



MINISTARSTVA PROSVJETE I ŠPORTA REPUBLIKE HRVATSKE  
POSEBNO IZDANJE, BROJ 3, ZAGREB, KOLOVOZ 1996.

# NASTAVNI PLANOV I OKVIRNI PROGRAMI ZA PODRUČJE ELEKTROTEHNIKE (B)

## 04.1. ELEKTROTEHNIKA (B)

041103 Elektromonter  
041203 Elektromehaničar  
041303 Telekomunikacijski monter  
041403 Elektroničar

Zagreb, 1996.

# SADRŽAJ

|                                                                              | Stranica |
|------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1. ZADAĆE OBRAZOVANJA ZA INDUSTRIJSKA ZANIMANJA<br>U PODRUČJU ELEKTROTEHNIKE | 5        |
| 2. NASTAVNI PLAN                                                             | 6        |
| Elektromonter                                                                | 6        |
| Elektromehaničar                                                             | 7        |
| Telekomunikacijski monter                                                    | 8        |
| Elektroničar                                                                 | 9        |
| 3. OKVIRNI NASTAVNI PROGRAMI                                                 | 11       |
| Računalstvo (1)                                                              | 11       |
| Tehničko crtanje i dokumentiranje (2)                                        | 13       |
| Osnove elektrotehnike (3)                                                    | 15       |
| Elektrotehnički materijali i komponente (4)                                  | 19       |
| Mjerenja u elektrotehnici (5)                                                | 21       |
| Praktična nastava (6)                                                        | 24       |
| Strojarstvo (7)                                                              | 27       |
| Električni strojevi i aparati (8)                                            | 28       |
| Elektroenergetika (9)                                                        | 31       |
| Elektronički sklopovi (10)                                                   | 32       |
| Energetska elektronika (11)                                                  | 35       |
| Električne instalacije (12)                                                  | 37       |
| Praktična nastava (13)                                                       | 39       |
| Praktična nastava (14)                                                       | 41       |
| Konstrukcija i ispitivanje električnih proizvoda (15)                        | 43       |
| Praktična nastava (16)                                                       | 44       |
| Tehnika telekomunikacija (17)                                                | 46       |
| Terminali u telekomunikacijama (18)                                          | 47       |
| Telekomunikacijski vodovi (19)                                               | 48       |
| Telekomunikacijske instalacije (20)                                          | 50       |
| Praktična nastava (21)                                                       | 51       |
| Praktična nastava (22)                                                       | 53       |
| Finomehanička tehnika (23)                                                   | 56       |
| Elektronički sklopovi (24)                                                   | 57       |
| Električni strojevi i uređaji (25)                                           | 61       |
| Digitalna elektronika (26)                                                   | 63       |
| Elektronička instrumentacija (27)                                            | 66       |
| Elektronička računala (28)                                                   | 68       |
| Praktična nastava (29)                                                       | 69       |
| Praktična nastava (30)                                                       | 72       |
| Osnove radio i televizijske tehnike (I-1)                                    | 74       |
| Modeliranje električnih i elektroničkih sklopova računalom (I-2)             | 76       |
| Analogni i digitalni sklopovi (I-3)                                          | 78       |
| VF sklopovi i sustavi (I-4)                                                  | 80       |
| Televizija (I-5)                                                             | 81       |
| Radioprijamnici (I-6)                                                        | 83       |

|                                                                                                                                              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Automatsko vođenje procesa (I-7)                                                                                                             | 84      |
| Elektrane (I-8)                                                                                                                              | 86      |
| Električne mreže (I-9)                                                                                                                       | 87      |
| Rasklopna postrojenja (I-10)                                                                                                                 | 89      |
| Automatizacija u elektroenergetskim postrojenjima (I-11)                                                                                     | 90      |
| Elektromotorni pogoni (I-12)                                                                                                                 | 92      |
| Rashladna i termička tehnika (I-13)                                                                                                          | 93      |
| Autoelektrika (I-14)                                                                                                                         | 94      |
| Brodsko elektrotehnika (I-15)                                                                                                                | 96      |
| Električna dizala i dizalice (I-16)                                                                                                          | 97      |
| Telekomunikacijski sustavi (I-17)                                                                                                            | 98      |
| Projektiranje tiskanih vodova računalom (I-18)                                                                                               | 100     |
| Stručna praksa                                                                                                                               | 102     |
| <br>4. NAPOMENE                                                                                                                              | <br>103 |
| <br>5. PRILOG                                                                                                                                | <br>104 |
| Naputak o primjeni Pravilnika o načinu praćenja i ocjenjivanja učenika<br>u osnovnoj i srednjoj školi u elektrotehničkom obrazovnom području | 104     |
| Završni ispit                                                                                                                                | 106     |

# **1. ZADAĆE OBRAZOVANJA ZA INDUSTRIJSKA ZANIMANJA U PODRUČJU ELEKTROTEHNIKE**

## **ELEKTROMONTER**

Ovaj obrazovni program ima za cilj osposobiti učenike za obavljanje poslova u proizvodnji, prijenosu i distribuciji električne energije:

- montiranje i rekonstrukcija elektroenergetskih postrojenja, električnih mreža i elektroinstalacija (povezivanje elemenata mreže prema shemama izgradnje, postavljanje strojeva, transformatora, mjerno-regulacijskih uređaja, nadzemnih i kabelskih naponskih vodova, visokonaponskih i niskonaponskih razvodnih postrojenja i električkih upravljačkih ormara, opremanje objekata javne rasvjete)
- održavanje instalacija električne mreže
- priključivanje i nadzor potrošača električne energije (javna rasvjeta, grijanje, klimatizacija, radni strojevi) crtanje elektrotehničkih shema i nacрта.

## **ELEKTROMECHANIKAR**

Ovaj obrazovni program ima za cilj osposobiti učenike za obavljanje poslova u proizvodnji i održavanju električnih strojeva i uređaja:

- izrada elektrotehničkih crteža i shema,
- izrada i sastavljanje elektromehaničkih sklopova strojeva i uređaja,
- sastavljanje niskonaponskih razvodnih uređaja i eksplozijski sigurnosne opreme,
- završna kontrola proizvoda,
- pronalaženje i otklanjanje grešaka na serijskim proizvodima,
- sastavljanje podsustava i sustava električnih mjernih instrumenata (instrumenti s kazaljkom, električna brojila, releji, uklopnici, upravljačko-signalni sustavi), baždarenje instrumenata u serijskoj proizvodnji.

## **TELEKOMUNIKACIJSKI MONTER**

Ovaj obrazovni program ima za cilj osposobiti učenike za obavljanje poslova u proizvodnji održavanju i eksploataciji telekomunikacijskih vodova i opreme:

- montiranje i održavanje elektromehaničkih komunikacijskih sistema, montiranje i održavanje krajnjih uređaja i pozivnih signalnih uređaja (montiranje i održavanje kućne pretplatničke tehnike),
- postavljanje zračnih telekomunikacijskih vodova, postavljanje kablovskih telekomunikacijskih vodova, montiranje telekomunikacijske opreme u mreži, montiranje i održavanje antenskih uređaja, provjeravanje stanja pretplatničkih vodova, posluživanje razdjelnika centrale.

## **ELEKTRONIČAR**

Ovaj obrazovni program ima za cilj osposobiti učenike za obavljanje poslova u proizvodnji elektroničkih elemenata, sklopova i uređaja:

- izrada elektroničkih sklopova (priprema sastavnih elemenata, spajanje elemenata, automatsko provjeravanje funkcionalnosti sklopova),
- spajanje i namatanje žičanih snopova,
- izrada tiskanih ploča, ispitivanje i popravak jednostavnijih tiskanih ploča,
- izrada i ispitivanje silicijskih pločica,
- montiranje složenih elektroničkih uređaja,
- kontrola proizvoda prema uputstvima i propisima.

## 2. NASTAVNI PLAN

Nastavni planovi svih obrazovnih programa sastavljeni su tako da pored obveznih općeobrazovnih, zajedničkih stručnih i posebnih stručnih sadržaja zanimanja sadrže i izborni dio koji utvrđuje škola prema zahtjevima koji se iskazuju u pojedinim područjima gospodarstva ili interesima učenika.

Predmeti izbornog programa mogu biti postojeći predmeti iz obveznog stručnog dijela programa s proširenim opsegom sadržaja i povećanim vremenom za izvođenje nastave ili posebni predmeti. Posebni predmeti izabiru se iz okvirnog nastavnog programa (predmeti s oznakama od I-1 do I-18) u skladu sa zanimanjem za koje se učenik obrazuje. Predmete izbornog programa može, u skladu s ciljevima i zadaćama obrazovanja za pojedina zanimanja, samostalno predložiti i programirati škola. U tom slučaju škola je obvezna zatražiti od Ministarstva prosvjete i športa suglasnost za izvođenje nastave prema predloženom programu.

### ELEKTROMONTER

| Red. broj | NASTAVNI PREDMET                        | Tjedni broj sati |           |           | Oznaka predmeta |
|-----------|-----------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------------|
|           |                                         | 1. razred        | 2. razred | 3. razred |                 |
| 1.        | Hrvatski jezik                          | 3                | 3         | 3         |                 |
| 2.        | Strani jezik                            | 2                | 2         | 2         |                 |
| 3.        | Povijest                                | 2                | –         | –         |                 |
| 4.        | Vjeronauk / Etika                       | 1                | 1         | 1         |                 |
| 5.        | Tjelesna i zdravstvena kultura          | 2                | 2         | 2         |                 |
| 6.        | Politika i gospodarstvo                 | –                | 2         | –         |                 |
| 7.        | Matematika                              | 2                | 2         | 2         |                 |
| 8.        | Računalstvo*                            | 2                | –         | –         | 1               |
| 9.        | Tehničko crtanje i dokumentiranje       | 2                | –         | –         | 2               |
| 10.       | Osnove elektrotehnike*                  | 5                | –         | –         | 3               |
| 11.       | Elektrotehnički materijali i komponente | 2                | –         | –         | 4               |
| 12.       | Mjerenja u elektrotehnici*              | –                | 3         | –         | 5               |
| 13.       | Strojarstvo                             | 2                | –         | –         | 7               |
| 14.       | Električni strojevi i aparati*          | –                | 4         | –         | 8               |
| 15.       | Elektroenergetika                       | –                | 3         | –         | 9               |
| 16.       | Elektronički sklopovi*                  | –                | 2         | –         | 10              |
| 17.       | Energetska elektronika*                 | –                | –         | 2         | 11              |
| 18.       | Električne instalacije                  | –                | –         | 2         | 12              |
| 19.       | Praktična nastava                       | 7                | 7         | 16        | 6, 13, 14       |
|           | Izborni program (elektroenergetika)**   | –                | –         | 4         |                 |
|           | UKUPNO                                  | 32               | 31        | 34        |                 |
|           | Stručna praksa                          | –                | 80–120    | do 35***  |                 |

\* Predmeti s obveznim laboratorijskim vježbama

\*\* Predmeti izbornog programa:

- modeliranje električnih i elektroničkih sklopova računalom, elektrane, električne mreže, rasklopna postrojenja, automatizacija u elektroenergetskim postrojenjima, autoelektrika, brodska elektrotehnika
- strukovni sadržaji na prijedlog škole

\*\*\* U funkciji završnog rada

# ELEKTROMECHANIKAR

| Red. broj | NASTAVNI PREDMET                                  | Tjedni broj sati |           |           | Oznaka predmeta |
|-----------|---------------------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------------|
|           |                                                   | 1. razred        | 2. razred | 3. razred |                 |
| 1.        | Hrvatski jezik                                    | 3                | 3         | 3         |                 |
| 2.        | Strani jezik                                      | 2                | 2         | 2         |                 |
| 3.        | Povijest                                          | 2                | –         | –         |                 |
| 4.        | Vjeronauk / Etika                                 | 1                | 1         | 1         |                 |
| 5.        | Tjelesna i zdravstvena kultura                    | 2                | 2         | 2         |                 |
| 6.        | Politika i gospodarstvo                           | –                | 2         | –         |                 |
| 7.        | Matematika                                        | 2                | 2         | 2         |                 |
| 8.        | Računalstvo*                                      | 2                | –         | –         | 1               |
| 9.        | Tehničko crtanje i dokumentiranje                 | 2                | –         | –         | 2               |
| 10.       | Osnove elektrotehnike*                            | 5                | –         | –         | 3               |
| 11.       | Elektrotehnički materijali i komponente           | 2                | –         | –         | 4               |
| 12.       | Mjerenja u elektrotehnici*                        | –                | 3         | –         | 5               |
| 13.       | Strojarstvo                                       | 2                | –         | –         | 7               |
| 14.       | Električni strojevi i aparati*                    | –                | 4         | –         | 8               |
| 15.       | Elektroenergetika                                 | –                | 3         | –         | 9               |
| 16.       | Elektronički sklopovi*                            | –                | 2         | –         | 10              |
| 17.       | Energetska elektronika*                           | –                | –         | 2         | 11              |
| 18.       | Konstrukcija i ispitivanje električnih proizvoda* | –                | –         | 2         | 15              |
| 19.       | Praktična nastava                                 | 7                | 7         | 16        | 6, 13, 16       |
|           | Izborni program (elektrostrojarstvo)**            | –                | –         | 4         |                 |
|           | UKUPNO                                            | 32               | 31        | 34        |                 |
|           | Stručna praksa                                    | –                | 80–120    | do 35***  |                 |

\* Predmeti s obveznim laboratorijskim vježbama

\*\* Predmeti izbornog programa

- modeliranje električnih i elektroničkih sklopova računalom, automatsko vođenje procesa, elektromotorni pogoni, rashladna i termička tehnika, autoelektrika, brodska elektrotehnika,
- strukovni sadržaji na prijedlog škole

\*\*\* U funkciji završnog rada

## TELEKOMUNIKACIJSKI MONTER

| Red. broj | NASTAVNI PREDMET                        | Tjedni broj sati |           |           | Oznaka predmeta |
|-----------|-----------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------------|
|           |                                         | 1. razred        | 2. razred | 3. razred |                 |
| 1.        | Hrvatski jezik                          | 3                | 3         | 3         |                 |
| 2.        | Strani jezik                            | 2                | 2         | 2         |                 |
| 3.        | Povijest                                | 2                | –         | –         |                 |
| 4.        | Vjeronauk / Etika                       | 1                | 1         | 1         |                 |
| 5.        | Tjelesna i zdravstvena kultura          | 2                | 2         | 2         |                 |
| 6.        | Politika i gospodarstvo                 | –                | 2         | –         |                 |
| 7.        | Matematika                              | 2                | 2         | 2         |                 |
| 8.        | Računalstvo*                            | 2                | –         | –         | 1               |
| 9.        | Tehničko crtanje i dokumentiranje       | 2                | –         | –         | 2               |
| 10.       | Osnove elektrotehnike*                  | 5                | –         | –         | 3               |
| 11.       | Elektrotehnički materijali i komponente | 2                | –         | –         | 4               |
| 12.       | Mjerenja u elektrotehnici*              | –                | 3         | –         | 5               |
| 13.       | Tehnika telekomunikacija                | 2                | –         | –         | 17              |
| 14.       | Elektronički sklopovi*                  | –                | 2         | –         | 10              |
| 15.       | Terminali u telekomunikacijama          | –                | 2         | –         | 18              |
| 16.       | Telekomunikacijski vodovi               | –                | 3         | 2         | 19              |
| 17.       | Telekomunikacijske instalacije          | –                | –         | 2         | 20              |
| 18.       | Praktična nastava                       | 7                | 7         | 16        | 6, 21, 22       |
|           | Izborni program (telekomunikacije)**    | –                | 2         | 4         |                 |
|           | UKUPNO                                  | 32               | 31        | 34        |                 |
|           | Stručna praksa                          | –                | 80–120    | do 35***  |                 |

\* Predmeti s obveznim laboratorijskim vježbama

\*\* Predmeti izbornog programa

a) elektronički sklopovi, praktična nastava

b) digitalna elektronika, analogni i digitalni sklopovi, telekomunikacijski sustavi

c) strukovni sadržaji na prijedlog škole

\*\*\* U funkciji završnog rada

## ELEKTRONIČAR

| Red. broj | NASTAVNI PREDMET                        | Tjedni broj sati |           |           | Oznaka predmeta |
|-----------|-----------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-----------------|
|           |                                         | 1. razred        | 2. razred | 3. razred |                 |
| 1.        | Hrvatski jezik                          | 3                | 3         | 3         |                 |
| 2.        | Strani jezik                            | 2                | 2         | 2         |                 |
| 3.        | Povijest                                | 2                | –         | –         |                 |
| 4.        | Vjeronauk / Etika                       | 1                | 1         | 1         |                 |
| 5.        | Tjelesna i zdravstvena kultura          | 2                | 2         | 2         |                 |
| 6.        | Politika i gospodarstvo                 | –                | 2         | –         |                 |
| 7.        | Matematika                              | 2                | 2         | 2         |                 |
| 8.        | Računalstvo*                            | 2                | –         | –         | 1               |
| 9.        | Tehničko crtanje i dokumentiranje       | 2                | –         | –         | 2               |
| 10.       | Osnove elektrotehnike*                  | 5                | –         | –         | 3               |
| 11.       | Elektrotehnički materijali i komponente | 2                | –         | –         | 4               |
| 12.       | Mjerenja u elektrotehnici*              | –                | 3         | –         | 5               |
| 13.       | Finomehanička tehnika                   | 2                | –         | –         | 23              |
| 14.       | Elektronički sklopovi*                  | –                | 4         | –         | 24              |
| 15.       | Električni strojevi i uređaji*          | –                | 2         | –         | 25              |
| 16.       | Digitalna elektronika*                  | –                | 2         | –         | 26              |
| 17.       | Elektronička instrumentacija            | –                | –         | 2         | 27              |
| 18.       | Elektronička računala                   | –                | –         | 2         | 28              |
| 19.       | Praktična nastava                       | 7                | 7         | 16        | 6, 29, 30       |
|           | Izborni program (elektronika)**         | –                | 2         | 4         |                 |
|           | UKUPNO                                  | 32               | 32        | 34        |                 |
|           | Stručna praksa                          | –                | 80–120    | do 35***  |                 |

\* Predmeti s obveznim laboratorijskim vježbama

\*\* Predmeti izbornog programa

- elektronički sklopovi, električni strojevi i uređaji, digitalna elektronika, elektronička instrumentacija, elektronička računala, praktična nastava
- modeliranje električnih i elektroničkih sklopova računalom, analogni i digitalni sklopovi, automatsko vođenje procesa, uređaji za napajanje, elektroakustika, televizija, radioprijemnici
- strukovni sadržaji na prijedlog škole

\*\*\* U funkciji završnog rada



### 3. OKVIRNI NASTAVNI PROGRAMI

#### RAČUNALSTVO (1)

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**  
**elektroničar**  
**telekomunikacijski monter**

|                  |    |  |  |  |
|------------------|----|--|--|--|
| Razred           | 1. |  |  |  |
| Broj sati tjedno | 2  |  |  |  |

#### Ciljevi i zadaće

Program predmeta RAČUNALSTVO za škole za industrijska zanimanja u elektrotehničkom području izrađen je tako da učenika osposobi za uporabu računala. Težište programa stavljeno je na upoznavanje mogućnosti računala i njegovu efikasnu uporabu s pomoću aplikacijskih programa.

Cilj obrazovanja iz područja računalstva jest stjecanje osnovnih znanja i vještina uporabe računala do razine rješavanja jednostavnih problema u raznim problemskim situacijama uz uporabu aplikacijskih programa.

Nastavom računalstva treba osposobiti učenika za:

- priključivanje, spajanje i puštanje u rad osnovne konfiguracije osobnog računala
- samostalno služenje različitim izvorima informacija u školi i izvan nje, uporabom računala
- samostalno služenje računalom pri pisanju različitih tekstova in njihovoj obradi
- samostalno služenje računalom pri uporabi raznih baza podataka.
- služenje računalom u rješavanju grafičkih zadataka
- služenje računalom u rješavanju numeričkih zadataka.

Znanje stečeno u ovom predmetu učenici će primjenjivati pri rješavanju praktičnih zadataka u okviru drugih predmeta, naročito u predmetima struke. Primjene trebaju odgovarati stupnju stečenog znanja tijekom školovanja.

#### Sadržaj

##### 1. Osnovni rad s računalom

Osnove arhitekture računala.  
Fizičko povezivanje dijelova računala.  
Uključivanje i isključivanje računala.  
Rad s tipkovnicom.  
Rad s disketama.  
Uloga operacijskog sustava.  
Organizacija strukture datoteka u operacijskom sustavu.  
Osnovne naredbe operacijskog sustava.

##### 2. Rad s računalom pod WINDOWS okruženjem

Pokretanje i ustrojstvo Windowsa  
Upravljanje radnom površinom s pomoću miša i tipkovnice.  
Prozor Program Manager i njegovi izbornici  
Uporaba izbornika, izbornik File Manager  
Rad s grupama.

##### 3. Obrada teksta

Prikaz odabranog programa za obradu  
Priprema, obrada i umnažanje tekstova.  
Uporaba raspoloživog programa za obradu tekstova.

##### 4. Baze podataka

Pojam i uporaba baze podataka.  
Osnovna struktura baze podataka.  
Prikaz odabranog programa za rad s bazama podataka.  
Uporaba raspoloživog programa za kreiranje i obradu baza podataka.

## 5. Tablični proračuni

Tablični proračuni.

Prikaz programa za obradu tablica

Uporaba programa za pripremu i obradu tablica.

## 6. Grafičke mogućnosti računala.

Prikaz odabranog programa za rad grafikom.

Uporaba grafičke prezentacije podataka u raznim područjima.

Dodavanje grafike u tekst.

## 7. Numeričke mogućnosti računala

Prikaz odabranog programa za numeričke primjene računala

Uporaba aplikacijskih programa za rješavanje numeričkih zadataka iz područja struke.

## Objašnjenje

Optimalno je izvoditi cjelokupnu nastavu ovog predmeta uključivši i individualni praktični rad učenika (vježbe) u specijaliziranoj učionici za računalstvo. Učionica mora biti tako opremljena da omogućava samostalan rad jednog učenika na računalu. Ukoliko prostor i oprema ne dozvoljavaju takav način rada, moguće je dio nastave izvoditi u učionici u kojoj je potrebnom opremom opremljeno radno mjesto nastavnika, a dio nastave u specijaliziranoj učionici u kojoj su opremljena sva radna mjesta učenika. U tom slučaju izvedbenim programom za realizaciju nastave računalstva treba, od 2 sata tjedne nastave, predvidjeti najmanje 1 sat za samostalan rad učenika na računalu u svakoj godini. Vježbe treba izvoditi optimalno u 3, najmanje 2 skupine (pola odjeljenja s najviše 16 učenika) tako da na računalu radi učenik pojedinačno. Vrijeme izvođenja vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine.

Od učenika treba zahtijevati temeljitu pripremu pri rješavanju zadaće kako bi se vrijeme raspoloživo za neposredan rad s računalom koristilo efikasno i ekonomično.

Provjera znanja obavlja se računalom (rješavanjem jednostavnijih konkretnih problema koji zahtijevaju upotrebu standardnih programskih paketa u prvom razredu, a u drugom razredu i samostalno rješavanje zadataka uporabom višeg programskog jezika).

## Materijalni uvjeti

Za ostvarivanje zadataka predmeta RAČUNALSTVO potrebno je osigurati:

- specijaliziranu učionicu s računalima
- kabinet za nastavnika.

Specijalizirana učionica za nastavu računalstva, potrebna je da bi se u njoj izvodila cjelokupna nastava i individualni praktični rad učenika. Učionica mora sadržavati po jedno radno mjesto za svakog učenika. Preporučuje se najmanje 3m<sup>2</sup> površine po učeničkom radnom mjestu. Oprema radnog mjesta uključuje:

- računalo prema specifikacijama Povjerenstva za kompjuterizaciju osnovnih i srednjih škola Republike Hrvatske s disketnom jedinicom. Na disku moraju biti pohranjeni standardni programski paketi potrebni za nastavu. Računalo mora imati miša, serijski i paralelni priključak za periferijske jedinice.
- posebni stol za računalo, s posebnim "pretincem" za računalo i prostorom za priručnu dokumentaciju. Na stolu moraju stajati samo monitor i tastatura. Pored toga, na stolu treba biti dovoljno prostora za pisanje i odlaganje disketa. Stol mora sadržavati potrebnu električnu instalaciju.
- anatomske oblikovano sjedalo za učenika.

Radno mjesto nastavnika u učionici treba biti opremljeno računalom i projektorom slike s monitora na platno. Prilikom uporabe projektora, nastavnik mora imati mogućnost zamračenja prostorije.

Sva računala u učionici, po mogućnosti, trebaju biti povezana u mrežu. Ako su računala povezana u mrežu, učionicu je potrebno opremiti s barem 2 printera. U protivnom, oprema treba sadržavati po jedan printer na 4 radna mjesta. Učionica treba biti opremljena jednim laserskim printerom i, po mogućnosti jednim scannerom.

Učionica mora imati kompletnu električnu instalaciju s posebnom zaštitnom sklopkom. Osvjetljenje u učionici mora biti izvedeno tako da se ne reflektira od monitora. U učionici mora biti ploča.

Kabinet za nastavnika računalstva je posebna prostorija, povezana s učionicom za računalstvo. U kabinetu mora biti posebno računalo za pripremu nastave i vođenje nastavne dokumentacije. Kabinet mora sadržavati poseban ormar za čuvanje disketa i kompletne dokumentacije za računala i programsku podršku. Nastavna sredstva za izvođenje nastave računalstva obuhvaćaju i licencirane sistemske i programske pakete.

## Kadrovski uvjeti

Nastavu računalstva mogu izvoditi:

- diplomirani inženjer računarstva,
- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- profesor matematike i informatike,
- profesor informatike,
- diplomirani informatičar,
- diplomirani inženjer matematike, smjer informatika,
- diplomirani ekonomist smjera informatika i kibernetika,
- profesor elektrotehnike
- profesor PTO uz uvjet da je prethodno stekao srednju stručnu spremu u elektrotehničkoj ili strojarskoj struci.

## Literatura koja se preporučuje

- B. Ranilović, DOS za početnike, Marketing Zagrebačke banke, Zagreb, 1992.
- D. Boras - Z. Dovedan, Informatika I, udžbenik za prvi razred srednjih škola, Školska knjiga, Zagreb, 1993.
- J. Kraynak, Vodič kroz osobna računala, Znak, Zagreb, 1994.
- P. Aitken, Vodič kroz Word 6.0 for Windows, Znak, Zagreb, 1994.
- C. Townsend, Vodič kroz Access 2.0, Znak, Zagreb, 1994.
- J. Kraynak, S. Kinkoph, Vodič kroz Power Point 4.0, Znak, Zagreb, 1994.
- J. Fulton, Vodič kroz MS-DOS 6.2, Znak, Zagreb, 1994.
- K. Barnes, Vodič kroz Windows 3.11 for Workgroups, Znak, Zagreb, 1994.
- K. Raič, Uvod u rad računalom i operacijskim sustavom DOS, Pentium, Vinkovci, 1995.
- M. Gugić-Raič, Windows 3.1, Pentium, Vinkovci, 1995.
- M. Gugić-Raič, Word for Windows 6.0, Pentimu, Vinkovci, 1995.
- K. Raič, Excel for Windows 5.0, Pentium, Vinkovci, 1995.

## TEHNIČKO CRTANJE I DOKUMENTIRANJE (2)

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**  
**elektroničar**  
**telekomunikacijski monter.**

|                  |    |  |  |  |
|------------------|----|--|--|--|
| Razred           | 1. |  |  |  |
| Broj sati tjedno | 2  |  |  |  |

## Ciljevi i zadaće

Nastava ovog predmeta treba omogućiti učenicima usvajanje znanja grafičkog prikazivanja komponenata, sklopova, instalacija, strojeva i ostalih dijelova uređaja i postrojenja kao nužne podloge za rad na izradi i montaži uređaja i postrojenja. Iz toga proizlazi da će učenici nastavom ovog predmeta:

- upoznati vrste tehničkih crteža i standarde za tehničko crtanje
- usvojiti postupke za konstrukciju i crtanje krivulja
- razviti sposobnost grafičkog prikazivanja predmeta (pravokutno projiciranje na ravninama i prostorno prikazivanje)
- upoznati vrste i namjenu tehničko-tehnološke dokumentacije.

## Sadržaj

### 1. Uvod u tehničko crtanje

Vrste tehničkih crteža.

Standardi za tehničko crtanje. Formati.

Tehničko pismo.

2. **Osnove nacrtne geometrije**  
 Temeljni pojmovi iz nacrtne geometrije (kvadranti, koordinate, ravnine).  
 Projiciranje na jednu, dvije i tri ravnine.  
 Konstrukcija i crtanje krivulja (kružnica, hiperbola, parabola, spirala, sinusoida).
3. **Pravokutno projiciranje**  
 Projiciranje lika i tijela na jednu, dvije i tri ravnine.  
 Metode određivanja projekcije točaka predmeta u nacrtu, tlocrtu i bokocrtu.  
 Temeljna načela pri snimanju i skiciranju predmeta.
4. **Prostorno prikazivanje**  
 Pojmovi o perspektivi, vrste projekcija.  
 Vrste i primjena projekcija za prostorno prikazivanje.
6. **Kotiranje**  
 Elementi kote. Pravila i znakovi za kotiranje.  
 Potpuno kotiranje. Skraćeno kotiranje. Zahtjevi za smještaj kota.
7. **Simboli**  
 Svrha primjene simbola u tehničkoj dokumentaciji. Vrste simbola.  
 Standardizirani simboli u elektrotehnici.  
 Tehnički crteži i sheme u elektrotehnici (montažna i funkcionalna shema).
8. **Ostala dokumentacija**  
 Dokumentacija za preuzimanje, otpremu i popravak.  
 Tehnološka dokumentacija (radni nalog, operacijski list).  
 Kolanje dokumenta u poduzeću. Arhiviranje i čuvanje dokumentacije.

### **Objašnjenje**

Pri izradi izvedbenog programa treba predvidjeti određeno vrijeme (približno 30% od ukupnog vremena) za vježbe učenika. Nakon obrade nekoliko cjelina učenicima treba zadati opsežniji zadatak u obliku "programa", za svako polugodište po jedan. U drugom polugodištu njegova izrada treba biti povezana s primjenom aplikacijskih računalskih programa za tehničko crtanje.

Rasporedom sati treba predvidjeti nastavu tehničkog crtanja u bloku od 2 sata.

Pri ispitivanju znanja učenika prednost treba imati pismeni. Konačnu ocjenu čine ocjene dobivene ispitivanjem i ocjenom programskih zadataka.

### **Materijalni uvjeti**

Za nastavu tehničkog crtanja potrebna je oprema:

- didaktički plakati s projekcijama, presjecima i prodorima, standardima za tehničko crtanje i simbolima, zbirka modela za crtanje, zbirka osnovnih elemenata strojeva, zbirka svih vrsta elektrotehničkih shema i crteža, zbirka primjera tehničko-tehnološke dokumentacije, grafolije s prikazima vrsta shema i crteža u elektrotehnici, standarda i propisa)
- grafoskop
- računalo s LCD projektorom.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- diplomirani inženjer strojarstva,
- diplomirani inženjer brodogradnje,
- profesor elektrotehnike,
- profesor strojarstva,
- profesor PTO uz uvjet da je prethodno stekao srednju stručnu spremu u elektrotehničkoj ili strojarskoj struci.

### **Literatura koja se preporučuje**

- Ć. Koludrović, Tehničko crtanje u slici s kompjuterskim aplikacijama, Birotehnika, Zagreb, 1994.  
 Hercigonja, Tehničko crtanje, Školska knjiga, Zagreb.

## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE (3)

Zanimanja: elektromonter  
elektromehaničar  
elektroničar  
telekomunikacijski monter.

|                  |    |  |  |  |
|------------------|----|--|--|--|
| Razred           | 1. |  |  |  |
| Broj sati tjedno | 5  |  |  |  |

### Ciljevi i zadaće

Osnove elektrotehnike su temeljni predmet u obrazovanju za zanimanja u elektrotehničkom radnom području čiji je osnovni cilj stvoriti kod učenika čvrstu podlogu za svladavanje stručnih sadržaja tijekom nastavka obrazovanja u drugoj i trećoj godini tako da učenici temeljito upoznaju električne pojave i njihove zakonitosti. To podrazumijeva da će učenici biti sposobni:

- opisati pojmove o osnovnim električnim veličinama, njihovim jedinicama i instrumentima (električni naboj, napon, struja i otpor), mjeriti napon, struju i otpor, opisati utjecaj temperature na električni otpor
- izložiti opasnosti od električne struje i primijeniti mjere za rad na siguran način
- izračunati pomoću Ohmovog i Kirchhoffovih zakona otpor, napon ili struju uz zadane preostale dvije veličine u strujnim krugovima sa serijskim, paralelnim i mješovitim spojem otpora, grafički predložiti ovisnost struje o naponu, izračunati električni rad i snagu u strujnim krugovima s jednim i više otpora, opisati praktičnu primjenu serijskog i paralelnog spoja otpora i utjecaj na izvor napona te utjecaj unutarnjeg otpora izvora na napon i struju trošila, spojiti promjenljivi otpor za regulaciju struje i napona
- izložiti svojstva osnovnih izvora istosmjernog napona i praktične postupke sa sekundarnim izvorima napona
- opisati pojam električnog kapaciteta i kondenzatora, svojstva kondenzatora i osnovne karakteristične veličine, pretvoriti kapacitet kondenzatora iz manjih jedinica u osnovnu i obrnuto, opisati pojam vremenske konstante i njen utjecaj na nabijanje kondenzatora, izračunati vremensku konstantu RC spoja i odrediti potrebno vrijeme nabijanja kondenzatora
- opisati pojave i zakonitosti magnetskog djelovanja električne struje, odrediti jakost magnetskog polja i gustoću magnetskog toka iz poznatih električnih veličina i mehaničkih podataka, odrediti smjer djelovanja magnetskog polja, izložiti osnovne primjere praktične primjene magnetskog djelovanja struje
- opisati pojavu i zakonitosti elektromagnetske indukcije, izračunati veličinu induciranog napona iz poznatih podataka, izložiti pojam induktiviteta i praktične posljedice uključivanja i isključivanja strujnog kruga s RL-spojem
- opisati pojam izmjeničnog sinusnog napona i njegove parametre, izračunati frekvenciju iz zadane periode i obrnuto, te maksimalnu iz efektivne vrijednosti napona i obrnuto
- opisati pojmove impedancije i admitancije, izračunati struje, padove napona i fazni kut između napona i struje za serijske i paralelne spojeve RLC, izložiti utjecaj frekvencije, pojam rezonancijske frekvencije i primjenu Thomsonove formule
- opisati pojmove radne, jalove i prividne snage te faktora snage, izračunati pojedine veličine iz zadanih napona, struja i parametara elemenata strujnog kruga
- opisati pojmove o faznom i linijskom naponu i struji, spojiti trošila na trofazni sustav i izračunati snagu trošila
- opisati postupak poboljšanja faktora snage.

### Sadržaj

#### 1. Osnovne električne veličine

Elektricitet (električni naboj, Coulombov zakon, razlika potencijala, kretanje naboja).  
Električni strujni krug (elementi strujnog kruga, električni otpor, mjerenje struje i napona).  
Djelovanje električne struje (toplinski, svjetlosni, magnetski, kemijski, fiziološki učinci struje, zaštita).  
Električni otpor vodiča.  
Uticaj temperature na električni otpor.

#### 2. Ohmov zakon

Međusobna ovisnost napona, struje i otpora u strujnom krugu.  
Strujno naponska karakteristika.  
Mjerenje otpora.

3. **Električni rad i snaga**  
Električna energija i rad.  
Toplinski učinak električne struje (Jouleov zakon, termička korisnost, proračun vodova).  
Električna snaga.
4. **Paralelni spoj otpora**  
Kirchhoffov zakon za struje (spajanje trošila, struje i ukupni otpor paralelnog spoja otpora, paralelni spoj jednakih otpora, paralelni spoj vrlo velikog i vrlo malog otpora).  
Snaga kod paralelnog spoja otpora.
5. **Serijski spoj otpora**  
Kirchhoffov zakon za napone struja, ukupni otpor i padovi napona serijskog spoja otpora, serijski spoj vrlo velikog i vrlo malog otpora).  
Djelilo napona (djelilo napona, promjenljivi otpor).  
Snaga kod serijskog spoja otpora.
6. **Mješoviti spoj otpora**  
Mješoviti spoj otpora (ukupni otpor i struja spoja, struje i padovi napona pojedinih otpora).  
Opterećeno naponsko djelilo. Utjecaj otpora ampermetra i voltmetra na struju i napon strujnog kruga.  
Unutrašnji otpor izvora (napon neopterećenog i opterećenog izvora, prilagođenje na maksimalnu snagu, izvori stalnog napona i stalne struje).
7. **Izvori istosmjernog napona**  
Primarni kemijski izvori (Leclancheov članak, alkalni članak, živin članak, litijski članak, članak sa srebrenim oksidom).  
Sekundarni kemijski izvori (Olovni akumulator, nikal-kadmijev akumulator).  
Serijski i paralelni spoj izvora.  
Solarni i termički izvori.
8. **Električni kapacitet i kondenzatori**  
Električno polje (homogeno električno polje, jakost polja, sile u električnom polju, probojna čvrstoća, dielektričnost, električni kapacitet).  
Kondenzatori (princip kondenzatora, kapacitet kondenzatora, energija u kondenzatoru).  
Spajanje kondenzatora (serijski, paralelni i mješoviti spoj kondenzatora, kapacitivno djelilo napona).  
RC-spoj u istosmjernom strujnom krugu (nabijanje i izbijanje kondenzatora, napona na otporu i kapacitivnosti, vremenska konstanta).  
Energija nabijenog kondenzatora.
9. **Elektromagnetizam**  
Osnovne magnetske veličine (jakost magnetskog polja, magnetski tok, gustoća magnetskog toka).  
Magnetsko polje električne struje (polje ravnog vodiča, djelovanje magnetskog polja na vodič, dva vodiča).  
Magnetsko polje zavojnice (zavojnica bez jezgre, zavojnica s jezgrom, magnetiziranje željeza).  
Ohmov zakon za magnetski krug.  
Elektromagneti.
10. **Elektromagnetska indukcija**  
Elektromagnetska indukcija (indukcija siječenjem silnica, indukcija promjenom magnetskog toka, Lencovo pravilo, Faradayev zakon indukcije).  
Samoindukcija (samoindukcija, induktivitet zavojnice, međuindukcija).  
LR spoj u istosmjernom strujnom krugu (ukapćanje i iskapćanje strujnog kruga, vremenska konstanta).  
Energija magnetskog polja zavojnice.
11. **Izmjenični napon i struja**  
Princip dobivanja izmjeničnog napona.  
Parametri izmjeničnog napona (frekvencija, perioda, trenutna, efektivna, maksimalna i srednja vrijednost napona, vektorski prikaz izmjeničnih veličina).  
Strujni krug izmjenične struje s otporom R.  
Zavojnica u krugu izmjenične struje (induktivni otpor, frekvencijska karakteristika induktivnog otpora i struje, fazni odnos napona i struje, vektorski prikaz napona i struje).  
Kondenzator u krugu izmjenične struje (kapacitivni otpor, frekvencijska karakteristika kapacitivnog otpora i struje, fazni odnos napona i struje, vektorski prikaz napona i struje).  
Transformator (princip rada, omjer transformacije napona, struje i otpora).

## 12. RLC spojevi

Serijski RC i RL spoj(struja, impedancija, padovi napona, fazni odnos, frekvencijska karakteristika, vektorski prikaz).

Serijski RLC spoj, rezonancija.

Paralelni RC i RL spoj (struje, admitancija, fazni odnos napona i struje, frekvencijska karakteristika, vektorski, prikaz).

Paralelni RLC spoj, rezonancija.

## 13. Snaga u krugu izmjenične struje

Radna, jalova i prividna snaga, faktor snage.

Poboljšanje faktora snage.

## 14. Trofazni sustav

Opći prikaz trofaznog napona i struje.

Spajanje trošila u trofaznom sustavu.

Fazne i linijske vrijednosti struja i napona.

Snaga u trofaznom sistemu.

Poboljšanje faktora snage.

## Objašnjenje

Nastava ovog predmeta izvodi se putem predavanja i laboratorijskih vježbi. Ta dva oblika nastave se upotpunjuju i samo kao jedinstvena cjelina mogu dati očekivani rezultat u usvajanju potrebnih znanja i sposobnosti. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta.

Izvedbenim programom treba za realizaciju nastave ovog predmeta, od ukupno 4 sata tjedne nastave, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 1 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno s 3, a najmanje s 2 grupe (najviše pola razrednog odjeljenja, odnosno najviše 16 učenika istovremeno) u bloku od 2 sata, što znači za svaku pojedinu grupu svaki drugi tjedan po 2 sata. Vrijeme odvijanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s režimom rada u laboratoriju i mjerama zaštite.

Učenici na rad u laboratorij trebaju doći pripremljeni. Obim i oblik pripreme ovisi o tome da li se radi o vježbi o gradivu koje je obrađeno nekim drugim oblikom nastave ili pak o vježbi koja predstavlja prvi susret s novim gradivom. O svakoj vježbi učenik treba podnijeti pisani izvještaj na kraju sata. Izvještaj o radu treba redovito pregledavati i do slijedećeg dolaska učenika u laboratorij dati učeniku povratnu informaciju o rezultatima rada. Po potrebi od učenika se može zahtijevati da ponovi pojedina mjerenja (u slučaju grubih grešaka, pogrešnih zaključaka ili nesamostalnog rada). Zadaci za rad u laboratoriju trebaju biti takvi da zahtijevaju mjerenje, obradu rezultata i izvođenje zaključaka. Sadržaj rada u laboratoriju treba biti jedinstven za sveučenike u toku rada na pojedinoj vježbi uz različite vrijednosti korištenih elemenata.

Dio zadata predviđenih za rad u laboratoriju može se obaviti i putem vježbi na računalu uporabom aplikacijskih računalskih programa (npr. Electronics Workbench, Mentor OŠ)

Ukoliko opremljenost škole dozvoljava moguć je istovremen rad u laboratoriju svih učenika odjeljenja. U tom slučaju može se nastava ovog predmeta izvoditi s integriranim oblicima uključujući i laboratorijske vježbe. To zahtijeva izvođenje nastave OSNOVA ELEKTROTEHNIKE uvijek u blokovima od 2 sata i sudjelovanje u nastavi, uz nastavnika, laboranta (suradnika u nastavi).

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i kraće provjere usvojenosti znanja (kraći zadaci, nekoliko pitanja ili zadaci objektivnog tipa) iza svake cjeline. U toku svakog polugodišta treba planirati dvije cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Zadaci i pitanja trebaju obuhvatiti područje od jednostavnijih pitanja i zadataka na razini poznavanja osnovnih pojava i zakonitosti do zadataka koji trebaju pokazati sposobnost primjene znanja u složenijim i novim situacijama.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

U izvođenju nastave nastojati što je moguće više koristiti metode rada koje mogu u većoj mjeri zaokupiti pažnju učenika i podići stupanj aktivnosti. Treba nastojati demonstrirati one pojave koje učenici neće samostalno obrađivati putem rada u laboratoriju.

Izvođenje nastave ovog predmeta zahtijeva određeno predznanje iz matematike (osnovne računske operacije, operacije s razlomcima, rješavanje jednadžbi s jednom nepoznanicom, brojevi s eksponentima, Pitagorin poučak), fizike (poznavanje pojmova i jedinica za silu, rad, energiju, snagu, temperaturu) i kemije (građa



materije, atom, jezgra, elektron, valencija, elementi, metali, nemetali). Ova znanja učenici su stekli u osnovnoj školi. Međutim za svladavanje dijela gradiva o strujnim krugovima izmjenične struje potrebno je predznanje koje se ne stječe u osnovnoj školi (trigonometrijske). S obzirom na uobičajene teškoće oko korelacije sadržaja pojedinih predmeta nastavnik struke naći će se u prilici da sam treba podsjetiti učenike na neka ranije stečena znanja u drugim predmetima ili da daje, za svladavanje sadržaja svog predmeta, potrebna objašnjenja iz drugog područja.

### **Materijalni uvjeti**

Teorijsku nastavu ovog predmeta (predavanja, uvježbavanje, školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje je:

- demonstracijski stol s okvirima za panele
- demonstracijski paneli za demonstriranje pojava i zakonitosti u elektrotehnici
- demonstracijski instrumenti: ampermetri, voltmetri i osciloskop
- izvori napajanja (mrežni napon za napajanje instrumenata i laboratorijskih izvora, laboratorijski izvor istosmjernog napona, laboratorijski izvor sinusnog napona promjenljive frekvencije).

Teorijska nastava može se izvoditi i standardnoj učionici opće namjene ukoliko se u nju može za svaki sat dopremiti potrebna oprema iz kabineta.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju za elektrotehniku i mjerenja. Minimalna oprema laboratorija za vježbe iz osnova elektrotehnike:

- centralno upravljačko mjesto nastavnika kojim se upravlja svim priključcima na radnim mjestima učenika;
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljeni s priključcima: mrežni napon za priključak mjernih instrumenata, izvor promjenljivog istosmjernog napona 0-(+15)V, 1A i slobodan par priključnica za signal po izboru s upravljačkog mjesta;
- za svako radno mjesto: voltmetar i ampermetar s više mjernih područja, generator sinusnog napona, podesivi otpornik (2 kom) otporna dekada, paneli s otpornim, kapacitivnim i induktivnim komponentama.

U nedostatku dovoljnog broja generatora sinusnog napona može se privremeno koristiti zajednički generator priključen na slobodan par priključnica. To zahtijeva odgovarajuću organizaciju vježbi i u određenoj mjeri usporava rad učenika u laboratoriju pa takav način rada treba koristiti u krajnjoj nuždi i privremeno.

Za vježbe koje se izvode s pomoću računala i programa za modeliranje i simulaciju električnih krugova i sklopova može se koristiti oprema učionice za računalstvo i odgovarajući aplikacijski program (npr. Mentor-OE, Electronics Workbench ili Micro-Cap).

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom i s cijelim odjeljenjem):

- srednja stručna sprema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, tehničar za sva uža područja elektrotehnike, IV. ili V. stupanj stručne sprema u elektrotehničkoj struci).

### **Literatura koja se preporučuje**

- E. Stanić, Osnove elektrotehnike, Školska knjiga, Zagreb.
- Hubscher, Klaue, Pfluger, Appelt, Osnovi elektrotehnike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1981.
- H. Meluzin, Elektrotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.
- T. Jelaković, Uvod u elektrotehniku i elektroniku, Školska knjiga, Zagreb, 1985.
- Stojanović, Zbirka zadataka iz osnova elektrotehnike, Školska knjiga, Zagreb, 1985.
- S. Karić, Osnove elektrotehnike I i II, Školska knjiga, Zagreb, 1985.
- S. Karić, Riješeni zadaci iz osnova elektrotehnike, Školska knjiga, Zagreb, 1985.



Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**  
**elektroničar**  
**telekomunikacijski monter.**

|                         |           |  |  |  |
|-------------------------|-----------|--|--|--|
| <b>Razred</b>           | <b>1.</b> |  |  |  |
| <b>Broj sati tjedno</b> | <b>2</b>  |  |  |  |

### **Ciljevi i zadaće**

Cilj nastave ovog predmeta je da učenici upoznaju vrste, svojstva, namjenu, čuvanje, način obrade, primjenu i izbor materijala i komponenata u elektrotehnici. Njime se nadopunjuju temeljna znanja koja se stječu paralelno s predmetom OSNOVE ELEKTROTEHNIKE i ona su podloga za svladavanje ostalih stručnih sadržaja uključujući i stjecanje praktičnih znanja. Zajedno s ostalim ta znanja su podloga za svladavanje posebnih stručnih sadržaja uključujući i stjecanje praktičnih znanja. Nastavom ovog predmeta učenici će:

- usvojiti značenje pojedinih svojstava materijala i načine brojčanog iskazivanja svojstava te na temelju toga poznati mogućnost primjene i izbora materijala
- upoznati postupke obrade materijala koji se koriste u elektrotehnici
- steći znanja o svojstvima poluproizvoda i proizvoda koji se koriste u elektrotehnici (vodovi, limovi, izolatori, proizvodi za spajanje, otpornici, kondenzatori, zavojnice, elektromagneti, poluvodičke komponente)
- upoznati postupke pri korištenju i izboru poluproizvoda i proizvoda (obrada, ugradnja, zamjena);
- naučiti koristiti tvorničke podatke proizvođača tehničkih materijala i komponenata koje se koriste u elektrotehnici
- razvijati osjećaj za racionalnu uporabu materijala
- upoznati osnovne metode ispitivanja svojstava elektrotehničkih materijala i komponenata.

### **Sadržaj predmeta**

#### **1. Svojstva i podjela materijala**

Fizikalna svojstva (mehanička, toplinska, električna, magnetska, i optička).

Kemijska svojstva.

Tehnološka svojstva.

Podjela materijala (metali, prirodni i umjetni nemetali).

Podjela materijala u elektrotehnici.

#### **2. Materijali za vodiče**

Bakar i aluminij.

Vodovi (vrste i namjena).

Presjeci i dozvoljene struje vodova.

Rastalni osigurači.

Olovo, živa i plemeniti metali.

Kontaktne materijali.

Kontakti, tipkala, preklopnici i prekidači.

Zaštita električnih kontakata.

Svjetlovodi.

Postupci ispitivanja materijala za vodiče i elemenata.

#### **3. Materijali za otpornike**

Materijali za otpornike

Otpornici (vrste, zahtjevi i karakteristike).

Materijali za grijaće otpornike.

Materijali za slojne otpornike.

Materijali za žičane otpornike.

Specijalni otpornici.

Postupci ispitivanja otpornika.

#### 4. Poluvodički materijali

Materijali za izradu poluvodičkih elemenata (silicij, germanij, galij).

Grada, princip rada, osnovne osobine, postupci proizvodnje dioda, bipolarnih i unipolarnih tranzistora i tiristora.

Integrirane poluvodičke komponente (tipovi, kućišta).

Osjetljivost poluvodiča na svjetlo, fotoosjetljive elektroničke komponente.

Postupci ispitivanja poluvodičkih komponenata.

#### 5. Izolacijski materijali

Zahtjevi za izolacijske materijale (mehanička, toplinska i kemijska svojstva; električna svojstva: dielektričnost, gubici, probojni napon).

Anorganski izolacijski materijali.

Prirodni organski izolacijski materijali.

Umjetni izolacijski materijali.

Vrste i svojstva kondenzatora.

Postupci za ispitivanje izolacijskih materijala.

#### 6. Materijali za spajanje

Tehnike spajanja.

Vijčani spojevi.

Spojnice za kabele, redne stezaljke, konektori, utikači i utičnice.

Tehnike spajanja vodova (upletanje, stiskanje, omatanje, zavarivanje).

Lemljenje i lemovi.

Lijepljenje i ljepila.

#### 7. Magnetski materijali

Struktura i magnetska svojstva materijala (krivulja magnetiziranja, histereza, gubici, tvrdi i meki magnetski materijali).

Magnetski materijali za magnetske krugove električnih strojeva i uređaja.

Materijali za stalne magnete.

Magnetski materijali u visokofrekvencijskoj tehnici.

Elektromagneti i releji.

Ispitivanje magnetskih svojstava materijala.

#### 8. Ostali materijali

Materijali za nosive konstrukcije i kućišta elektrotehničkih i elektroničkih uređaja i postrojenja.

Obrada materijala za kućišta i konstrukcije.

Zaštita materijala od korozije.

### Objašnjenje

Sadržaji ovog predmeta daju stručno-teoretsku podlogu za praktičan rad putem radioničkih vježbi i svladavanje ostalih stručnih sadržaja u drugoj i trećoj godini obrazovanja. Pored toga su u vrlo uskoj vezi sa sadržajem predmeta OSNOVE ELEKTROTEHNIKE. Kako se nastava predmeta OSNOVE ELEKTROTEHNIKE i dijela predmeta RADIONIČKE VJEŽBE I PRAKTIKUM realizira u prvoj godini istovremeno s nastavom predmeta ELEKTROTEHNIČKI MATERIJALI I KOMPONENTE, o tome treba voditi računa pri izradi izvedbenih programa. Kako u predmetnoj nastavi nije moguće postići potpuni stupanj međusobne korelacije sadržaja više srodnih predmeta to znači da će se u pojedinim slučajevima u ovom predmetu dati naknadna i detaljnija objašnjenja pojmova i postupaka ranije provedenih putem radioničkih vježbi.

Uspješno svladavanje programa ovog predmeta podrazumijeva da učenici posjeduju potrebno predznanje iz kemije: grada atoma, kemijske veze, metali, nemetali, soli, kiseline, lužine, ugljikovi spojevi, sintetički spojevi. Ova znanja učenici su stekli u osnovnoj školi. Međutim, kako u nastavnom planu obrazovanja za industrijska zanimanja nije uvršten predmet kemija, potrebno je da nastavnik predmeta ELEKTROTEHNIČKI MATERIJALI I KOMPONENTE o tome vodi računa i pravovremeno podsjeti na znanja stečena u osnovnoj školi.

Nastavu ovog predmeta treba izvoditi tako da se koriste primjeri originalnih komercijalnih materijala, komponenata i dijelovi uređaja iz kojih je vidljiva primjena pojedinih materijala i komponenata u određenim uvjetima rada. Također treba koristiti tvorničke podatke proizvođača komercijalnih elektrotehničkih materijala i komponenata, ne samo za ilustraciju pojedinih materijala, nego i u svrhu stjecanja praktičnih znanja vezanih za izbor materijala i komponenata te sudjelovanje u poslovima konstrukcije i pripreme proizvodnje.

Preporuča se, gdje je to moguće, organizacija stručnih ekskurzija tvornicama koje proizvode pojedine vrste elektrotehničkih materijala, poluproizvoda i komponenata, te drugim tvornicama uređaja i strojeva u kojima se koriste elektrotehnički materijali i komponente.

Okvirni obrazovni program obavezuje nastavnika da u određenoj mjeri obradi sve sadržaje ovog predmeta bez obzira na zanimanje za koje se učenici obrazuju. Međutim ostavlja se mogućnost nastavniku da, ovisno o području rada za koje se učenici pripremaju, izvedbenim programom pojedinim nastavnim cjelinama dade više vremena u odnosu na ostale.

### **Materijalni uvjeti**

Nastavu predmeta elektrotehnički materijali i komponente treba izvoditi u prostoru i s opremom za predmet osnove elektrotehnike upotpunjenom nastavnim sredstvima iz područja materijala (uzorci materijala i komponenata, didaktički plakati, uzorci tvorničkih podataka za materijale i komponente).

### **Kadrovski uvjeti**

- dipl. inž. elektrotehnike,
- prof. elektrotehnike.

### **Literatura koja se preporučuje**

K. Buha, G. Gudelj, Elektrotehnički materijali i komponente, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1993.

Luetić, Tehnologija elektrotehničkih materijala, Školska knjiga, Zagreb.

Hubscher, Klaue, Pfluger, Appelt, Osnovi elektrotehnike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1981.

## **MJERENJA U ELEKTROTEHNICI (5)**

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**  
**elektroničar**  
**telekomunikacijski monter.**

|                         |  |           |  |  |
|-------------------------|--|-----------|--|--|
| <b>Razred</b>           |  | <b>2.</b> |  |  |
| <b>Broj sati tjedno</b> |  | <b>3</b>  |  |  |

### **Ciljevi i zadaće**

U ovom predmetu obrađuju se principi rada električnih i elektroničkih mjernih instrumenata i mjerne metode. Učenici upoznaju razloge mjerenja, osnovne mjerne instrumente i uređaje, njihove dijelove i principe rada, karakteristike instrumenata i njihovu primjenu, primjere praktičnih izvedbi, te mjerne metode, postupke i problematiku mjerenja.

### **Sadržaj**

#### **1. Uvod u mjernu tehniku**

Informacije i signali, metrologija (osnovne fizikalne veličine, sustav mjernih jedinica, etaloni električnih veličina).

Mjerni sustavi (podjela, funkcijske cjeline, mjerni instrument, mjerni uređaj, mjerni pribor, mjerne metode i postupci).

Pogreške mjerenja.

Prikazivanje rezultata mjerenja.

Podjela mjernih instrumenata.

Propisi i standardi za mjerne instrumente.

Laboratorijski elementi (izvori, potencijometri, reostati, otporničke, induktivne i kondenzatorske kutije).

2. **Analogni mjerni instrumenti s jednodimenzionalnim prikazom**
  - a) Osnovni principi i dijelovi analognih mjernih instrumenata  
Skale, kazaljke, mjerni i pokazni opseg, kalibracija, momet i protumoment, prigušenje.
  - b) Instrumenti bez pojačala za mjerenje istosmjernih veličina  
Instrument sa zakretnim svitkom (ampermetar, voltmetar, ohmmetar).  
Sklopovi za zaštitu i kompenzaciju.  
Ostale vrste instrumenata za mjerenje napona i struja.
  - c) Instrumenti bez pojačala za mjerenje izmjeničnih veličina  
Instrument sa zakretnim svitkom (voltmetar, mjerenje superponiranih napona, ampermetar, mjerenje decibela, univerzalni instrument, mjerenje vršnih vrijednosti sinusoidalnih i nesinusoidalnih valnih oblika.  
Ostali instrumenti za mjerenje izmjeničnih napona i struja.  
Mjerila radne snage izmjenične struje. Izmjenična brojila.  
Mjerni transformatori.
  - d) Elektronički voltmetri  
Funkcijske cjeline, princip rada, osnovne karakteristike i primjena.  
Sklopovi za zaštitu i kompenzaciju.  
Elektronički multimetar.
3. **Analogni mjerni instrumenti s dvodimenzionalnim prikazom**  
Katodni osciloskop (vrste, funkcijske cjeline, princip rada, primjena).  
Katodna cijev, vertikalni stupanj, horizontalni stupanj, stupanj za napajanje, mjerne sonde i pribor.  
Mjerenje osciloskopom (mjerenje amplitudno-vremenskih parametara periodičkih i neperiodičkih valnih oblika, poremećaji u mjerenju koje može unijeti osciloskop, utjecaj smetnji u okolini, način prikaza rezultata mjerenja).  
Grafički pisaci.
4. **Digitalni mjerni instrumenti**  
Funkcijske cjeline, princip rada i vrste, usporedba digitalnih i analognih instrumenata.  
Digitalno brojilo, digitalno mjerilo frekvencije i periode.  
Digitalni voltmetar. Digitalni multimetar.
5. **Mjerne metode**  
Mjerenje otpora, kapaciteta i induktiviteta metodom mjerenja napona i struje.  
Mosni spojevi i mosne mjerne metode.  
Potenciometerski spojevi.  
Mjerenja električne energije i snage u jednofaznim i višefaznim sustavima.  
Magnetska mjerenja (mjerenje magnetskih veličina u zraku, snimanje krivulje magnetiziranja, mjerenje gubitaka, snimanje petlje histereze).

## Objašnjenje

Nastava ovog predmeta izvodi se putem predavanja i laboratorijskih vježbi. Ta dva oblika nastave se upotpunjuju i samo kao jedinstvena cjelina mogu dati očekivani rezultat u usvajanju potrebnih znanja i sposobnosti. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta.

U nastavi ovog predmeta treba uz teorijska objašnjenja što više koristiti i primjere praktičnih izvedbi instrumenata i popratne tehničke dokumentacije. Na radu u laboratoriju posebnu pažnju treba posvetiti primjeni mjernih metoda, načinu prikaza i analizi mjernih rezultata.

Izvedbenim programom treba za realizaciju nastave ovog predmeta, od ukupno 3 sata tjedne nastave, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 1 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi s optimalno 3, a najmanje s 2 skupine (najviše pola razrednog odjeljenja tj. najviše 16 učenika istovremeno) u bloku od 2 sata, što znači za svaku pojedinu skupinu svaki drugi tjedan po sata. Vrijeme odvijanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s režimom rada u laboratoriju i mjerama zaštite.

Ukoliko opremljenost škole dozvoljava moguć je istovremen rad u laboratoriju svih učenika odjeljenja. U tom slučaju može se nastava ovog predmeta izvoditi s integriranim oblicima uključujući i laboratorijske vježbe. To zahtijeva da se nastava predmeta MJERENJA U ELEKTROTEHNICI izvodi uvijek u blokovima od 2 sata i sudjelovanje u nastavi, uz nastavnika i laboranta (suradnika u nastavi).

U okviru laboratorijskih vježbi treba biti zastupljeno gradivo svih kompleksa. Primjere treba odabrati tako da učenik tijekom realizacije vježbi što više primjenjuje znanja stečena drugim oblicima nastave i da kroz rad u laboratoriju stiče radna znanja i vještine u radu i pravilnoj primjeni mjernih metoda i instrumenata u samostalnom radu. Vježbe treba koncipirati tako da se učenik što više služi tehničkom dokumentacijom mjernih instrumenata i stručnom literaturom.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

### **Materijalni uvjeti**

Teorijsku nastavu ovog predmeta (predavanja, uvježbavanje, školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje je:

- demonstracijski stol s okvirima za panele, instrumente i energetsom jedinicom (1. trofazni peterovodni izvor električne energije iz električne mreže 3x380/220V, 2. trofazni četverovodni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 3x450V/3x0--260V 10A po fazi, 3. jednofazni izvor električne enegije s kontinuiranom regulacijom 0-300V 10A, 4. jednofazni izvor električne energije iz električne mreže 220V, 5. istosmjerni izvor električne energije iz ispravljačkog uređaja s kontinuiranom regulacijom, 6. istosmjerni izvor električne enegije iz akumulatorske baterije 36Ah 12V s izvodima po 2V);
- demonstracijski paneli za demonstriranje građe i rada instrumenata i mjernih postupaka;
- demonstracijski instrumenti (ampermetri, voltmetri, vatmetri, frekvenometri, brojila utroška električne energije dvokanalni osciloskop;
- izvori napajanja (mrežni napon za napajanje instrumenata i laboratorijskih izvora, laboratorijski izvor istosmjernog napona, laboratorijski izvor sinusnog napona promjenljive frekvencije).

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se u nju može za svaki sat dopremiti potrebna oprema iz kabineta.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju za elektrotehniku i mjerenja. Minimalna oprema laboratorija za vježbe iz mjerenja u elektrotehnici:

- centralna upravljačka jedinica s energetsom jedinicom prema podacima za demonstracijski stol;
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljen s priključcima razvedenim iz upravljačkog stola. Poželjna je kontrola korištenih napona i struja opterećenja izvora električne energije ugrađenim instrumentima. Uključenost pojedinih izvora mora biti indicirana signalnim svjetiljkama. Prikljuci moraju biti označeni odgovarajućim standardnim simbolima. Na svakom radnom mjestu mora biti ugrađeno isključno tipkalo za sigurnost od opće opasnosti;
- za svako radno mjesto univerzalni instrument, ampermetri i voltmetri spomičnim svitkom i pomičnim željezom za područja reda veličine stotine mA i deset A, odnosno mV i stotine V, podesivi otpornici 100, 1000 i 10000 oma, dvokanalni osciloskop, generator sinusnog napona, elektronički voltmetar, vatmetar;
- pribor za spajanje (spojni vodovi, sklopke, prekidači, osigurači).

U nedostatku dovoljnog broja generatora sinusnog napona može se privremeno koristiti zajednički generator priključen na slobodan par priključnica. To zahtijeva odgovarajuću organizaciju vježbi i u određenoj mjeri usporava rad učenika u laboratoriju pa takav način rada treba koristiti u krajnjoj nuždi i privremeno.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom i s cijelim odjeljenjem):

- srednja stručna sprema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, tehničar za sva uža područja elektrotehnike, IV. ili V. stupanj stručne sprema u elektrotehničkoj struci).

### **Literatura koja se preporučuje**

- D. Vujević, B. Ferković, Osnove elektrotehničkih mjerenja, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- F. Mlakar, Opća električna mjerenja, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
- H. Meluzin, Elektrotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.
- Šantić, Elektronička instrumentacija, Školska knjiga, Zagreb, 1993.

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**  
**elektroničar**  
**telekomunikacijski monter.**

|                         |           |  |  |  |
|-------------------------|-----------|--|--|--|
| <b>Razred</b>           | <b>1.</b> |  |  |  |
| <b>Broj sati tjedno</b> | <b>7</b>  |  |  |  |

### **Ciljevi i zadaće**

Cilj praktične nastave u prvoj godini obrazovanja je da učenici upoznaju postupke i usvoje znanja, vještine i navike iz obrade materijala vezanih za djelatnosti u području elektrotehnike. Ostvarenje ovog cilja podrazumijeva:

- povezivanje teoretskih znanja s praktičnim radom u području elektrotehnike, - stjecanje radnih iskustava u rukovanju mjernim alatom i instrumentima,
- stjecanje znanja, vještina i navika u uporabi i rukovanju ručnim i mehaniziranim alatima i uređajima za obradu materijala,
- upoznavanje s izvorima opasnosti pri radu i mjerama zaštite te usvajanje praktičnih postupaka za rad na siguran način.

### **Sadržaj**

#### **1. Organizacija rada u radionici za tehnologiju obrade materijala**

Principi organizacije rada.

Unutrašnja organizacija radionice za obradu materijala.

Upoznavanje učenika s radnim mjestima za ručnu i ostale obrade materijala. Radna i tehnološka disciplina u radionici.

#### **2. Zaštita pri radu**

Uloga i značaj zaštite pri radu.

Propisi o zaštiti pri radu.

Vrste opasnosti i njihovo otklanjanje.

Mehanički izvori opasnosti pri uporabi ručnih alata.

Mehanički izvori pri uporabi mehaniziranih alata.

Opasnosti od buke i vibracija.

Opasnosti od požara.

Osobna zaštitna sredstva.

#### **3. Osnove proizvodnog i tehnološkog procesa**

Proizvodni proces i njegove karakteristike.

Obrade materijala.

Osnove tehnološkog procesa.

Tehnološka dokumentacija.

#### **4. Mjerni alati i postupci**

Upoznavanje mjernih alata (nezacrtna mjerila, zacrtkana mjerila, pomično mjerilo, univerzalni kutomjer).

Rad s mjernim alatima. Čuvanje i održavanje mjernog alata.

#### **5. Ručna obrada materijala**

Ocrtavanje i označavanje.

Izbor i priprema alata za obradu pojedinih vrsta materijala.

Sječenje i rezanje. Turpijanje. Ravnanje i savijanje.

Izrada nareza.

Opasnosti pri radu s ručnim alatima, mjere sigurnosti i zaštita od ozljeda.

#### **6. Obrada materijala mehaniziranim alatima**

Piljenje.

Brušenje. Izrada provrta.

Opasnosti pri radu s mehaniziranim alatima, mjere sigurnosti i zaštita od ozljeda.

## **7. Spajanje materijala**

Lijepljenje (sredstva za lijepljenje i primjena, priprema predmeta za lijepljenje, opasnosti pri radu i mjere zaštite).

Zavarivanje (vrste zavarivanja, materijali za zavarivanje, primjena zavarenih spojeva, ispitivanje zavarenih spojeva, pogreške pri zavarivanju, izvođenje zavarenih spojeva elektrolučnim i elektrootpornim zavarivanjem, opasnosti pri zavarivanju i mjere zaštite).

Zakivanje (vrste zakovičnih spojeva i primjena, alati za zakivanje, priprema materijala i alata za zakivanje, izvođenje zakovičnih spojeva).

Spajanje upletanjem, stiskanjem, omatanjem i konektorima.

Lemljenje.

## **8. Zaštita materijala od korozije**

Vrste korozije i posljedice.

Postupci zaštite od korozije.

Priprema predmeta i sredstva za zaštitu od korozije.

Izvođenje postupaka zaštite od korozije.

## **Objašnjenja**

Praktična nastava je predmet isključivo praktične naravi. Međutim, svakom praktičnom radu prethode potrebna tehničkotehnološka objašnjenja. Kolika će objašnjenja biti ovisi o građi koja se obrađuje i korelaciji s gradivom ostalih stručnih predmeta. Posebnu pažnju treba posvetiti sadržajima zaštite pri radu. Ti sadržaji su dani kao posebna cjelina na početku rada u radionici, a na njih se treba vraćati kod svake konkretne vrste posla i operacije kod koje se javlja.

Organizacija praktične nastave ima bitan utjecaj na ostvarivanje postavljenih zadataka i cilja nastave ovog predmeta. Uspješna realizacija programa praktične nastave pretpostavlja postojanje organizirane pripreme rada koja treba pratiti materijalne zahtjeve vježbi i opremljenost radionice. Opremljenost mora biti takva da svakom učeniku osigura zasebno i potpuno opremljeno radno mjesto. Praktične nastave treba izvoditi sa skupinom od pola razrednog odjeljenja (najviše 16 učenika) u bloku tjednog fonda sati.

Ako prostor i oprema dozvoljavaju, praktičnu nastavu moguće je izvoditi i s većom grupom učenika. Tada nužno uz nastavnika u nastavi sudjeluje i suradnik u nastavi.

Pri planiranju predmeta rada treba, nakon uvodnih didaktičkih vježbi za pojedine operacije, dati prioritet proizvodnim vježbama u mjeri u kojoj to dopuštaju prilike.

Praćenje rada i vrednovanje rezultata rada učenika značajna je dionica u ostvarivanju programa praktične nastave. Stupanj uspješnosti u svladavanju programa praktične nastave učenici pokazuju praktičnim radom. Izvedbenim programom treba utvrditi način praćenja rada učenika i ocjenjivanje. Pri razradi praktičnih vježbi treba utvrditi i način praćenja uspješnosti s obzirom na svladavanje praktičnog znanja i stjecanje vještina.

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)
- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

Okvirni obrazovni program obvezuje nastavnika da u određenoj mjeri obradi sve sadržaje ovog predmeta bez obzira na zanimanje za koje se učenici obrazuju. Okvirno planirani prosječni broj sati za pojedine nastavne cjeline je:

1. Organizacija rada u radionici za tehnologiju obrade materijala - 7
2. Zaštita pri radu - 21
3. Osnove proizvodnog i tehnološkog procesa - 21
4. Mjerni alati i postupci - 14
5. Ručna obrada materijala - 56
6. Obrada materijala mehaniziranim alatima - 56
7. Spajanje materijala - 49
8. Zaštita materijala od korozije - 21.

Međutim, ostavlja se mogućnost nastavniku da, ovisno o zanimanju za koje se učenik priprema, izvedbenim programom pojedinim nastavnim cjelinama dade više vremena u odnosu na ostale.

## **Materijalni uvjeti**

Radioničke vježbe iz obrade materijala izvode se u školskoj radionici za opću obradu materijala (ručna i strojna).

Radionica mora biti opremljena s radioničkim stolovima za učenike, školskom pločom, grafoskopom, vatrogasnim aparatom i ormarićem za hitnu pomoć.

Za svako radno mjesto učenika predvidjeti treba slijedeću opremu: škripac 80mm sa zaštitnim ulošcima za čeljusti, stalak za tehničke crteže, pomično mjerilo 150mm, turpije grube i fine (plosnata, kvadratna, okrugla i poluokrugla), točkalo, čelično ravnalo 300mm, okrugli i kvadratni probijač, bravarski čekić 250g, šiljasti šestar, garnitura izvijača, kombinirana kliješta, kutnik s naslonom, kutnik bez naslona, sjekač, luk za pilu.

Zajednička oprema školske radionice je: polužne škare za lim, ploča za ravnanje 300x300mm, strojni škripav 160mm, šestar otvora 500mm, ploča za ocrtavanje i označavanje 1000x500mm, ručne stege 200mm, čelična ravnala 1000mm, kantice za podmazivanje, garnitura čeličnih brojeva i slova, garnitura viljuškastih, okastih i imbus ključeva, francuski ključ, garnitura spiralnih svrdala, narezna svrdla, nareznice, okretaljka za nareznice, mikrometar za provrte 25-50mm, oblikači za zakivanje, plastični čekić, zaštitne naočale, grečalo za ležaje, dubinomjer 150 i 250mm, mikrometar za vanjsko mjerenje 0-100mm, pomično mjerilo 250mm, šablone za mjerenje kutova oštrica alata, kutnik s naslonom i bez naslona 200x150mm, stolna brusilica, stolna bušilica, ručna električna bušilica, strojna pila, ručne škare za ravno i kružno siječenje lima.

## **Kadrovski uvjeti**

- nastavnik praktične nastave strojarске struke\*,
- inženjer strojarstva\*.

\* Radioničke vježbe može izvoditi nastavnik praktične nastave i inženjer strojarstva, ako je prethodno stekao srednju stručnu spremu u strojarскоj struci i ima prethodno radno iskustvo u struci (poslovi proizvodnje i održavanja) od najmanje 2 godine.

Za suradnika u nastavi (zajednički rad s nastavnikom s većom skupinom učenika):

- srednja stručna sprema u strojarскоj struci (strojarski tehničar, IV. ili V. stupanj stručne spreme u strojarскоj struci) i 2 godine iskustva u struci (poslovi proizvodnje i održavanja).

## **Literatura koja se preporučuje**

Bolf, Erceg, Baljak, Kacian: Zaštita na radu, Otvoreno sveučilište, Zagreb, 1993.

Luetić: Tehnologija elektrotehničkih materijala, Školska knjiga, Zagreb.

Huebscher, Klaue, Pflueger, Appelt, Osnovi elektrotehnike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1981.

Gudelj, Buha, Elektrotehnički materijali i komponente, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1994.



Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**

|                  |    |  |  |  |
|------------------|----|--|--|--|
| Razred           | 1. |  |  |  |
| Broj sati tjedno | 2  |  |  |  |

### Ciljevi i zadaće

Stjecanje osnovnih znanja iz područja strojarstva ima za svrhu stvaranje nužne stručno-teoretske podloge potrebne za usvajanje teoretskih i praktičnih znanja neophodnih za sudjelovanje u obavljanju poslova projektiranja, konstruiranja i pripreme proizvodnje u područjima gradnje električnih strojeva i uređaja, odnosno proizvodnje i prijenosa električne energije. To znači:

- upoznavanje zakonitosti mehanike, hidraulike i termodinamike i njihove praktične primjene;
- stjecanje znanja o građi, djelovanju i radu elemenata strojeva, podsklopova, sklopova i pogonskih postrojenja
- razvijanje sposobnosti povezivanja stručnih znanja iz područja strojarstva sa znanjima iz područja strojarstva.

### Sadržaj

#### 1. Mehanika

Zadatak i podjela mehanike. Aksiomi mehanike. Fizikalne veličine u mehanici i njihove jedinice. Temeljni pojmovi iz statike (aksiomi statike, statički pojmovi sile, sustavi sila, veze i njihove reakcije). Sustavi sila u ravnini. Grafičko određivanje rezultante više sila. Sastavljanje i rastavljanje sila. Analitičko razmatranje sila u ravnini. Težište i određivanje sila u ravnini. Trenje (vrste trenja, uloga trenja u tehničkoj praksi, primjena trenja na horizontalnoj i kosoj ravnini, trenje kotrljanja). Kinematika (temeljni pojmovi, brzina i ubrzanje materijalne točke, oblici gibanja). Dinamika (temeljni pojmovi i zakoni dinamike, dinamika materijalne točke).

#### 2. Čvrstoća materijala

Čvrstoća i elastičnost čvrstih tijela. Vrste opterećenja i deformacije. Uzdužna (aksijalna) opterećenja. Smicanje (odrez). Momenti inercije i momenti otpora. Uvijanje (torzija). Savijanje. Dinamička opterećenja.

#### 3. Termodinamika

Pojam toplinskog stanja i toplinske ravnoteže. Veličine toplinskog stanja. Toplinsko rastezanje krutih tijela i kapljevina. Prvi glavni zakon termodinamike. Zakoni idealnih plinova. Promjene stanja idealnih plinova. Pojam kružnih procesa. Drugi glavni zakon termodinamike. Osnovni pojmovi o rashladnim procesima. Zakoni strujanja plinova i para. Osnovni pojmovi o prijelazu topline.

#### 4. Hidraulika

Fizička svojstva tekućina. Osnove hidrostatike. Osnove hidrodinamike. Hidraulika prijenosa snage. Tekućine u hidrauličnim sustavima. Elementi, komponente i simboli uljne hidraulike. Sheme uljne hidraulike.

#### 5. Elementi, podsklopovi i sklopovi strojeva

Zadatak i značenje elemenata, podsklopova i sklopova u strojogradnji. Standardizacija elemenata strojeva. Podjela elemenata, podsklopova i sklopova. Pojam tolerancija i dosjeda strojnih elemenata. Elementi za spajanje. Rastavljivi i nerastavljivi spojevi. Elementi za okretno gibanje i prijenos snage (osovine, vratila, spojke, ležaji, remeni prijenosi, tarni prijenosi, zupčani prijenosi i ostali prijenosi). Mehanizmi za pretvaranje pravocrtnog u kružno gibanje. Elementi i uređaji za podmazivanje.

#### 6. Pogonski strojevi

Značenje, zadatak i podjela pogonskih strojeva. Energija i energetika. Parne turbine (namjena, proces s parnom turbinom, vrste parnih turbina, glavni dijelovi, pretvorba energije u parnoj turbini).

Plinske turbine (princip rada, opis turbine i primjena).  
 Motori s unutarnjim izgaranjem (procesi motora, vrste motora, glavni dijelovi).  
 Kompresori i ventilatori (princip rada, vrste, glavni dijelovi i primjena).  
 Pumpna postrojenja (namjena, podjela pumpi, klipne pumpe, turbopumpe).

### Objašnjenje

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati za obradu novog gradiva oko 60% od ukupno raspoloživog vremena, a 40% za ostale oblike rada (ponavljanje, provjera, stručne ekskurzije).

U nastavi treba osigurati što je moguće viši stupanj zornosti primjenom nastavnih pomagala (modeli, uzorci, zbirke elemenata, katalozi). Kod provjere znanja koristiti različite metode s težištem na pismenoj provjeri. U svakom polugodištu treba predvidjeti izradu složenijeg programskog zadatka.

### Materijalni uvjeti

Za izvođenje nastave ovog predmeta potrebno je imati na raspolaganju:

- didaktički plakati s elementima za spajanje, elementima za kružno gibanje i prenosnicima
- elementi mehanizama i strojeva
- montažne i kinematičke sheme mehanizama
- zbirka modela (mehanizmi i strojevi)
- grafolije s prikazima mehanizama, strojeva, montažnih i kinematičkih shema mehanizama
- grafoskop.

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer strojarstva,
- profesor strojarstva.

### Literatura koja se preporučuje

Hercigonja, Elementi strojeva, Školska knjiga, Zagreb  
 Razumović, Enciklopedija strojeva, Školska knjiga, Zagreb  
 Špiranec, Tehnička mehanika, Školska knjiga, Zagreb  
 Dobrić, Hidraulika, Školska knjiga, Zagreb  
 Dobrić, Hidraulički strojevi, Školska knjiga, Zagreb

## ELEKTRIČNI STROJEVI I APARATI (8)

Zanimanja: elektromotori  
 elektromehaničari

|                  |  |    |  |  |
|------------------|--|----|--|--|
| Razred           |  | 2. |  |  |
| Broj sati tjedno |  | 4  |  |  |

### Ciljevi i zadaće

Električni strojevi i aparati su, uz osnove elektrotehnike i mjerenja u elektrotehnici, temeljni predmet u obrazovanju elektromehaničara i elektromontera. Cilj nastave ovog predmeta je upoznavanje učenika s izvedbama, fizikalnom slikom rada, ponašanjem i karakteristikama u pogonu te primjenom električnih strojeva i aparata. Ova znanja podloga su za nastavak obrazovanja u trećoj godini na problematici proizvodnje i održavanja električnih strojeva i postrojenja. To podrazumijeva:

- stjecanje jasne predodžbe o građi i principima rada električnih strojeva i aparata
- upoznavanje radnih karakteristika električnih strojeva
- usvajanje sposobnosti analize ponašanja električnih strojeva u radnim uvjetima
- osposobljavanje za korištenje stečenih znanja u praktičnom radu s električnim strojevima
- upoznavanje problematike eksploatacije električnih strojeva
- osposobljavanje za primjenu stečenih znanja pri radu na proizvodnji i montaži električnih strojeva i aparata u postrojenjima
- usvajanje osnovnih postupaka za ispitivanje i mjerenja na električnim strojevima.

## Sadržaj

### 1. Sklopni aparati

Podjela sklopnih aparata.

Kontakti, uklapanje i prekidanje strujnog kruga.

Prekidači visokog napona. Sklopke i rastavljači visokog napona. Osigurači, odvodnici prenapona.

Sklopke, sklopnici i prekidači niskog napona.

### 2. Transformatori

Fizikalna slika rada transformatora. Rad transformatora u praznom hodu i pod opterećenjem.

Vektorski dijagram.

Trofazni transformatori (spojevi, opterećenje).

Paralelni rad transformatora.

Zagrijavanje i hlađenje transformatora.

Nazivni podaci transformatora.

### 3. Sinkroni strojevi

Fizikalna slika rada sinkronog stroja.

Namoti sinkronog stroja. Reakcija armature. Vektorski dijagram.

Rad sinkronog generatora na krutu mrežu. Regulacijske karakteristike sinkronog stroja.

Motorski režim rada sinkronog stroja.

### 4. Asinkroni strojevi

Fizikalna slika rada asinkronog motora. Okretno polje, brzina vrtnje, klizanje, zakretni moment, momentna karakteristika.

Pokretanje asinkronog motora. Regulacija brzine vrtnje asinkronog motora.

Zagrijavanje i hlađenje. Jednofazni asinkroni motor.

### 5. Kolektorski strojevi

Fizikalna slika rada kolektorskog stroja u motorskom i generatorskom režimu.

Armatureni namot, inducirani napon u armaturnom namotu. Zakretni moment. Reakcija armature. Komutacija.

Vrste kolektorskih strojeva s obzirom na način uzbuđivanja.

Vanjske karakteristike kolektorskih strojeva. Regulacija brzine vrtnje.

Izmjenični kolektorski strojevi.

## Objašnjenje

Program predmeta potrebno je realizirati tako da se kod učenika razvije sposobnost i sigurnost za primjenu stečenih znanja kako u daljnjim strukovnim predmetima tako i u praksi na električnim strojevima i aparatima. Prilikom prorade gradiva iz električnih strojeva i aparata treba naglasiti primjenu svih do tada upoznatih zakona elektrotehnike, kako bi se na taj način neposredno povezalo prethodno stečeno znanje s nužnim znanjem o električnim strojevima i aparatima.

Za svladavanje teorije, usvajanje jasnih fizikalnih predodžbi i stjecanje osnovnih praktičnih znanja o električnim strojevima nužno je izvođenje dijela nastave putem samostalnog rada u laboratoriju (laboratorijske vježbe). Zato izvedbenim programom treba, od ukupnog broja sati tjedne nastave ovog predmeta, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 1 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno s 3, a najmanje s 2 skupine (najviše pola razrednog odjela, odnosno 16 učenika istovremeno) u bloku od 2 sata. To znači za svaku skupinu učenika svaki drugi tjedan. Vrijeme održavanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s režimom rada u laboratoriju i obvezama učenika. Posebnu pažnju treba posvetiti opasnostima i mjerama zaštite od strujnog udara jer se većina vježbi izvodi sa strojevima u pogonu pod mrežnim naponom. Učenik za vježbe treba biti pripremljen preko nastave ili samostalnim radom na temelju razrađenih zadataka za vježbe, uputa i literature.

Laboratorijske vježbe čine jedinstvenu cjelinu s ostalim oblicima nastave ovog predmeta. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta.

Provjere znanja treba obavljati usmeno cjelosatnim školskim zadaćama (najmanje jedna za svako obrazovno razdoblje). Za školske treba zadaće planirati vrijeme u izvedbenim programima. Pri provjeravanju znanja i postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

## Materijalni uvjeti

Teorijsku nastavu (predavanja, ponavljanje, školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici za električne strojeve i aparate. Minimalna oprema ovakve učionice je:

- demonstracijski stol s okvirima za panele upravljačkih komponentama i instrumentima i energetskom jedinicom (1. trofazni peterovodni izvor električne energije iz električne mreže 3x380/220V, 2. trofazni četverovodni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 3x450V/3x0-260V 10A po fazi, 3. jednofazni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 0-300V 10A, 4. jednofazni izvor električne energije iz električne mreže 220V, 5. istosmjerni izvor električne energije iz ispravljačkog uređaja s kontinuiranom regulacijom, 6. istosmjerni izvor električne energije iz akumulatorske baterije 36Ah 12V s izvodima po 2V)
- paneli s upravljačkim komponentama i demonstracijskim instrumentima
- istosmjerni, izmjenični jednofazni i trofazni strojevi i motori i transformatori s izvedenim priključnicama na aparatne stezaljke snage 0,5-1kW
- modeli električnih strojeva s presjecima.

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se bez većih teškoća u nju može za svaki sat dopremiti oprema iz kabineta. U tom slučaju demonstracijski stol mora biti pokretan.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju za električne strojeve, odnosno u laboratoriju za električna mjerenja uz odgovarajuću opremu potrebnu za vježbe na strojevima.

Minimalna oprema laboratorija za vježbe na električnim strojevima:

- centralna upravljačka jedinica s energetskom jedinicom prema podacima za demonstracijski stol
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljen s priključcima razvedenim iz upravljačkog stola. Poželjna je kontrola korištenih napona i struja opterećenja izvora električne energije ugrađenim instrumentima. Čključenost pojedinih izvora mora biti indicirana signalnim svjetiljkama. Priključci moraju biti označeni odgovarajućim standardnim simbolima. Na svakom radnom mjestu mora biti ugrađeno isklopno tipkalo za sigurnost od opće opasnosti.
- za svako radno mjesto električni strojevi (transformatori, motori) s priključcima na aparatne stezaljke snage 0,5-1kW
- za svako radno mjesto univerzalni instrument, ampermetri s pomičnim svitkom i pomičnim željezom 10A, voltmetri s pomičnim svitkom i pomičnim željezom 500V, podesivi otpornici 100, 1000 i 10000 oma;
- pribor za spajanje (spojni vodovi, sklopke, prekidači, osigurači).

## Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika)
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom s cijelim razrednim odjelom, odnosno paralelni rad s grupom učenika pod vodstvom nastavnika):

- srednja stručna sprema (elektrotehničar, tehničar za elektrostrojarstvo, IV. ili V. stupanj stručne sprema smjera elektrostrojarstvo i elektroenergetika), odnosno inženjer elektrotehnike.

## Literatura koja se preporučje

Židovec, Singer, Mjerenja na električnim strojevima I i II, mapa za vježbe, Školska knjiga, Zagreb, 1991.

Meluzin, Elektrotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.

J. Jureković, Električni strojevi, Školska knjiga, Zagreb, 1994.

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**

|                         |  |           |  |  |
|-------------------------|--|-----------|--|--|
| <b>Razred</b>           |  | <b>2.</b> |  |  |
| <b>Broj sati tjedno</b> |  | <b>3</b>  |  |  |

### **Ciljevi i zadaće**

Cilj ovog predmeta je upoznavanje učenika s problematikom proizvodnje, prijenosa i razdiobe električne energije. Osnovna znanja stečena ovim predmetom učenici proširuju u kasnijim godinama obrazovanja predmetima posebnih stručnih sadržaja prema programu obrazovanja i zanimanja, odnosno opredjeljenju za izborne sadržaje užeg stručnog područja. Nastava ovog predmeta će:

- upoznati učenike s elementima elektroenergetskog sustava zemlje i njihovu međusobnu povezanost
- upoznati učenike s osnovnim karakteristikama i radom pojedinih vrsta elektrana
- upoznati učenike s izvedbom prijenosnih i distributivnih mreža i prilikama u mreži u normalnom pogonu i prilikom kvarova
- omogućiti stjecanje osnovnih znanja o rasklopnim postrojenjima
- upoznati osnovne pojmove o izvedbi niskonaponskih mreža
- dati osnovna znanja o instalcijama.

### **Sadržaj**

#### **1. Elektroenergetski sustav**

Dijelovi i njihova uloga u energetsom sustavu.

Potrebe za električnom energijom.

Dijagrami opterećenja.

#### **2. Elektrane**

Vrste elektrana i njihove karakteristike.

Elementi oprema elektrana. Funkcija pojedinih elemenata u radu elektrane.

Utjecaj rada pojedinih vrsta elektrana na okolinu.

#### **3. Elektroenergetske mreže**

Mreže za prijenos električne energije visokog i srednjeg napona.

Tokovi snaga, kompenzacija jalove snage.

Smetnje, kvarovi i zaštita u prijenosnoj mreži.

Mreže za razdiobu električne energije. Osnovni elementi distributivnih mreža.

Naponske prilike i dijagrami opterećenja.

Dispečerski centar distributivnih mreža.

#### **4. Rasklopna postrojenja**

Glavni elementi rasklopnih postrojenja, uloga, karakteristike i izbor elemenata.

Shema spoja glavnih elemenata. Zaštita u rasklopnom postrojenju. Shema spoja pomoćnih krugova.

Uzemljenja u električnim postrojenjima.

#### **5. Niskonaponske mreže**

Sastavni dijelovi niskonaponskih mreža.

Električne prilike u niskonaponskoj mreži u pogonu i kratkom spoju.

Zaštita od kratkog spoja i prenapona.

#### **6. Instalacije**

Tehnički propisi i standardi.

Instalacije u zgradama prema namjeni.

Elementi električnih instalacija.

Zaštita vodova i trošila.

Zaštita od direktnog i indirektnog dodira.

## Objašnjenje

Izvedbeni program predmeta treba izraditi tako da se osigura kod učenika spoznaja o osnovama i problematici pretvorbe različitih oblika energije u električnu i prijenosu i razdiobi električne energije. Težište treba biti na opremi elektrana i prijenosnih sustava, problematici izvođenja radova u izgradnji i održavanju. Tijekom realizacije programa potrebno je organizirati nekoliko posjeta različitim objektima elektroenergetskog sustava kako bi učenici stekli i realne spoznaje o njima.

## Materijalni uvjeti

Nastavu predmeta elektroenergetika treba izvoditi u namjenskoj učionici za predmete elektroenergetske skupine ili standardnoj učionici opće namjene ako je u nju moguća doprema potrebne opreme i nastavnih sredstava.

Osnovnu opremu za nastavu ovog predmeta čine grafoskop, videorekorder, računalo i simulatori elektroenergetskih procesa s pripadnim nastavnim sredstvima (grafofolije, videosnimci, programska podrška za računalo i simulatore).

## Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika)
- profesor elektrotehnike

## Literatura koja se preporučuje

Meluzin, Elektrotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.

L. Ujević, Z. Buntić, Elektrane, Školska knjiga, Zagreb, 1993.

## ELEKTRONIČKI SKLOPOVI (10)

Zanimanja: elektromonter  
elektromehaničar  
telekomunikacijski monter

|                  |  |    |  |  |
|------------------|--|----|--|--|
| Razred           |  | 2. |  |  |
| Broj sati tjedno |  | 2  |  |  |

## Ciljevi i zadaće

U predmetu ELEKTROTEHNIČKI MATERIJALI I KOMPONENTE učenici su upoznali svojstva poluvodičkih materijala, njihovu primjenu u proizvodnji elektroničkih komponenata, fizikalne osnove i temeljna svojstva poluvodičkih komponenata (dioda, tranzistora i tiristora). Ta znanja se u predmetu ELEKTRONIČKI SKLOPOVI utvrđuju i proširuju s obzirom na svojstva komponenata (najvažniji parametri, strujno-naponske karakteristike i mogućnosti primjene u područjima upravljanja i zaštite električnih strojeva i postrojenja, odnosno telekomunikacijskih uređaja. Proučavanjem sadržaja ovog predmeta učenici trebaju:

- znati nazive, raspored i funkciju izvoda elektroničkih komponenata (diode, tranzistori, tiristori, operacijska pojačala, digitalni sklopovi)
- poznavanje pojmova karakterističnih parametara poluvodičkih elektroničkih komponenata i njihovu praktičnu važnost
- poznavati osnovne primjene pojedinih komponenata i njihove primjene u karakterističnim sklopovima
- znati ulogu sklopova u sustavu upravljanja i zaštite strojeva, industrijskih i elektroenergetskih pogona i postrojenja.

## Sadržaj

1. **Uvod u elektroniku**  
Uloga elektronike u ljudskoj djelatnosti.  
Osnovna organizacija i funkcionalna struktura mjerenja, upravljanja i zaštite uređaja i postrojenja.
2. **Poluvodičke diode**  
Strujno naponska karakteristika. Karakteristični parametri (dozvoljeni napon i struja, temperaturno područje rada).  
Ispravljački spojevi. Filtriranje ispravljenog napona.  
Zenerova dioda (strujno naponska karakteristika, karakteristični parametri).  
Osnovni spoj stabilizatora napona sa Zenerovom diodom.
3. **Bipolarni tranzistori**  
Ulazne i izlazne karakteristike tranzistora. Područja rada.  
Karakteristični parametri (dozvoljeni naponi i struje, faktor strujnog pojačanja, temperaturno i frekvencijsko područje rada).  
Tranzistor kao sklopka.  
Tranzistorsko pojačalo u spoju ZE (svojstva, funkcija elemenata u sklopu).  
Tranzistorsko pojačalo u spoju ZC.  
Darlingtonov spoj tranzistora.  
Diferencijalno pojačalo.  
Pojačalo snage
4. **Unipolarni tranzistori**  
Vrste unipolarnih tranzistora, prikaz svojstava strujno-naponskim karakteristikama.  
Sklopka s unipolarnim tranzistorima.  
Pojačalo s unipolarnim tranzistorima.
5. **Operacijska pojačala**  
Osnovna svojstva operacijskih pojačala (izvodi, pojačanje, napon napajanja, ulazni naponi).  
Primjena operacijskih pojačala (komparator, invertirajuće i neinvertirajuće pojačalo, generiranje valnih oblika).
6. **Tiristori**  
Svojstva, strujno-naponske karakteristike i parametri.  
Vrste tiristora (SCR i triac)  
Osnovni spojevi za ispravljanje i regulaciju struje.
7. **Optoelektronički elementi**  
Poluvodički izvori svjetlosnih signala.  
Poluvodički receptori svjetlosnih signala.  
Optoizolatori.
8. **Osnovni digitalni sklopovi**  
Analogni i digitalni signali. Binarni prikaz digitalnih signala.  
Logička svojstva, simboli i tablice stanja za osnovne logičke sklopove (I, ILI, NE, NI i NILI).  
Integrirane izvedbe logičkih sklopova (kućišta, skupine i svojstva sklopova TTL i CMOS).
9. **Složeni logički sklopovi**  
Primjeri osnovnih izvedbi sklopova za kodiranje, dekodiranje, selektiranje i demultipleksiranje (namjena, logička shema i simboli).  
Logička svojstva, simboli i funkcije bistabila.
10. **Multivibratori**  
Bistabilni multivibrator.  
Monostabilni multivibrator.  
Astabilni multivibrator.
11. **Registri, brojila i memorije**  
Namjena i principijelna izvedba posmačnog registra.  
Namjena i principijelna izvedba brojila.  
Memorije sa stalnim sadržajem (namjena, vrste i svojstva).  
Memorije s izravnim pristupom (namjena, vrste i svojstva).
12. **Digitalno upravljanje**  
Osnovna organizacija i način rada mikroračunala.  
Digitalni uređaji u sustavu mjerenja, upravljanja i zaštite uređaja i postrojenja.

## Objašnjenje

U izvođenju nastave ovog predmeta treba koristiti demonstracijsku opremu koja će omogućiti učenicima lakše i brže shvaćanje principa rada elektroničkih komponenata i sklopova. U izlaganju građe treba se zadržati na osnovnim principima rada elemenata i sklopova bez ulaženja u detaljna teoretska razmatranja. Razina izlaganja treba biti u suglasnosti s praktičnim potrebama u obavljanju poslova zanimanja za koje se učenik obrazuje. Okvirni sadržaji su isti za sva tri zanimanja kojima je program namijenjen. Međutim pri izradi izvedbenih programa trebaju doći do izražaja razlike uvjetovane potrebama u svakom pojedinom zanimanju.

Izvedbenim programom treba, od ukupno 2 sata tjedne nastave ovog predmeta, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 0,5 sati tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno s 3, a najmanje s 2 skupine (najviše pola razrednog odjela, odnosno 16 učenika istovremeno) u bloku od 2 sata, što znači za svaku skupinu učenika svaki četvrti tjedan. Vrijeme održavanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s instrumentima, režimom rada i mjerama zaštite.

Ako opremljenost škole dopušta, moguć je istovremen rad u laboratoriju svih učenika razrednog odjela. U tom slučaju uz nastavnika obavezno je sudjelovanje u nastavi laboranta (suradnika u nastavi).

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i dvije (svako polugodište jedna) cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Zadaci i pitanja trebaju obuhvatiti predeno gradivo od jednostavnijih pitanja i zadataka na razini poznavanja osnovnih pojmova i svojstava sklopova do zadataka čije rješavanje treba pokazati sposobnost primjene znanja u novijim i složenijim situacijama. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

## Materijalni uvjeti

Teorijsku nastavu (predavanja, ponavljanje školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje:

- demonstracijski stol s okvirima za panele s komponentama i sklopovima
- demonstracijski paneli s komponentama i sklopovima
- prostor za grafoskopske projekcije, grafoskop i školska ploča
- demonstracijski instrumenti (ampermetri, voltmetri, dvokanalni osciloskop, impulsni i funkcijski generator)
- izvori napajanja: mrežni napon za napajanje instrumenata, izvori stabiliziranih istosmjernih napona +5V,1A 0-(+15)V,1A 0-(-15)V, 1A.
- računalo s LCD projektorom
- računalski aplikacijski programi iz područja elektronike (npr. Electronic Workbench, MicroCap)
- grafoskop

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se bez većih teškoća u nju može za svaki sat dopremiti oprema iz kabineta. U tom slučaju demonstracijski stol s okvirima za panele treba biti pokretan.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju. Minimalna oprema laboratorija za vježbe iz elektronike:

- centralno upravljačko mjesto nastavnika kojim se upravlja svim priključcima na radnim mjestima učenika
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljeni s priključcima: mrežni napon za priključak mjernih instrumenata, izvori stabiliziranih istosmjernih napona +5V,1A 0-(+15)V,1A 0-(-15)V,1A i slobodan par priključnica za signal po izboru s upravljačkog mjesta
- za svako radno mjesto: univerzalni instrument (2 kom) dvokanalni osciloskop, funkcijski generator, promjenljivi otpornik (2 kom) otporna i kondenzatorska kutija, paneli s komponentama i sklopovima.

U nedostatku dovoljnog broja funkcijskih generatora može se privremeno koristiti zajednički generator priključen na slobodan par priključnica. To zahtijeva odgovarajuću organizaciju vježbi i u određenoj mjeri usporava rad učenika u laboratoriju pa takav način rada treba koristiti u krajnjoj nuždi i privremeno. Ukoliko se vježbe izvode pomoću računala i programa za modeliranje i simulaciju elektroničkih sklopova može se koristiti oprema učionice za računarstvo i odgovarajući aplikacijski program (npr. Micro-Cap ili Electronics Workbench).



### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- profesor elektrotehnike

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom s cijelim odjelom, odnosno paralelni rad sa skupinom učenika pod vodstvom nastavnika):

- srednja stručna sprema (elektrotehničar-elektroničar, tehničar za elektroniku, IV. ili V. stupanj stručne sprema smjera elektronika).

### Literatura koja se preporučuje

- A. Šarčević, Elektroničke komponente i analogni sklopovi, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1987.  
A. Szabo, Industrijska elektronika, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1975.  
T. Jelaković, Uvod u elektrotehniku i elektroniku, Školska knjiga, Zagreb, 1991.  
S. Paunović, Elektronički sklopovi, vježbe s analognim integriranim sklopovima, Školska knjiga, Zagreb, 1994.  
O. Liman, Elektronika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.  
J. Grilec, D. Zorc, Osnove elektronike, Školska knjiga, Zagreb, 1993.  
S. Paunović, Digitalna elektronika 1., Školska knjiga, Zagreb, 1996.  
S. Paunović, Digitalna elektronika 1., zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1996.  
S. Paunović, Digitalna elektronika 2., Školska knjiga, Zagreb, 1995.  
S. Paunović, Digitalna elektronika 2., Zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1995.  
A. Szabo, Impulsna i digitalna elektronika I i II, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1973.

## ENERGETSKA ELEKTRONIKA (II)

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Nastava ovog predmeta treba omogućiti učenicima stjecanje fizikalne predodžbe o strujnim i naponskim prilikama u sklopovima energetske elektronike, bilo kao samostalnih proizvoda ili u okviru sklopova za regulaciju električnih strojeva.

### Sadržaj

- 1. Uvod u energetska elektroniku**  
Komponente energetske elektronike (energetska dioda, energetska tranzistor, tiristor, diak, triak).  
Elektroničke istosmjerne i izmjenične sklopke.
- 2. Ispravljači**  
Osnovni pojmovi iz ispravljačke tehnike.  
Ispravljački transformator.  
Analiza jednofaznog poluvalnog neupravljivog i upravljivog ispravljača uz različite karaktere trošila.  
Analiza jednofaznog punovalnog neupravljivog i upravljivog ispravljača uz različite karaktere trošila.  
Utjecaj ispravljača na mrežu, viši harmonici, potrošnja jalove energije. Trofazni mosni spoj ispravljača.
- 3. Izmjenjivači**  
Osnovni pojmovi i podjela izmjenjivača.  
Mrežom vođeni izmjenjivači.  
Autonomni izmjenjivači (strujni, naponski, rezonancijski).

#### 4. Istosmjerni pretvarači

Osnovni pojmovi i podjela istosmjernih pretvarača.

Direktni istosmjerni pretvarači (čoper u propusnom spoju, čoper u bloknom spoju).

Čoperi s galvanskim odvajanjem. Indirektni istosmjerni pretvarači.

#### 5. Izmjenični pretvarači

Pretvarači napona (fazna i fazno-stepenasta metoda).

Pretvarači frekvencije (direktni i indirektni).

#### 6. Primjena energetske elektronike

Sustavi za besprekidno napajanje istosmjernih i izmjeničnih trošila.

Elektromotorni pogoni.

Prijenos energije.

Zaštita usmjerivačkih sklopova od preopterećenja i prenapona (ultrabrzni osigurači, RLC zaštita).

### Objašnjenje

Za uspješno svladavanje materije iz područja energetske elektronike nužno je izvođenje dijela nastave putem samostalnog rada u laboratoriju (laboratorijske vježbe). Zato izvedbenim programom treba, od ukupno 2 sata tjedne nastave ovog predmeta, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 0,5 sati tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno s 3, a najmanje s 2 skupine (najviše pola razrednog odjela, odnosno 16 učenika istovremeno) u bloku od 2 sata. To znači za svaku grupu učenika svaki drugi tjedan. Vrijeme održavanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s režimom rada u laboratoriju i obvezama učenika. Posebnu pažnju treba posvetiti opasnostima i mjerama zaštite od strujnog udara jer se vježbe izvode i sa sklopovima u pogonu pod mrežnim naponom. Učenik za vježbe treba biti pripremljen putem nastave ili samostalnim radom na temelju razrađenih zadataka za vježbe, uputa i literature.

Laboratorijske vježbe čine jedinstvenu cjelinu s ostalim oblicima nastave ovog predmeta. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta.

Provjere znanja treba obavljati usmenim putem i putem cjelosatnih školskih zadaća (2 tijekom godine). Za školske zadaće planirati vrijeme u izvedbenim programima. U provjere znanja uključiti i izvođenje laboratorijskih vježbi.

### Materijalni uvjeti

Teorijsku nastavu (predavanja, ponavljanje školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje:

- demonstracijski paneli s komponentama i sklopovima
- prostor za grafoskopske projekcije, grafoskop i školska ploča
- demonstracijski instrumenti (ampermetri, voltmetri, dvokanalni osciloskop)
- demonstracijski stol s okvirima za panele s komponentama i sklopovima energetske elektronike i energetskom jedinicom 1. trofazni peterovodni izvor električne energije iz električne mreže 3x380/220V, 2. trofazni četverovodni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 3x450V/3x0-260V 10A po fazi, 3. jednofazni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 0-300V 10A, 4. jednofazni izvor električne energije iz električne mreže 220V, 5. istosmjerni izvor električne energije iz ispravljačkog uređaja s kontinuiranom regulacijom
- istosmjerni, izmjenični jednofazni i trofazni strojevi i motori i transformatori s izvedenim priključnicama na aparatne stezaljke snage 0,5-1kW.

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se bez većih teškoća u nju može dopremiti oprema iz kabineta. U tom slučaju demonstracijski stol mora biti pokretan.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju za energetske elektroniku, odnosno u laboratoriju za električna mjerenja uz odgovarajuću opremu potrebnu za vježbe na sklopovima energetske elektronike. Minimalna oprema laboratorija za vježbe

- centralna upravljačka jedinica s energetskom jedinicom prema podacima za demonstracijski stol
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljen s priključnicama razvedenim iz upravljačkog stola. Poželjna je kontrola korištenih napona i struja opterećenja izvora električne energije ugrađenim instrumentima. Uključenost pojedinih izvora mora biti indicirana signalnim svjetiljkama. Prikljuci moraju biti označeni odgovarajućim standardnim simbolima. Na svakom radnom mjestu mora biti ugrađeno isključno tipkalo za sigurnost od opće opasnosti.
- za svako radno mjesto električni strojevi (transformatori, motori) s priključnicama na aparatne stezaljke snage 0,5-1kW

- za svako radno mjesto univerzalni instrument (2 kom), ampermetri s pomičnim svitkom i pomičnim željezom 10A, voltmetri s pomičnim svitkom i pomičnim željezom 500V, podesivi otpornici 100, 1000 i 10000 oma, dvokanalni osciloskop
- paneli s komponentama i sklopovima energetske elektronike.

#### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika, industrijska elektronika),
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom s cijelim odjelom, odnosno paralelni rad s skupinom učenika pod vodstvom nastavnika):

- srednja stručna sprema (elektrotehničar, IV. ili V. stupanj stručne sprema u elektrotehničkoj struci, smjera elektrostrojarstvo i elektroenergetika), odnosno inženjer elektrotehnike.

### ELEKTRIČNE INSTALACIJE (12)

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

#### Ciljevi i zadaće

Predmet ELEKTRIČNE INSTALACIJE nastavlja se na predmetom ELEKTROENERGETIKA. Nastava ovog predmeta omogućava proučavanje posljednje faze puta električne energije do konačnog potrošača i pojedinih trošila. Nastava ovog predmeta treba omogućiti:

- upoznavanje učenika s izvedbama instalacija u stambenim zgradama i industrijskim postrojenjima
- upoznavanje učenika s tehničkim propisima iz područja električnih instalacija i primjenom u zgradama i postrojenjima
- stjecanje osnovnih znanja za primjenu u praktičnom radu (spajanje i ispitivanje)
- usvajanje mjera zaštite u postavljanju, održavanju i eksploataciji instalacija i na njih spojenih trošila.

#### Sadržaj

##### 1. Tehnički propisi i standardi

Definicije pojmova električnih instalacija.  
Tehnički propisi, zakon o standardizaciji, standardi.  
Grafički simboli, vrste električnih shema i crteža.

##### 2. Elementi električnih instalacija

Instalacijski vodovi i kabele, standardni presjeci, načini spajanja vodiča.  
Oznake vodova i kabela, primjena.  
Elementi podžbuknih, nadžbuknih, podnih i posebnih instalacija.  
Ostali elementi instalacija (osigurači, sklopke, prekidači, priključne naprave, obujmice, vodnice, kanali).  
Razvodni uređaji.  
Vrste trošila (motorna, rasvjetna, termička) i njihov utjecaj na okolinu.

##### 3. Zaštita

Zaštita vodova i trošila i mjere zaštite od direktnog i indirektnog dodira.  
Zaštita od kratkog spoja i preopterećenja. Selektivnost zaštite. Način izvođenja zaštite.  
Zaštitne mjere od direktnog dodira. Metode zaštite.  
Zaštitne mjere od indirektnog dodira.  
Mjere bez zaštitnog vodiča, zaštitno izoliranje, primjena malog napona, zaštitno odjeljivanje.  
Mjere sa zaštitnim vodičem, nulovanje, zaštitno uzemljenje, strujna zaštitna sklopka.  
Mogućnost uporabe zaštitnih mjera prema vrsti mreže.

- 4. Električne instalacije u zgradama**  
Podjela instalacija u zgradama prema namjeni.  
Elektroenergetske instalacije.  
Gromobranske instalacije.  
Komunikacijske instalacije.  
Ostale instalacije.  
Propisi o projektiranju i izvođenju instalacija.  
Uvjeti prostora. Međusobni utjecaj instalacija.  
Izvedbeni projekti i načini prikazivanja shema.  
Planovi mreža i instalacija.

### **Objašnjenje**

Pri realizaciji programa i navođenju primjera neophodno je pratiti tehničke propise i standarde. Nastavu ovog predmeta uskladiti s radioničkim vježbama iz ovog područja. Pored usmenih provjera znanja planirati posebno vrijeme za oblike provjere pisanim oblicima (školske zadaće, zadaci za samostalan rad u obliku kraćih programa).

### **Materijalni uvjeti**

Nastavu predmeta električne instalacije treba izvoditi u namjenskoj učionici za predmete elektroenergetske grupe ili standardnoj učionici opće namjene ako je moguća doprema potrebne opreme i nastavnih sredstava za svaki sat.

Osnovnu opremu za nastavu ovog predmeta čine grafoskop, s pripadnim grafolijama, demonstracijski stol s okvirima za demonstracijske panele i energetsom jedinicom i demonstracijski paneli s elementima instalacija.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- profesor elektrotehnike.

### **Literatura koja se preporučuje**

- V. Srb, Električne instalacije i niskonaponske mreže, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.  
H. Meluzin, Elektrotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.  
E. Mileusnić, Ispitivanje zaštite od direktnog i indirektnog dodira na orudima za rad i električnim instalacijama, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1989.  
V. Štefan, Sigurnost pri održavanju niskonaponskih električnih instalacija i uređaja, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1990.  
Z. Kosek, I. Valčić, Zbirka propisa za električne instalacije niskog napona, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1990.

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Razred           |  | 2. |  |
| Broj sati tjedno |  | 7  |  |

### **Ciljevi i zadaće**

Praktična nastava ima za cilj omogućiti učenicima upoznavanje postupaka i usvajanje znanja, vještina i navika (do razine preciznosti) iz obrade elektromaterijala vezanih za djelatnosti u području elektrotehnike.

Ostvarenje ovog cilja podrazumijeva:

- povezivanje teoretskih znanja s praktičnim radom u području elektrotehnike
- stjecanje radnih iskustava u rukovanju mjernim alatom i instrumentima
- sjecanje znanja, vještina i navika u korištenju i rukovanju ručnim i mehaniziranim alatima i uređajima za obradu materijala
- razvijanje radnih navika kod učenika (urednost, točnost, pažljivost i odgovornost prema radnim zadacima i drugim sudionicima u procesu rada)
- upoznavanje s izvorima opasnosti pri radu i mjerama zaštite te usvajanje praktičnih postupaka za rad na siguran način.

### **Sadržaj**

#### **1. Organizacija rada u elektroradionici**

Principi organizacije rada.

Unutarnja organizacija u elektroradionici (upoznavanje učenika s radnim mjestima, alatom i instrumentima za obradu elektromaterijala. Radna i tehnološka disciplina u elektroradionici.

#### **2. Zaštita na radu**

Opasnosti od električnog udara i mjere zaštite.

Pružanje prve pomoći ozlijeđenom od udara električne struje.

Opasnosti od štetnih zračenja.

#### **3. Spajanje u elektrotehnici**

Tehnike spajanja u elektrotehnici.

Izvođenje spajanja upletanjem, stiskanjem i omatanjem.

Postupci lemljenja.

Opasnosti i mjere zaštite.

Postupci s elektroničkim elementima.

#### **4. Obrada vodova**

Obrada golih vodova (naprave i alati za sječenje, postupci sječenja i spajanja).

Obrada izoliranih vodova (naprave i alati za obradu izoliranih vodova, skidanje izolacije, kositrenje izvoda, spajanje).

Obrada oklopljenih vodova (vrste oklopljenih vodova, skidanje izolacije i priprema za spajanje, spajanje).

Izrada žičane forme (upotreba žičanih formi, materijali za vezivanje, tehnike izrade formi).

Izrada spojnih vodova s različitim konektorima.

#### **5. Namatanje**

Izrada namota zavojnica.

Izrada namota transformatora.

Izrada namota motora.

Impregniranje namota.

#### **6. Montažni radovi**

Montaža namota transformatora.

Montaža namota rotacijskih strojeva.

Montažni radovi električnih instalacija.

## Objašnjenje

Praktična nastava je predmet isključivo praktične naravi. Međutim, svakom praktičnom radu prethode potrebna tehničkotehnološka objašnjenja. Kolika će objašnjenja biti ovisi o građi koja se obrađuje i korelaciji s gradivom ostalih stručnih predmeta. Posebnu pažnju treba posvetiti sadržajima zaštite pri radu. Ti sadržaji su dani kao posebna cjelina na početku rada u radionici, a na njih se treba vraćati kod svake konkretne vrste posla i operacije kod koje se javlja.

Organizacija praktične nastave ima bitan utjecaj na ostvarivanje postavljenih zadataka i cilja nastave ovog predmeta. Uspješna realizacija programa praktične nastave pretpostavlja postojanje organizirane pripreme rada koja treba pratiti materijalne zahtjeve vježbi i opremljenost radionice. Opremljenost mora biti takva da svakom učeniku osigura zasebno i potpuno opremljeno radno mjesto.

Praktičnu nastavu treba izvoditi u 3 skupine (najviše 12 učenika) u bloku tjednog fonda sati. Ako prostor i oprema dozvoljavaju, praktičnu nastavu moguće je izvoditi i s većom skupinom učenika. Tada nužno uz nastavnika u nastavi sudjeluje i suradnik u nastavi.

Pri planiranju predmeta rada treba, nakon uvodnih didaktičkih vježbi za pojedine operacije, dati prioritet proizvodnim vježbama u mjeri u kojoj to dozvoljavaju prilike.

Praćenje rada i vrednovanje rezultata rada učenika značajna je dionica u ostvarivanju programa praktične nastave. Stupanj uspješnosti u svladavanju programa praktične nastave učenici pokazuju praktičnim radom. Izvedbenim programom treba utvrditi način praćenja pada učenika i ocjenjivanje. Pri razradi praktičnih vježbi treba utvrditi i način praćenja uspješnosti s obzirom na svladavanje praktičnog znanja i stjecanje vještina.

Okvirni obrazovni program praktične nastave u drugoj godini obrazovanja elektromontera i elektromehaničara je istovjetan. To obvezuje nastavnika da u određenoj mjeri obradi sve sadržaje ovog predmeta bez obzira na zanimanje za koje se učenici obrazuju. Okvirno planirani prosječni broj sati za pojedine nastavne cjeline je:

1. Organizacija rada u elektroradionici - 7
2. Zaštita na radu - 14
3. Spajanje u elektrotehnici - 35
4. Obrada vodova - 63
5. Namatanje - 63
6. Montažni radovi - 63.

Međutim ostavlja se mogućnost nastavniku da, ovisno o zanimanju za koje se učenici pripremaju, izvedbenim programom pojedinim nastavnim cjelinama dade više vremena u odnosu na ostale.

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)
- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

## Materijalni uvjeti

Radioničke vježbe iz obrade elektrotehničkih materijala izvode se u školskoj elektroradionici.

Radionica mora biti opremljena s upravljačkim stolom s centralnom energetsom jedinicom, radioničkim stolovima za učenike, školskom pločom, grafoskopom, elektroničkim računalom, vatrogasnim aparatom i ormarićem za hitnu pomoć.

Radionički stolovi učenika trebaju imati 1. jednofazni izvor električne energije 220V iz mreže, jednofazni izvor električne energije 24V25A (zaštitni transformator za napajanje lemilica). Korišteni naponi i struje svih izvora moraju biti kontrolorani na upravljačkom stolu s pomoću instrumenata, a na radnim stolovima učenika indicirani signalnim svjetlima.

Za svako radno mjesto učenika predvidjeti treba slijedeću opremu: električarski alat (komplet kliješta i izvijača, škare, ispitivač faze, pinceta), pribor za lemljenje i univerzalni instrument.

Zajednička oprema radionice je:

RC-generator, digitalni multimetar, osciloskop, izvor stalnog stabiliziranog istosmjernog napona, električna stolna bušilica, električna stolna brusilica, škripac 80mm, komplet izvijača, garnitura spiralnih svrdala, izvlačkači ležajeva, komplet viljuškastih, nasadnih i imbus ključeva, pomično mjerilo 150mm, motalice za namatanje, pribor za lakiranje i izoliranje namota, pribor za izradu tiskanih ploča.

### Kadrovski uvjeti

- nastavnik praktične nastave elektrotehničke struke\*
- inženjer elektrotehnike\*.

\* Radioničke vježbe može izvoditi nastavnik praktične nastave i inženjer elektrotehnike, ako je prethodno stekao srednju stručnu spremu u elektrotehničkoj struci, odnosno radno iskustvo u struci (poslovi proizvodnje i održavanja) od najmanje 2 godine.

Za suradnika u nastavi (zajednički rad s nastavnikom sa većom skupinom učenika): - srednja stručna sprema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, IV. ili V. stupanj stručne spreme u elektrotehničkoj struci) i najmanje godine iskustva u struci (poslovi proizvodnje i održavanja).

### Literatura koja se preporučuje

- Bolf, Erceg, Baljak, Kacian, Zaštita na radu, Otvoreno sveučilište, Zagreb, 1993.  
Luetić: Tehnologija elektrotehničkih materijala, Školska knjiga, Zagreb.  
Huebscher, Klaue, Pflueger, Appelt, Osnovi elektrotehnike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1981.  
Gudelj, Buha, Elektrotehnički materijali i komponente, Tehnička škola Rudera Boškovića, Zagreb, 1994.

## PRAKTIČNA NASTAVA (14)

Zanimanja: elektromonter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 16 |

### Ciljevi i zadaće

Praktična nastava u trećoj godini obrazovanja elektromontera treba osposobiti učenike za izradu, montažu, eksploataciju i održavanje električnih strojeva i uređaja u elektroenergetskim postrojenjima i objektima. Pod time se podrazumijeva:

- osposobljavanje za korištenje tehničke i tehnološke dokumentacije u poslovima montaže, eksploatacije i održavanja uređaja, instalacija i postrojenja za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije
- osposobljavanje za korištenje alata, naprava, instrumenata, uređaja i strojeva u poslovima izrade, montaže, kontrole i održavanja elektroenergetskih postrojenja i instalacija
- osposobljavanje za pravilnu primjenu propisa i mjera za rad na siguran način.

### Sadržaj

#### 1. Organizacija rada u radionicama i elektroenergetskim pogonima

Organizacija rada u radionicama i elektroenergetskim pogonima i postrojenjima (raspored na radna mjesta, manipuliranje materijalima, alatima i instrumentima, tehnološka i radna disciplina u radionicama, pogonima i postrojenjima).

Izvori opasnosti pri radu.

Propisi o zaštiti pri radu.

Zaštita od strujnog udara.

Sredstva osobne zaštite i zaštite od požara

Uporaba tehničko-tehnološke dokumentacije.

#### 2. Električni strojevi

Montaža transformatora.

Međufazna i završna ispitivanja.

Montažni radovi na rotacijskim električnim strojevima.

Međufazna i završna ispitivanja strojeva.

#### 3. Sklopni aparati

Montažni radovi s niskonaponskim sklopnim aparatima.

Montažni radovi s visokonaponskim sklopnim aparatima.

#### **4. Elektroenergetska postrojenja**

Montaža niskonaponskih rasklopnih postrojenja.

Montaža visokonaponskih postrojenja.

Montaža mjernih i zaštitnih uređaja u elektroenergetskim postrojenjima.

Radovi u eksploataciji elektroenergetskih postrojenja.

Radovi na održavanju elektroenergetskih postrojenja.

Izrada konstrukcijske dokumentacije (tehnološke i radne).

#### **5. Električne instalacije i mreže**

Izrada kućnih električnih instalacija.

Izrada industrijskih električnih instalacija.

Izrada gromobranskih instalacija.

Gradnja i održavanje nadzemnih mreža za prijenos i distribuciju električne energije.

Gradnja i održavanje kabelskih mreža za prijenos i distribuciju električne energije.

### **Objašnjenje**

Praktična nastava u trećoj godini u pravilu se izvodi u radionicama i pogonima tvornica i poduzeća, odnosno elektroenergetskih postrojenja. Nužno je praktičnu nastavu tako organizirati da učenik prođe vježbe koje će obuhvatiti osnovne radnje iz svih područja predviđenih obrazovnim programom elektromontera (proizvodnja, prijenos i distribucija električne energije) i praktične nastave (priprema, montaža, eksploatacija i održavanje). Okvirno planirani prosječni broj sati za pojedine nastavne cjeline je:

1. Organizacija rada u radionicama i elektroenergetskim pogonima - 32
2. Električni strojevi - 96
3. Sklopni aparati - 64
4. Elektroenergetska postrojenja - 160
5. Električne instalacije i mreže - 160

Pri izradi izvedbenih programa za praktičnu nastavu treba uzeti u obzir i strukovne sadržaje iz izbornih predmeta.

Rad se treba odvijati sa skupinama učenika koje osiguravaju maksimalnu aktivnost učenika u radu. Za svakog učenika potrebno je osigurati posebno radno mjesto s pripadnom opremom kako bi se postigla potrebna samostalnost učenika u radu neophodna za efikasno i kvalitetno obrazovanje.

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe, proizvod ili uslugu
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)
- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

### **Materijalni uvjeti**

Ovaj program praktične nastave izvodi se u realnim pogonima i postrojenjima za proizvodnju, prijenos i distribuciju električne energije. Učenici se uvode u rad s opremom koja se koristi u poslovima proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije.

### **Kadrovski uvjeti**

Praktičnu nastavu vodi stručni tim različitog stupnja stručnosti. Kordinaciju poslova i organizaciju provodi voditelj praktične nastave. Ocjenu praktične nastave izvodi voditelj odnosno nastavnik praktične nastave uz konzultacije svih ostalih sudionika u realizaciji.

Nastavnik, odnosno voditelj praktične nastave može biti:

- inženjer elektrotehnike (sa završenim srednjim obrazovanjem u području elektrostrojarstva i elektroenergetike, odnosno s radnim iskustvom od 2 godine u području elektrostrojarstva i elektroenergetike),
- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika i završeno srednje obrazovanje u području elektrostrojarstva i elektroenergetike, odnosno radnim iskustvom od 2 godine u području elektrostrojarstva i elektroenergetike).



Zanimanja: elektromehaničar

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Budući će znatan dio elektromehaničara naći svoje radno mjesto u proizvodnji, pripremi i kontroli električnih proizvoda, potrebno je da steknu osnovna znanja u svezi konstrukcije i ispitivanja električnih proizvoda, prije svega električnih strojeva i aparata. To podrazumijeva:

- stjecanje znanja o postupcima u konstrukciji, proizvodnji i ispitivanju električnih proizvoda
- upoznavanje problematike i tehničkih rješenja hlađenja
- usvojiti postupke primjene računala u poslovima konstrukcije električnih proizvoda;
- upoznati postupke ispitivanja materijala, poluproizvoda i proizvoda
- upoznati tehničke propise i način izrade ispitnih protokola.

### Sadržaj

#### 1. Konstrukcija transformatora

Opći konstruktivni dijelovi pojedinih izvedbi transformatora.

Konstrukcija jezgre transformatora.

Konstrukcija namota transformatora.

Problematika zagrijavanja i hlađenja transformatora.

Konstrukcija kotla i opreme transformatora.

#### 2. Konstrukcija rotacijskih strojeva

Oblici izvedbe rotacijskih strojeva i vrste mehaničke zaštite.

Podloge za konstruiranje.

Konstrukcija sinkronog stroja. Konstrukcija statora sinkronih strojeva. Konstrukcija rotora s istaknutim polovima. Konstrukcija turborotora.

Konstrukcija asinkronog stroja. Konstrukcija statora. Konstrukcija kaveznog i kolutnog rotora.

Konstrukcija kolektorskog stroja. Konstrukcija statora. Konstrukcija rotora. Konstrukcija armature kolektora. Konstrukcija dovoda struje rotoru strojeva.

Ležaji.

Hlađenje i ventilacija.

#### 3. Konstrukcija sklopnih aparata

Pregled konstrukcija važnijih aparata i sustava lučnih komora.

Konstrukcija kontakata lučnih komora.

Pogonski mehanizmi.

#### 4. Ispitivanje električnih proizvoda

Propisi za ispitivanje električnih proizvoda.

Ispitna oprema.

Organizacija rada u ispitnim stanicama.

Ispitivanje transformatora tijekom proizvodnje, ispitivanje gotovih transformatora.

Ispitivanje rotacijskih strojeva tijekom proizvodnje, završna ispitivanja. Balansiranje.

Ispitivanje buke.

Ispitivanje protueksplozijski zaštićenih strojeva.

Ispitivanje niskonaponskih i visokonaponskih aparata i uređaja.

Izrada ispitnih protokola.

### Objašnjenje

Prilikom izrade izvedbenog programa potrebno je napraviti izbor karakterističnih konstrukcija i za realizaciju sadržaja osigurati praćenje realne konstrukcije. Kroz realizaciju programa potrebno je kod učenika razvijati snalaženje u tehničko- tehnološkoj dokumentaciji i potrebnim propisima i standardima.

Dio gradiva koji se odnosi na ispitivanje električnih proizvoda treba realizirati putem samostalnog rada u laboratoriju, odnosno ispitnoj stanici s najmanje prosječno 0,5 sati tjedno. Posebnu pažnju treba posvetiti mjerama zaštite kod visokonaponskih ispitivanja.

Rad u laboratoriju treba biti s manjim skupinama (najviše trećina razrednog odjela) vodeći računa o opremljenosti i prije svega sigurnosti na radu.

### **Materijalni uvjeti**

Nastavu ovog predmeta treba održavati u namjenskim prostorijama (učionica i laboratorij za elektrostrojarstvo). Laboratorijske vježbe treba realizirati na realnim električnim proizvodima i u dobro opremljenim laboratorijima (ispitnim stanicama) kako bi učenici svladali ispitne postupke, rad s opremom i izradu ispitnih protokola.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: elektrostrojarstvo i automatizacija, elektronika i energetika te radno iskustvo na poslovima konstruiranja električnih strojeva i uređaja).

Za laboranta (paralelni rad sa skupinom učenika uz upute i nadzor nastavnika):

- inženjer elektrotehnike.

## **PRAKTIČNA NASTAVA (16)**

Zanimanja: **elektromehaničar**

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 16 |

### **Ciljevi i zadaće**

Praktična nastava u trećoj godini obrazovanja elektromehaničara treba osposobiti učenike za izradu, montažu i održavanje električnih strojeva i uređaja. Time se podrazumijeva:

- osposobljavanje za korištenje tehničke i tehnološke dokumentacije u poslovima proizvodnje, montaže i kontrole električnih strojeva i uređaja
- osposobljavanje za uporabu alata, naprava, instrumenata, uređaja i strojeva u poslovima izrade, kontrole i održavanja električnih strojeva i uređaja
- sticanje osnovnih radnih iskustava u poslovima montaže, eksploatacije i održavanja električnih strojeva u industrijskim pogonima i elektroenergetskim pogonima
- osposobljavanje za pravilnu primjenu propisa i mjera za zaštitu pri radu.

### **Sadržaj**

#### **1. Organizacija rada u radionicama i pogonima**

Organizacija rada u radionicama i pogonima za proizvodnju i održavanje električnih strojeva, aparata i uređaja (raspored na radna mjesta, manipuliranje materijalima, alatima i instrumentima, tehnološka i radna disciplina u radionici).

Izvori opasnosti pri radu.

Propisi o zaštiti pri radu.

Zaštita od strujnog udara.

Sredstva osobne zaštite i zaštite od požara

Uporaba tehničko-tehnološke dokumentacije.

#### **2. Transformatori**

Izrada namota transformatora.

Montaža transformatora.

Međufazna i završna ispitivanja.

Radovi na održavanju transformatora.

### **3. Rotacijski strojevi**

Izrada namota strojeva (sinkroni, asinkroni i kolektorski).

Montaža namota i ostalih elemenata strojeva.

Međufazna i završna ispitivanja.

Radovi na održavanju električnih strojeva.

### **4. Sklopni aparati**

Montažni radovi s niskonaponskim sklopnim aparatima.

Montažni radovi s visokonaponskim sklopnim aparatima.

Radovi u proizvodnji, ispitivanju i montaži sklopnih niskonaponskih i visokonaponskih sklopnih aparata.

### **5. Električne instalacije**

Izrada kućnih električnih instalacija.

Izrada industrijskih električnih instalacija.

## **Objašnjenja**

Praktična nastava u trećoj godini u pravilu se izvodi u radionicama i pogonima tvornica i poduzeća za proizvodnju električnih strojeva, aparata i uređaja, odnosno radionicama za održavanje i pogonima industrijskih postrojenja. Praktičnu nastavu treba tako organizirati da učenik prođe vježbe koje će obuhvatiti osnovne radnje iz svih područja predviđenih obrazovnim programom elektromehaničara (sklopni aparati, transformatori, rotacijski strojevi, električni uređaji) i praktične nastave (priprema, montaža, eksploatacija i održavanje). Pri izradi izvedbenih programa za praktičnu nastavu treba uzeti u obzir i strukovne sadržaje iz izbornih predmeta. Okvirno planirani prosječni broj sati za pojedine nastavne cjeline je:

1. Organizacija rada u radionicama i pogonima - 32

2. Transformatori - 144

3. Rotacijski strojevi - 176

4. Sklopni aparati - 96

5. Električne instalacije - 64

Rad se treba odvijati sa skupinama učenika koje osiguravaju maksimalnu aktivnost učenika u radu. Za svakog učenika potrebno je osigurati posebno radno mjesto s pripadnom opremom kako bi se postigla potrebna samostalnost učenika u radu neophodna za efikasnost i kvalitetno obrazovanje.

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)
- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

## **Materijalni uvjeti**

Ovaj program praktične nastave izvodi se u realnim pogonima i postrojenjima za proizvodnju električnih strojeva, aparata i uređaja, odnosno servisnim radionicama i industrijskim pogonima. Učenici se uvode u rad s opremom koja se koristi u proizvodnji i održavanju električnih strojeva i uređaja.

## **Kadrovski uvjeti**

Praktičnu nastavu izvodi stručni tim različitog stupnja stručnosti. Kordinaciju poslova i organizaciju provodi voditelj praktične nastave. Ocjenu iz praktične nastave izvodi voditelj, odnosno nastavnik praktične nastave uz konzultacije svih ostalih sudionika u realizaciji.

Nastavnik, odnosno voditelj praktične nastave može biti

- inženjer elektrotehnike (sa završenim srednjim obrazovanjem u području elektrostrojarstva i elektroenergetike, odnosno s radnim iskustvom od 2 godine u području elektrostrojarstva i elektroenergetike),
- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika i završeno srednje obrazovanje u području elektrostrojarstva i elektroenergetike, odnosno radnim iskustvom od 2 godine u području elektrostrojarstva i elektroenergetike).

Zanimanja: telekomunikacijski monter

|                  |    |  |  |
|------------------|----|--|--|
| Razred           | 1. |  |  |
| Broj sati tjedno | 2  |  |  |

### **Ciljevi i zadaće**

Predmet TEHNIKA TELEKOMUNIKACIJA je uvodni predmet u obrazovnim programima za područje telekomunikacija koji ima za cilj upoznavanje učenika s osnovnim principima rada telekomunikacijskih uređaja i postrojenja.

Učenci trebaju upoznati vrste informacija i telekomunikacijskih signala, načine prijenosa informacija i osnovnu strukturu telekomunikacijskih mreža.

### **Sadržaj**

- 1. Vrste informacija**  
Zvuk, slika, znak, podaci.
- 2. Vrste telekomunikacijskih signala**  
Analogni i digitalni TK signali.  
Modulacija i demodulacija telekomunikacijskih signala.
- 3. Vrste telekomunikacija**  
Telefonija, telegrafija, prijenos podataka, telefaks, videotekst.
- 4. Vrste telekomunikacijskih mreža**  
Telefonska, telegrafska, za prijenos podataka, integrirana.
- 5. Struktura telekomunikacijskih mreža**  
Terminali, prijenosni sustavi, komutacijski sustavi.

### **Objašnjenja**

U nastavi ovog predmeta treba u većoj mjeri koristiti demonstracijske metode (modeli, makete, uređaji) kako bi se učenicima olakšao pristup u za njih novo područje tehnike.

### **Materijalni uvjeti**

Nastavu ovog predmeta treba izvoditi u učionici za telekomunikacije. Moguće je koristiti i učionicu opće namjene ako se u nju može bez poteškoća dopremiti potrebna oprema (pokretni demonstracijski stol s okvirima i panelima telekomunikacijskih uređaja).

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer telekomunikacije i informatika).

Zanimanja: telekomunikacijski monter

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Razred           |  | 2. |  |
| Broj sati tjedno |  | 2  |  |

**Ciljevi i zadaće**

Telekomunikacijski monter susreću se u radu svakodnevno s različitim vrstama terminala. Stoga je neophodno učenike upoznati s vrstama, konstrukcijom i radom terminala koji se koriste u telekomunikacijama. To podrazumijeva:

- upoznati vrste i funkciju terminala
- upoznati konstrukciju terminala
- upoznati način suradnje terminala s telekomunikacijskom mrežom
- usvojiti postupke praktičnog rukovanja s terminalima u ispitivanju, održavanju i eksploataciji.

**Sadržaj****1. Uvod u terminale**

Terminal - izvor i odredište informacija. Priključenje na mrežu. Razmjena informacija terminal-mreža. Prijem-predaja informacija. Uspostavljanje-raskidanje veze (linijska signalizacija) i prijem-predaja korisnih informacija. Kodovi. Podjela terminala.

**2. Govorni terminali**

Funkcija govornog terminala. Podjela prema načinu predaje i prijema govorne informacije s obzirom na mrežu (analogni i digitalni).

**a) Analogni telefonski aparat**

Priključenje na liniju i linijska signalizacija. Kodovi za predaju znamenaka.

Predaja i prijem govorne informacije, elektroakustički dio telefonskog aparata. Električke karakteristike telefonskog aparata.

Konstrukcija klasičnog telefonskog aparata.

Konstrukcija elektroničkog telefonskog aparata.

Posebne izvedbe telefonskog aparata (mogućnost ponavljanja zadnjeg biranog broja, skraćeno biranje, novčani aparat).

**b) Digitalni telefonski aparat** Kodiranje i dekodiranje govorne informacije.

Predaja-prijem informacije u digitalnom obliku.

**3. Negovorni terminali****a) Funkcija negovornih terminala**

Terminali za telegrafiju, terminali za prijenos podataka, telemski terminali.

Komunikacijske mogućnosti terminala (sinkroni, asinkroni i paketski). Brzina rada. Kodovi.

**b) Suradnja terminal mreža**

Priključenje terminala na mrežu. Sučelje i mrežne završne jedinice. Sučelja prema CCITT preporukama. Signalizacija na pretplatničkomvodu za telegrafiju i za prijenos podataka (asinkroni, sinkroni, paketski rad).

**c) Konstrukcija i rukovanje** Dijelovi negovornog terminala (komunikacijski, manipulacijski i prezentacijski dio, vanjske memorije, upravljačka jedinica, ostala oprema).

Rukovanje (uključivanje mrežnog napona, testiranje i inicijalizacija terminala, signalizacij, iniciranje poziva, biranje pozvanog pretplatnika, uspostavljanje veze, raskidanje veze).

**4. ISDN terminali**

Standardizacija digitalne pretplatničke petlje za ISDN (preporuke CCITT).

Signalizacija, sučelja, mrežna završna jedinica. Činjenični priključak.

Jednofunkcijski i višefunkcijski terminali.

**Objašnjenje**

U izvedbenom programu treba planirati vrijeme za samostalan rad učenika u laboratoriju prosječno 0,5 sati tjedno. Laboratorijske vježbe držati u bloku od 2 sata. Rad u laboratoriju treba održavati sa skupinama od 1/3 razrednog odjela. Terminale treba upoznavati kroz priključenje na komutaciju (laboratorij) i praćenje razmjene informacije na liniji.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

### **Materijalni uvjeti**

Nastavu ovog predmeta treba održavati prostorijama posebne namjene (učionica i laboratorij za telekomunikacije). Teorijski dio nastave moguće je držati i u učionici ukoliko je moguće u nju dopremiti potrebnu opremu (pokretni demonstracijski stol sa stalcima za panele sklopova i terminala i jedinicom napajanja).

Radni stolovi učenika trebaju biti opremljeni s:

- izvorima jednofazni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 0-300V/10A, jednofazni izvor električne energije, 220V, istosmjerni izvor električne energije iz ispravljačkog uređaja s kontinuiranom regulacijom 0-110V/10A,
- konektorski priključak za simetrični, koaksijalni i optički vod, te PTT priključak.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer telekomunikacije i informatika)

Za suradnika u nastavi (izvođenje laboratorijskih vježbi za rad s paralelnim grupama razrednog odjela pod vodstvom nastavnika):

- inženjer elektrotehnike (smjer telekomunikacije),
- inženjer prometa (smjer pt tehnika).

## **TELEKOMUNIKACIJSKI VODOVI (19)**

Zanimanja: telekomunikacijski monter

|                         |  |           |           |
|-------------------------|--|-----------|-----------|
| <b>Razred</b>           |  | <b>2.</b> | <b>3.</b> |
| <b>Broj sati tjedno</b> |  | <b>3</b>  | <b>2</b>  |

### **Ciljevi i zadaće**

Nastava ovog predmeta omogućit će učenicima da upoznaju:

- konstrukcijske karakteristike pojedinih vrsta telekomunikacijskih kabela i kabelskih kanalizacija
- opremu i alat za montažu
- postupke u izgradnji i održavanju kabela i kabelskih kanalizacija
- prijenosne karakteristike telekomunikacijskih kabela, te međusobne i vanjske utjecaje na kabele i zaštitne mjere
- postupke za kontrolu ispravnosti kabela
- konstruktivne karakteristike zračnih telekomunikacijskih vodova
- opremu, alate i postupke za izgradnju i održavanje zračnih vodova
- osnovne prijenosne karakteristike zračnih vodova, međusobne i vanjske utjecaje i zaštitne mjere.

### **Sadržaj**

#### **2. razred**

##### **1. Vrste i svojstva kabela**

Vrste kabela. Sastavni dijelovi kabela.

Simetrični kabele.

Nesimetrični kabele.

Optički kabele.

2. **Nastavljanje i završavanje kabela**
  - Oprema za nastavljanje vodiča simetričnih kabela.
  - Oprema za nastavljanje vodiča nesimetričnih kabela.
  - Oprema za nastavljanje kabela.
  - Nastavljanje vodiča kabela.
  - Nastavljanje kabela.
  - Nastavljanje optičkih kabela.
  - Oprema za završavanje kabela.
  - Završavanje simetričnih i nesimetričnih kabela.
  - Završavanje optičkih kabela.
3. **Kabelska kanalizacija**
  - Materijali za kabelsku kanalizaciju.
  - Alati za izgradnju kabelske kanalizacije.
  - Izgradnja i održavanje kabelske kanalizacije.
4. **Montaža kabela**
  - Alati za polaganje i montažu kabela.
  - Polaganje kabela.
  - Uvlačenje kabela u kabelsku kanalizaciju.

### **3. razred**

5. **Zračne linije**
  - Zračne linije s golim i izoliranim vodičima.
  - Alati i oprema za izgradnju zračnih linija.
  - Trasiranje zračnih linija.
  - Izrada, postavljanje, osiguranje i obilježavanje uporišta.
  - Montaža opreme na uporište.
  - Postavljanje i nastavljanje vodiča.
  - Uvođenje i završavanje zračnih vodova.
  - Izrada gromobranskih instalacija na uporištu.
6. **Prijenosna svojstva vodova**
  - Parametri prijenosa NF i VF simetričnih i nesimetričnih kabela.
  - Pupinizacija kabela.
  - Međusobni utjecaji na telekomunikacijskim kabelima.
  - Vanjski utjecaji na telekomunikacijske kabele.
  - Električna i plinska kontrola kabela.
  - Prijenosna svojstva zračnih vodova.
  - Međusobni i vanjski utjecaji na zračne vodove.
  - Zaštitne mjere.
  - Održavanje kabelskih mreža.
  - Održavanje zračnih linija.

### **Objašnjenje**

Nastavu ovog predmeta treba realizirati putem predavanja koja je potrebno redovito popratiti prikazima, ilustracijama i uzorcima kabela, zračnih vodova i pribora za rad s kabelima. Treba koristiti tvorničku dokumentaciju i kataloge proizvođača kabela. Predavanja treba najuže povezivati s vježbama u radionici.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer telekomunikacije i informatika s 2 godine radnog iskustva u poslovima izgradnje i održavanja telekomunikacijskih vodova i mreža).

Zanimanja: telekomunikacijski monter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Predmetom TELEKOMUNIKACIJSKE INSTALACIJE učenici trebaju steći teorijsku podlogu neophodnu za praktičan rad na projektiranju, montaži i održavanju telekomunikacijskih instalacija. To znači:

- upoznati konstrukcijske karakteristike telekomunikacijskih instalacija
- upoznati opremu, alat i postupke izrade i održavanja telekomunikacijskih instalacija
- steći pregled načina izrade instalacija u različitim uvjetima
- usvojiti osnove projektiranja i kontrole kvalitete instalacija.

### Sadržaj

#### 1. Alati i materijali za telekomunikacijske instalacije

Uvod u telekomunikacijske instalacije.  
 Nadžbukne, podžbukne i podne instalacije.  
 Materijali za izradu nadžbuknih instalacija.  
 Materijali za izradu podžbuknih instalacija.  
 Materijali za izradu podnih instalacija.  
 Alati za izradu telekomunikacijskih instalacija.

#### 2. Izrada instalacija

Izrada nadžbuknih instalacija.  
 Izrada podžbuknih instalacija.  
 Izrada podnih instalacija.  
 Električno osiguranje telekomunikacijskih instalacija.  
 Priključivanje telekomunikacijskih uređaja na instalacije.  
 Izrada zemljovodne instalacije.  
 Instalacije u prostorijama s posebnim uvjetima.  
 Utjecaj elektroenergetskih postrojenja i zaštita.  
 Uvođenje zračnih i kablskih vodova u elektroenergetska postrojenja.  
 Instalacije i razvod kućnog telefona.  
 Projektiranje kućnog telefonskog razvoda.  
 Kontrola kvalitete telekomunikacijskih instalacija.

#### 3. Ostale instalacije

Portafonske instalacije i uređaji.  
 Antenske instalacije.  
 Protupožarne instalacije i uređaji.  
 Protuprovalne instalacije i uređaji.

### Objašnjenje

Nastavu ovog predmeta trebalo ostvariti preko predavanja koja je potrebno redovito popratiti prikazima instalacija te pribora za rad s instalacijama. Predavanja treba najuže povezivati s vježbama u radionici.

### Materijalni uvjeti

Nastavu ovog predmeta treba održavati u prostorijama posebne namjene (učionica za telekomunikacije). Dio nastave moguće je držati i u učionici opće namjene ukoliko je moguće za svaki sat u nju dopremiti potrebnu opremu (demonstracijski stol s panelima instalacija i priključka telekomunikacijskih uređaja).

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer telekomunikacije i informatika).

Nastavu iz ovog predmeta mogu izvoditi navedeni nastavnici ako imaju najmanje 2 godine radnog iskustva na poslovima projektiranja, izgradnje i održavanja telekomunikacijskih uređaja, instalacija i sustava.



Zanimanja: **telekomunikacijski monter**

|                         |  |           |  |
|-------------------------|--|-----------|--|
| <b>Razred</b>           |  | <b>2.</b> |  |
| <b>Broj sati tjedno</b> |  | <b>7</b>  |  |

**Ciljevi i zadaće**

Praktična nastava omogućit će učenicima upoznavanje postupaka i usvajanje znanja, vještina i navika iz obrade elektromaterijala vezanih za djelatnosti u području telekomunikacija.

Ostvarenje ovog cilja podrazumijeva:

- povezivanje teoretskih znanja s praktičnim radom u području elektrotehnike s naglaskom na područje telekomunikacija
- stjecanje radnih iskustava u rukovanju mjernim alatom i instrumentima
- stjecanje znanja, vještina i navika u uporabi i rukovanju ručnim i mehaniziranim alatima i uređajima za obradu materijala
- upoznavanje s izvorima opasnosti pri radu i mjerama zaštite, te usvajanje praktičnih postupaka za rad na siguran način.

**Sadržaj****1. Organizacija rada u radionici za telekomunikacije**

Principi organizacije rada.

Unutarnja organizacija radionice (upoznavanje učenika s radnim mjestima, alatom i instrumentima za obradu elektromaterijala).

Radna i tehnološka disciplina u radionici za telekomunikacije.

**2. Zaštita na radu**

Opasnosti od električnog udara i mjere zaštite.

Pružanje prve pomoći ozlijeđenom od udara električne struje.

**3. Spajanje u elektrotehnici**

Izvođenje spajanja upletanjem, stiskanjem i omatanjem.

Izvođenje radova lemljenja.

Opasnosti i mjere zaštite.

**4. Obrada vodova**

Obrada golih vodova (alati i naprave za obradu, postupci sječenja i spajanja).

Obrada izoliranih vodova (skidanje izolacije, kosirenje izvoda, spajanje).

Obrada oklopljenih vodova (skidanje izolacije i priprema za spajanje).

Izrada žičane forme. Izrada spojnih vodova s različitim konektorima.

**5. Postupci s elektroničkim elementima**

Tehnologija izrade tiskanih ploča.

Izrada tiskane ploče i priprema za lemljenje.

Formiranje izvoda elektroničkih elemenata.

Ugradnja elemenata na tiskane ploče.

Vađenje elektroničkih elemenata s tiskane ploče.

**6. Montažni radovi na terminalima**

Montaža govornih terminala.

Montaža negovornih terminala.

Montaža terminalnih uređaja.

**7. Radovi na kabelima**

Upoznavanje kabela i alata za montažu kabela.

Rukovanje alatima za montažu kabela.

Spajanje vodiča simetričnih kabela.

Spajanje vodiča nesimetričnih kabela.

Spajanje optičkih vlakana.

Spajanje plašteva kabela.

## Objašnjenje

Praktična nastava je predmet isključivo praktične naravi. Međutim, svakom praktičnom radu prethode potrebna tehničkotehnološka objašnjenja. Kolika će objašnjenja biti ovisi o građi koja se obrađuje i korelaciji s gradivom ostalih stručnih predmeta. Posebnu pažnju treba posvetiti sadržajima zaštite pri radu. Ti sadržaji su dani kao posebna cjelina na početku rada u radionici, a na njih se treba vraćati kod svake konkretne vrste posla i operacije kod koje se javlja.

Organizacija praktične nastave ima bitan utjecaj na ostvarivanje postavljenih zadataka i cilja nastave ovog predmeta. Uspješna realizacija programa praktične nastave pretpostavlja postojanje organizirane pripreme rada koja treba pratiti materijalne zahtjeve vježbi i opremljenost radionice. Opremljenost mora biti takva da svakom učeniku osigura zasebno i potpuno opremljeno radno mjesto.

Praktičnu nastavu treba izvoditi u 3 skupine (najviše 12 učenika) u bloku tjednog fonda sati. Ako prostor i oprema dozvoljavaju, praktičnu nastavu moguće je izvoditi i s većom skupinom učenika. Tada nužno uz nastavnika u nastavi sudjeluje i suradnik u nastavi.

Pri planiranju predmeta rada treba, nakon uvodnih didaktičkih vježbi za pojedine operacije, dati prioritet proizvodnim vježbama u mjeri u kojoj to dozvoljavaju prilike.

Praćenje rada i vrednovanje rezultata rada učenika značajna je dionica u ostvarivanju programa praktične nastave. Stupanj uspješnosti u svladavanju programa praktične nastave učenici pokazuju praktičnim radom. Izvedbenim programom treba utvrditi način praćenja rada učenika i ocjenjivanje. Pri razradi praktičnih vježbi treba utvrditi i način praćenja uspješnosti s obzirom na svladavanje praktičnog znanja i stjecanje vještina.

Pri izradi izvedbenih programa za praktičnu nastavu treba uzeti u obzir i strukovne sadržaje iz izbornih predmeta. Okvirni broj sati nastave po nastavnim cjelinama je:

1. Organizacija rada u radionici za telekomunikacije - 7
2. Zaštita na radu - 14
3. Spajanje u elektrotehnici - 49
4. Obrada vodova - 42
5. Postupci s elektroničkim elementima - 42
6. Montažni radovi na terminalima - 42
7. Radovi na kabelima - 49

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)
- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

## Materijalni uvjeti

Praktična nastava u 2. razredu izvodi se u školskoj radionici za telekomunikacije i poligonu za TK mreže. Opremljenost mora biti takva da omogućava samostalan rad svakog učenika.

Radionički stolovi trebaju biti opremljeni radnim stolovi za učenike koji sadrže:

- jednofazni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 0-300V/10A, jednofazni izvor električne energije, 220V, istosmjerni izvor električne energije iz ispravljačkog uređaja s kontinuiranom regulacijom 0-110V/10A,
- konektorski priključak za simetrični, koaksijalni i optički vod, te P - Γ priključak.

U sklopu poligona (veličine oko 250m<sup>2</sup>) treba biti izgrađena kabelska kanalizacija s najmanje tri cijevi i četiri zdenca. Ona treba povezivati poligon s radionicama za Tk kabele i instalacije.

## Kadrovski uvjeti

- nastavnik praktične nastave elektrotehničke struke\*
- inženjer telekomunikacija\*
- inženjer elektrotehnike\*
- inženjer prometa (smjer pt tehnika)\*

\* Praktičnu nastavu može izvoditi nastavnik praktične nastave i inženjer elektrotehnike, ako je prethodno stekao srednju stručnu spremu u elektrotehničkoj struci, odnosno ima radno iskustvo struci (poslovi proizvodnje, montaže i održavanja telekomunikacijske opreme) od najmanje 2 godine.

Za suradnika u nastavi (zajednički rad s nastavnikom s većom skupinom učenika):

- srednja stručna sprema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, IV. ili V. stupanj stručne sprema) i najmanje 2 godine iskustva u struci (poslovi proizvodnje, montaže i održavanja telekomunikacijske opreme).

#### Literatura koja se preporučuje

Bolf, Erceg, Baljak, Kacian, Zaštita na radu, Otvoreno sveučilište, Zagreb, 1993.

Luetić: Tehnologija elektrotehničkih materijala, Školska knjiga, Zagreb.

Huebscher, Klaue, Pflueger, Appelt, Osnovi elektrotehnike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1981.

Gudelj, Buha, Elektrotehnički materijali i komponente, Tehnička škola R. Boškovića, Zagreb, 1994.

## PRAKTIČNA NASTAVA (22)

Zanimanja: telekomunikacijski monter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 16 |

#### Ciljevi i zadaće

Praktična nastava omogućit će učenicima upoznavanje postupaka i usvajanje znanja, vještina i navika u području telekomunikacija vezanih za vodove instalacije i uređaje. Ostvarenje ovog cilja podrazumijeva:

- povezivanje teoretskih znanja s praktičnim radom u području elektrotehnike, s naglaskom na području telekomunikacija
- stjecanje radnih iskustava u rukovanju mjernim alatom i instrumentima
- stjecanje praktičnih znanja potrebnih u radu na izgradnji i održavanju kabelskih vodova
- stjecanje praktičnih znanja potrebnih u radu na izgradnji i održavanju zračnih vodova
- stjecanje praktičnih znanja za rad na izgradnji telekomunikacijskih instalacija
- upoznavanje s izvorima opasnosti pri radu i mjerama zaštite, te usvajanje praktičnih postupaka za rad na siguran način.

#### Sadržaj

##### 1. Organizacija rada

Principi organizacije rada.

Unutarnja organizacija radionice (upoznavanje učenika s radnim mjestima, alatom i instrumentima za praktičan rad u području telekomunikacija).

Radna i tehnološka disciplina u radionicama i postrojenjima za telekomunikacije.

Organizacija rada na gradilištu.

##### 2. Zaštita na radu

Opasnosti i mjere zaštite.

Pružanje prve pomoći ozlijeđenom.

##### 3. Kabelski vodovi

Polaganje kabela u zemlju.

Uvlačenje kabela u kabelsku kanalizaciju.

Izrada ravnih nastavaka na simetričnim kabelima.

Izrada račvastih nastavaka na simetričnim kabelima.

Izrada nastavaka na nesimetričnim kabelima.

Izrada kabelskih izvoda (unutrašnji i vanjski izvod, razdjelnik).

Završavanje simetričnih kabela (završavanje na kabelskoj glavi, završavanje na letvicama, završavanje završnim nastavkom).

Završavanje nesimetričnih kabela.

Zamjena oštećenih dijelova kabela.

Radovi na optičkim kabelima.

#### **4. Zračni vodovi**

Trasiranje linija.  
Postavljanje uporišta.  
Osiguranje uporišta.  
Montaža opreme na uporištu.  
Povlačenje žica.  
Nastavljanje žica.  
Izrada uvida.  
Izrada gromobranskih instalacija na uporištu.

#### **5. Instalacije**

Izrada nadžbukne instalacije.  
Izrada podžbukne instalacije.  
Izrada podne instalacije.  
Električko osiguranje instalacija.  
Izrada zemljovodne instalacije.  
Izrada antenskih instalacija.  
Izrada portafonskih instalacija.

#### **6. Priključivanje uređaja na instalacije**

Priključivanje pretplatničkog telefonskog aparata.  
Priključivanje sekretarskog telefonskog aparata.  
Priključivanje dvojnika.  
Priključivanje koncentratora.  
Priključivanje jednokanalnih VF uređaja.  
Priključivanje teleprintera.

### **Objašnjenje**

Praktičnu nastavu u trećem razredu treba izvoditi u školskoj radionici za telekomunikacije, u poduzećima i na gradilištu (telekomunikacijske linije, stambene i industrijske zgrade).

Praktična nastava je predmet isključivo praktične naravi. Međutim, svakom praktičnom radu prethode potrebna tehničkotehnološka objašnjenja. Kolika će objašnjenja biti ovisi o građi koja se obrađuje i korelaciji s gradivom ostalih stručnih predmeta. Posebnu pažnju treba posvetiti sadržajima zaštite pri radu. Ti sadržaji su dani kao posebna cjelina na početku rada u radionici, a na njih se treba vraćati kod svake konkretne vrste posla i operacije.

Organizacija rada u radionici i praktikumu ima bitan utjecaj na ostvarivanje postavljenih zadataka i cilja nastave ovog predmeta. Uspješna realizacija dijela programa praktične nastave, koji se izvodi u školskim radionicama, pretpostavlja postojanje organizirane pripreme rada koja treba pratiti materijalne zahtjeve vježbi i odgovarajuću opremljenost radionice. Opremljenost mora biti takva da svakom učeniku osigura zasebno i potpuno opremljeno radno mjesto.

Praktičnu nastavu u školskoj radionici treba izvoditi u 3 skupine (najviše 12 učenika): mogu se izvoditi na različite načine. Najpovoljnije je izvoditi dva dana u tjednu ili čitav tjedan prema dinamici koja slijedi iz ukupnog fonda sati (naročito kad se vježbe izvode u radionicama poduzeća ili gradilištima).

Praćenje rada i vrednovanje rezultata rada učenika značajna je dionica u ostvarivanju programa praktične nastave. Stupanj uspješnosti u svladavanju programa praktične nastave učenici pokazuju praktičnim radom. Izvedbenim programom treba utvrditi način praćenja rada učenika i ocjenjivanje. Pri razradi praktičnih vježbi treba utvrditi i način praćenja uspješnosti s obzirom na svladavanje praktičnog znanja i stjecanje vještina.

Pri izradi izvedbenih programa za praktičnu nastavu treba uzeti u obzir i strukovne sadržaje iz izbornih predmeta. Za pojedine nastavne cjeline može se okvirno planirati broj sati:

1. Organizacija rada - 16
2. Zaštita na radu - 32
3. Kabelski vodovi - 128
4. Zračni vodovi - 80
5. Instalacije - 128
6. Priključivanje uređaja na instalacije 128

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe, proizvod ili uslugu
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)

- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

### **Materijalni uvjeti**

Dio praktične nastave u 3. razredu izvodi se u školskoj radionici za telekomunikacije i poligonu za TK mreže. Opremljenost mora biti takva da omogućava samostalan rad svakog učenika.

Radionički stolovi trebaju biti opremljeni radnim stolovi za učenike koji sadrže:

- jednofazni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 0-300V/10A, jednofazni izvor električne energije, 220V, istosmjerni izvor električne energije iz ispravljačkog uređaja s kontinuiranom regulacijom 0-110V/10A,
- konektorski priključak za simetrični, koaksijalni i optički vod te PTT priključak.

U sklopu poligona (veličine oko 250m<sup>2</sup> treba biti izgrađena kabelska kanalizacija s najmanje tri cijevi i četiri zdenca. Ona treba povezivati poligon s radionicama za Tk kabele i instalacije.

Veći dio programa praktične nastave u trećem razredu treba izvoditi u realnim radnim uvjetima, tj. pogonima poduzećima za proizvodnju i eksploataciju telekomunikacijske opreme i na gradilištu (telekomunikacijske linije, stambene i industrijske zgrade). Učenici se uvode u rad s opremom koja se koristi u proizvodnji i održavanju telekomunikacijskih sklopova i uređaja.

### **Kadrovski uvjeti**

Praktičnu nastavu u trećem razredu izvodi stručni tim različitog stupnja stručnosti. Kordinaciju poslova i organizaciju provodi voditelj praktične nastave. Ocjenu praktične nastave izvodi voditelj odnosno nastavnik praktične nastave uz konzultacije svih ostalih sudionika u realizaciji.

Nastavnik, odnosno voditelj praktične nastave može biti:

- nastavnik praktične nastave elektrotehničke struke\*
- inženjer elektrotehnike\*
- inženjer telekomunikacija\*
- inženjer prometa (smjer PT tehnika)\*.

\* Praktičnu nastavu može izvoditi nastavnik praktične nastave i inženjer elektrotehnike, ako je prethodno stekao srednju stručnu spremu u elektrotehničkoj struci (telekomunikacije) i ima radno iskustvo u struci (poslovi proizvodnje, montaže i održavanja telekomunikacijskih uređaja i instalacija) od najmanje 2 godine.

Za suradnika u nastavi (zajednički rad s nastavnikom s većom skupinom učenika):

- srednja stručna sprema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, IV. ili V. stupanj stručne sprema, usmjerenje u područja telekomunikacija) i najmanje 2 godine iskustva u struci (poslovi proizvodnje, montaže i održavanja telekomunikacijskih uređaja i instalacija).

Zanimanja: **elektroničar**

|                  |   |  |  |
|------------------|---|--|--|
| Razred           | 1 |  |  |
| Broj sati tjedno | 2 |  |  |

**Ciljevi i zadaće**

Finomehanički elementi i mehanizmi sastavni su dijelovi i sklopovi svih elektroničkih uređaja. Iz tog proizlazi potreba da svaki elektroničar u toku školovanja usvoji aktivna znanja iz područja teorije, načela izvedbi i djelovanja osnovnih finomehaničkih spojeva, elemenata i mehanizama. Stečena temeljna znanja iz ovog područja učenici će koristiti kao osnovu za daljnje obrazovanje i primjenu u praktičnom radu. Nastava ovog predmeta treba omogućiti:

- da učenici usvoje osnovna znanja o izvedbi i djelovanju finomehaničkih spojeva, sastavnih dijelova i mehanizama koji se primjenjuju u elektroničkim uređajima
- da učenici usvoje osnovna teoretska znanja i vještine prikazivanja, analiziranja i tumačenja finomehaničkih elemenata, spojeva i mehanizama
- da učenici razviju sposobnost povezivanja stručnih znanja iz područja finomehanike sa znanjima iz elektrotehnike;
- da učenici samostalno koriste stručnu literaturu iz područja finomehanike.

**Sadržaj****1. Finomehanički spojevi spojevi**

Čvrsti i neraskidivi spojevi (spojevi zavarivanjem, lemljenjem, spojevi lijepljenjem).

Spojevi ulaganjem (ulaganje u plastične mase, tiskani spojevi, tiskani krugovi, spojevi ulaganjem u metale).

Spojevi trajnom deformacijom (zakovični spojevi, spojevi porublivanjem, previjanjem, užljebljivanjem i preklapanjem, spojevi s ušicama i rascjepkama).

Sistemi tolerancija.

Čvrsti rastavljivi spojevi (spojevi s vijcima, vrste finih navoja, metrički normalni i fini navoj, Whitworthov navoj, standardne veličine i tipovi vijaka, vijci za lim, vijci za drvo, sitni vijci).

Osigurači za vijčane spojeve (ravne, elastične i zupčaste podloške).

Malice (standardne veličine i izvedbe matica, sigurnosne malice).

Zaštita vijaka i matica (cinčanje i niklanje).

Finomehanički električni spojevi za kabele i tiskane pločice.

**2. Sastavni dijelovi finih mehanizama**

Pokretni dijelovi finih mehanizama (osovnice, vodilice, ležajevi, posebne izvedbe kliznih ležajeva, torzijski elastični elementi, gumene opruge, torzijske zavojne opruge, konzolne, bimetalne, spiralne i zavojne opruge).

Amortizeri (amortizacija tkaninama, plastičnim masama, gumom, oprugama i apsorberima).

Šasije i kućišta elektroničkih uređaja (metalne šasije i nosivi okviri, prahotijesna, vodotijesna i sigurnosna kućišta).

Ručice i dugmad za upravljanje (vrste i oblici).

Skale (vrste skala elektroničkih mjernih uređaja).

**3. Fini mehanizmi**

Ustavljache (jednosmjerne i dvosmjerne).

Prenosnici gibanja (aksijalne i radijalne fine spojke, automatske centrifugalne i elastične fine spojke).

Prijenosni mehanizmi (mehanizmi za pretvorbu pravocrtnog u kružno gibanje, zupčanički prijenosi, tarni prijenosi, remenski prijenosi, krivuljni mehanizmi).

Posebni prijenosni mehanizmi (kardioidni mehanizmi, dekadni brojački mehanizam, birački mehanizam, mehanizmi korak po korak, kordinatni birački mehanizmi, elektromotorni pogonski mehanizmi).

Regulacijski mehanizmi (centrifugalni i kontaktni mehanizmi za regulaciju brzine vrtnje motora, mehanizmi za kočenje, magnetske i frikcijske kočnice).

Prigušni mehanizmi (zračni i magnetski mehanizmi za prigušenje skretnih sistema električnih instrumenata).

Preklopnici i prekidači (kontakti preklopnika u elektronici, oblici kontaktnih površina, zaštita kontakata).

Zaštita od korozije (postupci i materijali za zaštitu finomehaničkih dijelova i mehanizama).

Montažne i kinematičke sheme finih mehanizama.

#### 4. Primjena finomehanike u elektronici

Primjena finomehanike u automatizaciji (senzori, mjerni pretvornici, regulacijski članovi, izvršni članovi)

Primjena finomehanike u audiotehnici (mehanizmi gramofona, megnetofona, digitalnih gramofona)

Primjena finomehanike u videotehnici (magetoskopi, kamere)

Primjena finomehanike u računalima (disk jedinice, crtači i pisači).

#### Objašnjenje

U nastavi ovog predmeta naročitu pažnju treba posvetiti razjašnjavanju osnovnih pojmova i znanja o teoretskim osnovama načela izrade i djelovanja finomehaničkih spojeva, elemenata i mehanizama i njihove praktične primjene u uređajima elektronike. Posebno je potrebno isticati važnost spomenutih teoretskih i praktičnih znanja za ispravan pristup izradi, ugradnji, montaži, servisiranju, održavanju i zaštiti elektroničkih uređaja koji rade pod težanim uvjetima rada. Isto tako je neophodno isticati važnost točnosti izrade i održavanja finomehaničkih elemenata i sklopova za ispravan i dugotrajan rad uređaja.

Naročito je važno povezivanje teoretske i praktične nastave s praktičnim primjerima primjene finomehaničkih elemenata, spojeva i mehanizama u elektroničkim uređajima instaliranim u pogonima i uređima.

#### Materijalni uvjeti

Za izvođenje nastave ovog predmeta potrebno je imati na raspolaganju:

- didaktički plakati s elementima za spajanje, elementima za kružno gibanje i prenosnicima
- elementi finih mehanizama (zaustavljači, prenosnici gibanja, regulacijski i prigušni mehanizmi, preklopnici i prekidači)
- montažne i kinematičke sheme mehanizama
- zbirka modela (prijenosni mehanizmi, mehanizmi za regulaciju, prigušni mehanizmi)
- grafofolije s prikazima finih mehanizama, montažnih i kinematičkih shema mehanizama
- grafoskop.

#### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer strojarstva,
- profesor strojarstva.

#### Literatura koja se preporučuje

Čelan, Koroman, Pavuna, Redep, Elementi finomehanike, Školska knjiga, Zagreb, 1991.

### ELEKTRONIČKI SKLOPOVI (24)

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Razred           |  | 2. |  |
| Broj sati tjedno |  | 4  |  |

#### Ciljevi i zadaće

U predmetu ELEKTROTEHNIČKI MATERIJALI I KOMPONENTE učenici su upoznali svojstva poluvodičkih materijala, njihovu primjenu u proizvodnji elektroničkih komponenata, fizikalne osnove i temeljna svojstva poluvodičkih komponenata (dioda, tranzistora i tiristora). Ta znanja se u predmetu ELEKTRONIČKI SKLOPOVI proširuju i nadograđuju s obzirom na svojstva komponenata (karakteristični parametri, strujno-naponske karakteristike) izbor i mogućnosti primjene, te izgradnju, svojstva i primjenu elektroničkih sklopova.

Proučavanjem sadržaja ovog predmeta treba učenicima omogućiti:

- poznavanje naziva, rasporeda i funkcije izvoda elektroničkih komponenata (diode, bipolarni i unipolarni tranzistori, tiristori, operacijska pojačala, optoelektroničke komponente)
- poznavanje značenja pojmova karakterističnih parametara komponenata i njihovu praktičnu važnost
- stjecanje znanja uporabe tvorničkih podataka za elektroničke komponente (nalaženje vrijednosti karakterističnih parametara i izbor elemenata za pojedine namjene)

- poznavanje svojstava sklopova prema programu predmeta (namjena, utjecaj vrijednosti elemenata sklopa na njegova svojstva)
- stjecanje osnovnih znanja u svezi izbora elemenata i vrijednosti pri kontstrukciji sklopova
- poznavanje uloge sklopova u složenijim uređajima i sustavima
- poznavanje osnovnih postupaka za ispitivanje ispravnosti komponenata i sklopova
- razvijanje sposobnosti samostalnog rada uporabom literature.

Znanja stečena preko nastave ovog predmeta temelj su za proučavanje stručnih sadržaja u četvrtoj godini.

## Sadržaj

### 1. Poluvodičke diode

Strujno-naponska karakteristika, karakteristični parametri.

Statička analiza.

Izvedbe dioda.

Kućišta.

Označavanje.

Ispitivanje ispravnosti.

Impulsna svojstva dioda.

Ispravljački spojevi.

Filtriranje ispravljenog napona.

Ograničavanje napona.

Restauriranje napona.

Zenerova dioda (strujno-naponska karakteristika, karakteristični parametri, izvedbe, označavanje, ispitivanje ispravnosti).

Stabilizacija napona Zenerovom diodom (shema spoja, izbor elemenata stabilizatora).

Ostale vrste dioda (varicap, tunelske diode).

### 2. Bipolarni tranzistori

Ulazne i izlazne karakteristike tranzistora.

Karakteristični parametri (dozvoljeni naponi i struje, faktor strujnog pojačanja, temperaturno i frekvencijsko područje rada).

Izvedbe i kućišta tranzistora.

Označavanje tranzistora.

Područja rada.

Osnovni spojevi tranzistora i njihove karakteristike (naponsko i strujno pojačanje, ulazni i izlazni otpor).

### 3. Unipolarni tranzistori

Spojni FET (princip izvedbe, opis rada, strujno-naponske karakteristike, simboli, označavanje).

Tranzistori s izoliranom upravljačkom elektrodom (tipovi, strujno-naponske karakteristike, simboli i karakteristični parametri).

### 4. Tranzistor kao sklopka

Statička svojstva tranzistorske sklopke.

Uvjeti zapiranja i zasićenja.

Impulsna svojstva tranzistorske sklopke.

Utjecaj opterećanja (otporo, kapacitivno i induktivno)

Zaštita tranzistora.

Sklopka s unipolarnim tranzistorom.

### 5. Multivibratori

Bistabilni multivibrator (shema, opis rada, oblici napona).

Monostabilni multivibrator (shema, opis rada, oblici napona, trajanje kvazistabilnog stanja, utjecaj opterećanja).

Astabilni multivibrator (shema, opis rada, oblici napona, trajanje kvazistabilnog stanja, frekvencija izlaznog napona, utjecaj opterećanja).

Schmittov okidni sklop.

### 6. Osnovni spojevi tranzistorskih pojačala

Pojačalo u spoju zajedničkog emitera (elementi pojačala, dobivanje prednapona, statička radna točka, stabilizacija radne točke, fazni odnosi ulaznog i izlaznog napona, strujno i naponsko pojačanje, ulazni i izlazni otpor, dinamički radni pravac, izobličenja, frekvencijska karakteristika).

Pojačalo u spoju zajedničke baze.

Pojačalo u spoju zajedničkog kolektora.

Osnovni spojevi pojačala s FET-om.



- 7. Tranzistorska pojačala s više stupnjeva**  
Veze između stupnjeva pojačala.  
Pojačalo s dva stupnja i kapacitivnom vezom.  
Pojačalo s dva stupnja i izravnom vezom.  
Darlingtonov spoj.  
Diferencijalno pojačalo s bipolarnim i unipolarnim tranzistorima.
- 8. Pojačala snage**  
Pojačala snage (klase rada, korisnost, prilagođenje, izobličenje).  
Pojačalo snage s transformatorskom vezom klase A.  
Protutaktna pojačala snage klase B.  
Pojačalo snage s kvazi komplementarnom simetrijom.  
Pojačala snage klase C.
- 9. Povratna veza**  
Negativna povratna veza (utjecaj na svojstva pojačala).  
Vrste negativne povratne veze, primjeri pojačala s negativnom povratnom vezom.
- 10. Oscilatori**  
Oscilatori s pozitivnom povratnom vezom.  
Oscilatori s kristalom kvarca.
- 11. Operacijska pojačala**  
Svojstva operacijskog pojačala (pojačanje, ulazni i izlazni otpor, širina pojasa, razdešenost, ulazni i diferencijalni ulazni napon, napon napajanja).  
Komparator, komparator s histerezom.  
Invertirajuće i neinvertirajuće pojačalo, sljedilo.  
Diferencijator i integrator.
- 12. Generiranje pilastog napona**  
Idealni i stvarni pilasti napon.  
Generiranje pilastog napona pomoću izvora stalnog napona i pomoću izvora stalne struje.  
Butstrep generator pilastog napona.  
Millerov generator pilastog napona.
- 13. Stabilizatori**  
Stabilizirani izvori napona napajanja (faktor stabilizacije, izlazni otpor, temperaturni koeficijent).  
Serijski tranzistorski stabilizator napona (svojstva, izbor elemenata).  
Integrirani stabilizatori.
- 14. Tiristori**  
Vrste i svojstva tiristora.  
Osnovni spojevi za regulaciju struje tiristorima.  
Jednospojni tranzistor.
- 15. Sklopovi s uzimanjem uzoraka**  
Analogne sklopke, selektiranje analognih signala.  
Sklopovi s uzimanjem uzoraka.
- 16. Optoelektroniki elementi**  
Osnovna svojstva, karakteristični parametri, primjena.  
Poluvodiki svjetlosni izvori.  
Poluvodiki svjetlosnoosjetljivi elementi.  
Optoelektronički izolatori.

## Objašnjenje

Nastava ovog predmeta izvodi se putem predavanja i laboratorijskih vježbi. Ta dva oblika nastave se upotpunjuju i samo kao jedinstvena cjelina mogu dati očekivani rezultat u usvajanju potrebnih znanja i sposobnosti. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta.

Izvedbenim programom treba, od ukupno 4 sata tjedne nastave ovog predmeta, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 1 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno s 3, a najmanje s 2 skupine (najviše pola razrednog odjela, odnosno 16 učenika istovremeno) u bloku od 2 sata, što znači za svaku skupinu učenika svaki drugi tjedan. Vrijeme održavanja laboratorijskih vježbi treba

biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s instrumentima, režimom rada i mjerama zaštite. Vježba može slijediti ili prethoditi gradivu obrađenom ostalim oblicima nastave (predavanje). Učenik za izvođenje vježbe treba biti pripremljen putem nastave ili samostalnim radom na temelju razrađenih zadataka za vježbe, uputa i literature.

Ako opremljenost škole dopušta, moguć je istovremen rad u laboratoriju svih učenika razrednog odjela. U tom slučaju uz nastavnika obavezno je sudjelovanje u nastavi laboranta (suradnika u nastavi).

Vježbe se mogu izvoditi i u učionici za računalstvo pomoću nekog od programa za modeliranje i simulaciju rada elektroničkih sklopova (npr. Micro-Cap ili Electronics Workbench).

U izlaganju građe treba se zadržati na principima rada elemenata i sklopova s teoretskim razmatranjima koja zahtijeva srednja stručna sprema i praktična primjena stečenih znanja u poslovima tehničara. Sheme osnovnih sklopova, koje se traže pri provjeri znanja učenika, crtati na ploču. Složenije sheme i prikaze projicirati grafoskopom. Primjere za ilustraciju rada i primjene sklopova treba uzimati iz suvremenih rješenja iz prakse uz korištenje tvorničkih podataka i priručnika.

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i četiri (svako polugodište dvije) cjelosatne provjere znanja (školska zadaća). Zadaci i pitanja trebaju obuhvatiti predeno gradivo od jednostavnijih pitanja i zadataka na razini poznavanja osnovnih pojmova i svojstava sklopova do zadataka ije rješavanje treba pokazati sposobnost primjene znanja u novijim i složenijim situacijama. Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

### **Materijalni uvjeti**

Teorijsku nastavu (predavanja, ponavljanje školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje:

- demonstracijski stol s okvirima za panele s komponentama i sklopovima
- demonstracijski paneli s komponentama i sklopovima
- prostor za grafoskopske projekcije, grafoskop i školska ploča
- demonstracijski instrumenti (ampermetri, voltmetri, dvokanalni osciloskop, impulsni i funkcijski generator)
- izvori napajanja: mrežni napon za napajanje instrumenata, izvori stabiliziranih istosmjernih napona +5V, 1A 0-(+15)V, 1A 0-(-15)V, 1A.
- računalo s LCD projektorom
- računalski aplikacijski programi iz područja elektronike (npr. Electronic Workbench, MicroCap)
- grafoskop

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se bez većih teškoća u nju može za svaki sat dopremiti oprema iz kabineta. U tom slučaju demonstracijski stol s okvirima za panele treba biti pokretan.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju. Minimalna oprema laboratorija za vježbe iz elektronike:

- centralno upravljačko mjesto nastavnika kojim se upravlja svim priključcima na radnim mjestima učenika;
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljeni s priključcima: mrežni napon za priključak mjernih instrumenata, izvori stabiliziranih istosmjernih napona +5V, 1A 0-(+15)V, 1A 0-(-15)V, 1A i slobodan par priključnica za signal po izboru s upravljačkog mjesta
- za svako radno mjesto: univerzalni instrument (2 kom) dvokanalni osciloskop, funkcijski generator, promjenljivi otpornik (2 kom) otporna i kondenzatorska kutija, paneli s komponentama i sklopovima.

U nedostatku dovoljnog broja funkcijskih generatora može se privremeno koristiti zajednički generator priključen na slobodan par priključnica. To zahtijeva odgovarajuću organizaciju vježbi i u određenoj mjeri usporava rad učenika u laboratoriju pa takav način rada treba koristiti u krajnjoj nuždi i privremeno.

Ukoliko se vježbe izvode pomoću računala i programa za modeliranje i simulaciju elektroničkih sklopova može se koristiti oprema učionice za računarstvo i odgovarajući aplikacijski program (npr. Micro-Cap ili Electronics Workbench).

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: industrijska elektronika, telekomunikacije i informatika, radiokomunikacije i profesionalna elektronička, računarska tehnika, elektronika).

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom s cijelim odjelom, odnosno paralelni rad s grupom učenika pod vodstvom nastavnika):

- srednja stručna sprema (elektrotehničar-elektroničar, tehničar za elektroniku, tehničar za radiokomunikacije, tehničar za računalstvo, IV. ili V. stupanj stručne sprema smjera elektronika).

#### Literatura koja se preporučuje

- A. Šarević, Elektroničke komponente i analogni sklopovi, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1987.
- A. Szabo, Impulsna i digitalna elektronika I., Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1973.
- A. Szabo, Industrijska elektronika, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1975.
- S. Paunović, Elektronički sklopovi, vježbe s analognim integriranim sklopovima, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- O. Liman, Elektronika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
- T. Jelaković, Uvod u elektrotehniku i elektroniku, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- T. Jelaković, Tranzistorska audiopojачala, Školska knjiga, Zagreb.
- T. Brodić, Elektronički elementi i osnovni sklopovi, Školska knjiga, Zagreb, 1995.

### ELEKTRIČNI STROJEVI I UREĐAJI (25)

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Razred           |  | 2. |  |
| Broj sati tjedno |  | 2  |  |

#### Ciljevi i zadaće

Bez obzira na uže područje elektrotehnike kojim se bavi, svaki elektroničar susreće se u većoj ili manjoj mjeri s različitim električnim komponentama, uređajima i strojevima. Stoga je u nastavni plan elektroničara uvršten ovaj predmet s ciljem da učenike upozna s električnim komponentama, strojevima i uređajima. Time se podrazumijeva:

- upoznavanje vrsta, građe, svojstava i primjene električnih vodova, spojnih elemenata, osigurača, prekidača, preklopnika, elektromagneta i releja
- upoznavanje građe, rada, svojstava i primjene transformatora i električnih strojeva
- upoznavanje karakterističnih parametara i osnovnih elemenata za izbor električnih komponentata i strojeva u sustavima elektronike, radiokomunikacija, procesne tehnike i računalstva;
- stjecanje osnovnih praktičnih znanja o električkim komponentama strojeva (spajanje s ostalima komponentama u uređaju ili sustavu, elementarna ispitivanja).

#### Sadržaj

##### 1. Elektromagnetski elementi

Plosnati, polarizirani, koračajni, prekostrujni i podnaponski releji.  
Sklopnici.  
Zaštitne sklopke s prekostrujnom i podnaponskom zaštitom.  
Elektromagnetske spojke i kočnice.  
Statičke i dinamičke karakteristike elektromagnetskih elemenata.

##### 2. Transformatori

Konstruktivski dijelovi i funkcija.  
Fizikalna slika rada idealnog i realnog transformatora.  
Prenosni omjer napona, struja i otpora.  
Štedni transformator.  
Mrežni transformator (proračun).  
Osnovna slika rada prigušnice.  
Elektromagnetska pojačala.

### 3. Električni strojevi

Vrste i primjena električnih strojeva u praksi.

Asinkroni motori (trofazni motori, upuštanje motora, trofazni motor u jednofaznom spoju, jednofazni motor).

Istosmjerni električni strojevi.

Kolektorski motori za izmjeničnu struju.

Mali sinkroni motori.

Koračajni motori.

Zaštita elektromotora.

### 4. Sheme spajanja i pokretanja električnih motora

Osnovne sheme spajanja električnih motora.

Osnovne sheme pokretanja trofaznih elektromotora.

Sheme pokretanja jednofaznih asinkronih motora.

Sheme pokretanja istosmjernih motora.

Sheme pokretanja univerzalnih motora.

Upravljanje koračajnim motorima.

### 5. Zaštita električnih uređaja

Zaštita električnih uređaja od proboja i pojave dodirnih napona.

Zaštita izolacijom, zaštita pomoću odvojnih transformatora, zaštita uzemljenjem, zaštita s nul-vodičem.

Automatska zaštita od dodirnih napona.

## Objašnjenje

Program predmeta je potrebno realizirati tako da učenici dobiju osnovna znanja o elektrimnim strojevima i uređajima pomoću tumačenja i utvrđivanja jasnih fizikalnih slika o njihovoj konstrukciji i funkcioniranju. Prilikom iznošenja gradiva o pojedinim vrstama električnih komponenata, strojeva i uređaja nužno je koristiti modele i uzorke.

U nastavi ovog predmeta treba, uz objašnjenja, što više koristiti primjere praktinih izvedbi putem demonstracijskih metoda rada i samostalnog rada učenika u laboratoriju.

Laboratorijski rad učenika i ostali oblici nastave se upotpunjuju i čine jedinstvenu cjelinu. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta.

Izvedbenim programom treba, od ukupno 2 sata tjedne nastave ovog predmeta, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosjeno 0,5 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno s 3, a najmanje s 2 skupine (najviše pola razrednog odjela, odnosno 16 učenika istovremeno) u bloku od 2 sata, što znači za svaku grupu učenika svaki četvrti tjedan. Vrijeme održavanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s instrumentima, režimom rada i mjerama zaštite. Vježba može slijediti ili prethoditi gradivu obrađenom ostalim oblicima nastave (predavanje). Učenik za izvođenje vježbe treba biti pripremljen putem nastave ili samostalnim radom na temelju razrađenih zadataka za vježbe, uputa i literature. Ukoliko opremljenost škole dozvoljava, moguć je istovremen rad u laboratoriju svih učenika razrednog odjela. U tom slučaju uz nastavnika obavezno je sudjelovanje u nastavi i laboranta (suradnika u nastavi).

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i dvije (svako polugodište jedna) cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

## Materijalni uvjeti

Teorijsku nastavu (predavanja, ponavljanje školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske uionice za ovo područje odgovara opremi učionice za osnove elektrotehnike i elektrika mjerenja s dodatnim sredstvima za sadržaje ovog predmeta (modeli i uzorci elektriklih uređaja i strojeva). Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj uionici opće namjene ukoliko se bez većih teškoća u nju može za svaki sat dopremiti oprema iz kabineta.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju s opremom koja odgovara opremi laboratorija za osnove elektrotehnike i elektrina mjerenja proširenoj s opremom specifičnom za područje ovog predmeta:

- automatski osigurai i zaštitne sklopke, električni releji i sklopnici, elektromagneti i elektromagnetske sklopke
- transformatori
- jednofazni asinkroni, kolektorski, istosmjerni, izmjenini, univerzalni i koračajni motori.

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom i s cijelim odjeljenjem, odnosno u grupi paralelno pod vodstvom nastavnika):

- srednja, odnosno viša struna sprema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, IV. ili V. stupanj stručne sprema, inženjer elektrotehnike).

### Literatura koja se preporučuje

- F. Rajić, Osnove automatike III., Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1988.  
H. Meluzin, Elektrotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.

## DIGITALNA ELEKTRONIKA (26)

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Razred           |  | 2. |  |
| Broj sati tjedno |  | 2  |  |

### Ciljevi i zadaće

U predmetu ELEKTRONIČKE KOMPONENTE I SKLOPOVI proučavaju se svojstva elektroničkih komponenata (karakteristini parametri, strujno-naponske karakteristike) izbor i mogućnosti primjene, te izgradnja, svojstva i primjena analognih elektroničkih sklopova. U ovom predmetu, čija se građa proučava usporedo s elektroničkim komponentama i sklopovima, proširuju se ta znanja na područje digitalne elektronike. Proučavanje sadržaja ovog predmeta treba učenicima omogućiti:

- poznavanje izvedbi, rada, svojstava i mogućnosti primjene digitalnih sklopova
- poznavanje naziva, rasporeda i funkcije izvoda digitalnih komponenata
- poznavanje značenja pojmova karakterističnih parametara komponenata i njihovu praktičnu važnost
- sposobnost uporabe tvorničkih podataka za digitalne komponente (nalaženje vrijednosti karakterističnih parametara i izbor elemenata za pojedine namjene)
- stjecanje osnovnih znanja u svezi izbora elemenata i vrijednosti pri konstrukciji sklopova
- poznavanje uloge sklopova u složenijim uređajima i sustavima
- poznavanje osnovnih postupaka za ispitivanje ispravnosti komponenata i sklopova
- razvijanje sposobnosti samostalnog rada korištenjem literature.

Znanja stečena putem nastave ovog predmeta temelji su za proučavanje stručnih sadržaja u četvrtoj godini.

### Sadržaj

#### 1. Brojevni sustavi i kodovi

Digitalni signali.  
Binarni brojevni sustav, heksadecimalni brojevni sustav.  
BCD kod.  
Alfanumerički kodovi.  
Kodovi s otkrivanjem pogrešaka.

#### 2. Logički sklopovi

Osnovni logički sklopovi (simboli, tablice stanja algebarske jednadžbe, odzivi na impulsne pobude).  
Logički sklopovi NI i NILI.  
Međusobno povezivanje logičkih sklopova (pravila, zakoni i teoremi logike algebre).  
Dvojnost logičkih operacija.  
Univerzalnost logičkih operacija NI i NILI.  
Složeni logički sklopovi (minterm, maksterm, isključivo ILI, isključivo NILI).

### 3. Skupine integriranih digitalnih sklopova

Karakteristike veličine integriranih digitalnih sklopova.

Pregled skupina.

Temeljni sklop skupine TTL.

Karakteristike veličine sklopova skupine TTL.

Ostali sklopovi u skupini TTL (otvoreni kolektor, Schmittov okidni sklop, sklopovi s tri stanja).

Podskupine TTL (usporedba svojstava, oznake).

Temeljni sklop skupine CMOS.

Podskupine CMOS.

Karakteristične veličine sklopova u skupini CMOS.

Međusobno spajanje sklopova različitih podskupina (TTL i CMOS).

### 4. Multivibratori u digitalnoj elektronici

Bistabilni multivibrator (osnovna izvedba SR, upravljani bistabili, D-bistabil, JK-bistabil, bistabili s asinkronim ulazima).

Monostabilni multivibratori (svojstva, primjena, integrirane izvedbe).

Generiranje impulsa (uporaba logičkih sklopova, uporaba monostabila, integrirani astabili).

### 5. Registri i brojala

Uloga i namjena registara.

Registri sa serijskim upisom i ispisom podatka.

Registri sa paralelnim upisom i ispisom.

Registri s posmakom podataka u oba smjera.

Primjeri integriranih izvedbi.

Registar kao brojilo.

Asinkrono i sinkrono binarno brojilo.

Brojila s osnovom brojanja različitom od 2n.

Primjeri integriranih izvedbi.

### 6. Složeni kombinacijski sklopovi

Sklopovi za izvođenje aritmetičkih operacija.

Aritmetičko-logička jedinica.

Digitalni komparator.

Sklopovi za kodiranje i dekodiranje.

BCD/7-segmentni dekodir.

Sklopovi za selektiranje i demultipleksiranje.

Prijenos digitalnih signala.

Paritetni sklop.

### 7. Memorije

Vrste i karakteristike veličine memorija.

Ispisne memorije (ROM, PROM, EPROM, EEPROM).

Programirane logičke komponente (PLA, GAL).

Memorije s izravnim pristupom (organizacija, adresiranje).

Statičke memorije s izravnim pristupom.

Dinamičke memorije s izravnim pristupom.

Proširenje kapaciteta memorije.

### 8. DA i AD pretvorba

Namjena i osnovne osobine DA pretvarača.

DA pretvarači s otpornim mrežama.

Namjena i osobine AD pretvarača.

AD pretvarač s dvostrukim pilastim naponom.

AD pretvarač s postupnom aproksimacijom.

Paralelni AD pretvarač.

## Objašnjenje

Nastava ovog predmeta izvodi se predavanjima i laboratorijskim vježbama. Ta dva oblika nastave se upotpunjuju i samo kao jedinstvena cjelina mogu dati očekivani rezultat u usvajanju potrebnih znanja i sposobnosti. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta.

Izvedbenim programom treba, od ukupno 2 sata tjedne nastave ovog predmeta, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 0,5 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno s 3, a najmanje s 2 skupine (najviše pola razrednog odjela, odnosno 16 učenika istovremeno) u bloku od 2

sata, što znači za svaku skupinu učenika svaki četvrti tjedan. Vrijeme održavanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Prvi dolazak na rad u laboratorij treba biti posvećen upoznavanju s instrumentima, režimom rada i mjerama zaštite. Vježba može slijediti ili prethoditi gradivu obrađenom ostalim oblicima nastave (predavanje). Učenik za izvođenje vježbe treba biti pripremljen putem nastave ili samostalnim radom na temelju razrađenih zadataka za vježbe, uputa i literature.

Ukoliko opremljenost škole dozvoljava, moguć je istovremen rad u laboratoriju svih učenika razrednog odjela. U tom slučaju uz nastavnika obavezno je sudjelovanje u nastavi i laboranta (suradnika u nastavi).

Dio vježbi se može izvoditi i u učionici za računalstvo pomoću nekog od programa za modeliranje i simulaciju rada elektroničkih sklopova (npr. Electronics Workbench).

U izlaganju građe treba se zadržati na principima rada elemenata i sklopova s teoretskim razmatranjima koja zahtijeva srednja stručna sprema i praktična primjena stečenih znanja u poslovima tehničara. Sheme osnovnih sklopova, koje se traže pri provjeri znanja učenika, crtati na ploču. Složenije sheme i prikaze projicirati grafoskopom. Primjere za ilustraciju rada i primjene sklopova treba uzimati iz suvremenih rješenja iz prakse (integrirane izvedbe) uz uporabu tvorničkih podataka i priručnika.

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i dvije (svako polugodište jedna) cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Zadaci i pitanja trebaju obuhvatiti predeno gradivo od jednostavnijih pitanja i zadataka na razini poznavanja osnovnih pojmova i svojstava do zadataka ije rješavanje treba pokazati sposobnost primjene znanja u novijim i složenijim situacijama.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

### **Materijalni uvjeti**

Teorijsku nastavu (predavanja, ponavljanje i uvježbavanje, školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje:

- demonstracijski stol s okvirima za panele s komponentama i sklopovima
- demonstracijski paneli s komponentama i sklopovima
- prostor za grafoskopske projekcije, grafoskop i školska ploča
- demonstracijski instrumenti (ampermetri, voltmetri, dvokanalni osciloskop, impulsni i funkcijski generator)
- izvori napajanja: mrežni napon za napajanje instrumenata, izvor stabiliziranih napona +5V,1A 0-(+15)V,1A 0-(-15)V,1A
- računalo i LCD projektor
- računalski aplikacijski programi (npr. Electronics Workbench).

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se bez većih teškoća u nju može za svaki sat dopremiti oprema iz kabineta. U tom slučaju demonstracijski stol s okvirima za panele treba biti pokretan.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju. Minimalna oprema laboratorija za vježbe iz elektronike:

- centralno upravljako mjesto nastavnika kojim se upravlja svim priključima na radnim mjestima učenika
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljeni s priključcima: mrežni napon za priključak mjernih instrumenata, izvori stabiliziranih istosmjernih napona +5V,1A 0-(+15)V,1A 0-(-15)V,1A i slobodan par priključnica za signal po izboru s upravljačkog mjesta
- za svako radno mjesto: univerzalni instrument (2 kom) dvokanalni osciloskop, impulsni generator, promjenljivi otpornik (2 kom) otporna i kondenzatorska kutija, paneli sa sklopovima.

Preporuča se uporaba učila za sastavljanje složenijih digitalnih sklopova s ugrađenim izvorima napajanja, signala i indikatorskih elemenata (npr. učilo DE-01 ELDING ili slična).

Za dio vježbi koje se izvode s pomoću računala i programa za modeliranje i simulaciju elektroničkih sklopova može se koristiti oprema uionice za računarstvo i odgovarajući aplikacijski program (npr. Electronics Workbench).

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: industrijska elektronika, telekomunikacije i informatika, radiokomunikacije i profesionalna elektronika, računarska tehnika, elektronika).
- diplomirani inženjer računarstva.



Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom s cijelim odjelom, odnosno paralelni rad s grupom učenika pod vodstvom nastavnika):

- srednja stručna sprema (elektrotehničar-elektroničar, tehničar za elektroniku, tehničar za računarstvo, IV. ili V. stupanj stručne sprema smjera elektronika).

### Literatura koja se preporučuje

- S. Paunović, Digitalna elektronika 1., Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 1., Zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 2., Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 2., Zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- A. Szabo, Impulsna i digitalna elektronika II., Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1973.

## ELEKTRONIČKA INSTRUMENTACIJA (27)

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Predmet ELEKTRONIČKA INSTRUMENTACIJA nastavak je predmeta MJERENJA U ELEKTROTEHNICI iz druge godine obrazovanja. Cilj nastave ovog predmeta je usvajanje teorijskih znanja o građi i funkcioniranju elektroničkih mjernih instrumenata potrebnih za njihovo pravilno korištenje, te usvajanje postupaka i načina rada s elektroničkim instrumentima u praksi na održavanju i ispitivanju elektroničkih sklopova i uređaja, te proizvodnji i održavanju samih elektroničkih instrumenata.

### Sadržaj

#### 1. Uvod u elektroničku instrumentaciju

Ciljevi i zadaci mjerenja.  
Odabir mjernog instrumenta i metode.  
Prikaz i uporaba mjernih rezultata.

#### 2. Elektronički instrumenti s jednodimenzionalnim prikazom

Podjela elektroničkih instrumenata s jednodimenzionalnim prikazom.

- a) Analogni elektronički instrumenti  
Analogni elektronički voltmetri za mjerenje istosmjernih veličina.  
Analogni elektronički voltmetri za mjerenje izmjeničnih veličina.  
Analogi elektronički multimetri.  
Analizatori signala (harmonika izobličenja, valni oblici).  
Analogna elektronika mjerila parametara električkih krugova.
- b) Digitalni elektronički instrumenti  
Digitalna brojila. Digitalna mjerila frekvencije i vremenskih intervala.  
Digitalni voltmetri. Digitalni multimetri.  
Digitalna mjerila parametara električkih krugova.

#### 3. Instrumenti s dvodimenzionalnim prikazom

- a) Instrumenti s vremenskim bazama  
Katodni osciloskop (dvokanalni, s dvije vremenske baze, s uzimanjem uzoraka, s digitalnom memorijom).  
Registracijski instrumenti.
- b) Instrumenti s frekvencijskim bazama  
Vobler.  
Analizator spektra.

#### 4. Mjerni izvori

Mjerni izvori istosmjernog valnog oblika  
Izvori sinusoidalnog valnog oblika s kontinuiranom promjenom frekvencije.  
Generatori funkcija. Generatori impulsa.  
Sintetizatori frekvencije.



## **5. Primjena elektroničke instrumentacije**

Automatizirani mjerni i ispitni sustavi.

Funkcija mikroračunala u mjernim instrumentima i sustavima.

Elektronička instrumentacija u elektroničkoj industriji.

Elektronička instrumentacija u procesnoj industriji.

Elektronička instrumentacija u medicini.

### **Objašnjenje**

U nastavi ovog predmeta treba što više koristiti primjere praktičnih izvedbi instrumenata i popratne tehnike dokumentacije. Nastava se izvodi putem predavanja i ostalih oblika teorijske nastave i laboratorijskih vježbi. Rad u učionici i laboratoriju čine jedinstvenu cjelinu o čemu treba voditi računa kod izvedbenog programiranja i organizacije nastave (isti nastavnik za rad u laboratoriju i učionici).

Za samostalan rad u laboratoriju treba planirati najmanje prosječno tjedno 0,5 sati. Rad u laboratoriju treba biti u bloku od 2 školska sata što znači da pojedina skupina učenika dolazi na rada u laboratorij svaki četvrti tjedan. Laboratorijski rad treba biti organiziran u skupinama (optimalno trećina odjeljenja), no ako oprema dozvoljava može se raditi u skupini ne većoj od polovine razrednog odjela. Na laboratorijskim vježbama posebnu pažnju treba posvetiti pravilnom rukovanju s instrumentima i primjeni mjernih metoda u svrhu stjecanja što većeg stupnja samostalnosti u radu.

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i dvije (svako polugodište jedna) cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

### **Materijalni uvjeti**

Nastavu ovog predmeta treba izvoditi u prostoriji posebne namjene (učionica i laboratorij za elektroniku, odnosno mjerenja u elektronici). Teorijski dio nastave moguće je izvoditi i u učionici opće namjene ukoliko je moguće u nju dopremiti bez poteškoća potrebnu opremu za svaki sat.

Uz opremu učionice i laboratorija za elektroniku, odnosno mjerenja u elektrotehnici potrebna je posebna oprema:

- grafofolije i didaktički plakati s prikazima prednjih ploča, blok-shema i električnih shema elektroničkih mjernih instrumenata
- simulacijski edukacijski programi za računalo.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: industrijska elektronika, telekomunikacije i informatika, automatika, radiokomunikacije i profesionalna elektronika, računarska tehnika, elektronika).

### **Literatura koja se preporučuje**

A. Šantić, Elektronika instrumentacija, Školska knjiga, Zagreb, 1993.

N. Šulje, Elektronička mjerenja i instrumentacija, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1995.

Zanimanja: **elektroničar**

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

**Ciljevi i zadaće**

Cilj ovog predmeta je upoznavanje učenika s građom računala, osobito mikroračunalskih sustava. Učenici trebaju upoznati: djelovanje pojedinih mikroprocesorskih komponenata i načine njihova povezivanja u cjelovit sustav, povezivanje računala s okolinom kao sastavnog dijela mjernih i upravljačkih naprava sa stanovišta osposobljavanja za sudjelovanje u poslovima proizvodnje i montaže.

**Sadržaj****1. Građa i komponente mikroračunalskih sustava**

Pregled komponenti i građe tipičnih mikroračunalskih sustava.  
 Arhitektura mikroprocesora.  
 Uloga i upotreba registara. Skup instrukcija. Način adresiranja.  
 Izvedbe memorijskih podsustava.  
 Dekodiranje adresa, raspodjela memorijskih prostora.  
 Pomoćni sklopovi. Generatori ritma.  
 Električna svojstva i načini izvedbe sabirnica.  
 Sklopovi za priključivanje na sabirnicu.

**2. Pristupni sklopovi**

Svojstva i način upotrebe paralelnih pristupnih sklova. Povezivanje na sabirnicu.  
 Programski izbor načina rada. Povezivanje s okolinom.  
 Svojstva i načini upotrebe serijskih pristupnih sklopova. Povezivanje na sabirnicu.  
 Programski izbor fizičkog protokola za serijski prijenos.  
 Povezivanje s ulazno-izlaznim i komunikacijskim napravama.  
 Izravni pristup memoriji (DMA).  
 Ostvarivanje prekidnog načina rada. Sklopovi za prihvata prekida. Osnovni programi za prihvata prekida.  
 Svojstva i načini uporabe modula za generiranje vremenskih intervala i brojanje diskretnih događaja.  
 Povezivanje na sabirnicu. Programski izbor načina rada.

**3. Povezivanje izvora informacija na mikroračunalo**

Prihvata signala s tipki, tastature i kontakata releja. Otklanjanje smetnji. Povezivanje s analogno-digitalnim pretvornikom.  
 Povezivanje izlaznih naprava. Priključivanje releja i elektroničkih sklopki. Spajanje različitih tipova pokazivača. Povezivanje s analognim sustavom preko digitalno-analognih pretvornika.  
 Tipini algoritmi i programi koji omogućuju uporabu mikroračunala za ostvarivanje sekvencijskog upravljanja.  
 Uporaba mikroračunala za obavljanje regulacijskog zadatka. Tipični algoritam i programi. Pogreške zbog diskretizacije po iznosu i vremenu.

**Objašnjenje**

Pri izradi izvedbenog programa treba, pored ostalih oblika, predvidjeti samostalan rad učenika u laboratoriju. Za laboratorijski rad predvidjeti minimalno prosječno 0,5 sati tjedno. Rad u laboratoriju treba biti u blokovima od 2 sata i treba se odvijati kontinuirano tijekom cijele godine. Laboratorijske vježbe čine jedinstvenu cjelinu s ostalim oblicima nastave. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovog predmeta. Laboratorijski rad treba biti organiziran u skupinama (trećina odjeljenja).

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i dvije (svako polugodište jedna) cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

## Materijalni uvjeti

Teorijsku nastavu (predavanja, ponavljanje školske zadaće) treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje:

- demonstracijski stol s okvirima za panele mikrorračunarskih sustava
- demonstracijski paneli s mikrorračunarskim sustavima
- prostor za grafoskopske projekcije, grafoskop i školska ploča
- izvori napajanja: mrežni napon za napajanje instrumenata
- računalo i LCD projektor
- grafoskop.

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se bez većih teškoća u nju može za svaki sat dopremiti oprema iz kabineta. U tom slučaju demonstracijski stol s okvirima za panele treba biti pokretan.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju (laboratorij za elektroniku, laboratorij za računalnu tehniku). Minimalna oprema laboratorija za vježbe iz mikrorračunala je:

- centralno upravljačko mjesto nastavnika kojim se upravlja svim priključcima na radnim mjestima učenika
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljeni s priključcima: mrežni napon za priključak mjernih instrumenata.
- za svako radno mjesto: univerzalni instrument, dvokanalni osciloskop
- didaktiko mikrorračunalo (npr. FOX ili MAT, E&L Instruments/ELDING).

## Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: telekomunikacije i informatika, računalna tehnika, elektronika).

## Literatura koja se preporučuje

S. Ribarić, Naprednije arhitekture mikroprocesora, Školska knjiga, Zagreb, 1990.

## PRAKTIČNA NASTAVA (29)

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Razred           |  | 2. |  |
| Broj sati tjedno |  | 7  |  |

## Ciljevi i zadaće

Praktična nastava omogućit će učenicima upoznavanje postupaka i usvajanje znanja, vještina i navika iz obrade elektromaterijala (do razine preciznosti) vezanih za djelatnosti u području elektrotehnike. Ostvarivanje ovih ciljeva podrazumijeva:

- povezivanje teoretskih znanja s praktičnim radom u području elektrotehnike
- stjecanje radnih iskustava u rukovanju mjernim alatom i instrumentima
- stjecanje znanja, vještina i navika u uporabi i rukovanju ručnim i mehaniziranim alatima i uređajima za obradu materijala
- razvijanje radnih navika kod učenika (urednost, točnost, pažljivost i odgovornost prema radnim zadacima i drugim sudionicima u procesu rada),
- upoznavanje s izvorima opasnosti pri radu i mjerama zaštite, te usvajanje praktičnih postupaka za zaštitu.

## Sadržaj

### 1. Organizacija rada u elektroradionici

Principi organizacije rada.

Unutarnja organizacija elektroradionice.

Upoznavanje učenika s radnim mjestima, alatom i instrumentima za obradu elektromaterijala.

Radna i tehnološka disciplina u elektroradionici.

Zaštita na radu

Opasnosti od električnog udara i mjere zaštite.

Pružanje prve pomoći ozlijeđenom od udara električne struje.

Opasnosti od štetnih zračenja.

## **2. Spajanje u elektrotehnici**

Izvođenje spajanja upletanjem, stiskanjem i omatanjem.  
Lemljenje (vrste i primjena lemljenja, opasnosti pri radu, mjere zaštite).  
Priprema materijala za lemljenje.  
Izvođenje lemljenih spojeva.

## **3. Obrada vodova**

Obrada golih vodova (postupci sječenja i spajanja).  
Obrada izoliranih vodova (skidanje izolacije, kositrenje izvoda, spajanje).  
Obrada oklopljenih vodova (skidanje izolacije i priprema za spajanje).  
Izrada žičane forme  
Izrada spojnih vodova s različitim konektorima.

## **4. Izrada namota**

Izrada namota zavojnica.  
Izrada namota mrežnih transformatora.  
Impregnacija namota.  
Montaža mrežnih transformatora.

## **5. Izrada tiskanih ploča**

Tehnologije izrade tiskanih ploča.  
Izrada tiskane ploče.  
Priprema za lemljenje elemenata.

## **6. Postupci s elektroničkim elementima**

Formiranje izvoda elektroničkih elemenata.  
Ugradnja elemenata na tiskane ploče.  
Vađenje elektroničkih elemenata s tiskane ploče.  
Ispitivanje ispravnosti elektroničkih elemenata.  
Ispitivanje ispravnosti elektroničkih sklopova.

## **Objašnjenja**

Praktična nastava je predmet isključivo praktične naravi. Međutim, svakom praktičnom radu prethode potrebna tehničkotehnološka objašnjenja. Kolika će objašnjenja biti ovisi o građi koja se obrađuje i korelaciji s gradivom ostalih stručnih predmeta. Posebnu pažnju treba posvetiti sadržajima zaštite pri radu. Ti sadržaji su dani kao posebna cjelina na početku rada u radionici, a na njih se treba vraćati kod svake konkretne vrste posla i operacije.

Organizacija praktične nastave ima bitan utjecaj na ostvarivanje postavljenih ciljeva i zadataka nastave ovog predmeta. Uspješna realizacija programa praktične nastave pretpostavlja postojanje organizirane pripreme rada koja treba pratiti materijalne zahtjeve vježbi i opremljenost radionice. Opremljenost mora biti takva da svakom učeniku osigura zasebno i potpuno opremljeno radno mjesto.

Praktičnu nastavu treba izvoditi u 3 skupine (najviše 12 učenika) u bloku tjednog fonda sati. Ako prostor i oprema dozvoljavaju, praktičnu nastavu moguće je izvoditi i s većom skupinom učenika. Tada nužno uz nastavnika u nastavi sudjeluje i suradnik u nastavi.

Pri planiranju predmeta rada treba, nakon uvodnih didaktičkih vježbi za pojedine operacije, dati prioritet proizvodnim vježbama u mjeri u kojoj to dozvoljavaju prilike.

Praćenje rada i vrednovanje rezultata rada učenika značajna je dionica u ostvarivanju programa praktične nastave. Stupanj uspješnosti u svladavanju programa radioničkih vježbi učenici pokazuju praktičnim radom. Izvedbenim programom treba utvrditi način praćenja rada učenika i ocjenjivanje. Pri razradi praktičnih vježbi treba utvrditi i način praćenja uspješnosti s obzirom na svladavanje praktičnog znanja i stjecanje vještina.

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe,
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)
- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je uzeti u obzir i sadržaje izbornog programa škole. Okvirno planirani prosječni broj sati za pojedine nastavne cjeline je:

1. Organizacija rada u elektroradionici - 14
2. Spajanje u elektrotehnici 42
3. Obrada vodova - 42
4. Izrada namota - 35
5. Izrada tiskanih ploča - 49
6. Postupci s elektroničkim elementima - 63

### **Materijalni uvjeti**

Radioničke vježbe iz obrade elektrotehničkih materijala izvode se u školskoj elektroradionici.

Radionica mora biti opremljena s upravljačkim stolom s centralnom energetsom jedinicom, radioničkim stolovima za učenike, školskom pločom, grafoskopom, elektroničkim računalom, vatrogasnim aparatom i ormarićem za hitnu pomoć.

Radionički stolovi učenika trebaju imati 1. jednofazni izvor električne energije 220V iz mreže, jednofazni izvor električne energije 24V25A (zaštitni transformator za napajanje lemilica). Korišteni naponi i struje svih izvora moraju biti kontrolorani na upravljačkom stolu s pomoću instrumenata, a na radnim stolovima učenika indicirani signalnim svjetlima.

Za svako radno mjesto učenika predvidjeti treba sljedeću opremu: električarski alat (komplet kliješta i izvijača, škare, ispitivač faze, pinceta), pribor za lemljenje i univerzalni instrument.

Zajednička oprema radionice je:

RC-generator, digitalni multimetar, osciloskop, izvor stalnog stabiliziranog istosmjernog napona, električna stolna bušilica, električna stolna brusilica, škripac 80mm, komplet izvijača, garnitura spiralnih svrdala, izvlakači ležajeva, komplet viljuškastih, nasadnih i imbus ključeva, pomično mjerilo 150mm, motalice za namatanje, pribor za lakiranje i izoliranje namota, pribor za izradu tiskanih ploča.

### **Kadrovski uvjeti**

- nastavnik praktične nastave elektrotehničke struke\*
- inženjer elektrotehnike\*.

\* Radioničke vježbe može izvoditi nastavnik praktične nastave i inženjer elektrotehnike, ako je prethodno stekao srednju stručnu spremu u elektrotehničkoj struci, odnosno ima radno iskustvo u struci (poslovi proizvodnje i održavanja) od najmanje 2 godine.

Za suradnika u nastavi (zajednički rad s nastavnikom sa većom skupinom učenika): - srednja struna prema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, IV. ili V. stupanj stručne sprema u elektrotehnikoj struci)) i najmanje godine iskustva u struci (poslovi proizvodnje i održavanja).

### **Literatura koja se preporučuje**

Bolf, Erceg, Baljak, Kacian, Zaštita na radu, Otvoreno sveučilište, Zagreb, 1993.

Luetić: Tehnologija elektrotehničkih materijala, Školska knjiga, Zagreb.

Huebscher, Klaue, Pflueger, Appelt, Osnovi elektrotehnike, Tehnička knjiga, Zagreb, 1981.

Gudelj, Buha, Elektrotehnički materijali i komponente, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1994.

Zanimanja: **elektroničar**

|                         |  |  |           |
|-------------------------|--|--|-----------|
| <b>Razred</b>           |  |  | <b>3.</b> |
| <b>Broj sati tjedno</b> |  |  | <b>16</b> |

**Ciljevi i zadaće**

Izvođenje praktične nastave u trećoj godini treba omogućiti učenicima stjecanje vještina u izradi i kontroli elektroničkih sklopova i uređaja. To znači:

- osposobljavanje za primjenu stručno-teorijskih znanja iz područja elektronike u praksi
- osposobljavanje za uporabu tehničke i tehnološke dokumentacije u poslovima proizvodnje, montaže, kontrole i održavanja elektroničkih sklopova i uređaja;
- osposobljavanje za uporabu alata, naprava, instrumenata, uređaja i strojeva u poslovima izrade, kontrole i održavanja elektroničkih i elektromehaničkih sklopova i uređaja
- upoznavanje složenih uređaja i instrumenata iz različitih područja elektronike
- osposobljavanje za pravilnu primjenu propisa i mjera za rad na siguran način.

**Sadržaj****1. Organizacija rada u radionicama i pogonima**

Organizacija rada u radionicama i pogonima za proizvodnju i održavanje elektroničkih sklopova i uređaja (raspored na radna mjesta, manipuliranje materijalima, alatima i instrumentima, tehnološka i radna disciplina u radionici).

Izvori opasnosti pri radu.

Propisi o zaštiti pri radu.

Zaštita od strujnog udara.

Sredstva osobne zaštite i zaštite od požara

Uporaba tehničko-tehnološke dokumentacije.

**2. Tehnologija izrade tiskanih vodova**

Karakteristike tiskanih vodova.

Izrada tiskanih vodova jednoslojne i višeslojne tehnike prema tehnološkoj dokumentaciji.

Projektiranje pločice s tiskanim vodovima za montažu elektroničkih sklopova.

Izrada pločice s tiskanim vodovima za montažu elektroničkih sklopova (nanošenje zaštitnog sloja, nagrizanje, bušenje i zaštita od korozije).

**3. Proizvodnja elektroničkih sklopova i uređaja**

Postupci u proizvodnji uređaja i opreme iz područja elektronike.

Uporaba tehničko-tehnološke dokumentacije u izradi elektroničkih uređaja i opreme.

Postupci kontrole u proizvodnji elektroničkih uređaja.

**4. Kontrola i održavanje sklopova i uređaja**

Postupci u preventivnom održavanju sklopova i uređaja.

Snimanje električkih i montažnih shema.

Uporaba mjernih instrumenata u kontroli uređaja.

Postupci u lokaliziranju kvarova.

Rastavljanje, sastavljanje i zaštita elemenata.

Upoznavanje postupaka za kontrolu rada i održavanje elektroničkih uređaja i opreme.

Uporaba tehničko-tehnološke dokumentacije u eksploataciji i održavanju elektroničkih uređaja i opreme.

Izvođenje radova preventivnog i tekućeg održavanja različitih elektroničkih uređaja i opreme.

**5. Kontrola i održavanje elektromehaničkih sklopova**

Postupci u kontroli i održavanju elektromehaničkih sklopova u elektroničkim uređajima.

Čišćenje i podmazivanje mehaničkih dijelova sklopova.

Održavanje kontakata kod preklopnika, tastatura i konektora.

Rastavljanje i sastavljanje elektromehaničkih sklopova u elektroničkim uređajima.

## **Objašnjenja**

Praktina nastava u trećoj godini u pravilu se izvodi u radionicama i pogonima tvornica i poduzeća za proizvodnju elektroničkih sklopova i uređaja, odnosno u radionicama za održavanje i pogonima industrijskih postrojenja. Nužno je praktičnu nastavu tako organizirati da učenik prođe vježbe koje će obuhvatiti osnovne radnje iz svih područja predviđenih obrazovnim programom elektroničara s uključenim sadržajima prema izbornom programu škole (priprema, montaža, eksploatacija i održavanje).

Rad se treba odvijati sa skupinama učenika koje osiguravaju maksimalnu aktivnost učenika u radu. Za svakog učenika potrebno je osigurati posebno radno mjesto s pripadnom opremom kako bi se postigla potrebna samostalnost učenika u radu neophodna za efikasnost i kvalitetno obrazovanje.

Pri izradi izvedbenog programa potrebno je za svaku vježbu navesti:

- cilj vježbe, proizvod ili uslugu
- osnovne i pomoćne materijale
- sredstva za rad (strojevi, alati, uređaji, instrumenti)
- način izvođenja (organizacija, tehničke i tehnološke upute)
- potrebne mjere zaštite na radu
- način vrednovanja rezultata rada učenika.

Pri izradi izvedbenih programa za praktičnu nastavu treba uzeti u obzir i strukovne sadržaje iz izbornih predmeta. Okvirni broj sati za pojedine nastavne cjeline je:

1. Organizacija rada u radionicama i pogonima - 32
2. Tehnologija izrade tiskanih vodova - 80
3. Proizvodnja elektroničkih sklopova i uređaja - 144
4. Kontrola i održavanje sklopova i uređaja - 144
5. Kontrola i održavanje elektromehaničkih sklopova - 112

## **Materijalni uvjeti**

Program praktične nastave izvodi se u realnim pogonima i postrojenjima za proizvodnju elektroničkih sklopova i uređaja, odnosno servisnim radionicama i industrijskim pogonima. Učenici se uvode u rad s opremom koja se koristi u proizvodnji i održavanju elektroničkih sklopova i uređaja.

## **Kadrovski uvjeti**

Praktičnu nastavu izvodi stručni tim različitog stupnja stručnosti. Kordinaciju poslova i organizaciju provodi voditelj praktične nastave. Ocjenu praktične nastave izvodi voditelj odnosno nastavnik praktične nastave uz konzultacije svih ostalih sudionika u realizaciji.

Nastavnik, odnosno voditelj praktične nastave može biti:

- inženjer elektrotehničke (sa završenim srednjim obrazovanjem u području elektronike, odnosno s radnim iskustvom od 2 godine na poslovima proizvodnje i održavanja elektroničkih uređaja i opreme),
- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektronika, radiokomunikacije i profesionalna elektronika ili automatika i završeno srednje obrazovanje u području elektronike, odnosno s radnim iskustvom od 2 godine u području proizvodnje i održavanja elektroničkih uređaja i opreme).

Zanimanja: **elektroničar**

|                         |           |  |  |
|-------------------------|-----------|--|--|
| <b>Razred</b>           | <b>1.</b> |  |  |
| <b>Broj sati tjedno</b> | <b>2</b>  |  |  |

**Ciljevi i zadaće**

Cilj nastave ovoga predmeta je stjecanje osnovnih znanja iz područja radiokomunikacija i televizije potrebnih za praćenje nastave predmeta u trećoj godini, a koju je moguće pratiti s obzirom na poznavanje elektroničkih sklopova.

Nastavom ovog predmeta učenici će upoznati:

- oblike informacija i način pretvorbe u električni signal
- zakonitosti rasprostiranja elektromagnetskih valova i primjenu u području radiokomunikacija i televizije
- principe prijenosa radio valova
- osnove stvaranja i prijenosa televizijske slike
- konstrukcije, svojstava i primjene antena
- principe tehnike snimanja i reprodukcije zvuka i slike.

**Sadržaj****1. Akustični signali**

Osnovni pojmovi o zvuku (značajke zvuka, spektralni prikaz zvuka, širenje zvuka).

Građa uha i slušni proces.

Pretvaranje zvuka u električni signal (mikrofoni).

Pretvaranje električnog zvučnog signala u zvuk (zvučnici, zvučne kutije i slušalice).

**2. Radio-valovi**

Radiodifuzijski sustav.

Rasprostiranje radio-valova.

Frekvencijska područja u radiodifuziji.

Vrste modulacija (analogne, impulsne i digitalne).

**3. Optičko-električni pretvarači**

Ljudsko oko i osobine vida.

Svjetlosne veličine.

Objektivi.

Osnovne veličine kolorimetrije. Miješanje boja.

Osnovne značajke optičko-električnih pretvarača

Analizirajuće cijevi.

Pretvarači s foto-čelijom.

Poluvodički senzori.

Transformacija boje u električni signal.

**4. Prijenos televizijske slike**

Princip prijenosa elemenata slike.

Analiza televizijske slike.

Parametri slike.

Sinkronizacija.

Videosignal.

Prijenosni sustavi NTSC.

Krominantni koordinatni sustav.

Krominantni nosilac.

SECAM i PAL.

Osnovne značajke sustava PAL.

**5. Antene**

Podjela i primjena antena.

Parametri antena.

Vrste antena za pojedina frekvencijska područja.



Zajednički antenski sustavi za prijem radio-frekvencija.  
Antene za prijem televizijskog signala.  
Satelitski prijenos i antene.

**6. Osnove snimanja i reprodukcije zvuka**

Princip magnetskog snimanja i reprodukcije zvuka.  
Dinamička obilježja.  
Izobličenja i gubici.  
Vrpce i standardi.  
Reprodukcija ploče.  
Zvučnice i njihove značajke.  
Izobličenja i gubici.  
Princip optičkog zapisa i reprodukcije zvuka.

**7. Magnetsko snimanje televizijske slike**

Osnove magnetskog snimanja.  
Snimanje videosignala.  
Formati i sustavi snimanja.

**Objašnjenje i materijalni uvjeti**

Nastava ovoga predmeta izvodi se putem predavanja. Vježbe su sastavni dio praktične nastave. Na predavanjima je nužno koristiti demonstracijske metode kako bi se postigla potrebna učinkovitost imajući u vidu raspoloživo vrijeme za nastavu ovoga predmeta.

Nastavu ovoga predmeta treba izvoditi u namjenskim prostorijama (učionica za radiokomunikacije i televiziju). Predavanja se mogu izvoditi i u učionici opće namjene ako je u nju moguće bez većih poteškoća dopremiti potrebna nastavna sredstva.

Osnovnu opremu učionice za nastavu ovoga predmeta čini demonstracijski stol s okvirima za panele sklopova uređaja za snimanje, prijenos i reprodukciju zvuka i slike, paneli sa sklopovima i elementima pretvarača zvuka i slike, mrežni i antenski priključak, demonstracijski univerzalni instrumenti i osciloskop te generatori audio i televizijskih signala, uređaji za snimanje i reprodukciju.

**Kadrovski uvjeti**

– diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: radiokomunikacije i profesionalna elektronika, elektronika).

**Literatura koja se preporučuje**

- I. Knežević, Audiotehnika i televizijska tehnika, uvod, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- O. Liman, Televizija na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb.
- D. Nuehrmann, Kućni magnetoskopi na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb.
- O. Limann, Radiotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb.

## MODELIRANJE ELEKTROTEHNIČKIH I ELEKTRONIČKIH SKLOPOVA RAČUNALOM (1-2)

Zanimanja: elektromonter  
elektromehaničar  
telekomunikacijski monter  
elektroničar

|                  |  |    |  |
|------------------|--|----|--|
| Razred           |  | 2. |  |
| Broj sati tjedno |  | 2  |  |

ili

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Putem nastave ovoga predmeta učenici trebaju upoznati neki od programa za modeliranje i simulaciju rada električnih i elektroničkih sklopova. Primjenom aplikacijskih programa za modeliranje i simuliranje električnih elektroničkih sklopova učenici će proširiti i utvrditi znanja stečena nastavom predmeta osnove elektrotehnike i elektronički sklopovi.

Nastava ovoga predmeta treba osposobiti učenike za:

- crtanje elektrotehničkih shema i elektroničkih sklopova, spremanje shema u biblioteku i pozivanje shema iz biblioteke
- provođenje analize rada sklopova (utvrđivanje parametara za vremensku, frekvencijsku i istosmjernu analizu, spremanje podataka dobivenih analizom) i izvođenje zaključaka o svojstvima sklopova.

### Sadržaj

#### 1. Upoznavanje programa za modeliranje i simuliranje

Opća svojstva programa za modeliranje i simuliranje.

Struktura programa

Vrste analiza koje omogućava program.

Naredbe programa.

#### 2. Crtanje shema sklopova

Modeli komponenata koje se određuju s jednom vrijednošću parametara.

Crtanje jednostavnih električnih shema.

Spremanje shema u biblioteku i pozivanje gotovih shema.

Modeli komponenata koje se određuju s više vrijednosti parametara.

Crtanje shema složenih električnih i elektroničkih sklopova.

#### 3. Simuliranje rada i analiza sklopova

Simuliranje rada sklopova u vremenskoj domeni (izbor graničnih uvjeta za vremensku analizu, simulacija rada i analiza rada izabranih električnih i elektroničkih sklopova).

Frekvencijska analiza rada sklopova (izbor graničnih uvjeta za frekvencijsku analizu, simulacija rada i analiza rada izabranih električnih i elektroničkih sklopova).

Istosmjerna analiza rada sklopova (izbor graničnih uvjeta za istosmjernu analizu, simulacija rada i analiza rada izabranih električnih i elektroničkih sklopova).

### Objašnjenja i materijalni uvjeti

Cjelokupnu nastavu ovoga predmeta, uključivši i pojedinačni praktični rad učenika (vježbe), optimalno je izvoditi u specijaliziranoj učionici za računalstvo. Učionica mora biti tako opremljena da omogućava samostalan rad jednog učenika na računalu. Ukoliko prostor i oprema ne dopuštaju takav način rada, moguće je dio nastave izvoditi u učionici u kojoj je potrebnom opremom opremljeno radno mjesto nastavnika, a dio nastave u specijaliziranoj učionici u kojoj su opremljena sva radna mjesta učenika. U tom slučaju izvedbenim programom za izvođenje nastave ovoga predmeta treba, od dva sata tjedne nastave, predvidjeti najmanje jedan sat za samostalan rad učenika na računalu u svakoj godini. Vježbe treba izvoditi optimalno

u tri, najmanje dvije skupine (pola odjeljenja s najviše 16 učenika), tako da na računalu radi svaki učenik pojedinačno. Vrijeme odvijanja vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine.

Od učenika treba zahtijevati temeljitu pripremu pri rješavanju zadaće kako bi se vrijeme raspoloživo za neposredan rad s računalom koristilo djelotvorno i svrhovito. Provjera znanja obavlja se računalom (rješavanjem konkretnih problema).

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika (odnosi se na znanja stečena uporabom računala iz područja elektrotehnike i elektronike) treba uzeti u obzir izvođenje vježbi i razvijenost vještina u uporabi aplikacijskog programa. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina u uporabi programa i računala i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz praktičnog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

Za ostvarivanje zadaća ovoga predmeta potrebno je osigurati:

- specijaliziranu učionicu s računalima (učionica za nastavu predmeta računalstvo)
- kabinet za nastavnika.

Specijalizirana učionica za nastavu računalstva potrebna je da bi se u njoj izvodila cjelokupna nastava i pojedinačni praktični rad učenika. Učionica mora sadržavati po jedno radno mjesto za svakog učenika. Preporučuje se najmanje 3m<sup>2</sup> površine o učeničkom radnome mjestu. Oprema radnog mjesta uključuje:

- računalno prema specifikaciji za nastavu predmeta računalstvo
- aplikacijski programi s pripadajućom dokumentacijom i priručnicima za rad s programskim paketima (npr. Electronics Workbench ili Micro-Cap).
- stol za računalno s "pretincem" za računalno i prostorom za priručnu dokumentaciju. Na stolu moraju stajati samo monitor i tastatura. Osim toga, na stolu treba biti dovoljno prostora za pisanje i odlaganje disketa. Stol mora sadržavati potrebnu električnu instalaciju.
- anatomske oblikovano sjedalo za učenika.

Radno mjesto nastavnika u učionici mora biti opremljeno računalom i projektorom slike s monitora na platno. Prilikom uporabe projektora, nastavnik mora imati mogućnost zamračenja prostorije. Uz računalno nastavnika potreban je najmanje 24-iglični pisač.

Poželjno je da sva računala u učionici budu povezana u mrežu. Ako su računala povezana u mrežu, učionicu je potrebno opremiti s barem dva pisača. U protivnom, oprema treba sadržavati po jedan pisač na četiri radna mjesta. Poželjno je da jedan bude laserski.

Učionica mora imati kompletnu električnu instalaciju s posebnom zaštitnom sklopkom. Osvjetljenje u učionici mora biti izvedeno tako da se ne reflektira od monitora. U učionici mora biti ploča.

Kabinet za nastavnika je posebna prostorija, povezana s učionicom za računalstvo. U kabinetu mora biti posebno računalo za pripremu nastave i vođenje nastavne dokumentacije. Kabinet mora sadržavati poseban ormar za čuvanje disketa i kompletne dokumentacije za računala i programsku podršku.

#### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjeri elektrotehnike,
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom i s cijelim razrednim odjelom):

- srednja stručna sprema u elektrotehničkoj struci (elektrotehničar, IV. ili V. stupanj stručne sprema).

#### **Literatura koja se preporučuje**

Korisnički priručnik za odabrani aplikacijski računalni program.

- A. Šarčević, Elektroničke komponente i analogni sklopovi, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1987.
- A. Szabo, Industrijska elektronika, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1975.
- T. Jelaković, Uvod u elektrotehniku i elektroniku, Školska knjiga, Zagreb, 1991.
- S. Paunović, Elektronički sklopovi, vježbe s analognim integriranim sklopovima, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 1., Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 1., zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 2., Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 2., zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- A. Szabo, Impulsna i digitalna elektronika I i II, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1973.
- O. Liman, Elektronika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.
- J. Grilec, D. Zorc, Osnove elektronike, Školska knjiga, Zagreb, 1993.

## ANALOGNI I DIGITALNI SKLOPOVI (I-3)

Zanimanja: **elektroničar**

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Nastava ovoga predmeta treba omogućiti učenicima proširenje općih znanja iz područja elektroničkih sklopova. To znači temeljitije proučavanje poznatih sklopova, ali i upoznavanje novih uz naglasak na eksperimentalnom laboratorijskom radu.

### Sadržaj

#### 1. Pojačala

Sklopovi s velikim ulaznim otporom.

Izvedbe diferencijalnih pojačala s bipolarnim i unipolarnim tranzistorima.

Pojačala s transpozicijom frekvencije.

#### 2. Operacijska pojačala

Parametri stvarnog operacijskog pojačala.

Sklopovska rješenja u integriranim pojačalima.

Primjena operacijskih pojačala (komparator s histerezom, impulsni sklopovi, oscilatori sinusnog napona, ograničavači, aktivni filtri).

#### 3. Stabilizirani izvori napajanja

Karakteristične veličine stabiliziranih izvora napajanja (faktori stabilizacije).

Pregled integriranih stabilizatora.

Proračun stabiliziranih izvora napajanja.

#### 4. Sklopovi s uzimanjem uzoraka

Analogne sklopke.

Multipleksiranje analognih signala.

Sklopovi za uzimanje uzoraka.

Pojačalo s uzimanjem uzoraka i pamćenjem.

#### 5. Digitalni sklopovi

Pregled i razvoj podskupina sklopova TTL.

Pregled i razvoj podskupina CMOS.

Vrste i mogućnosti opterećenja digitalnih sklopova.

Međusobno spajanje sklopova različitih skupina.

Sklopovi srednjeg i visokog stupnja integracije.

#### 6. Prijenos digitalnih signala linijama

Izvedbe i svojstva prijenosnih linija.

Izvori smetnji u digitalnim sustavima.

Refleksije, preslušavanje.

Otklanjanje smetnji.

Sklopovi za odašiljanje i primanje na liniji.

#### 7. Memorije

Karakteristične veličine memorija.

Ciklusi čitanja i pisanja, vremenski dijagrami.

Primjeri izvedbi upisno-ispisnih i ispisnih memorija.

Postojane poluvodičke memorije.

#### 8. Ulazno-izlazni sklopovi

Formiranje digitalnog signala.

Problem titranja kontakata. Izlazni stupnjevi.

Snažne sklopke.

Izvedbe DA pretvarača (s mrežom težinski raspoređenih otpora i s ljestvičastom otpornom mrežom).

Izvedbe AD pretvarača (sa stepeničastim naponom, s dvostrukim pilastim naponom, sa sukcesivnom aproksimacijom, paralelni sa sigma-delta modulacijom).

## 9. Pokazivači

Pregled izvedbi i svojstava pokazivača.

Sklopovi za upravljanje pokazivačima (višeznamenkasti sedamsegmentni i matični).

Upravljački sklopovi pokazivača

### Objašnjenje i materijalni uvjeti

Nastava ovoga predmeta izvodi se putem predavanja i laboratorijskih vježbi. Ta dva oblika nastave se upotpunjuju i samo kao jedinstvena cjelina mogu dati očekivani rezultat u usvajanju potrebnih znanja i sposobnosti. To zahtijeva da nastavu u laboratoriju izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave ovoga predmeta.

Pri izradi izvedbenog programa treba voditi računa o sadržaju predmeta elektronički sklopovi i digitalna elektronika iz 3. razreda. Izvedbenim programom treba, od ukupno dva sata tjedne nastave ovog predmeta, predvidjeti za samostalan rad učenika u laboratoriju prosječno 1 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi optimalno sa tri, a najmanje sa dvije skupine (najviše pola razrednog odjela, odnosno 16 učenika istodobno), ovisno o opremljenosti laboratorija. Vježbe treba izvoditi u bloku od dva sata, što znači za svaku skupinu učenika svaki drugi tjedan. Vrijeme održavanja laboratorijskih vježbi treba biti predviđeno rasporedom sati od početka školske godine. Vježba može slijediti ili prethoditi gradivu obrađenom ostalim oblicima nastave (predavanje). Učenik za izvođenje vježbe treba biti pripremljen putem nastave ili samostalnim radom, na temelju razrađenih zadataka za vježbe, uputa i literature.

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i dvije (za svako obrazovno razdoblje po jedna) cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Zadaci i pitanja trebaju obuhvatiti prijedeno gradivo od jednostavnijih pitanja i zadataka na razini poznavanja snovnih pojmova i svojstava sklopova do zadataka čije rješavanje treba pokazati sposobnost primjene znanja u novijim i složenijim situacijama.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

Vježbe se mogu izvoditi i u učionici za računalstvo s pomoću nekog od programa za modeliranje i simulaciju rada elektroničkih sklopova (npr. Micro-Cap ili Electronics Workbench).

Materijalni uvjeti za izvođenje nastave ovoga predmeta istovjetni su uvjetima za nastavu predmeta elektronički sklopovi i digitalna elektronika. Ukoliko se vježbe izvode pomoću računala i programa za modeliranje i simulaciju elektroničkih sklopova može se koristiti oprema učionice za računalstvo i odgovarajući aplikacijski program (npr. Micro-Cap ili Electronics Workbench).

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: industrijska elektronika, telekomunikacije i informatika, radiokomunikacije i profesionalna elektronika, računarska tehnika, elektronika).

### Literatura koja se preporučuje

- A. Szabo, Industrijska elektronika, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1975.
- S. Paunović, Elektronički sklopovi, vježbe s analognim integriranim sklopovima, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 1., Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 1., zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1996.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 2., Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- S. Paunović, Digitalna elektronika 2., zadaci za praktičan rad i uvježbavanje, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
- A. Szabo, Impulsna i digitalna elektronika I i II, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1973.
- A. Šarčević, Elektroničke komponente i analogni sklopovi, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1987.
- T. Jelaković, Tranzistorska audiopojala, Školska knjiga, Zagreb.
- O. Liman, Elektronika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1990.

Korisnički priručnik za odabrani aplikacijski paket za vježbe na računalu.

Zanimanja: **elektroničar**

|                         |  |  |           |
|-------------------------|--|--|-----------|
| <b>Razred</b>           |  |  | <b>3.</b> |
| <b>Broj sati tjedno</b> |  |  | <b>2.</b> |

**Ciljevi izadaće**

Nastava ovog predmeta omogućava učenicima upoznavanje problematike visokofrekvencijskih (VF) sustava i sklopova. To znači:

- upoznati učenike sa zakonitostima bitnim za rad VF sustava
- upoznati područja primjene VF uređaja i sustava
- upoznati osnovne konstrukcije sklopova za VF uređaje i sustave
- upoznati osnove mjernih metoda u VF području.

**Sadržaj****1. VF pojačala i sklopovi**

Pojačalo s vezom RC na visokim frekvencijama.  
 Višestepana pojačala na visokim frekvencijama.  
 Širokopojasna pojačala.  
 Kompenzacija u području donje i gornje granične frekvencije.  
 Usklađena pojačala.  
 Kaskodno pojačalo.  
 Oscilatori.  
 VF pojačala snage.  
 Modulatori za amplitudnu modulaciju.  
 Modulatori za faznu i frekvencijsku modulaciju.  
 Impulsna modulacija.

**2. Sklopovi za mikro valnu tehniku**

Prijenosne linije (svojstva, prilagođenje).  
 Elektromagnetski valovodi.  
 Mikrovalne komponente.  
 Mikrovalni oscilator i pojačala.  
 Mikrovalna mjerenja.

**3. Radarski sustavi**

Princip radarskih sustava.  
 Radarski pokazivači.  
 Detekcija signala odjeka.  
 Vrste radara i primjena.

**4. Elektronički navigacijski sustavi**

Podjela i namjena elektroničkih radionavigacijskih sustava.  
 Radio-goniometri.  
 Radio-farovi.  
 Navigacijski sustavi (hiperbolički, autonomni i za satelitsku navigaciju).

**Objašnjenje i materijalni uvjeti**

Sadržaji ovog predmeta usko su povezani sa sadržajima predmeta elektronički sklopovi, odnosno informacije i komunikacije. Program treba realizirati tako da predavanja prate demonstracije rada uređaja i sustava putem didaktičkih modela uređaja. Dio nastave (najmanje prosječno 0,5 sati tjedno) treba realizirati u obliku samostalnog rada učenika u laboratoriju. Vježbe treba izvoditi u bloku od 2-3 sata. Rad u laboratoriju treba izvoditi sa skupinama učenika koje ne prelaze trećinu razrednog odjela uz uvjet da rade 2-3 učenika zajedno.

Pri izradi izvedbenog programa treba planirati vrijeme za ponavljanje i dvije (svako polugodište jedna) cjelostatne provjere znanja (školska zadaća). Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje

se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

Nastavu ovog predmeta treba održavati u prostorijama posebne namjene (učionica i laboratorij za elektroniku, odnosno za VF tehniku i radiokomunikacije). Dio koji se odnosi na tzv. teorijsku nastavu može se održavati u učionici opće namjene ako se raspolaže pokretnom demonstracijskom opremom uz povoljan raspored prostorija. Minimalnu opremu za nastavu ovog predmeta čini demonstracijski stol s okvirima za panele i panelima sklopova i uređaja iz područja VF tehnike, te VF mjerni pribor i instrumenti.

#### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektronika, radiokomunikacije i profesionalna elektronika, telekomunikacije i informatika).

### TELEVIZIJA (I-5)

Zanimanja: **električar**

|                  |  |  |       |
|------------------|--|--|-------|
| Razred           |  |  | 3.    |
| Broj sati tjedno |  |  | 2 - 4 |

#### Ciljevi i zadaće

Ovim predmetom učenici trebaju upoznati cjelokupnu problematiku snimanja, prijenosa i reprodukcije slike. To znači:

- upoznati učenike detaljno sa zakonitostima vezanim za snimanje, prijenos i reprodukciju slike;
- upoznati funkcije i konstrukciju sklopova koji se koriste u procesu snimanja, prijenosa i reprodukcije slike
- osposobiti učenike za analizu rada uređaja, ispitivanje u tijeku procesa proizvodnje i eksploatacije te za otklanjanje kvarova na uređajima za snimanje, prijenos i reprodukciju slike.

#### Sadržaj

##### 1. Optičko-električni pretvarači

Ljudsko oko i osobine vida.  
Svjetlosne veličine.  
Objektivi.  
Osnovne veličine kolorimetrije.  
Miješanje boja.  
Osnovne karakteristike optičko-električnih pretvarača  
Analizirajuće cijevi.  
Pretvarači s foto-ćelijom.  
Poluvodički senzori.  
Transformacija boje u električni signal.  
Prijenos luminacije, dominantne valne duljine i čistoće pobude.

##### 2. Prijenos televizijske slike

Princip prijenosa elemenata slike.  
Analiza televizijske slike.  
Parametri slike.  
Sinkronizacija.  
Videosignal.  
NTSC.  
Krominantni koordinatni sustav.  
Krominantni nosilac.  
Osnovne karakteristike sustava PAL i SECAM.  
Krominantni nosilac.  
Kodiranje i dekodiranje u sustavu PAL.

3. **Prijem televitelevizijskih signala**  
Antenski sustav za TV prijem.  
Prijem satelitskog programa.
4. **Prijemnici**  
Blok shema prijemnika.  
Birači kanala.  
Međufrekvencijsko pojačalo slike.  
Detektor.  
ARP.  
Videopojaačala.  
Horizontalna i vertikalna sinhronizacija.  
Horizontalni i vertikalni otklon.  
Visoki napon.  
PAL dekodier.  
Krominantni nosilac i sinkronizacija.
5. **Magnetsko snimanje televizijskog signala**  
Osnove magnetskog snimanja.  
Snimanje videesignala.  
Formati i sustavi snimanja.  
Profesionalni i komercijalni magnetoskopi.
6. **Razvoj televizije**  
Digitalna televizija.  
Televizija visoke rezolucije.  
Teletekst i ostali sustavi za prijenos dodatnih informacija.  
CD video.

### **Objašnjenje i materijalni uvjeti**

Nastava ovog predmeta izvodi se putem predavanja i laboratorijskih vježbi. Na predavanjima je nužno koristiti demonstracijske metode kako bi se postigla potrebna učinkovitost imajući u vidu raspoloživo vrijeme za nastavu ovog opširnog i složenog dijela obrazovnog programa.

U nastavi ovog predmeta posebnu ulogu imaju laboratorijske vježbe. Izvedbenim programom treba osigurati za rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 1 sat tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi u bloku od 2 sata prema utvrđenom tjednom rasporedu i dinamici uvjetovanoj ukupnim fondom sati predmeta. Rad u laboratoriju treba organizirati u skupinama ne većim od 1/3 razrednog odjela s po dva učenika na radnom mjestu kako bi se postigao što veći stupanj samostalnosti rada učenika.

Posebnu pažnju treba obratiti na pravilno rukovanje opremom, naročito kineskopima i dijelovima pod visokim naponom kako bi se smanjile opasnosti tjelesnih ozljeda i materijalni troškovi.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

Nastavu ovog predmeta treba izvoditi u namjenskim prostorijama (učionica i laboratorij za radiokomunikacije i televiziju). Predavanja se mogu izvoditi i u učionici opće namjene ako je u nju moguće bez većih poteškoća dopremiti potrebna nastavna sredstva.

Osnovnu opremu učionice za nastavu ovog predmeta čini demonstracijski stol s okvirima za panele sklopova uređaja za snimanje, prijenos i reprodukciju slike, paneli sa sklopovima, mrežni i antenski priključak, demonstracijski univerzalni instrumenti i osciloskop te generator televizijskih signala, uređaji za snimanje i reprodukciju (kamera i rekorder).

Osnovnu opremu laboratorija čine: upravljački stol nastavnika kojim se upravlja s naponima napajanja i signalima na radnim stolovima učenika (mrežni napon, antenski televizijski priključak i televizijski test signal iz generatora), radni stolovi učenika povezani s upravljačkim stolom nastavnika. Za svaki radni stol učenika: televizijski prijemnik, univerzalni instrument i dvokanalni osciloskop.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: radiokomunikacije i profesionalna elektronika, elektronika).



### Literatura koja se preporučuje

S. Šorman, Radio i televizijska tehnika, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1994.

O. Liman, Televizija na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb.

D. Nuehrmann, Kućni magnetoskopi na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb.

## RADIOPRIJEMNICI (1-6)

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Nastava ovog predmeta treba omogućiti učenicima stjecanje znanja potrebnih za rad na poslovima organizacije proizvodnje, kontrole i održavanja radioprijemnika. To znači da će učenici upoznati:

- zakonitosti bitne za rad radioprijemnika
- funkcije i konstrukciju sklopova radioprijemnika
- metode mjerenja, ispitivanja i održavanja radioprijemnika
- konstrukcije, svojstva i primjene antena prijemnika.

### Sadržaj

#### 1. Uvod u radioprijemnike

Podjela prijemnika prema izvedbi i vrsti modulacije.

Karakteristike (selektivnost, stabilnost, omjer signal/šum, kvaliteta reprodukcije).

#### 2. Superheterodinski prijemnik

Blok shema prijemnika.

Ulazni stupnjevi.

UKV tuner.

Međufrekvencijska pojačala za AM i FM prijemnike.

Demodulatori AM i FM signala.

Automatska regulacija pojačanja.

Primopredajnici.

#### 3. Optičko pokazivanje ugođenosti radioprijemnika

Pokazivanje ugođenosti pomoću instrumenata.

Pokazivanje ugođenosti pomoću niza svijetlećih dioda.

Digitalno pokazivanje i podešavanje na frekvenciju radio-stanice.

#### 4. Stereo radiofonija

Načela stereofonskog prijenosa tona.

Stereo koder.

Postupci stereo dekodiranja.

#### 5. Prijemne antene

Vrste antena za pojedina frekvencijska područja.

Zajednički antenski sustavi za prijem radiofrekvencija.

### Objašnjenje i materijalni uvjeti

Nastava ovog predmeta izvodi se putem predavanja i laboratorijskih vježbi. Na predavanjima je nužno koristiti demonstracijske metode kako bi se postigla potrebna učinkovitost imajući u vidu raspoloživo vrijeme za nastavu ovog predmeta.

U nastavi ovog predmeta posebnu ulogu imaju laboratorijske vježbe. Izvedbenim programom treba osigurati za rad učenika u laboratoriju najmanje prosječno 0,5 sati tjedno. Laboratorijske vježbe treba izvoditi u bloku od 2 sata prema utvrđenom tjednom rasporedu i dinamici uvjetovanoj ukupnim fondom sati predmeta.

Rad u laboratoriju treba organizirati u skupinama ne većim od 1/3 razrednog odjela s po dva učenika na radnom mjestu kako bi se postigao što veći stupanj samostalnosti rada učenika.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

Nastavu ovog predmeta treba izvoditi u namjenskim prostorijama (učionica i laboratorij za radiokomunikacije). Predavanja se mogu izvoditi i u učionici opće namjene ako je u nju moguće bez većih poteškoća dopremiti potrebna nastavna sredstva.

Osnovnu opremu učionice za nastavu ovog predmeta čini demonstracijski stol s panelima, sklopova radioprijemnika, demonstracijski instrumenti i dvokanalni osciloskop.

Osnovnu opremu laboratorija čine: upravljački stol nastavnika kojim se upravlja s naponima napajanja i signalima na radnim stolovima učenika (mrežni napon, antenski televizijski priključak i televizijski test signal iz generatora), radni stolovi učenika povezani s upravljačkim stolom nastavnika. Svaki radni stol učenika treba opremiti sa sklopovima radioprijemnika, univerzalnim instrumentom i dvokanalnim osciloskopom.

#### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: radiokomunikacije i profesionalna elektronika, elektronika).

#### Literatura koja se preporučuje

S. Šorman, Radio i televizijska tehnika, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1994.

O. Limann, Radiotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb.

## AUTOMATSKO VOĐENJE PROCESA (I-7)

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |  |       |
|------------------|--|--|-------|
| Razred           |  |  | 3.    |
| Broj sati tjedno |  |  | 2 - 4 |

Zanimanja: elektromehaničar  
elektromonter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

#### Ciljevi i zadaće

Cilj nastave predmeta AUTOMATSKO VOĐENJE PROCESA je usvajanje osnovnih teorijskih i praktičnih znanja s područja mjerenja i automatskog upravljanja procesima, te povezivanje i primjena ovih znanja sa znanjima iz područja elektronike. To podrazumijeva:

- usvajanje osnovnih teorijskih i praktičnih znanja o mjerenjima procesnih i drugih neelektričnih veličina
- usvajanje osnovnih znanja o građi i načinu djelovanja regulatora
- usvajanje osnovnih teorijskih i praktičnih znanja o krugovima automatskog upravljanja
- upoznavanje principa izvedbi sustava mjerenja i automatskog upravljanja procesima
- upoznavanje izvedbi i načina djelovanja uređaja i sustava za daljinska mjerenja i upravljanje
- upoznavanje načina spajanja, ispitivanja, ugađanja i puštanja u pogon jednostavnijih mjernih uređaja i uređaja za automatsko upravljanje

#### Sadržaj

##### 1. Uvod

Pojam automatike i automatizacije, stupnjevi automatizacije u industriji.

Upravljanje i regulacija.

Otvoreni i zatvoreni regulacijski krugovi, osnovne jedinice regulacijskih krugova.

## 2. Procesna mjerenja

Mjerni elementi i pretvornici, mjerni slogovi, osnovne jedinice mjernih slogova.

Pretvornici pomaka, sile, tlaka, temperature, protoka, razine, brzine vrtnje i radioaktivnog zračenja u električne veličine.

Otpornički, induktivni, kapacitivni, termoelektrički, piezoelektrički i poluvodički pretvornici.

Standardizirani mjerni signali, pretvornici standardnih signala.

Prijenosnici i pojačala mjernih signala.

## 3. Regulatori i krugovi automatskog reguliranja

Osnovni pojmovi o regulacijskim krugovima, strukturni prikaz regulacijskog kruga.

Osnovne vrste regulatora, regulatori s kontinuiranim i nekontinuiranim djelovanjem.

Osnovni pojmovi o proporcionalnom, integracijskom i derivacijskom djelovanju.

Statičke i dinamičke karakteristike regulatora s kontinuiranim djelovanjem.

Dvopoložajni i tropoložajni regulatori.

Vrste procesa po dinamičkim karakteristikama (procesi s izjednačenjem i bez izjednačenja).

Mikroprocesorski regulatori, upravljački program regulatora.

Vladanje zatvorenih regulacijskih krugova (točnost, stabilnost), ugađanje zatvorenih krugova.

## 4. Daljinska mjerenja i upravljanja

Osnovni pojmovi o daljinskim mjerenjima i upravljanju.

Daljinska mjerenja sa standardnim strujnim i naponskim signalima.

Vodovi i prijenosnici za daljinska mjerenja i upravljanja.

Utjecaj okoline i zaštita od smetnji.

Sustavi za praćenje, zapisivanje, signaliziranje i obradu signala.

## 5. Regulacijska pojačala i izvršni članovi

Magnetska pojačala.

Elektronička pojačala.

Hidraulička i pneumatička pojačala.

Električni motori.

Ventili.

## Objašnjenje i materijalni uvjeti

U izlaganju gradiva ovog predmeta naročitu pažnju treba posvetiti fizikalnom razjašnjenju građe i načina rada mjernih sklopova i uređaja i povezivanju sa znanjima stečenim u ostalim stručnim predmetima. Praktične primjere izvedbi mjernih uređaja i uređaja automatskog upravljanja koristiti kao ilustracije, a ne kao objekte detaljnog izučavanja.

Sastavni dio nastave ovog predmeta su i laboratorijske vježbe. Za vježbe treba planirati prosječno 1 sat tjedno. Vježbe treba izvoditi u blok satu od 2 školska sata, što znači za grupu učenika svaki drugi tjedan. Optimalno je raditi sa skupinom koju čini trećina razrednog odjela. Laboratorijske vježbe trebaju u pravilu slijediti predavanja. Vježbe treba izvoditi na temelju pisanih zadataka i uputa nastavnika. Pri radu u laboratoriju treba posvetiti posebnu pažnju mjerama zaštite.

Predavanja i ostale oblike tzv. teorijske nastave ovog predmeta treba izvoditi u namjenskoj učionici. Minimalna oprema namjenske učionice za ovo područje je:

- demonstracijski stol s okvirima za panele;
- demonstracijski paneli za demonstriranje pojava i zakonitosti u tehnici procesnih mjerenja i automatskog upravljanja;
- demonstracijski instrumenti: ampermetri, voltmetri, osciloskop;
- računalo s priključkom za grafoskopsku projekciju;
- izvori napajanja (mrežni napon za napajanje instrumenata i laboratorijskih izvora, laboratorijski izvor istosmjernog napona, laboratorijski izvor sinusnog napona promjenljive frekvencije).

Teorijska nastava može se izvoditi i u standardnoj učionici opće namjene ukoliko se u nju može za svaki sat dopremiti potrebna oprema iz kabineta.

Laboratorijske vježbe izvode se u laboratoriju za procesnu tehniku. Minimalna oprema laboratorija za vježbe iz osnova automatskog reguliranja:

- centralno upravljačko mjesto nastavnika kojim se upravlja svim priključcima na radnim mjestima učenika;
- radni stolovi učenika (2 učenika za jednim stolom) opremljeni s priključcima: mrežni napon za priključak mjernih instrumenata, jednofazni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom 0-300V 10A (jednofazni regulacijski transformator), istosmjerni izvor električne energije s kontinuiranom regulacijom, izvor stabiliziranog napajanja 0-(+15)V, 1A i 0-(-15V) i slobodan par priključnica za signal po izboru s upravljačkog mjesta;
- za svako radno mjesto: voltmetar i ampermetar s više mjernih područja, univerzalni instrument, generator sinusnog napona, podesivi otpornik (2 kom);
- paneli s mjernim i regulacijskim sklopovima.

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike,
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom i s cijelim odjeljenjem):

- srednja stručna sprema u elektrotehničkoj struci (tehničar za procesnu tehniku, automatičar, IV. ili V. stupanj stručne sprema u elektrotehničkoj struci, usmjerenje procesna tehnika ili automatika).

### Literatura koja se preporučuje

J. Božićević, Temelji automatike I. i II., Školska knjiga, Zagreb, 1987.

F. Rajić, Osnove automatike I, II i III, Tehnička škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1988.

S. Karić, Mjerni elementi i pretvarači, Školska knjiga, Zagreb, 1991.

## ELEKTRANE (1-8)

Zanimanja: elektromonter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Cilj ovog predmeta je da učenici upoznaju postupke proizvodnje električne energije kako bi se osposobili za sudjelovanje u poslovima izgradnje i eksploatacije postrojenja za proizvodnju električne energije. To znači:

- upoznati načine proizvodnje električne energije
- upoznati opremu elektrana i međusobnu funkcionalnu povezanost elemenata elektrana; - upoznati ulogu pojedinih vrsta elektrana u energetsom sustavu
- usvojiti postupke upravljanja postrojenjima u elektranama.

### Sadržaj

#### 1. Uvod u elektrane

Energetski izvori i potreba za električnom energijom.  
Elektroenergetski sustav.  
Dijagrami opterećenja.  
Podjela elektrana i elektroenergetske karakteristike.

#### 2. Hidroelektrane

Iskorištavanje snaga vode.  
Glavni elementi hidroelektrane.  
Tipovi hidroelektrana.  
Vođene turbine.  
Regulacija i upravljanje u elektrani.  
Jednopolna shema elektrane.  
Vlastita potrošnja elektrane.

#### 3. Termoelektrane

Osnove rada termoelektrane.  
Osnovni elementi opreme termoelektrane.  
Tipovi termoelektrana.  
Parne i plinske turbine.  
Regulacija i upravljanje u termoelektranama.  
Shema spoja termoelektrane.  
Stupanj iskorištenja.

#### 4. Nuklearne elektrane

Nuklearna energija.  
Osnovni proces u nuklearnom reaktoru.  
Osnovni elementi nuklearne elektrane.  
Shema spoja nuklearne elektrane.

5. **Diesel elektrane**  
Oprema diesel elektrana.  
Primjena diesel elektrana.
6. **Ostali izvori električne energije**  
Alternativni izvori električne energije.  
Ekološki aspekti proizvodnje električne energije.
7. **Sinkroni generator u elektrani**  
Pogonska karta.  
Zaštita generatora u pogonu.

### **Objašnjenje i materijalni uvjeti**

Izvedbeni program predmeta treba izraditi tako da se osigura kod učenika spoznaja o osnovama i problematici pretvorbe različitih oblika energije u električnu. Težište treba biti na opremi elektrana, problematici izgradnje i upravljanju elektranama. U tijeku realizacije programa potrebno je organizirati najmanje jednu posjetu nekoj od elektrana.

Nastavu predmeta elektrane treba izvoditi u namjenskoj učionici za predmete iz područja elektroenergetike ili standardnoj učionici opće namjene ako je moguća doprema potrebne opreme i nastavnih sredstava za svaki sat.

Osnovnu opremu za nastavu ovog predmeta čine grafoskop, videorekorder, računalo i simulatori elektroenergetskih procesa s pripadnim nastavnim sredstvima (grafofolije, videosnimci, programska podrška za računalo i simulatore).

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika)
- profesor elektrotehnike.

### **Literatura koja se preporučuje**

- E. Mileusnić, Zaštita i sigurnost pri radu na elektroenergetskim postrojenjima, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1991.  
L. Ujević, Z. Buntić, Elektrane, Školska knjiga, Zagreb, 1993.

## **ELEKTRIČNE MREŽE (1-9)**

Zanimanja: **elektromonter**

|                         |  |  |           |
|-------------------------|--|--|-----------|
| <b>Razred</b>           |  |  | <b>3.</b> |
| <b>Broj sati tjedno</b> |  |  | <b>2</b>  |

### **Ciljevi i zadaće**

Cilj ovog predmeta je da se učenici upoznaju s problematikom izgradnje, pogona i održavanja elektroenergetskih mreža za prijenos i distribuciju električne energije. To podrazumijeva:

- upoznavanje elektroenergetskog sustava
- usvajanje postupaka dimenzioniranja vodova
- upoznavanje problematike i postupaka u izgradnji i pogonu pojedinih vrsta električnih mreža;
- upoznavanje učenika s tehničkim propisima iz područja električnih mreža
- stjecanje osnovnih znanja za primjenu u praktičnom radu (elementi projektiranja, izvođenje i ispitivanje);
- usvajanje mjera zaštite u postavljanju, održavanju i eksploataciji mreža.

## Sadržaj

### 1. Elektroenergetski sustav

Elektroenergetski sustav.  
Definicije pojmova električnih mreža i instalacija.  
Podjela električnih mreža i instalacija.  
Tehnički propisi, zakon o standardizaciji, standardi.  
Grafički simboli, vrste električnih shema i crteža.  
Osnove dimenzioniranja vodova.

### 2. Visokonaponske mreže

Elementi visokonaponske mreže.  
Naponske prilike, tokovi snaga, kompenzacija.  
Regulacija napona i frekvencije.  
Osnove proračuna dalekovoda.

### 3. Niskonaponske mreže

Osnovni elementi niskonaponskih mreža.  
Osnove proračuna niskonaponskih mreža.  
Određivanje snage potrošača, analiza opterećenja, određivanje snage i izbor transformatora.

### 4. Zaštita i gradnja električnih mreža

Zaštita od kratkog spoja i prenapona.  
Uzemljenje nadzemnih vodova.  
Izgradnja nadzemnih mreža.  
Izgradnja kabelaških mreža.  
Revizija i održavanje mreža.  
Ispitivanje i puštanje u pogon.

## Objašnjenje i materijalni uvjeti

Pri realizaciji programa i navođenju primjera neophodno je pratiti tehničke propise i standarde. Nastavu ovog predmeta uskladiti s radioničkim vježbama iz ovog područja. Pored usmenih provjera znanja planirati posebno vrijeme za oblike provjere pisanim oblicima (školske zadaće, zadaci za samostalan rad u obliku programa).

Nastavu predmeta električne mreže treba izvoditi u namjenskoj učionici za predmete elektroenergetske grupe ili standardnoj učionici opće namjene ako je moguća doprema otrebne opreme i nastavnih sredstava za svaki sat.

Osnovnu opremu za nastavu ovog predmeta čine grafoskop, videorekorder, računalo i simulatori elektroenergetskih procesa s pripadnim nastavnim sredstvima (grafofolije, videosnimci, programska podrška za računalo i simulatore).

## Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektroenergetika i energetika)
- profesor elektrotehnike.

## Literatura koja se preporučuje

V. Srb, Električne instalacije i niskonaponske mreže, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.

H. Meluzin, Elektrotehnika na lak način, Tehnička knjiga, Zagreb, 1982.

E. Mileusnić, Zaštita i sigurnost pri radu na elektroenergetskim postrojenjima, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1991.

## RASKLOPNA POSTROJENJA (I-10)

Zanimanja: **elektromonter**

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Putem nastave ovog predmeta učenici trebaju upoznati ulogu, izvedbe, svojstva i djelovanje rasklopnih postrojenja. Nastava ovog predmeta omogućit će da učenici:

- upoznaju namjenu i djelovanje sklopnih blokova
- upoznaju električke sheme sklopnih blokova u svrhu funkcionalne montaže
- osposobe se za poslove održavanja rasklopnih postrojenja (pronalaženje i otklanjanje kvarova)
- upoznaju propise za izvođenje rasklopnih postrojenja
- upoznaju opasnosti na radu u rasklopnim postrojenjima i postupke za rad na siguran način.

### Sadržaj

#### 1. Uvod u rasklopna postrojenja

Uloga rasklopnog postrojenja u elektroenergetskom sustavu.

Podjela rasklopnih postrojenja.

Kriterij za izbor elemenata rasklopnog postrojenja.

Proračun struja kratkog spoja.

Naponski nivoi i stupanj izolacije.

Tehnički propisi.

#### 2. Glavni elementi rasklopnih postrojenja

Sabirnice, izolatori, rastavljači, osigurači, prekidači, mjerni transformatori, prigušnice, odvodnici prenapona.

Grafički simboli elemenata.

Sheme spoja glavnih i pomoćnih strujnih krugova.

Pomoćni uređaji u rasklopnom postrojenju (akumulatorska baterija, kompresorska postrojenja).

#### 3. Mjerenje i zaštita u rasklopnim postrojenjima

Instrumenti i mjerne metode za mjerenja u rasklopnim postrojenjima.

Releji i zaštitni uređaji.

Vrste zaštita i primjena.

Uzemljenje u rasklopnom postrojenju (uzemljivači, izvedbe i tehnički propisi).

#### 4. Izvedbe i upravljanje rasklopnim postrojenjima

Visokonaponska postrojenja na otvorenom i zatvorenom prostoru.

Niskonaponska postrojenja.

Transformatorska stanica.

Upravljanje rasklopnim postrojenjem (komandne ploče, pultovi i ormari).

Zaštita pri radu u rasklopnim postrojenjima.

### Objašnjenje i materijalni uvjeti

U izradi izvedbenog programa i nastavi ovog predmeta treba voditi računa o prethodno svladanom gradivu iz područja elektrostrojarstva i elektroenergetike. To se posebno odnosi na stečena znanja iz sklopnih aparata. Na temelju ranije upoznatih karakteristika i tehničkih podataka aparata u ovom predmetu treba znati obaviti pravilan izborsklonog aparata u rasklopnom postrojenju, upoznati problematiku pogona, održavanja, sigurnosti, pouzdanosti i ekonomičnosti u pogonu.

U tijeku realizacije programa potrebno je obaviti posjete karakterističnim postrojenjima i upoznati učenike sa stvarnim izvedbama rasklopnih postrojenja.

Pored uobičajenih oblika provjere stečenih znanja i sposobnosti treba predvidjeti da svaki učenik tijekom školske godine samostalno izradi zadatak u obliku programa za zadano rasklopno postrojenje.

Nastavu predmeta rasklopna postrojenja treba izvoditi u namjenskoj učionici za predmete elektroenergetske grupe ili u standardnoj učionici opće namjene ako je moguća doprema potrebne opreme i nastavnih sredstava za svaki sat.

Osnovnu opremu za nastavu ovog predmeta čine grafoskop, videorekorder, računalo i simulatori elektroenergetskih procesa s pripadnim nastavnim sredstvima (grafofolije, videosnimci, programska podrška za računalo i simulatore).

#### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika),
- prof. elektrotehnike.

#### Literatura koja se preporučuje

E. Mileusnić, Zaštita i sigurnost pri radu na elektroenergetskim postrojenjima, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1991.

### AUTOMATIZACIJA U ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA (I-II)

Zanimanja: **elektromonter**  
**elektromehaničar**

|                  |  |  |       |
|------------------|--|--|-------|
| Razred           |  |  | 3.    |
| Broj sati tjedno |  |  | 2 - 4 |

#### Ciljevi i zadaće

Ciljevi nastave ovog predmeta su usvajanje znanja iz područja mjerenja električnih i neelektričnih veličina, zaštitnih i signalnih uređaja i sustava automatskog upravljanja elektroenergetskim postrojenjima. To podrazumijeva:

- usvajanje znanja o mjerenjima električnih i neelektričnih veličina koja se primjenjuju u elektroenergetskim postrojenjima
- usvajanje znanja o načelima djelovanja i izvedbi sklopova i uređaja za zaštitu i signalizaciju u elektroenergetskim postrojenjima
- usvajanje osnovnih znanja o građi i djelovanju sustava za daljinska mjerenja i prijenos mjernih podataka s elektroenergetskih postrojenja
- usvajanje znanja o sustavima mjerenja i zaštite energetske transformatora, elektromotora i generatora
- usvajanje osnovnih znanja o načelima automatiziranja elektroenergetskih procesa i postrojenja
- usvajanje znanja i postupaka za ispitivanje i ugađanje električnih elemenata automatike
- usvajanje osnovnih znanja o primjeni logičkih spojeva u elektroautomatici
- usvajanje osnovnih znanja iz područja automatizacije složenih elektroenergetskih procesa i postrojenja
- razvijanje sposobnosti samostalnog rada sa stručnom literaturom i tehničkom dokumentacijom.

#### Sadržaj

##### 1. Uvod u automatizaciju elektroenergetskih postrojenja

Vrste automatiziranja postrojenja.  
Tehnološke sheme procesa i postrojenja.  
Osnovne tehnološke operacije i procesi.  
Tehnološki i tehnički opisi procesa i postrojenja.

##### 2. Električni i elektronički mjerni uređaji

Mjerna pojačala.  
Standardizirana mjerna područja.  
Pretvornici napona, struje i otpora u standardizirane mjerne signale.  
Analogno-digitalni pretvornici.

##### 3. Pretvornici neelektričnih u električne veličine

Mjerni slogovi za mjerenje neelektričnih veličina.  
Mjerna osjetila.  
Mjerni pretvornici s aktivnim i pasivnim djelovanjem.  
Pretvornici pomaka, sile, tlaka, protoka, brzine gibanja, vibracija, topline, vlažnosti i radioaktivnog zračenja i osjetila dimnih, zapaljivih i eksplozivnih plinova.



#### **4. Logički spojevi u automatici**

Osnovne logičke funkcije i kontakti spojevi.  
Serijsko, paralelno i kombinirano spajanje kontakata.  
Logičke zamjene i logičko grupiranje.  
Vremenski logički sklopovi.  
Složeni logički spojevi.  
Sigurnosni logički spojevi.

#### **5. Zaštitni i signalni sklopovi i uređaji**

Prekostrujna i podnaponska zaštita strujnih krugova.  
Zaštita od previsokog napona.  
Sklopovi i uređaji za zaštitu od dozemnih spojeva.  
Sklopovi za zaštitu od proboja izolacije.  
Vanjski utjecaji na djelovanje zaštitnih uređaja.  
Propisi za provjeravanje, održavanje i ugađanje zaštitnih spojeva, sklopova i uređaja.  
Električni i elektronički signalni uređaji (alarmni uređaji, sklopovi za blokiranje, sklopovi za signaliziranje).  
Sklopovi za ukapčanje rezervnih aparata, uređaja, agregata i postrojenja rezervnih napajanja.

#### **6. Automatsko upravljanje pogonima i postrojenjima**

Krug automatskog upravljanja elektromotorima.  
Automatsko upravljanje motorima.  
Automatika upuštanja motora.  
Automatika upuštanja motorgeneratora.  
Automatika upuštanja turboagregata.  
Automatika uključivanja i isključivanja energetskih transformatora.  
Automatika upuštanja uređaja za rezervna napajanja.  
Djelovanje računalnih sustava za praćenje, zaštitu i obradu podataka elektroenergetskih postrojenja.

#### **Objašnjenje i materijalni uvjeti**

Pri izlaganju gradiva ovog predmeta mora se naročita pažnja posvetiti razjašnjavanju osnovnih načela, zakonitosti i propisa iz područja mjernih, zaštitnih i signalnih uređaja na elektroenergetskim postrojenjima. Posebno se mora naglašavati potreba i važnost pouzdanosti i točnosti djelovanja ovih uređaja i velikog utjecaja mjerenja na ekonomičnost proizvodnje, prijenosa i potrošnje električne energije. Praktične primjere treba koristiti koliko je moguće, ali više kao ilustracije načina djelovanja a manje kao objekte detaljnog izučavanja.

Posebnu pažnju treba posvetiti radu učenika u laboratoriju. Laboratorijske vježbe za pojedino područje trebaju u pravilu slijediti izlaganja nastavnika na predavanjima. Vježbe se moraju izvoditi na temelju pisanih i usmenih uputa nastavnika. Pri izvođenju vježbi maksimalnu pažnju treba posvetiti mjerama zaštite. Raspolaganje opremom i potreba povećanih zaštitnih mjera nalažu rad s manjim skupinama učenika, do trećine razrednog odjela. Izvedbenim programom treba predvidjeti za rad u laboratoriju prosječno 1 sat tjedno, s tim da se rad u laboratoriju izvodi u bloku od 2-3 sata. Laboratorijski rad je jedinstvena cjelina s ostalim oblicima nastave ovog predmeta. To zahtijeva da vježbe izvodi isti nastavnik koji izvodi ostale oblike nastave predmeta, a laboratorijski rad učenika treba imati značajnog udjela u ocjenjivanju rada i ukupnog uspjeha učenika.

Nastavu ovog predmeta treba održavati u namjenskim prostorijama (učionica i laboratorij za elektrostrojarstvo). Laboratorijske vježbe treba realizirati u dobro opremljenim laboratorijima kako bi se kod učenika u što većoj mjeri razvijala sposobnost samostalnog rada. Oprema za nastavu ovog predmeta odgovara opremi za predmete elektromotorni pogoni automatsko vođenje procesa.

#### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: elektrostrojarstvo i automatizacija, elektronika i energetika).

Za laboranta (paralelni rad sa skupinom učenika pod nadzorom i uputama nastavnika):

- inženjer elektrotehnike (smjer automatika).

#### **Literatura koja se preporučuje**

F. Rajić, Osnove automatike III (Elementi elektroautomatike), Tehnička škola Rudera Boškovića, Zagreb, 1988.

E. Mileusnić, Zaštita i sigurnost pri radu na elektroenergetskim postrojenjima, Zavod za istraživanje i razvoj sigurnosti, Zagreb, 1991.

## ELEKTROMOTORNI POGONI (I-12)

Zanimanja: elektromehaničar

|                  |  |  |       |
|------------------|--|--|-------|
| Razred           |  |  | 3.    |
| Broj sati tjedno |  |  | 2 - 3 |

### Ciljevi i zadaće

Nastava ovog predmeta treba omogućiti učenicima stjecanje jasne fizikalne predodžbe o radu električnih strojeva u zajednici s radnim mehanizmima i odvijanju regulacijskog procesa pri regulaciji elektromotornih pogona i sinkronih generatora. To znači:

- upoznati učenike s osnovnim zahtjevima koje radni mehanizmi i tehnološki proces postavljaju na električne strojeve
- upoznati moguće smetnje i kvarove koje radni mehanizmi ili napojna mreža mogu uzrokovati u električnim strojevima
- upoznavanje postupaka regulacije električnih strojeva.

### Sadržaj

#### 1. Uvod u elektro motorne pogone

Osnovni pojmovi i definicije.

Mehaničke karakteristike pojedinih vrsta električnih strojeva i mehanizama.

Statička stanja elektromotornih pogona sa svim vrstama električnih strojeva, radne i kočione karakteristike.

Osnove dinamike elektromotornih pogona.

#### 2. Zalet motora

Zalet sinkronog motora.

Zalet asinkronog motora pomoću otpornika u rotorskom krugu ili sklopke zvijezda-trokut.

Klasični zalet istosmjernog motora bez tiristorskog uređaja.

Osnovni spojevi napajanja istosmjernih elektromotornih pogona i njihova svojstva.

#### 3. Sheme elektro motornih pogona

Jednopolna shema i sheme djelovanja sinkronih, asinkronih i istosmjernih elektromotornih pogona.

Razlučivanje elektroenergetskih (glavni strujni krug) od informacijskih tokova (zaštita, signalizacija, upravljanje).

Osnove zaštite elektromotornih pogona.

#### 4. Sustav reguliranih elektromotornih pogona

Osnovna svojstva sustava reguliranih elektromotornih pogona.

Sustavi regulacije s istosmjernim nezavisno uzbuđenim motorom i istosmjernim serijski uzbuđenim motorom.

Sustavi regulacije s izjencijskim električnim strojevima (sinkroni i asinkroni strojevi).

#### 5. Komponente u sustavu regulacije

Komponente u sustavu regulacije električnih strojeva (davač referencije, regulator, pojačalo snage, objekt regulacije, mjerni član).

Uloga unutrašnjih povratnih veza.

#### 6. Regulacija strojeva

Kombinirana regulacija brzine vrtnje istosmjernih motora.

Reverzibilni pogoni.

Vrste i načini uzbuđivanja sinkronih generatora.

Regulacija napona uzbuđe sinkronih generatora.

Proces regulacije u slučajevima rada na krutu mrežu (regulacija jalove snage) ili autonomni teret (regulacija napona).

### Objašnjenje i materijalni uvjeti

Program je potrebno realizirati tako da se kod učenika razvije sposobnost i sigurnost za primjenu stečenih znanja u praksi na konkretnim elektromotornim pogonima i regulacijskim procesima. U tome posebnu ulogu

imaju laboratorijske vježbe za koje treba izvedbenim programom predvidjeti prosječno 1 sat tjedno. Rad u laboratoriju treba organizirati u blokovima 2-3 sata. Zadaća je laboratorijskog rada stjecanje praktičnih znanja o odnosima između električnog stroja i radnog mehanizma i primjenu u praksi na regulaciji elektromotornih pogona. Radi ostvarivanja ove zadaće i mjera sigurnosti rad u laboratoriju treba biti organiziran s manjim brojem učenika (najviše trećina razrednog odjela).

Provjere znanja treba obavljati po nastavnim cjelinama usmenim putem i pisanim oblicima. Provjerama treba obuhvatiti i izvođenje laboratorijskih vježbi.

Nastavu ovog predmeta treba održavati u namjenskim prostorijama (učionica i laboratorij za elektrostrojarstvo). Laboratorijske vježbe treba realizirati na realnim električnim proizvodima i u dobro opremljenim laboratorijima kako bi se kod učenika u što većoj mjeri razvijala sposobnost samostalnog rada. Oprema ovih prostora odgovara opremi za nastavu predmeta električni strojevi upotpunjena s potrebnim sklopovima i uređajima za regulaciju električnih strojeva.

#### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: elektrostrojarstvo i automatizacija, elektronika i energetika)
- profesor elektrotehnike.

Za laboranta (paralelni rad s grupom učenika uz upute i nadzor nastavnika):

- inženjer elektrotehnike.

#### Literatura koja se preporučuje

F. Rajić, Osnove automatike III. (Elementi elektroautomatike), Tehnička Škola Ruđera Boškovića, Zagreb, 1988.

### RASHLADNA I TERMIČKA TEHNIKA (I-13)

Zanimanja: elektromehaničar  
elektromonter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

#### Ciljevi i zadaće

Programom ovoga predmeta učenici trebaju upoznati osnove termičke i rashladne tehnike s naglaskom na primjeni u kućanskim aparatima. To znači:

- upoznati osnovne zakonitosti pretvorbe električne energije u toplinsku
- upoznati princip rada i građu kućanskih termičkih aparata
- upoznati princip rada i građu aparata i uređaja rashladne tehnike
- upoznati opasnosti od tvari koje oštećuju ozonski omotač i postupke pri rukovanju s rashladnim sredstvima.
- upoznati principe rada i građu ostalih kućanskih aparata.

#### Sadržaj

##### 1. Osnove znanosti o toplini

Količina topline i specifična toplina.  
Prvi i drugi glavni stavak termodinamike.  
Vodena para. Primjena.  
Rashladni procesi.  
Prijelaz topline.  
Izmjenjivači topline.

##### 2. Termički aparati i uređaji

Električne peći (podjela i građa).  
Indukcijske peći.  
Električno grijanje.  
Električni aparati za grijanje vode.  
Kućanski termički aparati (štednjaci, glačala).

### 3. Rashladni aparati i uređaji

Osnovni princip rada hladnjaka i zamrzivača.

Hladnjaci s agregatom i isparivačem.

Električne instalacije hladnjaka i zamrzivača.

Regulacija temperature i vlažnosti u radnim prostorijama.

Izmjena rashladnog sredstva, postupci s tvarima koje oštećuju ozonski omotač.

### 4. Strojevi za pranje

Strojevi za pranje rublja.

Strojevi za pranje posuđa.

### Objašnjenje i materijalni uvjeti

Nastavu ovoga predmeta treba izvoditi u prostoriji posebne namjene. Prostorija mora imati odgovarajuće instalacije za priključenje uređaja i aparata (struja, voda). Za izvođenje nastave potrebna je demonstracijska oprema (didaktičke izvedbe aparata termičke i rashladne tehnike, npr. proizvodi INEL).

S obzirom na vrijeme raspoloživo za ostvarivanje ovoga programa, u nastavi treba obraditi osnovne principe rada i građu, ne obrađujući pojedinosti izvedbi konkretnih tipova uređaja. Nastava ovog predmeta treba biti uvod u rad na praktičnoj nastavi u radionicama uslužnih djelatnosti za koju je moguće predvidjeti znatno više vremena.

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektrostrojarstvo i automatizacija).

### Literatura koja se preporučuje

B. Parać, Kućanski aparati, izdavač autor, Zagreb 1989.

## AUTOELEKTRIKA (I-14)

Zanimanja: elektromehaničar  
elektroničar

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Program predmeta AUTOELEKTRIKA treba omogućiti učenicima stjecanje temeljnih znanja iz područja autoelektrike potrebnih za rad na održavanju električnih instalacija i uređaja u cestovnim vozilima. To znači:

- upoznati vrste, namjenu i način rada električnih uređaja na cestovnim vozilima
- upoznati električne instalacije na cestovnim vozilima
- naučiti pratiti električne sheme uređaja i instalacija na cestovnim vozilima
- osposobiti se za korištenje tehničke dokumentacije i uputstava proizvođača
- usvojiti potrebne mjere zaštite u radu na održavanju elektroopreme i instalacija cestovnih vozila.

### Sadržaj

#### 1. Uvod u autoelektriku

Uloga i značenje električnih instalacija i uređaja na cestovnim motornim vozilima.

Podjela električnih uređaja i instalacija na cestovnim motornim vozilima.

#### 2. Akumulator

Građa i princip rada akumulatora.

Vrste akumulatora.

Kapacitet akumulatora.

Izbor i postavljanje akumulatora na vozilo.

Ispitivanje akumulatora.

### 3. Generator električne struje

Funkcija i vrste generatora struje na cestovnim vozilima (dinamo, alternator).  
Konstrukcija i opis rada generatora.  
Shema ugradnje generatora na vozilo.  
Rad generatora na vozilu.  
Reguliranje rada generatora.  
Regulator napona i struje, automatski prekidač.  
Generator s reguliranjem jakosti struje.

### 4. Električni pokretač

Uloga i vrste elektropokretača.  
Konstrukcija i opis rada elektropokretača.  
Uključivanje elektropokretača.

### 5. Paljenje goriva

Zadatak paljenja i sustavi paljenja goriva u motorima s unutarnjim izgaranjem.  
Baterijsko paljenje (elementi i djelovanje).  
Reguliranje paljenja.  
Elektroničko paljenje goriva.  
Paljenje goriva kod dieselmotora.  
Magnetsko paljenje.  
Kombinirano paljenje.

### 6. Svjećice i provodnici

Uloga i izvedba svjećice.  
Značajke svjećice (električna otpornost, toplinska vrijednost, temperatura samočišćenja, dimenzije).  
Vrste svjećica, oznake.  
Provodni kabeli za svjećice.

### 7. Osvjetljenje i signalizacija

Svrha osvjetljenja i signalizacije.  
Vrste i propisi o reflektorima.  
Reguliranje i održavanje reflektora.  
Pozicijska svjetla.  
Unutrašnja i pomoćna svjetla.  
Signalizacija na vozilu.

### 8. Ostali električni uređaji vozila

Električna truba.  
Brisač stakla.  
Grijač stakla.  
Zagrijavanje unutrašnjosti vozila.  
Elektroničko ubrizgavanje goriva.  
Razvodni prekidač.  
Osigurači, žarulje.

### 9. Instalacije vozila

Shema instalacija na vozilima.  
Shema sustava za paljenje.  
Shema sustava za proizvodnju električne struje.  
Shema sustava elektropokretača.  
Shema sustava osvjetljenja.  
Shema sustava signalizacije.  
Tablica tehničkih podataka o električnim uređajima na vozilima.

### Objašnjenje i materijalni uvjeti

Nastavu ovoga predmeta treba ostvarivati u prostorijama posebne namjene (učionica za autoelektriku i cestovna vozila). Učionica treba biti opremljena nastavnim sredstvima za demonstraciju rada električnih uređaja i instalacija cestovnih vozila (npr. proizvodi THEPRA, LEYBOLD ili ELWE).

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (poželjno radno iskustvo s područja projektiranja i održavanja elektrouređaja na cestovnim vozilima ili prethodno završeno srednje obrazovanje u području autoelektrike)
- profesor elektrotehnike (poželjno radno iskustvo s područja projektiranja i održavanja elektrouređaja na cestovnim vozilima ili prethodno završeno srednje obrazovanje u području autoelektrike).

Zanimanja: elektromehaničar  
elektromonter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### **Ciljevi i zadaće**

Osnovni cilj ovog predmeta je da upozna učenike sa specifičnošću primjene elektrotehnike u brodogradnji, a posebno onog dijela koji se odnosi na poslove ovog zanimanja. Osim toga, zadaća ovog predmeta je da učenici stečena znanja iz drugih stručnih predmeta primjene u posebnim uvjetima, kao što je brodogradnja. To podrazumijeva:

- upoznavanje učenika s proizvodnjom i raspodjelom električne energije na brodu,
- upoznavanje s izvođenjem električnih instalacija na brodu,
- upoznavanje s elektromotornim pogonima na brodu
- stjecanje osnovnih znanja o uređajima za navigaciju i sigurnost plovidbe.

### **Sadržaj**

#### **1. Uvod**

Propisi za gradnju i izvedbu brodskih uređaja i instalacija.  
Bilanca električne energije na brodu.

#### **2. Brodski električni strojevi**

Brodski generatori istosmjerne i izmjenične struje. Brodski transformatori. Brodski elektromotori.

#### **3. Elektromotorni pogoni na brodu**

Pogon brodskih crpki. Pogon ventilacijskih i rashladnih uređaja.  
Pogon sidrenih, pritezni i teretnih vitala. Pogon brodskih dizalica.

#### **4. Brodske instalacije**

Brodski kabeli. Elektroinstalacijski pribor.  
(prekidači, utikači, razvodne kutije, rasvjetna tijela).  
Glavna razvodna ploča i razdjelnici. Instalacija brodske rasvjete. Instalacije slabe struje.

#### **5. Oprema za navigaciju i sigurnost plovidbe**

Sredstva za klasičnu navigaciju. Uređaji za radio i radarsku navigaciju. Satelitska navigacija.  
Dubinomjer. Brzinomjer. Uređaj za mjerenje uzdužnog i poprečnog nagiba broda.  
Upotreba mikroprocesora na brodu.

### **Objašnjenje i materijalni uvjeti**

Nastava ovog predmeta će se izvoditi u specijaliziranoj učionici za el. strojeve u kojoj se nalazi grafoskop. U nastavi će se koristiti autentične električne sheme brodskih instalacije (kabeli, instalacijski pribor) i ostali elementi i naprave. U programu je potrebno predvidjeti najmanje dvije stručne posjete učenika uz obavezno pismeno izvješće.

### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektroenergetika, elektrostrojstvo i automatizacija, energetika).

\* Program izrađen u Srednjoj strukovnoj školi "Blaž Jurjev Trogiranin", Trogir.

## ELEKTRIČNA DIZALA I DIZALICE (I - 16)\*

Zanimanja: elektromehaničar  
elektromonter

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

### Ciljevi i zadaće

Osnovni cilj ovog predmeta je upoznavanje učenika s radom električnih dizala u zgradama i brodskim električnim dizalicama. Radi toga je potrebno učenike upoznati:

- s električnom opremom dizala,
- s upravljanjem i signalizacijom na el. dizalima,
- s električnom instalacijom dizala,
- s održavanjem i kvarovima na dizalima i
- s radom, održavanjem i otklanjanjem kvarova na brodskim dizalicama i vitlima.

### Sadržaj

#### 1. Električna dizala

Pregled električne opreme dizala (elektromotori, prekidači, sklopke, rastavljači, osigurači, ograničitelj brzine, elektromagnetska kočnica)

Upravljanje i signalizacija na dizalu.

Električna instalacija dizala.

Funkcionalna povezanost elemenata dizala.

Kvarovi i njihovo otklanjanje.

Tehnički propisi o električnim dizalima.

#### 2. Brodske dizalice i vitla

Brodske dizalice, električna oprema i električna instalacija, kvarovi i održavanje.

Brodska sidrena, terezna i pritezna vitla, električna oprema i električna instalacija, kvarovi i održavanje.

### Objašnjenje i materijalni uvjeti

Program ovog predmeta treba realizirati tako da se učenici upoznaju s funkcioniranjem pojedinih elemenata, sklopova i cjeline el. dizala i dizalica. Težište predmeta treba biti na detaljnoj obradi el. shema pojedinih sklopova i cjeline.

Nastava iz ovog predmeta može se održavati i u klasičnoj učionici koja ima grafoskop. U nastavi obavezno koristiti grafolije, električne sheme i crteže, kataloge i prospekte proizvođača te elemente opreme dizala i dizalica.

### Kadrovski uvjeti

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer elektroenergetika, elektrostrojarstvo i automatizacija, energetika).

\*Program izrađen u Srednjoj strukovnoj školi »Blaž Jurjev Trogiranin«, Trogir

Zanimanja: **telekomunikacijski monter  
elektroničar**

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 4  |

### **Ciljevi i zadaće**

Nastava ovog predmeta treba omogućiti učenicima stjecanje znanja iz elemenata sklopova i organa prijenosnih i komutacijskih sustava, načela rada, načina njihova ispitivanja i održavanja.

Predmet se sluša četiri sata tjedno i povezan je s praktičnom nastavom u III. godini.

### **Sadržaj**

- 1. Osnovni pojmovi, veličine i sklopovi telekomunikacijskih sustava**  
Razina (nivo).  
Četveropoli. Filteri.  
Dvožična i četverožična veza.  
Izobličenja i smetnje.
- 2. Modulacije i modulatori**  
Amplitudska (AM), frekventijska (FM) i fazna modulacija (PM).  
Diskretna modulacija sinusoidnog signala: ASK, FSK, PSK.  
Impulsna modulacija: PAM, PDM, PPM.  
Impulsno kodna modulacija (PCM).
- 3. Multipleks s frekventijskom raspodjelom kanala (FDM)**  
Karakteristike telefonskog kanala. Multipleksiranje telefonskog kanala. Frekventijski planovi.
- 4. Multipleks s vremenskom raspodjelom kanala (TDM)**  
Konceptcija TDM sustava.  
TDM sustav s impulsno kodnom modulacijom. Struktura okvira i nadokvira.  
Hijerarhija multipleksiranja. Frekventijska širina PCM signala. Prenosni mediji.
- 5. Linijski uređaji za FDM i TDM**  
Međupojčala. Regeneratori.  
Daljinsko napajanje i nadgledanje.
- 6. Bežični prijenosni sustavi**  
Elektromagnetski valovi.  
Antene.  
Uređaji radio-relejne veze.
- 7. Optički sustavi telekomunikacija**  
Osnovni principi optoelektronskih sustava.  
Konfiguracija optičkih sustava.  
Prijenos signala po svjetlovodima.  
Izvori optičkih signala. Napajanje odnosno modulacija optičkog izvora.  
Sustavi u primjeni.
- 8. Komutacijski sustavi**  
Povijesni pregled razvoja telefonije, telegrafije i komutacijskih sustava.  
Komutacijski sustavi s programskim upravljanjem i osnove digitalnih komutacija.
- 9. Budući razvoj**  
Inegrirana digitalna mreža (IDN).  
Digitalna mreža s integriranim uslugama (ISDN).



- 10. Ispitivanje i održavanje telekomunikacijskih sustava**  
Tehnički uvjeti za telekomunikacijske sustave.  
Tehnička dokumentacija. Pouzdanost uređaja.  
Srednje vrijeme između dvije uzastopne greške (MTBF).  
Organizacija održavanja.  
Instrumenti i oprema za ispitivanje, mjerenje i nadzor.  
Pronalaženje kvarova.  
Rezervni dijelovi.

#### **Objašnjenje i materijalni uvjeti**

Nastava ovog predmeta izvodi se putem predavanja u specijaliziranoj učionici sa shemama, dijagramima te AV sredstvima.

Obzirom na izloženi sadržaj predmeta, potrebno je operativne planove rada iz predmeta **TELEKOMUNIKACIJSKI SUSTAVI** i **PRAKTIČNA NASTAVA** (3. g.) vremenski koordinirati kako bi izloženi sadržaj bio praktično demonstriran u pogonima (HPT i slično).

Praktičnu nastavu treba provesti uz konkretan primjerak uređaja u radu (HPT) i rekapitulaciju teoretskog dijela predmeta s osvrtom na konkretan uređaj.

Potrebna je suradnja specijalista za održavanje konkretne vrste uređaja s komentarom načina održavanja (propisi HPT-a).

Stoga je potrebno da izvedbeni plan rada predmeta **PRAKTIČNA NASTAVA** (3. g.) zajednički izrade obrazovna ustanova i poduzeće (HPT ili drugo).

#### **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer telekomunikacije i informatika).

\*Program izrađen u Elektroindustrijskoj i obrtničkoj školi, Rijeka.

Zanimanja: elektroničar

|                  |  |  |    |
|------------------|--|--|----|
| Razred           |  |  | 3. |
| Broj sati tjedno |  |  | 2  |

**Ciljevi i zadaće**

Osnovni cilj ovog programa je osposobiti učenike da na osnovu zadane električne sheme pomoću računala projektiraju tiskane vodove. Putem nastave ovog predmeta učenici trebaju upoznati neke od postojećih programa za crtanje električnih shema elektroničkih sklopova i projektiranje tiskanih vodova na osnovi tih shema. Tijekom realizacije ovog predmeta informativno upoznati učenike s postojećim programima za modeliranje elektroničkih sklopova, simuliranje rada i analizu modeliranih sklopova.

Nastava ovog predmeta osposobljava učenike za:

- crtanje shema elektroničkih sklopova,
- korištenje baza podataka o elektroničkim komponentama,
- dodavanje elemenata u bazu podataka,
- kreiranje listi komponenti sklopova (»Partlist«),
- učitavanje liste povezivanja,
- odabir načina povezivanja elemenata (komponenti),
- povezivanje elemenata "autoruterom",
- provjera ispravnosti povezivanja elemenata,
- crtanje jednoslojnih i dvoslojnih shema tiskanih vodova,
- kreiranje i nadopunjavanje biblioteka shema
- ispis električnih shema i shema tiskanih vodova.

**Sadržaj**

1. Upoznavanje programa za projektiranje tiskanih vodova  
 Osnovna obilježja programa za projektiranje tiskanih vodova.  
 Postojeći programi (nazivi).  
 Struktura programa.  
 Glavni program.  
 Potprogrami (moduli). Instaliranje programa.  
 Osnovni izbornik programa.  
 Mogućnosti programa.
2. Crtanje shema elektroničkih sklopova i tiskanih vodova  
 Baza podataka elektroničkih elemenata (komponenti).  
 Pretrživanje baze.  
 Dodavanje elemenata u bazu.  
 Crtanje električnih shema.  
 Povezivanje elemenata.  
 Učitavanje liste povezivanja.  
 Odabir načina povezivanja.  
 Povezivanje "autoruterom".  
 Provjera ispravnosti povezivanja elemenata.  
 Postavljanje elemenata na radnu plohu tiskane pločice.  
 Razmak između vodova.  
 Postupci izrade predloška.  
 Kreiranje liste korištenog materijala.  
 Crtanje jednoslojnih i dvoslojnih shema tiskanih vodova.  
 Kreiranje i korištenje biblioteke shema.
3. Modeliranje elektroničkih sklopova  
 Upoznavanje programa za modeliranje elektroničkih sklopova računalom, simuliranje rada sklopova u vremenskoj domeni i analiza rada sklopova.

## **Objašnjenja i materijalni uvjeti**

Cjelokupnu nastavu ovog predmeta, uključujući i individualni praktični rad učenika (vježbe) optimalno je izvoditi u specijaliziranoj učionici za računalstvo. Učionica mora biti tako opremljena da osigurava samostalan rad jednog učenika na računalu. Ako prostor i oprema ne dopuštaju takav način rada moguće je dio teorijske nastave izvoditi i u učionici u kojoj je potrebnom opremom opremljeno radno mjesto nastavnika, a vježbe izvoditi u specijaliziranoj učionici za računalstvo.

Omjer teorijskog i praktičnog dijela nastave 0,5 - 1. Predmet se izravno oslanja na realizaciju praktične nastave, kao i na predmete koji obrađuju tehnologiju, elektroničke elemente i sklopove.

Treću nastavnu cjelinu obraditi na nivou informativnog prikaza.

Od učenika zahtijevati temeljitu pripremu pri rješavanju zadaće (pripreme za vježbe) kako bi se vrijeme raspoloživo za neposredan rad s računalom koristilo efikasno i ekonomično. Provjeru znanja obavljati na računalu rješavanjem konkretnih zadataka.

Uz pismeno i usmeno provjeravanje postignuća učenika treba uzeti u obzir izvođenje laboratorijskih vježbi i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije. Pozitivna ocjena iz laboratorijskog dijela uvjet je za pozitivnu ocjenu iz predmeta.

Za realizaciju ovog predmeta potrebno je osigurati:

- specijaliziranu učionicu s računalima (učionica za nastavu predmeta računalstvo),
- kabinet za nastavnika,
- radno mjesto nastavnika.

Učionica mora sadržavati po jedno radno mjesto za svakog učenika. Radno mjesto uključuje:

- PC/AT 486 RAM 4MB, hard disk, VGA monitor (po mogućnosti u boji),
- programski paket (na svakom računalu) s pripadajućom dokumentacijom i priručnicima,
- matrične pisane (na 3 - 4 računala).

Radno mjesto nastavnika u učionici mora sadržavati:

- PC/AT 486 RAM 8MB, hard disk minimalno 120 - 170 MB, SVGA kolor monitor,
- LCD projektor,
- grafoskop
- laserski printer,
- scanner.
- Kabinet za nastavnika bi po mogućnosti trebao biti opremljen istom opremom.

## **Kadrovski uvjeti**

- diplomirani inženjer elektrotehnike (smjer: industrijska elektronika, telekomunikacije i informatika, radiokomunikacije i profesionalna elektronika, računarska tehnika, elektronika).
- diplomirani inženjer računarstva.

Za laboranta (zajednički rad s nastavnikom s cijelim odjelom, odnosno paralelni rad s grupom učenika pod vodstvom nastavnika):

- srednja stručna sprema (elektrotehničar-elektroničar, tehničar za elektroniku, tehničar za radiokomunikacije, tehničar za računalstvo, IV. ili V. stupanj stručne sprema smjera elektronika).

## **Literatura koja se preporučuje**

Dokumentacija i priručnici za rad s odabranim računalskim programom.

Udžbenici za predmete koji obrađuju elektroničke komponente i sklopove.

\*Program je izrađen u Tehničkoj školi Rudera Boškovića u Zagrebu.

Praktični dio stručnih sadržaja u obrazovnim programima za zanimanja u industriji i drugim djelatnostima u području elektrotehnike ima dvije osnovne zadaće. Prva je omogućiti stjecanje osnovnih vještina i zahvata u radu sa strojevima i uređajima na poslovima održavanja i industrijske proizvodnje. Taj dio realizira se tijekom prve dvije godine u školskim radionicama putem radioničkih vježbi.

Druga osnovna zadaća praktičnog dijela strukovnog obrazovanja je postupno uvođenje učenika u poslove zanimanja u realnoj praksi. Ovaj dio obrazovnog programa realizira se organiziranim radom u pogonima i radionicama tvornica i poduzeća putem stručne prakse nakon 2. godine i radioničkim vježbama tijekom 3. godine obrazovanja.

Stručna praksa u fondu sati predviđenom okvirnim programom organizira se na kraju 2. nastavne godine. Izvedbeni program utvrđuju škole. Izvedbeni program treba predvidjeti poznavanje učenika s djelatnošću i organizacijom rada poduzeća, odnosno tvornice u koju se upućuju i rad na poslovima proizvodnje i održavanja koji su sukladni zanimanju za koje se učenik obrazuje. Pri određivanju sadržaja rada učenika na stručnoj praksi treba voditi računa o prethodno stečenim znanjima i vještinama i uzrastu učenika.

Realizacija stručne prakse mora biti organizirana i vođena od strane škole. Učenici, posebno oni s mjestom boravka izvan mjesta školovanja, mogu sami predlagati poduzeće u kojem će obaviti stručnu praksu. Prijedlog učenika može se prihvatiti ukoliko poduzeće, odnosno radionica mogu osigurati rad na stručnim poslovima koji odgovaraju obrazovnom programu za koji se učenik obrazuje, uzrastu učenika i prethodno stečenom stručno-teorijskom znanju.

Učenik je dužan voditi dnevnik rada za vrijeme obavljanja stručne prakse. U dnevnik rada bilježi se mjesto i trajanje rada učenika, sadržaj i opis rada (predmet i sredstva rada, postupci, mjere zaštite, crteži) te zapažanja učenika u svezi sa sadržajem rada.

Da je učenik pohađao stručnu praksu redovito i svladao program (bez brojčane ocjene) potvrđuje voditelj stručne prakse iz poduzeća, odnosno radionice. Dnevnik rada na stručnoj praksi dužan je pregledati nastavnik iz škole zadužen za ustroj i nadzor stručne prakse. Obavljena stručna praksa s ovjerenim i pregledanim dnevnikom rada uvjet je za upis u slijedeći razred. Učenik je dužan ovjereni i pregledani dnevnik rada predložiti pri upisu u slijedeću školsku godinu.

## 4. NAPOMENE

Prijedlog obrazovanja za industrijska zanimanja u elektrotehnici temelji se na zahtjevima za nužnim promjenama u srednjem obrazovanju koje su započele 1990. godine (razdvajanje općeg i stručnog obrazovanja, razdvajanje obrazovanja tehničara od obrazovanja za industrijska i obrtnička zanimanja) i stručnom dijelu postojećih programa za obrazovanje u elektrotehničkoj struci.

Radna verzija prijedloga obrazovnih programa za industrijska zanimanja u elektrotehnici izrađena je u Zavodu za školstvo. O tom prijedlogu održane su stručne rasprave u Gospodarskoj komori Hrvatske, Gospodarskoj komori grada Zagreba i Zavodu za školstvo (predstavnici škola i fakulteta).

Na temelju ovih rasprava radna verzija prijedloga doživjela je temeljite promjene. Ovako izrađen prijedlog programa obrazovanja za industrijska zanimanja u elektrotehnici upućen je, zajedno s obrazovnim programima ostalih struka, na razmatranje Programskom savjetu. Na sjednici Programskog savjeta 18. 4. 1991. godine usvojena je koncepcija strukovnog obrazovanja i prijedlozi obrazovnih programa - pofila.

Na temelju odluka Programskog savjeta formirana je pri Zavodu za školstvo stručna radna grupa za izradu nastavnih planova i programa škole za industrijska zanimanja.

U izradi nastavnih planova i pojedinih okvirnih obrazovnih programa sudjelovali su:

1. Željko Bradić, ing. elt. Tehnička škola, Zagreb
2. Anton Čurić, ing. elt. Elektrotehnička škola, Zagreb
3. Grgur Gudelj, prof. PTO, Tehnička škola za elektroniku, Zagreb
4. Nediljka Furčić, dipl. ing. elt. Željeznička tehnička škola, Zagreb
5. mr. Stjepan Hrpka, dipl. elt. Ministarstvo prosvjete i športa, Osijek,
6. Muharem Kilim, prof. PTO, Poštanska i telekomunikacijska, škola Zagreb
7. Stanko Paunović, dipl. ing. elt. Ministarstvo prosvjete i športa, Zagreb
8. Josip Vrbanović, dipl. ing. elt. Elektrotehnička škola, Zagreb.

Pri izradi nastavnih planova i programa korišten je materijal "Okvirni obrazovni program sadržaja struke za četvrti, treći i drugi stupanj stručne spremne; struka elektrotehnika", USIZ usmjerenog obrazovanja brodogradnje, metalurgije, elektroenergetike, metalske i elektroindustrije Hrvatske, Zagreb, 1989.

Nastavni planovi i programi za obrazovanje za zanimanja u industriji u području elektrotehnike upućeni su u veljači 1993. godine na razmatranje Hrvatskoj gospodarskoj komori, (Regionalna komora Zagreb) i Elektrotehničkom fakultetu u Zagrebu. Od strane Hrvatske gospodarske komore (Regionalna komora Zagreb) nije bilo primjedbi na nastavne planove i programe. Primljene primjedbe od elektrotehničkog fakulteta iz Zagreba su prihvaćene i na temelju njih načinjene su potrebne korekcije u nastavnim planovima i programima za obrazovanje tehničara u elektrotehničkom području.

Temeljem odluke ministra prosvjete (Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, posebno izdanje br. 2/1995.) u nastavne planove uvršten je predmet VJERONAUK u alternaciji s predmetom ETIKA. Učenici se svojim izborom opredjeljuju za jedan od ta dva predmeta.

Temeljem Odluke o sažimanju nastavnih programa i smanjivanju opsega udžbenika za osnovne i srednje škole (Glasnik Ministarstva prosvjete i športa br. 13/1995.) kod pojedinih predmeta u mjeri u kojoj je bilo moguće obavljeno je sažimanje nastavnih programa. S obzirom da se radi o okvirnim obrazovnim programima u kojima najčešće nije bilo moguće ispuštanje pojedinih sadržaja nastavnici se upućuju na sažimanje programa pri izradi izvedbenih programa izborom opsega obrade pojedinih tema i planiranjem potrebnog vremena za utvrđivanje prijednog gradiva.

## 5. PRILOG

### NAPUTAK O PRIMJENI PRAVILNIKA O NAČINU PRAĆENJA I OCJENJIVANJA UČENIKA U OSNOVNOJ I SREDNJOJ ŠKOLI U ELEKTROTEHNIČKOM OBRAZOVNOM PODRUČJU

Pravilnik o načinu praćenja i ocjenjivanja učenika u osnovnoj i srednjoj školi (Glasnik Ministarstva prosvjete i športa, broj 14/1995.) propisuje osnovne odredbe o načinima provjeravanja i ocjenjivanja rada i postignuća redovnih učenika osnovne i srednje škole te prava i dužnosti učenika, nastavnika i roditelja u postupcima praćenja i ocjenjivanja rada i napredovanja učenika.

Oblici, elementi i mjerila provjeravanja i ocjenjivanja učenikova postignuća u određenom nastavnom predmetu ili odgojno-obrazovnom području propisuju se programima Ministarstva prosvjete i športa (stavak 1. članka 9. Pravilnika). Nastavnim planom i okvirnim programom utvrđeni su okvirni sadržaji predmeta, ciljevi i zadaće te obveznost laboratorijskih i praktičnih vježbi u pojedinim stručnim predmetima, a u objašnjenjima su dane osnovne smjernice za provjeravanje i ocjenjivanje učenika kojih se u utvrđivanju elemenata za provjeravanje i ocjenjivanje (stavak 2. članka 9. Pravilnika) treba držati. Za stručne predmete u elektrotehničkom obrazovnom području nastavnici će utvrditi elemente provjeravanja i ocjenjivanja u skladu s:

- odredbama Pravilnika o načinu praćenja i ocjenjivanja učenika u osnovnoj i srednjoj školi
- naravi i programskim sadržajima predmeta
- ciljevima i zadaćama predmeta
- ovim naputkom o primjeni Pravilnika.

Stručni predmeti u elektrotehničkom obrazovnom području mogu se prema sadržaju i naravi svrstati u tri skupine:

- teoretski predmeti bez laboratorijskih vježbi
- teoretski predmeti s laboratorijskim ili praktičnim vježbama
- praktična nastava i radioničke vježbe.

Osnovni elementi ocjenjivanja učenika u stručnim predmetima bez laboratorijskih i praktičnih vježbi su: poznavanje i razumijevanje nastavnih sadržaja, usmeno i pismeno izražavanje, praktična i kreativna primjena naučenoga gradiva, način sudjelovanja u usvajanju nastavnih sadržaja te napredak u razvoju psihofizičkih sposobnosti i mogućnosti (članak 7. Pravilnika). Provjeravanje se obavlja usmeno i pismeno u skladu s člankom 15. - 18. Pravilnika. Sadržaji provjera trebaju obuhvatiti numeričke zadatke (npr. izračunavanje električnih veličina, proračun elemenata sklopova), grafičke radove (npr. sheme, vremenski dijagrami i slično) i pitanja koja zahtijevaju odgovore s obrazloženjima (npr. objašnjenje rada i namjene sklopova). U nekim predmetima mogu se postignuća učenika pratiti ocjenjivanjem izrađenih programa (npr. tehničko crtanje i dokumentiranje, osnove elektrotehnike, električne instalacije).

Pri utvrđivanju načina i elemenata za provjeravanje i ocjenjivanje treba uzeti u obzir posebnosti nekih predmeta u kojima mogu prevladavati pojedini oblici i elementi provjeravanja učenikovih postignuća (npr. tehničko crtanje i dokumentiranje, računalstvo).

Kod stručnih predmeta s praktičnim i laboratorijskim vježbama (računalstvo, osnove elektrotehnike, mjerenja u elektrotehnici i drugi), uz već spomenute osnovne elemente ocjenjivanja koji se provjeravaju pismeno i usmeno, treba uzeti u obzir izvođenje praktične ili laboratorijske vježbe i razvijenost vještina. Uspjeh učenika u izvođenju vježbe ili zadatka ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju vježbe ili zadatka, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe instrumenata i drugih pomagala, primjene sigurnosnih mjera i izrade pripadne dokumentacije (priprava za vježbu i izvješće o obavljenoj vježbi).

Učeniku, koji tijekom godine nije usvojio programom predviđene praktične sadržaje pa je iz laboratorijskog/praktičnog dijela stručno-teoretskog predmeta ocijenjen negativnom ocjenom, ne može se zaključiti pozitivna ocjena iz tog predmeta. U tom slučaju učenik na popravnom ispitu, uz ostale sadržaje koje polaže usmeno i pismeno, obvezno polaže i praktični dio (laboratorijsku vježbu ili zadatak).

Na ispitu pred povjerenstvom (članak 24. - 27. Pravilnika) iz stručnog predmeta koji sadrži obvezne laboratorijske / praktične vježbe učenik, uz usmeni i pismeni dio polaže i praktični dio ispita (laboratorijska/ praktična vježba). Učenik može biti pozitivno ocijenjen iz tog predmeta ako je zadovoljio i na praktičnom dijelu ispita.

U predmetima praktična nastava i radioničke vježbe učenik se ocjenjuje provjerom praktičnog rada i tehničko-tehnološke dokumentacije. Uspjeh učenika ocjenjuje se na temelju primjene učenikova znanja u izvođenju praktičnih zadataka, pokazanih vještina, samostalnosti, uporabe materijala, alata, instrumenata i drugih pomagala te primjene mjera zaštite na radu i zaštite okoline (Članak 7. Pravilnika).

Posebnost praktične nastave/radioničkih vježbi, izražena ciljem, zadacima, programskim sadržajima, nastavnim oblicima, metodama rada i ustrojem nastavnog rada u školskoj radionici, radionici uslužne djelatnosti ili proizvodnom pogonu uvjetuje posebne elemente praćenja i ocjenjivanja učenikova rada. Ti elementi u praktičnoj nastavi/radioničkim vježbama proizlaze iz opisa zanimanja, cilja i zadaće praktične nastave i zadaća svake konkretne radne vježbe, a mogu biti:

- radno-tehnička djelatnost,
- znanje i misaona aktivnost,
- interes i zalaganje učenika,
- mogućnosti subjektivne (sposobnost) i objektivne (uvjeti za rad).

Radno-tehnička djelatnost ocjenjuje se kvalitetom (preciznost, racionalna uporaba alata, materijala i energije, ustrojstvo radnog mjesta) i kvantitetom (broj radnih operacija, količina materijala, količina izradaka, utrošeno vrijeme).

Znanje učenika ocjenjuje se na temelju njegova snalaženja u radnim situacijama koje traže intelektualnu angažiranost (služenje priručnicima i stručnim tekstovima, rješavanje tehničkih i tehnoloških problema, proračuni, snimanje elemenata i sklopova itd.). Misaona aktivnost izražava se opisivanjem, uspoređivanjem, zaključivanjem, uopćavanjem itd.

Interes i zalaganje učenika razumijeva praćenje i ocjenjivanje volje za rad, marljivosti i zalaganja, napredovanja u radu, odnosa prema imovini, održavanja alata i strojeva, točnost dolaska na rad, urednost vođenja dokumentacije, odnosa prema suradnicima te osobne higijene.

Ocjena učenikova rada donosi se na osnovi:

- promatranja učenikova rada
- ocjenjivanja izrađenog predmeta ili obavljene operacije (održavanje i popravak sklopova, uređaja i strojeva)
- razgovora s učenicima tijekom rada
- ocjenjivanjem dnevnika rada/mape praktične nastave.

## LITARATURA

T. Grgin, Školska dokimologija, Školska knjiga, Zagreb, 1986.

W. Glasser, Kvalitetna škola (Ocjene i druge temeljne značajke kvalitetne škole), Educa, Zagreb, 1994.

S. Pavleković, Iskustva u izvođenju izvanškolske praktične nastave u strukovnim školama, Život i škola, broj 2/1994. Zagreb, 1994.

V. Andrilović, Vrednovanje u odgojno-obrazovnom radu, S. Hrpka, I. Gugić, Didaktičko-metodičke osnove nastave u srednjim školama s naglaskom na nastavi u srednjim strukovnim školama (Opći priručnik za nastavnike srednjih škola), Hrvatski pedagoško-književni zbor, Zagreb, 1994.

I. Turković, Osnove metodike praktične nastave 1. dio, Školske novine, Zagreb, 1995.

## ZAVRŠNI ISPIT

Završnim ispitom u školama za industrijska zanimanja provjeravaju se i ocjenjuju znanja i sposobnosti iz područja za koje se učenik obrazovao u srednjoj školi. Na temelju Pravilnika o polaganju mature i završnog ispita (Glasnik Ministarstva kulture i prosvjete br. 3 od 11. travnja 1995. godine) završni ispit u industrijskim školama u elektrotehničkom području sastoji se od:

- praktičnog rada
- pismenog ispita iz hrvatskog jezika
- usmenog ispita kojim se provjeravaju znanja iz područja vezanog za zanimanje.

### **SADRŽAJI PRAKTIČNOG RADA**

Zadace za praktičan rad učenika na završnom ispitu moraju odgovarati sadržajem i razinom ciljevima i zadacima obrazovnog programa po kojem se učenik obrazovao.

Prema postavljenoj razini obrazovanja te zadace mogu biti:

- izrada sastavnih dijelova uređaja prema tehničko-tehnološkoj dokumentaciji
- sastavljanje uređaja prema tehničko-tehnološkoj dokumentaciji
- ispitivanje sastavnih dijelova uređaja ili jednostavnijih uređaja prema tehničko-tehnološkoj dokumentaciji
- radovi na rastavljanju i sastavljanju složenijih uređaja u svrhu preventivnog i tekućeg održavanja prema uputama
- otklanjanje kvarova na dijelovima uređaja ili uređaju prema uputama.

Prema sadržaju obrazovnih programa sadržaj zadaća za praktičan rad mogu biti:

#### **za zanimanje elektromonter**

- montiranje i rekonstrukcija elektroenergetskih postrojenja, električnih mreža i elektroinstalacija (povezivanje elemenata mreže prema shemama izgradnje, postavljanje strojeva, transformatora, mjerno-regulacijskih uređaja, nadzemnih i kabelskih naponskih vodova, visokonaponskih i niskonaponskih razvodnih postrojenja i električkih upravljačkih ormara, oprema objekata javne rasvjete),
- održavanje instalacija električne mreže
- priključivanje i nadzor potrošača električne energije (javna rasvjeta, grijanje, klimatizacija, radni strojevi);

#### **za zanimanje elektromehaničar**

- izrada i sastavljanje elektromehaničkih sklopova strojeva i uređaja,
- sastavljanje niskonaponskih razvodnih uređaja i eksplozijski sigurnosne opreme,
- završna kontrola proizvoda,
- pronalaženje i otklanjanje grešaka na serijskim proizvodima,
- sastavljanje podsustava i sustava električnih mjernih instrumenata, baždarenje instrumenata u serijskoj proizvodnji;

#### **za zanimanje telekomunikacijski monter**

- montiranje i održavanje elektromehaničkih komunikacijskih sistema, montiranje i održavanje krajnjih uređaja i pozivnih signalnih uređaja (montiranje i održavanje kućne pretplatničke tehnike),
- postavljanje telekomunikacijskih vodova, montiranje telekomunikacijske opreme u mreži, montiranje i održavanje antenskih uređaja, provjeravanje stanja pretplatničkih vodova, posluživanje razdjelnika centrale.

#### **za zanimanje elektroničar**

- izrada elektroničkih sklopova (priprema sastavnih elemenata, spajanje elemenata, automatsko provjeravanje funkcionalnosti sklopova),
- izrada tiskanih ploča, ispitivanje i popravak jednostavnijih tiskanih ploča,
- montiranje složenih elektroničkih uređaja,
- kontrola proizvoda prema uputstvima i propisima;



## **PRIPREMA I PROVEDBA PRAKTIČNOG RADA**

Prema pravilniku o završnim ispitima popis zadaća utvrđuje ispitni odbor. Prijedlog zadaća za praktičan rad izradit će nastavnici praktične nastave u školskim i industrijskim radionicama u kojima će učenici izradivati praktičan rad. Prilikom utvrđivanja zadaća mogu se uzeti u obzir i prijedlozi učenika ukoliko su u skladu s ciljevima i zadaćama obrazovnog programa po kojem se učenik školovao.

Nastavnici koji su predložili zadaće za praktičan rad i u čijim će radionicama učenici izradivati praktičan rad dužni su osigurati sav materijal, alate, instrumente i tehničko-tehnološku dokumentaciju, potrebnu za izradu praktičnog rada.

Nadzor nad pripremom za praktičan rad učenika na završnom ispitu (pravovremeni prijedlog zadaća i osiguranje svih uvjeta za njegovu provedbu) dužni su voditi voditelji praktične nastave (radionica) u školama, odnosno nastavnici praktične nastave iz škola zaduženi za ustrojstvo, praćenje i nadzor praktične nastave u radionicama obrtnika i industrijskim pogonima.

Osobe iz škole zadužene za nadzor pripreme praktičnog rada učenika na završnom ispitu ujedno su i članovi ispitnih komisija.

Za vrijeme izrade praktičnog rada na završnom ispitu učenici vode evidencijski list obavljenih radova i samo onu dokumentaciju koja je neophodna za obavljanje postavljene zadaće (radni nalozi, ispitni protokoli i slično).

Evidencijski list obavljenih radova nužno sadrži podatke o učeniku i njegovu zanimanju, naziv zadaće i mjesto izrade. U njega učenik unosi zabilješke za vrijeme praktičnog rada (obavljene operacije, utrošeno vrijeme i materijal, uporabljeni alat).

## **USMENI ISPIT**

Dio završnog ispita kojim se provjeravaju znanja i sposobnosti karakteristična za određena zanimanja u elektrotehničkom području je usmeni ispit.

Pitanja na usmenom ispitu trebaju obuhvatiti sadržaje predmeta karakterističnih za pojedina zanimanja. Pitanja trebaju obuhvatiti bitne dijelove pojedinih nastavnih predmeta i biti tako sastavljena da zahtijevaju povezivanje pojmova i činjenica iz više predmeta u jednu cjelinu. Uz naziv pitanja preporučljivo je napisati teze koje će učenika voditi pri pripremanju i izlaganju odgovora.

Sadržaje iz osnovnih predmeta struke nije potrebno posebno postavljati u obliku pitanja jer je njihova usvojenost osnovna pretpostavka za pristup učenika završnom ispitu. Pored toga ta se znanja mogu provjeriti kroz pitanja iz gradiva užeg stručnog područja.

Prema ciljevima, zadaćama i nastavnim planovima obrazovanja za pojedina zanimanja na usmenom ispitu trebaju biti obuhvaćeni sadržaji predmeta:

### **za zanimanje elektromonter**

- električni strojevi i aparati,
- elektroenergetika,
- električne instalacije,
- izborni sadržaji iz elektroenergetike;

### **za zanimanje elektromehaničar**

- električni strojevi i aparati,
- elektroenergetika,
- konstrukcija i ispitivanje električnih proizvoda,
- izborni sadržaji iz elektrostrojarstva;

### **za zanimanje telekomunikacijski monter**

- terminali u telekomunikacijama,
- telekomunikacijski vodovi,
- telekomunikacijske instalacije,
- izborni sadržaji iz telekomunikacijske tehnike.

### **za zanimanje elektroničar**

- elektronički sklopovi,
- digitalna elektronika,
- elektronička instrumentacija,
- izborni sadržaji iz elektronike.