

Učni načrt

LABORATORIJSKE VAJE – ELEKTROTEHNIKA IN ELEKTRONIKA

Tehniška gimnazija (210 ur)

UČNI NAČRT

LABORATORIJSKE VAJE – ELEKTROTEHNIKA IN ELEKTRONIKA

Gimnazija; tehniška gimnazija (210 ur)

Predmetna komisija:

dr. **Iztok Humar**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, predsednik

Miran Čokl, Srednja elektro-računalniška šola Maribor, član

Janez Marn, Tehniški šolski center Kranj, član

Anton Orehek, Elektrotehniško-računalniška strokovna šola in gimnazija Ljubljana, član

Boris Plut, Šolski center Novo mesto, član

Igor Petrovčič, Elektrotehniško-računalniška strokovna šola in gimnazija Ljubljana, član

Stane Ravnak, Šolski center Celje, član

Pri posodabljanju učnega načrta je Predmetna komisija za posodabljanje učnega načrta za laboratorijske vaje izhajala iz veljavnega učnega načrta za laboratorijske vaje za strokovno gimnazijo iz leta 1998.

Recenzenta:

dr. **Anton Rafael Sinigoj**, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko

Srečko Simovič, Tehniški šolski center Kranj

Izdala: Ministrstvo za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo

Za ministrstvo: dr. Igor Lukšič

Za zavod: mag. Gregor Mohorčič

Uredila: Lektor'ca

Jezikovni pregled: Lektor'ca

Ljubljana, 2010

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

37.091.214:621.3(0.034.2)
37.091.214:621.38(0.034.2)

UČNI načrt. Laboratorijske vaje. Elektrotehnika in elektronika
[Elektronski vir] : tehniška gimnazija (210 ur) /
predmetna komisija Iztok Humar ... [et al.]. - Ljubljana :
Ministrstvo za šolstvo in šport : Zavod RS za šolstvo, 2010

Način dostopa (URL): [http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/
programi/gimnazija/teh_gim/UN_LAV_Elektrotehnika_elektronika.pdf](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2010/programi/gimnazija/teh_gim/UN_LAV_Elektrotehnika_elektronika.pdf)

ISBN 978-961-234-870-0 (Zavod RS za šolstvo)
1. Humar, Iztok, 1977-

250678528

Sprejeto na 123. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 18. 6. 2009.

KAZALO

1 OPREDELITEV PREDMETA	6
2 SPLOŠNI CILJI/KOMPETENCE	7
2.1 Splošni cilji	7
2.2 Splošne in strokovne kompetence	7
3 CILJI IN VSEBINE	10
3.1 Delo v laboratoriju	10
3.1.1 Varnost pri delu z električnimi napravami	10
3.1.2 Izdelava poročila o meritvi	10
3.1.3 Napake in pogoški pri merjenju	11
3.2 Enosmerna električna vezja	11
3.2.1 Merjenje napetosti	11
3.2.2 Merjenje toka	11
3.2.3 Razvejišče tokov	12
3.2.4 Napetosti v zaključeni zanki	12
3.2.5 Linearno breme	12
3.2.6 Ozemljitvena upornost	13
3.2.7 Nelinearno breme	13
3.2.8 Napetostni delilnik	13
3.2.9 Razširitev merilnega območja	13
3.2.10 Mostično vezje	14
3.2.11 Moč	14
3.2.12 Vir	15
3.3 Izmenična električna vezja	15
3.3.1 Periodični signali	15
3.3.2 Sestavljen periodični signal	15
3.3.3 Upor, tuljava in kondenzator v izmeničnem vezju	16
3.3.4 Vzporedna in zaporedna vezja RLC	16
3.3.5 Resonanca	16
3.3.6 Sestavljena vezja RLC	17
3.3.7 Moč	17
3.3.8 Kompenzacija jalove moči	17
3.3.9 Histerezna zanka	18
3.3.10 Lastna in medsebojna induktivnost	18
3.3.11 Transformator	18
3.3.12 Trifazni sistem	19
3.3.13 Prehodni pojavi	19
3.3.14 Koaksialne linije	19
3.4 Simulacija električnih vezij	20

3.5 Elektronski elementi	20
3.5.1 Dioda.....	20
3.5.2 Usmerniki.....	21
3.5.3 <i>Napetostni napajalniki</i>	21
3.5.4 Tranzistor	22
3.6 Ojačevalna vezja.....	22
3.6.1 Ojačevalne stopnje z bipolarnimi in unipolarnimi tranzistorji	22
3.6.2 Ojačevalna vezja z operacijskim ojačevalnikom	23
3.6.3 Primerjalnik napetosti z operacijskim ojačevalnikom	23
3.6.4 <i>Ojačevalniki velikih signalov</i>	24
3.7 Generatorji signalov	24
3.8 Kombinacijska in sekvenčna vezja.....	25
3.8.1 Logični gradniki in logična funkcija.....	25
3.8.2 Kombinacijska vezja.....	26
3.8.3 Sekvenčna vezja.....	26
3.9 Pretvorniki analognih in digitalnih signalov	27
3.10 Krmilni sistemi	27
4 PRIČAKOVANI REZULTATI	28
4.1 Vsebinska znanja	28
4.2 Procesna znanja in veščine	29
5 MEDPREDMETNE POVEZAVE.....	31
5.1 Cilji in dejavnosti medpredmetnih povezav	32
5.2 Dejavnosti za razvoj kompetenc.....	34
6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA	36
6.1 Preverjanje znanja	37

1 OPREDELITEV PREDMETA

Elektrotehnika je tehniška disciplina, ki se z znanjem in proizvodi zajeda v številna področja človekovega delovanja. Ožje področje elektrotehnike je elektronika (ta se ukvarja z razvojem in uporabo elektronskih sklopov in naprav), predmet laboratorijske vaje (iz elektrotehnike in elektronike) pa je strokovni predmet, ki je namenjen pridobivanju znanj za praktično delo v laboratoriju. Dijaki¹ pri vajah sestavljajo električna in elektronska vezja in sklope. Na njih izvajajo poizkuse in meritve, preverjajo zakonitosti in opazujejo temeljne pojave s področja elektrotehnike.

Izvajanje vaj z elementi, vezji in napravami omogoča utrjevati, združevati in nadgrajevati znanja strokovnih in splošnih predmetov (elektrotehnike, elektronike, fizike, računalništva in matematike). Dijaki tako spoznajo lastnosti elementov in vezij ter se seznanijo z uporabo merilnikov in drugih tehničnih sredstev, spoznajo merilne metode, merilne napake in tudi težave, ki jih prinašajo merjenja, samo laboratorijsko delo pa jim privzgoji vestnost in čut za natančnost. Naučijo se vrednotiti merilne rezultate ter izdelati poročilo o merjenju. Delo v skupinah jih usposablja in pripravlja za timsko delo in za izvajanje nalog skladno z navodili.

Laboratorijsko delo dijakom izboljša razumevanje snovi, jih motivira in deluje stimulatивно, saj je tak način pridobivanja znanj zanje zanimivejši. Omogoči jim prehod od teorije (table, zaslona) k praksi (meritvi, instrumentu, vezju, napravi), kar vse je pomembno za oblikovanje samostojnega tehničnega mišljenja. Predmet laboratorijske vaje je časovno podrejen izvajanju predmetov elektrotehnika in elektronika. Visoka stopnja izbirnosti ponuja dobre možnosti za prilagajanje učnih ciljev in vsebin interesom dijakov na eni strani in opremljenosti šol na drugi. Skupaj z drugimi naravoslovnimi predmeti je solidna podlaga za univerzitetni študij in tudi za poznejše delo v razvoju ali industriji.

¹ V tem učnem načrtu izraz *dijak* velja enakovredno za *dijaka* in *dijakinjo*. Enako velja izraz *učitelj* enakovredno za *učitelje* in *učiteljice*.

2 SPLOŠNI CILJI/KOMPETENCE

2.1 SPLOŠNI CILJI

Splošni cilji podajajo namen predmeta laboratorijske vaje (iz elektrotehnike in elektronike) na tehniški gimnaziji. Pri njem naj se dijaki naučijo uporabljati instrumente in merilni pribor. Spoznajo naj metode za merjenje in opazovanje električnih in neelektričnih veličin, signalov in karakteristik. Z meritvami naj utrdijo zvezo med teorijo in prakso, potrdijo naj rezultate izračunov, zadeve naj v okviru možnosti preverijo z računalniškimi programi za simuliranje analognih in digitalnih vezij. Naučijo naj se predstaviti in vrednotiti rezultate meritev in sestaviti ustrezno poročilo o izvedeni vaji. Seznanijo naj se s predpisi na področju meritev in spoznajo naj vplive elektrotehnike na okolje.

Dijaki navedeno dosežejo:

- s študijem snovi, ki se podaja pri predmetih elektrotehnika in elektronika,
- s spoznavanjem lastnosti realnih elementov in pogojev pri merjenju,
- z razumevanjem delovanja ter načinov uporabe merilnih instrumentov in opreme,
- s sistematičnim delom v laboratoriju,
- z uporabo priročnikov in strokovne literature,
- z odgovornostjo za pravilno uporabo elementov, instrumentov, naprav in pribora,
- z upoštevanjem navodil o varnosti pri delu.

2.2 SPLOŠNE IN STROKOVNE KOMPETENCE

Kompetence so opredeljene kot kombinacija znanja, spretnosti in odnosov, ustrežajočih okoliščinam (Uradni list EU št. 394/10, 2006). Laboratorijske vaje razvijajo predvsem strokovno kompetenco, ki je osnova za laboratorijsko in s tem praktično delo, za razmišljanje, sklepanje, računanje, načrtovanje, izražanje in sporazumevanje v elektrotehniki in elektroniki, razvijajo pa tudi kompetence, ki imajo jezikovni, tehniški, tehnološki, informacijski, okoljski, varnostni in širši družbeni pomen.

Kompetence dijakov so kombinacija znanja, spretnosti, metod in odnosa do strokovno-tehnično-naravoslovne problematike. Kažejo se skozi njihove sposobnosti, da strokovno

problematiko razumejo kot del celotnega znanja, pa tudi nasprotno, da znanja z drugih področij vključujejo v delo na svojem področju.

Dijaki pridobijo in poglobijo znanja, ki so potrebna za analizo električnih in elektronskih elementov, vezij, naprav in sistemov ter znajo zastaviti vprašanja in dati primerne odgovore. S praktičnim delom in z uporabo merilne opreme preverijo in razložijo delovanje elementov, vezij in naprav ter povezujejo znanja laboratorijskih vaj z znanji elektrotehnike, elektronike, fizike, kemije in matematike.

Dijaki pridobijo znanja, veščine in sposobnosti za:

1. Sporazumevanje v maternem jeziku. Pouk laboratorijskih vaj in navodila za vaje so v slovenskem jeziku. Dijaki uporabljajo pri ustnem in pisnem poročanju ustrezno slovensko strokovno terminologijo s področja elektrotehnike in tehnike na splošno.
2. Sporazumevanje v tujem jeziku. Laboratorijske vaje se velikokrat izvajajo z opremo tuje izdelave. Pri njeni uporabi dijaki spoznavajo izraze v tujem jeziku. Enako je pri računalniških programih za simulacijo in programiranje, pri sodobnih medijih in svetovnem spletu. Izvajanje laboratorijskih vaj jim torej krepi uporabnost tujega jezika v praksi.
3. Matematično-naravoslovna kompetenca. Laboratorijsko delo je neposredno povezovanje teorije in prakse. Ko dijaki rezultate meritev primerjajo ali vrednotijo, uporabljajo matematično-naravoslovna znanja. Pri tem računajo odstopanja in ugotavljajo ustreznost rezultatov. S tem razvijajo strategije za reševanje naravoslovno-tehničnih problemov.
4. Kompetenca digitalne pismenosti. Polovico laboratorijskih vaj podpira računalniška oprema oziroma programi za simulacijo električnih vezij (EWB, Multisim, Profilab, Spice, LabVIEW ...). Dijaki poiščejo gradiva in podatke na svetovnem spletu; pri izdelavi poročil in predstavitev uporabljajo programe iz zbirke Office.
5. Učenje učenja. Dijaki z delom v laboratoriju, z analizo rezultatov in z izdelavo poročil preverjajo znanje (poznavanje delovanja, uporaba navodil in opreme, iskanje podatkov, kakovost dela). Laboratorijske vaje so verjetno predmet, pri katerem najboljše spoznajo »vrednost« lastnega znanja. Zaradi izrazite interdisciplinarnosti so laboratorijske vaje pomembne pri usposabljanju za samostojno pridobivanje in ocenjevanje lastnega znanja.
6. Samoiniciativnost in podjetnost. Elektrotehnika, elektronika in laboratorijske vaje dajejo dijakom znanja, s katerimi lahko razvijejo, izdelajo, dopolnijo in uporabijo različne naprave. Iz revij in spleta dobijo informacije o trendih v tehniki in tehnologijah, pri pouku

pridobljena znanja pa omogočajo oceno komercialno zanimivih področij in presojo finančnih učinkov.

7. Socialne in državljanske kompetence. Pri delu v skupinah si dijaki oblikujejo sposobnost sodelovanja, timskega dela in vzajemne pomoči. Dijaki spoznajo pomen elektrotehnike v širšem okolju ter njeno vlogo pri tehnološkem napredku in rasti družbene blaginje.
8. Varnostne in okoljske kompetence. Dijaki spoznajo pomen in nevarnost škodljivih snovi za človeka in okolje ter načine ravnanja z njimi. Spoznajo postopke zbiranja odpadkov, načine recikliranja gradnikov, vplive naprav na okolje in njihove posledice.

3 CILJI IN VSEBINE

Vaje pri predmetu laboratorijske vaje podpirajo maturitetni predmet elektrotehnika in strokovni predmet elektronika (obsegajo torej snov obeh predmetov). Cilji in vsebine so razdeljeni v poglavja, ta pa v podpoglavja, in so vir za določitev posameznih laboratorijskih vaj. Pri posameznih poglavjih lahko dijaki izvedejo tudi več vaj, s katerimi ponazorijo in preizkusijo veljavnost posredovanih vsebin.

Posamezno laboratorijsko vajo je mogoče sestaviti iz več ciljev in vsebin. Z izbiro splošnih in posebnih ciljev in vsebin učitelj sestavi obvezne in izbirne laboratorijske vaje. Te omogočajo prilagoditev pouka predznanju in interesom dijakov, opremljenosti laboratorijev in potrebam lokalnega okolja ali pa le bogatijo učni program. V nadaljevanju so navedeni cilji in vsebine. Splošni cilji in vsebine so pisani pokončno, posebni cilji in vsebine pa *poševno*.

3.1 DELO V LABORATORIJU

3.1.1 Varnost pri delu z električnimi napravami

Cilji

Dijaki:

- poznajo osnovna varnostna pravila pri delu z električnimi napravami,
- znajo ukrepati ob morebitni nezgodi v laboratoriju,
- opravijo preizkus iz varstva pri delu.

Vsebini

- Varnost in nevarnost dela v laboratoriju.
- Prva pomoč ob nezgodah.

3.1.2 Izdelava poročila o meritvi

Cilji

Dijaki:

- poznajo sestavo merilnega poročila,
- znajo podati merilne rezultate.

Vsebina

- Poročilo o merjenju.

3.1.3 Napake in pogoški pri merjenju

Cilji

Dijaki:

- ocenijo pravilnost merilnega rezultata,
- poznajo vplive na merilni rezultat,
- določijo merilni pogrešek in napako.

Vsebina

- Točnost pri merjenju.

3.2 ENOSMERNNA ELEKTRIČNA VEZJA

3.2.1 Merjenje napetosti

Cilji

Dijaki:

- poznajo oznake na voltmetru,
- izberejo primeren voltmeter in merilno območje,
- pravilno priključijo voltmeter,
- merijo z analognim in digitalnim voltmetrom.

Vsebini

- Voltmeter.
- Merjenje enosmerne napetosti.

3.2.2 Merjenje toka

Cilji

Dijaki:

- poznajo oznake na ampermetra,
- izberejo primeren ampermeter in merilno območje,
- pravilno priključijo ampermeter,
- merijo z analognim in digitalnim ampermetrom.

Vsebini

- Ampermeter.
- Merjenje enosmernega toka.

3.2.3 Razvejišče tokov

Cilji

Dijaki:

- izmerijo toke v vejah s skupnim spojiščem,
- izmerjene vrednosti testirajo s I. kirchhoffovim zakonom.

Vsebina

- Zakon spojišča.

3.2.4 Napetosti v zaključeni zanki

Cilji

Dijaki:

- izmerijo napetosti v zaključeni zanki,
- izmerjene vrednosti testirajo z II. kirchhoffovim zakonom.

Vsebina

- Zakon zanke.

3.2.5 Linearno breme

Cilji

Dijaki:

- izmerijo karakteristiko $U-I$ linearnega bremena,
- izberejo primerno vezavo instrumentov,
- narišejo karakteristiko $U-I$ linearnega bremena,
- določijo upornost (prevodnost) bremena,
- uporabijo ampermeter za merjenje prevodnosti (upornosti),
- upornost izmerijo z ohmmetrom.

Vsebina

- Karakteristika $U-I$ linearnega bremena.

3.2.6 Ozemljitvena upornost

Cilji

Dijaki:

- predstavijo namen ozemljitve,
- izmerijo ozemljitveno upornost.

Vsebina

- Merjenje ozemljitvene upornosti.

3.2.7 Nelinearno breme

Cilji

Dijaki:

- izmerijo in narišejo karakteristiko $U-I$ nelinearnega bremena,
- določijo totalno in inkrementalno upornost (prevodnost) bremena.

Vsebina

- Karakteristika $U-I$ nelinearnega bremena.

3.2.8 Napetostni delilnik

Cilji

Dijaki:

- izmerijo napetosti in tokove v (ne)obremenjenem napetostnem delilniku,
- izmerjene vrednosti preverijo z izračunanimi,
- uporabljajo delilnik s potenciometrom,
- proučijo vpliv upornosti bremena na delilno razmerje delilnika.

Vsebina

- Delilnik napetosti.

3.2.9 Razširitev merilnega območja

Cilji

Dijaki:

- določijo predupor voltmetra,

- *določijo soupor ampermetra,*
- *uporabljajo voltmeter in ampermeter z razširjenim merilnim območjem.*

Vsebina

- *Ampermeter in voltmeter z razširjenim merilnim območjem.*

3.2.10 Mostično vezje

Cilji

Dijaki:

- *uravnotežijo mostično vezje,*
- *izračunajo merjenčevo upornost.*

Vsebina

- *Merjenje upornosti z mostičnim vezjem.*

3.2.11 Moč

Cilji

Dijaki:

- *izberejo primerno vezavo instrumentov pri metodi $U-I$,*
- *izračunajo moč bremena pri metodi $U-I$,*
- *izberejo primeren vatmeter in merilno območje,*
- *določijo konstanto skale vatmetra,*
- *izmerijo moč bremena z vatmetrom,*
- *proučijo možnost preobremenitve vatmetra.*

Vsebini

- *Merjenje moči z metodo $U-I$.*
- *Merjenje moči z vatmetrom.*

3.2.12 Vir

Cilji

Dijaki:

- določijo notranjo upornost realnega vira,
- določijo napetost odprtih sponk in tok kratkega stika,
- določijo karakteristiko $U-I$ realnega vira,
- določijo nadomestno vezje realnega vira,
- *opazujejo izhodno moč obremenjenega realnega vira,*
- primerjajo realni vir z idealnim.

Vsebina

- Realni in idealni vir.

3.3 IZMENIČNA ELEKTRIČNA VEZJA

3.3.1 Periodični signali

Cilji

Dijaki:

- izmerijo srednjo in efektivno vrednost periodičnega signala,
- izračunajo faktor oblike periodičnega signala,
- *opišejo delovanje osciloskopa,*
- merijo z osciloskopom,
- opazujejo periodični signal,
- določijo značilne vrednosti periodičnega signala.

Vsebina

- Merjenje periodičnega signala.

3.3.2 Sestavljen periodični signal

Cilji

Dijaki:

- *seštevajo periodične signale,*
- *opredelijo in izmerijo frekvenčni spekter sestavljenega signala,*

- seštejejo periodične signale s simulacijskim programom.

Vsebina

- Vsota periodičnih signalov.

3.3.3 Upor, tuljava in kondenzator v izmeničnem vezju

Cilji

Dijaki:

- opazujejo in izmerijo odvisnost med tokom in napetostjo na posameznem elementu,
- določijo upornost (induktivnost, kapacitivnost, reaktanco) posameznega elementa.

Vsebina

- Obnašanje pasivnih elementov v izmeničnem vezju.

3.3.4 Vzporedna in zaporedna vezja RLC

Cilji

Dijaki:

- opazujejo in izmerijo odvisnosti med tokovi in napetostmi v vezjih *RLC*,
- določijo kazalce tokov in napetosti,
- narišejo kazalčni diagram.

Vsebina

- Preprosta vezja *RLC*.

3.3.5 Resonanca

Cilji

Dijaki:

- izmerijo in narišejo frekvenčne odvisnosti tokov in napetosti v vezju,
- narišejo resonančno krivuljo,
- določijo resonančno frekvenco, pasovno širino in kakovost nihajnega kroga,
- uporabijo pojav resonance za določitev neznanega reaktivnega elementa.

Vsebina

- Nihajni krog.

3.3.6 Sestavljena vezja *RLC*

Cilji

Dijaki:

- izmerijo in narišejo frekvenčne karakteristike vezij *RLC*,
- *izmerijo frekvenčne karakteristike realnih reaktivnih elementov.*

Vsebina

- Frekvenčna karakteristika in Bodejev diagram.

3.3.7 Moč

Cilji

Dijaki:

- izmerijo tok in napetost bremena,
- izmerijo oziroma izračunajo delovno, jalovo in navidezno moč bremena,
- določijo faktor delavnosti.

Vsebina

- Kompleksna moč.

3.3.8 Kompenzacija jalove moči

Cilji

Dijaki:

- *odčitajo in uporabijo podatke s tablice bremena,*
- *izmerijo delovno in navidezno moč na bremena,*
- *določijo fazni kot,*
- *izračunajo vrednost kompenzacijskega elementa,*
- *dodajo spremenljiv kompenzacijski kondenzator in preverijo učinek.*

Vsebina

- *Kompenzacija jalove moči.*

3.3.9 Histerezna zanka

Cilji

Dijaki:

- izmerijo histerezno zanko feromagnetnega jedra,
- odčitajo remanentno gostoto in koercitivno jakost,
- ločijo med mehko- in trdomagnetnimi materiali.

Vsebini

- Izmenično magnetenje feromagnetika.
- X-Y prikaz z osciloskopom.

3.3.10 Lastna in medsebojna induktivnost

Cilji

Dijaki:

- določijo lastne in medsebojne induktivnosti navitij,
- izračunajo faktor sklopa.

Vsebina

- Induktivnosti.

3.3.11 Transformator

Cilji

Dijaki:

- izmerijo magnetilni tok transformatorja,
- določijo prestavno razmerje transformatorja,
- določijo izkoristek transformacije.

Vsebina

- Enofazni transformator.

3.3.12 Trifazni sistem

Cilji

Dijaki:

- izmerijo fazne in medfazne napetosti,
- *določijo fazne kote med posameznimi napetostmi,*
- *izmerijo delovno, jalovo in navidezno moč simetričnega trifaznega bremena.*

Vsebini

- Fazne in medfazne napetosti.
- *Moč trifaznega bremena.*

3.3.13 Prehodni pojavi

Cilji

Dijaki:

- opazujejo in skicirajo napetosti in toke pri polnjenju in praznjenju tuljav in kondenzatorjev,
- opazujejo impulzne odzive pri preklopnem delovanju,
- razlikujejo začetno, prehodno in končno stanje vezja pri prehodnem pojavu,
- poiščejo in izmerijo časovno konstanto in čas za doseg stacionarnega stanja vezja.

Vsebina

- Prehodni pojavi v vezjih *RC in RL*.

3.3.14 Koaksialne linije

Cilji

Dijaki:

- *izmerijo hitrost prenosa signala po signalni liniji,*
- *določijo relativno dielektričnost izolanta v koaksialni liniji,*
- *opazujejo vhodno in izhodno napetost pri (ne)obremenjeni liniji,*
- *določijo karakteristično impedanco linije,*
- *izmerijo časovno zakasnitev signalne linije,*
- *določijo mesto in vrsto napake na liniji.*

Vsebina

- *Prenos signalov.*

3.4 SIMULACIJA ELEKTRIČNIH VEZIJ

Cilji

Dijaki:

- uporabljajo simulacijske programe,
- opazujejo napetostno-tokovne razmere na uporu, kondenzatorju in tuljavi,
- opazujejo in preverjajo zakonitosti in zveze v enosmernem vezju,
- opazujejo in preverjajo zakonitosti in zveze v izmeničnem vezju v časovnem in frekvenčnem prostoru,
- *opazujejo in preverjajo zakonitosti in zveze v trifaznem sistemu,*
- opazujejo in preverjajo časovne odvisnosti veličin pri prehodnem pojavu,
- razlikujejo računske, simulacijske in merilne rezultate pri analizi električnega vezja.

Vsebina

- Simulacijski programi za analizo vezij.

3.5 ELEKTRONSKI ELEMENTI

3.5.1 Dioda

Cilji

Dijaki:

- z osciloskopom opazujejo karakteristiko $U-I$ diode in jo skicirajo,
- izmerijo kolensko napetost in izračunajo totalno in inkrementalno upornost,
- *izdelajo svetlobni senzor in ga umerijo,*
- *poiščejo kataloške podatke in navodila za uporabo diod.*

Vsebini

- Karakteristika diode.
- *Vrste diod in uporaba.*

3.5.2 Usmerniki

Cilji

Dijaki:

- povežejo merilno vezje polvalnega in polnovalnega usmernika,
- izmerijo značilne vrednosti usmerjenega in vhodnega signala (U_m , U_r , U_{br}),
- izračunajo razmerje med srednjo in temensko napetostjo,
- narišejo oblike signalov za polvalni in polnovalni usmernik,
- sestavijo usmernik s kapacitivnim glajenjem,
- izmerijo vršno, srednjo in minimalno vrednost glajene napetosti ter čas praznjenja,
- *določijo vpliv časovne konstante na obliko izhodne napetosti,*
- *razlikujejo diodne in tiristorske usmernike,*
- *izmerijo in narišejo karakteristiko tiristorskega usmernika.*

Vsebine

- Polvalni in polnovalni usmernik.
- Usmernik s kapacitivnim glajenjem.
- *Tiristorski usmernik.*

3.5.3 Napetostni napajalniki

Cilji

Dijaki:

- *razlikujejo usmernik in napetostni regulator,*
- *sestavijo napetostni vir z usmernikom, kapacitivnim glajenjem in linearnim napetostnim regulatorjem,*
- *izmerijo odvisnost izhodne napetosti od bremenskega toka,*
- *določijo izhodno upornost, maksimalni izhodni tok in izračunajo izkoristek stabilizatorja,*
- *določijo minimalno razliko med vhodno in izhodno napetostjo,*
- *sestavijo napetostni vir s stikalnim napetostnim regulatorjem,*
- *opazujejo signale impulzno širinskega pretvornika,*
- *opazujejo oblike izhodne napetosti pri linearnem in stikalnem napetostnem regulatorju.*

Vsebini

- *Linearni napetostni regulator.*
- *Stikalni napetostni regulator.*

3.5.4 Tranzistor

Cilji

Dijaki:

- *izbirajo in primerjajo tranzistorje (bipolarne in unipolarne) iz kataloških podatkov,*
- *izmerijo karakteristične točke vhodne in izhodne karakteristike tranzistorjev,*
- *opazujejo z osciloskopom odvisnost toka od napetosti pri danem vhodnem toku ali napetosti in skicirajo karakteristike,*
- *razlikujejo karakteristiko tranzistorja in karakteristiko upora,*
- *izmerijo totalni in inkrementalni ojačevalni koeficient tranzistorja.*

Vsebini

- *Vhodna karakteristika tranzistorja (bipolarnega, unipolarnega).*
- *Izhodna karakteristika tranzistorja (bipolarnega, unipolarnega).*

3.6 OJAČEVALNA VEZJA

3.6.1 Ojačevalne stopnje z bipolarnimi in unipolarnimi tranzistorji

Cilji

Dijaki:

- *izmerijo delovno točko ojačevalne stopnje,*
- *izmerijo vhodne in izhodne razmere ojačevalne stopnje,*
- *izmerijo ojačenje ojačevalne stopnje pri malih in velikih vhodnih signalih,*
- *primerjajo računske, simulacijske in merilne rezultate,*
- *ugotovijo odvisnost izhodnega signala ojačevalnika od vhodnega signala,*
- *izmerijo vplive spremembe napajalne napetosti na obliko izhodnega signala,*
- *preverijo ojačenje pri različnih frekvencah in narišejo frekvenčno karakteristiko,*
- *ugotovijo fazne razmere med vhodnim in izhodnim signalom,*
- *določijo mejno frekvenco ojačevalne stopnje.*

Vsebine

- Ojačevalna stopnja z enim tranzistorjem (bipolarnim, unipolarnim).
- Ojačenje, vhodna in izhodna upornost ojačevalne stopnje.
- Frekvenčna odvisnost ojačevalne stopnje.

3.6.2 Ojačevalna vezja z operacijskim ojačevalnikom

Cilji

Dijaki:

- *iz kataloških podatkov izbirajo operacijski ojačevalnik,*
- *izmerijo ojačevalne lastnosti invertirajočega in neinvertirajočega ojačevalnika,*
- *ločijo ojačevalnik enosmernih in izmeničnih signalov,*
- *ugotovijo vpliv spremembe elementov povratne vezave na ojačevalne lastnosti,*
- *opazujejo z osciloskopom obliko izhodnega signala pri spreminjanju vhodnega signala,*
- *izmerijo mejno frekvenco ojačenja ter amplitudno in fazno frekvenčno karakteristiko,*
- *skicirajo amplitudno in fazno frekvenčno karakteristiko,*
- *primerjajo lastnosti ojačevalnika z operacijskim ojačevalnikom in ojačevalno stopnjo s tranzistorjem,*
- *preverijo uporabo neinvertirajočega ojačevalnika za ojačenje tonskih signalov,*
- *izmerijo širokopasovno in ozkopasovno ojačenje,*
- *izmerijo hitrost spremembe izhodne napetosti pri impulzni vhodni napetosti.*

Vsebine

- Invertirajoči in neinvertirajoči ojačevalnik.
- Povratne vezave.
- Amplitudna in fazna frekvenčna karakteristika.
- *Širokopasovni in ozkopasovni ojačevalnik.*

3.6.3 Primerjalnik napetosti z operacijskim ojačevalnikom

Cilji

Dijaki:

- *izmerijo preklopno karakteristiko primerjalnika z operacijskim ojačevalnikom,*
- *razlikujejo primerjalnike s histerezo in brez nje,*

- opazujejo in izmerijo dogajanje pri različnih oblikah vhodne napetosti,
- ugotovijo in izmerijo vpliv elementov in napajalne napetosti na preklopne razmere,
- uporabijo primerjalnik s histerezo za oblikovanje pravokotnih signalov.

Vsebina

- Primerjalnik s histerezo in brez nje.

3.6.4 Ojačevalniki velikih signalov

Cilji

Dijaki:

- *spoznajo posebnosti pri merjenju močnostnega ojačevalnika,*
- *izmerijo in skicirajo amplitudno in fazno frekvenčno karakteristiko tonskega ojačevalnika,*
- *izmerijo harmonska popačenja (THD),*
- *izmerijo moč na bremenu in moč napajalnika,*
- *določijo izkoristek močnostnega ojačevalnika.*

Vsebina

- *Močnostni ojačevalnik.*

3.7 GENERATORJI SIGNALOV

Cilji

Dijaki:

- ugotovijo pogoj za nihanje in frekvenco *LC*-oscilatorja,
- *poznajo prednosti kristalnega oscilatorja,*
- izmerijo pogoje delovanja oscilatorja z wienovim mostičkom,
- napovedo mejne vrednosti frekvenčnega območja za *LC*- in *RC*-oscilatorje,
- izmerijo časovni potek in frekvenco relaksacijskega oscilatorja,
- spoznajo vpliv elementov oscilatorja na frekvenco in stabilnost frekvence,
- *izmerijo stabilnost frekvence oscilacij pri spremembi temperature in napajalne napetosti,*
- *poznajo uporabo oscilatorjev v laboratorijskih napravah,*
- ločijo harmonske, relaksacijske in funkcijske generatorje.

Vsebine

- Harmonski oscilator.
- Relaksacijski oscilator.
- Funkcijski generator.

3.8 KOMBINACIJSKA IN SEKVENČNA VEZJA

3.8.1 Logični gradniki in logična funkcija

Cilji

Dijaki:

- poiščejo kataloške podatke osnovnih logičnih gradnikov,
- *preverijo vhodno napetost za spremembo izhodnega stanja logičnega vezja in poiščejo šumno mejo,*
- *opazujejo z osciloskopom vhodne in izhodne napetostne nivoje,*
- *razlikujejo elemente s histerezo in brez nje,*
- ponazorijo osnovne logične operacije s simboli in stikali,
- povezujejo pravilnostno tabelo in logično enačbo,
- ločijo disjunktivno in konjunktivno obliko zapisa logične funkcije,
- narišejo funkcijsko shemo na podlagi logične enačbe,
- uporabijo postopke poenostavljanja logičnih funkcij,
- *narišejo in izvedejo logično funkcijo z realnimi elementi,*
- uporabljajo programsko opremo za načrtovanje, poenostavljanje, simulacijo in testiranje logičnih funkcij,
- primerjajo računske in simulacijske rezultate.

Vsebine

- Logični gradniki, napetostni nivoji in logična stanja.
- Preklopna karakteristika.
- Logična funkcija.

3.8.2 Kombinacijska vezja

Cilji

Dijaki:

- sestavijo preprosto kombinacijsko vezje z logičnimi gradniki,
- za izdelano kombinacijsko vezje zapišejo pravilnostno tabelo in logično enačbo,
- uporabijo postopke poenostavitve logične funkcije,
- analizirajo izdelano kombinacijsko vezje,
- narišejo logično in funkcionalno shemo z označenimi priključki,
- *uporabijo integrirane izvedbe kombinacijskih vezij in jih analizirajo,*
- *primerjajo kataloške podatke z izsledki analize.*

Vsebini

- Sinteza kombinacijskega vezja.
- *Integrirane izvedbe kombinacijskih vezij.*

3.8.3 Sekvenčna vezja

Cilji

Dijaki:

- izdelajo pomnilno celico RS,
- poiščejo integrirane izvedbe pomnilnih celic v katalogih,
- *sestavijo večbitni pomikalni register,*
- uporabijo in analizirajo binarni števec,
- *izdelajo delilnik frekvence,*
- napišejo pravilnostno tabelo in preklopno enačbo,
- narišejo časovni diagram in diagram stanj,
- uporabijo program za testiranje in simulacijo vezij,
- primerjajo simulacijske in merilne rezultate.

Vsebine

- Pomnilne celice RS, JK, D.
- Pomikalni register.
- Števec.

3.9 PRETVORNIKI ANALOGNIH IN DIGITALNIH SIGNALOV

Cilji

Dijaki:

- uporabljajo kataloške podatke,
- ločijo ločljivost in točnost pretvornikov,
- sestavijo preprost pretvornik in ga primerjajo z integrirano izvedbo,
- izmerijo referenčno napetost in velikost napetostnega kvanta pretvornika,
- izmerijo in narišejo prenosno karakteristiko,
- izmerijo pogoške pretvornikov (*ničelno napako, linearnost*),
- izmerijo frekvenco urnih impulzov in frekvenco vzorčenja pretvornika,
- ugotovijo potrebo po uporabi vezja za vzorčenje in zadrževanje,
- izmerijo kvantizacijski šum pri analogno digitalni pretvorbi signala,
- uporabijo pretvornik DA kot digitalno nastavljivi delilnik,
- izmerijo linearnost in frekvenčno karakteristiko digitalno nastavljivega delilnika.

Vsebini

- Pretvornik AD in DA.
- Vezje za vzorčenje in zadrževanje.

3.10 KRMILNI SISTEMI

Cilji

Dijaki:

- sestavijo preprosto kombinacijsko krmilno vezje in ga analizirajo,
- sestavijo preprost program za koračno krmilje in ga analizirajo,
- spremljajo izvajanje programa (vnašajo kontrolne signale in opazujejo odziv),
- razlikujejo ožičena in prosto programirljiva vezja,
- sestavijo preprost program za PLK in ga analizirajo,
- uporabijo grafični vmesnik za nadzor delovanja,
- dokumentirajo in primerjajo delovanje krmilja s simulatorjem,
- *se seznanijo z mikrokrmilniki.*

Vsebine

- Kombinacijsko krmilno vezje.
- PLK.
- Mikrokrmilnik.

4 PRIČAKOVANI REZULTATI

Pričakovani rezultati izhajajo iz ciljev in kompetenc. Da dijaki te tudi dosežejo, poskrbijo:

- šola z materialnimi pogoji,
- učitelji z načrtovanim poukom in
- dijaki z odgovornim delom.

Dijaki bodo pričakovane rezultate dosegli sicer v različnem obsegu, bodo pa pridobili izkušnje, utrdili teoretično znanje, spoznali merilne metode in merilno opremo, podprto tudi z računalniško in informacijsko-komunikacijsko tehnologijo, spoznali različne aplikacije in usvojili sistematičnost dela v praktičnem okolju. Pridobljena znanja in veščine bodo dobro izhodišče za nadaljnji študij elektrotehnike in tudi za delo v industriji.

4.1 VSEBINSKA ZNANJA

Dijak:

- pozna nevarne učinke električnega toka na človeško telo in pravila za varno delo z električnimi napravami,
- izbira in uporablja instrumente in opiše njihovo delovanje,
- spozna računalniško podprta orodja in instrumente,
- uporablja različne merilne metode in postopke,
- presodi pravilnost merilnega rezultata,
- opredeli in oceni vrste merilnih napak,
- meri osnovne enosmerne in izmenične veličine,
- uporabi električni in merilni načrt,
- izdelava poročilo o merjenju,
- izmeri in opazuje lastnosti osnovnih električnih elementov v enosmernem in izmeničnem vezju,
- izmeri in pojasni različne oblike električnih signalov,
- preveri osnovne zakone elektrotehnike,
- spozna razlike med teoretičnimi in praktičnimi razmerami,
- preveri računske in merilne rezultate,
- uporablja simulacijske programe,

- sestavi napetostni napajalnik in izmeri osnovne lastnosti,
- izmeri ojačevalne lastnosti aktivnih elementov in vezij,
- razlikuje dogajanje v časovnem in frekvenčnem prostoru,
- razume, uporabi in prepozna povratno zvezo v ojačevalnem vezju,
- se usposobi za načrtovanje in izvedbo ojačevalnikov,
- razlikuje vrste ojačevalnikov,
- pozna postopke za generiranje električnih signalov visokih frekvenc,
- izdelava pravilnostno tabelo preklopne funkcije,
- izbere logične elemente za realizacijo logične funkcije,
- uporabi preizkusno ploščo ali simulacijski program za izvedbo in analizo preklopnega vezja,
- uporabi kataloške podatke o elementih,
- analizira delovanje logičnega vezja in sestavi pravilnostno tabelo,
- nariše električno shemo logičnega vezja,
- uporablja sestavljena in namenska kombinacijska vezja,
- izmeri lastnosti sekvenčnih vezij,
- uporabi analogno-digitalne pretvornike,
- razlikuje ožičeno in programirljivo krmilje,
- sestavi preprost program za PLK,
- izdelava preprost programirljiv krmilni sistem.

4.2 PROCESNA ZNANJA IN VEŠČINE

1. Zmožnost kompleksnega razmišljanja. Dijaki z razmišljanjem in sklepanjem, z odzivi in vplivi ter z meritvami in iskanjem povezav usvojijo principe delovanja sklopov in naprav. Pri laboratorijskih vajah uporabijo teoretična in praktična znanja, pa tudi izkušnje. Izvedba vaj zahteva premišljeno delo, sklepanje, vrednotenje, modeliranje in samostojno reševanje problemov.
2. Poznavanje dela v laboratoriju. Dijaki:
 - pripravijo delovno mesto za varno delo,
 - izberejo potrebno opremo za izvedbo vaje,
 - sestavijo in izvedejo vajo po navodilih ali samostojno,
 - uporabijo razpoložljive vire in pripomočke,

- zapisujejo in dokumentirajo izsledke meritev in simulacij,
 - uporabljajo računalniško merilno opremo,
 - delajo v skupini,
 - presodijo smiselnost in zanesljivost merilnih rezultatov,
 - izdelajo poročilo o opravljeni vaji,
 - komentirajo rezultate.
3. Iskanje, obdelava in vrednotenje podatkov. Dijaki:
- uporabijo IKT za iskanje, zbiranje in predstavitev informacij,
 - poznajo načine iskanja, obdelave in vrednotenja podatkov,
 - znajo presoditi potrebnost in zanesljivost virov in informacij.
4. Zmožnost predstavitve projektov in idej. Dijaki:
- pojasnijo delovanje in merilni postopek,
 - pripravijo in izvedejo vajo in predstavijo rezultate,
 - argumentirano navajajo sklepe,
 - uporabljajo strokovni jezik tehnike in naravoslovja,
 - uporabljajo simbole, tabele, grafe, enačbe, skice, risbe in računalniško opremo.
5. Zmožnost dela v skupini. Dijaki:
- so skupina, ki samostojno izvaja laboratorijsko vajo,
 - so skupina, ki se samoorganizira,
 - so skupina, ki sodeluje, je samoiniciativna in se vzajemno motivira.
6. Učenje učenja. Dijaki med vajo preverjajo in potrjujejo dosežena znanja. Navodila za izdelavo poročil jih usmerjajo k dopolnjevanju in nadgrajevanju znanj. To jih navaja na samostojno delo in učenje ne le enega, ampak skupine predmetov oziroma k zlivanju znanj v enovito celoto, kar je osnova za poznejše samostojno reševanje povezanih problemov. Tako usvajajo delovne navade, načrtujejo učne aktivnosti in prevzamejo skrb za lastno znanje.
7. Oblikovanje odnosa do elektrotehnike, elektronike in okolja. Dijaki se pri laboratorijskih vajah srečujejo z opremo in praktičnim delom. Pri tem razvijajo odgovoren odnos do dela, opreme, sodelavcev, stroke, družbe, varovanje zdravja, okolja in narave.

5 MEDPREDMETNE POVEZAVE

Namen medpredmetnega in interdisciplinarnega povezovanja je večja prenosljivost znanja, s čimer ustvarjamo možnosti za boljše razumevanje, večjo uporabnost znanja in s tem tudi večjo ustvarjalnost na vseh predmetnih področjih. Pri pouku uresničujemo medpredmetne povezave na različnih ravneh:

- na ravni vsebin pri obravnavi sorodnih problemov,
- na ravni procesnih znanj učenje in uporaba procesnih znanj (eksperimentiranje, reševanje problemov, iskanje virov, oblikovanje poročila, delo v skupini),
- na konceptualni ravni, ki so skupni naravoslovju, matematiki in tehniki.

Laboratorijske vaje (iz elektrotehnike in elektronike) se navezujejo predvsem na teoretične predmete in so most k praktičnim znanjem in izkušnjam, nujno potrebnim za delo v industriji in v veliko pomoč pri nadaljnjem študiju in razumevanju problemov. Neposredni temelj povezovanja sta predmeta elektrotehnika in elektronika, katerih ilustracija je ravno predmet laboratorijske vaje. Za razumevanje praktičnih vaj je poleg omenjenih pomembno še znanje matematike (celotna snov), fizike (mehanika, kinematika, dinamika, zvok, kapljevine, toplota, idr.) in kemije (atom, periodni sistem, molekula, vezi, elektroliza idr.).

Tematsko povezane vaje podpirajo vse te predmete, in sicer:

- elektrotehniko: od 0 do 0, 0 in 0;
- elektroniko: 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 3.4, od 0 do 0, 0 in od 0 do 0;
- fiziko: od 0 do 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
- matematiko: 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0;
- kemijo: 0 in 0;
- računalništvo in informatiko: vse vaje.

Medpredmetne povezave lahko pri pouku uresničujemo na različnih ravneh:

- na ravni vsebin pri obravnavi sorodnih problemov,
- na ravni procesnih znanj učenje in uporaba procesnih znanj (eksperimentiranje, reševanje problemov, iskanje virov, oblikovanje poročila, delo v skupini),
- na konceptualni ravni, ki so skupni naravoslovju, matematiki, tehniki, naravoslovju.

Namen medpredmetnega in interdisciplinarnega povezovanja je večja prenosljivost znanja, s čimer ustvarjamo možnosti za boljše razumevanje, večjo uporabnost znanja in s tem tudi večjo ustvarjalnost na vseh predmetnih področjih.

5.1 CILJI IN DEJAVNOSTI MEDPREDMETNIH POVEZAV

Tabela 1: Cilji in primeri dejavnosti medpredmetnih povezav

Cilji	Primeri in opisi
<p>Dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> • spoznajo merilne metode, postopke, uporabo merilnikov, lastnosti elementov, delovanje vezij in ocenijo točnosti meritev, • merjenje razumejo kot ugotovitev stanja fizikalne veličine ali kot potrditev teorije ali izračunov; 	<ul style="list-style-type: none"> • Vsak dan se srečujemo z množico naprav in pojavov. Pri ugotavljanju in preverjanju delovanja lahko uporabimo različne merilnike in merilne metode. Izbira merilnika in merilne metode vpliva na izmerjeni rezultat. • Pri merjenju ugotavljajo stanje in ustreznost delovanja. Pri tem uporabijo poznavanje fizikalnih, kemijskih in drugih lastnosti in njihov vplivov na delovanje. Metode in postopke znajo prilagoditi različnim okoliščinam.
<ul style="list-style-type: none"> • prepoznajo električne lastnosti enega ali skupine pasivnih elementov; 	<ul style="list-style-type: none"> • Lastnosti pasivnih elementov določajo materiali, dimenzije in način izdelave. Električne in mehanske lastnosti elementov vplivajo na delovanje elementa in naprave kot celote (izolacija, ozemljitev, galvanska ločitev, strelovod ...). Lastnosti pasivnih elementov opišejo matematično, na podlagi zakonov, ali empirično, z meritvijo.
<ul style="list-style-type: none"> • merijo in analizirajo delovanje sestavljenih vezij; 	<ul style="list-style-type: none"> • Pri testiranju vezij uporabljajo različne merilnike, ki jih izberejo glede na vrsto signalov. Za merjenje izberejo merilni postopek, ki je točnejši. Rezultate primerjajo z izračuni in s simulacijskimi programi.
<ul style="list-style-type: none"> • uporabijo znanja iz elektrotehnike; 	<ul style="list-style-type: none"> • Pri analizi električnih vezij uporabijo znanja in zakone elektrotehnike.
<ul style="list-style-type: none"> • uporabijo znanja iz elektronike; 	<ul style="list-style-type: none"> • Pri analizi elektronskih vezij uporabijo znanja in pravila, ki veljajo v elektronskih in digitalnih vezjih.
<ul style="list-style-type: none"> • uporabijo matematična znanja; 	<ul style="list-style-type: none"> • Pri merjenju elementov in vezij ter analizi uporabijo poleg znanja elektrotehnike, elektronike in fizike tudi znanja matematike: geometrija, liki, telesa, trigonometrija; izrazi, enačbe, reševanje sistema

	enačb, linearne in nelinearne relacije; linearna, kvadratna, eksponentna, logaritemska, periodična in harmonična funkcija; vektorji; števila v kompleksni ravnini.
<ul style="list-style-type: none"> • uporabijo znanja iz fizike in kemije; 	<ul style="list-style-type: none"> • Za razumevanje tehnologij v elektrotehniki morajo poznati fizikalno-kemične lastnosti materialov.
<ul style="list-style-type: none"> • razvijajo predstavo o komponentah v elektrotehniki; 	<ul style="list-style-type: none"> • V laboratoriju uporabljajo merilnike, merilni pribor in merjence. Pri tem spoznavajo izvedbe elementov in vezij. Naučijo se rokovanja z njimi, razberejo vrednosti, ločijo elemente po obliki in izvedbi. Poznajo tehnične podatke elektronskih elementov.
<ul style="list-style-type: none"> • razvijajo abstraktno mišljenje in ga povezujejo z realnostjo; 	<ul style="list-style-type: none"> • Pri merjenju izmeničnih signalov povežejo časovni prikaz in matematični zapis. Enako vpliv frekvenčne karakteristike in amplitudo in fazo signala v povezavi s kazalnim diagramom. Matematična orodja razumejo kot model za zapis zakonitosti opis razmer v električnem vezju.
<ul style="list-style-type: none"> • ostrijo kritično vrednotenje; 	<ul style="list-style-type: none"> • Primerjava izmerjenih in izračunih rezultatov ponuja »višje« razumevanje in celovitejši vpogled v problematiko. Rezultate lahko ocenijo tudi z vidika realnih, mogočih in časovnih, materialnih, finančnih, okoljskih in drugih vidikov.
<ul style="list-style-type: none"> • usvajajo načine poročanja; 	<ul style="list-style-type: none"> • Utrjevanje jasnega, preglednega, jedrnatega in pravilnega pisnega in ustnega poročanja pri preizkusih znanja, izdelavi poročil in izdelavi lastnih zapiskov.
<ul style="list-style-type: none"> • uporabljajo IKT; 	<ul style="list-style-type: none"> • Pri izvajanju laboratorijskih vaj uporabljajo programe za simulacijo vezij in za programiranje. Medmrežje se uporablja kot vir podatkov o komponentah, napravah, o teorijah, znanju in opisih delovanja, o demonstracijah in interaktivnih vsebinah (e-učenje).
<ul style="list-style-type: none"> • uporabljajo programske pakete. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pri računanju, risanju, predstavljanju, posredovanju, načrtovanju in projektiranju naj se uporabljajo profesionalna orodja in programski paketi.

5.2 DEJAVNOSTI ZA RAZVOJ KOMPETENC

Tabela 2: Kompetence in dejavnosti za razvoj kompetenc

Elektrotehniške in <i>druge kompetence</i>	Dejavnosti za razvoj kompetence
<ul style="list-style-type: none"> Poznavanje, razumevanje in praktično delo v laboratoriju 	<p>Dijaki:</p> <ul style="list-style-type: none"> uporabljajo merilnike in merilni pribor, uporabljajo navodila in dokumentacijo, sestavljajo merilna vezja, izvajajo meritve in zapisujejo rezultate, skrbno ravnajo z opremo, skrbijo za varnost pri delu, upoštevajo navodila in opozorila, po končanem delu pospravijo opremo;
<ul style="list-style-type: none"> Poznavanje merilnikov in merilnih metod, poznavanje in uporaba merilnih pripomočkov, uporaba in preverjanje ustreznosti veličin, relacij, lastnosti, metod, pravil in principov 	<ul style="list-style-type: none"> izberejo ustrezne merilnike in merilna območja, priključijo merilnike na ustrezen način, uporabijo ustrezne signalne in napajalne priključke, primerjajo in vrednotijo trenutne rezultate, narišejo vezalne in merilne načrte, izdelajo poročilo s tabelami, grafi, izračuni in komentarjem o opravljeni meritvi, uporabljajo programsko opremo za simulacijo in programiranje, uporabljajo svetovni splet za dostop do tehničnih podatkov;
<ul style="list-style-type: none"> Poznavanje povezav elektrotehnike z drugimi področji 	<ul style="list-style-type: none"> utrjujejo znanja in veščine drugih področij, iščejo dodatne vire iz drugih področij, eksperimentirajo s sorodnimi napravami in vezji, diskutirajo o interdisciplinarnih temah, izdelujejo lastna vezja;
<ul style="list-style-type: none"> Poznavanje tehnologij. 	<ul style="list-style-type: none"> spoznavajo tehnologije in izvedbo električnih elementov in naprav, obiskujejo tovarne in obrate, sledijo tehnološkim novostim;
<ul style="list-style-type: none"> Uporaba matematičnih orodij 	<ul style="list-style-type: none"> rišejo, računajo, izpeljujejo, sklepajo, dokazujejo, izpeljujejo, analizirajo, utrjujejo simbolični jezik, izbirajo in primerjajo metode;

<ul style="list-style-type: none"> • Uporaba računalnika 	<ul style="list-style-type: none"> • uporabljajo računalniška orodja za pisanje, risanje, načrtovanje, modeliranje, simuliranje, • spoznavajo nova orodja in možnosti, • pišejo programe za računanje in grafiko, • uporabljajo IKT;
<ul style="list-style-type: none"> • Sporazumevanje v slovenščini 	<ul style="list-style-type: none"> • pišejo, poslušajo, berejo, • opisujejo, oblikujejo, posredujejo, • izdelajo poročila, pišejo komentarje, • pojasnjujejo, utemeljujejo in razčlenjujejo;
<ul style="list-style-type: none"> • Sporazumevanje v tujem jeziku 	<ul style="list-style-type: none"> • razvijajo osnovno strokovno besedišče v tujem jeziku (iskanje virov na spletu, tehnični podatki in navodila, demonstracije delovanja in spletne aplikacije);
<ul style="list-style-type: none"> • Učenje učenja 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisujejo, rišejo, skicirajo, • primerjajo rezultate merjenja in teoretičnih izračunov, • uporabljajo znanje teorije, • načrtujejo in izvedejo merilne postopke, • iščejo pomoč in si med seboj pomagajo, • izmenjujejo izkušnje, • preverjajo razumevanje;
<ul style="list-style-type: none"> • Pobuda in podjetnost 	<ul style="list-style-type: none"> • eksperimentirajo in načrtujejo, • se samoizobražujejo in samoocenjujejo, • izbirajo med tehnologijami, • ocenjujejo stroške, • predvidevajo tveganja;
<ul style="list-style-type: none"> • Okoljska ozaveščenost 	<ul style="list-style-type: none"> • spoznavajo ekosistem, • vrednotijo tehnologije, • ocenjujejo vplive na okolje;
<ul style="list-style-type: none"> • Osebnostne vrline 	<ul style="list-style-type: none"> • gojijo sprotost, natančnost in doslednost, • poštenost, odkritost in neposrednost, • jasnost in utemeljenost, tehtnost in odločnost.

6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Učitelj pripravlja, organizira in vodi delo v laboratoriju. Zlasti v uvodnem letniku sta potrebni previdnost in potrpežljivost. Dijake je treba seznaniti z uporabo naprav in merilnikov ter s potekom meritve. Na začetku je potreben kratek uvod s poudarkom na samostojnem delu. Gradivo za podajanje laboratorijskih nalog je delovni zvezek. V njem so navodila za delo v laboratoriju, podatki o delovanju in uporabi merilnikov ter pripravljena mesta za vnašanje rezultatov, kar omogoča hitro in pregledno izdelavo poročil. Pri pripravi navodil za vaje naj učitelj predstavi tudi praktično vlogo izvedenih meritev, kar bo dijake motiviralo k izvedbi vaje in ga stimuliralo k nadaljnjemu pridobivanju znanj s tega področja. Pri izvedbi vaj naj se uporabijo optimalne metode in oprema. Vaje se opravijo na dejanskih vezjih in elementih, h katerim naj se komplementarno vključuje uporaba simulacijskih programov.

Vaje izvajamo v naslednjih zaporednih korakih:

1. uvod: teorija (namen-motivacija, opis vezja, identifikacija merjenih veličin),
2. opis merilnih postopkov (uporabljeni instrumenti, vezalne sheme, začetne nastavitve),
3. predstavimo potek izvedbe vaje ter določimo opazovane in merjene veličine,
4. podamo parametre, ki jih pri vaji obravnavamo in analiziramo, ter jih je treba predstaviti v poročilu (tabele, grafi, izračuni),
5. praktična izvedba vaje z optimalno stopnjo uporabe avtomatizacije,
6. izračuni, simulacije in analize,
7. zapis poročila, vrednotenje rezultatov, odgovori na vprašanja.

Če dijakom ne uspe vaje končati, jo je treba čim prej dokončati, saj je število opravljenih vaj pomembnejše od števila nedokončanih; le opravljena vaja s poročilom doseže zastavljene cilje. Poročila je treba sproti pregledovati in vztrajati, da se odpravijo nepravilnosti; tako usvojijo kriterije za dobro poročilo. Če vaja zahteva uporabo merilnikov, merilnih metod ali programskih paketov, je treba njihovo delovanje in uporabo predstaviti pred začetkom vaje. Z uporabo iste opreme je smiselno opraviti vsaj dve vaji in tako dobro usvojiti novosti.

Pri vajah je pomembno, da se dijaki navadijo sistematičnega in kolektivnega dela. Pri izvajanju vaje je treba sproti preverjati posameznikovo pripravljenost na delo (ali razumejo namen vaje, ali poznajo pot do zelenih ciljev, medsebojne odvisnosti in povezave, odčitavanje vrednosti ...).

Priporočljivo je, da vaje vodijo učitelji, ki poučujejo predmeta elektrotehnika ali elektronika, saj le tako dosežemo želeno časovno in vsebinsko usklajenost laboratorijskih vaj in teorije. Laboratorijske vaje so takšne, da krepijo razumevanje in pritegnejo pozornost in zanimanje za teoretične vsebine. Delo v laboratoriju naj je organizacijsko usklajeno z delom pri vajah iz fizike. V tem se delno med seboj tudi podpirata, saj imata del vsebin sorodnih.

Pri izvajanju vaj so dijaki razdeljeni v skupine po dva. Laboratorijske vaje trajajo po dve uri na teden v 2., 3. in 4. letniku. Pri delu si dijaki lahko izmenjujejo izkušnje. Taka organizacija zahteva od njih samostojnost in samoiniciativnost.

Uporaba sodobne informacijske tehnologije je danes zelo razširjena med dijaki, zato jih pri laboratorijskih vajah (iz elektrotehnike in elektronike) spodbujamo in usmerjamo na zanimive in poučne spletne naslove in forume, na katerih postavljajo in rešujejo probleme, na naslove z orodji za računanje, simulacijo in podobno.

6.1 PREVERJANJE ZNANJA

Preverjanje znanja naj poteka sproti, na vseh vajah; preverjajo se teoretično znanje, poznavanje elementov, naprav in merilnikov, sestavljanje in delovanje merilnega vezja in opis merilne metode, pripravljenost na vajo, opravljanje in izvajanje vaj ter izdelana poročila. Izmerjene rezultate naj dijaki tudi komentirajo in vrednotijo. Ob zaključku sklopa vaj je smiselno oceniti samostojno izvedeno vajo, težavnost katere naj narekuje ocena, za katero se dijak poteguje.

Sprotno preverjanje znanja koristi tudi učiteljem (da ugotovijo, kje so težave v razumevanju, kaj spremeniti, kaj dopolniti in kako uspešni so pri doseganju ciljev) kot tudi dijakom (da začutijo korelacijo med vloženim in doseženim, da najdejo potrditev ali občutijo ovire).