sistemi. mobilne, deduktivne, aktivne, real-time, memorijske, vremenske, nau ne, prostorne, multimedijalne.

Arhitektura i projektovanje softvera

Arhitektura i projektovanje softvera u modelima procesa razvoja softvera. Osnovni principi arhitekture i projektovanja softvera: modularnost, spajanje, kohezija i interfejsi. Arhitekturni stilovi i arhitekturni obrasci. Komponente i okviri. Arhitektura aplikacija na nivou organizacije. Obrasci za e-poslovanje. Arhitektura vo ena modelom (MDA) i razvoj softvera vo en modelom (MDD). Servisno-orijentisana arhitektura i Web servisi. Projektni obrasci i projektni anti-obraci. Refaktoring projektovanja u obrasce.

VIII semestar

Socijalni i pravni aspekti informatike

Inženjerska etika (IEEE Eti ki kod). Doma a i međunarodna pravna regulativa. Autorska prava. Patenti. Zaštita proizvoda. Licenciranje proizvoda. Tehnike zaštite. Garancija. Ugovaranje. Procedure javnih nabavki. Informati ki kriminal. Ra unrasko vesta enje.

Paralelni sistemi

Taksonomija paralelnih računarskih sistema (PRS). Performanse PRS. Napredne tehnike proto- i obrade. Procesorska polja. Sprežne mreže PRS (statičke, dinamičke, jednostepene, višestepene). Rutiranje u mreži. Multiprocesori i multiračunari. Keš koherencija kod multiprocesora (softverske tehnike, hardverske tehnike – “njuškala”, direktorijumske šeme). Interprocesorska komunikacija i sinhronizacija (kritične sekcije, semafori, monitori, tehnika slanja poruka): Paralelni algoritmi i programiranje. Paralelni algoritmi u linearnoj algebri, paralelno sortiranje, pretraživanje, grafovski algoritmi. PVM i MPI.

Multimedijalni sistemi

Uvod i pregled oblasti, Zahtevi multimedijalnog procesiranja. Mreže za multimediju i protokoli za striming informacija. Metode za kompresiju slike, audio i video signala. Potpuni MPEG-4 standard za multimediju. Drugi MPEG standardi. Zaštita multimedijalnih sadržaja i metode za wathermarking. Arhitekture multimedijalnih sistema. Mobilni multimedijalni sistemi. Perspektive razvoja multimedijalnih sistema.

Mobilni sistemi i servisi

Mobilni računarsko-komunikacioni uređaji. Bežične mreže i protokoli. Operativni sistemi, programska okruženja i platforme za razvoj mobilnih aplikacija. Korisni i interfejsi mobilnih aplikacija i servisa. Upravljanje podacima u mobilnim aplikacijama, mobilne baze podataka i transakcije. Mobilna sigurnost. Arhitektura, projektovanje i implementacija mobilnih aplikacija i servisa. Mobilno pozicioniranje. Lokaciono-zasnovani i kontekstno-svesni servisi. Savremene aplikacije: mobilno poslovanje, inteligentni transportni sistemi, turistički vodiči, mobilna zdravstvena zaštita, mobilne igre, itd.

Prepoznavanje uzoraka

Sistemi za prepoznavanje uzoraka, registrovanje i merenje karakteristika objekata. Akvizicija podataka, preprocesiranje i predstavljanje signala. Redukcija kompleksnosti i klasifikacija. Statistički metodi za prepoznavanje uzoraka: Klasifikacija na osnovu minimalne greške; Klasifikacija na osnovu maksimalne sličnosti, EM- algoritam. Primena veštačkih neuronskih mreža u klasifikaciji. SVM (Support Vector Machine) klasifikatori. Dijagrami odlučivanja. Stohastički konačni automati i diskretni markovljevi modeli. Skriveni Markovljevi modeli. Primeri primene prepoznavanja uzoraka.

Inteligentni informacioni sistemi

Opšte konceptualne pretpostavke: modeli podataka, informacija i znanja; osnovne tehnologije (Internet, baze podataka, veštačka inteligencija, pretraživanje informacija); poslovni aspekti; matematičke osnove. Inteligentne baze podataka, deduktivne i aktivne baze podataka, Inteligentno pretraživanje informacija. Web i inteligentni informacioni sistemi: Web 2.0, Semantički Web, Socijalne Mreže, Kolaborativni Sistemi, Proširljive i mreže malog dijametra. Arhitekture inteligentnih informacionih sistema: servisima orijentisane i multi-agentne arhitekture. Pretraživanje i pregledavanje informacija: Web agenti, inteligentni Web alati, Web mašine za pretraživanje i problem semantike. Upravljanje informacijama, protok informacija, integracija struktuisanih i polu-struktuisanih izvora informacija, XML i RDF zasnovani na predstavljanju informacija.

Završni ispit

Zadatak za završni ispit daju nastavnici Katedre za Računarstvo. Student treba da razume problem i da primeni važne teorije, modele i tehnike koje su vezane za rešenje zadatka. Zadatak treba da pruži mogućnost studentima da objedine znanja iz različitih predmeta i da ih primene na efikasan način. Završni rad mora da sadrži zadatak, analizu mogućih rešenja i teoretsku pripremu, opis rešenja i implementaciju, kao i potrebnu dokumentaciju.

A.1.2. Modul: TELEKOMUNIKACIJE

Semestar	Predmeti studijskog programa	Nedeljni fond casova	ECTS
III			
	Osnovi elektronike	2+2+1	6
	Matematika 3	2+2+1	6
	Elektromagnetika-Odabrana poglavlja	2+2+0	6
	Elektri na kola i signali	2+2+1	6
	Osnovi telekomunikacija	2+2+1	6
			30
IV			
	Digitalna elektronika	2+2+1	6
	Matematika 4	2+2+1	6
	Teorija telekomunikacija	2+2+1	6
	Osnovi mikrotalasne tehnike	2+2+1	6
	<i>Komponente za telekomunikacije Elektri na i elektronska merenja Senzori i aktuatori</i>	2+2+1	6
			30
V			
	Engleski jezik I	2+0+0	3
	Telekomunikacione mreže	2+2+1	6
	<i>Digitalne telekomunikacije I Digitalne telekomunikacije i kodovanje</i>	2+2+1	6
	<i>TK sistemi Obrada signala u telekomunikacijama</i>	2+2+1	5
	<i>Mikrotalasna tehnika Elektroakustika Teorija informacija i primene</i>	2+2+1	5
	<i>Teorija informacija Mikrotalasna i milimetarska tehnika Objektno orijentisano programiranje</i>	2+2+1	5
			30
VI			
	Engleski jezik II	2+0+0	3
	Modulacione tehnike	2+2+1	6
	Bežni komunikacioni sistemi	2+2+1	6
	<i>Statisti ka teorija telekomunikacija Kablovski i opti ki komunikacioni sistemi Ra unarske komunikacije</i>	2+2+1	5
	<i>Detekcija signala u šumu Telekomunikacioni softver Komunikaciona akustika</i>	2+2+1	5
	<i>Digitalne telekomunikacije II</i>	2+2+1	5

	<i>Mikrotalasna elektronika</i> <i>Baze podataka</i>		
			30
VII			
	Antene i prostiranje	2+2+1	6
	<i>Širokopojasne telekomunikacije</i> <i>Mobilni komunikacioni sistemi</i>	2+2+1	6
	<i>Feding i smetnje u mobilnim</i> <i>telekomunikacijama</i> <i>Merenja u telekomunikacijama</i>	2+2+1	6
	<i>Audio tehnika</i> <i>Radiodifuzni sistemi i tehnologije</i> <i>Internet i WEB tehnologije</i>	2+2+1	6
	<i>Opti ke komunikacije</i> <i>Satelitski komunikacioni sistemi</i> <i>Opti ke komunikacije i mreže</i>	2+2+1	6
			30
VIII			
	<i>Optimalni linearni sistemi</i> <i>Širokopojasne mreže za pristup</i> <i>Zaštita podataka</i>	2+2+1	6
	<i>Satelitske telekomunikacije</i> <i>Satelitska i kablovska televizija</i> <i>Video komunikacije</i>	2+2+1	6
	<i>Kodovanje</i> <i>Optoelektronski komunikacioni sistemi</i> <i>Kodovanje i kompresija podataka</i>	2+2+1	6
	Stru na praksa / Timski projekat		3
	Završni rad		9
			30

Programi predmeta:

Predmet: Elektri na kola i signali (2+2+1)

Kontinualni signali. Analogni elektri na kola. Jednoprilazni i dvoprilazni elementi kola. Kola prvog i drugog reda. Oscilatorna kola i selektivnost. Filtarska svojstva. Primarni i sekundarni parametri dvoprilaznih mreža. Povezivanje dvoprilaznih mreža i regularnost. Funkcije mreža. Amplitudski i fazni spektar. Analiza metodima diferencijalne jedna ine i Laplace-ovom transformacijom. Komutacija i konvolucioni integral. Frekvencijski odziv na periodičnu pobudu. Diskretni vremenski signali. Transformacija analognih u diskretna kola. Rekurzivna, nerekurzivna kola i njihovi elementi. Analiza metodima diferencne jedna ine i z-transformacije. Pregled softverskih alata za analizu elektri nih kola.

Predmet: Osnovi telekomunikacija (2+2+1)

Uvod. Analiza telekomunikacionih signala. Prenos signala kroz linearne sisteme. Prenos signala u osnovnom opsegu. Analogne modulacije. Impulsna modulacija. Multipleksni prenos signala.

Predmet: Teorija telekomunikacija (2+2+1)

Gausov slu ajni proces. Uskopojasni slu ajni procesi. Prolaz slu ajnih procesa kroz linearne i nelinearne sisteme. Teorija odlučivanja. Performanse digitalnih telekomunikacionih sistema u prisustvu šumova i smetnji. Digitalna amplitudska modulacija. Digitalna frekvencijska modulacija. Digitalna fazna modulacija.

Predmet: Osnovi mikrotalasne tehnike (2+2+1)

Klasifikacija sistema za vođenje EM talasa. Prostiranje po vodovima. Karakteristi ni parametri vodova. Oscilatorna svojstva sekcije voda i svojstva transformacije impedanse. Prilagodjenje. Smitov dijagram. Mikrotalasna kola. Talasne matrice (matrica rasejanja i talasna T matrica). Orijentisani grafovi. Planarne transmisione linije. Mikrostrip linija. Pasivni podsklopovi u planarnoj tehnici. Programski paketi za analizu i optimizaciju mikrotalasnih kola.

Predmet: Elektromagnetika - Odabrana poglavlja

Predmet: **Komponente za telekomunikacije**

Predmet: **Elektrika i elektronska merenja**

Predmet: **Senzori i aktuatori**

Predmet: **Elektroakustika** (2+2+1)

Zvuk kao pojava. Karakteristike zvukovnog polja. Akustika kao impedansa ravninskih i sfernih talasa. Zvukovi izvori. Zvukovodi. Analogije. Akustika prostorija (talasna, statistička i geometrijska teorija). Fiziološka akustika (funkcionisanje čula sluha). Psihološka akustika. Generisanje i karakteristike govornog i muzičkog signala. Buka. Karakteristike elektroakustičkih pretvarača. Mikrofoni, slušalice i zvukovnici. Snimanje, zapisivanje i reprodukcija audio signala. Obrada akustičkih i audio signala.

Predmet: **TK mreže** (3+3+0)

Osnovni principi prenosa podataka. OSI referentni model. Sloj veze podataka. Protokol za kontrolu sloja veze podataka. Mrežni sloj. Protokoli višestrukog pristupa. Lokalne mreže – povezivanje i standardi.

Predmet: **Digitalne telekomunikacije I** (2+2+1)

Osobine govornog signala i signala slike. Uniformna i neuniformna skalarna kvantizacija. Asimptotski postupci kvantizacije i optimalni algoritmi skalarnih kvantizacija. Standardi za digitalizaciju kontinualnih signala. PCM sistem prenosa i osobine. Sinhronizacija RAM-a. Delta modulacija i različiti vrste delta modulacije. DPCM sistem prenosa i osobine. ADPCM sistem prenosa i osobine

Predmet: **Digitalne telekomunikacije i kodovanje** (2+2+1)

Standardi za digitalizaciju kontinualnih signala. PCM sistem prenosa i osobine. DPCM sistem prenosa i osobine. ADPCM sistem prenosa i osobine. Linearno prediktivno kodovanje. Transformaciono kodovanje i podopsežno kodovanje. Linijsko kodovanje, zaštitno kodovanje, blok kodovi, konvolucionni kodovi i trelijski kodovi.

Predmet: **Telekomunikacioni sistemi** (2+2+1)

Tehnike telekomunikacija: prenos, komutacija i signalizacija. Osnove prenosnih sistema: tehnologije i primene. Od tradicionalne telefonije do integrisane u raunarstvu. Konvencionalne digitalne mreže i mreže za prenos podataka. Sistemi frekvencijskog, vremenskog, kodnog i optičkog multipleksnog prenosa. Pregled savremenih telekomunikacionih sistema prenosa.

Predmet: **Obrada signala u telekomunikacijama** (2+2+1)

Kontinualni i diskretni signali. Klasifikacija diskretnih signala i sistema. Konvolucija, impulsni odziv, diferencne jednačine, z-transformacija i opis diskretnih sistema. Diskretna Fourier-ova transformacija i tehnike brzog izračunavanja. Funkcije sistema. Amplitudski i fazni spektar. Primena filtara u obradi signala. Idealni, prototip i realni filteri. Aproksimacije filterarskih funkcija. Frekvencijske transformacije. Realizacije diskretnih sistema. IIR i FIR filteri. Talasni diskretni filteri. Transformacije prototipa filtera u talasni diskretni filter. Projektovanje IIR, FIR i talasnih diskretnih filtara. Primena softverskih alata za obradu signala u telekomunikacijama.

Predmet: **Teorija informacija** (2+2+1)

Pojam informacije. Količina informacija. Izvori informacija. Diskretni izvori bez memorije. Diskretni izvori s memorijom. Kontinualni izvori. Statističko kodovanje. Kraftova nejednakost. Makmilanova nejednakost. Kompaktni kod. Prva Shannonova teorema. Efikasnost i redundansa koda. Statistički model telekomunikacionog kanala. Kapacitet diskretnog i kontinualnog kanala. Pouzdanost prenosa. Hammingova udaljenost. Druga Shannonova teorema. Hammingov kod. Prenos informacija uz dopušteno oštećenje. Uvod u kompresiju signala i zaštitno kodovanje

Predmet: **Kablovski i optički komunikacioni sistemi** (2+2+1)

Prostiranje po kablovima sa metalnim provodnicima. Analogne i digitalne telefonske linije. Pretplatničke petlje. Modemi za telefonski kanal. Tehnologije i tipovi DSL-a. Koaksijalni kabl. Klasične kablovske distributivne mreže. Telefonija preko KDS-a. Kablovski modemi. Optičko vlakno. Prostiranje po optičkim vlaknima. Optički kabl. Elementi optičkih komunikacionih sistema. Pregled savremenih optičkih komunikacionih sistema. Tipovi optičkih mreža. Gigabitni Ethernet. Hibridni koaksijalno-optički sistemi (HFC). Osnovni principi kablovskih i optičkih sistema. Kablovski i optički komunikacioni sistemi u našoj zemlji i svetu.

Predmet: **Teorija informacija i primene** (2+2+1)

Izvori informacija. Markovljevi izvori informacija. Entropija izvora informacija. Kompresija signala. Algoritmi za kompresiju – Shannon-Fanoov postupak, Huffmanov kod, Lempel-Zivov kod. Kanali za prenos informacija. Kapacitet kanala. Arimoto-Blahutov algoritam. Zaštitno kodovanje. Kodovanje i dekodovanje blok i konvolucionnih kodova. Trelijski kodovana modulacija. Iterativno dekodovanje. Uvod u kriptologiju. Elementarni postupci šifrovanja.

Predmet: **Modulacione tehnike** (2+2+1)

Analogne modulacione tehnike. Impulsne modulacije. Digitalne modulacije. Modulacije sa pseudoslučajnim nosiocem. Poređenje performansi modulacionih tehnika.

Predmet: **Mikrotalasna tehnika** (2+2+1)

Klasifikacija sistema za vođenje EM talasa. Koaksijalni vodovi. Metalni talasovodi. Tipovi talasovoda. Prostiranje po talasovodima. Mikrotalasni sklopovi u talasovodnoj tehnici. Rezonatori. Neregipročni feritni sklopovi.

Predmet: **Mikrotalasna i milimetarska tehnika** (2+2+1)

Pasivna mikrotalasna kola u tehnici mikrostrip linija: spreznici, delitelji, rezonatori, filteri. Principi projektovanja planarnih mikrotalasnih kola. Talasovodna tehnika. Analiza prostiranja po talasovodima. Primeri primene talasovodne tehnike u mikrotalasnom i milimetarskom opsegu.

Predmet: **Bežni komunikacioni sistemi** (2+2+1)

Tipovi bežnih komunikacionih sistema. Frekvencijski plan. Prostiranje elektromagnetnih talasa kroz atmosferu. Mikrotalasni fiksni komunikacioni sistemi. Zemaljski radiodifuzni sistemi. Satelitski radiodifuzni sistemi. Satelitski sistemi za globalno pozicioniranje (GPS). Optički bežni sistemi. Ostali bežni komunikacioni sistemi.

Predmet: **Statisti ka teorija telekomunikacija** (2+2+1)

Slu ajni procesi. Procesi sa ograni enim spektrom. Autokorelaciona funkcija i spektralna gustina snage. Viner-Hin inova teorema. Beli šum. Klasi na teorija detekcije. Procena amplitude, u estanosti i faze uskopojasnih signala. Procena kontinualnih signala. Linearne procene. Komentari o verovatno i greške kod raznih postupaka modulacije. Optimalni binarni prenos.

Predmet: **Širokopojasne mreže za pristup** (2+2+1)

Opšti model mreže za pristup. Karakteristike sredina za prenos. Telekomunikacioni servisi. Pristupne tehnologije. Širokopojasni pristup kod kablova sa metalnim provodnicima. Digitalna pretplatni ka petlja. xDSL tehnologije. Optika u pristupnim mrežama (FTTL). Topologije opti kih pristupnih mreža. Pasivne opti ke mreže. Mreže za beži ni pristup. Širokopojasne beži ne pristupne tehnologije. Hibridne mreže za pristup (HFC, HFR). Modulacije. Standardi i preporuke. Karakterizacija pristupnih mreža na fizi kom i IP nivou.

Predmet: **Ra unarske komunikacije** (2+2+1)

Ra unar kao komunikacioni ure aj. Ra unarska komunikacija u distribuiranoj obradi podataka. OSI referentni model. Arhitektura, usluge i protokoli OSI referentnog modela. Fizi ki nivo prenosa podataka. Standardni elektri ni interfejsi fizi kog nivoa. Modemska komunikacija. Tipovi prenosa podataka na fizi kom nivou. Sloj veze podataka. Usluge sloja veze. Uokviravanje i razmena podataka. Protokoli kliznih prozora. ARQ tehnike za upravljanje greškama. Internet PPP protokol. Mrežni komunikacioni sloj. Usluge mrežnog sloja. Prenos podataka paketima. Rutiranje paketa. IP protokol. IP adrese. NAT tehnike i ARP protokol. Transportni sloj razmene podataka. Usluge i protokoli transportnog sloja. Uspostavljanje veze, prenos podataka i raskidanje veze u transportnom sloju. TCP protokol. UDP protokol. Ra unarske mreže. Topologija ra unarskih mreža. LAN mreže. WAN mreže. Upravljanje razmenom podataka i mrežnim resursima. MAC protokoli. Ethernet. Beži ne ra unarske mreže. PAN mreže. Sloj aplikacija u ra unarskim mrežama. DNS. Elektronska pošta. SMTP i POP3 protokoli. WWW i HTTP protokol.

Predmet: **Komunikaciona akustika** (2+2+1)

Definisanje zvuka i zvu nog polja (generisanje i prostiranje zvuka). Zvu ni izvori. Zvuk i glas kao signali. Elektroakusti ki pretvara i. Analiza i sinteza auditornih scena. Adaptacija za auditornu komunikaciju. Govor i muzika. Generisanje i modelovanje govora. Karakteristike govornog signala (vokali i konsonanti). Obrada govora (spektrogram, formanti). Analiza govora (akustika govora). Talasni oblici govora. Osnovi sinteze i prepoznavanja govora. Kvalitet govora (razumljivost). Funkcija i fiziologija ula sluha. Subjektivni efekti zvuka. Frekvencijsko i vremensko maskiranje. Snimanje i reprodukcija zvuka.

Predmet: **Detekcija signala u šumu** (2+2+1)

Detekcija poznatog i nepoznatog signala iz belog i obojenog Gausovog šuma. Detekcija Gausovog signala i Gausovog šuma. Procena parametara signala. Detekcija signala iz fedinga, efekta senke, šuma. Uticaj interferencije na performance sistema. Informaciona matrica.

Predmet: **Digitalne telekomunikacije II** (2+2+1)

Klasifikacija postupaka digitalne modulacije. Konvencionalni postupci tastovanja. Spektralno efikasne modulacije. Multicarrier modulacije. Spektralna gustina snage digitalno modularisanih signala. Detekcija digitalno modularisanih signala u prisustvu aditivnog Gausovog šuma. Modulacioni formati za opti ke komunikacije. Elementi za pore enje postupaka digitalne modulacije.

Predmet: **Telekomunikacioni softver** (2+2+1)

Savremeni pristup projektovanju telekomunikacionih sklopova i sistema. Upoznavanje i primena standardnih programskih paketa za analognu i digitalnu obradu signala. Softverski alati za analizu i projektovanje RF i mikrotalasnih kola. Softverski alat za automatizaciju mernih sistema. Softverska podrška projektovanju telekomunikacionih sistema.

Predmet: **Antene i prostiranje** (2+2+1)

Antene u predajnom režimu. Struktura antene. Bliska i daleka zona zra enja antene. Primarni i sekundarni parametri antena. Karakteristike zra enja antene. Antene u prijemnom režimu. Teorema reciprociteta. Efektivna površina antene. Babinetov princip. Temperatura šuma antene. Osnovni tipovi antena. Hercov dipol. Hajgensov radijator. Tanke ži ane antene. Antene u obliku zra e ih površi. Slot antene. Levak antene. Reflektor antene. Lens antene. Patch antene. Antenski nizovi. Teorema o multiplikaciji karakteristika. Faktor antenskog niza. Uniformni antenski nizovi. Yagi-Uda antene. Širokopojasne i frekvencijski nezavisne antene. Ramsey-ov princip. Samo-komplementarne antene. Log-periodi ne antene. Merenje karakteristika antena Merenje poja anja antene. Odre ivanje dijagrama zra enja antene. Merenje šuma antene. Prostiranje EM talasa iznad realne zemljine površine. Površinski talas. Prostorni talas. Rejljeva refleksija. Multipath prostiranje. Prostiranje u urbanoj sredini. Prostiranje EM talasa u jonosferi. Jonosferski talas. Virtuelna visina jonosfrere. Zona utanja. Modelovanje prostiranja EM talasa. Empirijski modeli. Deterministi ki modeli. Indoor modeli.

Predmet: **Radiodifuzni sistemi i tehnologije** (2+2+1)

Tipovi radio difuznih sistema (radio/TV, analogni/digitalni). Zemaljska difuzija - frekvencijski opsezi, predajnici, emisione antene, prijemne antene, repetitori. Metode prora una nivoa polja radio-difuznih predajnika. Satelitski radiodifuzni sistemi - frekvencijski opsezi, budžet TV linka, mera kvaliteta slike, predajna stanica i prijemna oprema. Digitalna TV - principi, digitalni video formati, algoritmi za kompresiju audio i video signala i za skremblovanje signala, planske konfiguracije i mreže, primopredajna oprema, pregled stanja u zemlji i svetu. Televizija visokog kvaliteta HDTV.

Predmet: **Opti ke komunikacije** (2+2+1)

Istorija opti kih komunikacija. Geometrijska i talasna optika. Vrste i karakteristike opti kih vlakana, vo enje talasa, modovi. Sprezanje sa izvorima i detektorima svetlosti. Slabljenje i disperzija, propusni opseg vlakna. Proizvodnja opti kih vlakana. Oprema i tehnike merenja. Izvori svetlosti i predajnici. Fotodetektori. Opti ki poja ava i. Šumovi na linku, kvantna granica i performanse. Kriterijum snaga i propusnog opsega. Koherentni prijemnici i superkvantna granica.

Predmet: **Audio tehnika** (2+2+1)

Uvod u audiotehniku (osnovni pojmovi). Informaciono polje zvuka. Analogni i digitalni audio signali. Karakteristike i standardi audio signala. Kontrola audio signala. Zvu no polje kao ulaz audio sistema. ulu sluha kao izlaz audio sistema. Subjektivni efekti zvuka (maskiranje, visina tona, boja zvuka, glasnost, lokalizacija). Auditorno predstavljanje zvuka. Kvalitet zvuka. Audiometrija. Pomeranja praga ujnosti. Ošte enje ula sluha. Slušni aparati. Audio komponente i sistemi. Mikrofonski koncept. Prostornost zvu ne slike. Audio ure aji (analogni i digitalni). Povezivanje i napajanje ure aja. Reprodukcija zvuka. Izlazno akusti ko okruženje. Mera kvaliteta audio signala.

Predmet: **Merenja u telekomunikacijama** (2+2+1)

Specifi nosti merenja u telekomunikacijama. Merenja u spektralnom domenu. Mikrotalasna skalarna i vektorska merenja. Merenje frekvencije i snage RF i mikrotalasnog signala . Merenje karakteristika šuma. Reflektometrija. Merenje parametara signala u radiodifuznim sistemima. Merenja u kablovskim sistemima. Merenja u opti kim komunikacionim sistemima. Merenja u digitalnim komunikacionim sistemima. Automatizacija merenja

Predmet: Širokopojasne telekomunikacije (2+2+1)

Širokopojasna digitalna mreža integrisanih servisa. Familija digitalnih pretplatni kih linija (xDSL). Kablovski modemi. Opti ko vlakno u pristupnoj mreži: tehnologije pasivne opti ke mreže (PON) i “opti kim vlaknom do...” (FTTx). Tehnologije beži nog širokopojasnog pristupa: EDGE, HSPA, LTE, standardni WiMAX, mobilni WiMAX. Satelit u pristupnoj mreži: DBS, DVB.

Predmet: Feding i smetnje u mobilnim telekomunikacijama (2+2+0)

Prostiranje signala po više puteva. Efekat senke. Karakteristike signala u prisustvu fedinga i efekta senke. Diverziti tehnike. Vrste kombinovanja. Performanse sistema u prisustvu fedinga

Predmet: Mikrotalasna elektronika (2+2+1)

Mikrotalasne cevi. Mikrotalasni tranzistori (MESFET, HEMT - princip rada i najvažnije karakteristike. Modeli za male signale). Mikrotalasni poja ava i (Uslovi stabilnosti dvoprilazne mreže. Poja anje snage. Prilago enje. Osnovni tipovi poja ava a. Mikrotalasni poja ava u linearnom režimu. Malošumni poja ava . Poja ava snage. Projektovanje mikrotalasnih poja ava a). Mikrotalasni oscilatori (Oscilatori na bazi tranzistora. Tehnike povratne sprege. Tipovi rezonatora i njihova svojstva). Mikrotalasna integrisana kola (hibridna mikrotalasna integrisana kola, monolitna mikrotalasna integrisana kola: projektovanje, tehnološki postupci izrade, primeri).

Predmet: Optoelektronski komunikacioni sistemi (2+2+1)

Opti ka vlakna i opti ki kablovi (tipovi i karakteristike). Struktura opti kog komunikacionog sistema. Izvori opti kih signala. Opti ki predajnici. Fotodetektor. Opti ki prijemnici. Pasivne i aktivne opti ke komponente. Poja ava i opti kog signala. Regeneratori opti kog signala. Multipleksiranje po talasnim dužinama - WDM. Konverzija talasnih dužina. Opti ki CDMA. Prora un opti kog linka. Tehnologije za prenos u opti kim sistemima. Opti ke mreže. Prostiranje opti kog signala u slobodnom prostoru

Predmet: Satelitske telekomunikacije (2+2+1)

Pregled i podela satelitskih telekomunikacionih sistema. Osnovni delovi satelitskog sistema. Prora un satelitskog linka. Smetnje u satelitskom sistemu. Položaj satelita na geostacionarnoj orbiti. Podela frekvencijskog opsega. Modulacione tehnike u satelitskim sistemima: spektar, demodulacija, verovatno a greške. Kompresija video signala. Zaštitni kodovi u satelitskim sistemima. Višestruki pristup satelitu. VSAT (Very Small Aparture Terminal) sistemi. Satelitski navigacioni sistemi. Prenos radio i televizijskog signala posredstvom satelita. Satelitki mobilni sistemi.

Predmet: Satelitska i kablovska TV (2+2+1)

Radiodifuzija i distribucija TV signala – osnovni pojmovi, istorijat i trendovi. Sistemi za distribuciju TV signala. TV sistemi i standardi. Dodatni servisi. Satelitska televizija (SATV) - frekvencijski opsezi, budžet TV linka, predajna stanica i prijemna oprema za satelitsku TV. Kablovski distribicioni sistemi (KDS) – arhitektura, topologije, frekvencijski opsezi, glavna stanica, oprema u prenosnom i prijemnom podsistemu. Beži na kablovska televizija - MMDS.

Predmet: Mobilni komunikacioni sistemi (2+2+1)

Evolucija standarda mobilnih komunikacionih sistema. Karakteristike radio kanala mobilnih sistema. Prostiranje kod mobilnih sistema. Modeli prostiranja: Okumura model, Hata model, COST 231 itd. Celularni pristup. Projektovanje celularne strukture. Tehnike višestrukog pristupa kod mobilnih sistema. Pregled modulacionih tehnika kod mobilnih komunikacija. Karakteristike i servisi 2G sistema. Arhitektura GSM sistema. Radio, mrežni i operacioni podsistem. Uspostavljanje poziva. Handover i roaming. Paketska komutacija. Sistemi na prelazu između druge i tre e generacije: HSCSD, GPRS i EDGE. Karakteristike i servisi 3G sistema. Arhitektura UMTS sistema. Radio interfejs UMTS sistema. 4G sistemi i dalje perspektive. Konvergencija fiksnih i mobilnih komunikacija.

Predmet: Video komunikacije (2+2+1)

Osnovni pojmovi video komunikacija - pokretne slike, analiza kretanja. Video kodovanje: transformaciono - DCT i KLT, i kodovanje bazirano na modelu. Skalabilno video kodovanje. Standardi videokompresije i njihova primena: MPEG - digitalna TV, multimedijalni sistemi, H323 - multimedijalni terminali, H26x-videotelefonija. Kontrola greške u videokomunikacijama. Prenos videosignala preko interneta i beži nih IP mreža. Radiodifuzija digitalnog video signala.

Predmet: Optimalni linearni sistemi (2+2+1)

Prostiranje signala po više puteva. Efekat senke. Karakteristike signala u prisustvu fedinga i efekta senke. Diverziti tehnike. Vrste kombinovanja. Performanse sistema u prisustvu fedinga

Predmet: Kodovanje i kompresija podataka (2+2+1)

Kompresija bez gubitaka. Hafmanovo kodiranje. Aritmeti ko kodiranje. Kompresija sa gubicima. Skalarna i vektorska kvantizacija. Transformaciono kodiranje. Kompresija zasnova na javlet transformaciji. Kompresija audio i govornog signala. Kompresija video signala.

Predmet: Satelitski komunikacioni sistemi (2+2+1)

Klasifikacija satelita i satelitskih službi. Orbite satelita. Satelitski komunikacioni sistem. Analiza satelitskog linka. Tehnike prenosa u satelitskim sistemima. Tehnike višestrukog pristupa satelitu (FDMA, TDMA, CDMA). Radio-difuzija preko satelita. VSAT sistemi. Satelitski sistemi za mobilne komunikacije. Satelitski navigacioni sistemi. Sistem za globalno pozicioniranje pomocu satelita (GPS).

Predmet: Opti ke komunikacije i mreže (2+2+1)

Uvod: opti ka vlakna, transmisione karakteristike, mehanizmi slabljenja i disperzije. Opti ki izvori, dražveri i fotodetektor. Komunikacioni sistemi i budžet slabljenja. Analiza šumova i osetljivost prijemnika. Konverzija talasnih dužina, ruteri, opti ki poja ava i. Koherentni i WDM sistemi. Evolucija opti kih mreža i mrežne topologije. Protokoli u opti kim mrežama. WDM mreže i topologije, kontrola i upravljanje.

Predmet: Kodovanje (3+3+0)

Kodovanje izvora, problemi kodovanja sa zadatim kriterijumom vernosti. Entropijsko kodovanje. PCM kodovanje, diferencijalna PCM tehnika kodovanja. Linearno prediktivno kodovanje. Adaptivna diferencijalna PCM tehnika kodovanja. Tehnike i algoritmi za kompresiju signala. Standardi za kompresiju govornog i video signala (MPEG) kao i signal mime slike (JPEG). Kanalno kodovanje, linerni blok kodovi, cikli ni kodovi, treliš kodovi. Turbo kodovi. i LDPC kodovi .

Predmet: Zaštita podataka (2+2+1)

Uvod. Šta sve treba štiti i zašto. Tehnike napada. Projektovanje sistema zaštite i njegovo održavanje. Autorizovani pristup i razvoj sistema sa autorizovanim pristupom. Elementi kriptografije. Simetri na kriptografija tajnim klju em. Sistemi zasnovani na javnom klju u. Heš funkcije. Sertifikati, izdavanje i održavanje sertifikata. Osnovni sigurnosni protokoli. Zaštita prenosa podataka.

A.1.3. Modul: UPRAVLJANJE SISTEMIMA

Semestar	Obavezni predmeti studijskog programa	Nedeljni fond casova	Bodovi
III			
	Elektricna kola	2+2+0	6
	Osnovi elektronike	2+2+1	6
	Metrologija elektri nih veli ina	2+1+2	6
	Matematika III	3+2+1	6
	Ra unarski sistemi	2+2+1	6
IV			
	Digitalna elektronika	2+2+1	6
	Mikrokontroleri i programiranje	2+2+1	6
	Modeliranje i simulacija dinami kih sistema	2+1+1	6
	Linearni sistemi automatskog upravljanja	2+2+1	7
	Izborni predmet 1 (za modul) Matemati ki metodi Operaciona istraživanja	2+2+0 2+2+0	5
V			
	Engleski jezik I	2+0+0	3
	Elektronska merenja	2+1+1	5
	Upravljanje procesima	2+2+0	5
	Izborni predmet 2 (za modul) Digitalni sistemi automatskog upravljanja Sistemi automatskog upravljanja	2+2+1 2+2+1	6
	Izborni predmet 3 (za modul) Mehatronika Objektno orijentisano programiranje	2+2+0 2+2+1	5
	Izborni predmet 4 (sa liste)	2+2+1	6

VI			
	Engleski jezik II	2+0+0	3
	Programabilno logi ki kontroleri	2+1+1	5
	Merenje n elektri nih veli ina	2+2+1	6
	Izborni predmet 5 (za modul) Projektovanje sistema automatskog upravljanja Informacioni sistemi	2+2+1 2+2+1	6
	Izborni predmet 6 (sa liste)	2+2+1	6
	Nelinearni SAU	2+2+0	5
VII			
	Dinamika mehanizama i mašina	2+2+0	6
	Optimalno upravljanje	2+2+0	6
	Izborni predmet 7 (za modul) Softversko inženjerstvo Elektroenergetski pretvara i Izvori za napajanje Elektromotorni pogoni	2+2+1	6
	Ra unarski merno-informacioni sistemi u industriji	2+2+1	6
	SCADA sistemi	2+2+0	6
VIII			
	Strucna praksa /timski projekat		3
	Uvod u robotiku	2+2+0	7
	Izborni predmet 8 (za modul) Elektronska merna instrumentacija Identifikacija sistema	2+2+1 2+2+0	6
	Izborni predmet 9 (sa liste)	2+2+1	6
	Završni rad		8

Predmeti	Semestar
Telekomunikacije	V
Radiokomunikacije	V
Elektromehani ko pretvaranje energije	V
Solarne komponente i sistemi	V
Teorija informacija	V
Kablovski i opti ki komunikacioni sistemi	V
Elektromagnetika-Odabrana poglavlja	V
RF elektronika	V
Komercijalni softver za simulaciju dinami kih sistema	VI
Modulacione tehnike	VI
Senzori i pretvara i	VI
Baze podataka	VI
Osnovi energetske elektronike	VI
Mikrora unarski sistemi	VI
Tehnika konverzije	VI
Elektronika u medicini	VI
Digitalna obrada signala	VI
Inženjerska etika	VIII
Verovatnoca i statistika	VIII
Diskretna matematika	VIII
Termovizija	VIII
Merenja u medicini	VIII
Merenja u ekologiji	VIII
Sistemi za akviziciju podataka	VIII

Nastavni programi:

III semestar

Predmet: **Elektricna kola (3+2+0) (6 bodova)**

Osnovni elementi elektri nih kola. Osnovi topologije elektri nih kola. Grafovi protoka signala. Analiza kola u vremenskom i frekventnom domenu. Kompletan odziv na proizvodnju eksitaciju u RLC kolima. Složenoperiodi an režim. Rezonancija i antirezonancija. Analiza kola pomo u Laplasove transformacije. Mreže sa dva pristupa u ustaljenom režimu. Mreže sa raspodeljenim parametrima. Analiza kola pomo u ra unara.

Predmet: **Osnovi elektronike (2+2+1) (6 bodova)**

Polarizacija i temperaturska stabilizacija osnovnih poja ava a. Teorija poja anja signala. Teorija generisanja linearnih modela poluprovodni kih komponenata. Niskofrekventni poja ava i napona sa RC spregom. Povratna sprega. Poja ava i velikih signala. Osnovne sprege i poja ava ki stepeni u bipolarnim i MOS integrisanim kolima. Operacioni poja ava . Izvori jednosmernog napajanja. Šumovi u elektronskim komponentama. Oscilatori prostoperiodi nih oscilacija.

Predmet: **Metrologija elektricnih velicina (2+1+2) (6 bodova)**

Osnovi teorije merenja-metrologije. Veli ine i jedinice merenja. Materijalizacija jedinica mera u MKSA sistemu - standardi (etaloni) struje, otpornosti i napona. Strukturna šema procesa merenja elektri nih veli ina. Elektri ne i elektronske metode merenja elektri nih veli ina Analiza uzroka i karaktera grešaka merenja. Osobine rezultata merenja kao slu ajne veli ine - statistika rezultata merenja. Metode analize grešaka merenja. Merna nesigurnost. Metrološke karakteristike elektri nih mernih sredstava. Obezbe enje ta nosti merenja - negativna reakcija, dodatna merenja, metoda iteracije, primena mernih standarda, test metode, automatizacija.

Predmet: **Matematika III (3+2+1) (6 bodova)**

Redovi. *Brojni redovi.* Pozitivni redovi. Alternativni redovi. *Funkcionalni redovi.* Potencijalni redovi. Fourierovi redovi. **Obi ne diferencijalne jedna ine.** Diferencijalne jedna ine prvog reda. Linearne diferencijalne jedna ine prvog i višeg reda. Sistemi diferencijalnih jedna ina. **Funkcije više promenljivih.** Grani ne vrednosti i neprekidnost. Parcijalni izvodi i diferencijali prvog i višeg reda. Lokalni ekstremumi. Uslovni ekstremumi. Globalni ekstremumi na zatvorenoj oblasti. **Integrali.** Krivolinijski integrali. Dvojni i trojni integrali. Površinski integrali. **Kompleksna analiza.** Funkcije kompleksne promenljive. Cauchy-Riemannovi uslovi. Kompleksna integracija. Cauchyeva osnovna integralna formula za funkcije i izvode. Laurantov red. Ra un ostataka i Heavisideov razvoj. **Laplaceova transformacija.** **Teorija polja.** Skalarno i vektorsko polje. Gradijent, divergencija, rotor.. Fluks i cirkulacija. Vrste vektorskih polja. **Softver MATHEMATICA.**

Ra unarski sistemi (2+2+1)

Pregled osnovnih komponenti ra unarskih sistema. Organizacija ra unarskog sistema. Procesor. Memorijski podsistem. Magistrale. Ulazno/izlazni (U/I) podsistem. Struktura procesora i njegove funkcije. Registariski skup. Pribavljanje i izvršenje instrukcija. Aritmeti ko-logi ka jedinica (realizacije ra unskih operacija). Predstavljanje numeri kih podataka. Predstavljanje nenumeri kih podataka. Sistem prekida. Programski model mikroprocesora. Primeri. Asemblersko programiranje. Na ini adresiranja. Skup instrukcija. Tipovi instrukcija. Naredbe za prenos podataka. Aritmeti ke naredbe. Logi ke naredbe. Naredbe grananja i programske petlje. Makro naredbe. Procedure. Potprogrami i prenos parametara. Prekidni programi. Organizacija ulaza/izlaza. Paralelni i serijski U/I. U/I ure aji. Programirani U/I. U/I upravljan prekidima. U/I direktnim pristupom memoriji.

IV semestar

Predmet: Digitalna elektronika (2+2+1) (6 bodova)

KOMBINACIONA KOLA, MODULI I MREŽE. Bulova algebra i na ini predstavljanja brojeva. Osnovna logi ka kola. Koderi, dekoderi, multiplekseri, demultiplekseri. Potpuni sabira , komparator binarnih brojeva, aritmeti ko logi ka jedinica (ALU). Sistemi za sabiranje binarnih brojeva, jedinica za predvi anje prenosa (CLA). Množa i binarnih brojeva, delitelji binarnih brojeva, minimalna hardverska struktura procesora. SEKVENCIJALNA KOLA, MODULI I MREŽE. Flip-flopovi (RS, JK, D, T). Registri (prihvatni, pomera ki i broja ki). Memorije (ROM, RAM, PLA, PAL). Sistem za akviziciju signala. Senzori i pretvara i. Kola uzorkovanja i držanja (S & H). D/A konvertori i A/D konvertori.

Predmet: Mikrokontroleri i programiranje (3+1+1) (6 bodova)

Uvod. Područja primene. Selekcija mikrokontrolera (MK). Arhitektura MK-a. Memorijski prostori MK-a. Registri MK-a. Programski broja , akumulator, statusni registar. Prekidi i njihovo koriš enje. Stek. Opcije i specifi nosti MK-a. Stanja MK-a. U-I portovi MK-a. Tajmerski, komunikacioni i A/D i D/A moduli. Format instrukcija. Tipovi adresiranja operanada. Set instrukcija MK-a. Razvoj i projektovanje aplikacije. Integrisano razvojno okruženje. Asembler i C. Testiranje i ispravljanje izvornog koda. Simulacija. Loadovanje programa u MK. Testiranje i emulacija u kolu. Povezivanje senzora, displeja na MK. Realizacija P, PI, PID algoritama upravljanja. MK-sko upravljanje DC i kora nim motorom. DSP MK-om. Realizacije sa niskom potrošnjom i pove anom pouzdanost u.

Predmet: Modeliranje i simulacija dinami kih sistema (2+1+1) (6 bodova)

Pojam modela dinami kog sistema. Teorija sli nosti. Klasifikacija modela. Primeri matemati kih modela. Vrste matemati kih modela. Matemati ko modeliranje poreme aja. Principi formiranja matemati kih modela. Grafi ke tehnike modeliranja. Formiranje matemati kih modela mehani kih, hidrauli kih, termi kih, hemijskih i tehnoloških procesa. Modeliranje industrijskih sistema. Bond grafovi i njihova primena. Tehnike validizacije i verifikacije modela. Metodi simulacije. Formiranje simulacionih modela. Sredstva za simulaciju. Matemati ka podloga digitalne simulacije. Simulacija sistema sa raspodeljenim parametrima. Simulacija sistema sa diskontinuitetima. Greške pri simulaciji i metodi za njihovo prevazilaženje. Primena simulacije u identifikaciji, projektovanju i optimizaciji SAU. Simulacija u realnom vremenu. Softver za simulaciju. Simulacija složenih sistema. Tehnike validizacije i verifikacije modela.

Predmet: Linearni sistemi automatskog upravljanja (2+2+1) (7 bodova)

Definicija, zna aj i primeri linearnih sistema automatskog upravljanja (linearnih SAU). Komponente linearnih SAU. Matemati ki modeli, karakteristike i odzivi elemenata i sistema. Zna aj povratne sprege. Strukturni blok dijagrami SAU. Konceptija prostora stanja i osobine sistema. Stabilnost linearnih SAU. Ocena kvaliteta ponašanja linearnih SAU i kriterijumi za sintezu. Klasi ne metode analize i sinteze SAU. Savremeni prilazi analizi i sintezi linearnih kontinualnih SAU.

Predmet: Matemati ki metodi

Numeri ki metodi u linearnoj algebri. Analiza greške i slabo-uslovljeni sistemi. Iterativni metodi za rešavanje nelinearnih jedna ina. Metod Newton-Kantorovi a za sisteme jedna ina. Aproksimacija funkcija. Interpolacija. Numeri ko diferenciranje i integracija. Približno rešavanje diferencijalnih jedna ina. Varijacioni ra un. Osnovni problem varijacionog ra una. Euler-Lagrangeove jedna ine. Funkcionele i njihovi ekstremi. Ritzov metod. Metod kona nih rzlika. Sturm-Liouvilleov problem.

Predmet: Operaciona istraživanja (2+2+0) (5 bodova)

Elementi konveksne analize. Problem optimizacije. Linearno programiranje. Simpleks metod. Metod dualnosti. Nelinearno programiranje bez ogracenjenja. Gradijentni metodi. Metod konjugovanih pravaca. Metodi pretrazivanja. Nelinearno programiranje sa ogracenjenjima. Metod kaznenih funkcija. Metod fleksibilne tolerancije. Algoritmi mreznog planiranja. Dinamicko programiranje.

V semestar

Predmet: Engleski jezik I

Sadržaj predmeta engleski jezik I je engleski za akademske i profesionalne namene u oblasti elektronike. Pretpostavlja se znanje opšteg engleskog na srednjem (intermediate) nivou a obra uje stru ni engleski. Osnovni ciljevi nastave su metodi ka obrada savremenih stru nih tekstova i usvajanje i proširivanje znanja tehni ke terminologije, upoznavanje studenata sa specifi nim strukturama jezika nauke i tehnike, kao i sistematizacija relevantne gramatike. Najviše su zastupljene veštine: itanje, razumevanje izvornog engleskog, govor, prevo enje. Na kraju kursa studenti treba da su u mogu nosti da izlažu/razumeju osnovne teme vezane za svoju struku.

Predmet: Elektronska merenja

Opšta klasifikacija i karakteristike mernih sistema. Merne metode i tehnike kalibracije merila. Greške merenja mernih sistema. Metrološki sistem i sledivost. Izvori mernih signala. Ispitivanje i registrovanje oblika signala. Merenje napona, struje i snage. Merenje frekvencije, faze i vremenskog intervala. Merenje karakteristika signala i sistema. Merenje impedanse, parametara elektronskih kola i poluprovodni kih komponenata. Informacione tehnologije u mernoj instrumentaciji. Virtuelna instrumentacija i vizuelizacija mernih procesa. Interfejs sistemi. Merno-informacioni sistemi.

Predmet: Upravljanje procesima

Opšti pojmovi o procesima. Vrste procesa. Osobine procesa. Ekonomski aspekti upravljanja procesima. Klasi ni metodi upravljanja. Programsko upravljanje. Sekvencijalno upravljanje procesima. Primena ra unarske tehnike u upravljanju procesima. Upravlja ki ra unarski sistemi za rad u realnom vremenu. Primena mikroprocesora i mikrora unara. Primena programabilnih logi kih automata. Primena ra unara u kompleksnoj automatizaciji procesa. Hijerarhijsko upravljanje procesima. Fazi upravljanje procesima. Primena neuronskih mreža u upravljanju procesima. Upravljanje tehnološkim procesima u industriji.

Predmet: Digitalni sistemi automatskog upravljanja

Digitalni sistemi upravljanja, struktura i komponente. Elementi teorije diskretnih signala. Proces odabiranja i rekonstrukcije signala. Transformacione metode u analizi diskretnih sistema. Funkcija diskretnog prenosa. Konceptija prostora stanja u modelovanju diskretnih sistema automatskog upravljanja. Stabilnost diskretnih sistema automatskog upravljanja. Ocena kvaliteta ponašanja sistema u prelaznom procesu i stacionarnom stanju.

Predmet: Sistemi automatskog upravljanja

Pregled razvoja sistema automatskog upravljanja (SAU). Linearni i nelinearni sistemi. Kontinualni i diskretni sistemi. Modeliranje sistema automatskog upravljanja. Analiza sistema u vremenskom domenu. Strukturni blok dijagrami sistema upravljanja. Stabilnost sistema. Ocena kvaliteta ponašanja sistema i kriterijumi za sintezu. Sinteza kontinualnih sistema automatskog upravljanja. Struktura digitalnog sistema i proces odabiranja. Funkcija diskretnog prenosa. Stabilnost diskretnih SAU. Sinteza diskretnih SAU. Primeri nelinearnih sistema. Tipi ne nelinearnosti i njihove karakteristike. Linearizacija nelinearnih sistema. Analiza sistema u faznoj ravni. Stabilnost nelinearnih SAU. Optimalni sistemi. Simulacija SAU. Primena simulacije u analizi i sintezi SAU. Softver za simulaciju SAU

Predmet: Mehatronika (2+2+0) (5 bodova)

Primeri mehatroni kih sistema. Odzivi i ponašanje sistema. Obrada signala. Elektronske i energetske komponente mehatroni kih sistema. Mehani ki sistemi. Dinamika kretanja. Senzori u mehatronici. Elektromotori. Pneumatski sistemi. Struktura mikroprocesorskih sistema mehatronike. Povezivanje eletromehani kih komponenti na PC. Upravljanje sistemima. Princip povratne sprege. Kontroleri kretanja. Programabilni logi ki kontroleri. Primeri projektovanja mehatroni kih sistema. Inteligentni sistemi.

Predmet: Objektno orijentisano programiranje

Apstrakcija podataka. Moduli kao sredstvo apstrakcije. Klase i objekti. Nasleđivanje i polimorfizam. Apstraktne klase i interfejsi. OO programski jezici. Stati ka i dinami ka implementacija OO jezika. Smalltalk kao potpuno OO jezik. Elementi jezika C++. Elementi jezika Java. Razvoj OO aplikacija.

VI semestar**Predmet: Engleski jezik II**

Sadržaj predmeta engleski jezik II je engleski za akademske i profesionalne namene u oblasti elektronike. Prvenstveno se obrađuje i uvežbava nau ni/tehni ki stil u pismenom i usmenom izlaganju. Analiziraju se najznačajnije vrste nau nog/tehni kog diskursa. Studenti rade samostalne projekte u vidu pisanih i usmenih izlaganja na stru ne teme poštuju i pravila organizacije stru nog diskursa i uz relevantnu stru nu terminologiju. Velika pažnja se posvećuje nau noj argumentaciji, na inima njenog prezentovanja i specifičnostima tog vokabulara. Cilj nastave je da studentima pruži dovoljno predznanja za samostalni rad u struci i za dalje usavršavanje u globalnom kontekstu.

Predmet: Programabilni logicki kontroleri

Uvod u programabilne logi ke kontrolere (PLC). Ulazno izlazni uređaji. Obrada ulazno-izlaznih signala. Programiranje programabilnih logi kih kontrolera. Leder dijagrami. Logi ke funkcije. Primeri. Komponente PLC-a. Unutrašnji releji. Tajmeri. Broja i. Šift registri. Obrada podataka. Faze u razvoju programa za PLC. Testiranje i otklanjanje grešaka.

Predmet: Merenje neelektricnih velicina

Osnovne metode merenja. Merni sistemi. Stati ke i dinami ke karakteristike. Merenje linearnih i ugaonih pomeraja. Mernje brzine, ubrzanja, sile i momenta. Merenje pritiska, nivoa i protoka. Merenje temperature. Merenje vlažnosti. Merenje ostalih neelektricnih velicina.

Predmet: ELEKTROMOTORNI POGONI

Izbor elektri nog motora. Karakteristike pogona sa motorima jednosmerne struje. Matemati ki modeli, stati ke karakteristike, ekvivalentna šema. Elektri no ko enje. Na ini regulacije brzine i opsezi primene. Promena fluksa i napona napajanja. Karakteristike pogona sa asinhronim i sinhronim motorima. Jedna ine motora linearizacija i uprošćenja. Uticaj promene napona, promene parametara, i frekvencije. Elektri no ko enje. Strujno napajanje. Stati ke karakteristike. Primena pretvara a. Metode upravljanja. Kaskade i njihova primena.

Predmet: Informacioni sistemi

Uvod (Kratak pregled primene informacionih sistema, Informatika, Informacione tehnologije, Računarstvo.) Osnovni koncepti informacionih sistema (Informacione i komunikacione tehnologije kao tehnološka osnova informacionih sistema. Organizacioni aspekti informacionih sistema. Tehnološki aspekti informacionih sistema) Metodi analize i projektovanja informacionih sistema (Analiza izvodljivosti i predlog sistemskog rešenja. Modeliranje i analiza sistema. Projektovanje sistema. Realizacija sistema.) Oblasti primene informacionih sistema za služaj rešenja sa dostupnim izvornim kodom (Open Source). DMS - Informacioni sistemi za upravljanje i rad sa dokumentima, CMS - Informacioni sistemi za menadžment sadržaja, JMS - Java Messaging Service kao primer komunikacione infrastrukture informacionih sistema, Informacioni sistemi na nivou strategije, DSS - Informacioni sistemi za podršku odlučivanju, Informacioni sistemi za podršku rada sa velikim brojem korisnika - Customer Management Systems, Informacioni sistemi za upravljanje znanjem, Kolaborativni informacioni sistemi.)

Predmet: Nelinearni SAU

Nelinearni SAU. Pojam, klasifikacija i tipi ne nelinearnosti SAU. Metode za analizu nelinearnih SAU. Stabilnost nelinearnih SAU. Definicija stabilnosti, lokalna stabilnost indirektna metoda Ljapunova (Lyapunov), stabilnost pri većim poremećajima - direktna metoda Ljapunova, pojam apsolutne stabilnosti SAU, Lurjeov (Lur'e) problem, frekvencijska metoda Popova (Popov), stabilnost procesa. Primeri nelinearnih sistema. Sistemi sa prirodnim nelinearnostima, sistemi sa namerno uvedenim nelinearnostima (relejni sistemi; sistemi promenljive strukture), primeri analize i sinteze nelinearnih SAU.

VII semestar**Predmet: Dinamika mehanizama i masina**

Redukcija sistema sila: glavni vektor sile i glavni moment. Uslovi ravnoteže. Kinematika ta ke: položaj, kona ne jedna ine kretanja, brzina, ubrzanje, trajektorija, hodograf vektora brzine i ubrzanja. Kinematika krutog tela. Stepni slobode. Ugaona brzina i ubrzanje. Dinamika materijalne ta ke. Diferencijalne jedna ine kretanja. Rad, energija, trenje, kretanje u otpornoj sredini, oscilacije. Dinamika sistema. Opšte teoreme dinamike, konzervativni i nekonzervativni sistemi, potencijal i potencijalna energija. Dinamika krutog tela. Teoreme o količini kretanja i o kinetičkom momentu, vezani koordinatni sistem, diferencijalne jedna ine kretanja krutog tela. Analiti ka mehanika. Mehani ke veze. Holonomna i neholonomna ograničenja, stepni slobode mehani kog sistema sa ograničenjima, generalisane koordinate. Koordinate stanja sistema. Dinamika sistema sa ograničenjima. Princip virtuelnih pomeranja. Jedna ine kretanja u generalisanim koordinatama. Elementi teorije mehanizama. Kinemati ki parovi. Kinemati ki lanci. Mašina alatka i robot kao kinemati ki lanci. Dinamika mehanizama. Mehanika u tehničkim i biološkim sistemima. Mehanika sklopova i uređaja od značaja za automatsko upravljanje.

Predmet: Optimalno upravljanje

Optimalni sistemi automatskog upravljanja. Zadaci optimizacije kriterijumske funkcije bez i sa algebarskim ograničenjem. Klasi ni prilaz, Lagranžovi (Lagrange) multiplikatori, Hamiltonova (Hamilton) funkcija. Klasi ni prilazi projektovanju kontinualnih i digitalnih sistema optimalnog upravljanja. Potrebni uslovi optimalnosti. Metod varijacionog računa. Metod principa maksimuma. Teorema o nintervalu. Sistemi optimalni po brzini dejstva. Princip optimalnosti. Metod dinami kog programiranja. Kontinualni linearni kvadratni optimalni regulatori stanja. Princip separacije. Projektovanje opservera. Primeri projektovanja.

Predmet: Softversko inženjerstvo (VII)

Pojam i potreba za softverskim inženjerstvom. Modeli razvoja softvera. Procesi u razvoju softvera, zahtevi i faktori u softverskom inženjerstvu. Osnovne aktivnosti u upravljanju softverskim projektima. Kriterijumi kvaliteta. Standardizacija u razvoju softvera. Procena vrednosti i troškova razvoja softvera. Osnovni koncepti opisa softvera. Analiza i obrada zahteva. Specifikacija zahteva. Arhitekture softvera. Projektovanje softvera. Principi realizacije softvera. Sistematsko testiranje softvera. Softverska metrika. Upravljanje ljudima. Poboljšanje kvaliteta. Održavanje softvera. Osnovni pojmovi ra unarski podržanog softverskog inženjerstva. Izrada projekta u timu.

Predmet: Elektroenergetski pretvara i

Vrste energetske pretvara a (AC/DC, DC/DC, DC/AC, AC/AC). Jednosmerni pretvara i (DC/DC). Jednokvadrantni i višekvadrantni pretvara i. Na ini realizacije pretvara a. Tiristorski pretvara i. Invertori (DC/AC). Vrste invertora. Naponski invertori (jednofazni i višefazni). Strujni invertori. Rezonantni invertori. Naizmeni ni pretvara i (AC/AC). Ciklokonvertori. Matri ni pretvara i. Primena pretvara a u napajanju jednosmerne i naizmeni nih motora. Primena pretvara a u proizvodnji, prenosu i distribuciji elektri ne energije.

Predmet: Izvori za napajanje

Vrste napajanja. Linearni izvori napona napajanja. Direktni pretvara i. Pretvara i sa izolacijom. Na ini upravljanja kod prekida kih izvora. Sistemi napajanja. Centralizovana i decentralizovana napajanja. Uzemljivanje sistema. Naponski balans. Sistemi besprekidnog napajanja (SBN). Elementi sistema. Baterije i akumulatori. Na ini izvo enja. Na ini regulacije i upravljanja.

Predmet: Ra unarski merno-informacioni sistemi u industriji

Uvod u ra unarske merno-informacione sisteme. Osnovni blok dijagrami jednokanalnih i višekanalnih mernih sistema. Multipleksiranje mernih signala. Senzori i pretvara i u modernim industrijskim mernim sistemima. Trendovi razvoja. Integrisani i pametni senzori. Inteligentni merni moduli. Prenos mernog signala i podataka. Povezivanje senzora, kola obrade signala. Dvoži ni transmiteri. Metode i sistemi za poboljšanje odnosa signal/šum. Standardni komunikacioni interfejsi. Merni ure aji za rad u eksplozivnoj sredini. Distribuirani merno-informacioni sistemi i Internet povezivanje. Virtuelna instrumentacija i LabVIEW softver. Industrijski telemetrijski sistemi.

Predmet: Scada sistemi

Uvod u SCADA sisteme. Definicija i elementi SCADA sistema. Istorija SCADA sistema. Sistemi za rad u realnom vremenu. Daljinsko upravljanje. Komunikacija sa SCADA sistemom. Na ini povezivanja sa SCADA-om. Upravljanje SCADA-om. Senzori, aktuatori i povezivanje. Korisni ki interfejs. Isplativost SCADA-e. Primena. Primeri.

VIII semestar**Predmet: Uvod u robotiku**

Geometrija robota. Model kinematike robota. Diferencijalna kinematika. Pogonski sistemi robota. Elektri ni, hidrauli ki i pneumati ki pogon. Sistemi za prenos pogonskog momenta. Dinamika robota. Model dinamike robota. Analiza modeliranih i nemodeliranih efekata. Simulacija robota. Planiranje trajektorija. Sinteza trajektorija u unutrašnjim i spoljašnjim koordinatama. Senzori u robotici. Izvršni organi robota. Upravljanje u unutrašnjim koordinatama. Upravljanje u spoljašnjim koordinatama. Inverzna kinematika ko i dinami ko upravljanje. Upravljanje po poziciji i sili. Inteligentno upravljanje. Planiranje dejstava. Funkcionalna arhitektura upravlja kog sistema. Primena robota. Uvođenje robota u proizvodnju. Uslužni roboti. Automatski vodena vozila. Roboti u servisnim, medicinskim i kosmi kim primenama.

Predmet: Projektovanje sistema automatskog upravljanja

Opšti principi projektovanja sistema automatskog upravljanja (SAU). Tehni ki zahtevi za regulacione sisteme i sisteme upravljanja. Odre ivanje dinamike procesa. Matemati ki model objekta upravljanja. Projektovanje konvencionalnih upravlja kih ure aja. Razli ite strukture PID kontrolera realizovanih u analognoj i digitalnoj tehnici i neke metode njihovog podešavanja sa primerima. Projektovanje SAU invarijantnih na dejstvo poreme aja i sa transportnim kašnjenjem. Prenosna kompenzacija, Smitov (Smith) prediktor i njegova realizacija. Simulacija projektovanog sistema pomo u ra unara.

Predmet: Identifikacija sistema

Pojam matemati kog modela i identifikacije procesa. Kriterijum kvaliteta identifikacije algoritmi identifikacije. Metode pasivne identifikacije. Metode regresije i sekvencijalne regresije. Neparametarske metode identifikacije. Identifikacija pomo u korelacionih funkcija. Aktivna identifikacija procesa. Jednokora ni i višekora ni metode. Gradjentni metodi. Primena ortogonalnih funkcija. Primena neuronskih mreža u identifikaciji. Fazi identifikacija. Ocena kvaliteta identifikacije. Organizacija eksperimenta za identifikaciju.

Nastavni programi predmeta sa liste**V semestar****Predmet: Radiokomunikacije**

Uvod. Osnovni principi i klasifikacija mikrotalasnih komunikacionih sistema. Internacionalna telekomunikaciona unija i plan koriš enja frekvencijskog spektra. Antene u mikrotalasnim komunikacionim sistemima. Telekomunikaciona jedna ina. Putanja radio talasa. Šum u mikrotalasnim komunikacionim sistemima. Mobilni komunikacioni sistemi. Standardi i frekvencijski opsezi mobilnih sistema. Celularni pristup. Predstavnic i 2G., 2+G i 3G sistema. Osnovi satelitskih sistema. Sistemi za globalno pozicioniranje (GPS). Medjunarodni standardi za izloženost mikrotalasnom zra enju.

Predmet: Elektromehaničko pretvaranje energije

Osnovni zakoni i principi elektromehani kog pretvaranja energije. Magnetno i elektri no kolo elektri nih mašina. Energetski bilans opšte mašine. Jedna ina kretanja. Elektromagnetni momenat elektri nih mašina. Primeri jednopobudnih i višepobudnih sistema. Princip rada osnovnih vrsta mašina. Magnetna polja jednosmerne i naizmeni nih mašina. Magnetopobudne sile. Izvo enje namota elektri nih mašina. Navojni sa inioci. Elektromotorne sile. Harmonici i metode za njihovu eliminaciju. Komutacija.

Predmet: Solarne komponente i sistemi

Solarna energija. Sunce. Ostali CO₂-free izvori energije (hidro, energija vetra, biomasa, energija talasa, geotermalna energija). **Fotonaponski efekat.** Generacija nosilaca naelektrisanja usled absorpcije svetlosti. Absorpcija kod direktnih i indirektnih poluprovodnika. **Solarni elije.** Osnovni mehanizmi konverzije energije. Strujno-naponska karakteristika, struja kratkog spoja, napon otvorenog kola i efikasnost osvetljenog idealnog, beskona nog p-n spoja. Fotostruja, struja zasi enja i omska otpornost realne solarni elije. **Visoko**

efikasne solarne elije. Elektri ni i opti ki gubici. Strukture i procesi za proizvodnju visoko efikasnih solarnih elija. **Materijali i tehnologije za proizvodnju Si solarnih elija.** Tehnologija Si solarnih elija. Savremene tehnologije proizvodnje Si solarnih elija. Novi materijali, novi koncepti i novi trendovi razvoja solarnih elija. **Tipovi solarnih elija.** Solarne elije na kristalnom Si: solarne elije sa koncentradorom, bifacijalne i solarne elije sa ukpanim kontaktom, MIS, polikristalne, višeslojne i tankoslojne solarne elije. Tankoslojne solarne elije na amorfnom Si, Ga-As, Cd-Te, Cu-In-Se₂. **Analiza i karakterizacija solarnih elija.** Strujno-naponska karakteristika, spektralni odziv i PCVD tehnika merjenja. Modeliranje i simulacija solarnih elija TCAD softverskim paketima. Generalizovani Pspice model solarnih elija. **PV sistemi.** Komponente PV sistema. Vrste PV sistema. Samostalni PV sistemi i PV sistemi priklju eni na elektri nu mrežu. Primene PV sistema i njihova instalacija. Mali PV sistemi za napajanje mobilnih ure aja. Uticaj PV sistema na okolinu. Recikliranje PV sistema. Efikasnost i osnovne karakteristike PV sistema. Cena i tržište PV sistema. Trendovi razvoja PV sistema.

Predmet: **Teorija informacija**

Pojam informacije. Koli ina informacija. Izvori informacija. Diskretni izvori bez memorije. Diskretni izvori s memorijom. Kontinualni izvori. Statisti ko kodovanje. Kraftova nejednakost. Makmilanova nejednakost. Kompaktni kod. Prva Shannonova teorema. Efikasnost i redundansa koda. Statisti ki model telekomunikacionog kanala. Kapacitet diskretnog i kontinualnog kanala. Pouzdanost prenosa. Hammingova udaljenost. Druga Shannonova teorema. Hammingov kod. Prenos informacija uz dopušteno ošte enje. Uvod u kompresiju signala i zaštitno kodovanje

Predmet: **Kablovski i optički komunikacioni sistemi**

Klasifikacija sistema za vo enje EM talasa. Prostiranje po vodovima. Vodovi sa metalnim provodnicima. Pristupne kablovske komunikacije. Klasi ne distributivne mreže. Prostiranje po opti kim vlaknima. Monomodna i multimodna vlakna. Izvori opti kih signala. Poja ava i i prijemnici opti kih signala. Merenje i testiranje opti kih sistema. Savremeni opti ki komunikacioni sistemi: SDH, WDM i DWDM sistemi. Opti ke mreže. Hibridni koaksijalno-opti ki sistemi.

Predmet: **Elektromagnetika - Odabrana poglavlja**

Predmet: **Telekomunikacije**

Prenos informacija. Digitalizacija signala. Osnovi tehnika analognih i digitalnih modulacija. Prenos signala sa proširenim spektrom. Mutipleksni prenos signala. Osnovi kompresije signala. Zapis informacija. Osnovi tehnika kodovanja. Beži ni komunikacioni sistemi. Mobilne komunikacije. Satelitske komunikacije. Sistem za globalno pozicioniranje (GPS)

Predmet: **RF elektronika**

Pasivne RF komponente, šotkijeve diode, SiGe HBT, HEMT, LD MOS tranzistori. Ekvivalentne šeme i modeli aktivnih elemenata. S parametri. Oscilatorna kola. Transmisione linije. Karakteristi na impedansa i konstanta prostiranja. Z i Y Smitova karta. Arhitekture predajnika i prijemnika. Projektovanje RF filtera i kola za prilogo enje. Malošumni poja ava i. Faktor šuma. Rolletov faktor stabilnosti. RF oscilatori. PLL sitezatori frekvencije. Meša i. RF poja ava i snage u klasama A, B, C.

VI semestar

Predmet: **Komercijalni softver za simulaciju dinamičkih sistema**

Simulacioni softver orijentisan na modele sistema u obliku jednačina. Simulacioni alati orijentisani na blok dijagrame. Simulacioni softver namenjen bond graf modelima. Razvoj softvera za simulaciju. Korisnicki interfejs simulacionog okruženja. Paralelno-procesorski sistemi. Vestacka inteligencija i simulacija. Primena sistema baziranih na znanju u modeliranju i simulaciji. Kvalitativno modeliranje i simulacija. Specijalizovan softver za simulaciju odre enih klasa sistema. Modeliranje i simulacija u praksi.

Predmet: **Senzori i pretvaraci**

Uvod. Informacija i informaciono-procesni sistemi. Memi i kontrolni sistemi. Pretvara i. Definicija i podela senzora. Idealne senzorske karakteristike i prakti na ograni enja. Tehnologije izrade. Osnovne karakteristike mikrosenzora. Definicije parametara. Kalibracija. Korekcija greške. Pouzdanost. Senzori signala zra enja. Senzori mehani kih signala. Senzori toplotnih signala. Senzori magnetnih signala. Senzori hemijskih signala. Fizi ki principi rada. Konstrukcija i tehnologija. Primene. Inteligentni integrisani senzori. Tehnologije izrade. Funkcionalni blokovi. Integrisana senzori na bazi mikroeletromehaničkih (MEMS) komponenata.

Predmet: **Baze podataka**

Uvod u baze podataka. Sistem za upravljanje bazama podataka. ER/EER model podataka. Relacioni model podataka.. Konverzija iz ER/EER u relacioni model. Relaciona algebra. Relacioni ra un. Relacioni upitni jezik - SQL. Projektovanje relacionog modela baze podataka, funkcijske zavisnosti, normalne forme, postupci normalizacije. Ograni enja integriteta. Ugra eni SQL, ODBC i JDBC. Postrelacioni modeli baza podataka. Uvod u objektno-relacione i objektno baze podataka.

Predmet: **Osnovi energetske elektronike**

Uvod u energetske elektroniku. Elektronske energetske komponente (dioda, bipolarni tranzistor, tiristor, MOSFET, IGBT). Tehnika primene energetske komponente (hla enje, zaštita, grupni rad komponente). Osnovna kola sa diodama i tiristorima. Kontroleri naizmeni nog napona. Prirodna i prinudna komutacija. Izvori jednosmernog napona napajanja (diodni ispravlja i, tiristorski ispravlja i).

Predmet: **Mikroracunarski sistemi**

Arhitekture mikrora unarskih sistema. Magistrale mikrora unarskih sistema. Arhitektura mikroprocesora. Programski modeli 16-bitnih i 32-bitnih mikroprocesora. RISC procesori. Na ini organizacije ulaza/izlaza. Programirani ulaz/izlaz. Sistem prekida. Direktan pristup memoriji (DMA). Paralelni U/I. Serijski U/I. Standardni serijski interfejsi (RS 232c, RS 485). Mikrora unar na ipu. Mikrokontroleri. Embedded procesiranje, karakteristike embedded ra unara.

Predmet: **Tehnika konverzije**

Istorijat razvoja konvertora. Kodiranje i kvantizacija, Teorija odmeravanja. Greške konvertora. Osnovne specifikacije konvertora. Arhitekture konvertora podataka (DAC, ADC, Sigma-Delta). Testiranje konvertora. Kola za spregu sa konvertorima. Referentni izvori, generatori taktnog signala, analogni prekida i i multiplekseri, kola za odmeravanje i držanje. Primeri primene konvertora podataka Data converter history. Fundamentals of sampled data systems. Coding and quantizing. Sampling

theory. Data converter errors. General data converter specifications. Data converter architectures (ADC, DAC, Sigma-Delta). Testing data converters. Interfejsing to data converters. Voltage references, analog switches and multiplexers, sample and hold circuits. Data converter applications

Predmet: Elektronika u medicini

elija kao izvor bioelektri nog potencijala. Instrumentacioni operacioni pojaava . Niskošumni operacioni pojaava . Propusni opseg pojaava a biopotencijala. Problemi šumova i interferencija kod analognih kola. Hardver za digitalnu obradu bio signala. Realizacija digitalnih filtara. Generatori signala za biostimulacije. Stimulacija rada srca, stimulaciju rada miši a. Pouzdanost i sigurnost medicinskih elektronskih ureaja. Projektovanje podsistema napajanja medicinske elektronike.

Predmet: Digitalna obrada signala

Analiza linearnih vremenski invarijantnih sistema primenom Z transformacije. Sinteza analognih filtara. Sinteza FIR filtara. Sinteza IIR filtara. Realizacija diskretne funkcije prenosa. Uticaj kona ne dužine re i. Adaptivno filtriranje.

Predmet: Modulacione tehnike

Uvod. Digitalne modulacije (FSK, PSK, MSK, ASK, QAM). Višenivojske modulacije. Modulacija sa pseudoslu ajnim nosiocem. Pseudoslu ajne sekvence i njihove osobine. Modulacije sa direktnom sekvencom (DS), frekvencijskim (FH) i vremenskim skakanjem (TH). Principi sinhronizacije. Osnovni principi OFDM tehnike. Sinhronizacija i procena kanala kod OFDM sistema.

VIII semestar

Predmet: Inženjerska etika

Predmet: VEROVATNO A I STATISTIKA

Definicije verovatno e. Slu ajne veli ine. Diskretne i neprekidne slu ajne veli ine. Funkcija, zakon i gustina raspodele verovatno a. Višedimenzionalne slu ajne veli ine. Uslovne raspodele i nezavisnost slu ajnih veli ina. Numeri ke karakteristike slu ajnih veli ina. Matemati ko o ekivanje, momenti, disperzija, standardna devijacija. ebiševljeva nejednakost i pravilo "tri sigme". Karakteristi na funkcija. Osobine karakteristi ne funkcije. Raspodele slu ajnih veli ina. Grani ne teoreme. Osnovni pojmovi statistike. Populacija, slu ajni uzorak, Centralna teorema statistike. Raspodele važne u statistici. Hi-kvadrat raspodela, Studentova (t) raspodela, Fišerova (F) raspodela. Ocene parametara. Ta kaste ocene. Efikasnost ocene. Intervali poverenja. Testiranje hipoteza. Testovi zna ajnosti. Parametarski testovi. Neparametarski testovi.

Predmet: DISKRETNA MATEMATIKA (2+2+0)

Skupovi i relacije. Algebarske strukture. Celi brojevi. Kriptografija. Algoritam i rekurzija. Specijalne funkcije, nizovi i matrice. Klasi na kombinatorika. Kombinatorne konfiguracije. Grafovi. Stepen vora. Matrice susedstva i incidentnosti. Delovi grafa. Putevi u grafu. Povezanost. Težinski grafovi. Algoritmi za odredjivanje kriti nih puteva u grafu. Operacije sa grafovima.

Predmet: Termovizija

Uvod u termoviziju. Teorija infracrvenog zra enja. Detekcija infracrvenog zra enja i merenje temperature. Ure aji za merenje temperature. Princip rada i vrste termovizijskih kamera. Prakti ni aspekti primene termovizijskih kamera. Primena termovizije za preventivno održavanje i ispitivanje u razli itim oblastima. Odrada i analiza termovizijskih slika.

Predmet: Merenja u medicini

Osnove elektromedicinskih merenja. Elektromedicinski merni sistemi i njihove karakteristike. Izvori bioelektri nih potencijala. Elektrode za merenje biopotencijala (mikroelektrode, površinske, igli aste, referentne). Biopotencijalni pojaava i. Elektromiografija. Elektrokardiografija. Elektroencefalografija. Merenje pulsa, krvnog pritiska i protoka krvi. Merenje ostalih veli ina na telu oveka. Zaštita pacijenata od mogu eg dejstva elektrine energije.

Predmet: Elektronska merna instrumentacija

Osnovne karakteristike otvorenih i zatvorenih mernih sistema. Analogno i digitalno procesiranje mernih signala, merna kola i sistemi. Izvori mernih signala, generatori talasnih oblika i etalonskih signala. Analogni i digitalni osciloskopi. Analogni i digitalni instrumenti za merenje napona, struje i otpornosti. Instrumentacija za merenje frekvencije, faze i vremenskog intervala. Instrumentacija za merenje parametara elektronskih kola i karakteristika signala i sistema. Instrumentacija u procesnoj industriji. Virtuelna instrumentacija i vizuelizacija mernih procesa. Merno-informacioni sistemi.

Predmet: Merenja u ekologiji

Sistem kvaliteta radne i životne sredine. Ekološki sistemi. Izvori štetnosti u životnoj, radnoj i industrijskoj okolini. Merenje fizi kih i hemijskih parametara vode, vazduha i tla. Savremeni merni pretvara i i senzori. Analiza sastava gasova i materije. Merenje zra enja i elektromagnetskih zaga enja. Buke i vibracije. Merenje mikroklimatskih parametara. Merenje meteoroloških parametara. Meteorološki merno-informacioni sistemi. Merni sistemi za ekološki monitoring i prikupljanje podataka.

Predmet: Sistemi za akviziciju podataka

Koncept DAS sistema. Domeni podataka. Klasifikacija DAS-ova. Sistemi zasnovani na primeni ra unara. Automatski sistemi za merenje i testiranje. "Embedded" sistemi. Centralna upravlja ka jedinica. Povezivanje mernih dava a sa centralnom jedinicom. Tipovi A/D i D/A konverzije (flash, subranging, delta-sigma, dual-slope, single slope, successive, V/F, R-2R, RC, resistance measurement converter, PWM, improved PWM). Aktuatori, tipovi i povezivanje. Inteligentni senzori. Koncept upravljanja. Funkcionalni zahtevi. Projektovanje DAS-ova. Operativni sistemi. Jezici za programiranje. DDC algoritmi i njihova implementacija. Testiranje i verifikacija programa. Projektovanje DAS-ova na bazi softverskih paketa.

A.1.4. Modul: ELEKTRONIKA I MIKROPROCESORSKA TEHNIKA

Semestar	Obavezni predmeti modula studijskog programa	asovi			Bodovi
III		PR	RV	LV	
	Osnovi elektronike	2	2	1	6
	Digitalna elektronika	2	2	1	6
	Signali i sistemi	2	1	2	6
	Elektri na i elektronska merenja	2	1	2	6
	Matematika 3	3	2	1	6
	Bodova:				30
IV					
	Osnovi telekomunikacija	2	2	1	6
	Digitalna obrada signala	3	1	1	6
	Analogna elektronika	2	2	1	6
	OO tehnike projektovanja sistema	2	2	1	6
	Izborni predmet 1	2	2	1	6
	Projektovanje elektronskih kola				
	Kreiranje multimedijalnih sadržaja				
	Fourierova i wavelet analiza				
	Bodova:				30
V					
	Engleski jezik I	2	0	0	3
	Ra unarske mreže i interfejsi	2	1	2	5
	RF elektronika	2	2	1	6
	Multimedijalni sistemi	2	2	1	5
	Izborni predmet 2	2	2	1	6
	Digitalna integrisana kola				
	Obrada audio signala				
	Izborni predmet 3	2	2	1	5
	Arhitekture digitalnih sistema				
	TV sistemi				
	Bodova:				30
VI					
	Engleski jezik II	2	0	0	3
	Mikroprocesorska tehnika	2	2	1	6
	Osnovi energetske elektronike	2	2	1	6
	Izborni predmet 4	2	2	1	6
	Projektovanje digitalnih integrisanih kola				
	Mikroarhitekture				
	Alati za multimediju				
	Izborni predmet 5	2	2	1	6
	Projektovanje elektronskih sistema				

	Multimedijalne komunikacije Studijska audio i video tehnika				
	Strucna praksa / timski projekat				3
	Bodova:				30
VII					
	Sistemi za rad u realnom vremenu	2	2	1	6
	Izvori za napajanje	2	2	1	6
	Izborni predmet 6 (za modul) Projektovanje VLSI Digitalna obrada slike	2	2	1	6
	Izborni predmet 7 (za modul) Održivo projektovanje Mikrokontroleri Tehnike konverzije Kola sa mešovitim signalima Komunikaciona kola i sistemi Ra unarske animacije I	2	2	1	6
	Izborni predmet 8 Ra unarske periferije Elektronika u medicini Elektroenergetski pretvara i Obnovljivi izvori energije Ra unarska grafika OO programiranje Digitalne komunikacije Automatsko upravljanje Operativni sistemi	2	2	1	6
	Bodova:				30
VIII					
	Izborni predmet 9 Embedded sistemi Bežni i Ra unarske mreže i uređaji Medicinski elektronski sistemi Ekonomija održive proizvodnje Tehnike prenosa slike	2	2	1	6
	Izborni predmet 10 Ultrazvučna tehnika Autoelektronika Projektovanje analognih integrisanih kola Ra unarske animacije II	2	2	1	6
	Izborni predmet 11 Testiranje i dijagnostika elektronskih kola i sistema Sistemi za akviziciju podataka (DAS) Internet i WEB tehnologije	2	2	1	5

	Termovizija Multimedijalni uređaji (Kamera i montaža) Tehnike obrade signala				
	Izborni predmet 12 Neuronske mreže Konkurentno programiranje Primopredajna tehnika Radio komunikacije T Integrirani senzori Senzori, pretvarači i aktuatori Satelitska i kablovska televizija Antene i prostiranja Kodovanje i kompresija podataka Mikrotalasna tehnika Programiranje industrijskih kontrolera Baze podataka WEB programiranje	2	2	1	5
	Završni rad				8
	Bodova:				30

PROGRAMI

Digitalna elektronika

Bulova algebra i njeni predstavljanja brojeva. Osnovi logičkih kola. Kombinaciona kola, moduli i mreže. Koderi, dekoderi, multiplekseri, demultiplekseri, komparator binarnih brojeva. Sekvencijalna kola – Latch kola (SR, D) i Flip-flopovi (SR, D, JK, T). Registri (prihvatni, pomerači i brojači). Memorije (ROM, EPROM, EEPROM, RAM, CAM, DRAM, NVRAM). PLA, PAL i PLD. Potpuni sabiraci. Sistemi za sabiranje i oduzimanje binarnih brojeva, jedinica za predviđanje prenosa (CLA). Aritmetičko logička jedinica (ALU). Množači i binarnih brojeva, delitelji binarnih brojeva. Minimalna hardverska struktura procesora. Kola uzorkovanja i držanja (S & H). Osnovi D/A i A/D konverzije.

ELEKTRIK I ELEKTRONSKA MERENJA

Osnovni termini i definicije u mernoj tehnici. Metode merenja. Greške merenja i merna nesigurnost. Standardi električnih veličina. Materijalizacija referentnih mernih veličina. Kalibratori i kalibracija merila. Elektrodinamički merni instrumenti. Indikatori mernih instrumenata. Merni mostovi. Procesiranje analognih i digitalnih mernih signala. Obezbeđenje kvaliteta mernih signala. Merni konvertori električnih veličina. Principi digitalnih metoda merenja. Osnovi kompjuterskih mernih sistema. Metode merenja statičkih i dinamičkih parametara elektronskih komponenata i kola.

Signali i sistemi

Kontinualni i diskretni sistemi. Linearni vremenski invarijantni sistemi. Fourierova analiza kontinualnih i diskretnih sistema. Rešavanje električnih kola u vremenskom domenu. Laplasova transformacija. Rešavanje kola u frekvencijskom domenu. Z transformacija. Kontinualno diskretne transformacije.

Digitalna obrada signala

Analiza linearnih vremenski invarijantnih sistema primenom Z transformacije. Sinteza analognih filtara. Sinteza FIR filtara. Sinteza IIR filtara. Realizacija diskretne funkcije prenosa. Uticaj konačne dužine rešetke. Adaptivno filtriranje.

Analogna elektronika

Blok šema operacionog pojačavača. Model operacionog pojačavača. Osobine realnih operacionih pojačavača. Faktor potiskivanja napona napajanja. Frekvencijska zavisnost karakteristika operacionog pojačavača. Primena operacionih pojačavača u linearnim elektronskim kolima. Kolo za sabiranje. Kolo za oduzimanje. Kolo za integraljenje. Kolo za diferenciranje. Kolo za logaritmovanje. Kolo za antilogaritmovanje. Kolo za množenje. Kolo za deljenje. Rešavanje diferencijalnih jednačina. Aktivni filtri. Žirator i konvertori negativne impedanse. Aproksimacija prenosnih funkcija i realizacija analognih RC filtra. Osnovna kola sa idealnim i realnim operacionim pojačavačima. Stabilnost kola sa operacionim pojačavačima. Unutrašnje i spoljašnje frekvencijske kompenzacije operacionih pojačavača. Osnovni blokovi bipolarnih i CMOS operacionih pojačavača u integrisanoj tehnici.

Digitalna integrisana kola

Karakteristike digitalnih kola. Prekidačke karakteristike MOS FET-a, dioda i bipolarnih tranzistora. Invertori. Propagaciono kašnjenje. Disipacija snage. CMOS LK (HC, HCT, AC, ACT, AHC, AHCT). Bipolarna LK (TTL, S, LS, F, AS, ALS, ECL). BiCMOS LK (BCT, ALB, ABT, ABTE, LVT). Bilateralni CMOS prekidači. Pass logika (CPL). CMOS LK male potrošnje i LK malog napona napajanja. Transliranja naponskih nivoa. Crossbar tehnika (CBT, CBTLV). Realizacija BUS-a (Bus-hold kola, BTL, GTL). RS i Latch. MS RS, D, JK i D flip-flop. Schmitt Trigger kolo. Dinamička logička kola. Domino logika. Potiskivanje interferencije. Naponski komparatori. Multivibratorska kola. Relaksacioni oscilatori sa kristalom. Generatori linearnih naponskih oblika. Tajmer kola. Kontroleri strujnih pobuda.

Obrada audio signala

Digitalni model govornog signala. Modeliranje govornog signala u vremenskom domenu. A/D konverzija audio signala. Kratkotrajna Furijeova transformacija. Linerano prediktivno kodovanje govora. Sinteza govora.

Digitalna obrada slike

Osnove digitalne obrade slike. 2D signali i sistemi. Osobine svetlosti i vizuelnih sistema. Diskretizacija slike. Rezolucija, skaliranje, translacija i rotacija. Kontrast i nivoi sivog, histogram. Konvolucija, prosti filtri, detekcija ivica. 2D FFT, filtriranje u frekventnom domenu. Transformacije slike. Poboljšanje kvaliteta slike. Sumovi u slici. Predstavljanje slike u boji, RGB i HSI sa 8 i 24 bita. Geometrijske i prostorne transformacije. Restauracija slike.

Kreiranje multimedijalnih sadržaja

Studenti izuavaju pojmove i terminologiju Raunarske grafike i dizajna, osnove primene digitalnih medija u izgradnji dvodimenzionalne generisane slike, zakonitosti i postulate forme i organizacije likovnih elemenata u digitalnom okruženju, osnove klasične i raunarske animacije. Studenti izuavaju i uvežbavaju savremene umetneke tehnike raunarske grafike i dizajna, sa primenom i znaenjem teksta i komunikacije, od koncepta statike slike do realizacije sekvencijalnog produkta. Težište nastave je na produktima dizajna raunarskih vizuelnih sadržaja: Internet i Kompakt disk prezentacija. Studenti e biti osposobljeni da samostalno realizuju složenu sekvencijalnu formu raunarske grafike i dizajna. Studenti izuavaju složenu digitalnu dinamiku sliku, od sekvenciranja statikim elementima do kreiranja pokreta digitalnim sredstvima i primene specijalnih vizuelnih efekata. Težište nastave je na dizajnu vizuelnih sadržaja primenljivih u medijima savremenog filma i televizije, u rasponu dizajna od tekstualnih formi (telopa i špica), do unenja u realizaciji kratkih komercijalnih sadržaja (reklama i muzikih spotova). Uz mogućnost samostalnog rada, težište e biti na unenju u timskom radu, sa ciljem stvaranja složene vizuelno auditivne celine profesionalnog kvaliteta. Pojmovi i terminologija raunarske grafike i dizajna. Osnovne primene digitalnih medija u izgradnji 2D generisane slike. Osnovi klasične i raunarske animacije. Internet i kompakt disk prezentacija. Realizacija složene sekvencijalne forme raunarske grafike i dizajna. Sekvenciranje statikih elemenata. Kreiranje pokreta digitalnim sredstvima. Primena specijalnih vizuelnih efekata. Dizajn vizuelnih sadržaja primenljivih u medijima savremenog filma i televizije.

Raunarske mreže i interfejsi

Modeli komuniciranja. Mrežni standardi. ISO-OSI referentni model. Tehnike za prenos podataka. Koncepti fizičkog nivoa. Standardni električni interfejsi, RS 232, RS 422, RS485. Interfejsi za brzi i veoma brzi serijski prenos podataka, SERDES kola. Sprega sa galvanskom izolacijom. Funkcija nivoa veze. Mrežni nivo. Tehnike rutiranja. Mrežni hardver i komponente. Konektori, tipovi kablova, primo-predajnici, media konvertori, repetitori, mrežne interfejs kartice i PC kartice, mostovi, ruteri, komutatori i gateway. Ethernet. Internet i TCP/IP. LAN i WAN tehnologije umrežavanja. VPN, Token-ring, FDDI, ISDN, Frame Relay, SMDS i ATM. Koncepti umrežavanja, aplikacije i tehnologije. Dial-up umrežavanje, analogni modem, DSL servis, kablovski modem, kućno-umrežavanje. Industrijske mreže Protokoli višeg nivoa. Aspekti sigurnosti u radu mreže. Napadi, zaštite, šifrovanje, autorizovani pristup. Izrada projekta- Projektovanje i realizacija jedne raunarske mreže.

Multimedijalni

Uvod u multimediju. Formatirani zapis teksta, grafike, zvuka, mirne i pokretne slike. Kompresija teksta i slike. Kompresija audio i video sadržaja. Sinhronizacija. Skladištenje i pretraga multimedijalnih informacija. Primene multimedijalnih sistema (video na zahtev, interaktivna televizija, video konferencije, digitalne biblioteke). Projektovanje multimedijalnih sistema: softverske i hardverske arhitekture, alati za multimediju. Napredni multimedijalni sistemi (virtuelna realnost, prepoznavanje govora i slike, video baze podataka). Multimedijalne komunikacije i mreže. Distribuirani multimedijalni sistemi. Standardi za multimedijalne komunikacije. Kvalitet servisa u multimediji. Priprema i distribucija multimedijalnog materijala.

Arhitekture digitalnih sistema

(4 aso) Uvod u digitalne sisteme i implementacione tehnologije. Klasifikacija i poređenje implementacionih tehnologija. Reprerentacije digitalnih sistema. Nivoi apstrakcije. Tok projektovanja. Pregled jezika za opis hardvera. **(2 aso)** Programabilna logika kola (CPLD i FPGA). Arhitekture CPLD i FPGA kola. Tehnologije programiranja. Tok projektovanja. Softverski alati i razvojni sistemi. **(2 aso)** Uvod u VHDL. Struktura VHDL koda i stilovi projektovanja. Funkcionalno i strukturno modeliranje. Procesiranje VHDL koda. Simulacija i testben. Uloga VHDL-a u procesu projektovanja. **(2 aso)** Osnovne jezičke konstrukcije VHDL-a. Leksički elementi i objekti. Tipovi podataka. Predefinisani i korisnički definisani tipovi podataka. Podtipovi. Signali, varijable i polja. Označeni i neoznačeni tipovi podataka. Konverzija podataka. Operatori i atributi. Korisnički definisani atributi. Preklapanje operatora. GENERIC. **(6 asova)** Konkurentni kod. Konkurentna naredba dodele. Uslovne naredbe dodele. Naredbe WHEN i SELECT. Naredba GENERATE. Sinteza konkurentnog koda. Konceptualni dijagrami. Primeri konkurentnog opisa. **(6 asova)** Sekvencijalni kod. Procesi. Naredbe IF, CASE i LOOP. Procesi sa i bez liste senzitivnosti. Sinteza sekvencijalnog koda. Sekvencijalni kod za kombinaciona kola. Opis ležajnih i flip-flopova. Sinteza registara. Opis regularnih sekvencijalnih komponenti. Memorijske komponente. **(4 aso)** Konačni automati. Murovi i Milijevi automati. Predstavljanje konačnih automata. Dijagram stanja i ASM dijagram. VHDL opis konačnog automata. Višesegmentni i dvosegmentni kodni šablon. Kodiranje stanja. Primeri konačnih automata. **(4 aso)** Paketi i komponente. Konstrukcije PACKAGE, COMPONENT, PORT MAP, GENERIC MAP. Naredba GENERATE u strukturnom opisu. Hijerarhijsko projektovanje u VHDL-u. Funkcije i procedure.

Predmet: Elektronika u medicini

elija kao izvor bioelektrichog potencijala. Instrumentacioni operacioni pojačavač. Niskošumni operacioni pojačavač. Propusni opseg pojačavača biopotencijala. Problemi šumova i interferencija kod analognih kola. Hardver za digitalnu obradu biosignala. Realizacija digitalnih filtara. Generatori signala za biostimulaciju. Stimulacija rada srca, stimulaciju rada mišića. Pouzdanost i sigurnost medicinskih elektronskih uređaja. Projektovanje podsistema napajanja medicinske elektronike.

Predmet: Medicinski elektronski sistemi

Kondicioniranje bioloških signala, njihova akvizicija i spektralna analiza. Sistemi za snimanje ENG, EMG, ECG, EEG, ERPs, EGG, PCG, CP, VMG, VAG. Elektronski dijagnostički sistemi za vid. Sistem za dijagnostiku sluha. Elektronski uređaji za poboljšanje sluha i govora. Elektronski podsistem u sistemu veštačkog bubrega, veštačkih pluća, veštačkog srca. Veštačko kožno uvo. Sistemi za endoskopske intervencije. Sistem za neprestano praćenje i beleženje rada kardiovaskularnog sistema ovek. Sistem za nadzor vitalnih životnih parametara bolesnika. Sistemi daljinskog nadzora i učešćevanjanja u medicinskim intervencijama u realnom vremenu. Održavanje, testiranje i kalibracija medicinskih sistema. Elektronska zdravstvena knjižica, zdravstveni karton i istorija bolesti sa svim rezultatima zdravstvenog stanja.

OBJEKTNO ORIJENTISANE tehnike projektovanja sistema

Apstrakcija podataka. Moduli kao sredstvo apstrakcije. Klase i objekti. Nasleđivanje i polimorfizam. Apstraktne klase i interfejsi. Objektno orijentisani (OO) jezici danas. Statički i dinamički implementacija OO jezika. Koncepti modeliranja sistema na UML-u. Kreiranje zahteva. Analiza zahteva. Objektna interakcija. Specificiranje operacija. Specificiranje kontrole. Pristup OO projektovanju sistema korišćenjem UML-a. Forme u projektu. Interakcija ovek-raunar. Projektovanje graničnih klasa. Upravljanje podacima. Implementacija. Komponente za ponovnu upotrebu. Upravljanje OO projektom. Metodologije razvoja sistema. OO modeliranje sistema za rad u realnom vremenu. Primene OO tehnika za realizaciju sistema za rad u realnom vremenu.

Predmet: Projektovanje elektronskih sistema

Tipovi i topološke strukture elektronskih sistema. Projektovanje elektronskih sistema: integralno projektovanje, nivoi i faze projektovanja, razvoj specifikacija sistema, modelovanje elektronskih sistema, projektovanje odozgo-naniže, modularizacija, hardver-softerver kompromis, projektovanje softvera, projektovanje hardvera, integracija sistema, vrednovanje sistema. Upravljanje projektom: organizacija projektnog tima, dokumentacija i njena organizacija. Sredstva za projektovanje elektronskih sistema: sredstva za projektovanje softvera, sredstva za projektovanje hardvera, alati za integraciju hardvera i softvera i otklanjanje grešaka, softverski paketi za podržavanje projektovanja mikrorarunarskih sistema. Projektovanje pouzdanih sistema: sistemi za otkrivanje otkaza i sistemi koji mogu da rade i u prisustvu otkaza, redundansa u hardveru, redundansa u softveru, redundansa u podacima, redundansa u vremenu. Projektovanje štampane ploče. Projekat.

Predmet: Projektovanje VLSI

VLSI tehnologija. Struktura VLSI sistema. Projektovanje arhitekture: sinteza na visokom nivou, sinteza na RTL nivou. Sinteza za malu potrošnju. Projektovanje podsistema: princip pipelining i datapath, controlpath, osnovni podsistemi (kombinacioni pomerači, sabirači, ALU, množači, memorije, ...). Timing: problemi kod sinhronih kola (clock-skew) i kod asinhronih kola (problem trke). Napajanje. CAD sistemi. Projekat: Projekat IK na osnovu VHDL-opisa sistema.

Predmet: Projektovanje digitalnih integrisanih kola

Metodologija projektovanja: programabilna logika, gejtovska polja i more gejtova, projektovanje zasnovano na celijama, projektovanje potpuno-po-narudžbini, projektovanje zasnovano na platformi.

CMOS: tehnologija, pravila projektovanja.

elije: predviđanje kašnjenja, potrošnje, površine; projektovanje celija male složenosti (od osnovnih logičkih operatora do registara, RTL); projektovanje layouta makro celije.

Projektovanje zasnovano na celijama: VHDL opis, verifikacija, automatska sinteza, razmeštaj i povezivanje; projektovanje veze napajanja; projektovanje veze takta, planiranje površine, raspored stopica. Antena efekat.

Računarske animacije

.....

----- VI semestar -----

Mikroprocesorska tehnika

Performanse računarskih sistema. Metodi i tehnike za procenu performansi. Jednostavna CPU, prezentacija podataka, skup instrukcija, na adresiranju. Staza podataka, struktura aritmetičke jedinice, struktura registarskog polja. Upravljačka jedinica, direktno i mikroprogramsko upravljanje. Memorijski sistem, keš memorija. Tehnike za poboljšanje performansi, protok, paralelizam. Ulazno-izlazni podsistem. Tehnike za U/I prenos podataka. Paralelni i serijski prenos podataka. VLSI programibilne komponente za podršku rada paralelnog i serijskog prenosa. Tajmeri-brojači i događaja. U/I uređaji. Magistrale, arbitraž, sinhroni i asinhroni magistrale. Programiranje mikrorarunarskog sistema na asemblerskom i na višem programskom jeziku C. Izrada projekta- Projektovanje hardvera i softvera jednostavnog mikrorarunarskog sistema. Integracija sistema, punjenje programa, otklanjanje grešaka, testiranje, i procena performansi.

Mikroarhitekture

(6. as) Standardni mikroarhitekturni moduli. Kombinacioni moduli. Dekoderske mreže. Komparatori. Barel pomerači. Registarski i memorijski moduli. Registarski fajl. FIFO. STACK. DSP moduli. Aritmetička kola. MAC. FPU. Digitalni filtri. FFT. (4. as) Parametrizovano i hijerarhijsko projektovanje u VHDL-u. Tipovi i specifikacija parametara. VHDL konstrukcije za parametrizovano projektovanje: FOR GENERATE, IF GENERATE i FOR LOOP. VHDL konstrukcije za hijerarhijsko projektovanje. Komponente, *Generic*, konfiguracije, biblioteke. Primeri hijerarhijskih i parametrizovanih opisa. (2. as) Optimizacija i sinteza VHDL kôda. Sinteza operatora i tipova podataka. Kompatibilnost VHDL kôda. Tajming i vremenska ograničenja. Optimizacija kroz deobu operatora i funkcionalnosti. (6. asova) Projektovanje na registarskom (RTL) nivou apstrakcije. Metodologija i faze projektovanja. Projektovanje "odozgo-naniže". Konverzija algoritma u ASM dijagram. Podela na upravljačku jedinicu i stazu podataka. Tehnike projektovanja upravljačkih jedinica. Opis RTL sistema u VHDL-u. Sinteza. (6. asova) Sinteza visokog nivoa. DFG i CDFG reprezentacija. Sinteza i optimizacija staze podataka. Dodela registara, funkcionalnih jedinica i magistrala. Ulanjavanje funkcionalnih jedinica, protok i paralelizam. Raspoređivanje operacija. ASAP i ALSP. Resursima i vremenom ograničeno raspoređivanje operacija. (2. as) RTL projektovanje za malu potrošnju. Gejtovanje takta. Paralelizam i protok. (4. as) Taktovanje i sinhronizacija. Problem košenja takta. Mreže za distribuciju takta. Metastabilnost i kola za sinhronizaciju. Sistemi sa više taktnih domena: GALS. Prenos podataka i upravljačkih signala izmeđutaktnih domena. *Handshake* protokoli. Prenos podataka preko memorijskih bafera.

----- VII semestar -----

Računarske periferije

(3. as) Organizacija ulaza-izlaza kod računarskih sistema. Specifičnosti ulazno-izlaznog sistema u odnosu na memorijski. Ulazne periferne jedinice. Izlazne periferne jedinice, periferije za memorisanje. Strategije organizacije sistema za memorisanje. Kako softver vidi periferije. Pogled operatora na periferije. Glavni tipovi perifernih jedinica. Kontroleri i adapteri. Periferna VLSI IC i programiranje. (3. as) Tipovi prenosa podataka. Serijski i paralelni prenos. Specifičnosti, prednosti i nedostaci. *Handshaking*. Serijski prenos. Ulazno-izlazne magistrale, I2C, SPI, 1394, USB. Žičano i bežično umrežavanje ulazno-izlaznih uređaja, standardi i protokoli. Modemi. Mrežne interfejs kartice. (6. asova) Izlazni uređaji. Video displej, LED, CRT, LCD i plazma. Kolor displeji. Veliki displeji sa ravnim ekranom i formati prikaza. Audio izlazni uređaji. Štampanje. Podela. Štampanje i sa formiranim fontovima, matrice štampa. Elektrografski štampa. Ink-Jet štampa. Štampanje u boji. Ploteri, elektrostatički, ploteri sa perom. *Dithering* tehnika štampanja. (6. asova) Ulazni uređaji. Tastature. Organizacija tastatura. Standardne i nestandardne tastature. Miš. *Trackball*. *Joyystick*. Svetlečepero. *Touchscreen*. Tablete. *Proximity* uređaji. RFID. Ulazi sa *hard-copy*. Raster skeneri. Optičko prepoznavanje. Bar-kôdita. Koordinatni digitajzeri. Digitalizirajuće tablete. Perforirane trake i kartice. (3. as) Specijalizovani ulazno-izlazni uređaji. Primene u trgovini i bankarstvu. Ulazno-izlazni uređaji za primenu u industriji i elektromedicini. Uređaji za prepoznavanje govora. (6. asova) Uređaji za memorisanje. Magnetni diskovi. Tipovi diskova i organizacija. Formatirisanje. *Interleaving*. Manipulisanje greškama. Magnetne trake, medijumi za zapis i formati. Potrebe za paralelizmom u pristupu - RAID. Prenosivi integrisani memorijski moduli. Optički diskovi i trake. Medijumi za optički zapis. Formatirisanje. Manipulisanje greškama. Tipovi optičkih diskova, CD-ROM, DVD. Magnetne, optičke- i pametne (*smart*)-kartice. (3. as) Hardverska i softverska podrška ulazno-izlaznim uređajima. Pogled sa strane aplikacionog programa na periferije. Ulazno-izlazni menadžer. Drajver uređaja. Periferni interfejsi. Kontroler uređaja. Tipovi kontrolera uređaja.

----- VIII semestar -----

Embedded sistemi

Embedded procesiranje. Specifikacija, zahtevi, modeli izrađivanja, karakteristike jezika. Hardver embedded sistema. Strategije i tehnike za smanjenje potrošnje, dinamičko upravljanje potrošnjom. Projektovanje embedded procesora. Visoko performansi i energetske efikasni procesori. Embedded memorije. Asinhroni procesori. Senzorska i aktuatora elektronika embedded sistema. Embedded operativni sistemi. Middleware. Implementacija embedded sistema, hardver/softerver

kodizajn, upravljanje konkurentnošću na nivou zadataka i multithread-ova. Kompajler za embedded sisteme. SoC dizajn. SoC arhitekture, akcelerator-procesori. Složene SoC arhitekture. SoC magistrale i NoC arhitekture. Globalno asinhroni lokalno sinhroni dizajn. Aplikaciono specifični i konfigurabilni procesori. Multiprocesorski SoC-ovi. Modeliranje i projektovanje heterogenih procesora. Validacija, simulacija, izrada prototipa i emulacije, testiranje, simulacija grešaka, ubacivanje grešaka, formalne verifikacije. Tipične aplikacije. Izrada projekta- Projektovanje i realizacija jednog jednostavnog embedded sistema, punjenje programa, testiranje sistema i ispravljanje grešaka, procena performansi.

Beži ne raunarske mreže i uređaji

Uvod u bežični prenos. Standardi i organizacije. Karakteristike bežičnog prenosa i specifičnosti u odnosu na žičani prenos. Mobilnost. Bežične komunikacione tehnologije. Kodiranje signala. Prošireni spektar. Korekcija grešaka u prenosu. Bežično umrežavanje. Sistemi za bežični prenos. 2G, 3G i 4G bežične mreže. Bežični LAN-ovi. IP umrežavanje. Sigurnost kod bežičnih LAN-ova. 802.11 bežični LAN standard. ZigBee. Bluetooth. Bežične senzorske mreže. Industrijski bežični LAN. Novi trendovi u razvoju bežičnih mreža. Hardver bežičnih komunikacionih uređaja. Predajnik. Prijemnik. Primo-predajnik. Procesor signala u osnovnom opsegu. Interfejsi sa hostom u unarom. Programiranje hardvera komunikacionih uređaja. Baterijsko napajanje mobilnih uređaja za bežični prenos. Izrada projekta- Projektovanje i realizacija jedne LAN bežične mreže za primene u industriji.

Internet i web tehnologije

(2. as) Istorijat umrežavanja i Interneta. Uvod u prenos podataka. Pregled mrežnih arhitektura i raunarskih komunikacija. (4. as) Mrežni standardi i protokoli. OSI referentni model. Pregled funkcija slojeva OSI modela. TCP/IP referentni model. (4. as) Lokalne raunarske mreže. Uređaji za mrežno povezivanje. Repetitori. Mostovi. Ruteri. *Ethernet*. Komutatorski *Ethernet*. Brzi *Ethernet*. TokenRing. (4. as) IP. Klasno i besklasno IP adresiranje. Isporučka i prosleđivanje i rutiranje datagrama. Internet protokol. Fragmentacija datagrama. ARP i RARP. NAT. ICMP. (4. as) Transportni sloj. Portovi. UDP. TCP: servisi, mehanizmi, TCP segment, konekcija, dijagram stanja, kontrola protoka, kontrola grešaka, retransmisija. (4. as) Aplikacioni sloj. Klijent-server model. TELNET. FTP. Elektronska pošta: arhitektura elektronske pošte, korisnički agent, agent za prenos poruka (SMTP), MIME, agent za preuzimanje poruka (POP3). DNS. Domeni. Iterativno i rekurzivno razrešavanje imena. (6. as) Web. Web pretraživač. Web server. URL. *Cookie*. Statički Web dokumenti. HTML. XML. Aktivni i dinamički Web dokumenti. *JavaScript*. HTTP. Trajanje konekcije. Formati poruka. Proksi serveri i keširanje stranica. *Firewall*. (2. as) Alati za razvoj web strana. Multimedijalne tehnologije i Web: formati datoteka. Zvuk, audio, slika, grafika, animacija i video. Bezbednost podataka na Internetu. Pravni i etički aspekti Interneta.

Konkurentno programiranje

(3. as) Definicija konkurentnosti. Osnovni pristupi konkurentnosti, paralelne i distribuirane programske tehnike. Konkurentni sistemi, konkurentne aplikacije, arhitekture konkurentnih sistema. (4. as) Paralelno i distribuirano programiranje. Deoba programa na zadatke, planiranje, kreiranje i završavanje procesa. Sinhroni i asinhroni procesi. Deoba programa na *thread*-ove. Prednosti *thread*-ova. Anatomija *thread*-ova, resursi, kreiranje i upravljanje *thread*-ovima. (5. as) Programiranje sistema koji dele promenljive. Procesi i sinhronizacija. *Lock*-ovi i barijere. Semafori. Monitori. Implementacija. (8. as) Distribuirano programiranje. Prenos poruka. RPC i *Rendezvous*. Paradime za interakciju procesa. Planiranje distribuiranih procesa, distribuirani fajl sistemi, distribuirana deljiva memorija. Visoka pouzdanost. Sigurnost distribuiranog sistema. Distribuirani algoritmi. Distribuirano-objektno bazirani sistemi, CORBA. Mrežno programiranje. (4. as) Primene konkurentnosti. Naučena iz razvoja. Mobilno i "svuda-prisutno" raunarstvo. Distribuirani multimedijalni sistemi. Web servisi. Sistemi sa distribuiranom memorijom. Senzorske mreže. *Peer-to-peer* mreže. (6. as) Jezici, kompajleri, bibliotečki programi i sredstva za projektovanje. Konkurentni jezici. *Java*, C++. Paraleliziraju i kompajleri. Jezici i modeli. Vizuelizacija konkurentnosti.

Tehnika konverzije

Istorijat razvoja konvertora. Kodiranje i kvantizacija, Teorija odmeravanja. Greške konvertora. Osnovne specifikacije konvertora. Arhitekture konvertora podataka (DAC, ADC, Sigma-Delta). Testiranje konvertora. Kola za spregu sa konvertorima. Referentni izvori, generatori taktnog signala, analogni prekidački i multiplekseri, kola za odmeravanje i držanje. Primeri primene konvertora podataka. Tehnike projektovanja hardvera – pasivne komponente, štampane ploče, izvori napajanja, kola za zaštitu, uticaj EMI.

Sistemi za akviziciju podataka

Definicija i osnovne strukture sistema za akviziciju podataka (DAS). Opšti principi merenja, domeni podataka. Tipovi DAS sistema. Osnovni gradivni blokovi. Pretvarački i senzori. Tehnike kalibracije i linearizacije. Analogni multiplekseri. Kondicioniranje signala (operacioni pojačavači). AD i DA konvertori – tipovi i osnovne karakteristike. Korisnički interfejsi – tastature i displeji. Mikroraunari u akviziciji podataka. Primeri DAS sistema. Personalni raunari u DAS sistemima – Labview.

Sistemi za rad u realnom vremenu

Definicija, osnovne karakteristike i primeri sistema za rad u realnom vremenu (RT sistemi). Osnovni principi projektovanja RT sistema – specifikacija zahteva, kompiliranje, linkovanje, učitavanje izvršavanje i testiranje programa. Metode programiranja – jezici, sintaksa, stil, tipovi podataka, kontrolne strukture, podprogrami. Modularno programiranje, apstraktni tipovi podataka, objektno orijentisano programiranje. Visoka pouzdanost, definicije, modeli otkaza, redundansa. Multitasking, preklapanje zadataka, raspoređivanje zadataka. Sinhronizacija i komunikacija zadataka, međusobna isključivost, semafori, redovi čekanja, baferi i zaštićeni objekti. Atomične akcije. Kernel – arhitektura, hardverski model, memorijske mape, periferije, dodela i obrada prekida. Distribuirani sistemi. Definicija, jezici za programiranje. Programiranje na niskom nivou.

Autoelektronika

Osnovni principi rada automobila – fizička konfiguracija, motor, prenos snage, vešanje, kočenje, upravljački sistem. Sistemi za kontrolu i instrumentacija u automobilu – analogni i digitalni sisteme, sistemi sa otvorenim petljom, sistemi sa zatvorenim petljom.. Mikroprocesorska instrumentacija i kontrola. Osnove elektronske kontrole rada automobilskog motora. Senzori i aktuatori u automobilu – MAF, koncentracija izduvnih gasova, ugaona pozicija leptera, RPM, temperatura rashladne tečnosti, temperatura vazduha u usisnoj grani, MAP, pritiska izduvnih gasova, brzina vozila.. Digitalni sistemi za kontrolu rada motora – režimi kontrole potrošnje goriva, EGR kontrola, kontrola rada ventila, kontrola paljenja. Kontrola kretanja vozila, ABS sistem, elektronska kontrola vešanja, elektronska kontrola upravljanja. Automobilaska instrumentacija i telemetrija – komunikacioni sistemi, interfejsi i standardi. Dijagnostika. Trendovi razvoja savremenih elektronskih sistema u automobilima.

Osnovi elektronike

Polarizacija i temperaturska stabilizacija osnovnih pojačavača. Teorija pojačanja signala. Teorija generisanja linearnih modela poluprovodničkih komponenata. Niskofrekventni pojačavači i napona sa RC spregom. Povratna sprega. Pojačavači i velikih signala. Osnovne sprege i pojačavači stepeni u bipolarnim i MOS integrisanim kolima. Izvori jednosmernog napajanja. Šumovi u elektronskim komponentama. Oscilatori prostoperiodičnih oscilacija.

Projektovanje elektronskih kola

Aspekti projektovanja elektronskih kola (tehnologija, hardver/softver, intelektualna svojina, standardizacija). Metodi za projektovanje elektronskih kola. Domeni opisa projekta. Faze projektovanja. Opis projekta. Struktumno projektovanje. Sinteza, optimizacija., verifikacija elektronskih kola. Analiza i sinteza tolerancija Fizičko projektovanje elektronskih kola. Primena osnovnih softverskih alata za projektovanje elektronskih kola. U okviru kursa studenti rade konkretni projekat. U okviru ovog kursa polaznici se upoznaju sa *Spice* simulatorom.

Projektovanje digitalnih integrisanih kola

Osnove CMOS procesa. Veza izme u lejauta i maski za fabrikaciju CMOS integrisanih kola. Definisanje fizi kih i logi kih maski. Fzi ka pravila projektovanja. Generalna topologija stati kih logo kih kola i uloga tranzistora kao kontrolisanih prekida a. Tranzistor kao gradivni element logi kih elija. Dimenzionisanje tranzistora. Veza izme u elektri ne šeme i lejauta – simboli ko projektovanje. Elektri na karakterizacija digitalnih elija. Prenosna karakteristika, margina šuma. Uticaj dimenzija tranzistora na brzinu odziva, potrošnju, parazitarne efekte. Kompromis izme u brzine, potrošnje i površine. Tok projektovanja po metodu potpuno projektovanje po narudžbini. Ekstrakcija parametara, verifikacija posle generisanja lejauta. ERC i DRC. Definisanje i izrada timskog projekta. *Prakti na nastava* Znanje ste eno na predavanjima studenti produbljuju sti u i veštinu projektovanja uz primenu profesionalnog alata za projektovanje integrisanih kola **Mentor Graphics ASIC Design Kit**.

Kola sa mešovitim signalima

Modeli A/D i D/A konvertora. Šum kvantizacije. Performanse konvertora. Efektivni broj bitova. Poboljšanje odnosa signal /šum koriš enjem povratne sprege. Kola za oblikovanje šuma. Poboljšanje odnosa signal/šum usrednjavanjem. Kola za uzorkovanje signala. SC-kola. SI-kola. Poja ava i sa programirljivim poja anjem (PGA). Arhitekture i projektovanje A/D konvertora. modulator. MASH arhitektura. Decimatorski filtri za A/D konvertore. Arhitekture i projektovanje D/A konvertora. Efekti preslušavanja signala. Trasiranje signala takta. Termi ki efekti. Efekti supstrata. Uticaj tolerancije parametara i neuparenosti komponenata. Primena integrisanih A/D i D/A konvertora.

Predmet: RF elektronika

(V semestar)

Pasivne RF komponente. Šotkijeve diode. SiGe HBT, HEMT, LD MOS tranzistori. Ekvivalentne šeme i modeli aktivnih elemenata. S parametri. Oscilatorna kola. Transmisionne linije. Karakteristi na impedansa i konstanta prostiranja. Z i Y Smitova karta. Arhitekture predajnika i prijemnika. Projektovanje RF filtera i kola za prilago enje. Malošumni poja ava i. Faktor šuma. Rolletov faktor stabilnosti. RF oscilatori. PLL sitezatori frekvencije. Meša i. RF poja ava i snage u klasama A, B, C.

Predmet: Alati za multimediju

(VI semestar)

Alati za obradu bitmapiranih slika (Adobe Photoshop). Alati za vektorsku grafiku (Adobe Illustrator). Primena Photoshop-a i Illustrator-a za izradu grafi kih WEB stranica. Alati za snimanje, obradu i montažu zvuka (Cubase). Alati za obradu video snimaka i TV produkciju (Adobe Premiere). Obrada, montaža i titlovanje video snimaka. Alati za kreiranje video efekata i dvodimenzionalnu animaciju (Adobe After Effects).

Predmet: Komunikaciona kola i sistemi

(VII semestar)

Softverski alati za projektovanje RF i MW kola. Malošumni poja ava i. Konfiguracije balansnih meša a. I/Q kvadrturni modulatori. Optimizacija faktora šuma, intermoduacionih izobli enja i faktora stabilnosti. VCO. PLL sintezatori frekvencije. RF poja ava i snage. Kola za procesiranje signala u osnovnom opsegu. Tehnike digitalne modulacije i demodulacije. ASK, FSK, PSK, QAM, OFDM. Sistemi za rad u proširenom spektru. Arhitektura softverskog radija.

Predmet: Radiokomunikacije

(VIII semestar)

Projektovanje radio sistema. Prostiranje radio talasa. Modeli predikcije slabljenja pri prostiranju. Prostiranje u urbanoj sredini i tehnike predikcije slabljenja. Uticaj prostiranja iz više pravaca. Doplerov efekat. Dugotrajni i kratkotrajni feding. Anvelopa i faza primljenog signala. Srednje vreme trajanja fedinga. Linearni model raspodele kanala. Radio i televizijski predajnici. Sintezatori frekvencije i FM modulatori. Stereo i RDS koder. Televizijski modulator. Filtri i kola za prilago enje. Projektovanja i izrada poja ava a snage za radio i televizijske predajnike.

Predmet: Multimedijalni ure aji

(VIII semestar)

Karakteristike multimedijalnih ure aja. Multimedijalni ure aji za procesiranja video signala. Multimedijalni ure aji za procesiranja audio signala. Ograni enja sa aspekta potrošnje, cene i performansi. Arhitekture multimedijalnih sistema. Struktura i karakteristike procesora za multimediju. Izbor i projektovanje memorije. Primena PLD kod multimedija. Ulazno-izlazni podsystem. Interfejsi za brzi prenos podataka. Tipi ne magistrale. Projektovanje za minimalnu potrošnju i maksimalne performanse. Ži ani i beži ni prenos i specifi nosti. Integrisana kola za multimediju. SoC i MPSoC rešenja za multimediju. Multimedijalni ure aji. Video kamere. Implementacija standarda za prenos i kompresiju video signala. Disk plejeri. Implementacija standarda za prenos i kompresiju audio signala. Videokonferencijski sistemi. Ure aji za spregu sa Internetom. Multimedijalni ure aji za javno informisanje.

TV sistemi

Uvod. Osnovni principi televizije. Prenos TV signala. Spektralna analiza TV signala. Osnovi kolorimetrije. Kolor prostori. Luminentni i hrominentni signali. Gama korekcija. Princip konstantnog sjaja. Pregled video signala. Osnovne karakteristike NTSC, PAL i SECAM standarda. Kodiranje i dekodiranje signala u NTCS i PAL standardu. Analogni video interfejsi.

Digitalna obrada slike

Osnove digitalne obrade slike. 2D signali i sistemi. Osobine svetlosti i vizuelnih sistema. Diskretizacija slike. Rezolucija, skaliranje, translacija i rotacija. Kontrast i nivoi sivog, histogram. Konvolucija, prosti filtri, detekcija ivica. 2D FFT, filtriranje u frekventnom domenu. Transformacije slike. Poboljšanje kvaliteta slike. Sumovi u slici. Predstavljanje slike u boji, RGB i HSI sa 8 i 24 bita. Geometrijske i prostorne transformacije. Restauracija slike.

Multimedijalne komunikacije

Uvod u multimediju. Arhitektura multimedijalne mreže. Uvod u komunikacije, standarde i protokole. Medijumi za prenos i kodovi. Formati zapisa teksta, grafike, mirne i pokretne slike. Postupci obrade i kompresije multimedijalnog signala. Frekventno zavisni kodovi. Run-length kodiranje. Kompresija mirnih slika. JPEG kompresija. SDTV-HDTV transformacije. PAL digitalno kodiranje i dekodiranje. H261 i H263 standard. DV standard. MPEG 1 standard. MPEG 2 standard. MP3 standard. Digitalna televizija.

Tehnike prenosa slike

Entropija i tehnike kodiranje bez gubitaka. Faks standardi. Aritmeticko kodiranje. Kvantizacija i minimalna brzina prenosa. Prediktivno kodiranje. Transformaciono kodiranje. Wavelet transformacija i JPEG 2000. DPCM modulacija. Video kompresija sa kompenzacijom kretanja. Estimacija kretanja. Standardi za video kompresiju MPEG-4 i H264. Greške kod video prenosa. Internet video protok.

Video sistemi

Printeri i displeji. Skeneri i digitalne kamere. Sistemi za videokonferencije. Interaktivni video i multimedija. Digitalna TV, standardi za digitalni TV studio, hibridni napredni TV sistemi. Niski bit-rate video i videofoni. Merjenja kvaliteta slike. Ogranicenja vezana za kvalitet slike sa aspekta ljudskog vizuelnog sistema.

Obrada video signala

Vremenski promenljivi modeli slike. Prostorno-vremensko odmeravanje. Dvodimenzionalna estimacija kretanja, opticki i pel rekurzivni metodi. Trodimenzionalna estimacija kretanja i segmentacija, direktni metodi. Resavanje problema drhtanja slike. Video filtriranje. Filtar sa kompenzacijom kretanja. Filtriranje suma. Obnavljanje video signala. Konverzija standarda.

Predmet: Osnovi energetske elektronike

(VI semestar)

Uvod u energetsku elektroniku. Elektronske energetske komponente (dioda, bipolarni tranzistor, tiristor, MOSFET, IGBT). Tehnika primene energetskih komponentata (hla enje, zaštita, grupni rad komponentata). Osnovna kola sa diodama i tiristorima. Kontroleri naizmeni nog napona. Prirodna i prinudna komutacija. Izvori jednosmernog napona napajanja (diodni ispravlja i, tiristorski ispravlja i).

Predmet: Izvori za napajanje

(VII semestar)

Vrste napajanja. Linearni izvori napona napajanja. Direktni pretvara i. Pretvara i sa izolacijom. Na ini upravljanja kod prekida kih izvora. Sistemi napajanja. Centralizovana i decentralizovana napajanja. Uzemljivanje sistema. Naponski balans. Sistemi besprekidnog napajanja (SBN). Elementi sistema. Baterije i akumulatori. Na ini izvo enja. Na ini regulacije i upravljanja.

Predmet: Elektroenergetski pretvara i

(VII semestar)

Vrste energetskih pretvara a (AC/DC, DC/DC, DC/AC, AC/AC). Jednosmerni pretvara i (DC/DC). Jednokvadrantni i višekvadrantni pretvara i. Na ini realizacije pretvara a. Tiristorski pretvara i. Invertori (DC/AC). Vrste invertora. Naponski invertori (jednofazni i višefazni). Strujni invertori. Rezonantni invertori. Naizmeni ni pretvara i (AC/AC). Ciklokonvertori. Matri ni pretvara i. Primena pretvara a u napajanju jednosmeranih i naizmeni nih motora. Primena pretvara a u proizvodnji, prenosu i distribuciji elektri ne energije.

Predmet: Obnovljivi izvori energije

(VII semestar)

Uvod u obnovljive izvore energije. Solarna energija. Solarna termalna energija. Pasivno i aktivno solarno grejanje. Solarna fotonaponska energija. Vrste solarnih elija. Solarni fotonaponski sistemi. Energija vetra. Geotermalna energija. Bioenergija. Energija talasa, plime i oseke. Ostali obnovljivi izvori energije. Pretvaranje, skladištenje i prenos energije. Akumulatori i pretvara i. Projektovanje sistema baziranih na obnovljivim izvorima energije. Socio-ekonomski aspekti primene obnovljivih izvora energije.

Predmet: Ultrazvu na tehnika

(VIII semestar)

Uvod u ultrazvu nu tehniku. Oblasti primene ultrazvuka. Teorijski aspekti primene ultrazvuka. Generisanje i prostiranje ultrazvu nih talasa. Ultrazvu ni talasovodi i pretvara i. Detekcija i merenje ultrazvuka. Nedestruktivno testiranje materijala. Primena ultrazvuka u procesiranju signala i merenjima. Ultrazvuk u medicini. Metode ultrazvu nog skeniranja. Primena snažnog ultrazvuka.

Predmet: Termovizija

(VIII semestar)

Uvod u termoviziju. Teorija infracrvenog zra enja. Detekcija infracrvenog zra enja i merenje temperature. Ure aji za merenje temperature. Princip rada i vrste termovizijskih kamera. Prakti ni aspekti primene termovizijskih kamera. Primena termovizije za preventivno održavanje i ispitivanje u razli itim oblastima. Odrada i analiza termovizijskih slika.

Održivo projektovanje

Problemi interakcije sa prirodnim okolinom. Elektronika i elektronska industrija i ekologija. Ekonomski aspekti. Komunalni ekološki problemi. Koncepti održivog razvoja društva. Mesto projektanta u smanjenju ekoloških rizika. Faze života proizvoda. Kraj životnog ciklusa. Ponovna upotreba, rastavljanje, prerada, odlaganje. Scenario sakupljanja istrošenih proizvoda. Koncepti održivog projektovanja (OP). Faze, efekti, postupci OP. OP elektronskih proizvoda. Postupci standardizacije i standardi održivog razvoja. Standardi vezani za industrijske uslove. Standardi vezani za ostale sredine. Evropsko i doma e zakonodavstvo. Ekološki informacioni sistemi za monitoring i upravljanje. Merljivi parametri prirodne okoline. Koncepti konverzije prirodnih u elektri ne veli ine. Akvizicija ekoloških podataka. Ekološki informacioni sistemi. Monitoring, statisti ka obrada i upravljanje ekološkim parametrima. Pra enje izvora rizika. Spre avanje hazardnih situacija.

Ekonomija održive proizvodnje

Cena proizvoda. Elementi cene. Standardi upravljanja kvalitetom (ISO 9000). Opšti i posebni zahtevi. Kontrola dokumenata i dosijea. Odgovornosti i nadležnosti uprave preduze a. Planiranje kvaliteta. Postupci kontrole uprave. Upravljanje resursima. Planiranje proizvoda. Definisane i verifikacija zahteva o proizvodu. Projektovanje i razvoj. Proizvodnja. Verifikacija sredstava za proizvodnju i održavanje. Identifikacija i pra enje proizvoda. Merenja, analize i poboljšanja. Unutrašnja kontrola. Analiza podataka dobijenih merenjem. Korektivni postupci. Serija ISO 14000 standarda. Sistem upravljanja preduze ima sa ciljem zaštite prirodne okoline (ISO 14001). Uputstva za pra enje prirodne okoline (ISO 14010). Principi obeležavanja proizvoda (ISO 14020). Upravljanje zaštitom prirodne okoline u industrijskom preduze u (ISO 14030). Klasifikacija postupaka održive proizvodnje (ISO 14040). Potpuna i delimi na ocena životnog veka. Održavanje. Integrirani sistemi za pra enje ekološke i proizvodne dokumentacije.

Testiranje i dijagnostika elektronskih kola

Defekti i efekti defekata. Osnovni pojmovi testiranja. Induktivna analiza defekata. Funkcionalni i strukturni test. Testiranje analognih kola. Testiranje zasnovano na struji napajanja. Multifrekvencijska analiza. Testiranje u vremenskom domenu. Modeli defekata u analognim kolima. Konkurentna simulacija defekata. Testiranje digitalnih kola. Testiranje kombinacionih, sekvencijalnih i kola sa regularnom topologijom. Automatizacija generisanja testa. Testiranje i simulacija defekata kašnjenja. Modeli defekata. Testiranje sistema sa mešovitim signalima. Projektovanje za testabilnost. Osnovni koncepti. Boundary scan. Ugra eno samotestiranje. Elektronski ure aji za testiranje. Osnovi funkcionalne dijagnostike. Signatura. Re nik defekata. Metodi za dijagnostiku. Dijagnostika analognih, digitalnih i sistema sa mešovitim signalima.

Neuronske mreže

Pojam vešta ke inteligencije. Vešta ka inteligencija zasnovana na produkcionim pravilima. Vešta ke neuronske mreže. Prirodni nervni sistem. Funkcionalni pogled. Neuron. Sinapsa. Model neurona. Arhitekture vešta kih neuronskih mreža. U enje. Perceptron. Mogu nosti, algoritmi za u enje i kapacitet perceptrona. Adaptivni linearni element. Višeslojne neuronske mreže. Backpropagation algoritam. Rekurentne neuronske mreže. Tipovi, u enje i problemi primene. Teorija adaptivne rezonance. elijske neuronske mreže. Dinami ki postupci u enja. Genetski algoritmi. Simulirano o vrš avanje i Metropolis

A.1.5. Modul: ELEKTROENERGETIKA

Semestar	Predmeti		Nedeljni fond casova	Bod
III	60-predavanja	60-vezbe	20-LAB vezbe	
	1. Elektri na kola		2+2	6
	2. Matematika III		3+2+1	6
	3. Osnovi elektronike		2+2+1	6
	4. Metrologija elektri nih veli ina		2+1+2	6
	5. Izborni predmet 1			6
		Elektromehani ko pretvaranje energije	3+2+0	6
		Elektrotehni ki materijali	2+2+1	6
IV	60-predavanja	60-vezbe	20-LAB vezbe	
	6. Transf. i mašine jednosmerne struje		2+2+1	6
	7. Elektri ne instalacije		2+2+1	6
	8. Prenos elektri ne energije		3+2	6
	9. Izborni predmet 2			
		Distributivne i industrijske mreže	3+2+0	6
		Tehni ka mehanika	3+2	6
	10. Izborni predmet 3			
		Merenja u elektroenergetici	2+1+1	6
		Modeliranje i simulacija dinami kih sistema	2+1+1	6
V	60-predavanja	60-vezbe	20-LAB vezbe	
	11. Engleski jezik I		2+0+0	3
	12. Mašine naizmeni ne struje		2+2+1	6
	13. Elektromagnetika		3+2+0	6
	14. Automatsko upravljanje		2+2+1	6
	15. Izborni predmet 4			
		Elektroenergetske komponente	2+2	5
		Elektronska merenja	2+1+1	5
	16. Izborni predmet 5			
		Kvalitet elektri ne energije	2+2+1	6
VI		Upravljanje procesima	2+2+0	5
	60-predavanja	60-vezbe	20-LAB vezbe	
	17. Engleski jezik II		2+0+0	3
	18. Osnovi energetske elektronike		2+2+1	6
	19. Elektroenergetska postrojenja		2+2+1	6
	20. Dijagnostika i monitoring elektri nih mašina		2+2+1	6
	21. Izborni predmet 6			

		Elektroenergetska kablovska tehnika	2+2+0	6
		Programabilni logi ki kontroleri	2+1+1	6
	22. Stru na praksa/timski projekat			3
VII	60-predavanja 60-vezbe 20-LAB vezbe			
	23. Elektrane		2+2+0	6
	24. Elektromotorni pogoni		2+2+0	6
	25. Zaštita u elektroenergetici		2+2+1	6
	26. Izborni predmet 7			
		Elektroenergetski pretvara i	2+2+1	6
		Numeri ka analiza	2+2+1	6
	27. Izborni predmet 8			
		Osvetljenje	2+2+1	6
		Sistemi automatskog upravljanja	2+2+1	6
VIII	60-predavanja 60-vezbe 20-LAB vezbe			
	28. Odabrana poglavlja iz elektromotornih pogona		2+2+1	6
	29. Analiza elektroenergetskih mreža		3+2+0	6
	30. Sistemi za upravljanje i nadzor u industriji		2+2+1	6
	31. Izborni predmet 9			
		Uzemljiva i	2+2+0	6
		Industrijski sistemi za merenje i kontrolu	2+2+1	6
	32. Završni rad			8

Nastavni programi:

III semestar

Predmet: Elektricna kola

Osnovni elementi elektri nih kola. Osnovi topologije elektri nih kola. Grafovi protoka signala. Analiza kola u vremenskom i frekventnom domenu. Kompletan odziv na proizvoljnu eksitaciju u RLC kolima. Složenoperiodi an režim. Rezonancija i antirezonancija. Analiza kola pomo u Laplasove transformacije. Mreže sa dva pristupa u ustaljenom režimu. Mreže sa raspodeljenim parametrima. Analiza kola pomo u ra unara.

Predmet: Osnovi elektronike

Diode i diodna kola. Bipolarni tranzistor, radna prava i radna ta ka. Model bipolarnog tranzistora. MOSFET tranzistor, radna prava i radna ta ka. Model MOSFET tranzistora. Osnovni poja ava ki stepeni sa bipolarnim i MOSFET tranzistorom. Višestepeni poja ava i. Poja ava sa direktnom spregom. Diferencijalni i operacioni poja ava . Negativna povratna sprega. Primena operacionih poja ava a. Oscilatori. Poja ava i velikih signala. Izvori napona napajanja.

Predmet: Metrologija elektri nih veli ina

Osnovi teorije merenja-metrologije. Veli ine i jedinice merenja. Materijalizacija jedinica mera (ampera, oma i volta) u MKSA sistemu. Standardi (etaloni) struje, otpornosti i napona. Osnovni principi metrologije. Strukturna šema procesa merenja elektri nih veli ina. Analiza uzroka i karaktera grešaka merenja. Osobine rezultata merenja kao slu ajne veli ine-statistika rezultata merenja. Merna nesigurnost. Metrološke karakteristike elektri nih mernih sredstava. Postupci obrade rezultata merenja. Obezbe enje ta nosti merenja (negativna reakcija, dodatna merenja, iteracije, merni standardi, testovi, automatizacija).

Predmet: Matematika III

Redovi. Brojni redovi. Pozitivni redovi. Alternativni redovi. *Funkcionalni redovi.* Potencijalni redovi. Fourierovi redovi.

Obi ne diferencijalne jedna ine. Diferencijalne jedna ine prvog reda. Linearne diferencijalne jedna ine prvog i višeg reda. Sistemi diferencijalnih jedna ina.

Funkcije više promenljivih. Grani ne vrednosti i neprekidnost. Parcijalni izvodi i diferencijali prvog i višeg reda. Lokalni ekstremumi. Uslovni ekstremumi. Globalni ekstremumi na zatvorenoj oblasti.

Integrali. Krivolinijski integrali. Dvojni i trojni integrali. Površinski integrali.

Kompleksna analiza. Funkcije kompleksne promenljive. Cauchy-Riemannovi uslovi. Kompleksna integracija. Cauchyeva osnovna integralna formula za funkcije i izvode. Laurantov red. Raunostataka i Heavisideov razvoj.

Laplaceova transformacija.

Teorija polja. Skalarno i vektorsko polje. Gradijent, divergencija, rotor.. Fluks i cirkulacija. Vrste vektorskih polja.

Softver MATHEMATICA.

Izborni predmeti III semestar

Predmet: ELEKTROMECHANICAL TO PRETRANSFORMATION ENERGY

Osnovni zakoni i principi elektromechanical transformation energy. Magnetic and electrical machine. Energy balance of machines. One and two phase machines. Electromagnetic torque of electrical machines. Examples of single and multiphase systems. Principle of operation of various types of machines. Magnetic field of single and two phase machines. Magnetizing force. Source of electrical machine. Winding of electrical machine. Armature reaction. Harmonics and methods for their elimination. Commutation.

Predmet: ELEKTROTEHNIKI MATERIALS

Uvod u nauku o materijalima. Prognoza svojstava materijala. Osnove fizike materijala. Struktura, svojstvo i tehnologija materijala. Elektronska struktura. Metode

karakterizacije materijala. Simetrija u vrstima tela i prirodi. Fraktali. Fazni dijagrami. Termodinamički procesi. Provodni materijali za energetiku. Poluprovodni

materijali i tehnologije. Elektronska keramika. Ferroelektrični materijali. Dielektrični materijali. Magnetni materijali. Inteligentni materijali za senzore i pretvaranje.

Primena elektronskih materijala u elektronskim komponentama za energetiku.

IV semestar

Predmet: TRANSFORMATORI I MAŠINE JEDNOSMERNE STRUJE

Transformatori. Konstrukcija. Princip rada. Jednofazni transformator. Ekvivalentne šeme. Osnovni parametri. Gubici snage i stepen iskorišćenja. Prazan hod i kratak spoj. Oznake krajeva i sprege transformatora. Radne karakteristike. Paralelan rad transformatora. Specijalni transformatori. Zagrevanje transformatora. Uput u proraun transformatora. *Mašine za jednosmernu struju.* Konstrukcija. Princip rada. Osnovni izrazi za *ems* i momenat. Vrste pobude. Ekvivalentne šeme. Motorni i generatorski režim rada. Osnovne karakteristike. Bilans snaga. Gubici snage i stepen iskorišćenja. Specijalne mašine jednosmerne struje.

Predmet: ELEKTRIČNE INSTALACIJE

Uvodna razmatranja (Razvrstavanje i definisanje osnovnih pojmova. Tehnički i elektrotehnički regulativa. Tehnički dokumentacija). Opšte karakteristike električnih instalacija u zgradama, klasifikacije i opšti proraun. Osnovne elektroinstalacione komponente, uređaji i oprema (Razvrstavanje, opšte karakteristike i na in projektnog iskazivanja). Izbor, raspoređivanje i povezivanje opreme. Mere zaštite u električnim instalacijama objekata (Opšti zahtevi za zaštitnim merama i klasifikacija. Uzemljenje i uzemljivači. Gromobranske instalacije. Tehničke mere zaštite - TMZ). Postupak i na in kontrolisanja i verifikacije svojstava, karakteristika i kvaliteta električnih instalacija. Električne instalacije informacionih sistema (Razvrstavanje, opšte karakteristike i na in projektnog iskazivanja).

Predmet: PRENOS ELEKTRIČNE ENERGIJE

Elektroenergetski sistem (EES). Vod kao element EES. Parametri vodova. Proraun režima UI i SU metodom. Bilans aktivnih i reaktivnih snaga. Prenosne jednačine voda. Kružni dijagrami. Transformator kao element EES. Parametri zamenske šeme. Svojenje parametra. Sinhroni generator kao element EES. Osnovni parametri. Vektorski dijagrami. Rad generatora u normalnom režimu. Pogonska karta. Osnovi regulacije napona u EES. Kratki spojevi u složenim električnim mrežama. Matematički modeli i metode prorauna. Direktni, inverzni i nulti parametri elemenata EES. Struje i naponi za vreme kvara. Raspodela nulte komponente struje kvara.

Izborni predmeti IVsemestar

Predmet: DISTRIBUTIVNE I INDUSTRIJSKE MREŽE

Karakteristike potrošnje električne energije. Konfiguracije distributivnih mreža. Konfiguracije industrijskih mreža. Prognoza potrošnje električne energije i snage. Proraun tokova snaga i naponskih prilika u distributivnim mrežama. Rekonfiguracija distributivnih mreža. Gubici električne energije. Pouzdanost i sigurnost distributivnih mreža. Tehnički i ekonomski aspekti distributivnih mreža. Termini i aspekti opterećenja elemenata mreže. Pokazatelji kvaliteta električne energije. Kompenzacija reaktivne snage. Regulacija napona. Distribuirana proizvodnja električne energije.

Predmet: TEHNIČKA MEHANIKA

Ravnoteža ravanskog i prostornog sistema sila. Težišta linija, površina i tela. Momenti inercije ravnih površina. Analiza različitih vrsta naprezanja nosača i njihovo dimenzionisanje. Statički neodređeni nosači. Brzina i ubrzanje tačke i tela. Dinamika tačke i opšti zakoni dinamike tačke i tela.

Predmet: Merjenje u elektroenergetici

Merni pretvarači u elektromagnetskim sistemima. Merjenje napona, struje i faze. Ispitivanje karakteristika sistema prenosa energije. Merjenje snage i energije. Merjenje stepena iskorišćenja i faktora gubitaka u prenosnom sistemu. Merjenje kvaliteta proizvodnje i distribucije energije.

Predmet: Modeliranje i simulacija dinamičkih sistema

Pojam modela dinamičkog sistema. Teorija sli nosta. Klasifikacija modela. Primeri matematičkih modela. Vrste matematičkih modela. Matematičko modeliranje pomećaja. Principi formiranja matematičkih modela. Grafičke tehnike modeliranja. Formiranje matematičkih modela mehaničkih, hidrauličkih, termičkih, hemijskih i tehnoloških procesa. Modeliranje industrijskih sistema. Bond grafovi i njihova primena. Tehnike validizacije i verifikacije modela. Metodi simulacije. Formiranje simulacionih modela. Sredstva za simulaciju. Matematičko podloga digitalne simulacije. Simulacija sistema sa raspodeljenim parametrima. Simulacija sistema sa

diskontinuitetima. Greške pri simulaciji i metodi za njihovo prevazilaženje. Primena simulacije u identifikaciji, projektovanju i optimizaciji SAU. Simulacija u realnom vremenu. Softver za simulaciju. Simulacija složenih sistema. Tehnike validizacije i verifikacije modela.

V semestar

Predmet: MAŠINE NAIZMENI NE STRUJE

Asinhrona mašine. Elementi konstrukcije i podela. Princip rada. Energetski bilans. Režimi rada. Fizi ka slika i vektorski dijagram. Ekvivalentna šema. Metode za analizu rada. Stabilnost rada. Uticaj promene parametara i uslova napajanja. Kompenzacija reaktivne snage AM. Jednofazni AM; dvobrzinski AM. *Sinhrona mašine.* Elementi konstrukcije i podela. Režimi rada. Reakcija indukta. Vektorski dijagrami. Analiza rada. Izrazi za aktivnu i reaktivnu snagu. Regulacija aktivne i reaktivne snage. Stabilnost rada. Paralelan rad. Specijalni režimi rada.

Predmet: ELEKTROMAGNETIKA

Osnovne jedna ine elektri nog, magnetnog i elektromagnetnog (EM) polja. Maksvelove jedna ine u diferencijalnom i integralnom obliku. Opšti grani ni uslovi. Maksvelove jedna ine u kompleksnom obliku. Potencijali EM polja. Klasifikacija i elektri ne karakteristike sredina (specifi na provodnost, permitivnost, permeabilnost, kompleksna provodnost i permitivnost, kompleksna konstanta prostiranja). Opšte teoreme elektromagnetnog polja. *Elektrostati ko polje* (Puaonova i Laplasova jedna ina. Metode za analiti ko i približno - numeri ko rešavanje elektrostati kih problema. Parcijalne kapacitivnosti. Energija, sile i pritisci u elektrostati kom polju). *Elektri no i magnetno polje stacionarnih struja* (Analiti ke i približne - numeri ke metode za rešavanje problema EM polja stacionarnih struja. Magnetno polje u magnetnim materijalima (para-, dija-, i feromagnetici). Energija, sile i pritisci). *Vremenski sporopromenljivo EM polje* (Kvazistati ko i kvazistacionarno EM polje: EM indukcija; Sopstvene i me usobne induktivnosti; Struktura prostoperiodi nog EM polja ži anih struktura u prisustvu poluprovodnih sredina; Sistemi za vo enje EM energije; Energija, sile i pritisci.). *Vremenski promenljivo EM polje* (Dubina prodiranja, površinski efekat i efekat blizine. Talasna jedna ina. Prostiranje uniformnih ravanskih talasa u homogenoj i izotropnoj sredini. Karakteristike EM polja Hertz-ovog dipola). Osnovni principi elektromehani kog pretvaranja energije. Teorija elektri nih mreža i ograni enja.

Predmet: Automatsko upravljanje

Pregled razvoja sistema automatskog upravljanja (SAU). Podela SAU. Modeliranje komponenti linearnih i digitalnih SAU. Struktura SAU. Strukturni blok dijagrami sistema upravljanja. Analiza linearnih sistema u vremenskom, frekventnom i kompleksnom domenu. Stabilnost sistema. Metode za analizu stabilnosti u frekventnom i kompleksnom domenu. Ocena kvaliteta ponašanja sistema i kriterijumi za sintezu. Sinteza kontinualnih SAU. Analiza digitalnih SAU. Funkcija diskretnog prenosa. Stabilnost diskretnih SAU. Sinteza diskretnih SAU. Računarska simulacija SAU. Industrijski kontroleri. Projektovanje i podešavanje industrijskih PID kontrolera. Primeri arhitekture i primena savremenih SAU.

Izborni predmeti V semestar

Predmet: ELEKTROENERGETSKE KOMPONENTE

Klasifikacija elektroenergetskih komponenti. Struja kratkog spoja. Elektrodinami ka naprezanja. Elektrodinami ke sile kod monofaznih i trofaznih sistema. Termini ka optere enja. Ustaljeni režim zagrevanja. Zagrevanje u režimu kratkog spoja. Izolacija elektroenergetskih komponenti. Osnovni pojmovi o elektri nom luku. Karakteristike luka naizmeni ne struje. Na ini gašenja elektri nog luka. Komutacioni prenaponi. Prekidanje struja kratkih spojeva. Kontakti. Vrste i konstruktivne karakteristike visokonaponske opreme. Prekida i. Rastavlja i. Osigura i. Otpornici. Prigu nice. Kondenzatori.

Predmet: Elektronska merenja

Opšta klasifikacija i karakteristike mernih sistema. Merne metode i tehnike kalibracije merila. Greške merenja mernih sistema. Metrološki sistem i sledivost. Izvori mernih signala. Ispitivanje i registrovanje oblika signala. Merenje napona, struje i snage. Merenje frekvencije, faze i vremenskog intervala. Merenje karakteristika signala i sistema. Merenje impedanse, parametara elektronskih kola i poluprovodni kih komponenata. Informacione tehnologije u mernoj instrumentaciji. Virtuelna instrumentacija i vizuelizacija mernih procesa. Interfejs sistemi. Merno-informacioni sistemi.

Predmet: KVALITET ELEKTRI NE ENERGIJE

Normiranje kvaliteta elektri ne energije. Pokazatelji kvaliteta elektri ne energije. Prora un pokazatelja kvaliteta elektri ne enrgije. Odstupanje i propadi napona. Nesimetrija napona. Simetrisanje prijemnika. Kolebanje napona. Mere za smanjenje kolebanja napona. Harmonici. Izvori strujnih i naponskih harmonika. Raspodela harmonika u mreži. Energetski filteri.

Predmet: Upravljanje procesima

Opšti pojmovi o procesima. Vrste procesa. Osobine procesa. Ekonomski aspekti upravljanja procesima. Klasi ni metode upravljanja. Programsko upravljanje. Sekvencijalno upravljanje procesima. Primena ra unarske tehnike u upravljanju procesima. Upravlja ki ra unarski sistemi za rad u realnom vremenu. Primena mikroprocesora i mikrora unara. Primena programabilnih logi kih automata. Primena ra unara u kompleksnoj automatizaciji procesa. Hijerarhijsko upravljanje procesima. Fazi upravljanje procesima. Primena neuronskih mreža u upravljanju procesima. Upravljanje tehnološkim procesima u industriji.

VI semestar

Predmet: Osnovi energetske elektronike

Uvod u energetsku elektroniku. Elektronske energetske komponente (dioda, bipolarni tranzistor, tiristor, MOSFET, IGBT). Tehnika primene energetske komponente (hla enje, zaštita, grupni rad komponente). Osnovna kola sa diodama i tiristorima. Kontroleri naizmeni nog napona. Prirodna i prinudna komutacija. Izvori jednosmernog napona napajanja (diodni ispravlja i, tiristorski ispravlja i).

Predmet: ELEKTROENERGETSKA POSTROJENJA

Transformator kao element postrojenja. Ekonomski aspekti eksploatacije transformatora. Zagrevanje transformatora. Izbor transformatora. *Struje kratkog spoja.* Vremenski tok, naizmeni na i jednosmerna komponenta. Karakteristi ne vrednosti sturaja kratkih spojeva. Kriti ni uslovi za izbor opreme. *Toplotni i mehani ki prora un elemenata postrojenja.* Izbor i provera elemenata i opreme postrojenja. *Osnovne i pomo ne šeme elektri nih postrojenja.* Gradske distributivne TS VN/SN. *Dispozicija postrojenja. Uzemljenje postrojenja.*

Predmet: DIJAGNOSTIKA I MONITORING ELEKTRI NIH MAŠINA

Metode za dijagnostiku i procenu stanja elektri nih mašina. Odre ivanje karakteristi nih elektri nih, izolacionih, vibracionih, akusti nih, strukturnih i geometrijskih parametara. Termovizijska ispitivanja elektri nih mašina. Standardni kriterijumi za dijagnostiku na osnovu karakteristi nih parametara. Sistemi za pra enje rada elektri nih mašina u realnom vremenu. Preventivna dijagnostika i osiguranje.

Prostorni vektori (naponske jedna ine, elektromagnetni momenat, aktivna i reaktivna snaga). Procesiranje (pra enje) prostornih vektora elektri nih veli ina. Monitoring i rekonstrukcija napona, struja i flukseva. Analogna i digitalna realizacija. Monitoring elektromagnetnog momenta. efekti vremenskih harmonika, estimacija amplitude viših harmonika. Monitoring brzine i ugla rotora. Monitoring i merenje parametara: asinhronih, sinhronih i jednosmernih mašina. Dijagnostika kvarova na statorskim i rotorskim namotajima, dijagnostika ekscentri osti rotora.

Izborni predmeti VI semestar

Predmet: ELEKTROENERGETSKA KABLOVSKA TEHNIKA

Konstruktivni elementi i vrste elektroenergetskih kablova. Elektri no polje kabla. Elektri ni parametri kabla. Gubici snage kod kablova. Strujna opteretljivost kablova. Uticaj sredine na strujnu opteretljivost kablova. Strujna opteretljivost pri kratkom spoju. Kablovske završnice i spojnice. Polaganje kablova. Ispitivanje kablova. Odre ivanje mesta kvara na kablju.

Predmet: Programabilni logicki kontroleri

Uvod u programabilne logi ke kontrolere (PLC). Ulazno izlazni ure aji. Obrada ulazno-izlaznih signala. Programiranje programabilnih logi kih kontrolera. Leder dijagrami. Logi ke funkcije. Primeri. Komponente PLC-a. Unutrašnji releji. Tajmeri. Broja i. Šift registri. Obrada podataka. Faze u razvoju programa za PLC. Testiranje i otklanjanje grešaka.

VII semestar

Predmet: ELEKTRANE

Energetski resursi. *Hidroelektrane*. Hidrauli na energija i snaga vode. Tipovi hidroelektrana. Hidrotehni ka postrojenja. Hidroturbine. Pumpnoakumulaciona postrojenja. Male hidroelektrane. *Termoelektrane*. Termoeenergetski deo termoelektrane. Termodinami ki radni ciklusi i njihovi stepeni iskoriš enja. Pomo na postrojenja. Karakteristi ni radni režimi termoelektrane. *Nuklearne elektrane*. *Termoelektrane sa gasnim turbinama*. *Termoelektrane-toplane*. *Elektrane bazirane na obnovljivim izvorima energije*. Energetske karakteristike elektrana. Optimizacija rada elektrana. Alternativni izvri elektri ne energije.

Predmet: ELEKTROMOTORNI POGONI

Izbor elektri nog motora. Karakteristike pogona sa motorima jednosmerne struje. Matemati ki modeli, stati ke karakteristike, ekvivalentna šema. Elektri no ko enje. Na ini regulacije brzine i opsezi primene. Promena fluksa i napona napajanja. Karakteristike pogona sa asinhronim i sinhronim motorima. Jedna ine motora linearizacija i uproš enja. Uticaj promene napona, promene parametara, i frekvencije. Elektri no ko enje. Strujno napajanje. Stati ke karakteristike. Primena pretvara a. Metode upravljanja. Kaskade i njihova primena.

Predmet: ZAŠTITA U ELEKTROENERGETICI

Zadaci zaštite. Zaštitni ure aji i kriterijumi za delovanje zaštitnih ure aja. Vrste releja. Zaštita vodova. Zaštita sinhronih generatora. Zaštita transformatora. Zaštita sabirница. Rezervne zaštite od otkaza prekida a. Zaštita elektri nih motora. Zaštita kondenzatorskih baterija. Li na zaštitna sredstva i rad u neposrednoj blizini opreme pod naponom.

Izborni predmeti VII semestar

Predmet: Elektroenergetski pretvara i

Vrste energetske pretvara a (AC/DC, DC/DC, DC/AC, AC/AC). Jednosmerni pretvara i (DC/DC). Jednokvadrantni i višekvadrantni pretvara i. Na ini realizacije pretvara a. Tiristorski pretvara i. Invertori (DC/AC). Vrste invertora. Naponski invertori (jednofazni i višefazni). Strujni invertori. Rezonantni invertori. Naizmeni ni pretvara i (AC/AC). Ciklokonvertori. Matri ni pretvara i. Primena pretvara a u napajanju jednosmerne i naizmeni nih motora. Primena pretvara a u proizvodnji, prenosu i distribuciji elektri ne energije.

Predmet: Numeri ka analiza

Numericki metodi u linearnoj algebri. Direktni metodi. Iterativni metodi. Analiza greške i slabo-uslovljeni sistemi. Sopsptvene vrednosti i sopstveni vektori. Nelinearne jednačine i sistemi. Newtonov metod. Metod secice. Metod polovljenja intervala. Rešavanje algebarskih jednačina. Metod Newton-Kantorowicha za sisteme jednačina. Aproksimacija funkcija. Interpolacija. Problem najboljih aproksimacija. Numericko diferenciranje i integracija. Newton-Cotesove i Gaussove kvadraturne formule. Približno rešavanje diferencijalnih jednačina. Eulerov metod. Linearni višekoracni metodi. Metodi Runge-Kutta.

Predmet: OSVETLJENJE

Osnovne i integralne fotometrijske karakteristike svetlosti (Definisanje veli ina, jedinice, šematske ilustracije). Lambert-ov zakon i difuznost površina. Ta kasti svetlosni izvori i zra enje svetlosti sa površina. Refleksione karakteristike materijala. Osnovni prora uni fotometrijskih veli ina. Zakon o konzervaciji svetlosnog fluksa. Elektri ni svetlosni izvori i svetiljke. Svetlotehni ke karakteristike proizvedene svetlosti (elektri ne, fotometrijske, fizi ke). Osnovni kriterijumi za ocenu i projektovanje unutrašnjeg i spoljašnjeg osvetljenja. Svetlotehni ka regulativa i tabele preporuka. Projektovanje i na in projektnog iskazivanja. Verifikacija projektovanih karakteristika na izvedenim ure ajima osvetljenja. Svetlotehni ka i fotometrijska merenja.

Predmet: Sistemi automatskog upravljanja

Pregled razvoja sistema automatskog upravljanja (SAU). Linearni i nelinearni sistemi. Kontinualni i diskretni sistemi. Modeliranje sistema automatskog upravljanja. Analiza sistema u vremenskom domenu. Strukturni blok dijagrami sistema upravljanja. Stabilnost sistema. Ocena kvaliteta ponašanja sistema i kriterijumi za sintezu. Sinteza kontinualnih sistema automatskog upravljanja. Struktura digitalnog sistema i proces odabiranja. Funkcija diskretnog prenosa. Stabilnost diskretnih SAU. Sinteza diskretnih SAU. Primeri nelinearnih sistema. Tipi ne nelinearnosti i njihove karakteristike. Linearizacija nelinearnih sistema. Analiza sistema u faznoj ravni. Stabilnost nelinearnih SAU. Optimalni sistemi. Simulacija SAU. Primena simulacije u analizi i sintezi SAU. Softver za simulaciju SAU

VIII semestar

Predmet: ODABRANA POGLAVLJA IZ ELEKTROMOTORNIH POGONA

Pogon sa jednosmernim motorima. Dinami ki Modeli. Metode upravljanja. Sistemi pretvara -motor-optere enje. Identifikacija i estimacija parametara pogona. Regulisani pogoni. *Pogoni sa motorima za naizmeni nu struju*. Transformacije. Identifikacija i estimacija parametara pogona. Naponsko i strujno napajanje. *Asinhroni pogoni*. Dinamika. Skalame i vektorske metode upravljanja. Regulacija pogona sa asinhronim motorima. Realizacija. *Pogoni sa sinhronim mašinama*. Invertorsko napajanje. Algoritmi upravljanja. Skalame i vektorske metode. Pogoni specijalne namene.

Predmet: ANALIZA ELEKTROENERGETSKIH MREŽA

Matrica admitansi i matrica impedansi mreže. Prora un simetri nih radnih stanja mreže. Gaus-Seidelov i Newton-Raphsonov postupak za prora un tokova snaga. Fuzzy pristup prora unu tokova snaga. Prora un nesimetri nih radnih stanja mreže. Prora un struja kratkih spojeva. Simetri ne komponente. Matricni metod prora una struja kratkih spojeva.. Raspodela aperiodi ne komponente struje kratkog spoja u mreži. Simultani kvarovi. Kriterijumi stabilnosti. Stabilnost pri malim poreme ajima. Modeli višemašinskih sistema za analizu stabilnosti elektroenergetskih sistem pri malim poreme ajima. Tranzijentna stabilnost. Modeli višemašinskih sistema za analizu stabilnosti elektroenergetskih sistem pri velikim poreme ajima. Numeri ke metode za analizu tranzijentne stabilnosti. Naponska stabilnost.

Predmet: Sistemi za upravljanje i nadzor u industriji

Tipovi i arhitekture industrijskih upravlja ko-nadzornih sistema. Upravlja ki ure aji: relejni, elektronski, mikroprocesorski i ra unarski ure aji. Industrijski programabilni kontroleri (PLC): zahtevi, arhitektura i funkcije, HMI aplikacija. Logi ki elementi i programiranje, standardne PLC funkcije. Industrijski PC. Industrijske komunikacione mreže: topologija, prenosni medijumi, metode pristupa prenosnim medijumima. Mrežni standardi. Komunikacioni protokoli: ethernet, TCP/IP, Profibus. Tipovi signala: RS-232, RS422, RS-485, opti ki prenos signala. Automatizacija i vizualizacija.

Izborni predmeti VIII semestar**Predmet: UZEMLJIVA I**

Definisanje osnovnih pojmova, razvrstavanje i osnovne karakteristike uzemljenja i uzemljiva a (Sistem uzemljenja, Zaštitno uzemljenje, Radno uzemljenje, Gromobransko uzemljenje, Združeno uzemljenje, Uzemljenje telekomunikacionih sistema i ure aja, Antensko uzemljenje i dr.). Uzemljiva ke elektrode prema obliku i nameni. Elektri ni parametri tla i modelovanje nehomogenog tla. Opšte elektri ne karakteristike uzemljiva kog sistema. Materijali za izradu i dimenzionisanje provodnika uzemljiva kog sistema. Metode za prora un EM karakteristika uzemljiva kog sistema. Metode merenja i periodi na verifikacija karakteristika uzemljiva kih sistema.

Predmet: Industrijski sistemi za merenje i kontrolu,

Osnovne merne metode. Stat ke i dinami ke karakteristike mernih sistema. Senzori i pretvara i u modernim industrijskim mernim sistemima. Merni pretvara i pomeraja, pozicije, brzine, sile, pritiska, protoka, nivoa i temperature. Povezivanje mernog i ra unarskog sistema. Kola obrade mernog signala. Dvoži ni transmiteri. Standardni interfejs sistemi. SCADA sistemi. Beži ni senzori. Virtuelna instrumentacija. Metode i sistemi za poboljšanje odnosa signal/šum.

A.1.6 Modul: ELEKTRONSKE KOMPONENTE I MIKROSISTEMI

Semestar	Naziv predmeta	Nedeljni fond asova	Bodovi
III			
	Osnovi elektronike	3+2+1	6
	Matematika III	3+2+1	6
	Metrologija elektri nih veli ina	2+1+2	6
	Signali i sistemi	2+1+2	6
M2031	Materijali za elektroniku	2+2+1	6
		12+8+7	30
IV			
	Osnovi telekomunikacija	2+2+1	6
M2041	Osnovi optike	2+2+1	6
M2042	Poluprovodni ke komponente	2+2+0	6
	Izborni predmet 1 – Lista A-IV	2+1+1	6
	Izborni predmet 2 – Lista A-IV ili B-IV	2+1+1	6
		10+8+4	30
V			
	Engleski jezik I	2+0+0	3
M3051	Analogna mikroelektronika	2+2+1	6
M3052	Optoelektronika	2+2+1	6
M3053	Novi materijali i tehnologije	2+1+1	5
	Izborni predmet 3 – Lista A-V	2+2+0	5
	Izborni predmet 4 – Lista A-V	2+2+0	5
		12+9+3	30
VI			
	Engleski jezik II	2+0+0	3
M3061	Senzori i pretvara i	2+1+2	6
M3062	Digitalna mikroelektronika	2+2+1	6
	Izborni predmet 5 – Lista A-VI	2+2+1	6
	Izborni predmet 6 – Lista A-VI ili B-VI	2+2+1	6
	Stru na praksa/Timski projekat		3
		10+7+5	30
VII			
M4071	Komponente i kola snage	2+2+0	6
M4072	Projektovanje i simulacija mikroelektronskih komponenata	2+1+2	6
M4073	Solarne komponente i sistemi	2+1+2	6
	Izborni predmet 7 – Lista A-VII	2+2+0	6
	Izborni predmet 8 – Lista A-VII ili B-VII	2+2+0	6
		10+8+4	30
VIII			
M4081	Modeliranje i simulacija mikroelektronskih komponenata i kola	2+1+2	6
	Mikrokontroleri i programiranje	2+2+1	6
	Izborni predmet 9 – Lista A-VIII	2+2+0	5
	Izborni predmet 10 – Lista A-VIII ili B-VIII	2+2+0	5
	Završni rad	2+2+0	8
		10+9+3	30

Druga Katedra	Izborna lista modula	Izborna lista drugog modula	Obavezni predmeti	UKUPNO
8	6-10	0-4	12	30
26.67%	20%-33.33%	0%-13.33%	40%	

Lista izbornih predmeta za modul EKIM (osnovne studije)

	Predmeti	Semestar		Bodovi	Preduslov
Lista A-IV					
M2043	Komponente za telekomunikacije	IV	2+1+1	6	
M2044	Projektovanje materijala za elektroniku	IV	2+1+1	6	
M2045	Osnovi kvantne i statističke fizike	IV	2+2+0	6	
Lista B-IV					
		IV	2+2+0	6	
	Verovatnoća i statistika	IV	2+2+0	6	
	Računarska grafika i dizajn	IV	2+2+1	6	
Lista A-V					
M3054	Projektovanje štampanih ploča	V	2+2+0	5	
M3055	Tehnologije mikrosistema	V	2+2+0	5	
M3056	Karakterizacija materijala	V	2+2+0	5	
M3057	Statističke metode kontrole kvaliteta	V	2+2+0	5	
Lista A-VI					
M3063	MEMS komponente	VI	2+2+1	6	
M3064	Otkazi poluprovodničkih komponenata	VI	2+2+1	6	
M3065	Savremeni elektronski keramički materijali	VI	2+2+1	6	
M3066	Tehnika i primena lasera	VI	2+2+1	6	
Lista B-VI					
	Numerička analiza PDE	VI	2+2+0	6	
	Mikroprocesorska tehnika	VI	2+2+1	6	
	Merenja nelinearnih veličina	VI	2+2+1	6	
	Mikrotalasna elektronika	VI	2+2+1	6	
Lista A-VII					
M4074	Projektovanje mikrosistema	VII	2+2+0	6	
M4075	Niskotemperaturna mikroelektronika	VII	2+2+0	6	
M4076	Obnovljivi izvori energije	VII	2+2+0	6	
M4077	Fizika jonizovanih gasova i plazme	VII	2+2+0	6	
M4078	Medicinska fizika	VII	2+2+0	6	
M4079	Analiza pouzdanosti	VII	2+2+0	6	
Lista B-VII					
	Izvori za napajanje	VII	2+2+1	6	
	Multimedijalni sistemi	VII	2+2+1	6	
	Održivo projektovanje	VII	2+2+1	6	
	Web i internet tehnologije	VII	2+2+1	6	
Lista A-VIII					
M4082	Inteligentne komponente snage	VIII	2+2+0	5	
M4083	Mikrotalasne tehnologije i komponente	VIII	2+2+0	5	
M4084	Laserska elektronika	VIII	2+2+0	5	
M4085	Pouzdanost elektronskih komponenata i mikrosistema	VIII	2+2+0	5	
M4086	Dozimetrija i dozimetri	VIII	2+2+0	5	
M4087	Vakuumske i gasne komponente	VIII	2+2+0	5	
M4088	Materijali za nove i alternativne izvore energije	VIII	2+2+0	5	
Lista B-VIII					
	Merenja u mikroelektronici	VIII	2+2+1	5	
	Ekonomija održive proizvodnje	VIII	2+2+1	6	
	Sistemi za upravljanje i nadzor u industriji	VIII	2+2+1	6	
	Termovizija	VIII	2+2+1	6	

III SEMESTAR

Predmet: Osnovi elektronike (3+2+1)

Diode i diodna kola. Bipolarni tranzistor, radna prava i radna tačka. Model bipolarnog tranzistora. MOSFET tranzistor, radna prava i radna tačka. Model MOSFET tranzistora. Osnovni pojačavači stepeni sa bipolarnim i MOSFET tranzistorom. Višestepeni pojačavači. Pojačavači sa direktnom spregom. Diferencijalni i operacioni pojačavači. Negativna povratna sprega. Primena operacionih pojačavača. Oscilatori. Pojačavači velikih signala. Izvori napona napajanja.

Predmet: Matematika III (3+2+1)

Redovi. Brojni redovi. Pozitivni redovi. Alternativni redovi. Funkcionalni redovi. Potencijalni redovi. Fourierovi redovi. **Obične diferencijalne jednačine.** Diferencijalne jednačine prvog reda. Linearne diferencijalne jednačine prvog i višeg reda. Sistemi diferencijalnih jednačina. **Funkcije više promenljivih.** Granične vrednosti i neprekidnost. Parcijalni izvodi i diferencijali prvog i višeg reda. Lokalni ekstremumi. Uslovni ekstremumi. Globalni ekstremumi na zatvorenoj oblasti. **Integrali.** Krivolinijski integrali. Dvojni i trojni integrali. Površinski integrali. **Kompleksna analiza.** Funkcije kompleksne promenljive. Cauchy-Riemannovi uslovi. Kompleksna integracija. Cauchyeva osnovna integralna formula za funkcije i izvode. Laurantov red. Razvoj ostataka i Heavisideov razvoj. **Laplaceova transformacija. Teorija polja.** Skalarno i vektorsko polje. Gradijent, divergencija, rotor. Fluks i cirkulacija. Vrste vektorskih polja. **Softver** MATHEMATICA.

Predmet: Metrologija električnih veličina III (2+1+2)

Osnovi teorije merenja-metrologije. Veličine i jedinice merenja. Materijalizacija jedinica mera u MKSA sistemu - standardi (etaloni) struje, otpornosti i napona. Strukturna šema procesa merenja električnih veličina. Električne i elektronske metode merenja električnih veličina. Analiza uzroka i karaktera grešaka merenja. Osobine rezultata merenja kao slučajne veličine - statistika rezultata merenja. Metode analize grešaka merenja. Merna nesigurnost. Metrološke karakteristike električnih mernih sredstava. Obezbeđenje tačnosti merenja - negativna reakcija, dodatna merenja, metoda iteracije, primena mernih standarda, test metode, automatizacija.

Predmet: Signali i sistemi (2+1+2)

Kontinualni i diskretni sistemi. Linearni vremenski invarijantni sistemi. Fourierova analiza kontinualnih i diskretnih sistema. Rešavanje električnih kola u vremenskom domenu. Laplasova transformacija. Rešavanje kola u frekvencijskom domenu. Z transformacija. Kontinualno diskretne transformacije.

Predmet: Materijali za elektroniku (2+2+1)

Uvod. Materijali za elektroniku i elektronski proizvodi. Provođnici: definicije i opšte osobine, metali, legure, nemetalni provođnici, primena. Poluprovođnici: definicije i opšte osobine, elementi poluprovođnički, poluprovođnički jedinjenja i legure, primena. Dielektrici: definicije, mehanizmi polarizacije, statičke i dinamičke osobine, specijalni dielektrici, primena. Magnetici: definicije i opšte relacije, vrste magnetnih materijala, primena. Superprovođnici: fenomenologija superprovođenosti, primena. Organski materijali i primena.

IV SEMESTAR

Predmet: Osnovi telekomunikacija (2+2+1)

Uvod. Analiza telekomunikacionih signala. Prenos signala kroz linearne sisteme. Prenos signala u osnovnom opsegu. Analogne modulacije. Impulsna modulacija. Multipleksni prenos signala.

Predmet: Osnovi optike (2+2+1)

Osnovna svojstva svetlosti. Elektromagnetna teorija svetlosti. Interferencija, difrakcija, polarizacija. Prolaz svetlosti kroz izotropnu i anizotropnu sredinu. Korpuskularna priroda svetlosti. Fotoelektrični efekat. Rendgensko zračenje. Fotokomponente.

Predmet: Poluprovođničke komponente (2+2+0)

Osnovne osobine slabog i jakog dopiranih poluprovođnika. Transportne jednačine. I-h prelazi. Efektivna brzina površinske rekombinacije. Diode. p-n spoj. Strujno-naponske karakteristike. Proboj p-n spoja. Vrste dioda i primena. Bipolarni tranzistori. Silicijumski bipolarni tranzistori. Bipolarni tranzistori na bazi heterospoja. Tranzistori sa polisilicijumskim emitorom. Modeliranje bipolarnih tranzistora. Mehanizmi proboja. Primena. Tiristori. Osobine i karakteristike tiristora. Vrste tiristora i primena. Komponente na bazi kontakta metal-poluprovođnik. Šotkijeve barijere i omksi kontakti. Transportni procesi. Primena Šotkijevih dioda. Tranzistori sa efektom polja na bazi poluprovođničkih jedinjenja. GaAs MESFET-ovi. Heterostrukturalni tranzistori sa efektom polja (HFET-ovi). Primena. MOS tranzistori. Površinske pojave. Strujno-naponske karakteristike. Modeliranje MOS tranzistora. Mehanizmi proboja. Primena.

V SEMESTAR

Predmet: Engleski jezik I (2+0+0)

Sadržaj predmeta engleski jezik I je engleski za akademske i profesionalne namene u oblasti elektronike. Pretpostavlja se znanje opšteg engleskog na srednjem (intermediate) nivou u obradu stručnih engleskih. Osnovni ciljevi nastave su metodička obrada savremenih stručnih tekstova i usvajanje i proširivanje znanja tehničke terminologije, upoznavanje studenata sa specifičnim strukturama jezika nauke i tehnike, kao i sistematizacija relevantne gramatike. Najviše su zastupljene veštine: čitanje, razumevanje izvornog engleskog, govor, prevodjenje. Na kraju kursa studenti treba da su u mogućnosti da izlažu/razumeju osnovne teme vezane za svoju struku.

Predmet: Analogna mikroelektronika (2+2+1)

Pojačavači u bipolarnoj tehnologiji. Pojačavači u MOS tehnologiji. Izvori konstantne struje. Diferencijalni pojačavači. Višestepeni pojačavači. Integrirani CMOS operacioni pojačavači. Aktivni filtri. Instrumentacioni pojačavači i transkonduktanse. Izolacioni pojačavači. Punja i baterija. Analogno-digitalna konverzija. Programski paketi za simulaciju analognih integriranih kola.

Predmet: Novi materijali i tehnologije (2+1+1)

Globalizacija istraživanja i razvoja novih materijala i tehnologija. Multidisciplinarnost u razvoju novih svojstava i dizajniranju novih materijala. Minijaturizacija i integracija različitih vrsta materijala. Struktura, simetrija i hijerarhija materijala. Kristalografija. Modeli elektronske strukture materijala. Fizika hemija, termodinamika i statistika fizika novih elektronskih materijala. Agregatna stanja. Teorija faza i faznih transformacija. Procesi na granicama površinama. Fraktali. Karakterizacija materijala. Keramički elektronski strukturni i funkcionalni materijali. Polimeri, kompozitni i nekristalni materijali i odgovarajuće elektronske tehnologije. Tečni kristali. Dielektrični, magnetni materijali i superprovođnici (HTS). Elektronski i fotoniski materijali. Nanomaterijali i nanotehnologije. Ugljeni materijali. Materijali za nove i alternativne izvore energije i gorivne ćelije. Fuzionni materijali i tehnologije. Elektronski materijali i tehnologije u svemiru. Strategija EU u oblasti novih materijala i tehnologija.

VI SEMESTAR

Predmet: Engleski jezik II (2+2+0)

Sadržaj predmeta engleski jezik II je engleski za akademske i profesionalne namene u oblasti elektronike. Prvenstveno se obrađuje i uvećava naučni/tehnički stil u pismenom i usmenom izlaganju. Analiziraju se najznačajnije vrste naučnog/tehničkog diskursa. Studenti rade samostalne projekte u vidu pisanih i usmenih izlaganja na stručne teme poštujući pravila organizacije stručnog diskursa i uz relevantnu stručnu terminologiju. Velika pažnja se posvećuje naučnoj argumentaciji, načinima njenog prezentovanja i specifičnim terminima tog vokabulara. Cilj nastave je da studentima pruži dovoljno predznanja za samostalni rad u struci i za dalje usavršavanje u globalnom kontekstu.

Predmet: **Senzori i pretvara i (2+1+2)**

Uvod. Informacija i informaciono-procesni sistemi. Memi i kontrolni sistemi. Pretvara i. Definicija i podela senzora. Idealne senzorske karakteristike i prakti na ograni enja. Tehnologije izrade. Osnovne karakteristike mikrosenzora. Definicije parametara. Kalibracija. Korekcija greške. Pouzdanost. Senzori signala zra enja. Senzori mehani kih signala. Senzori toplotnih signala. Senzori magnetnih signala. Senzori hemijskih signala. Fizi ki principi rada. Konstrukcija i tehnologija. Primene. Inteligentni integrisani senzori. Tehnologije izrade. Funkcionalni blokovi. Integrisana senzori na bazi mikroeletromehanickih (MEMS) komponentata.

Predmet: **Optoelektronika (2+2+1)**

Multidisciplinarnost. Optika, elektronika, klasi na i kvantna elektrodinamika i statisti ka fizika kao baza optoelektronike. Dualna priroda svetlosti. Emisija, prostiranje i apsorpcija svetlosti. Progonoza i projektovanje optoelektronskih materijala i diskretnih optoelektronskih komponentata. Kvantna optoelektronika. Spontana i stimulirana emisija svetlosti. Maseri i laseri. Elektroopti ki i piezoopticki materijali i komponente. Optoelektronske komponente u ra unarskim (te nokristalni i TFT displeji, itaci i skeneri, memorijske jedinice, kopir mašine) i telekomunikacionim (katodne cevi, preklopnici, poluprovodni ki, kerami ki i drugi specijalni displeji; modulatori i demodulatori) ure ajima i sistemima. Optoelektronski nanomaterijali i tehnologije.

Predmet: **Digitalna mikroelektronika (2+2+1)**

Funkcije kombinacione logike – sabira i, komparatori, dekoderi i enkoderi, konvertori koda, multiplekseri i demultiplekseri, generatori i verifikatori pariteta. Bravice, flip-flop-ovi i tajmeri. Broja i. Pomera ki registri. Memorije – RAM, ROM, programibilni ROM, fleš. Programibilna logi ka kola. Mikrokontroleri. Digitalno procesiranje signala. Digitalno-analoga konverzija. Programski paketi za simulaciju digitalnih integrisanih kola.

Stru na praksa/Timski projekat

VII SEMESTAR

Predmet: **Komponente i kola snage (3+2+0)**

Uvod. Definicija, vrste i oblasti primene komponentata snage. Transport nosilaca naelektrisanja u poluprovodniku: pokretljivost i specifi na otpornost. Vreme života nosilaca. **Probojni napon.** Lavinski proboj. Proboj prodiranjem (punch-through). Ivi ni efekti i proboj. Tehnike za smanjivanje ivi nih efekata. Termini ki (sekundarni) proboj. **Snažne diode:** PIN dioda, Šotkijeva dioda. **Bipolarni tranzistori snage.** Poja anje i probojni napon bipolarnog tranzistora. Efekti velikih gustina struje. Oblast bezbednog rada. Prekida ke karakteristike. Darlington. **Snažni tiristori.** Režimi rada tiristora. Isklju enje tiristora. Vrste tiristora. Triak. Fototiristor. **Stati ke indukcione komponente snage.** Stati ki indukciono transzistor. Stati ki indukciono tiristor. **MOS komponente snage.** Prednosti i nedostaci u odnosu na bipolarnu komponentu. Struktura i princip rada LDMOS i VDMOS tranzistora. Parazitni elementi u VDMOS strukturi. Elektri ni parametri VDMOS tranzistora. Dinami ke karakteristike i oblast bezbednog rada VDMOS tranzistora. MOS kontrolisani tiristor (MCT). **Bipolarni tranzistor sa izolovanim gejtom (IGBT).** Struktura i princip rada IGBT-a. Dinami ke karakteristike i oblast bezbednog rada IGBT-a. **Elektronska kola snage.** Principi integracije komponentata snage. Snažni moduli i hibridna kola snage. Monolitna integrisana kola snage. Visokonaponska kola. Inteligentna kola snage i SOC (System-on-a-Chip). Tehnike izolacije komponentata. **Uslovi za pouzdan rad komponentata snage.** Ku išta za komponente snage. Odvo enje toplote. Zaštita od preoptere enja.

Predmet: **Projektovanje i simulacija mikroelektronskih komponentata (2+1+2)**

Uvod. Simulacija i modelovanje tehnoloških procesa. CMOS tehnološki niz. Modelovanje procesa jonske implantacije. Analiti ki 1D i 2D modeli. BTE. Monte Carlo. Modelovanje termi kih procesa. Difuzione jedna ine. Difuzija primesa i ta kastih defekata. Segregacija primesa. Analiti ki model procesa oksidacije. Deal-Groov model. Numeri ki modeli. Modelovanje litografskih procesa. Modelovanje depozicije i nagrizanja. Simulacija i modelovanje elektri nih karakteristika komponentata. Sistem osnovnih poluprovodni kih jedna ina. Pokretljivost. Generacija i rekombinacija. Skaliranje. Domen simulacije i grani ni uslovi. Diskretizacija. Rešavanje PDE sistema TCAD softverski paketi. Silvaco i ISE TCAD paketi. Projektovanje numeri kog eksperimenta (DOE).

Predmet: **Solarne komponente i sistemi (2+1+1)**

Solarna energija. Sunce. Ostali CO₂-free izvori energije (hidro, energija vetra, biomasa, energija talasa, geotermalna energija). **Fotonaponski efekat.** Generacija nosilaca naelektrisanja usled apsorpcije svetlosti. Apsorpcija kod direktnih i indirektnih poluprovodnika. **Solarnu elije.** Osnovni mehanizmi konverzije energije. Strujno-naponska karakteristika, struja kratkog spoja, napon otvorenog kola i efikasnost osvetljenog idealnog, beskona nog p-n spoja. Fotostruja, struja zasi enja i omska otpornost realne solarne elije. **Visoko efikasne solarne elije.** Elektri ni i opti ki gubici. Strukture i procesi za proizvodnju visoko efikasnih solarnih elija. **Materijali i tehnologije za proizvodnju Si solarnih elija.** Tehnologija Si solarnih elija. Savremene tehnologije proizvodnje Si solarnih elija. Novi materijali, novi koncepti i novi trendovi razvoja solarnih elija. **Tipovi solarnih elija.** Solarnu elije na kristalnom Si: solarne elije sa koncentраторom, bifacijalne i solarne elije sa ukpanim kontaktom, MIS, polikristalne, višeslojne i tankoslojne solarne elije. Tankoslojne solarne elije na amorfnom Si, Ga-As, Cd-Te, Cu-In-Se₂. **Analiza i karakterizacija solarnih elija.** Strujno-naponska karakteristika, spektralni odziv i PCVD tehnika merenja. Modeliranje i simulacija solarnih elija TCAD softverskim paketima. Generalizovani Pspice model solarnih elija. **PV sistemi.** Komponente PV sistema. Vrste PV sistema. Samostalni PV sistemi i PV sistemi priklju eni na elektri nu mrežu. Primene PV sistema i njihova instalacija. Mali PV sistemi za napajanje mobilnih ure aja. Uticaj PV sistema na okolinu. Recikliranje PV sistema. Efikasnost i osnovne karakteristike PV sistema. Cena i tržište PV sistema. Trendovi razvoja PV sistema.

VIII SEMESTAR

Predmet: **Modeliranje i simulacija mikroelektronskih komponentata i kola (2+1+2)**

Uvod u SPICE program. Mogućnosti PSPICE, HSPICE i SPICE3 verzija. Vrste analize: DC, AC, i tranzijentna. Statistički modeli. Modeli za velike i male signale. Tačnost modela i konvergencija. Temperaturni efekti i samozagrevanje. Uticaj površine. Modeliranje suma. Analiza u frekventnom domenu. Osnovni modeli: R, L i C. Modeli: PN dioda, Šotkijevih dioda, bipolarni tranzistori, JFET-a, MOSFET i tiristori. Merenje i ekstrakcija parametara. Modeliranje senzorskih komponentata: magnetni, svetlosni, temperaturni, hemijski i senzori pritiska. Koriscenje SPICE biblioteka.

Predmet: **Mikrokontroleri i programiranje (2+2+1)**

Uvod. Područja primene. Selekcija mikrokontrolera (MK). Arhitektura MK-a. Memorijski prostori MK-a. Registri MK-a. Programski broja , akumulator, statusni registar. Prekidi i njihovo koriš enje. Stek. Opcije i specifi nosti MK-a. Stanja MK-a. U-I portovi MK-a. Tajmerski, komunikacioni i A/D i D/A moduli. Format instrukcija. Tipovi adresiranja operanada. Set instrukcija MK-a. Razvoj i projektovanje aplikacije. Integrisano razvojno okruženje. Asembler i C. Testiranje i ispravljanje izvornog koda. Simulacija. Loadovanje programa u MK. Testiranje i emulacija u kolu. Povezivanje senzora, displeja na MK. Realizacija P, PI, PID algoritama upravljanja. MK-sko upravljanje DC i kora nim motorom. DSP MK-om. Realizacije sa niskom potrošnjom i pove anom pouzdanos u.

Završni rad

Izborni predmeti

IV semestar

Predmet: **Komponente za telekomunikacije (2+2+0)**

Osnovi CMOS tehnologije za RF i mikrotalasne aplikacije. Ultrabrz Bi-CMOS integrisana kola sa hetrosopojnim komponentama. Osnovne celije dinamičkih RAM : kapacitivne, FLASH, FeRAM. Snažni LDMOS tranzistori i pojačavači snage. Senzorske komponente: optosenzori i matricni senzori slike Osnove MEMS tehnologije: komponente i sistemi. Optoelektronske komponente: laserske diode, LED, VCSEL. Fotonska integrisana kola.

Predmet: Projektovanje materijala za elektroniku (2+2+0)

Nauka o materijalima kao niz karika eksperiment-teorija. Prognoza svojstava materijala. Izbor i/ili projektovanje materijala za elektroniku. Baze podataka nauke o materijalima. Osnovni i pomoćni ili konstrukcioni materijali za elektroniku. Prognoza i projektovanje metalnih, keramičkih i polimernih materijala. Projektovanje, nekristalnih i organskih materijala. Superprovodni, supermagnetni, poluprovodni, optoelektronski i piezo nanomaterijali.

Predmet: Osnovi kvantne i statističke fizike (2+2+0)

Ograničenja klasične fizike. Pojam kvantne mehanike. Talasna funkcija. Stacionarna i nestacionarna Šredingerova jednačina. Potencijalne jame i barijere. WKB aproksimacija. Šredingerova jednačina za kristal. Kvantna mehanika poluprovodnika. Tunel dioda. Kvantne mikrostrukture. Kvantni tranzistori. Maksvel-Bolzmanova, Boze-Ajnshtajnova i Fermi-Dirakova raspodela. Statistika fotona. Statistika nosilaca u poluprovodniku.

V semestar

Predmet: Projektovanje štampanih ploča (2+2+0)

Osnovi tehnologije proizvodnje štampanih ploča. Jednoslojne, dvoslojne i višeslojne ploče. Elektroničke karakteristike linija veza. Izbor komponentata. Raspored komponentata. Pravila povezivanja komponentata. Temeljna stabilnost. Elektromagnetna kompatibilnost. Programski paketi za projektovanje štampanih ploča.

Predmet: Tehnologije mikrosistema (2+2+0)

Definicije i klasifikacija mikrosistema. Materijali za proizvodnju mikrosistema. Mikroelektronske tehnologije: rast filмова, dopiranje, litografija, nagrizanje. Tehnologija zapreminskog mikromašinstva: tehnološki niz, primeri struktura, primena. Tehnologija površinskog mikromašinstva: tehnološki niz, primeri struktura, primena, LIGA tehnologija: tehnološki niz, primeri struktura, primena. Montaža i integracija mikrosistema.

Predmet: Karakterizacija materijala (2+2+0)

Moderne analize materijala. Strukturna svojstva materijala. Korelacija tehnologija (sinteza)-strukturnih svojstava-elektronskih svojstava materijala. Simetrija i kristalografija u strukturnoj hijerarhiji materijala. Moderne metode karakterizacije: SEM, TEM, EDS, XRD, SPM, laserska spektroskopija, NMR spektroskopija. Metode stereologije (kvantitativna metalografija). Primena fraktala u strukturnoj analizi materijala i prognozi svojstava. Struktura materijala u funkciji visoke integracije elektronskih komponentata i parametara u elektronskim uređajima. Nove tehnologije merenja elektroničkih karakteristika mikrostrukturnog i nanoskalnog nivoa u materijalima. Nove metode karakterizacije u oblasti nanomaterijala. Pomeranje granica naših saznanja u oblasti strukturne hijerarhije i analize savremenih materijala.

Predmet: Statističke metode kontrole kvaliteta (2+2+0)

Elementi teorije verovatnoće. Funkcije raspodele. Empirijska raspodela. Teorija ocene. Testiranje statističkih hipoteza. Testovi homogenosti. Teorija uzorkovanja. Atributivni, varijabilni i sekvencijalni planovi uzorkovanja. Operativna karakteristika. Indeksi kvaliteta. Metode prijemnih ispitivanja (AQL, LTPD). Tabele uzorkovanja (atributivne i varijabilne). Planovi uzorkovanja. Tehnike kontrole kvaliteta. Metod Deminga. Tagu i metod (funkcija gubitaka kvaliteta, ortogonalna polja, odnos kontrolnog i uzroknog faktora). Ocena kvaliteta. Troškovi kvaliteta. Kontrolne karte (atributivne i varijabilne kontrolne karte). Statistička kontrola procesa (tačnost, stabilnost i sposobnost procesa). Kontrolne karte procesa. Metodologija 6 sigma. Metodi za obezbeđenje kvaliteta. Totalna kontrola kvaliteta.

VI semestar

Predmet: MEMS komponente (2+2+1)

Osnovni elementi MEMS komponentata: senzori, aktuatori i pasivne strukture. Tehnike senzorisavanja i aktucije. Primena MEMS komponentata: senzori ubrzanja i žiroskopi, senzori pritiska i protoka fluida, senzori biohemijskih reakcija, mikroelektrode, mikrofoni, mikromotori, mikropumpe, mikromehanički rezonatori, optički i RF prekidači, digitalna mikroskopija i optički prikazivači, termomehničke memorije, integrisani MEMS sistemi.

Predmet: Otkazi poluprovodničkih komponentata (2+2+1)

Degradacija i otkaz komponentata. Pojam oblika, mehanizma i uzroka otkaza. Otkazi vezani za supstrat, oksid, metalizaciju i kućište komponentata. Otkazi usled spoljašnjih efekata i prenaprezanja. Karakterizacija pouzdanosti komponentata. Elementi teorije pouzdanosti. Kriva pouzdanosti koristanog oblika. Postupak odabiranja pouzdanih komponentata. Ubrzano ispitivanje pouzdanosti. Određivanje parametara pouzdanosti. Dijagnostika oblika, uzroka i mehanizama otkaza.

Predmet: Savremeni elektronski keramički materijali (2+2+1)

Moderna civilizacija keramike. Istraživanje i razvoj elektronskih keramičkih materijala. Uticaj strukturne hijerarhije, faznog sastava i mikrostrukturnih karakteristika na elektronička i feroelektrična svojstva keramičkih materijala. Elektronska keramika i nanotehnologija. Metode dobijanja funkcionalnih keramičkih materijala. Elektroprovodna keramika. Keramički materijali za kondenzatore. Piezoelektrični, feroelektrični i piroelektrični materijali na svojstvu; PTCR i NTCR efekti. Optički materijali. Elektrooptička keramika. Optička vlakna. Keramički materijali za mikrotalasne komponente srednjih i visokih frekvencija. Kvarcni oscilatori i filtri. Materijali za MEMS komponente. Feriti i drugi keramički materijali sa magnetnim svojstvima. Biomedicinska keramika. Keramički materijali za gorive ćelije i nove i alternativne izvore energije.

Predmet: Tehnika i primena lasera (2+2+1)

Emisija i apsorpcija zračenja. Opšti tip rezonatora Fabry-Perot-ov rezonator. Svojstvo laserskih rezonatora i generisanje laserskog fronta. Podela lasera. Gasni laseri. Laseri na bazi vrstih materijala. Tečni laseri. Komponente laserske optike. Laserska spektroskopija. Holografija. Obrada materijala pomoću lasera. Druge primene lasera u tehnici. Primena lasera u nauci.

VII semestar

Predmet: Projektovanje mikrosistema (2+2+1)

Osnovne klase, komponente i primene mikrosistema. Funkcionalne i elektroničke karakteristike mikrosistema. Osnovno i rezervno napajanje mikrosistema. Projektovanje i modelovanje komponentata mikrosistema. Integracija komponentata mikrosistema. Projektovanje kućišta. Povezivanje sa perifernim uređajima.

Predmet: Niskotemperaturna mikroelektronika (2+2+0)

Uvod. Oblasti primene i perspektive razvoja niskotemperaturne elektronike. Dostupnost komponenti i sistema za primenu u niskotemperaturnim uslovima. **Svojstva materijala na niskim temperaturama.** Superprovodnost. Osobine poluprovodnika na niskim temperaturama. **Komponente na bazi superprovodnika.** Džozefsonovski kontakti. Superprovodni kvantni interferometri (SQUID-ovi). Parametarski pojačavači i pretvarači. Detektor signala vrlo visoke učestanosti. **Superprovodni prekidači i elementi i kola.** Kriotroni. Memorijске ćelije. Elementi i kola u procesoru za računare. Pomerački registar. Analogno-digitalni pretvarači. Osnove tehnologije dobijanja superprovodničkih elemenata i kola. **Pasivne elektronske komponente na niskim temperaturama.** Otpornici. Kondenzatori. Diskretne tankoslojne i debeloslojne komponente. **Aktivne elektronske komponente na niskim temperaturama.** Dioda. MOS komponente. Bipolarne komponente. Mikrotalasne komponente. Integrisana kola. Komponente specijalne namene. **Materijali i tehnike za spajanje komponentata.** Bondiranje. Lemljenje. Achezivi. **Pouzdanost i uticaj temperaturnih oscilacija na karakteristike elektronskih komponenti.**

Predmet: **Obnovljivi izvori energije (2+2+1)**

Uvod u obnovljive izvore energije. Solarna energija. Solarna termalna energija. Pasivno i aktivno solarno grejanje. Solarna fotonaponska energija. Vrste solarnih elija. Solarni fotonaponski sistemi. Energija vetra. Geotermalna energija. Bioenergija. Energija talasa, plime i oseke. Ostali obnovljivi izvori energije. Pretvaranje, skladištenje i prenos energije. Akumulatori i pretvarači. Projektovanje sistema baziranih na obnovljivim izvorima energije. Socio-ekonomski aspekti primene obnovljivih izvora energije.

Predmet: **Fizika jonizovanih gasova i plazme (2+2+0)**

Predmet fizike jonizovanih gasova. Jonizacione struje. Prostorno naelektrisanje. Pražnjenje sa elektrodama koje emituju jone. Dejstvo obratnog rasejanja. Proticanje struje kroz gas. Fluktuacije struje. Ekscitacija i rekombinacija u gasovima. Emisija elektrona iz vrstih tela. Pokretljivost i prenos naelektrisanja. Difuzija i međusobno odbijanje. Rekombinacija, jonizacija i ekscitacija u električnom polju. Uslov proboja. Paschen-ov zakon. Tinjavo pražnjenje i vrste tinjavog pražnjenja. Pozitivni stub tinjavog pražnjenja. Koronasto pražnjenje. Osnovne karakteristike i lučnog pražnjenja. Visokofrekventno pražnjenje.

Predmet: **Medicinska fizika (2+2+0)**

Vrste, izvori i merenje jonizujućeg zračenja. Interakcija jonizujućeg zračenja sa materijom. Vrste i osobine radioizotopa. Nejonizujuće zračenje. Dozimetrija. Detektori jonizujućeg zračenja. Medicinska dijagnostika. Dobijanje i osobine rendgenskih zraka. Primena rendgenskih zraka u medicini. Radiografija i fluoroskopija. Mamografija. Rendgen srca. Kompjuter tomografija (CT skener). Dobijanje i osobine ultrazvuka. Primena ultrazvuka u medicini. Princip magnetne rezonance. Korišćenje radioizotopa u medicinskoj dijagnostici. PET dijagnostika. Primena lasera u medicini. Uređaji za dijagnostiku u radioterapiji.

Predmet: **Analiza pouzdanosti (2+2+0)**

Teorija pouzdanosti. Modeli pouzdanosti. Analiza pouzdanosti. Određivanje pouzdanosti elemenata i sistema. Pouzdanost redne, paralelne i mešovite konfiguracije. Pouzdanost "r od n" ispravnih elemenata. Pouzdanost sistema sa multistacionim elementima. Vremenski zavisni sistemi. **Analiza otkaza.** Zakoni raspodele otkaza. FMEA metod. Pouzdanost u slučaju zavisnih otkaza. **Metode ispitivanja pouzdanosti.** Normalna ispitivanja pouzdanosti. Ubrzana ispitivanja pouzdanosti. **Proračun pouzdanosti.** Pouzdanost sistema i teorija Markov-a. Pouzdanost, raspoloživost i održivost sistema. Optimizacija pouzdanosti. Predviđanje i analiza pouzdanosti uređaja na osnovu pouzdanosti sastavnih delova. Softverski alati.

VIII semestar

Predmet: **Inteligentne komponente snage (2+1+1)**

Uvod. Blok snage u elektronskom kolu. **Principi integracije komponenta snage.** Snažni moduli i hibridna kola snage. Monolitna integrisana kola snage. Visokonaponska kola. Inteligentna kola snage i SOC (System-on-a-Chip). **Ključni problemi integracije.** Stapanje tehnologija. Stapanje funkcija kola. Stapanje tehnika obrade signala. Tehnike izolacije komponenta. **Snažne komponente za inteligentna integrisana kola snage (IKS).** Standardne lateralne i vertikalne komponente za IKS. Komponente dobijene stapanjem standardnih komponenta (Merged Structures). Integracija sa niskonaponskim komponentama. **RESURF princip.** Konvencionalna RESURF struktura. Multi-RESURF strukture. RESURF u SOI tehnologiji. **Lateralne komponente za IKS.** LDMOS tranzistor. Lateralni IGBT. Lateralni MCT. Lateralne komponente snage u SOI tehnologiji. **3-D RESURF (Super Junction) koncept.** 3-D RESURF SOI dioda. 3-D RESURF SOI LDMOSFET. **Funkcionalni blokovi IKS.** Blok snage. Kola za pobudu. Naponske reference. Kola za spoljnu komunikaciju. Zaštitni blokovi: naponska, strujna i temperaturna zaštita. **Primeri primene IKS.** IKS u automobilu. IKS za kontrolu osvetljenja. IKS za upravljanje radom elektromotora. **Montaža i pouzdanost IKS.**

Predmet: **Mikrotalasne tehnologije i komponente (2+2+0)**

Uvod. Frekventni opseg, specifičnosti i oblasti primene mikrotalasnih komponenta. **Prenosni vodovi za mikrotalasne signale.** Koaksijalni kablovi. Talasovodi. Planarne prenosne linije (strip linije i mikrostrip). Konektori i adapteri. **Materijali za mikrotalasne komponente.** Poluprovodnici: GaAs, InP, ostali III-V kompozitni poluprovodnici, GaInAs. Tehnološki procesi na GaAs: rast kristala, epitaksija, dopiranje, formiranje Šotkijevih i omških kontakata. Feritni, teflonski i ostali materijali. **Komponente za kontrolu mikrotalasnih signala.** Poluprovodničke komponente: PN spoj (dioda), spoj metal-poluprovodnik (omski kontakt i Šotkijeva dioda), PIN dioda. Feritne i kombinovane komponente: izolatori, cirkulatori, filtri, fazni pomerači, spreznici, oslabljivači i prekidači, pomerači i faze i detektori. **Komponente za obradu i pojačanje mikrotalasnih signala.** Mikrotalasne diode: Šotkijeva, PIN, tunelska, Gunn i IMPATT dioda. Bipolarni tranzistor. JFET. MESFET. Heterospojni tranzistor (HBT). HEMT. **Mikrotalasna integrisana kola.** Hibridna integrisana kola. Mikrostrip komponente i kola. Monolitna integrisana kola. RFIC i MEMS. Pakovanje i montaža. **Komponente za prijem i emitovanje mikrotalasnih signala.** Niskošumni prijemnici. Antene. **Mikrotalasne cevi.** Magnetroni. Klizirni. Snažne mikrotalasne cevi.

Predmet: **Laserska elektronika (2+2+0)**

Laserska tehnika kao deo optoelektronike i njena uloga u telekomunikacijama. Spontana i stimulirana emisija. Laserski izvori svetlosti, modulatori, optički prenosnici i detektori. Gasni, tečni i vrstotelni laseri. Poluprovodnički laseri. Karakteristike i ograničenja lasera. Kvantna optoelektronika. Izvori i prenosnici svetlosti. Složene optičke i elektrooptičke strukture telekomunikacionih sistema.

Predmet: **Pouzdanost elektronskih komponenta i mikrosistema (2+1+1)**

Uvod u fiziku pouzdanosti, elementi pouzdanosti (statistika, karakterizacija, teorija, prognoza). Pouzdanost modernih poluprovodničkih komponenta. Skaliranje i pouzdanost. Tehnike za karakterizaciju i merenje električnih karakteristika komponenta. Efekti različitih vrsta naprežavanja (zračenje, električno naprežanje, NBTI). Elektrostatika, pražnjenje i mere zaštite. Pakovanje, montaža i pouzdanost pasivnih komponenta. Metode za povećanje pouzdanosti i standardi.

Predmet: **Dozimetrija i dozimetri (2+2+1)**

Uvod. Alfa, beta i fotonsko zračenje. Neutronsko zračenje. Izvori zračenja. Fiziološko dejstvo zračenja. Prirodno zračenje. Biološko dejstvo. Doze zračenja. Ekspoziciona doza. Apsorbovana doza. Ekvivalentna doza. Detektovanje jonizujućeg zračenja. Opšti problemi detektovanja jonizujućeg zračenja. Geometrija detekcije. Detektori jonizujućeg zračenja. Zaštita od zračenja. Princip zaštite od zračenja (detekcija i štيتovi). Lični dozimetri. Kolektivni dozimetri. Zakonski propisi.

Predmet: **Vakuumske i gasne komponente (2+2+0)**

Proticanje struje kroz vakuum. Emisija elektrona iz metala. Karakteristike vakuumskih dioda. Odnos struje i napona u diodi. Rad diode na visokim frekvencijama. Osnovna svojstva triode. Karakteristike realne triode. Rad triode na visokim frekvencijama. Opšte karakteristike cevi sa više rešetaka. Karakteristike tetrode, pentode, heksode i heptode. Foto elije i fotomultiplikatori. Hiperfrekventne cevi. Townsend-ovo pražnjenje. Prelazno stanje i proboj. Tinjavo i lučnog pražnjenje. Jonizacione komore. Proporcionalni brojači. Geiger-Muller-ovi brojači. Cevi za regulaciju napona. Gasne ispravljačke cevi. Tiratroni. Gasni laseri. Gasni paneli.

Predmet: **Materijali za nove i alternativne izvore energije (2+1+1)**

Energija kao svetski prioritet. Projektovanje novih materijala sa zadatim svojstvima za nove izvore energije. Solarna energija i materijali za solarne elije i sisteme. Elektrohemijska svojstva materijala. Proizvodnja električne energije na bazi elektrohemijskih procesa. Baterije i mikrobaterije na bazi savremenih elektronskih keramičkih materijala. Baterije i baterijski sistemi za posebne namene. Alternativni izvori energije (energija vetra, električni pražnjenja u atmosferi, vode-posebno okeana, gasnih podzemnih izvora, potresa u litosferi, vulkana) i novi materijali. Teorija fraktala i upravljanje izvorima energije. Elektronske energetske komponente i sistemi za transformaciju oblika energije. Mikroelektronski izvori energije za napajanje u visokointegrisanim elektronskim kolima i sistemima. Komponente i sistemi za svemirske tehnologije. Materijali za fuziju i minireaktori. Elektronski materijali, komponente i sistemi za upravljanje i kontrolu klimatskih promena i zemljotresa. Inženjering u projektovanju i instaliranju različitih izvora energije u cilju veće efikasnosti, rentabilnosti proizvodnje i eksploatacije. Energija i vozila buduće nasti. Energija i inteligentne kuće i buduće nasti. Globalna strategija istraživanja i razvoja novih materijala za nove i alternativne izvore energije. Stvaranje globalnog sistema sigurnosti od novih oblika korišćenja energije.