

NASTAVNI PREDMET	AUTOMATIKA
Stručno zvanje:	Elektrotehničar
Izorno područje:	Elektronika i automatika
Razred:	IV
Sedmično časova:	3
Godišnje časova:	90

A) CILJ

Cilj nastave ovog predmeta je da proširi osnovna znanja, stečena u predhodnom razredu iz područja automatizacije tehnoloških procesa, da upozna učenike sa pojedinim tehnologijama, sa rješenjima mjerenja i regulacije na tim tehnološkim objektima, uz objašnjenja osnovnih teoretskih postavki na kojima počiva automatsko upravljanje.

B) ZADACI NASTAVE

- Upoznavanje sa osnovama teorije automatskog upravljanja
- Upoznavanje sa načinima proizvodnje električne i toplotne energije
- Poseban osvrt na termoenergetski objekat kao najsloženiji tehnološki objekat posebno interesantan sa stanovišta automatizacije, kao i upoznavanje sa svrhom i funkcijom mjerno-regulacionih kontura na ovim objektima
- Upoznavanje sa svrhom, funkcijom i specifičnostima regulacionih kontura na drugim tehnološkim objektima uz poređenje sa istim konturama na termoenergetskim objektima, kao najobuhvatnijim

C) TEMATSKE CJELINE

Redni broj	Tematska oblast	Broj časova
1.	Uvod	5
2.	Osnove teorije automatizacije (upravljanje i regulacija)	20
3.	Osnovni principi formalnog projektovanja mjerenja i regulacije.	5
4.	Proizvodnja električne energije kao osnovni tehnološki proces	8
5.	Termoelektrana kao složeni tehnološki objekat	7
6.	Glavne mjernoregulacione konture na pojedinim proizvodnim cjelinama u TE	20
7.	Specifičnosti pojedinih tehnologija sa stanovišta automatizacije- tipična mjerenja i regulacije	15
8.	Sistemi tehničke zaštite na industrijskim objektima	10
	Ukupno časova	90

D) SADRŽAJ TEMATSKIH CJELINA

1. Uvod

- Pojam tehničkog sistema, tehnološkog objekta, sa stanovišta automatizacije
- Prosti mjerno-regulacioni krug

- Osnovne mjerno-regulacione konture sa osvrtom na
 - informacione organe
 - regulatore i centralnu granu upravljanja
 - izvršne organe

2. Osnove teorije automatizacije (upravljanje i regulacija)

- Analiza i sinteza regulacionog kruga sa zahtjevima pri regulaciji –osnovni pojmovi
- Analiza u vremenskom domenu-osnovni pojmovi
- Analiza u frekventnom domenu, primjenljivost i prednosti -osnovni pojmovi
- Pojam i primjenljivost prenosne funkcije
- Algebra blokova
- Pojam stabilnosti sistema sa opštim uslovom stabilnosti
- Eksperimentalna identifikacija objekata
- Regulacija
 - Podešavanje prostog regulacionog kruga
 - Sinteza regulacionog kruga (zahtjevi, izbor i podešavanje regulatora, dodatne petlje)
- Upravljanje
 - Modeli upravljanja (centralizovano i distribuirano), prednosti i nedostaci
 - Distribuirano upravljanje (funkcionalne grupe, pravila dekompozicija)

3. Osnovni principi formalnog projektovanja mjerenja i regulacije

- Upoznavanje sa tehnologijom i pravilno prikupljanje podataka
- Automatizacija na nižem nivou (izbor funkcionalne šeme, izbor informacionih i izvršnih organa i ostalih elemenata i modula za realizaciju)
- Simboli, označavanja i crtanja projekata
- Organizacija projekta
- Realizacija projektnog rješenja
- Podešavanje i ispitivanje sistema
- Puštanje u rad realizovanog projekta

4. Proizvodnja električne i toplotne energije kao osnovni tehnološki proces

- Osnovni tipovi proizvodnih cjelina:
 - hidroelektrane
 - termoelektrane
 - plinske elektrane
 - nuklearne elektrane
 - industrijske energane i gradske toplane
- Upoznavanje sa osnovnim tehnološkim procesima i postupcima, potrebnim sirovinama i inputima, uobičajenom dispozicijom opreme i funkcionalnom i blok šemom

5. Proizvodnja električne i toplotne energije kao osnovni tehnološki process

- Tehnološki opis termobloka sa aspekta regulacije:
 - Kotao kao najveći i najvažniji objekat automatizacije

- Termička i hemijska priprama vode
- Turbina i generator
- Elektrofilteri

6. Glavne mjerno-regulacione konture na pojedinim proizvodnim cjelinama u TE

- Mjerno-regulacione konture na kotlu:
 - protok pare ispred VT turbine sa korekcijom po pritisku i temperaturi
 - nivo u bubnju- regulacija napajanja
 - podpritisak u ložištu
 - temperatura pare (pregrijanje i međupregrijanje)
 - temperatura dimnih plinova
 - regulacija sagorijevanja kao najkompleksnija regulacija na kotllu
- Regulacione konture u termičkoj I hemijskoj pripremi vode:
 - pritisak
 - nivo
 - temperatura
 - analiza O₂ i SiO₂ u napojnoj vodi
 - pH i provodnost napojne vode
 - upravljanje pumpama
- Regulacije na VT I NT bypass-u
- Upoznavanje sa specifičnim mjerenja na :
 - turbini
 - dopremi uglja
 - eko monitoringom i itd.

7. Specifičnosti pojedinih tehnologija sa stanovišta automatizacije-tipična mjerenja i regulacije

Upoznavanje sa:

- Osnovnim tehnološkim procesima i postupcima po svakoj tehnologiji
- Potrebnim sirovinama i inputima
- uobičajenom dispozicijom opreme
- funkcionalnom i blok šemom
- Objekti prehrambene industrije
 - Pivara (nivo u spremnicima za odležavanje, CO₂ za hlađenje, CIP sistemi)
 - Mljekara (temperatura pri sterilizaciji i pasterizaciji, gustoća, procenat masnoće)
 - Mlinska industrija (nivo i temperatura u silosima)
 - Sušare u pojedinim pogonima (održavanje vlažnosti)
- Regulac. konture pritiska, protoka, razlike pritisaka, vlažnosti, gustine i debljine trake na papir mašinama i u pogonima za sječenje, namakanje, i proizvodnji celuloze i papira u Papirnoj industriji
- Vodovodi kao objekti na kojima se održava protok i pritisak bez složenijih regulacija
- Hemijska industrija sa specifičnostima mjerenja protoka , pritiska teperature i nivoa sa saspekta specifičnih uslova rada (eksplozivna i zapaljiva atmosfera, agresivni fluidi, itd)

8. Specifičnosti pojedinih tehnologija sa stanovišta automatizacije-tipična mjerenja i regulacije

- S-problematika
- Vatrodojavni sistemi
- Protuprovalni sistemi
- Sistemi video nadzora

E) UPUTSTVO ZA REALIZACIJU

Nastava iz ovog predmeta se izvodi u učionici standardnog tipa sa aktivnom koordinacijom sa nastavom laboratorijskog rada. Kod realiziranja sadržaja koriste se kombinovane nastavne metode. Svaki novi nastavni sadržaj se uz upotrebu projektora, table i drugih nastavnih pomagala objasni i vježbanjem sa numeričkim primjerima utvrdi. Zatim zahtjevati od učenika da objasne svoja zapažanja o primjeni navedenog nastavnog sadržaja kod laboratorijskog rada postičući kod njih efekat povezivanja teoretskog i praktičnog, te insistirajući na potpunom razumijevanju principa rada pojedinih sklopova.

Posjeta jednom konkretnom objektu, po mogućnosti TE, radi upoznavanja sa stvarnim veličinama odnosima onoga što je u nastavi obrađivano.

F) STRUČNI PROFIL

Diplomirani inženjer elektrotehnike, VSS - VII stepen stručne spreme /II, odnosno III ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa smjer elektronika i automatika.

NASTAVNI PREDMET	ELEKTRIČNA KOLA
Stručno zvanje:	Elektrotehničar
Izorno područje:	Elektronika i automatika
Razred:	IV
Sedmično časova:	2
Godišnje časova:	60

A) CILJ

Cilj nastave ovog predmeta je da doprinese zadovoljavanju budućih profesionalnih potreba učenika upoznavanjem karakterističnih strujnih kola i njihovim elementarnim proračunavanjem.

B) ZADACI NASTAVE

- Upoznavanje dvopola i četveropola
- Upoznavanje električnih k i m filtera

C) TEMATSKE CJELINE

Redni broj	Tematska oblast	Broj časova
1.	Dvopoli	4
2.	Četveropoli	18
3.	Električni filtri	34
4.	U svakom polugodištu uraditi po jednu školsku pismenu zadaću u jednosatnom trajanju i jednosatnoj analizi i ispravci	4
Ukupno časova		60

D) SADRŽAJ TEMATSKIH CJELINA

1. Dvopoli

- Osnovni pojmovi o dvopolima
- Jednoelementni dvopoli
- Dvoelementni dvopoli
- Tro i više elementni dvopoli

2. Četvoropoli

- Ulazna impedansa
- Karakteristike prijenosa
- Karakteristična impedansa i karakteristična prijenosna funkcija
- Ekvivalentne T i Π sheme četveropola □
- Vezivanje četveropola (kaskadno, redno, paralelno)

3. Električni filtri

- k filtri niskih frekvencija
- k filtri visokih frekvencija
- k filtri propusnici pojasa frekvencija
- k filtri nepropusnici pojasa frekvencija
- izvedeni m filtri
- redno izvedeni filtri
- paralelno izvedeni filtri

E) UPUTSTVO ZA REALIZACIJU

Nastava ovog predmeta izvodi se u učionici za električna kola opremljenoj standardnim nastavnim sredstvima.

Dobar uspjeh u nastavi iz električnih kola imaju problemska i demonstraciona metoda kombinirane sa metodom rješavanja numeričkih zadataka. Korisno bi bilo demonstrirati primjenu računara u proračunavanju električnih kola.

F) STRUČNI PROFIL

Diplomirani inženjer elektrotehnike, VSS - VII stepen stručne spreme /II, odnosno III ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa smjer elektronika i automatika ili telekomunikacije.

NASTAVNI PREDMET	ELEKTRONSKA MJERENJA
Stručno zvanje:	Elektrotehničar
Izorno područje:	Elektronika i automatika
Razred:	IV
Sedmično časova:	2
Godišnje časova:	60

A) CILJ

Cilj nastave ovog predmeta je da doprinese formiranju ličnosti učenika razvijanjem profesionalnih sposobnosti tehničara telekomunikacija, elektronike i automatike, računarstva i informatike, da učenici shvate značaj i razloge mjerenja.

B) ZADACI NASTAVE

- Upoznavanje elektroničkih mjerenja.
- Sticanje osnovnih znanja iz mjerenja izobličenja i šumova, pojačanja i slabljenja, mjerenja VF snage, kompenzatora, kao i indikatora.

C) TEMATSKE CJELINE

Redni broj	Tematska oblast	Broj časova
1.	Mjerni izvori	5
2.	Analogni indikatori	9
3.	Digitalni indikatori	9
4.	Mjerenje izobličenja i šumova	7
5.	Mjerenje na sistemima sa svjetlovodima	6
6.	Mjerenje pojačanja i slabljenja	7
7.	Mjerenje snage i gubitaka	7
8.	Mjerni kompenzatori	8
9.	Obrada rezultatata mjerenja	2
Ukupno časova		60

D) SADRŽAJ TEMATSKIH CJELINA

1. Mjerni izvori

- Istosmjerni mjerni izvori
- Generatori sinusnog valnog oblika
- Oscilatori
- Generatori funkcija

2. Analogni indikatori

- Pisači
- Svjetlosni oscilografi
- Kompenzirani pisači
- Magnetna registracija

3. Digitalni indikatori

- Elektromehanički indikatori
- Elektrooptički indikatori
- Optoelektronički indikatori (s tinjavim izbijanjem u plinu, katodoluminiscentni, luminofori, svjetleće LED diode, tekući kristali)

4. Mjerenje izobličenja i šumova

- Mjerenje stepena harmonijskog izobličenja pomoću mosta; Metoda sa izbijanjem
- Mjerenje stepena izobličenja sa rezonantnim kolima; Metoda sa uravnoteženim modulatorom

5. Mjerenja na sistemima sa svjetlovodima

- Mjerenje slabljenja vlakna
- Iznaženje mjesta prekida vlakna
- Mjerenje disperzije impulsa u optičkom vlaknu

6. Mjerenje slabljenja i pojačanja

- Vlastito slabljenje
- Radno slabljenje
- Uneseno slabljenje
- Ekvivalent slabljenja
- Slabljenje preslušavanja

7. Mjerenje snage i gubitaka

- Mjerenje izlazne snage (protočne i apsorbivane)
- Mjerenje snage sa dva ampermetra
- Mjerenje snage sa tri ampermetra
- Mjerenje snage pomoću ampermetra i voltmetra
- Mjerenje snage elektroničkim vatmetrom
- Mjerenje snage osciloskopom
- Digitalno mjerenje snage

8. Mjerni kompenzatori

- Kompenzatori za istosmjernu struju
- Precizni kompenzatori
- Kompenzatori za izmjeničnu struju

9. Obrada rezultata mjerenja

- Dozvoljene mjerne granice
- Obrada rezultata mjerenja

E) UPUTSTVO ZA REALIZACIJU PROGRAMSKIH SADRŽAJA

Teorijska nastava (izlaganja, ponavljanja, provjere znaja, kontrolni radovi i testovi) odvijaju se u učionici opće namjene, a u nju se mogu dopremiti instrumenti iz laboratorije po potrebi za odgovarajući nastavni sat obrade gradiva.

F) STRUČNI PROFIL

Diplomirani inženjer elektrotehnike, VSS - VII stepen stručne spreme /II, odnosno III ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa smjer elektronika i automatika ili telekomunikacije.

NASTAVNI PREDMET	MIKROELEKTRONIKA
Stručno zvanje:	Elektrotehničar
Izorno područje:	Elektronika i automatika
Razred:	IV
Sedmično časova:	2
Godišnje časova:	60

A) CILJ

Cilj nastave ovog predmeta je da učenike uvede u postupke i principe integracije, da učenici nauče i shvate značaj planarnog postupka na siliciju, njegove prednosti i ograničenja.

B) ZADACI NASTAVE

- Upoznavanje mjesta i uloge mikroelektronike u savremenom svijetu.
- Upoznavanje sa karakteristikama poluprovodničkih materijala.
- Upoznavanje sa tehnološkim postupcima proizvodnje IC zasnovanim na planarnom postupku na siliciju.
- Upoznavanje sa tehnikom debelog i tankog filma kod hibridnih IC.
- Upoznavanje sa trenutnim dometima mikroelektronike, njenim ograničenjima i perspektivama.
- Bolje razumjevanje rada savremenih računarskih sistema.
- Ulogom i značajem CMOS-a

C) TEMATSKE CJELINE

Redni broj	Tematska oblast	Broj časova
1.	Uvod	4
2.	Poluprovodnički materijali	8
3.	Planarni postupak na siliciju	8
4.	CMOS	10
5.	SiGe krugovi	4
6.	GaAs	4
7.	Hibridni krugovi – tehnika debelog filma	8
8.	Hibridni krugovi – tehnika tankog filma	8
9.	Trenutno stanje i perspektive mikroelektronike	6
Ukupno časova		60

D) SADRŽAJ TEMATSKIH CJELINA

1. Uvod

Definicija i oblast primjene, te značaj mikroelektronike

- Istorijski razvoj mikroelektronike
- Podjela IC po stepenu integracije

2. Poluprovodnički materijali

- Silicij
- Postupak dobijanja čistog silicija
- Germanij
- GaAs
- Primjese P-tipa
- Primjese N-tipa

3. Planarni postupak na siliciju

- Epitaksijalni postupak
- Oksidacija
- Difuzija
- Fotolitografija
- Metalizacija

4. CMOS

- Osnovni CMOS krugovi
 - CMOS invertor
 - CMOS NI krug
 - CMOS NILI krug
- Realizacija CMOS-a u planarnoj tehnologiji na siliciju
- Napajanje CMOS krugova
- Napon praga CMOS krugova
- Zaštita CMOS krugova od elektrostatskog naboja
- Disipacija CMOS krugova
- Brzina CMOS krugova
- Postupak skaliranja kod CMOS krugova
- Problemi koji se javljaju kod smanjenja dimenzija CMOS krugova
 - Problem širine kanala
 - Problem smanjenja debljine oksida
 - Problem smanjenja napona praga
- Poboljšanje verzije CMOS krugova
 - BiCMOS krugovi
 - SOI CMOS krugovi

5. SiGe krugovi

- Integracija analognih i digitalnih funkcija
- Karakteristike i prednosti SiGe krugova

6. GaAs

- Karakteristike GaAs
- IC na bazi GaAs
- Perspektive GaAs

7. Hibridni krugovi u tehnici tankog filma

- Izvedba sklopova u tehnici tankog filma
- Električna svojstva metalnih tankih slojeva ili filmova
- Materijali za tankoslojne otpornike

- Elementi u tankoslojnoj tehnici
 - Otpornici
 - Vodljive staze
 - Dielektrici, izolatori i kondenzatori
 - Tranzistori
- Oblikovanje sklopova u tehnici tankog filma

8. Hibridni krugovi u tehnici tebelog filma

- Izvedba sklopova u tehnici debelog filma
- Paste za debeloslojne otpornike
- Debeloslojni otpornici
- Debeloslojne vodljive staze
- Debeloslojni dielektrici, izolatori i kondenzatori
- Pasivne i aktivne čip komponente
- Oblikovanje sklopova u tehnici debelog filma

9. Trenutno stanje i perspektive mikroelektronike

- Mooreov zakon
- Problemi povećanja gustine pakovanje
- Problemi i ograničenja smanjenja dimenzija planarnog tranzistora
- Perspektive planarnog postupka na siliciju
- Alternative planarnom postupku na siliciju

F) UPUTSTVO ZA REALIZACIJU PROGRAMSKIH SADRŽAJA

Nastava iz ovog predmeta se izvodi u učionici standardnog tipa. Kod realiziranja sadržaja koriste se kombinovane nastavne metode. Svaki novi nastavni sadržaj se uz upotrebu projektora, table i drugih nastavnih pomagala objasni i kroz ponavljanje utvrdi. Uključivati učenike u samostalan rad da učenici putem interneta dođu do najnovijih podataka u oblasti mikroelektronike (najpoznatiji proizvođači, najnoviji tehnološki postupak, najveća postignuta brzina, najveća postignuta gustina, upotreba novih materijala itd.). Svoja saznanja učenici treba da prezentiraju u razredu i time zajednički uče te se osposobljavaju za samostalan rad putem korištenja interneta.

F) STRUČNI PROFIL

Diplomirani inženjer elektrotehnike, VSS - VII stepen stručne spreme /II, odnosno III ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa smjer elektronika i automatika ili telekomunikacije.

NASTAVNI PREDMET PROGRAMABILNI DIGITALNI SISTEMI

Stručno zvanje:	Elektrotehničar
Izorno područje:	Elektronika i automatika
Razred:	IV
Sedmično časova:	3
Godišnje časova:	90

A) CILJ

Cilj nastave ovog predmeta je da učenike upozna sa programabilnim digitalnim sistemima.

B) ZADACI NASTAVE

- Upoznavanje sa izvedbama digitalnih sistema upravljanja. Opšti sistem digitalnog upravljanja. Sistemi za rad u realnom vremenu.
- Upoznavanje sa tipovima ulaznih jedinica, izlaznih jedinica, davača, izvršnih organa.
- Mikroracunar kao jezgro digitalnog sistema upravljanja.
- Osnova mikroracunara namijenjenih za digitalne sisteme upravljanja: mikrokontroleri, mikroprocesori, DSP.
- Pisanje programa za rad u realnom vremenu C, assembler.
- Memorije za smještanje programa u digitalnim sistemima upravljanja.
- Industrijski programabilni logički kontroler PLC.
- 8-bitni mikrokontroleri sa flash memorijom.

C) TEMATSKE CJELINE

Redni broj	Tematska oblast	Broj časova
1.	Uvod	2
2.	Digitalni sistemi upravljanja	9
3.	Elementi sistema digitalnog upravljanja	6
4.	Mikroracunar	6
5.	Programiranje sistema za rad u realnom vremenu	3
6.	Memorije	6
7.	8-bitni mikrokontroleri	30
8.	PLC	28
Ukupno časova		90

D) SADRŽAJ TEMATSKIH CJELINA**1. Uvod**

Definicija programabilnih sistema.

2. Digitalni sistemi upravljanja

- Definicija digitalnih sistema upravljanja te pregled oblasti primjene.
- Istorijski pregled digitalnih sistema upravljanja.
- Blok struktura opšteg sistema digitalnog upravljanja.

- Digitalni sistemi sa više ulaza i više izlaza.
- Pojam realnog vremena.
- Definicija sistema u realnom vremenu.

3. Elementi sistema digitalnog upravljanja.

- Jedinice za unos podataka.
- Mjerni davači.
- Izvršni organi.
- Mikroračunar.
- Memorija.
- Kontrolni paneli.

4. Mikroračunar.

Definicija mikroračunara.

Mikroračunari za rad u realnom vremenu (embedeed)

Elementi mikroračunara.

Osnova mikroračunarskih sistema: mikrokontroleri, mikroprocesori, DSP-ovi.

5. Programiranje sistema za rad u realnom vremenu.

- Pisanje programa.
- Razvojni sistemi.
- Asemblerski jezici, C.

6. Memorije

- ROM, PROM, EPROM, EEPROM, FlashROM.
- Upisivanje programa u ROM.
- Brisanje programa.

7. 8-bitni mikrokontroleri

- Definicija mikrokontrolera.
- Područje primjene mikrokontrolera.
- Model 8-bitnog RISC mikrokontrolera.
- Memorijska organizacija.
- CPU.
- Instrukcijski set.
- Asemblerski jezik.
- Rješavanje problema na nivou asemblera.
- Dijagram toka.
- Rad sa ulazima i izlazima.
- Aritmetičke operacije.
- Logičke operacije.
- Uslovna grananja.
- Vektori prekida.
- Rad u realnom vremenu.
- Problemski zadaci.

8. PLC

- Uvod u PLC kontrolere.
- Struktura PLC-a.
- Centralna procesna jedinica.

- Memorija.
- Programiranje PLC-a.
- Povezivanje PLC-a sa objektom upravljanja.
- Ulazi u PLC.
- Izlazi iz PLC-a

E) UPUTSTVO ZA REALIZACIJU

Nastava iz ovog predmeta se izvodi u učionici standardnog tipa. Kod realiziranja sadržaja koriste se kombinovane nastavne metode. Svaki novi nastavni sadržaj se uz upotrebu projektora, table i drugih nastavnih pomagala objasni i kroz ponavljanje utvrdi. Nastava je sinhronizirana s nastavom laboratorijskog rada, te se koristi kao primjer isti tip mikrokontrolera kao na laboratorijskom radu (PIC16F84A ili sličan).

F) STRUČNI PROFIL

Diplomirani inženjer elektrotehnike, VSS - VII stepen stručne spreme /II, odnosno III ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa smjer elektronika i automatika.

NASTAVNI PREDMET **TEHNIČKA SREDSTVA AUTOMATIKE**

Stručno zvanje:	Elektrotehničar
Izorno područje:	Elektronika i automatika
Razred:	IV
Sedmično časova:	3
Godišnje časova:	90

A) CILJ

Cilj nastave ovog predmeta je upoznavanje učenika sa opremom za automatizaciju (osnovni pojmovi) i zadaci koji se postavljaju pred opremu za automatizaciju.

B) ZADACI NASTAVE

- Upoznavanje sa osnovnom opremom za automatizaciju.

C) TEMATSKE CJELINE

Redni broj	Tematska oblast	Broj časova
1.	Klasificiranje opreme prema funkcionalnoj ulozi u sistemu automatizacije	10
2.	Mjerna i informaciona oprema (MIO) u sistemu automatizacije	35
3.	Izvršni organi (IO)	10
4.	Oprema za upravljanje i regulaciju složenih tehnoloških postrojenja	10
5.	PLC sistemi	25
Ukupno časova		90

D) SADRŽAJ TEMATSKIH CJELINA**1. Klasificiranje opreme prema funkcionalnoj ulozi u sistemu automatizacije**

- Oprema za dobijanje primarnih informacija iz procesa (Mjerna i informaciona oprema, senzori, detektori, analizatori itd.)
 - Oprema za obradu informacija dobivenih iz procesa (Regulatori, pretvarači, galvanski izolatori, PLC kontroleri, složeni sistemi upravljanja i regulacije kompleksnim tehnološkim postrojenjima)
 - Izvršni organi (ventili, pumpe, šiberi, klapne, motori, servo-pogoni itd.)
 - Oprema za trajnu registraciju bitnih procesnih parametara
 - Montažna oprema i prateći pribor (kablovske glave, kanalice, ranžirne konzole, zaštitni ormari, fitinzi, holenderi itd.)
- Tehno-ekonomski zahtjevi koji se postavljaju pri izboru opreme za automatizaciju (tačnost, pouzdanost, brzina odziva, unificiranost, standardiziranost, jednostavnost upotrebe, lakoća servisiranja, gabariti, trajnost, prihvatljive cijene itd.)
- ekonomski aspekti automatizacije (efikasnoat, rentabilnost, kvalitet, pouzdanost itd.)

- Ambijentni uslovi i njihov uticaj na izbor opreme (nepovoljni uticaji u procesnom okruženju: prašina, vlaga, ekstremne varijacije temperature, agresivni mediji kao što su kiseline, lužine, korozivni i abrazivni materijali i sl., elektoro magnetne smetnje i šumovi, vibracije, radioaktivna zračenja itd.)
- ambijentne prilike povišenog rizika (prostori sa trajnim ili povremenim prisustvom eksplozivnih ili lako zapaljivih materijala)
- eksplozivni ili lakozapaljivi gasovi, pare, tečnosti, praškasti materijali itd.,

2. Mjerna i informaciona oprema (MIO) u sistemu automatizacije

- Fizikalne veličine i procesi koje se najčešće pojavljuju u tehnološkim postrojenjima (pritisak, temperatura, protok, nivo, hemijski sastav, gustina, koncentracija, vlažnost, sila, moment, mehanički pomjeraji-ugaoni i linearni, brzine rotacije, struja, napon, otpornost/provodnost, magnetna indukcija, magn, fluks, jačina magn, polja itd)
- Zadaci MIO, uticaj tačnosti MIO na kvalitet tehnološkog procesa
- Statičke i dinamičke karakteristike MIO (linearnost, zona neosjetljivosti/ mrtva zona, zasićenje, histereza, brzina odziva, frekventna karakteristika itd.)
- uticaj ambijentnih prilika na tačnost MIO

Transmiteri (mjerni pretvarači) pritiska

- Metode mjerenja pritiska (force-balance, displacement-balance, piezo-rezistivne)
- Savremeni transmiteri pritiska; standardne karakteristike i opsezi
- Transmiteri apsolutnog i relativnog pritiska; problemi pri mjerenju apsolutnog pritiska
- Mjerenje diferencijalnog pritiska; problemi mjerenja malih diferencijalnih pritisaka; problem visokog statičkog pritiska)
- Transmiteri pritiska nove generacije (digitalizacija korišćenjem mikrokontrolera, SMART tehnologija, korekcije uticaja promjene temperature itd.)

Transmiteri temperature

- Metode mjerenja temperature
- Jednostavne termo-ekspanzivne metode korišćene kod termometra na bazi bimetala, živinih ili alkoholnih termometara i sl.
- Industrijska mjerenja temperature (termometri na bazi otpornih i poluprovodničkih elemeneta, termoelementi / termospojevi)
- Laboratorijska i specijalna mjerenja temperature (mjerenja zračenja u optičkom i infra crvenom spektru, radioaktivne metode)
- Najznačajniji predstavnici u industrijskim mjerenjima temperature (termo-otporna metoda na bazi: Pt 100, tungsten-a, Ni-Fe, Manganin za etalone; metode na bazi termoelemenata : kromel-konstantan, željezo-konstantan, kromel-alumel, Cu-konstantan)
- Problem kompenzacije "hladnog kraja"
- Savremeni digitalizirani transmiteri temperature sa SMART tehnologijom (podrška svim tipovima standardnih industrijskih termo senzora sa odgovarajućom linearizacijom, kompenzaciom hladnog kraja, analognim i digitalnim izlazom itd.)

Mjerenje protoka

- Značaj mjerenja protoka u svakodnevnoj praksi (protok vode, plina, goriva itd)
- Integracija protoka u vremenu (mjerenje potrošnje vode, plina, goriva itd.)
- Volumetrijski i maseni protok (uticaj viskoznosti, temperature, pritiska)

- Metode mjerenja protoka (Pito-Prantlova cijev, mjerna blenda, turbinski mjerači, magnetni mjerači protoka)
- Mjerenje protoka pomoću mjerne blende (temeljni principi, svođenje mjerenja protoka na mjerenje diferencijalnog pritiska, pojednostavljeni proračun mjerne blende, prednosti i nedostaci upotrebe mjerne blende)
- Turbinski mjerači protoka (temeljni principi, prednosti i nedostaci upotrebe TMP-a, pojednostavljeni proračun TMP-a)
- Magnetni mjerači protoka
- Mjerenje protoka sa korekcijama po pritisku i temperaturi

Mjerenje nivoa

- Jednostavne metode mjerenja nivoa (mjerna letva, vodokazno staklo itd)
- Indirektne metode mjerenja nivoa mjerejem pritiska (mjerenje nivoa u zatvorenim i otvorenim posudama)
- Ultrazvučne metode mjerenja nivoa

Analizatori

- Specifična industrijska mjerenja (pH vrijednost, provodnost elektrolitskih rastvora, nivo rastvorenog kiseonika u vodi, sadržaj CO, CO₂, SiO₂ u dimnim plinovima, parcijalni pritisci gasova u smjesi, analiza izduvnih gasova automobila, kvalitete vode, zraka itd.)
- Konstrukcija savremenih analizatora (specifične sonde, elektrode i prilagodni mjerni pribor, namjenski razvijeni računari za obradu složenih algoritama i prikaz rezultata u odgovarajućem obliku)

3. Izvršni organi (IO)

- Pojam izvršnog organa; zadatak IO u sistemu automatizacije
- Karakteristični predstavnici IO (ventili, pumpe, šiberi, klapne, zasuni, servopogoni itd)
- Ventili (osnovna konstrukcija ventila, regulacioni i stop ventili)
- Karakteristike regulacionih ventila (korjenska, linearna, ekspanziona, hiperbolička)
- Parametri za izbor ventila (konstruktivna karakteristika, nazivni otvor-NO, nazivni pritisak NP, statički pritisak, temperatura medija, agresivnost medija)
- Tipovi ventilskih pogona (električni, elektro-pneumatski, pneumatski, elektro-hidraulički)
- Zasuni (osnovna konstrukcija zasuna)
- Razlike između ventila i zasuna; prednosti zasuna
- Pumpe (uloga i zadatak pumpe, osnovni tipovi i karakteristike pumpi)
- Osnovni parametri pumpe (snaga, broj obrtaja, napon pumpe itd.)
- Konstrukcije osnovnih tipova pumpi, specifičnosti pojedinih konstrukcija
- Pravila za puštanje pumpi u pogon, preopterećenje pumpe
- Tandem rad više pumpi, naskok pumpe

4. Oprema za upravljanje i regulaciju složenih tehnoloških postrojenja

Analogni regulatori (osnovni tipovi i karakteristike)

- Jednostavni regulatori namjenjeni širokoj upotrebi u domaćinstvu (regulacija temperature pegle, bojlera, TA-peći, frižidera itd)
- Dvopoložajni i tropoložajni regulatori u industriji
- Kontinualni regulatori (P, PI, PD, PID, PIDD, adaptivni)

- koračni regulatori

Digitalni regulatori (DIR)

- Struktura digitalnog regulatora (mikrokontroleri; ulazni i izlazni sklopovi, CPU, memorijski i komunikacioni podsistem)
- Uticaj brzine i tačnosti A/D i D/A konverzije na rad DIR-a
- Ponašanje DIR-a u sistemu; prednosti upotrebe DIR-a
- Dodatne mogućnosti DIR-a; BACK UP funkcija unutar većih sistema

5. PLC sistemi

- Osnovna organizacija programabilnih logičkih kontrolera
- Arhitektura savremenih PLC sistema
- Ulazni/ izlazni moduli i njihove karakteristike (moduli sa digitalnim i analognim ulazima/ izlazima)
- Moduli specijalne namjene (moduli napajanja, brojači velikih brzina, samosigurnosni protueksplozijski zaštićeni moduli, komunikacioni moduli, itd)
- Funkcionalne mogućnosti PLC kontrolera
- Konfigurisanje PLC kontrolera, ljestvičasti dijagrami
- PLC sistem PCS 7 firme Siemens (upoznavanje i prikaz funkcionalnih mogućnosti)

E) UPUTSTVO ZA REALIZACIJU

Nastava iz ovog predmeta se izvodi u učionici standardnog tipa. Kod realiziranja sadržaja koriste se kombinovane nastavne metode. Svaki novi nastavni sadržaj se uz upotrebu projektora, table i drugih nastavnih pomagala objasni i kroz ponavljanje utvrdi. Uključivati učenike u samostalan rad da učenici putem interneta dođu do najnovijih podataka u oblasti automatizacije procesa.

F) STRUČNI PROFIL

Diplomirani inženjer elektrotehnike, VSS - VII stepen stručne spremlje /II, odnosno III ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa smjer elektronika i automatika.

NASTAVNI PREDMET	LABORATORIJSKI RAD
Stručno zvanje:	Elektrotehničar
Izorno područje:	Elektronika i automatika
Razred:	IV
Sedmično časova:	4
Godišnje časova:	120

A) CILJ

Cilj nastave ovog predmeta je da učenicima omogući praktično upoznavanje sa sklopovima koji se izučavaju u okviru stručno-teorijske nastave IV razreda. Da im omogući razumijevanje principa rada digitalnih sistema automatskog upravljanja.

B) ZADACI NASTAVE

- Praktično upoznavanje sa dinamičkim karakteristikama elemenata sistema automatskog upravljanja: pojačavači, kompenzatori, filtri, regulatori itd.
- Digitalni sistemi upravljanja.
- A/D konvertori, D/A konvertori.
- Mikrokontroleri.
- Razvojni sistemi.
- Rad sa praktičnim problemima.

C) TEMATSKE CJELINE

Redni broj	Tematska oblast	Broj časova
1.	Uvod	2
2.	Dinamičke karakteristike elemenata sistema AU	30
3.	Elementi digitalnih sistema upravljanja.	28
4.	Mikrokontroleri.	40
5.	Primjeri rješavanja složenih problema upravljanja.	20
Ukupno časova		120

D) SADRŽAJ TEMATSKIH CJELINA

Uvod

Pravila rada u laboratoriju, Mjere zaštite na radu, Upoznavanje sa opremom u laboratoriji.

2. Dinamičke karakteristike elemenata sistema automatskog upravljanja

- Mjerenja osciloskopom, period, faza, amplituda (LC član, sinusni ulaz)
- Snimanje A-f karakteristike LC člana: NF filter, VF filter
- Prelazni proces na LC članu: Diferencijator, Vremenska konstanta $\tau=R/L$
- Prelazni proces na LC članu: Integrator
- Energija induktiviteta.
- Serijska veza kompenzatora
- Paralelna veza kompenzatora.
- Paralelno serijska veza kompenzatora.
- OP 741, dinamičke karakteristike.

- P-regulator.
- I-regulator.
- D-regulator.
- PI-regulator.
- PD-regulator.
- PID regulator.

2. Elementi digitalnih sistema upravljanja.

- Koderi.
- Dekoderi.
- Registri.
- Brojači.
- 7-segmentni displej.
- RAM.
- EPROM.
- Step motor.
- Optokapler.
- Enkoder.
- A/D konvertor.
- D/A konvertor sa OP741.
- D/A konvertor sa R-2R otpornom mrežom.

3. Mikrokontroleri.

- Razvojni sistem.
- Pisanje programa.
- Debagiranje programa.
- Upisivanje programa u flash memoriju kontrolera.
- Rad sa U/I vratima.
- Binarni brojač.
- Tajmer.
- Rad sa 7-segmentnim displejom.
- Komparator.
- Vektori prekida.
- Generator pilastog napona sa mikrokontrolerom.
- Generisanje zvučnih sekvenci sa mikrokontrolerom.
- Alarmni sistem.
- Optokaprerski ulaz.

4. Primjeri rješavanja složenih problema upravljanja.

- Termoregulator sa mikrokontrolerom.
- Regulator nivoa sa mikrokontrolerom.
- Upravljanje automobilom igračkom sa mikrokontrolerom.
- Problemi dvodimenzionalnog kretanja .
- Problemi senzora na dodir.
- RS 232 komunikacija mikrokontrolera sa PC-jem.

E) UPUTSTVO ZA REALIZACIJU

Nastava iz ovog predmeta se izvodi u dva tipa laboratorija. Jedna je elektronička i opremljena je sa sa slijedećim instrumentarijem i priborom (5-8 radnih mjesta):

- 1.Naponski izvor 0-20V.
- 2.Matador za spajanje

3. Analogni unimjer
4. Digitalni unimjer
5. Generator funkcija 2MHz
6. Dvokanalni katodni osciloskop 30MHz
7. Priključak na 220 V
8. Potrebnim komponentama i materijalom prema potrebama vježbi.

Druga laboratorija je standardna računarska sa instalisanim razvojnim softverom za rad sa mikrokontrolerima (MPLAB) te projektorom ili grafoskopom. Ukoliko za određene vježbe ne postoje uslovi u školi (nedostatak opreme, softvera ili komponenti) preporučuje se izvođenje vježbi sa istom ili sličnom tematikom u okviru trenutnih mogućnosti škole.

Učenici o svom radu prave izještaj. Sve vježbe se izvode u okviru dva školska sata. Svaka vježba treba da je jasno pripremljena sa jasno definiranim ciljem i metodom rada. Razred se dijeli u dvije ili tri grupe tako da po jednom radnom mjestu ne bude više od dva učenika.

F) STRUČNI PROFIL

Diplomirani inženjer elektrotehnike, VSS - VII stepen stručne spreme /I, II, odnosno III ciklus bolonjskog visokoobrazovnog procesa smjer elektronika i automatika ili telekomunikacije, inženjer elektrotehnike smjer elektronika i automatika ili telekomunikacije, ili elektroničar majstor odgovarajućeg zanimanja elektrostruke, V stepen stručne spreme sa najmanje pet godina radnog iskustva u struci.