

**Univerzitet u Tuzli**  
**Fakultet elektrotehnike**

NASTAVNI PLAN I PROGRAM

Organizacija Katedri i Naucnih oblasti sa listom i šiframa predmeta  
Tabelarni prikaz predmeta odsjeka "Energetska elektrotehnika", "Tehnicka informatika" i "Komunikacije"  
Program studija po predmetima

Katedra	Naucna oblast	Predmet	Šifra	Katedra	Naucna oblast	Predmet	Šifra
TEORIJA MREŽA I SISTEMA	TEORIJA MREŽA I SISTEMA	Analiza distributivnih i industrijskih mreža	TMS001	KOMUNIKACIJE	KOMUNIKACIJE	Analogna integrisana elektronika	KOM001
		Analiza EE sistema I	TMS002			Digitalna televizija	KOM002
		Analiza EE sistema II	TMS003			Digitalne komunikacije	KOM003
		Diskretne strukture	TMS004			Komunikacije u elektroenergetskom sistemu	KOM004
		Elektrane	TMS005			Logicke i sekvencijalne strukture	KOM005
		Elektricna mjerenja	TMS006			Mjerenja u telekomunikacijama	KOM006
		Elektroenergetske mreže I	TMS007			Mobilne komunikacije	KOM007
		Elektroenergetske mreže II	TMS008			Modelovanje i simulacija telekom.sistema	KOM008
		Energija i okolina	TMS009			Multimedijski sistemi i komunikacije	KOM009
		Istorija elektrotehnike	TMS010			Multipleksni i komutacijski sistemi	KOM010
		Kvalitet elektricne energije	TMS011			Obrada digitalnih signala	KOM011
		Matricne metode u elektrotehnici	TMS012			Opticke komunikacije	KOM012
		Modelovanje i simulacija I	TMS013			Osnovi elektronike	KOM013
		Modelovanje i simulacija II	TMS014			Osnovi telekomunikacija	KOM014
		Numericke metode u elektrotehnici	TMS015			Pristupne telekomunikacione mreže	KOM015
		Numericki postupci u projektovanju	TMS016			Projektovanje telekomunikacionih mreža	KOM016
		Obnovljivi izvori energije	TMS017			Satelitske komunikacije	KOM017
		Operaciona istraživanja	TMS018			Signali i sistemi	KOM018
		Optimizacione metode u elektrotehnici	TMS019			Standardi i regulativa u telekomunikacijama	KOM019
		Planiranje i pouzdanost distributivnih mreža	TMS020			Statisticka teorija komunikacije	KOM020
		Prenaponska zaštita telekom.sistema	TMS021			Telekomunikacijske usluge	KOM021
		Elektroenergetske podstanice	TMS022			Telekomunikacione mreže	KOM022
		Relejna tehnika	TMS023			Telekomunikacioni protokoli	KOM023
		Tehnika visokog napona	TMS024			Teorija informacija i kodovanje	KOM024
		Teorija elektricnih kola I	TMS025			Teorija prometa	KOM025
		Teorija elektricnih kola II	TMS026				
		Tržište elektricne energije	TMS027				
		Upravljanje EE sistemom	TMS028				
		Uvod u energetske sisteme	TMS029				
SISTEMI KONVERZIJE ENERGIJE	SISTEMI KONVERZIJE ENERGIJE	Dijagnostika elektricnih mašina	SKE001	RACUNARSTVO I INFORMATIKA	RACUNARSTVO I INFORMATIKA	Algoritmi i strukture podataka	INF001
		Elektricne mašine I	SKE002			Arhitektura racunara	INF002
		Elektricne mašine II	SKE003			Baze podataka	INF003
		Elektromagnetna kompatibilnost	SKE004			Objektno orijentisano programiranje	INF004
		Elektromotorni pogoni	SKE005			Operativni sistemi	INF005
		Elektrotermija	SKE006			Osnovi programiranja	INF006
		Energetska elektronika	SKE007			Osnovi racunarstva	INF007
		Energetska elektronika i upravljanje	SKE008			Primjena inženjerskih softverskih paketa	INF008
		Materijali u elektrotehnici	SKE009			Racunarska grafika i vizualizacija	INF009
		Mehatronika	SKE010			Racunarske mreže	INF010
		Mikroelektromehanicke sistemi	SKE011			Razvoj softvera	INF011
		Nove tehn.u elektromehanicke sist.	SKE012			Windows programiranje	INF012
		Osnovi elektrotehnike I	SKE013				
		Osnovi elektrotehnike II	SKE014				
		Prostiranje elektromagnetskih valova	SKE015				
		Senzori	SKE016				
		Teorija elektromagnetnih polja I	SKE017				
		Teorija elektromagnetnih polja II	SKE018				
		Upravljanje elektromotornih pogona	SKE019				
AUTOMATIKA	AUTOMATIKA					Adaptivno i robusno aut.upravljanje	AUT001
						Automatsko upravljanje I	AUT002
						Automatsko upravljanje II	AUT003
						Instrumentacija	AUT004
						Inteligentni sistemi	AUT005
						Obrada i analiza digitalne slike	AUT006
						Prepoznavanje uzoraka	AUT007
						Robotika i automatizacija	AUT008
						Nelinearni sistemi upravljanja	AUT009
						Stohasticki sistemi i estimacija	AUT010
						Sistemi automatske regulacije	AUT011
						Sistemi u realnom vremenu	AUT012
						Upravljanje slozenim sistemima	AUT013

**PRVA GODINA STUDIJA (svi odsjeci)**

Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Matematika I	3+3+0	6		
Fizika I	3+2+1	6		
Osnovi elektrotehnike I	3+3+1	7		
Osnovi racunarstva	3+1+1	6		
Opšti izborni predmet	2+0+0	2		
Materijali u elektrotehnici - izborni	2+1+0	3		
Istorija elektrotehnike - izborni	2+0+0	3		
Matematika II			3+3+0	6
Fizika II			3+2+1	6
Osnovi elektrotehnike II			3+3+2	7
Osnovi programiranja			3+1+1	6
Opšti izborni predmet			2+0+0	2
Uvod u energetske sisteme - izborni			2+1+0	3
Mikroelektromehanički sistemi - izborni			2+1+0	3
Student bira jedan Opšti izborni predmet (2 ECTS) i jedan Izborni predmet (3 ECTS) u svakom semestru.				

**DRUGA GODINA STUDIJA (Svi odsjeci)**

Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Matematika III	3+3+0	6		
Teorija elektricnih kola I	3+1+1	5		
Osnovi elektronike	3+1+1	5		
Elektricna mjerenja	3+1+1	5		
Objektno orijent. programiranje (izb. za EE)	3+1+1	5		
Opšti izborni predmet	2+0+0	2		
Matricne metode u elektrotehnici - izborni	2+1+0	3		
Primjena inženjerskih softverskih paketa - iz.	2+0+1	3		
Signali i sistemi			3+1+1	5
Teorija elektricnih kola II			3+1+1	5
Analogna integrisana elektronika			3+1+1	5
Teorija elektromagnetnih polja I			3+1+1	5
Algoritmi i strukture podataka (izb. za EE)			3+1+1	5
Opšti izborni predmet			2+0+0	2
Mjerenja u telekomunikacijama - izborni			2+0+1	3
Senzori - izborni			2+0+1	3
Diskretne strukture - izborni			2+1+0	3
Student bira jedan Opšti izborni predmet (2 ECTS), a izborom jednog ili više Izbornih predmeta mora ostvariti ukupan broj kredita od 29-31 ECTS u svakom semestru.				

**TRECA GODINA STUDIJA - Energetska elektrotehnika**

Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Automatsko upravljanje I	3+2+1	6		
Modelovanje i simulacija I	3+0+1	4		
Numericke metode u elektrotehnici	3+1+1	5		
Teorija elektromagnetnih polja II	3+1+1	5		
Elektricne masine I	2+1+1	4		
Elektroenergetske mreze I	2+2+0	4		
Kvalitet elektricne energije - izborni	2+1+0	3		
Obnovljivi izvori energije - izborni	2+1+0	3		
Komunikacije u elektroenergetskom sistemu	2+1+0	3		
Dijagnostika elektricnih masina			3+1+1	5
Modelovanje i simulacija II			3+0+1	4
Optimizacione metode u elektrotehnici			2+1+1	4
Elektricne masine II			3+2+2	6
Elektroenergetske mreze II			3+2+1	6
Operaciona istrazivanja - izborni			2+1+0	3
Elektromagnetna kompatibilnost - izborni			2+1+0	3
Numericki postupci u projektovanju - izborni			2+0+1	3
Student bira jedan ili više Izbornih predmeta cime mora ostvariti ukupan broj kredita od 29-31 ECTS u svakom semestru.				
Student može, na nacin i u obimu koji je definisan na nivou Univerziteta, u šestom semestru, određen broj ECTS kredita ostvariti obavljanjem prakse (predmet Praksa).				

**CETVRTA GODINA STUDIJA - Energetska elektrotehnika**

Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Energetska elektronika	3+1+1	5		
Analiza elektroenergetskih sistema I	3+1+1	5		
Elektroenergetske podstanice	3+1+1	5		
Elektromotorni pogoni	3+1+1	5		
Relejna tehnika	3+1+1	5		
Energija i okolina - izborni	2+1+0	3		
Tržište elektricne energije - izborni	2+0+1	3		
Nove tehnologije u elektromeh. sistemima - i	2+0+1	3		
Analiza distributivnih i industrijskih mreža - i	2+0+1	3		
Analiza elektroenergetskih sistema II			3+1+1	5
Elektrane			3+1+1	5
Upravljanje elektromotornih pogona			3+1+1	5
Tehnika visokog napona			3+1+1	5
Upravljanje elektroenergetskim sistemom - i			2+1+1	3
Mehatronika - izborni			2+0+1	3
Elektrotermija - izborni			2+0+1	3
Planiranje i pouzdanost distributivnih mreža			2+0+1	3
Student bira jedan ili više Izbornih predmeta cime mora ostvariti ukupan broj kredita od 29-31 ECTS za zimski, odnosno od 24-26 ECTS za ljetni semestar.				
Diplomski rad nosi 5 ECTS kredita cime je ukupan broj ostvarenih kredita 29-31 ECTS u svakom semestru.				
Student može, na nacin i u obimu koji je definisan na nivou Univerziteta, u osmom semestru, određen broj ECTS kredita ostvariti obavljanjem prakse (predmet Praksa).				

**TRECA GODINA STUDIJA - Tehnicka informatika**

Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Automatsko upravljanje I	3+2+1	6		
Logicke i sekvencijalne strukture	3+1+1	6		
Numericke metode u elektrotehnici	3+1+1	5		
Modelovanje i simulacija I	3+0+1	4		
Instrumentacija	3+0+2	6		
Kvalitet elektricne energije - izborni	2+1+0	3		
Windows programiranje - izborni	2+0+1	3		
Stohasticki sistemi i estimacija - izborni	2+1+0	3		
Automatsko upravljanje II			3+2+1	6
Arhitektura racunara			3+1+1	6
Optimizacione metode u elektrotehnici			2+1+1	4
Modelovanje i simulacija II			3+0+1	4
Teorija informacija i kodovanje			3+1+1	6
Racunarska grafika i vizualizacija - izborni			2+0+1	3
Operaciona istrazivanja - izborni			2+1+0	3
Nelinearni sistemi upravljanja - izborni			2+0+1	3
Student bira jedan ili više Izbornih predmeta cime mora ostvariti ukupan broj kredita od 29-31 ECTS u svakom semestru.				
Student može, na nacin i u obimu koji je definisan na nivou Univerziteta, u šestom semestru, određen broj ECTS kredita ostvariti obavljanjem prakse (predmet Praksa).				

**CETVRTA GODINA STUDIJA - Tehnicka informatika**

Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Operativni sistemi	3+1+1	6		
Baze podataka	3+1+1	6		
Obrada digitalnih signala	3+1+1	6		
Sistemi automatske regulacije	3+1+1	6		
Obrada i analiza digitalne slike - izborni	3+1+1	6		
Inteligentni sistemi - izborni	3+1+1	6		
Energetska elektronika i upravljanje - izborni	3+1+1	6		
Razvoj softvera			3+1+1	5
Racunarske mreze			3+1+1	5
Robotika i automatizacija			3+1+1	5
Sistemi u realnom vremenu			3+1+1	5
Upravljanje slozenim sistemima - izborni			3+1+1	5
Adaptivno i robusno automatsko upravljanje			3+1+1	5
Prepoznavanje uzoraka - izborni			3+1+1	5
Student bira po jedan Izborni predmet u semestru cime mora ostvariti ukupan broj kredita od 29-31 ECTS za zimski, odnosno od 24-26 ECTS za ljetni semestar.				
Diplomski rad nosi 5 ECTS kredita cime je ukupan broj ostvarenih kredita 29-31 ECTS u svakom semestru.				
Student može, na nacin i u obimu koji je definisan na nivou Univerziteta, u osmom semestru, određene ECTS kredite ostvariti praksom (Praksa).				

TRECA GODINA STUDIJA - Komunikacije				
Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Automatsko upravljanje I	3+2+1	6		
Osnovi telekomunikacija	3+1+1	5		
Numeričke metode u elektrotehnici	3+1+1	5		
Obrada digitalnih signala	3+1+1	5		
Logičke i sekvencijalne strukture	3+1+1	6		
Modelovanje i simulacija I - izborni	3+0+1	4		
Stohasticki sistemi i estimacija - izborni	2+1+0	3		
Windows programiranje - izborni	2+0+1	3		
Arhitektura racunara			3+1+1	6
Teorija informacija i kodovanje			3+1+1	6
Digitalne telekomunikacije			3+1+1	5
Opticke telekomunikacije			3+1+1	5
Statisticka teorija telekomunikacija			3+1+1	5
Nelinearni sistemi upravljanja - izborni			2+0+1	3
Operaciona istraživanja - izborni			2+0+1	3
Optimizacione metode u elektrotehnici - izb.			2+1+1	4
Prenaponska zaštita telekom.sistema - izb.			2+0+1	3
Student bira jedan ili više Izbornih predmeta cime mora ostvariti ukupan broj kredita od 29-31 ECTS u svakom semestru.				
Student može, na nacin i u obimu koji je definisan na nivou Univerziteta, u šestom semestru, odreden broj ECTS kredita ostvariti obavljanjem prakse (predmet Praksa).				

CETVRTA GODINA STUDIJA - Komunikacije				
Predmet	Zim.S		Lj.S	
	P+A+L	EC	P+A+L	EC
Operativni sistemi	3+1+1	6		
Prostiranje elektromagnetskih valova	3+1+1	5		
Telekomunikacione mreže	3+1+1	5		
Telekomunikacioni protokoli	3+1+1	5		
Mobilne komunikacije	3+1+1	5		
Digitalna televizija - izborni	3+0+1	4		
Standardi i regulativa u telekomunikacijama	3+0+0	3		
Modelovanje i simulacija telekom.sistema - i	3+0+1	4		
Satelitske telekomunikacije			3+1+1	5
Multimedijjski sistemi i komunikacije			3+1+1	5
Multipleksni i komutacijski sistemi			3+1+1	5
Projektovanje telekomunikacionih mreža			3+1+1	5
Racunarske mreže - izborni			3+1+1	5
Telekomunikacijske usluge - izborni			3+1+1	5
Pristupne telekomunikacione mreže - izborni			3+1+1	5
Teorija prometa - izborni			3+1+1	5
Student bira po jedan Izborni predmet u semestru cime mora ostvariti ukupan broj kredita od 29-31 ECTS za zimski, odnosno od 24-26 ECTS za ljetni semestar.				
Diplomski rad nosi 5 ECTS kredita cime je ukupan broj ostvarenih kredita 29-31 ECTS u svakom semestru				
Student može, na nacin i u obimu koji je definisan na nivou Univerziteta, u osmom semestru, odreden broj ECTS kredita ostvariti obavljanjem prakse (predmet Praksa).				

#### TMS001 - ANALIZA DISTRIBUTIVNIH I INDUSTRIJSKIH MREŽA

Uvod u distributivne sisteme. Vrste opterećenja. Aproksimativne metode analize. Serijska impedansa i šent admitansa nadzemnih vodova i kablova. Modeli distributivnih vodova. Regulacija napona. Modeli trofaznih transformatora. Modeli opterećenja. Analiza distributivnog napajanja.

-Literatura:

1. William H. Kersting: Distribution System Modelling and Analysis, 2002.
2. H. Lee Willis: Distributed Power Generation: Planning and Evaluation, 2000
3. Thomas Allen Short : Electric Power Distribution Handbook

#### TMS002 - ANALIZA ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA I

Struktura elektroenergetskog sistema (ees). Stacionarni režim rada ees-a. Modeli komponenti ees-a u stacionarnim uslovima rada. Matricne metode modelovanja ees. Metod napona cvorova. Matrica admitansi i impedansi cvorova. Jednacinne mreže. Transformacije invarijantne snage. Proracun tokova snaga i naponskih prilika u elektroenergetskom sistemu. Metodi Gauss-Seidel i Newton-Raphson. Brzi razdvojeni postupak. Osobine konvergencije i mogućnosti ubrzanja proracuna. Analiza osjetljivosti modela tokova snaga. Proracun gubitaka. Korištenje svojstava rijetkih

matrica. Kompenzacija reaktivne snage. Određivanje optimalne lokacije kompenzacionih uređaja u sistemu. Nesinusoidalna stacionarna stanja. Proracun propagacije viših harmonijskih komponenti.

-Literatura:

1. M.Hajro, M.Kušljugic, Elektroenergetske mreže i sistemi, FEM Tuzla, 1996.
2. O.Ellgerd, Electric Energy Systems Theory, Mc Graw-Hill, New York
3. J.Grainger, W.Stevenson, Power System Analysis, McGraw-Hill, New York 1994.
4. H.Saadat, Power System Analysis, McGraw-Hill Inc.Ed., 1999.
5. V.Levi, D.Bekut, Primena racunarskih metoda u elektroenergetici, Stylos, Novi Sad, 1996.

#### TMS003 - ANALIZA ELEKTROENERGETSKIH SISTEMA II

Klasifikacija dinamičkih režima rada elektroenergetskog sistema. Komponente elektroenergetskog sistema: struktura, generatori, rasklopna postrojenja, prenosne i distributivne mreže, zaštitni uređaji. Elektromagnetne prelazne pojave: osnovne karakteristike, atmosferski prenaponi, kratki spojevi na generatoru i mreži. Elektromehanički prelazni režimi pri sporim promjenama, statička stabilnost: modelovanje komponenti sistema, jednacina njihanja rotora, snaga prigušenja, stabilnost neregulisanog i regulisanog sistema, uticaji prigušnih namotaja i regulacije uzbude, vrste opterećenja. Statička ugaona stabilnost višemašinskog sistema. Poboljšanje rada sistema sa aspekta statičke stabilnosti. Proracun statičke stabilnosti višemašinskog sistema. Tehnike linearizacije. Elektromehanički prelazni režimi pri velikim promjenama: tranzijentna stabilnost. Modeli komponenti sistema u dinamičkim režimima. Klasični metodi procjene tranzijentne stabilnosti, kriterij jednakih površina. Analiza u vremenskom domenu. Usporedba numeričkih metoda. Redukcija sistema i ekvivalenti. Mjere za poboljšanje stabilnosti sistema. Stabilizatori elektroenergetskog sistema, serijski i shunt elementi, FACTS uređaji, kontroleri tokova snaga. Proracun frekventne stabilnosti (dugotrajna dinamika). Modelovanje i simulacija dinamičkog odziva industrijskih elektroenergetskog sistema. Proracun starta asinhronih motora. Modelovanje i simulacija rada uređaja zaštite i automatizacije elektroenergetskog sistema. Naponska stabilnost: izvodljivost tokova snaga, praktični kriteriji stabilnosti, kritično opterećenje i slom napona, indeksi naponske stabilnosti, dinamika sloma napona i proracuni u vremenskom domenu.

-Literatura:

1. M.Hajro, M.Kušljugic, Elektroenergetske mreže i sistemi, FEM Tuzla, 1996.
2. O.Ellgerd, Electric Energy Systems Theory, Mc Graw-Hill, New York
3. J.Grainger, W.Stevenson, Power System Analysis, McGraw-Hill, New York 1994.
4. H.Saadat, Power System Analysis, McGraw-Hill Inc.Ed., 1999.
5. V.Levi, D.Bekut, Primena racunarskih metoda u elektroenergetici, Stylos, Novi Sad, 1996.

#### TMS004 - DISKRETNE STRUKTURE

Teorija grafova: elementarni pojmovi, hromatski broj grafa, broj unutrašnje i spoljašnje stabilnosti grafa, Eulerovi i Hamiltonovi putevi, povezanost grafova, grafovski algoritmi. Matricna prezentacija grafova i matrice u elektrotehnici. Ekstremizacija na grafovima. Algoritmi: Dijkstra, Bellma, Floyd, Yen. Modifikacije. Primjena u elektrotehnici. Mreže. Mreže u elektrotehnici. Statički protoci. Teorem o maksimalnom protoku i minimalnom presjeku. Ford-Fulkerson algoritam. Mrežno planiranje. Kombinatorna optimizacija: najkraca povezujuća mreža, ekstremalni putevi u mreži, trgovačkog putnika. Primjena na mreže u elektrotehnici. Algoritmi i njihova kompleksnost. Heuristički algoritmi za NP probleme. Primjena.

-Literatura:

1. D.Cvetkovic, Kombinatorna teorija matrica sa primenom u elektrotehnici, Naučna knjiga, Beograd, 1988.
2. J.Vuleta, Metode ekstremizacije na grafovima, Naučna knjiga, Beograd, 1985.
3. J.P.Tremblay, R.P.Manohar, Discrete mathematical structures with applications to computer science, New York, 1975.
4. D.Cvetkovic, S.Simic, Odabrana poglavlja iz diskretne matematike, Akademski misao, Beograd, 2002.

## TMS005 - ELEKTRANE

Termodinamicki sistemi. Termicka jedn. stanja. Prvi zakon termodinamike. Toplina, unutarnja energija, volumenski rad, entalpija, tehnicki rad. Drugi zakon termodinamike. Entropija. Kaloricne jedn. stanja i pretvorbe idealnih plinova. Voda i vodena para. Tabele pare i dijagrami stanja. Kružni procesi: Carnot kružni proces, Rankine-Clausius kružni proces za vodenu paru, Idealni proces u plinskoj turbini, Idealni proces Otto i Diesel motora. Procesi sagorijevanja. Gornja i donja goriva moc. Teoretska i radna temperatura sagorijevanja. Prijenos topline. Prijenos topline s konvekcijom i zracenjem. Izmjenjivaci topline. Parni kotlovi. Izvedbe i upotreba kotlova. Čišćenje plinova sagorijevanja. Odprašivaci. Voda za napajanje kotla. Sagorijevanje uglja u fluidnoj pasti. Parne turbine. Jednakotlacne parne turbine. Nadtlacne parne turbine. Gubici i iskoristljivost parnih turbine. Protutlacne turbine. Turbine s reguliranim oduzimanjem pare. Parne turbine za konvencionalne termoelektre. Parne turbine za nuklearne elektre. Regulacija parnih turbina. Parne termoelektre. Naprave parne termoelektre. Instalirana snaga. Termicki stupanj korisnosti. Kombinirana proizvodnja elektricne energije i topline. Elektricna šema termoelektre. Vlastita potrošnja. Troškovi izgradnje i cijena proizvedene energije iz termoelektre. Termoelektre s plinskim turbinama. Stupanj korisnosti. Poboľšanje korisnosti. Posebne izvedbe. Upotreba plinskih naprava za proizvodnju elektricne energije. Nuklearne elektre. Osnovni pojmovi iz nuklearne fizike. Održavanje lancane reakcije. Regulacija reaktora. Snaga reaktora. Vrste reaktora. Zaštita reaktora. Pomocni sistemi i sekundarni krug nuklearne elektre. Radne karakteristike i ekonomija. Hidrodinamika. Zakoni strujanja. Energija tekucine. Bernoullijeva jedn.. Sila akcije i reakcije mlaza vode. Vodne turbine: Pelton, Francis, Kaplan, Banki. Brane. Hidroelektre. Protocne i Akumulacijske. Dnevni dijagram opterećenja. Vlastita potrošnja. Male hidroelektre. Elektricni generatori; opterećenje generatora, radni dijagram, stabilnost rada, sistemi uzbude.

-Literatura:

1. K.W.Li, A.P.Pridy, Power Plant System Design, IEEE Press, 2002.
2. T.C.Elliott, Standard Handbook of Power Plant Engineering, Marcel Dekker, 2001.
3. S.Halilcevic, Upravljanje energijom, Univerzitet u Tuzli, 2000.

## TMS006 - ELEKTRICNA MJERENJA

Uvod u mjernu tehniku. Legalna metrologija. SI system. Greške pri mjerenju. Analiza mjernih grešaka. Greške indirektnih mjerenja. Mjerni otpornici, kondenzatori i svici. Etaloni napona. Laboratorijski izvori. Mjerni transformatori. Analogni mjerni instrumenti: osnovne vrste i princip rada Mjerni mostovi istosm. I izmjenicne struje. Kompenzatori za istosm. I izmjenicnu struju. Elektricna brojila. Osciloskop. Mjerenje napona i struje. Mjerenje snage u kolima istosmjerne i izmjenicne struje. Mjerenje otpora, induktiviteta i kapaciteta. Određivanje mjesta kvara u kابلu. Mjerenje neelektricnih velicina elektricnim putem. Digitalni mjerni instrumenti. Racunarski podržana mjerenja.

-Literatura:

1. V.Bego: Mjerenja u elektrotehnici, Tehnicka knjiga Zagreb, 1982.
2. A. Muharemovic: Elektricna mjerenja, ETF Sarajevo 2005.
3. A.Muharemovic, I.Turkovic: Elektricna mjerenja – Zbirka zadataka, Sarajevo, 1996
4. D.Vujevic, B.Ferkovic: Osnove elektrotehnickih mjerenja, I i II dio, Šk. Knjiga Zagreb, 1996.
5. <http://www.fe.uniz.ba/predmeti/emj/index.htm>

## TMS007 - ELEKTROENERGETSKE MREŽE I

Uvod u elektroenergetske sisteme; Istorijski razvoj elektroenergetskih sistema Proizvodni podsistem; Podsistem prenos i distribucija; Potrošacki podsistem. Elementi elektroenergetskih mreža (EEM): nadzemni vodovi, kablovi, transformatori, potrošaci, kondenzatorske baterije i prigušnice. Parametri nadzemnih vodova (R, L-, C). Sistem simetricnih komponenti. Modeli elemenata EEM: generator, transformator, vod, potrošac. Proracun voda (strujni i naponski talasi, karakteristicna impedansa, prenos prirodne snage. Sistem relativnih jedinica.

-Literatura:

1. M.Ožegovic, K. Ožegovic: Elektroenergetske mreže, I,II i III dio, Split 1982.
2. M.Hajro, M.Kušljugic: Elektroenergetske mreže i sistemi, FEM Tuzla, 1996.
3. H. Saadat: Power System Analyses, McGraw-Hill, 1999.

## TMS008 - ELEKTROENERGETSKE MREŽE II

Koncept analize trofaznih EEM – elektricne velicine elemenata mreže. Predstavljanje trofazne mreže sistemom simetricnih komponenti. Proracun režima poprecnih i podužnih nesimetrija u trofaznim mrežama metodom simetricnih komponenti. Distributivne mreže – osnovne karakteristike i proracun. Rudarskih mreža – osnovne karakteristike i proracun. Kvalitet el. Energije – termini i definicije. Parametri kvaliteta el. Energije i standardi. Harmonici i propadi napona. Mjerenje kvaliteta elektricne energije. Prognoza potrošnje elektricne energije i opterećenja – osnovni koncept. Tarifni sistemi. Određivanje cijene elektricne snage i energije. Koncept restrukturiranja i deregulacije elektroenergetskog sektora.

-Literatura:

1. M. Ožegovic, K. Ožegovic: Elektroenergetske mreže, I,II i III dio, Split 1982.
2. R.C.Dugan, etc.: Electrical Power Systems Quality, McGraw-Hill, 2002.
3. T.Konjic: Predviđanje opterećenja u distributivnom sistemu korištenjem neizravne logike zakljucivanja, doktorska disertacija, FE, Tuzla, 2003
4. N. Marinovic: Rudarska elektrotehnika, Školska knjiga – Zagreb, 1982

## TMS009 - ENERGIJA I OKOLINA

Zagadenje okoline, aerozagadenje, zagadenje hidrosfere, uticaj proizvodnje energije na zagadenje. Uticaj prenosnika energije i energetskih postrojenja na zagadenje okoline. Pregled snovnih zagadivaca okoline, vrste zracenja kao posljedica proizvodnje energije. Energija, potrošnja i potrebe energije, racionalna proizvodnja i transport. Energetske rezerve, tradicionalni izvori energije: energija uglja, energija vodenih resursa, nuklearna energija, energija iz zemnog gasa. Energija i energetska postrojenja na hidroenergiju iz mora, energija i energetska postrojenja na vjetar, energija iz biomase. Biogoriva: Biodizel, bioetanol i njihova primjena. Monitoring zagadenja okoline, primjena čistih tehnologija radi racionalnog utroška energije.

-Literatura:

1. M.Đonlagic: Energija I okolina, Univerzitet u Tuzli, 2003
2. M.Đonlagic, N.Đonlagic, J.Sadadinovic, F.Andrejaš: Alternativni izvori energije – biomasa, Univerzitet u Tuzli
3. J.A.Fay, D.Gobson: Energy and Environment Oxford Press

## TMS010 - ISTORIJA ELEKTROTEHNIKE

Elektricni naboj – definicija i povijest. Hronologija razvoja elektrotehnike. Okrica 18. stoljeca: prvi lift, razvoj gromobrana i otkrice Kulonovog zakona, Voltina baterija. Otkrica 19. stoljeca: Amperov, Ohmov zakon i Joulov zakon, elektromagnetna indukcija. Prvi motor, generator, razvoj telefona, gramofona, sijalice i nastanak prve hidroelektre. 1888. potvrđeno postojanje elektromagnetskih talasa. 1892\_1897. godina: Prve pokretne stepenice, potvrđeno postojanje elektrona. Otkrica 20 stoljeca: prva dioda, trioda, otkrice superprovodnosti u živi. Prva radio stanica, televizor, prva TV stanica u U.S. 1946. Prvi komjuter "ENIAC", uvođenje tranzistora, kristalne silikonske solarne baterije, prva nuklearna elektrana. 1961-1989. Primjena integralnog kola, Razvoj ARPANET-a, otkrice keramickog materijala, Kreiranje WWW.

Literatura

Sva literatura u vezi predmeta je bazirana na internetu

## TMS011 - KVALITET ELEKTRICNE ENERGIJE

Osnovni pojmovi i definicije. Propadi napona: definicije, karakteristike, uzroci, propagacija i posljedice propada. Harmonici: definicije, karakteristike, uzroci, propagacija i posljedice propada. Rezonancije, harmonicki filteri. Elektromagnetne prelazne pojave: definicija, karakteristike uzroci, propagacija i posljedice prelaznih pojava. Uticaj kvaliteta elektricne energije na informaticku/komunikacijsku opremu i obrnuto. Sistemi za besprekidno napajanje potrošaca-UPS sistemi. Podjela UPS sistema prema snazi. Topološke strukture UPS sistema. Dimenzioniranje i

održavanje UPS sistema. Baterije. Podjela baterija prema snazi. Standardi. Monitoring kvaliteta elektricne energije. Uvod u programske pakete za analizu kvaliteta elektricne energije.

-Literatura:

1. D. Kreiss, Dranetz Field Handbook for Power Quality Analysis, Dranetz Technologies, 1999.
2. R. C. Dugan, M. F. McGranaghan, S. Santoso and H. W. Beaty, Electrical Power Systems Quality, McGraw-Hill, 2002.
3. R. B. Standler, Protection of Electronic Circuits from Overvoltages, John Wiley & Sons, 2001.
4. S. Skok, Besprekidni izvori napajanja, Kigen, Zagreb, 2002.

#### TMS012 - MATRICNE METODE U ELEKTROTEHNICI

Matricno predstavljanje statičkih i dinamičkih sistema. Primjena na elektricne i elektromehaničke sisteme. Matricna algebra u elektrotehnici: homogeni i nehomogeni sistemi, rang matrice, faktorizacije. Primjena dekompozicija u elektrotehnici: ortogonalna dekompozicija, SVD dekompozicija. Metoda najmanjih kvadrata: primijenjeni problemi. Svojtvene vrijednosti, svojtveni vektori i spektar matrice u elektrotehnici. Veza svojtvenih vrijednosti i vremenskih konstanti u sistemu. Funkcije matrica. Matricni polinomi i Cayley-Hamiltonova teorema: primjena u elektrotehnici. Zapis kontinualnih i diskretnih elektricnih sistema u prostoru stanja. Veza prenosne funkcije i zapisa sistema u prostoru stanja. Matrica prelaza stanja, rješenje jednacine prostora stanja. Sopstveni i prinudni odziv sistema. Linearizacija nelinearnih sistema u elektrotehnici. Faktori participacije. Modalna analiza dinamičkih sistema.

-Literatura:

1. S. D. Meyer, Matrix Analysis and Applied Linear Algebra, SIAM, New York, 2000.
2. S. Turk, L. Budin, Analiza i projektiranje racunalom, Školska knjiga, Zagreb, 1989.
3. B. Stefanini, S. Babic, M. Urbiba-Feuerbach, Matricne metode u analizi elektricnih mreža, Školska knjiga, Zagreb, 1975.

#### TMS013 - MODELOVANJE I SIMULACIJA I

Pojmovi i definicije: modelovanje i simulacija. Sistemi i njihovi matematički modeli. Varijacioni racun. Lagangeove jednacine. Hamiltonov princip. Ekvivalencija modela. Modelovanje elektricnih, mehanickih, termickih i hidraulickih sistema. Analogije sistema. Generisanje koeficijenata matrica u formi prostora stanja. Topološki problemi. Rješavanje jednacine prostora stanja. Primjena Cayley-Hamiltonove teoreme. Kruti sistemi diferencijalnih jednacina. Vremenske konstante sistema. Primijenjeni numericki metodi. Tacnost i stabilnost metoda. Nelinearni modeli. Linearizacija. Modelovanje generalizovane mašine. Modelovanje elektricnih elemenata. Programski paketi za modelovanje i simulaciju.

-Literatura:

1. F. E. Cellier, Continuous System Modeling, Springer-Verlag, New York, 1991.
2. F. E. Cellier, E. Kofman, Continuous System Simulation, Springer-Verlag, New York, 2006.
3. A. Salihbegovic, Modeliranje dinamičkih sistema, Svjetlost, Sarajevo, 1985.
4. F. L. Severance: "System Modeling and Simulation", John Wiley & Sons, New York, 2001.

#### TMS014 - MODELOVANJE I SIMULACIJA II

Modelovanje diskretnih sistema. Uvod u stohasticke sisteme. Osnovni zakoni vjerovatnoce i statistike. Primjeri funkcija raspodjele i njihovih karakteristika. Tehnike generiranja i testiranja slucajnih brojeva. Generiranje slucajnih varijabli. Koncept simulacije diskretnih stohastickih sistema (primjer redova cekanja). Analiza ulaznih podataka. Linearna regresija. Analiza izlaznih podataka. Simulacija sistema sa diskontinuitetima. Simulacije u realnom vremenu. Populacijski modeli. Petrijeve mreže. Modeliranje mašine konacnog stanja. Algoritmi u cilju modeliranja problema. Primjena hibridnih metoda modeliranja (fuzzy logika, neuralne mreže, genetski algoritam)

-Literatura:

1. F. E. Cellier, Continuous System Modeling, Springer-Verlag, New York, 1991.
2. F. E. Cellier, E. Kofman, Continuous System Simulation, Springer-Verlag, New York, 2006.

3. F. Turcinhodžic, Metodologija simulacije, diskretni stohasticki sistemi, Sarajevo, 1999.

4. F. L. Severance, System Modeling and Simulation, John Wiley & Sons, New York, 2001.

#### TMS015 - NUMERICKE METODE U ELEKTROTEHNICI

Racunanje sa približnim velicinama. Greške. Rješavanje nelinearnih jednacina, metod proste iteracije. Newtonov metod. Primjeri u elektrotehnici. Rješavanje sistema nelinearnih jednacina. Iterativni metodi. Newton-Raphsonov metod. Primjeri primjene u elektrotehnici: nelinearna elektricna kola. Polinomi. Određivanje korijena polinoma. Interpolacija: operatori numericke analize, interpolacioni polinomi. Hermiteov interpolacioni polinom. Aproximacija: srednjekvadratna aproximacija. Numericko diferenciranje. Numericko integriranje: Newton-Cotesove integracione formule. Rombergov algoritam. Gaussove formule. Višestruki integrali. Primjeri primjene u elektrotehnici. Sistemi linearnih jednacina: direktni i iterativni postupci. LU-dekompozicija. Gaussov i Gauss-Jordanov algoritam. Jacobi i Gauss-Seidelov algoritam, primjena. Određivanje svojtvenih vrijednosti i svojtvenih vektora. Modalna analiza. Primjena u analizi stabilnosti elektricnih sistema. Numericko rješavanje obicnih diferencijalnih jednacina: Eulerov metod. Metodi tipa Runge-Kutta. Višekoracni postupci. Prediktor-korektor metodi. Stabilnost numerickih postupaka. Vrste problema u elektrotehnici i njihovo rješavanje. Sistemi diferencijalnih jednacina i primjena u proracunu dinamičkih režima elektricnih kola. Parcijalne diferencijalne jednacine: metod konacnih razlika. Granicni problemi i primjena u proracunu stacionarnog elektricnog polja.

-Literatura:

1. I.Ivanšic, Numericka matematika, Element, Zagreb, 2002.
2. A.Nuhanovic, M.Avdic, Numericke metode i Fortran 90, Univerzitet u Tuzli, 2006.
3. D.Đ.Tošic, Uvod u numericku analizu, Naučna knjiga, Beograd, 1997.
4. V.Levi, D.Bekut, Primena racunarskih metoda u elektroenergetici, Stylos, Novi Sad, 1997.
5. M.Celic, M.Jovanovic, Matematika III, Naučna knjiga, Beograd, 1991.
6. D.Cvetkovic, S.Simic, Odabrana poglavlja diskretne matematike, Akademska misao, Beograd, 2002.
7. Z.Stojakovic, D.Herceg, Numericke metode linearne algebre, Gradevinska knjiga, Beograd, 1988.

#### TMS016 - NUMERICKI POSTUPCI U PROJEKTOVANJU

Numericko rješavanje jednacina elektromagnetnih potencijala. Metod konacnih elemenata: aproximacija konacnim elementima, integralni oblik jednacina i diskretizacija. Metod momenata: integralne jednacine elektromagnetnih polja. Primjeri rješavanja elektromagnetnih polja u elementima i sistemima u elektronici, komunikacijama i energetskim uredajima. Projektovanje pomocu racunara. Osnovni elementi CAD sistema: racunari i programska podrška. Modelovanje u CAD-u.

-Literatura:

1. Lowther, Silvester, Computer-Aided Design in Magnetics, Springer-Verlag, New York, 1986.
2. Z.Haznadar, Ž.Štih, Elektromagnetizam I i II, Školska knjiga, Zagreb, 1997.

#### TMS017 - OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE

Opcenito o energiji, vrstama, pretvorbi, stepen iskorištenja, uticaj proizvodnje na okolinu  
Primarni i sekundarni izvori energije. LCA i ciste proizvodnje. Mjesto i uloga alternativnih izvora energije; evropske i svjetske konvencije i direktive o zaštiti okoliša. Elektrane i okoliš, sigurnost i zakonodavstvo. Energetski izvori u buducnosti. Geotermalna energija. Hidroenergija. Energija mora. Solarna energija. Energija vjetra. Nuklearna energija. Biomasa kao izvor energije. Biodizel i njegova primjena. Gorive celije. Toplinske pumpe. Kruti otpad i gospodarenje krutim otpadom.

-Literatura:

1. M.Đonlagic: Energija I okolina, Univerzitet u Tuzli, 2005.
2. M.Đonlagic, N.Đonlagic, J.Sadadinovic, F.Andrejaš: Alternativni izvori energije – biomasa, Univerzitet u Tuzli, 2005.
3. J.Fay, D.Gobson: Energy and Environment, Oxford Press, 2003.

4. D.Feretic, Ž.Tomšić, D.Škrinata, N.Cavlina, D.Subašić, Elektrane I okliš, Sveučilište u Zagrebu 2000.

#### **TMS018 - OPERACIONA ISTRAŽIVANJA**

Linearno programiranje. Grafičko rješenje i post-optimalna analiza. Simplex. Dualnost. Analiza osjetljivosti. Transportni problem i problem pridruživanja. Višekriterijsko, separabilno, mješovito-cjelobrojno, nelinearno, dinamičko programiranje i statistika. Algoritmi grananja. Višefazna proizvodnja. Problem smjese. Problem pridruživanja. Raspodjela investicija. Mrežno planiranje. Zamjena i izbor opreme. Deterministički i statistički modeli zaliha. Donošenje odluka u uslovima neodređenosti i u slučaju više ciljeva. Primjeri simulacije.

-Literatura:

1. W.Winston, Operations Research, Application and Algorithms, Duxbury Press, 1994.
2. D.Kalpic, V.Mornar, Operacijska istraživanja, DRIP Zagreb, 1996.
3. J.Petric, Operaciona istraživanja, Nauka, Beograd, 1997.
4. A.Ravindran, D.T.Phillips, J.J.Solberg, Operations Research, John Wiley, New York, 1987.
5. F.S.Hillier, G.J.Lieberman, Operations Research, Holden-Day, San Francisco, 1974.

#### **TMS019 - OPTIMIZACIONE METODE U ELEKTROTEHNICI**

Nelinearno programiranje. Klasična optimizacija i metod Lagrangeovih množitelja. Definicije različitih problema u elektrotehnici. Jednodimenzionalna optimizacija: Fibonaccijeva metoda, Newtonov metod, metodi aproksimacije polinomom. Bezuslovna optimizacija bez i sa izračunavanjem derivacija: Hooke-Jeevesov i Powellov metod, Cauchyev metod, metode promjenljive metrike. Primjena u problemu optimalnih tokova snaga i drugim problemima u elektrotehnici. Konveksno programiranje: Kuhn-Tuckerovi uslovi optimalnosti, stabilnost linearnih i konveksnih programa, gradijentni metod, metode dopustivih smjerova. Primjena. Nekonveksno programiranje: metode unutrašnjih i spoljašnjih kaznenih funkcija, interior-point metod, metode proširenih Lagrangeovih funkcija. Uvod u kvadratno, razlomljeno, separabilno, geometrijsko, ciljno i višeciljno programiranje. Cjelobrojno linearno programiranje: metode grananja i ograđivanja, metod implicitne enumeracije, Monte Carlo metod. Primjena u problemu unit-commitmenta i ostalim kombinatornim problemima. Stohastičko programiranje: metodi globalne optimizacije. Primjene.

-Literatura:

1. J.Petric, S.Zlobec, Nelinearno programiranje, Naučna knjiga, Beograd, 1983.
2. M.S.Bazaraa, H.D.Sherali, C. M. Shetty, Nonlinear Programming: Theory and Algorithms, John Wiley, 1993.
3. V.Levi, D.Bekut, Primena računarskih metoda u elektroenergetici, Stylos, Novi Sad, 1997.
4. D.Cvetkovic, S.Simic, Odabrana poglavlja diskretne matematike, Akademika misao, Beograd, 2002.
5. S.Kurepa, Konacno dimenzionalni vektorski prostori i primjene, Tehnička knjiga, Zagreb, 1967.
6. B.Vujanovic, D.Spasic, Metodi optimizacije, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 1997.

#### **TMS020 - PLANIRANJE I POUZDANOST DISTRIBUTIVNIH MREŽA**

Distibutivna proizvodnja u usporedbi sa tradicionalnom. Potražnja potrošača i električno opterećenje. Pouzdanost i proračun pouzdanosti. Planiranje i procesi planiranja. Troškovi i ekonomski proračun. Planiranje i poredenje distributivnih generatorskih sistema. Opterećivanje opreme, vijek trajanja i ispadi. Modularnost, pouzdanost i troškovi. Distributivni resursi. Distributivne podstanice. Lokacija distributivnih podstanica i planiranje razvoja.

-Literatura:

1. H. Lee Willis: Distributed Power Generation: Planning and Evaluation, 2000
2. Lee Willis :Power Distribution Planning Reference Book, Second Edition, 2004
3. Richard E. Brown: Electric Power Distribution Reliability, 2002.

#### **TMS021 - PRENAPONSKA ZAŠTITA TELEKOMUNIKACIONIH SISTEMA**

Osnovni pojmovi i definicije. Podjela prenapona. Izvori prenapona u telekomunikacionim sistemima: atmosferska pražnjenja, sklopni prenaponi, indukovani prenaponi. Parametri prenapona. Statističke raspodjele prenapona. Koncept prenaponske zaštite telekomunikacionih sistema. Elementi prenaponske zaštite: odvodnici, diode, varistori, tiristori. Prenaponska zaštita telekomunikacionih objekata. Prenaponska zaštita radio-relejnih i GSM sistema. Elementi modelovanja prenaponske zaštite u telekomunikacionim sistemima.

-Literatura:

1. P. Hasse, Overvoltage Protection of Low-Voltage Systems, IEE Power & Energy Series, 2000.
2. P.Chowdhuri, Electromagnetic Transients in Power Systems, John Wiley, New York, 1996.
3. R. B. Standler, Protection of Electronic Circuits from Overvoltages, John Wiley & Sons, 2001.

#### **TMS022 - ELEKTROENERGETSKE PODSTANICE**

Uvod. Podjela elektroenergetskih podstanica. Koordinacija izolacije. Ispitni naponi. Proračun struja kratkog spoja. Metod ekvivalentnog naponskog izvora - Metod IEC 60909. Impedantni metod. Primarni strujni krugovi; Sabirnice. Vodna celija. Mjerna celija. Spojna celija. Prekidaci. Dizajn i trend razvoja. Rastavljaci. Zemljospojnici. Strujni i Naponski transformatori. Osiguraci i Sklopke. Šeme elektropodstanica. Gasom izolirana postrojenja. Modularne izvedbe. Pomocni strujni krugovi. Komunikacije u elektroenergetski sistemima. Telemetrijske metode. Supervizijska kontrola i sistem akvizicije podataka (SCADA). Faktori pouzdanosti. Postrojenja istosmjerne struje. Starenje uređaja. Strategija, menadžment i odlucivanje o elektricnim podstanicama kao segmentima sistema.

-Literatura:

1. M.A.Salam, H.Anis, A.El-Morshedy, R.Radan, High-Voltage Engineering, Marcel Dekker, 2000.
2. K.Nakanishi, Switching Phenomena in High-Voltage Circuit Breakers, Marcel Dekker, 2000.
3. H. Požar, Rasklopna postrojenja, 1988.
4. D.J.McDonald, Electric Power Substations Engineering, CRC Press, June, 2003.

#### **TMS023 - RELEJNA TEHNIKA**

Uvod. Uloga relejne zaštite u elektroenergetskom sistemu. Zaštitni releji. Osnovni zahtjevi za relejnu zaštitu. Razvojni. Elektromehanički releji. Statički releji. Strujni releji. Diferencijalni strujni releji. Releji simetričnih kompenanata struje. Naponski releji. Učinski releji. Distantni releji. Frekventni releji. Vremenski releji. Pomocni i signalni releji. Opća matematska teorija releja kao komparatora. PC aplikacije studija kratkog spoja za formiranje relejnih šema Zaštita generatora; zaštita od kratkih spojeva između statorskih namotaja, zemljospoja statorskog namota, spoja među zavojima statorskog namota, zemljospoja u uzbudnom namotu, preopterećenja, previsokog napona, nesimetričnog opterećenja, povratne snage, asinhronog rada, previsokog broja obrtaja, od kratkih spojeva u mreži, izbor generatorske zaštite. Zaštita transformatora: diferencijalna zaštita. Plinska zaštita. Zaštita od proboja izolacije. Prekostrujna zaštita. Zaštita regulacione sklopke. Zaštita elektricnih mreža: Zaštita osiguracima. Prekostrujna zaštita. Distantna zaštita. Uzdužna i poprečna diferencijalna zaštita. Visoko-frekventna zaštita. Zaštita od zemljospojeva. Zaštita od preopterećenja. Zaštita sabirnica: Zaštita distantnim relejima. Prekostrujna zaštita sabirnica. Diferencijalna zaštita sabirnica. Tipični algoritmi digitalnih zaštita. Principi formiranja digitalnih sistema zaštite. Algoritmi digitalne zaštite bazirani na Walsh-ov funkciji i Fourier-ov analizi. Mogućnosti i ograničenja digitalnih sistema zaštite i upravljanja. Metode ispitivanja. Specifičnosti zaštite kompleksnih mreža.

-Literatura:

1. V.Gurevich, Protection Devices and Systems for High-Voltage Applications, Marcel Dekker, Feb. 2003.
2. L.P. Singh, Digital Protection – Protective Relaying from Electromechanical to Microprocessor, H.S. Poplai for New Age International Limited, 1997.
3. Y.G.Paithankar, Transmission Network Protection: Theory and Practice, Marcel Dekker, Inc., New York, 1998.

- G.Ziegler, Numerical Distance Protection; Principles and Applications, Siemens AG, Berlin, 1999.
- A.T. Johns, S.K. Salman, Digital Protection for Power Systems, IEE, UK, 1995.

#### TMS024 - TEHNIKA VISOKOG NAPONA

Prenaponi u mrežama, standard IEC 71-1. Prenaponi atmosferskog porijekla. Mehanizmi nastanka i razvoja groma. Jonizacioni procesi u električnim poljima. Preskocni i probojni naponi. Statistički parametri atmosferskog pražnjenja. Putujući talasi. Talasne jednacine. Metoda ekvivalentnog talasa, Petersenovo pravilo. Bergeronova metoda. Niskofrekventne elektromagnetne prelazne pojave. Ferorezonancija. Uključivanje neopterećenog transformatora. Sklopni prenaponi. Uključivanje neopterećenog voda. Isključivanje malih induktivnih i malih kapacitivnih struja. Isključivanje struje kratkog spoja. Prelazni povratni napon. Prenaponska zaštita. Odvodnici prenapona i iskrišta. Koordinacija izolacije. Mjerenje i ispitivanje u tehnici visokog napona. Modelovanje i simulacije elektromagnetnih prelaznih pojava. Uvod u programe EMT-ATP i MATLAB/SPS.

-Literatura:

- I. Uglešić, Tehnika visokog napona, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Zagreb, 2002.
- M. Savić, Z. Stojković, Tehnika Visokog Napona, Univerzitet u Beogradu, Elektrotehnički fakultet, Beopres, Beograd, 2001.
- E. Kuffel, W.S. Zaengl, High Voltage Engineering, Newnes, Oxford, 2000.
- L.V. der Sluis, Transients in Power Systems, John Wiley & Sons, New York, 2001.
- P. Chowdhuri, Electromagnetic Transients in Power Systems, John Wiley & Sons, New York, 1996.

#### TMS025 - TEORIJA ELEKTRICNIH KOLA I

Definicija i klasifikacija električnih kola. Linearno električno kolo – primjer linearnog sistema. Osnovi teorije sistema i signala. Elementi električnih kola sa jednim i više pristupa. Klasifikacija elemenata sa koncentrisanim parametrima. Energija i pasivnost elementa. Karakteristični oblici pobudnih signala. Teorija mrežnih grafova i jednacine kola u matricnom obliku. Teoreme i principi linearnih kola. Modelovanje linearnih vremenski-invarijantnih (LVI) sistema u vremenskom domenu. Rješavanje LVI kola u vremenskom domenu: prinudni i sopstveni odziv, tranzijentni i stacionarni odziv. Karakteristike odziva LVI kola. Impulsni i odskocni odziv. Odziv LVI kola pri djelovanju signala proizvoljnog oblika. Superpozicioni integrali i konvolucija signala. Koncept stanja: jednacine i varijable stanja električnih kola u prostoru stanja. Numeričko rješavanje jednacina stanja električnih kola.

-Literatura:

- S. Milojković, Linearna električna kola, Univerzitet u Sarajevu 1989.
- B. Reljin, Teorija električnih kola, Nauka, Beograd 1995.
- D.E. Scott, An Introduction to Circuit Analysis – A Systems Approach, McGraw-Hill, 1987.
- C.A. Desoer, E.S. Kuhn, Basic Circuit Theory, McGraw-Hill, 1976.

#### TMS026 - TEORIJA ELEKTRICNIH KOLA II

Modelovanje linearnih vremenski invarijantnih (LVI) sistema u frekventnom domenu. Analiza električnih kola u frekventnom domenu. Stacionarni odziv LVI kola na prostoperiodični i eksponencijalno-sinusodni pobudni signal. Karakteristike odziva i funkcije kola u frekventnom domenu. Oscilatorna kola i rezonancije. Rješavanje stacionarnog odziva LVI kola na slozeno-periodični pobudni signal pomocu Furijerovog reda. Rješavanje odziva kola primjenom Furijerove transformacije. Rješavanje odziva kola pomocu Laplasove transformacije. Električna kola sa dva pristupa: četverpoli. Pasivni električni filtri. Analiza električnih kola sa raspodjeljenim parametrima: električni vodovi.

-Literatura:

- S. Milojković, Linearna električna kola, Univerzitet u Sarajevu 1989.
- B. Reljin, Teorija električnih kola, Nauka, Beograd 1995.
- D.E. Scott, An Introduction to Circuit Analysis – A Systems Approach, McGraw-Hill, 1987.
- C.A. Desoer, E.S. Kuhn, Basic Circuit Theory, McGraw-Hill, 1976.

#### TMS027 - TRŽIŠTE ELEKTRICNE ENERGIJE

Osnovi tržišta električne energije. Marginalni trošak. Struktura tržišta. Arhitektura tržišta. Dizajniranje i testiranje pravila tržišta. Pouzdanost. Maksimalne cijene i investiranje. Fiksni trošak. Trošak startanja generatora. Varijabilni trošak. Limitiranje maksimalne cijene. Cijena vrijednosti gubitka opterećenja. Cijena radne rezerve. Dinamika tržišta i funkcija profita. Zahtjevi za instaliranim kapacitetom. Neriješeni problemi funkcioniranja tržišta. Sistem ugovaranja. Dizajn tržišta tipa ponuda prodaje i kupovine dan u naprijed. Tržište u realnom vremenu. Sistemske usluge. Tržište radne rezerve. Ispoljavanje tržišne snage. Modeliranje i reduciranje ispoljavanja tržišne snage. Prognoza i monitoring ispoljavanja tržišne snage. Lokacijske cijene. Prijenos snage i gubici. Ograničenja prijenosa snage. Zagušenje prijenosa. Vrednovanje preraspodjele opterećenja. Zonske cijene. Pravo na prijenos. Regionalni prijenosni operator. Sigurnost i adekvatnost energetskog sistema. Mjesto distribucije na tržištu el. energije. Cournot model tržišta. Nash-ovo ravnotežno stanje. Strategija poslovanja elektrana na tržištu. Neizvjesnosti na tržištu el. energije. Regulatorna elektroenergetska komisija. Primjeri organiziranja regulatora u svijetu.

-Literatura:

- S. Stoft, Power System Economics – design markets for electricity, IEEE Press, 2002.
- G. Rothwell, T. Gomez: Electricity Economics: Regulation and Deregulation, IEEE Press, 2003.
- S. Halilcević, Upravljanje energijom, Univerzitet u Tuzli, 2000.
- S. Halilcević, Tržište električne energije – funkcioniranje tržišta, investicije i rizici, Univerzitet u Tuzli, 2007.

#### TMS028 - UPRAVLJANJE ELEKTROENERGETSKIM SISTEMOM

Modeliranje sistema. Koncept sigurnosti. Model mreže. Ekonomsko-sigurnosno upravljanje. Promjenljive stanja. Teorija grafova. Pokazatelji pouzdanosti sistema. Sistemi automatskog upravljanja. Robustnost sistema. Tehno-ekonomski optimalan rad elektro-energetskog sistema. Modeliranje krive varijabilnog troška termo-generatora. Jednakost marginalnih troškova. Obracun prijenosnih gubitaka. Optimalan rad hidro-termo sistema. Metode za određivanje raspodjele snaga i napona u elektro-energetskim sistemima. Automatsko upravljanje proizvodnjom električne energije (kontrola frekvencije i napona). Primarna, sekundarna i tercijarna regulacija frekvencije. Modeli turbinske regulacije. Dinamičko ponašanje agregata s obzirom na frekvenciju. Upravljanje interkonekcijom kod odstupanja frekvencije. Transformatori pomjeraja faze. Regulacija napona i reaktivne snage. Proizvodnja i absorpcija reaktivne snage. Veza između napona, snage, i reaktivne snage. Metodi regulacije napona – injektiranje reaktivne snage. Metodi regulacije napona – transformatori s regulacijskom preklupkom. Booster transformatori. Naponska stabilnost. Procjena stanja sistema. Metod najmanjih kvadrata i Metod minimalne norme. DC estimator stanja. Analiza observabilnosti. Observabilni otoci. Osnovni topologijski algoritmi. Redundantna mjerenja. Dodatna mjerenja za poboljšanje observabilnosti. Osnovne tehnike procesiranja loših podataka. Tehnike procesiranja višestruko loših podataka. AC estimator stanja. Estimacija bazirana na višestrukom skeniranju mjerenja.

-Literatura:

- A. Monticelli, State Estimation in Electric Power Systems, Kluwer Publisher, 2000.
- R.H. Miller, J.H. Malinowski, Power System Operation, McGraw Hill, 1993
- B.M. Weedy, Electric Power Systems, Wiley, 1987. M.E. El-Hawary, Power System Control and Operation, John Willey and Sons, 1994.
- F. Gubina, Delovanje Elektroenergetskih Sistemov, Univerza u Ljubljani, Fakulteta za elektrothniko, 2004.

#### TMS029 - UVOD U ENERGETSKE SISTEME

Energija i energetski sistemi. Primarni oblici energije. Pretvorbe oblika energije. Električna energija i elektroenergetski sistemi. Elektro-energetska bilanca. Energetsko-ekonomska vrijednost elektrana. Planiranje razvoja i izgradnje elektroenergetskih sistema. Planiranje eksploatacije elektroenergetskih sistema.

-Literatura:

- Hrvoje Požar, Osnove energetike I, Školska knjiga Zagreb, 1976.

2. Hrvoje Požar, Osnove energetike II, Školska knjiga Zagreb, 1978
3. Božo Udovicic, Elektroenergetika, Školska knjiga Zagreb, 1983.
4. Božo Udovicic, Energetika, Školska knjiga Zagreb, 1993.

#### **SKE001 - DIJAGNOSTIKA ELEKTRICNIH MAŠINA**

Principi tehnicke dijagnostike. Funkcionalno i testovno dijagnosticiranje. Zadaci dijagnostike: geneza, dijagnoza i prognoza. Primjena matematičkog modelovanja kod dijagnostike električnih mašina. Uticaj dijagnostike na pouzdanost i kvalitet. Dijagnostika stanja energetskih transformatora. Ispitivanje ispravnosti i dimenzija jezgre. Dijagnostika stanja izolacione sposobnosti. Dijagnostika stanja asinhronih motora. Sistematizacija karakterističnih kvarova asinhronih motora. Dijagnostika stanja sinhronih mašina. Dijagnostika stanja istosmjernih mašina. Vibraciona analiza i preventivno održavanje. Upotreba teorije vibracija u detekciji kvarova električnih mašina. Dijagnosticiranje kvarova u električnim mašinama korištenjem vibracione analize.

-Literatura:

1. M.Petrovic, Ispitivanje električnih mašina, Akademski misao, Beograd, 2000.
2. N.Srb, Magnetski monitoring električnih rotacijskih strojeva, Graphis, Zagreb, 2004.
3. I. P. Girdhar, C. Scheffer, Practical Machinery Vibration Analysis and Predictive Maintenance, Newnes, London, 2004.

#### **SKE002 - ELEKTRICNE MAŠINE I**

Podjela električnih mašina. Materijali za magnetna i električna kola. Nominalna snaga, zagrijavanje i hlađenje. Konstrukcija transformatora. Vrste jezgra i namota. Podjela transformatora. Režimi rada: prazan hod, rad sa opterećenjem, kratak spoj. Nadomjesna shema i vektorski dijagram. Grupe spoja trofaznih transformatora. Uticaj viših harmonika. Paralelni rad. Nesimetrična opterećenja trofaznih transformatora. Transformator u štednom spoju – autotransformator. Posebne vrste transformatora.

-Literatura:

1. Š. Mašić: Električni stojevi, Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, Sarajevo 2005
2. R.Wolf, Osnove električnih strojeva, Školska knjiga, Zagreb 1991.
3. A.Dolenc, Transformatori, Školska knjiga, Zagreb 1965.

#### **SKE003 - ELEKTRICNE MAŠINE II**

Elektromehanička pretvorba energije. Energetski bilans elektromehaničke pretvorbe energije. Magnetski krug i magnetska polja. Inducirane elektromotorne sile. Mehanička sila i moment. Osnovne teorije namota. Konstrukcija asinhronih mašina. Princip i režim rada: motor, generator, elektromagnetna kocnica. Pokus praznog hoda i kratkog spoja. Nadomjesne sheme asinhronih mašina. Energetski bilans i vrste momenata. Nacini pokretanja. Regulacija brzine vrtnje. Posebne vrste asinhronih mašina. Konstrukcija sinhronih mašina. Vrste magnetnih kola i namota statora i rotora. Princip i režimi rada: generator-motor. Prazan hod, kratki spoj, omsko, induktivno i kapacitivno opterećenje. Nadomjesne sheme i vektorski dijagrami. V-krive sinhronog generatora. Reaktancije. Snaga u sinhronizmu i moment. Proizvodnja aktivne i reaktivne snage. Sinhronizacija. Nestacionarni i nesimetrični rad. Reluktantni sinhroni motor. Konstrukcija kolektorskih mašina: magnetno kolo, namot. Režimi i princip rada: motor-generator. Inducirani napon i moment. Reakcija armature. Komutacija. Vrste pobude: nezavisna, paralelna, serijska i kompaundirana. Motori - mehanicke karakteristike. Generatori - vanjske karakteristike.

-Literatura:

1. Š. Mašić, Električni stojevi, Elektrotehnički fakultet u Sarajevu, Sarajevo 2005.
2. R.Wolf, Osnove električnih strojeva, Školska knjiga, Zagreb 1991.
3. A.Dolenc, Sinhroni strojevi, Školska knjiga, Zagreb 1988.
4. B.Jurkovic, Z.Smolcic, Kolektorski strojevi, Školska knjiga, Zagreb 1986.

#### **SKE004 - ELEKTROMAGNETNA KOMPATIBILNOST**

CE i EMC oznacavanje. EMI i EMC definicije. Izvori smetnji. Nacini prenošenja smetnji. EMC elektricne opreme. EMC

elektronicke opreme. EMC radiokomunikacijskih uređaja. Tehnike za postizanje EMC. Testiranje EMC. EMC direktive i standardi.

-Literatura:

1. P.A. Chatterton, M.A. Houlden, EMC Electromagnetic Theory to Practical Design, John Wiley & Sons, Inc, Chichester, England, 1995.
2. J.d.Kraus, D.A.Fleisch, Electromagnetics with Applications, McGRAW-HILL, New York, 2000.
3. Krešimir Malaric, Zaštita radiokomunikacijskih sustava, Zagreb, 2005.
4. V. Prasad Kodali, Engineering Electromagnetic Compatibility – Principles, Measurements, Technologies, and Computer Models, New York, 2000.

#### **SKE005 - ELEKTROMOTORNI POGONI**

Osnovna stanja EMP. Karakter momenta tereta. Mehaničke karakteristike radnih mehanizama i pogonskih motora. EMP sa istosmjernim nezavisno uzbuđenim motorom, kocna stanja. EMP sa istosmjernim serijskim motorom. EMP sa asinhronim motorom, kocna stanja. Trajanje prelaznih pojava EMP. Reduciranje mehaničkih velicina. Gubici asinhronih i istosmjernih motora u dinamičkom režimu rada EMP. Statika stabilnost EMP. Prilagodavanje EMP radnom mehanizmu i izvoru energije. Spajanje i podešavanje EMP sa istosmjernim motorom upravljanim radnim otporima. EMP upravljan naponom izvora. Podešavanje brzine vrtnje asinhronog motora otporima u rotorskom krugu i preklapanjem polova. Određivanje pokretaca za istosmjerni i asinhroni kliznokolutni motor. Spajanje i podešavanje EMP sa sinhronim motorom. Višemotorni EMP. Električne osovine. Mehanička dinamička stanja EMP sa istosmjernim i asinhronim motorom. Elektromehanička dinamička stanja EMP sa istosmjernim motorom. Forsiranje toka uzbude. Režimi opterećivanja, rasterećivanja i dinamički pad brzine EMP. Dinamička stanja teških EMP. Promjena opterećenja, udarci tereta. Metode za smanjenje gubitaka EMP. Izbor motora za EMP. Metoda srednjih vrijednosti gubitaka, ekvivalentne struje, momenta i snage. Vrste tipičnih opterećenja EMP. Principi zaštite EMP.

-Literatura:

1. B. Jurkovic, Elektromotorni pogoni, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
2. V. Vuckovic, Električni pogoni, Akademski misao, Beograd, 2002.
3. F. Kümel, Elektrische Antriebstechnik-Aufgaben und Lösungen, Springer-Verlag, Berlin, 1979.
4. N. Marinovic, Elektromotorna postrojenja, Školska knjiga, Zagreb, 1986.
5. B. Skalicki, Elektrotehnika u strojarstvu – elektromotorni pogoni, Sveučilište u Zagrebu, 1988.
6. A. Hodžić, N. Mehinović, Elektromotorni pogoni i upravljanje – Zbirka riješenih zadataka, Univerzitet u Tuzli, 2006.

#### **SKE006 - ELEKTROTERMIIJA**

Elektrotermija – potrošac el.energije i njen značaj. Osobine elektrotermičkih uređaja. Uticaj i smetnje na elektroenergetski sistem. Analogija električnih i toplotnih procesa. Modelovanje toplotnih procesa. Modeli i primjena. Numeričko rješavanje toplotnih procesa. Elektrootporno zagrijavanje. Tipovi elektrolučnih peći. Regulacija snage peći. Elektroenergetika napajanja peći. Indukciono zagrijavanje, fizikalne osnove, tipovi, napajanje peći. Dielektrono zagrijavanje, fizikalne osnove, energetski odnosi i primjene. Elektrohemija kao potrošac el. energije. Elektrotermička konverzija energije i sistemi termičke elektrohemije. Optimizacija rada i pouzdanost elektrotermičkih sistema.

-Literatura:

1. E.Hot, Elektrotermička konverzija energije, Svjetlost, Sarajevo
2. Z.Haznadar, Teoretska elektrotehnika, Školska knjiga, Zagreb
3. I.Kapetanovic, Modelovanje elektrotermičkih procesa

#### **SKE007 - ENERGETSKA ELEKTRONIKA**

Podjela i primjena uređaja energetske elektronike. Poluprovodnička ucinska dioda. Poluprovodnički ucinski bipolarni tranzistor. Poluprovodnički ucinski dinistor. Poluprovodnički ucinski tiristor. DIAC. TRIAC. Dvosmjerni tiristor. Upravljački sistemi u energetskej elektronici. Vezivanje poluprovodničkih komponenti u seriju i paralelno. Metode hlađenja. Zaštita od prenapona i prekostrujanja. Jednofazni polualvalni i punovalni ispravljači. Trofazni



- Kapetanovic I., Sarajlic N., Konjic T., Osnovi elektrotehnike, zbirka zadataka, knjiga 1,2,3,4, Fakultet elektrotehnike, Tuzla 2000.
- Kapetanovic I., Madzarevic V., Sarajlic N., Zuber T., Osnovi elektrotehnike - prvi dio, Fakultet elektrotehnike i mašinstva, Tuzla 1995.

#### SKE014 - OSNOVI ELEKTROTEHNIKE II

Magnetno polje i vektor magnetne indukcije. Biot-Savartov zakon. Fluks vektora magnetne indukcije. Amperov zakon. Mehanicke manifestacije magnetnog polja. Materija u magnetnom polju. Magnetne osobine materije. Magnetna kola. Vremenski promjenljiva polja. Faradejev zakon elektromagnetne indukcije. Medusobna induktivnost i samoinduktivnost. Energija i sile u magnetnom polju. Osnovne osobine vremenski promjenljivih elektricnih struja. Osnovni pojmovi o periodicnim i prostoperiodicnim velicinama. Maksimalna, srednja i efektivna vrijednost. Princip rada generatora. Graficko predstavljanje prostoperiodicnih velicina. Elementi i struktura elektricnih kola. Snaga u elektricnim kolima sa prostoperiodicnim strujama. Faktor snage. Aktivna i reaktivna snaga. Metode rješavanja elektricnih kola sa prostoperiodicnim strujama kompleksnim racunom (Simbolicka metoda). Rješavanje elektricnih kola sa prostoperiodicnim strujama primjenom programskog paketa Pspice. Neke posebne veze elemenata u elektricnim kolima sa prostoperiodicnim strujama; rezonantna kola, induktivno spregnuta kola, linearni i idelni transformator. Osnovni pojmovi i karakteristike trofaznih sistema. Trofazno kolo: uravnoteženo (simetricno) trofazno kolo vezano u zvijezdu, trugao. Snaga trofaznih simetricnih kola. Neuravnotežena (nesimetricna) trofazna kola. Rješavanje nesimetricnih trofaznih kola. Poređenje trofaznog i jednofaznog sistema za prijenos elektricne energije. Mjerenje snage trofaznih kola. Obrtno magnetno polje. Osnovi konstrukcije i princip rada asinhronih motora.

-Literatura:

- Hot E., Osnovi elektrotehnike, knjiga prva, Svjetlost Sarajevo, 1996.
- Hot E., Kapetanovic I., Osnovi elektrotehnike, knjiga treća, Elita Sarajevo, 1997.
- Milatovic B., Osnove elektrotehnike III, Građevinska knjiga Beograd, 1991.
- Kapetanovic I., Tešanovic M., Kasumovic M., Rješavanje elektricnih kola programskim paketom PSpice, Fakultet elektrotehnike Univerziteta u Tuzli, Tuzla 2005.
- Kapetanovic I., Sarajlic N., Konjic T., Osnovi elektrotehnike - zbirka zadataka, knjiga 3,4, Fakultet elektrotehnike, Tuzla 2000.
- Haznadar Z., Štih Ž., Elektromagnetizam 1 i 2, Školska knjiga Zagreb, 1997.

#### SKE015 - PROSTIRANJE ELEKTROMAGNETNIH VALOVA

Valne jednacine i njihovo rješavanje. Ravni elektromagnetski valovi. Prostiranje ravnih elektromagnetskih valova. Nesinusni valovi. Disperzija. Prostiranje ravnih elektromagnetskih valova u poluograničenom prostoru. Prostiranje vodenih elektromagnetskih ravnih valova. Zracenje elektromagnetskih valova. Pasivne antene. Aktivne antene.

-Literatura:

- Haznadar, Z.; Štih, Ž., Elektromagnetizam 1 i 2, FMONKS, Sarajevo, 1988.
- Ervin Zentner, Antene i Radiosustavi, Graphis Zagreb 2001.
- T.A.Milligan, Modern Antenna Design, Wiley, IEEE Press, 2ed, New Jersey, 2005.
- J.D.Kraus, D.A.Fleisch, Electromagnetics with Applications, McGraw-Hill, New York, 2000.
- Räisänen, A. V.; Lehto, A., Radio Engineering for Wireless Communication and Sensor Applications, Artech House, Norwood, MA, 2003.

#### SKE016 - SENZORI

Mjerenje kao dio proizvodnog procesa. Principi djelovanja i podjela senzora i mjernih pretvarača s obzirom na fizikalno-hemijska svojstva i tok materije i energije. (kapacitivni, induktivni, otpornički i piezo senzori, senzori temperature, pritiska, protoka, senzori pozicije, brzine, vibracija i ubrzanja, senzori sile i momenta, senzori nivoa, optoelektronski senzori). Tehnicke

specifikacije senzora u industrijskim mjerenjima. Obrada i prenos mjernih signala. Pjaccanje, linearizacija mjernih signala i otklanjanje smetnji. Osnovi inteligentnih mjerenja. Vizualizacija procesnih velicina i cjelokupnog procesa. Prikaz i analiza mjernih rezultata, procjena mjerne nesigurnosti. Medunarodni propisi i preporuke za osiguranje i kontrolu kvaliteta. Primjeri projektovanja mjerne i ispitne opreme u automatizaciji procesa.

-Literatura:

- N.Peric, I.Petrovic, Procesna mjerenja, Zavod za APR, FER Zagreb, 1999.
- J.Butorac, S.Butorac, Mjerenja u industriji – I dio, predavanja, FER Zagreb, 1997.
- Medunarodni i državni mjerni propisi i preporuke

#### SKE017 - TEORIJA ELEKTROMAGNETNIH POLJA I

Predstavljanje elektromagnetskih polja. Definicije vektorskih polja E i B. Izvori vektorskih polja E i B, naboji  $\rho$  i gustoće struja J. Singularne gustoće izvora  $s$ ,  $Q$ ,  $K$  i  $?$ . Diskontinuiteti u polju. Maxwellove jednadžbe u vakumu u diferencijalnom i integralnom obliku. Elektromagnetsko polje u prisustvu materije koja miruje. Makroskopski model vodljivog materijala. Gustoća provodne struje  $J_s$ . Vodic u elektricnom polju. Dielektrik u elektricnom polju. Polarizacija materijala. Vektor polarizacije P. Polarizacioni naboji  $\rho_p$  i gustoće struja  $J_p$ . Magnetizacija materijala. Vektor magnetizacije M. Model sa amperkim strujama Ja. Model sa magnetskim nabojima  $\rho_m$  i gustocama struja  $J_m$ . Vektorska polja D i H. Elektrici i magnetski fluksevi  $\Phi_e$  i  $\Phi_m$ . Maxwellove jednadžbe za vektore polja E, B, D i H. Elektromagnetski potencijali. Valne jednadžbe u dielektriku sa i bez izvora. Valne jednadžbe u vodljivom materijalu sa i bez izvora. Integralne jednadžbe u rješavanju elektromagnetskih zadataka. Retardirani potencijali. Energija i sile u elektromagnetskom polju. Poyntingov teorem u diferencijalnom i integralnom obliku. Poyntingov vektor N. Primjeri toka energije. Elektromagnetska energija apsorbovana u materijalu. Poyntingov teorem u materijalu. Energija polarizacije  $W_p$  i elektricna energija  $W_e$ . Energija magnetizacije  $W_m$  i magnetska energija  $W_m$  Prostorne sile i površinska naprezanja. Površinska naprezanja u praznom prostoru. Maxwellov tenzor naprezanja. Vektor elektromagnetskog naprezanja. Sile i površinska naprezanja u materijalima. Površinska naprezanja u statickim poljima na granici dva materijala. Staticko elektricno polje. Jdnacine statickog elektricnog polja. Slika statickog elektricnog polja. Energija pohranjena u statickom elektricnom polju i određivanje sila pomocu energije. Kapacitet. Rješavanja statickih elektricnih polja. Staticko strujno polje. Jdnacine statickog elektricnog polja i analogija polja. Rješavanja statickih strujnih polja. Staticko magnetsko polje. Jdnacine statickog magnetskog polja. Slika statickog magnetskog polja. Energija pohranjena u statickom magnetskom polju i određivanje sila pomocu energije. Induktivitet. Rješavanja statickih magnetskih polja. Kvazistaticko polje. Jdnacine kvazistatickog polja. Jdnacine polja u fazorskoj domeni i kvazistaticnost sinusno promjenljivih polja. Energija u kvazistatickim poljima. Rješavanje kvazistatickih polja.

-Literatura:

- Z.Haznadar, Ž.Štih: Elektromagnetizam 1, Federalno ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta, Sarajevo. 1998
- I.Kapetanovic, V.Madžarevic, J.Smajic: Izabrana poglavlja matematicke analize u teoriji elektromagnetskih polja, Fakultet elektrotehnike, Tuzla 1999.
- E.M.Purcell, Electricity and Magnetism, Berkeley Physics Course-Volume 2, Copyright 1965 Education Development Center, Inc., Newton, Massachusetts.
- S.Berberovic, Teoretska elektrotehnika – odabrani primjeri, Sveucilište u Zagrebu, 1996.
- J.D.Kraus, D.A.Fleisch, Electromagnetism with Applications, McGraw-Hill, New York, 2000.

#### SKE018 - TEORIJA ELEKTROMAGNETNIH POLJA II

Elektromehanicna pretvorba energije. Tumacenje rada obrtnih pretvarača energije preko elektromagnetskog polja i Poyntingovog vektora. Statorsko i rotorsko polje. Princip rada osnovnih vrsta elektromehanicnih pretvarača snage. Elektromagnetski sistemi sa jednom pobudom. Elektromagnetski sistemi sa spregnutim namotima. Elektromotorne sile. Jdnacina elektromagnetske sile i jdnacina elektromagnetskog momenta. Magnetna polja u

elektricnim mašinama: jednosmjerno, naizmjenicno, obrtno i jednofazno polje. Magnetopobudne sile koncentrisanih i raspodjeljenih namota. Viši prostorni harmonici magnetopobudne sile. Magnetno polje i reaktanse rasipanja. Glavna reaktansa. Vremenski harmonici mps. Karakteristicne velicine: gubici, stepen iskorišćenja, pojam nominalne snage. Numericki proračuni elektromagnetskog polja u elektromehanicnim pretvaracima Elektromagnetski valovi. TEM-val. Ravni valovi sinusni u vremenu. Ravni valovi sinusoidalni u prostoru. Tok energije. Polarizacija. Putujući valovi. Prostiranje ravnih valova. Valovi u dielektriku. Stojeci valovi. Valovi u vodljivom materijalu. Podjela materijala na izolatore i vodice. Površinski efekat. Nesinusni valovi. Disperzija. Grupna brzina signala. Prostiranje ravnih sinusnih valova u poluogranicenom prostoru. Prostiranje vodenih ravnih valova. Prenosne linije. Valovodi. Rezonatori. Zracenje elektromagnetskih valova. Zracenje elektricnog dipola. Bliska i daleka polja. Antene. Tanke linearne antene. Poluvalni dipol. Efektivna dužina antene. Boelektromagnetizam

-Literatura:

1. Z. Haznadar, Ž. Štih: Elektromagnetizam 2, Federalno ministarstvo obrazovanja, nauke, kulture i sporta, Sarajevo, 1998.
2. I. Kapetanovic, V. Madzarevic, J. Smajic: Izabrana poglavlja matematicke analize u teoriji elektromagnetskih polja, Fakultet elektrotehnike, Tuzla 1999.
3. S. Berberovic, Teoretska elektrotehnika – odabrani primjeri, Sveucilište u Zagrebu, 1996.
4. J.D. Kraus, D.A. Fleisch, Electromagnetism with Applications, McGraw-Hill, New York, 2000.

#### **SKE019 - UPRAVLJANJE ELEKTROMOTORNIM POGONIMA**

Elementi u upravljacko regulacionom sistemu. Prenosne funkcije elemenata sistema – tiristorski most, magnetno pojačalo. Istosmjerni generator, sinhroni generator. Istosmjerni motor, asinhroni motor. EMP sa istosmjernim motorom: ekvivalentna zamjenska šema. Upravljanje istosmjernim motorom regulacijom napona armature. Upravljanje istosmjernim motorom regulacijom napona uzbude. Tiristorski EMP- promjena smjera vrtnje. Antiparalelni i križni spoj. Blok šeme. EMP sa asinhronim motorom: ekvivalentna zamjenska šema. Upravljanje promjenom napona i frekvencije statora. Upravljanje podsinhronim kaskadama (kaskada konstantne snage, kaskada konstantnog momenta). Skalarni i vektorske metode upravljanja. Energetski odnosi – vremenski tok snage, jalova snaga, viši harmonici, distorzija napona. Zaštita upravljanja EMP.

-Literatura:

1. B. Jurkovic, Elektromotorni pogoni, Školska knjiga, Zagreb, 1978.
2. V. Vuckovic, Elektricni pogoni, Akademski misao, Beograd, 2002.
3. N. Pašalic, Osnovi regulacione tehnike, Elektrotehnicki fakultet, Zagreb, 1977.
4. F. Bilalovic, Upravljanje obrtnih elektricnih mašina – napredne metode, Univerzitet Sarajevu, 1997.
5. V. Ambrožic, Sodobne regulacije pogonov z izmjenicnim stroji, Fakultet za elektrotehniku Univerza v Ljubljani, Ljubljana, 1996.
6. A. Hodžic, N. Mehinovic, Elektromotorni pogoni i upravljanje – Zbirka riješenih zadataka, Univerzitet u Tuzli, 2006.

#### **KOM001 - ANALOGNA INTEGRISANA ELEKTRONIKA**

Podjela elektronskih kola po funkciji i nacinu gradnje. Operacioni pojačavaci Realizacija nelinearnih karakteristika primjenom operacionih pojačavaca Generatori talasnih oblika Aktivni filteri Pojačavaci snage Izvori referentnih napona i struja Analogno/Digitalni interfejsi

-Literatura:

1. T. E. Price, Analog Electronics, Prentice Hall, 1997.
2. J. Šribar, J. Divkovic Pukšec: Elektronicni elementi, zbirka riješenih zadataka i izvoda, I i II dio, Element, Zagreb, 1996.
3. P. Biljanovic, Elektronicni sklopovi, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
4. Ž. Butkovic, G. Zelic, Elektronicni sklopovi, zbirka zadataka, FER Zagreb, interno izdanje, 2002.
5. P. Biljanovic : Elektronicni elementi, Školska knjiga, Zagreb, 1997

#### **KOM002 - DIGITALNA TELEVIZIJA**

Uvod u digitalnu televiziju. Sistemi digitalne televizije. Karakteristike televizijskog signala. Digitalna predstava TV signala. Digitalna TV kamera. Standardi za kompresiju pokretne slike. H.26x kompresija. Kompresija audio signala u TV sistemima. Prijenos digitalnog videosignala. Snimanje digitalnog videosignala. Digitalni videoefekti i elektronicno montiranje. Video na zahtjev, interaktivna televizija, televizija visoke kvalitete. Parametri kvalitete slike.

-Literatura:

1. M. Robin, M. Poulin, Digital Television Fundamentals, McGraw-Hill, 1997.
2. A.C. Luther, Principles of Digital Audio and Video, Artech House, 1997
3. P. Sandbank, Digital Television, J. Wiley, 1990.

#### **KOM003 - DIGITALNE TELEKOMUNIKACIJE**

Izvori informacija i signali. Digitalni prenos u osnovnom opsegu. Ekvivalencija. Digitalni prenos u transponovanom opsegu. Prenos u proširenom opsegu. Sinhronizacija.

-Literatura:

1. S. Haykin, "Communication systems", John Wiley & Sons, 2004.
2. B. Sklar, „Digital communications, Fundamentals and Applications“, Prentice Hall PTR, 2001.
3. J. G. Proakis, „Digital Communications“, McGraw-Hill, 2000.
4. I. Glover, „Digital Communications“, Prentice Hall, 2000.

#### **KOM004 - KOMUNIKACIJE U ELEKTROENERGETSKOM SISTEMU**

Uloga komunikacijskog sistema u radu elektroenergetskog sistema. Osnovne komponente komunikacijskog sistema. Upotreba energetske mreže razlicitih naponskih nivoa za prenos informacija. Uvod u opticke komunikacijske sisteme. Primjena u elektroenergetskom sistemu. Uvod u radijske sisteme. Integracija razlicitih komunikacijskih sistema u radu elektroenergetskog sistema.

-Literatura:

1. Hrasnica et al, Broadband Powerline Communications Networks, Network Design, John Wiley & Sons, Ltd., 2004.
2. S. Haykin, Communication systems, John Wiley & Sons, 2004.
3. B.P. Lathi, Modern digital and analog communication systems, Oxford University Press, 1998.

#### **KOM005 - LOGICKE I SEKVENCIJALNE STRUKTURE**

Brojni sistemi i kodovi. Digitalna aritmetika. Algoritmi i sklopovi. Logicki sklopovi. Booleova algebra. Booleove funkcije. Minimizacija logickih funkcija. Integrisani logicki sklopovi. Projektovanje digitalnih sistema. Kombinacijski sklopovi. Kombinacijski moduli i modularne mreže. Bistabili. Sinhroni bistabili. Asinhroni bistabili. Sinhroni sekvencijalni sklopovi. Analiza i projektovanje. Asinhroni sekvencijalni sklopovi. Sekvencijalni moduli. Registri i brojac.

-Literatura:

1. U. Peruško, V. Glavinic, Digitalni sustavi, Školska knjiga, Zagreb, 2005.
2. U. Peruško, Digitalna elektronika, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
3. N. Nosovic, Osnove digitalnih racunara, MAG Plus, Sarajevo, 2003.
4. S. Tešic, Digitalna integrisana elektronika, Naucna knjiga, Beograd, 1989

#### **KOM006 - MJERENJA U TELEKOMUNIKACIJAMA**

Osnove mjerenja u telekomunikacijama. Generatori signala. Analiza signala. AD konverzija. Upotreba digitalnog osciloskopa i multimetra za mjerenje. Mjerenja u spektralnom domenu. Skalarna i vektorska mjerenja. Mjerenje frekvencije i snage RF i mikrotalasnog signala. Mjerenje karakteristika šuma. Reflektometrija. Mjerenje parametara signala u radiodifuznim sistemima. Mjerenja u kablovskim i opticnim sistemima. Mjerenja u digitalnim komunikacionim sistemima. Mjerenja performansi racunarskih mreža. Automatizacija mjerenja.

-Literatura:

1. Kamil Feher, Telecommunications Measurements, Analysis and Instrumentation, 2e, Noble-Scitech, 1997
2. J. Dunlop, D.G. Smith, Telecommunications engineering, CRC Press Inc, 1994

- Bertil C. Lindberg, *Troubleshooting Communications Facilities: Measurements and Tests on Data and Telecommunications Circuits, Equipment, and Systems* (Hardcover), Wiley-Interscience; 1 edition (March 2, 1990)
- M. A. Halim, *Adaptive Array Measurements in Communications*, Artech House Publishers; 1 edition (2001)

#### KOM007 - MOBILNE KOMUNIKACIJE

Modeli mobilnosti i arhitekture mobilne mreže. Mobilnost terminala, osoba i usluga. Odnosi frekvencija i utjecaj na planiranje radiokanala. Pregled modela radiokanala. Statistička svojstva prijemnog signala u pokretu. Prostorni raspored baznih postaja i geometrijski oblici zona pokrivanja. Minimalni razmak istokanalnih zona. Modulacijski postupci za analogne i digitalne sustave, digitalni mobilni sustavi, načini kodiranja. Komunikacija govorom, porukama, podacima i medijima u pokretu. Sigurnost mobilnih komunikacije. Pristupne tehnike u mobilnim komunikacijama. Fiksna i dinamička dodjela kanala. Kontrola snage. Radiolokacijske tehnike. Pregled-GSM mreža, opcij paketskih radijskih usluga-GPRS, pristup Internetu. Pregled-Opći mobilni telekomunikacijski sustav (UMTS), pristup Internetu.

-Literatura:

- Lovrek, I., M. Matijašević, G. Ježić: Pokretljivost u mrežama, u: A. Bažant, G. Gledec, Ž. Ilic, G. Ježić, M. Kos, M. Kunštic, I. Lovrek, M. Matijašević, B. Mikac, V. Sinkovic, *Osnovne arhitekture mreža*, Element, Zagreb, 2004.
- Jerry D.Gibson, *The Mobile Communications*, CRC Press LLC, 1999
- Korhonen, J., *Introduction to 3G Mobile Communications*, Artech House, Boston London, 2003.
- Andrea Goldsmith, *Wireless communications*, Cambridge University Press, 2005.
- Zentner, E., *Antennas and Radio Systems*, Graphis, Zagreb, 2001.

#### KOM008 - MODELOVANJE I SIMULACIJA TELEKOMUNIKACIONIH SISTEMA

Osnovni koncepti modelovanja. Predstavljanje signala i sistema u simulacijama. Monte Carlo simulacije. Modelovanje komunikacijskog sistema: predajnik i prijemnik. Komunikacijski kanali i modeli. Procjena parametara za simulacije. Simulacija komunikacijskih mreža.

-Literatura:

- Michel C. Jeruchim, Philip Balaban, K. Sam Shanmugan, *Simulation of Communication Systems*, Kluwer Academic Publisher, 2000.
- Bilješke i slajdovi s predavanja (WEB site Katedre Fakulteta);

#### KOM009 - MULTIMEDIJSKI SISTEMI I KOMUNIKACIJE

Multimedijsko predstavljanje informacija: načini digitalizacije, tekst, slika, zvuk, video. Multimedijske komunikacije, aplikacije i standardi. Multimedijske mreže. Protokoli za multimedijske komunikacije. Multimedijska strojna oprema. Multimedijski autorski alati: tipovi autorskih alata, korištenje skriptnih jezika. Postprodukcija. Multimedijske prezentacije. Strujanje medija. Hipermedija. Multimedijska konferencija. E-učenje.

-Literatura:

- R. Steinmetz, K. Nahrstedt, *Multimedia Systems*, Springer, New York, 2004.
- K.R. Rao, Z.S. Bojkovic, D.A. Milovanovic, *Introduction to multimedia communications: applications, middleware, networking*, Wiley, 2005.
- R.Steinmetz, K.Nahrstedt, *Multimedia computing communications and applications*, Prentice-Hall, 1995.
- K.R. Rao, Z.S. Bojkovic, D.A. Milovanovic, *Multimedia communication systems*, Prentice-Hall, PTR, 2002.

#### KOM010 - MULTIPLEKSN I KOMUTACIJSKI SISTEMI

Osnovi multipleksnog prenosa signala. Vremenski multipleks (TDMA), Frekvencijski multipleks (FDMA). Multipleksiranje po talasnim dužinama (WDM): DWDM i CWDM sistemi. Multipleks sa rezervacijom paketa (PRMA). Kodni multipleks (CDMA). Primena kodnog multipleksa. Kapacitet sistema sa kodnim multipleksom. Komutacijski sistem kao primjer velikog sistema. Svojstva komutacijskog procesa. Referentni model komutacijskog sistema. Komutacijski i transmisijski procesi u komutacijskom

polju u dimenzijama vremena i prostora. Strukture komutatorskih mreža. Širokopoljne komutatorske mreže. Utjecaj vrste prometa i poziva na arhitekturu komutacijskog polja i blokova upravljanja. Procesorski upravljani sistemi, svojstva programa. Modeli upravljanja pozivom i uslugom na nivou komutacijskog sistema. Komutacijski sistem unutar inteligentne mreže.

-Literatura:

- Edwin R Coover, *ATM switches*, Artech House, 1997
- J. C. McDonald (ed.): *Fundamentals of Digital Switching*, 2/e, Plenum Press, 1990
- R. A. Thompson: *Telephone Switching Systems*, Artech House, 2000
- T. M. Chen, S. L. Stephen: *ATM Switching Systems*, Artech House, 1995
- Itamar Elhanany, Mounir Hamdi, *High-performance Packet Switching Architectures*, Springer-Verlag London Limited 2007

#### KOM011 - OBRADA DIGITALNIH SIGNALA

Osnovne DSP operacije. Vremenski diskretni signali i sistemi. Prenosna karakteristika u s i z prostoru – diferencne jednacine LTI sistema. Z-transformacija. Izvođenje Diskretne Furijeove Transformacije (DFT). Osobine DFT-ea. Brza Furijeova transformacija (FFT). Modifikacija sekvenci vremenskim prozorima. Projektovanje digitalnih filtera. FIR i IIR filtri i digitalno filtriranje. Promjene brzine uzorkovanja digitalnih signala. Strukture digitalnih filtera. Predstavljanje brojeva. DSP mikroprocesori.

-Literatura:

- Himzo Bajric, *Obrada digitalnih signala, udžbenik u pripremi za izdavanje*.
- J.G.Proakis, D.G. Manolakis, *Digital Signal Processing, Principles*, New Jersey, 1996.
- A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, *Diskrete-Time Signal processing*, Prentice-Hall, 1989.
- E.C.Ifeachor, B.W.Jervis, *Digital Signal Processing - A Practical Approach*, A.Wesley, 1993.
- Popovic, *Digitalna obrada signala*, ETF Beograd, 1998.

#### KOM012 - OPTICKE TELEKOMUNIKACIJE

Pregled optickog komunikacijskog sistema. Uvod u optiku. Opticka vlakna: prostiranje talasa u optickim vlaknima, spoj na opticko vlakno, karakteristike. Disprezija u optickom komunikacijskom sistemu. Izvori i predajnici optickih signala. Detektori optickih signala i prijemnici. Pojacavaci optickih signala. Opticke mreže, multipleksiranje. Projektovanje opticke veze.

-Literatura:

- Govind P. Agrawal, *Fiber-Optic Communication Systems*, 3rd Edition, (Wiley), 2002.
- I. P. Kaminow, T. L: Koch, *Optical fiber telecommunications*, Academic Press, 1997
- Mohammad Ilyas, Hussein T. Mouftah [editors], *The handbook of optical communication networks*, CRC Press LLC, 2003.
- J.Budin, *Opticne komunikacije*, Univerza v Ljubljani, 1993.
- Bilješke i slajdovi s predavanja (WEB site Katedre Fakulteta).

#### KOM013 - OSNOVI ELEKTRONIKE

Fizika poluprovodnika. Cisti i primjesni poluprovodnici. Diode. Projektovanje i analiza kola sa diodama Bipolarni tranzistori: konstrukcija, karakteristike, jednosmjerna analiza, naizmjenicna analiza, konfiguracije pojacavaca i frekvencijski odziv Tranzistori s efektom polja: konstrukcija, karakteristike, jednosmjerna analiza, naizmjenicna analiza, konfiguracije pojacavaca i frekvencijski odziv Diferencijalni pojacavaci Višestepeni pojacavaci Pojacavaci s povratnom vezom

-Literatura:

- T. E. Price, *Analog Electronics*, Prentice Hall, 1997.
- D. Milatovic: *Osnove elektronike*, Svjetlost, Sarajevo 1995
- J.Šribar, J.Divkovic Pukšec: *Elektronicki elementi*, zbirka riješenih zadataka i izvoda, I i II dio, Element, Zagreb, 1996.
- P.Biljanovic, *Elektronicki sklopovi*, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- Ž.Butkovic, G.Zelic, *Elektronicki sklopovi*, zbirka zadataka, FER Zagreb, interno izdanje, 2002.
- P.Biljanovic: *Elektronicki elementi*, Školska knjiga, Zagreb, 1997

#### **KOM014 - OSNOVI TELEKOMUNIKACIJA**

Uvod u komunikacijske sisteme. Pregled teorije signala. Fourierova transformacija. Prenos signala u osnovnom opsegu. Impulsna modulacija. Intersimbolska interferencija. Nyquistovi uslovi za prenos bez intersimbolske interferencije. Impulsno-kodirana modulacija (PCM). Prenos u transponovanom opsegu. Amplitudna modulacija. Ugaone modulacije. ASK, FSK, PSK, QPSK. Vremensko multipleksiranje. Frekventno multipleksiranje. Šum u komunikacijskim sistemima.

-Literatura:

1. Stojanovic, Osnovi telekomunikacija, Naucna knjig, Beograd, 1990.
2. S. Haykin, Communication systems, John Wiley&Sons, 2004.
3. B. Sklar, Digital communications, Fundamentals and Applications, Prentice Hall PTR, 2001.
4. B.P. Lathi, Modern digital and analog communication systems, Oxford University Press, 1998.

#### **KOM015 - PRISTUPNE TELEKOMUNIKACIJSKE MREŽE**

Pristupne telekomunikacijske mreže – uvod. Prijenosni mediji: bakrena parica, koaksijalni kabal, opticka parica, radio kanal, PLC. Protokoli podatkovnog sloja. Pristupne tehnologije po bakrenim paricama. xDSL pristupne tehnologije. Opticke pristupne tehnologije. Pristupne tehnologije preko koaksijalnog kabla. Bežicne pristupne tehnologije. Ethernet u pristupnim mrežama. ATM u pristupnim mrežama. FR u pristupnim mrežama.

-Literatura:

1. A. Bažant, G. Gledec, Ž. Ilic, G. Ježic, M. Kos, M. Kunštic, I. Lovrek, M. Matijašević, B. Mikac, V. Sinkovic, Osnovne arhitekture mreža, II izdanje, Element, Zagreb, 2004.
2. M. Schwartz, Telecommunication Networks: Protocols, Modeling and Analysis, Addison-Wesley, 1987.
3. T. Starr, J.M. Cioffi, P.J. Silverman, Understanding Digital Subscriber Lines, Prentice-Hall, 1999.

#### **KOM016 - PROJEKTOVANJE TELEKOMUNIKACIJSKIH MREŽA**

Opca i tehnicka regulativa za projektovanje telekomunikacionih sistema. Arhitektura telekomunikacijskih sistema. Metodologija razvoja velikih sistema: apstraktni modeli, transformacija neformalno postavljenog problema u formalno dokazano ispravno rješenje. Sadržaj i postupak izrade tehnicke dokumentacije. Projektovanje telefonske pretplatnicke mreže. Projektovanje pristupnih mreža. Projektovanje kablovsko-distribucionih sistema. Projektovanje optickih sistema. Projektovanje hibridno optickih sistema. Projektovanje radiodifuznog sistema. Projektovanje radiorelejnog linka. Projektovanje bežicnih komunikacionih sistema. Izrada projekta.

-Literatura:

1. Yi-Bing, Linin Chlamatac: Wireless and Mobile Network Architectures, Wiley Computer Publishing, 2001.
2. D. Minoli, A. Schmidt: Internet Architectures, Wiley Computer Publishing, 1999.
3. Zheng Jun, Mouftah Hussein T., Optical WDM networks: concepts & design principles, 2004
4. William C.Y.Lee, Mobile Communications Design Fundamentals, Wiley-Interscience, 2ed. 1993
5. Jukka Lempäinen, Matti Manninen, Radio Interface System Planning for GSM/GPRS/UMTS, Springer; 2007.
6. Adrian Perrig, J.D. Tygar, Secure Broadcast Communication: in Wired and Wireless Networks, Springer; 2002
7. David Barnett, David Groth, Jim McBee, Cabling: The Complete Guide to Network Wiring, 3rd Sybex; 2004.

#### **KOM017 - SATELITSKE TELEKOMUNIKACIJE**

Osnovni principi satelitskih komunikacija. Satelit. Zemaljske stanice za satelitske komunikacije. Setelitski linkovi. Modulacija i kanalno kodovanje u satelitskim komunikacijskim sistemima. Komunikacijske satelitske mreže i sistemi. Mobilni satelitski sistemi. Regulatorne agencije i procedure.

-Literatura:

1. Michael O. Kolawole, Satellite Communication Engineering, Marcel Dekker, Inc., 2002
2. Bilješke i slajdovi s predavanja (WEB site Katedre Fakulteta);
3. G.Maral, M.Bousquet, Satellite Communications Systems, Systems, Techniques and Techology, John-Wiley & Sons

4. Dennis Roddy, Satellite Communications, McGraw-Hill, 2001.

#### **KOM018 - SIGNALI I SISTEMI**

Klasifikacija signala i sistema. Korisne operacije nad signalima. Osnovni signali. Opis signala i sistema u vremenskom domenu. Vremenski nepromjenljivi sistemi. Konvolucija. Korelacija. Kauzalnost. Stabilnost. Laplaceova transformacija. Opis signala u frekventnom domenu. Fourierovi redovi. Fourierova transformacija. Uzorkovanje Fourierova analiza diskretnih signala i sistema. Z-transformacija.

-Literatura:

1. Oppenheim et al, Signals and systems, Prentice-Hall, 1996.
2. S. Haykin, Signals and systems, John Wiley&Sons, 2002.
3. H. Hsu, Schaum's Outline of Signals and Systems, 2004.
4. S.T. Karris, Signals and Systems with Matlab Applications, Orchard Applications, 2003.

#### **KOM019 - STANDARDI I REGULATIVA U TELEKOMUNIKACIJAMA**

Potrebe za standardizacijom i regulativom. Nastanak svjetskih tijela za standardizaciju. Djelovanje ITU, IEC i ISO organizacija. ETSI institute i EU regulative. Standardizacija i regulative u BiH. Zakon o standardizaciji u BiH, Zakon o telekomunikacijama i osnivanje Regulatorne agencije za telekomunikacije. Institut za standarde i BAS standardi za telekomunikacije. Standardizacija mreža. Standardizacija usluga i terminala.- Univerzalna usluga. Standardizacija kvaliteta usluga. Standardizacija Interneta - IETF. Regulativa telekomunikacionog tržišta u BiH.

-Literatura:

1. H. Bajric: Standardizacija u telekomunikacijama I i II, Magazin za telekomunikacije 2004.
2. Institut za standarde u BiH internet stranica, zakon o telekomunikacijama, Pravila RAKa.
3. ITU, ISO, ETSI standardi, sites.
4. IETF – RFC.

#### **KOM020 - STATISTICKA TEORIJA TELEKOMUNIKACIJA**

Uvod u teoriju vjerovatnoce. Prostor vjerovatnoce. Nezavisnost događaja. Formula totalne vjerovatnoce i Bajesova (Bayes) formula. Primjene u telekomunikacijama. Diskretne i kontinualne slucajne promenljive. Funkcija raspodjele i gustina raspodjele. Nezavisnost slucajnih promenljivih. Matematsko ocekivanje, disperzija, momenti. Uvod u slucajne procese. Klase slucajnih procesa. Primjeri u telekomunikacijama. Prenos slucajnih signala kroz LTI sisteme. Teorija optimalnog prijema.

-Literatura:

1. Dušan Drajić, Uvod u statisticku teoriju telekomunikacija, Akademska misao, Beograd, 2003.
2. Douglas C. Montgomery, Applied Statistics and Probability for Engineers, John Wiley & Sons, Inc, 2003.
3. Kovacevic, Đurovic, Fundamentals of Stochastic Signals, Systems and Estimation Theory with Worked Examples, Academic mind, Belgrade, 1999.
4. T.T. Soong, Fundamentals of Probability and Statistics for Engineers, John Wiley & Sons, Inc, 2004.
5. Lukatela, Statisticka teorija telekomunikacija i teorija informacija, Beograd.

#### **KOM021 - TELEKOMUNIKACIJSKE USLUGE**

Pojam telekomunikacijskih usluga i njihova evolucija. Korisnik telekomunikacijskih usluga. Potrebe i zahtjevi korisnika. Odnos korisnik-usluga-telekomunikacijska mreža u tradicionalnom i novom pristupu. Zahtjevi za funkcionalnošću, raspoloživošću, kvalitetom i cijenom telekomunikacijskih usluga. Osnovni zahtjevi usluga na mreži. Osnovne osobine, odnosno atributi usluga: interaktivnosti, multimedijalnosti, širokopojasnosti, mobilnosti i inteligencija. Marketing i njegovo značenje za razvoj usluga. Odnos korisnik-usluga kroz mogućnosti korisnickog terminala. Videnja usluga od strane korisnika i od operatora. Usluge javnih i poslovnih mreža. Usluge mreža vertikalne i horizontalne. Usluge multiuslužnih mreža. Razvoj novih usluga. Poslovne aplikacije zasnovane na telekomunikacijskim uslugama.

-Literatura:

1. A.Dood, Understanding telecommunications, Logaritam, 2002.
2. E.Hatunic, Nova generacija telekomunikacijskih usluga i mreža, BHTEL, 2005.

### KOM022 - TELEKOMUNIKACIONE MREŽE

Funkcije i strukture telekomunikacijskih mreža. Nacini organizacije i implementacije telekomunikacionih mreža. Postupci prijenosa i komutiranja informacija, veza, poziva i usluga. Komutiranje kanala, komutiranje paketa, okvira i ćelija. Transportna mreža. Otvoreni sistemi, slojeviti modeli, internet protokoli. Mrežni, transportni i protokoli viših slojeva. Prijenosne usluge i teelusluge. Uskopojsne ii širokopojsne mreže. Korisnicki pristup mreži, funkcijske skupine i referentne tacke. Osnove upravljanja mrežom. Kvalitet usluga. Sigurnost mreža.

-Literatura:

1. A. Bažant, G. Gledec, Ž. Ilic, G. Ježic, M. Kos, M. Kunštic, I. Lovrek, M. Matijaševic, B. Mikac, V. Sinkovic: Osnovne arhitekture mreža, Element, Zagreb, 2003
2. Indra Widjaja, Communication Networks, Fundamental Concepts and Key Architectures, McGraw-Hill College, 2000
3. Jeremiah H. Hayes, Thimma V. J. Ganesh Babu, Modeling and analysis of telecommunications networks, John Wiley & Sons, 2004
4. W. Stallings: Data and Computer Communications, 6th Ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River, 1999.

### KOM023 - TELEKOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI

Teorijski modeli komunikacije i koordinacije procesa u mreži. Komunikacijski protokoli. OSI referentni model. Modeli komunikacije podacima, procedure i pravila komuniciranja, arhitektura mreže i protokola. Genericki protokolski blok. Automat. Petrijeva mreža. Analiza i sinteza komunikacijskih protokola. Opis, zadavanje, provjera i utvrđivanje ispravnosti protokola. Modeli poziva i usluga. Oblikovanje mrežnog i transportnog sloja. Internet protokoli. TCP/IP protokol. Protokoli na Webu. Protokoli u fiksnoj i pokretnoj telekomunikacijskoj mreži. SIP protokol.

-Literatura:

1. I.Lovrek, Modeli telekomunikacijskih procesa – Teorija i primjena Petrijeve mreže, Školska knjiga, Zagreb, 1997.
2. A. Bažant, G. Gledec, Ž. Ilic, G. Ježic, M. Kos, M. Kunštic, I. Lovrek, M. Matijaševic, B. Mikac, V. Sinkovic, Osnovne arhitekture mreža, II izdanje, Element, Zagreb, 2004.
3. G.Holzman, Design and verification of Computer Protocols, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1991.
4. D.E.Commer, D.L.Stevens, Internetworking with TCP/IP Vol. I, II, III, Prentice Hall, 1999-2000.
5. S. Keshav: An Engineering Approach To Computer Networking, Addison Wesley, 1997.

### KOM024 - TEORIJA INFORMACIJA I KODOVANJE

Osnove teorije informacija. Izvori informacija sa i bez memorije. Izvorno kodovanje: statisticko kodovanje i kodovanje na bazi rijecnika Informacijski model komunikacijskog kanala. Kanalno kodovanje: blok, konvolucion i složeni kodovi. Kriptografija.

-Literatura:

1. Bilješke i slajdovi s predavanja (WEB site Katedre Fakulteta).
2. D.Drajic, Teorija informacija i prenos podataka, Elektrotehnicki fakultet, Beograd.
3. J.G. Proakis, Digital Communications, 4th Edition, McGraw-Hill, New York 2001.
4. D. Salomon, Data Compression, Springer, 2004.

### KOM025 - TEORIJA PROMETA

Markovljevi modeli prometa. Nemarkovljevi modeli. Otvorene i zatvorene mreže repova: algoritmi za numericko rješavanje i primjene. Aproksimacijski postupci. Dinamicko ponašanje poslužiteljskog sistema. Stabilnost i ravnopravnost. Multipleksiranje, komutiranje i usmjeravanje prometa: staticki, dinamicki i adaptivni modeli. Kontrola toka i zagušenja u širokopojsnim mrežama: performance i modeli. Dodjela kapaciteta i dimenzioniranje paketskih mreža. Simulacija prometnih modela Mjerenje prometa. Programski alati za modeliranje telekomunikacijskih sistema i mreža.

-Literatura:

1. Georges Fiche & Gerard Hebuterne, Communicating Systems & Networks: Traffic & Performance, Kogan Page Limited, 2004
2. Robert B. Cooper, Introduction to queueing theory, Elsevier Nort Holand, 1981
3. Roger Ackerley, Telecommunications Performance Engineering, Institution of Electrical Engineers, Team Lib, 2004

4. M.Kos, Teorija prometa, Skripta, FER, Zagreb, 2001

5. Villy B. Iversen, Teletraffic engineering, Technical University of Denmark, 2001

### INF001 - ALGORITMI I STRUKTURE PODATAKA

Osnovni tipovi podataka. Jednostavne i složene strukture podataka. Staticke i dinamicke strukture podataka. Pojam apstraktnog tipa podataka. Liste, jednostruko povezane, dvostruko povezane, cirkularne. Redovi, prioritetni redovi. Stekovi. Skupovi. Rekurzivne strukture i algoritmi. Stabla: binarna, uravnotežena. Složenost i ocjena složenosti algoritama. Sortiranje, selekcijom, insertovanjem, bubble, quick sort, shell sort, merge sort, heap sort. Pretraživanje: sekvencijalno, binarno, stabla za pretraživanje, raspršeno (hash) pretraživanje. Grafovi, strukture podataka za grafove, osnovni algoritmi sa grafovima.

-Literatura:

1. R.Sedgewick, Algorithms, Addison-Wesley, 1997
2. M.A.Weiss, Data Structures and Algorithm Analysis in C, Addison-Wesley, 1997.
3. T.H. Cormen, C.E. Leiserson R.L. Rivest Introduction to Algorithms, 2nd ed., The MIT Press, 2001

### INF002 - ARHITEKTURA RACUNARA

Arhitektura racunara uvod. Programiranje u assembleru. Aritmetika, cijeli i realni brojevi. Datapath i kontrolna jedinica. Jedno-ciklusna i više-ciklusna implementacija. Cjevovod. Memorija, registri i keš. Prekidni, Ulaz/Izlaz: Mreža, Diskovi.

-Literatura:

1. D.A. Patterson, J.L. Hennessy, Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface, 3rd ed., Morgan Kaufmann

### INF003 - BAZE PODATAKA

Uvod u baze podataka, sistem za upravljanje bazom podataka. Modeli podataka. Relacioni model, relaciona algebra, SQL, relacioni sistemi za upravljanje bazama podataka. Zaštita integriteta baze podataka. Transakcije, kontrola paralelnog pristupa, zakljucavanje. Sigurnost, autorizacija, zaštita od neovlaštenog pristupa. Okidaci i pohranjene procedure. Obnova baze podataka u slucaju razrušenja. Fizicka organizacija baze podataka, optimizacija upita. Objektno-relacijske baze podataka, objektno-orijentisane baze podataka. Polustrukturirani dokumenti, XML, XML baze podataka. Web servisi.

-Literatura:

1. H.G.Molina, J.D.Ullman, J.Widom, Database Systems: The Complete Book, Prentice-Hall Inc., 2001
2. C.J.Date: An Introduction to Database Systems, 8th ed., Addison-Wesley Pub. Co., 2003

### INF004 - OBJEKTNO ORIJENTISANO PROGRAMIRANJE

C++ osnove. Standardna biblioteka: kontejneri i iteratori. Standardna biblioteka: algoritmi. Genericke funkcije. Reference, pointeri, menadžment memorijom. Klase i strukture (clanovi, metodi, enkapsulacija). Genericke klase. Naslijedivanje i dinamicko vezivanje.

-Literatura:

1. A. Koenig and B. E. Moo, Accelerated C++ Practical Programming by Example, Addison-Wesley, 2000
2. B.Stroustrup, The C++ Programming Language, Addison-Wesley, 1997.
3. S. B. Lippman, J. Lajoie, B. E. Moo, C++ Primer, 4th Ed, Addison Wesley, 2005

### INF005 - OPERATIVNI SISTEMI

Operativni sistemi istorija, servisi i struktura. Paralelno izvođenje programa, procesi i niti. Sinhronizacija, brave, semafori, uslovne varijable. Proizvodaci i potrošaci, citaci i pisaci. Zastoji, koordinacija niti i procesa. Protekcija: virtuelna memorija, segmentacija, dijeljenje na stranice. Alokacija i zamjena stranica, keširanje i TLB. Fajl sistemi i disk menadžment.

-Literatura:

1. A. Silberschatz, P. B. Galvin and G. Gagne, Operating System Concepts, 7th ed., John Wiley and Sons, 2005
2. A. Tanenbaum, Modern Operating Systems, 2nd ed., Prantice Hall, 2001

### INF006 - OSNOVI PROGRAMIRANJA

Osnove programiranja – C programski jezik: Apstraktni algoritmi, pojam kompajlera i interpretera. Tipovi podataka, operatori i izrazi. Kontrola toka programa (If, If-Else, Switch, Break, Goto naredbe i Label). Kontrola toka programa (For, While, Do-While petlje, Continue naredba). Funkcije i struktura programa (prijenos argumenta u funkcije pomocu vrijednosti i adrese, povratne vrijednosti funkcija, lokalne varijable, eksterne varijable, statice varijable) Rekurzija. Nizovi, pokazivaci (Jedno i višedimenzionalni nizovi podataka). Pokazivaci i adrese. Pokazivaci i nizovi. Pokazivaci na pokazivace. Pokazivaci, nizovi i funkcije. Pokazivaci na funkcije. Dinamicko alociranje memorije. Korisnicki definirani tipovi podataka (strukture, strukture i funkcije) nizovi struktura, pokazivaci na strukture, typedef naredba, unije. Upravljanje datotekama (formatirane, neformatirane datoteke). Sekvencijalne i direktne datoteke.

-Literatura:

1. N. Prljaca, M. Glavic: Programiranje u C programskom jeziku, Fakultet elektrotehnike u Tuzli, Tuzla, 2000.
2. B. Kernighan, D. Ritchie, The C programming, language, Prentice Hall (prijevod), Naucna knjiga, Beograd, 1989.
3. N. Sarajlic, E. Skejic, E. Pjanic, A. Šerifovic: Zbirka riješenih zadataka iz C programskog jezika, Univerzitet u Tuzli, 2005.

### INF007 - OSNOVI RACUNARSTVA

Istorijat i razvoj racunarske tehnike i tehnologije: Nastanak i razvoj racunara. Teoretski i prakticni preduvjeti razvoja racunara. Osnovne karakteristike i mogucnost primjene. Generacije racunara. Arhitektura i aritmeticko-logicke osnove racunara: Bulova algebra. Logicke funkcije i operacije. Brojni sistemi. Binarni kodovi. Logicka kola. Projektovanje i minimizacija sekvencijalnih kola. Memorijski registri. Organizacija hardvera racunarskih sistema. IEEE aritmetika Operativni sistemi: Pojam operativnog sistema. Istorijat operativnih sistema. Osnovne komponente operativnih sistema. Operativni sistemi DOS i Windows. Programski jezici: Programski jezici nižeg nivoa. Asembler. Programski jezici višeg nivoa.

-Literatura:

1. U.Peruško: Digitalna elektronika, Školska knjiga, Zagreb 2001.
2. B. Đorđević, D. Pleskonjić, N. Macek: Operativni sistemi (Teorija, praksa i rešeni zadaci) Mikroknjiga 2005
3. IEEE Arithmetics Standards
4. V. Cerić: Poslovno racunarstvo, Znak, Zagreb, 1998.

### INF008 - PRIMJENA INŽENJERSKIH SOFTVERSKIH PAKETA

Pregled inženjerskih softverskih paketa (ISP): Matlab, Octave, Scilab. Osnove ISP: varijable, funkcije, skripte, kontrola toka programa, operatori. Vektori, matrice, celije i vektorizirane operacije Primjena ISP: Simbolički račun, Kreiranje 2D i 3D grafika, Kreiranje grafičkog sučelja, Numerički postupci rješavanja linearnih i nelinearnih jednadžina, Simulacija dinamičkih sistema, Simboličko i numeričko rješavanje električnih kola.

-Literatura:

1. A.Knight, Basics of MATLAB and Beyond, CRC Press, 2000.
2. A.Quarneroni and F.Saleri, Scientific Computing with MATLAB and Octave, 2nd ed., Springer, 2006.
3. S.Campbell, J.Chancellor and R.Nikoukhah, Modeling and Simulation in Scilab/Scicos, Springer, 2006.

### INF009 - RACUNARSKA GRAFIKA I VIZUELIZACIJA

Principi racunarske grafike. Osnovne tehnike za generisanje izlaza. Hardver za generisanje izlaza. Periferni graficki uređaji. Graficki primitivi Geometrijske transformacije slike. Homogene koordinate i matricna reprezentacija 2D transformacije slike. Kompozitne 2D transformacije. Matricna reprezentacija 3D transformacije slike. Kompozitne 3D transformacije. Gledanje u 3D. Perspektivna i paralelna projekcija. Reprezentacija krivih i površi. Parametarske kubne krive i parametarske kubne površi. Modeliranje punih tijela. Algoritmi za uklanjanje nevidljivih dijelova površi. Iluminacija i sjencenje

-Literatura:

1. J.D.Foley, Introduction to Computer Graphics, Addison-Wesley, 1995
2. M.Woo, OpenGL Programming Guide, Addison-Wesley, 1999

### INF010 - RACUNARSKE MREŽE

Uvod: Racunarske Mreže i Internet. Aplikacioni sloj. Transportni sloj. UDP i TCP. Mrežni sloj. Mrežni sloj: usmjeravanje. Mrežni sloj: modeliranje, analiza i performanse. Podatkovni sloj.

-Literatura:

1. J. F. Kurose and K. W. Ross, Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet, Addison Wesley, 2001
2. A.S.Tanenbaum, Computer Networks, Prentice-Hall, 2003

### INF011 - RAZVOJ SOFTVERA

Java za C++ programere: JVM uvod, primitivni tipovi, klase, interfejsi, paketi, tretiranje iznimki, genericke klase. Testiranje softvera, jedinicno testiranje. UML notacija: dijagrami klasa, sekveci, objekata, paketa, komponenti, aktivnosti. Klasicne i agilne metodologije razvoja softvera. Uzorci softverskog dizajna: singleton, template, adapter, factory, composite, visitor, decorator. Refaktoriranje koda.

-Literatura:

1. C. Larman, Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development, 3 ed., Addison Wesley, 2004
2. M. Fowler, UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language, 3 ed, Addison Wesley, 2003
3. E. Gamma, R. Helm, R. Johnson, and J. Vlissides, Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison Wesley, 1997

### INF012 - WINDOWS PROGRAMIRANJE

Microsoft Windows OS osnove, prozori i poruke. Osnovna struktura MS Windows programa. Abstraktni interface za grafiku, GDI. Boje i graficki primitivi: linije, pravugaonici, ellipse, poligoni. Graficki objekti: cetkice i olovke. Bitmapirana grafika i bafering. Rad sa ulaznim jedinicama miš, tastatura, timer. Korisnicke, standardne i common kontrole: button, static, listbox, edit, progress bar. Resursi: ikone, kursori, tekst, meniji akceleratori. Modalni i nedomodalni dijalozi. Kreiranje programa sa više niti izvodenja.

-Literatura:

1. C.Petzold, Programming Windows, 5th Ed, Microsoft Press, 1998
2. B.E.Rector, J.M.Newcomer, Win32 Programming, Addison Wesley, 1997

### AUT001 - ADAPTIVNO I ROBUSNO AUTOMATSKO UPRAVLJANJE

Uvod u adaptivne sisteme upravljanja. Napredne forme upravljanja. Adaptivne sheme upravljanja. Estimacija real-time parametara. Rekurzivna estimacija najmanjih kvadrata. Samopodešavajući regulatori (SPR). Dizajn zadavanja polova. Indirektni samopodešavajući regulatori. Direktni samo-podešavajući regulatori. Kombinacija direktnog i indirektnog SPR-a. Uvod u prediktivno upravljanje. Prediktivni samo-podešavajući regulatori. Primjeri prediktivnog upravljanja iz industrije. Adaptivni sistemi na bazi referentnog modela (MRAS). MIT pravilo. Adaptaciono pojačanje. Teorija Ljapunova. Dizajn MRAS sistema korištenjem teorije Ljapunova. Tehnike samo-podešavanja. Samopodešavajući PID regulator. Metod tranzijentnog odgovora. Ziegler-Nichols metod odgovora na step. Metod baziran na releju u zatvorenoj povratnoj sprezi. Ziegler-Nichols metod u zatvorenoj povratnoj sprezi. Relejne oscilacije. Dizajn regulatora sa programiranim pojačanjem. Aplikacije. Stohasticko adaptivno upravljanje. Osnovne structure robusnog upravljanja. Postupak sinteze robusnog regulatora. Samo-oscilirajući adaptivni sistemi. Adaptivno upravljanje na osnovu fuzzy logike i neuralnih mreža. Adaptivni hibridni inteligentni sistemi.

-Literatura:

1. K.J.Astrom, B.Wittenmark: Adaptive Control, 1994.
2. P.Ioannou, J.Sun, Robust Adaptive Control, 1994.
3. S.Sastry, M.Bodson: Adaptive Control, 1989.

### AUT002 - AUTOMATSKO UPRAVLJANJE I

Osnovni pojmovi i principi automatskog upravljanja sistemima, upravljanje sa otvorenim i zatvorenim povratnom spregom. Matematički opisi kontinualnih linearnih i nelinearnih sistema. Matematičko modeliranje mehaničkih, električnih, elektro-mehaničkih, hidrauličkih, pneumatskih i termičkih sistema. Linearizacija nelinearnih sistema. Rješavanje modela linearnih

vremenski invarijantnih sistema. Laplasova transformacija i pojam prenosne funkcije. Dijagram blokova. Algebra dijagrama blokova i graf toka signala. Mejsanova formula. Ocjena kvaliteta upravljanja u prelaznom i ustaljenom režimu. Stabilnost dinamičkih sistema i analiza stabilnosti sistema algebarskim metodama. Metod geometrijskog mjesta korijena. Integro-diferencijalni kompenzatori. Sinteza integro-diferencijalnih kompenzatora korištenjem geometrijskog mjesta korijena. Regulatori PID tipa. Sinteza PID regulatora korištenjem metoda geometrijskog mjesta korijena. Eksperimentalno podešavanje PID regulatora.

-Literatura:

1. M. Stojic, Kontinualni sistemi automatskog upravljanja, Naucna Knjiga Beograd, 1990
2. Z. Vukic, Lj. Kuljaca, Automatsko upravljanje, Kigen, Zagreb, 2005
3. Z. Gajic, M. Lelic, Modern Control Systems Engineering, Prentice Hall, 1996
4. R. Dorf, R. Bishop, Modern Control Systems, Prentice Hall, 2000
5. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **AUT003 - AUTOMATSKO UPRAVLJANJE II**

Analiza i sinteza sistema u frekventnom domenu. Frekventne karakteristike. Nikvistov kriterijum stabilnosti. Rezerva stabilnosti po fazi i pojačanju. Bodeova metoda dizajna integro-diferencijalnog kompenzatora i PID regulatora. Eksperimentalno podešavanje PID kontrolera. Koncept prostora stanja. Vektor stanja i matrica prelaza stanja. Modeli linearnih sistema u prostoru stanja. Transformacije slicnosti. Observabilnost, kontrolabilnost i stabilnost u prostoru stanja. Analiza stabilnosti po Ljapunovu. Problem upravljanja u prostoru stanja, problem regulatora i servo problem. Sinteza regulatora sa povratnom spregom po stanju i postavljanjem polova. Akermanova formula. Sinteza servo regulatora sa povratnom spregom po stanju. Sinteza observera (estimatora) vektora stanja. Princip separacije. Sinteza linearnog optimalnog regulatora sa kvadratnim indeksom performanse. Algebarska jednačina Rikatića. Stohastički sistem u prostoru stanja. Sinteza optimalnog regulatora i Kalmanov estimator (filter).

-Literatura:

1. M. Stojic, Kontinualni sistemi automatskog upravljanja, Naucna Knjiga Beograd, 1990
2. Z. Vukic, Lj. Kuljaca, Automatsko upravljanje, Kigen, Zagreb, 2005
3. Z. Gajic, M. Lelic, Modern Control Systems Engineering, Prentice Hall, 1996
4. R. Dorf, R. Bishop, Modern Control Systems, Prentice Hall, 2000
5. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **AUT004 - INSTRUMENTACIJA**

Uvod u savremene sisteme mjerenja. Osnovne karakteristike senzora. Mjerni mostovi. Senzori temperature, pritiska, protoka, sile, pozicije, brzine, ubrzanja, nuklearnog zračenja. Pojačanje i prilagodjenje signala. Operaciona, instrumentaciona i izolaciona pojačala. Analogni filtri. Analogni multiplekseri. Odmjeri-pamti kola. Digitalno-analogni konvertori. DA sa težinskom otpornom mrežom. DA sa ljestvicastom otpornom mrežom. Digitalno-analogni množaci. Analogno-digitalni konvertori. AD konvertori sa sukcesivnom aproksimacijom. Paralelni AD konvertori. Delta-sigma AD konvertori. Konvertori analognog napona u frekvenciju. Arhitektura personalnog računara (PC). Sistemska ploca. Memorija. Sistem prekida. Direktni pristup memoriji. Magistrale (ISA, PCI). Povezivanje mjernih uređaja na PC preko magistrale (ISA, PCI) Povezivanje mjernih uređaja na PC preko standardnih interfejsa (Serijski, Paralelni, IEEE-488, USB) Softverski paketi za mjerenja i akviziciju podataka. Softver virtualne instrumentacije. Analiza slucaja.

-Literatura:

1. T. Brodic, Linearni integrisani krugovi, Svjetlost, Sarajevo, 1990
2. N.Peric, I.Petrovic, Procesna mjerenja, Zavod za APR, FER Zagreb, 1999.
3. V. Drndarevic, Personalni računari u sistemima mjerenja i upravljanja, Akademski misao, Beograd, 2003
4. LabVIEW, National Instruments

#### **AUT005 - INTELIGENTNI SISTEMI**

Uvod i istorijski razvoj vještacke inteligencije. Algoritmi učenja iz podataka. Rudarenje kompleksnih skupova podataka. Probabilisticke metode (Bayesov algoritam). Klaster analiza (K-means, K-najbliži susjed, fuzzy K-means). Stabla odlucivanja. Metode pretraživanja. Fuzzy skupovi, funkcije pripadnosti, fuzzy operatori, fuzzy relacije. Fuzzy pravila i fuzzy zaključivanje. Fuzzy sistemi zaključivanja. Mamdani fuzzy model. Sugeno fuzzy model. Neuralne mreže: biološka motivacija i istorijski pregled. Neuron – osnovni element neuronske mreže. Tipovi neuralnih mreža. Algoritmi učenja neuralnih mreža. Treniranje neuralnih mreža. Osnove genetskih algoritama. Evoluciono programiranje. Operator selekcije. Operator ukrštanja. Operator mutacije. Primjeri inteligentnih upravljačkih sistema.

-Literatura:

1. M. Kantardzic: Data Mining, Concepts, Models, Methods and Algorithms, A John Wiley and Sons, 2003.
2. Z. Avdagic: Vještacka inteligencija, Elektrotehnicki fakultet Sarajevo, 2003.
3. J.S.R.Jang, C.-T. Sun, E. Mizutani: Neuro-Fuzzy and Soft Computing, Prentice Hall, 1997.
4. C.-T. Lin, C.C. G. Lee: Neural-Fuzzy Systems, Prentice Hall, 1996.
5. MATLAB - Fuzzy Toolbox, Simulink, Neural Network Toolbox

#### **AUT006 - OBRADA I ANALIZA DIGITALNE SLIKE**

Digitalizirana slika i njene karakteristike. Strukture podataka za obradu i analizu slike. Diskretne linearne transformacije slike (DFT, Diskretna kosinusna transformacija, Karhunen-Leve transformacija, Harova transformacija, Wavelet transformacija). Geometrijske transformacije slike. Poboľšanje kvaliteta digitalne slike. Linearni filtri. Dizajn linearnih filtera u prostornom i frekventnom domenu. Nelinearni filtri. Detektori ivica i kornera. Restauracija slike. Modeli degradacije. Inverzni i pseudo inverzni filter. Vinerov filter. Kompresija slike. Segmentacija slike, segmentacija slike bazirana na pragu osvjetljenja (threshold), segmentacije bazirane na ivicama i regionima. Analiza binarnih slika. Matematicka morfologija. Deskriptori i reprezentacija oblika. Prepoznavanje objekata (uzoraka), statisticko prepoznavanje oblika, neuronske mreže, sintacticko prepoznavanje oblika, optimizacione tehnike u prepoznavanju. Analiza slike u boji.

-Literatura:

1. A.K.Jain, Fundamentals of Digital Image Processing, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1989.
2. M.Sonka, V.Hlavac, R.Boyle, Image Processing, Analysis and Machine Vision, Brooks Cole, 1998.
3. R. Gonzalez, Richard Woods, Digital Image Processing, Addison Wesley Publishing, 2002.
4. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **AUT007 - PREPOZNAVANJE UZORAKA**

Uvod u teoriju prepoznavanja uzoraka. Tipicni problemi prepoznavanja uzoraka. Pregled teorije vjerovatnoce i linearne algebre. Klasifikatori bazirani na Bajesovoj teoriji odlucivanja. Bajesova teorija odlucivanja. Diskriminantne funkcije i površi odlucivanja. Bajesov klasifikator za normalnu distribuciju. Estimacija nepoznate funkcije gustine vjerovatnoce. Pravilo najbližeg susjeda. Linearni klasifikatori. Linearne diskriminantne funkcije i hiperravani odlucivanja (Perceptron, LSM, MSE) . Nelinearni klasifikatori. Neuro prepoznavanja uzoraka. Tipicne neuronske mreže za klasifikaciju (MLP, RBF, Hopfield, Kohonen) Grupiranje. Osnovni koncept. Sekvencijalni algoritmi grupiranja. Hijerarhijski algoritmi grupiranja. Algoritmi grupiranja bazirani na optimizaciji funkcija. Vektor znacajki. Selekcija znacajki. Generisanje znacajki pomocu linearnih transformacija (KL, SVD, DFT, DCT, DTWT).

-Literatura:

1. Richard O. Duda, Peter E. Hart and David. G. Stork, Pattern Classification, John Wiley Interscience, 2001
2. Sergios Theodoridis and Konstantinos Koutroumbas, Pattern Recognition, Academic Press, 2006.
3. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **AUT008 - ROBOTIKA I AUTOMATIZACIJA**

Uvod u robotiku. Položaj i orijentacija krutog tijela. Homogene koordinate i homogene matrice transformacije. Konvencija

Danavit-Hartenberga. Direktna i inverzna kinematika manipulacionih robota. Dinamičko modeliranje manipulacionih robota. Pogoni manipulacionih robota. Planiranje kretanja. Planiranje trajektorija. Upravljanje kretanjem, decentralizovani i centralizovani pristupi. Robotski senzori. Robotska vizija. Programiranje robota. Automatizirana proizvodna celija (CNC alatne mašine, roboti, konvejeri). Celijski kontroleri. Industrijski računarski upravljački sistemi (arhitektura, hardver i softver) Industrijske računarske mreže. Standardizacija. Primjer savremenog industrijskog računarskog sistema.

-Literatura:

1. Z.Kovacic, S.Bogdan, V.Krajci, Osnove robotike, Graphis, Zagreb, 2002
2. S.K.Fu, R.C.Gonzales, C.S.G.Lee, Robotics, Control, Sensing, Vision and Intelligence, McGraw Hill, New York, 1987.
3. L. Sciacivco, B. Siciliano, Modeling and Control of Robot Manipulators, McGraw-Hill, New York, 1996
4. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **AUT009 - NELINEARNI SISTEMI UPRAVLJANJA**

Analiza nelinearnih sistema. Analiza u faznoj ravni. Granicni krugovi. Metod opisne funkcije. Osnove teorije Ljapunova. Koncept stabilnosti. Linearizacija i lokalna stabilnost. Direktni metod Ljapunova. Analiza i sinteza upravljanja korištenjem direktnog metoda Ljapunova. Napredna teorija stabilnosti. Apsolutna stabilnost. Uvod u dizajn nelinearnih upravljačkih sistema.

-Literatura:

1. J.J.E. Slotine, W. Le, Applied Nonlinear Control, Prentice-Hall, New Jersey, 1991
2. M. Vidyasagar, Nonlinear System Analysis, Prentice-Hall, New Jersey, 1993
3. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **AUT010 - STOHAŠTICKI SISTEMI I ESTIMACIJA**

Vjerovatnoća i slučajne varijable. Aksiome vjerovatnoće. Ponovljeni pokušaji. Bajesov teorem. Koncept slučajne varijable. Distribucije. Gustine. Primjeri distribucija i funkcija gustine vjerovatnoće. Uslovne distribucije i gustine. Koncept funkcije jedne slučajne varijable. Određivanje distribucije i gustine od  $y = f(x)$ . Primjene. Dvije slučajne varijable. Zajednicke distribucije i gustine vjerovatnoće. Uslovne distribucije i gustine. Nezavisne varijable. Funkcije dvije slučajne varijable. Stohastički procesi. Opšti koncepti. Specijalni procesi. Stacionarni procesi. Transformacija stohastičkih procesa (sistemi). Korelacija i spektar snage stacionarnih procesa. Linearna srednje-kvadratna estimacija. Princip ortogonalnosti u linearnoj srednje kvadratnoj estimaciji. Wiener-Kolmogoroff teorija. Problem filtriranja. Problem predikcije.

-Literatura:

1. A. Papoulis, Probability, Random Variables and Stochastic Processes, McGraw-Hill, third ed., 1991
2. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **AUT011 - SISTEMI AUTOMATSKE REGULACIJE**

Fourierova analiza i uzorkovani signali. Z-transformacija i inverzna Z-transformacija Diskretna Fourierova transformacija Jednacin stanja i prenosna funkcija diskretnog sistema upravljanja Odnos između odziva i svojstvenih vektora Diskretna fundamentalna matrica i matrica prelaza stanja Ravnotežna stanja diskretnog sistema Odziv nehomogenog diskretnog sistema Simulacija i realizacija diskretnih sistema Frekvencijski odziv sistema, diskretni ekvivalenti kontinualnih prenosnih funkcija Metode transformacija (bilinearna i metoda stepenicaste invariance) Analiza opservabilnosti, upravljivosti i stabilnosti Ponašanje sistema između tacki uzorkovanja Identifikacija Definicije, postupci i područje primjene Bijeli šum i njegove aproksimacije Neparametarska i parametarska identifikacija Ocjenjivanje parametara kontinualnih modela Efikasnost identifikacije: izbor ulaznih signala, vremena uzorkovanja i modela Testiranja ispravnosti modela Osnove multivarijabilnih sistema Metode analize Stabilnost i robustnost multivarijabilnih sistema Vodenje sistema sa vremenskim kašnjenjem

-Literatura:

1. D.Matko, "Diskretni regulacijski sistemi", Založba FER, Ljubljana 1991

2. D.Matko, "Identifikacije", Založba FER, Ljubljana 1995
3. J.Kocijan, "Praktikum identifikacij dinamičnih sistemov", Založba FE i FRI, Ljubljana 1998
4. K.Ogata: "Discrete time control", Prentice-Hall, 1990
5. K.Astrom, B. Wittenmark: "Computer Controlled Systems", Prentice-Hall, 1997

#### **AUT012 - SISTEMI U REALNOM VREMENU**

Terminologija realnog vremena. Historijski pregled sistema realnog vremena. Principi softverskog dizajna. Podjela sistema sa aspekta performanse, funkcionalnosti, oblasti primjene. Hardver sistema realnog vremena. Digitalni ulazi/izlazi. Analogni ulazi/izlazi. Impulсни ulazi/izlazi. Sat realnog vremena. Tehnike prenosa podataka: interapti. Hardverska struktura interapta. Interaptni prioriteti. Interaptni taskovi. Programiranje real-time sistema. Karakteristike programskih jezika. Specifikacija i dizajn sistema u realnom vremenu. Strukturni dijagrami. Dijagrami stanja. Petrijeve mreže. Koncepti kompjuterskog upravljanja: Sekvencijalno. Direktno digitalno upravljanje. Centralizovano i supervizijsko upravljanje. Konfiguracija sistema. Hijerarhijski sistemi, Distribuirani sistemi. Hibridni sistemi. Komponente sistema za kompjutersko upravljanje industrijskim real-time sistemima (DCS, PLC, RTU, SCADA, numerički zaštitni uređaji, mjerni uređaji). Industrijski i mobilni roboti kao primjeri real-time sistema. Uvod u operativne sisteme. Osnovna struktura real-time operativnih sistema. Karakteristike multi-tasking-a. Koncepti raspoređivanja. Kontrola dijeljenih resursa sa uzajamnim isključivanjem: zastavice, semafori, monitori. Komunikacija između taskova: sinhronizacija, prenos podataka. Integracija hardvera i softvera. Razvoj ciljnog sistema.

-Literatura:

1. R.Betz, Introduction in Real-Time Operating SystemsElektronicki sklopovi, University of Newcastle, Australia 2001.
2. Z.Avdagic, Računarski sistemi u realnom vremenu, Elektrotehnicki fakultet u Sarajevu, 2001.
3. P. A. Laplante, Real-time systems design and analysis, 1997.
4. S. Bennett, Real-time Computer Control, Prentice Hall, 1988.

#### **AUT013 - UPRAVLJANJE SLOŽENIM SISTEMIMA**

Uvod u koncept složenih, velikih i kompleksnih sistema. Modeliranje složenih sistema. Redukcija modela. Centralizovano upravljanje. Decentralizovano upravljanje. Estimacija. Identifikacija. Hijerarhijsko upravljanje. Nelinearna dinamika (fenomeni) u kompleksnim sistemima. Teorija kompleksnih sistema. Složeni sistemi za snabdijevanje vodom, gasom i energijom. Složeni proizvodni (CIM) sistemi. Planiranje i raspoređivanje. Složeni transportni (saobraćajni) sistemi. Upravljanje tokovima saobraćaja. Upravljanje formacijom vozila.

-Literatura:

1. Karl J. Astrom et al. , Control of Complex Systems, Springer-Verlag, 2001
2. Michael J. Grimble, Industrial Control Systems Design, Willey, 2001
3. Doris A. Saez et al., Optimization of Industrial Processes at Supervisory Level, Springer-Verlag, 2001
4. James A. Rehg and Henry W. Kraebber, Computer Integrated Manufacturing, Prentice Hall, 2004
5. MATLAB - MathWorks, relevantni ToolBoxes

#### **MATEMATIKA I**

Algebra iskaza. Algebra i algebarske strukture. Polje realnih brojeva. Neki podskupovi skupa realnih brojeva. Princip potpune i nepotpune matematičke indukcije. Kardinalni broj skupa, prebrojivi i neprebrojivi skupovi. Metrika u skupu realnih brojeva, otvoreni i zatvoreni skupovi. Kompleksni brojevi, definicija, algebarski, trigonometrijski i Eulerov oblik. Operacije u skupu C. Moivreova formula. Elementi linearne algebre: algebra matrica, matricne jednacine, determinante. Sistemi linearnih jednacina, opšta teorija. Linearne forme, rang matrice, Kronecker-Capelliev stav. Polinomi, Bezoutov stav i Hornerova šema. Racionalne funkcije i dekompozicija. Elementi vektorske algebre, vektori, skalari i operacije. Vektorski prostor. Analitička geometrija u prostoru. Prava i ravan. Krive i osnovne površi drugog reda. Realne funkcije jedne promjenljive: ograničene, monotone i periodične funkcije. Nizovi i redovi, osnovni kriteriji konvergencije. Osnovne teoreme o

granicnim vrijednostima funkcija. Neprekidnost na segmentu. Diferencijalni racun funkcija jedne promjenljive, pojam izvoda i osnovne teoreme diferencijalnog racuna. Pojam diferencijala, izvodi i diferencijali višeg reda. Primjena diferencijalnog racuna na ispitivanje funkcija. Taylorov polinom i Taylorov red. Ekstremi funkcija jedne promjenljive. Neodređeni integral funkcije, pojam primitivne funkcije i neodređenog integrala. Metode integracije. Određeni integral, integralne sume. Rimanov integral. Osobine i primjena određenog integrala. Newton-Leibnitzova formula. Nesvojstveni integral. Primjena integrala i izvoda. Krivina krive.

-Literatura:

1. F.Dedagic, Uvod u višu matematiku, Univerzitet u Tuzli, Tuzla, 1997.
2. D.Mihajlovic, R.Janic, Elementi matematicke analize I, Naucna knjiga, Beograd, 1978.
3. S.Kurepa, Matematicka analiza I, Tehnicka knjiga, Zagreb, 1989.
4. P.Milicic, M.Ušcumlic, Zbirka zadataka iz Matematike I i II, Gradevinska knjiga, Beograd, 1972.
5. B.Demidovic, Zadaci i riješeni zadaci iz više matematike s primjenom na tehnicke nauke, Tehnicka knjiga, Zagreb, 1986.

### FIZIKA I

Fizicke velicine, vektori i skalari. Kinematika translatornog i obrtnog kretanja. Dinamika translatornog kretanja. Kolicina kretanja tijela i impuls sile Newtonovi zakoni mehanike u inercijalnim i neinercijalnim referentnim sistemima. Zakon o održanju kolicine kretanja (impulsa). Rad. Snaga. Energija. Zakon o održanju mehanicke energije i energije uopšte. Sudari. Dinamika obrtnog kretanja. Moment sile i moment inercije. Osnovna jednacina dinamike obrtnog kretanja. Uslovi ravnoteže krutog tijela. Moment kolicine kretanja (impulsa) i zakon o njegovom održanju. Ziroskop. Newtonov zakon gravitacije. Gravitaciono polje. Inerciona i gravitaciona masa. Mehanika fluida. Temperatura. Toplota kao energija u prelazu. Gasni zakoni. Opšta jednacina gasnog stanja. Kolicina toplote. Specifcni toplotni kapacitet tijela. Promjene agregatnih stanja. Fazni dijagrami. Kriticna i trojna tacka. Prenos toplote provođenjem i konvekcijom. Termodinamicki procesi. Prvi zakon termodinamike. Spoljašnji rad gasa pri razlicitim procesima. Entalpija. Drugi zakon termodinamike. Carnotov kružni proces. Entropija. Osnovna jednacina molekularno-kineticke teorije - jednacina za pritisak. Veza apsolutne temperature i srednje kineticke energije molekula. Raspodjela molekula po intenzitetima brzina i kineticckim energijama. Molekularno-kineticcka teorija molarnih toplotnih kapaciteta gasova. Jednacina stanja realnog gasa.

-Literatura:

1. V.Vucic, D.Ivanovic, Fizika II i III, Naucna knjiga, Beograd 1995.
2. L.Tanovic, N.Tanovic, Fizika III, Svjetlost, Sarajevo 1988.
3. R.Fazlic, H.Smailhodžic, Z.Hadžibegovic, Zbirka zadataka iz fizike, FEM, Tuzla 1995.
4. G.Dimic, Zbirka zadataka iz fizike (viši kurs), Naucna knjiga, Beograd, 1995.
5. V.Vucic, Osnovna mjerenja u fizici, Naucna knjiga, Beograd, 1995.

### MATEMATIKA II

Realne funkcije više realnih promjenljivih, pojam n-dimenzionalnog prostora. Granicna vrijednost i uzastopne granicne vrijednosti funkcije. Neprekidne funkcije, ravnomjerna konvergencija niza funkcija i prelazak na granicnu vrijednost pod znakom integrala i izvoda. Implicitne funkcije. Pojam regularnog preslikavanja. Površni drugog reda. Orijehtacija površi. Tangencijalna ravnina i normala na površ. Diferencijalni racun funkcija više promjenljivih, parcijalni izvodi, diferencijal funkcije. Taylorova formula za funkcije dvije promjenljive. Ekstremumi i vezani ekstremi funkcije. Pojam i izracunavanje višestrukog integrala. Primjena višestrukog integrala u geometriji i mehanici. Krivolinijski integral po luku i koordinatama. Obicne diferencijalne jednacine i diferencijalne jednacine višeg reda. Homogene i nehomogene diferencijalne jednacine i njihovo rješavanje. Sistemi obicnih diferencijalnih jednacina. Elementi funkcionalne analize. Hilbertov i Banachov prostor. Operatori i funkcionali. Spektar operatora. Teorem o fiksnoj tacki. Diferencijalna geometrija: vektorska funkcija, prirodni triedar, torzija i krivina krive,

orijentacija i površina površi, površinski integrali. Teorija vektorskih polja: skalarno i vektorsko polje, pojam gradijenta, divergencija i rotor, klasifikacija vektorskih polja.

-Literatura:

1. F.Dedagic, Uvod u višu matematiku, Univerzitet u Tuzli, Tuzla, 1997.
2. D.Mihajlovic, R.Janic, Elementi matematicke analize I, Naucna knjiga, Beograd, 1978.
3. S.Kurepa, Matematicka analiza I, Tehnicka knjiga, Zagreb, 1989.
4. P.Milicic, M.Ušcumlic, Zbirka zadataka iz Matematike I i II, Gradevinska knjiga, Beograd, 1972.
5. B.Demidovic, Zadaci i riješeni zadaci iz više matematike s primjenom na tehnicke nauke, Tehnicka knjiga, Zagreb, 1986.

### FIZIKA II

Elasticne deformacije. Harmonijsko oscilovanje. Slaganje oscilacija. Prigušene i prinudne oscilacije. Rezonancija. Talasno kretanje. Jednacina ravanskog talasa. Brzina talasa. Energija i intenzitet talasa. Princip superpozicije i interferencija talasa. Stojeci talasi. Doplerov efekat kod mehanickih talasa. Zvuk i ultrazvuk. Spektar elektromagnetnih talasa. Interferencija, difrakcija i polarizacija svjetlosti. Osnove specijalne teorije relativnosti. Lorentzove transformacije i njihove posljedice. Relativisticki impuls i energija. Pojam o opštoj teoriji relativnosti. Otklon naelektrisanih cestica u homogenom elektricnom i magnetnom polju. Određivanje specifcnog i elementarnog naelektrisanja elektrona i jona. Kvantna priroda elektromagnetnog zracenja. Fotoelektricni i Comptonov efekat. Spektri i grada atoma. Bohrova elementarna teorija atoma vodonika i njemu slicnih jona. Frank-Hertzov eksperiment. Talasna priroda cestica - De Broglieova hipoteza. Elektronski mikroskop. Schrodingerova talasna jednacina i talasna funkcija. Kretanje slobodne mikrocestice. Tunel-efekat. Kvantno-mehanicka slika atoma vodonika. Kvantni brojevi i njihove vrijednosti. Višeelektronski atomi. Pauliev princip zabrane. Periodni sistem elemenata. X-zracenje. Laseri. Holografija. Grada atomskog jezgra. Defekt mase i energija veze jezgra. Radioaktivnost. Nuklearne reakcije. Fisija i fuzija. Upotreba i štetnost jonizujućeg zracenja. Kosmicko zracenje i elementarne cestice.

-Literatura:

1. V.Vucic, D.Ivanovic, Fizika II i III, Naucna knjiga, Beograd 1995.
2. L.Tanovic, N.Tanovic, Fizika III, Svjetlost, Sarajevo 1988.
3. R.Fazlic, H.Smailhodžic, Z.Hadžibegovic, Zbirka zadataka iz fizike, FEM, Tuzla 1995.
4. G.Dimic, Zbirka zadataka iz fizike (viši kurs), Naucna knjiga, Beograd, 1995.
5. V.Vucic, Osnovna mjerenja u fizici, Naucna knjiga, Beograd, 1995.

### MATEMATIKA III

Uvod u teoriju kompleksne promjenljive: kompleksni nizovi, granicna vrijednost i neprekidnost funkcije, pojam i osobine izvoda, Cauchy-Rimanovi uslovi. Integrabilnost funkcije kompleksne promjenljive. Funkcije kompleksne promjenljive: nizovi funkcija, redovi funkcija, pojam i osobine ravnomjerno konvergentnih redova, stepeni redovi, razvoj funkcije u Taylorov i Laurentov red, singularne tacke funkcije, Cauchyeva teorema o residumu. Furijeova i Laplasova transformacija: neki prostori funkcija, sistemi funkcija, Furijeovi redovi, pojam i osobine Furijeove transformacije, pojam i osobine Laplasove transformacije, inverzna Laplasova transformacija. Parcijalne diferencijalne jednacine: pojam parcijalne diferencijalne jednacine, linearna parcijalna jednacina, Košijev problem.

-Literatura:

1. S.Mitrinovic, J.D.Keckic, Matematika II, Naucna knjiga, Beograd
2. M.Tomic, Diferencijalne jednacine, Svjetlost, Sarajevo.
3. M.Tomic, Matematika, Svjetlost, Sarajevo