

ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET OSIJEK		Osnove električnih strojeva
Vježba br. 1	UPOZNAVANJE LABORATORIJA ZA ELEKTRIČNE STROJEVE I POGONE	
Student:		
Grupa:		

## 1. UVOD

Prilikom boravka i rada u laboratoriju valja trajno imati na umu da su u neposrednom okolišu prisutni električni napon i strojevi opasni po život, zdravlje i imovinu. Tu činjenicu ne smijemo nimalo podcijeniti. Laboratorij nije pogonski prostor. Njegova namjena je takva da mnogi uređaji i dijelovi postrojenja ne smiju biti zaklonjeni promatranju i pristupu pa se ne mogu primijeniti sve one sigurnosne mjere koje su propisane za pogonske prostorije. Stoga je cilj ovih uputa poučavanje studenata o mjerama koje trajno moraju poduzimati za zaštitu života, zdravlja i imovine te osposobljavanje i utvrđivanje spremnosti studenata za izvođenje radova u laboratoriju na siguran način.

Pristup u laboratorije imaju samo za to kvalificirane osobe, uz posebno odobrenje voditelja laboratorija, laboranta ili druge ovlaštene osobe. Studenti koji obavljaju vježbe ili rade diplomski rad u laboratoriju smiju tamo boraviti samo u prisustvu asistenta ili laboranta kojeg je asistent odredio te se u tom slučaju, a po potpisivanju izjave uz ova pravila, smatraju kvalificiranim osobama.

## 2. IZVORI OPASNOSTI I MJERE ZAŠTITE NA RADU

Za sigurnost osoba u laboratoriju važno je znati i prepoznati izvore opasnosti te kako izbjeći da potencijalna opasnost postane i stvarna opasnost. Svaki smisao laboratorijske vježbe se gubi ako se pri izvođenju vježbe student nalazi u okolnostima životne opasnosti. Radi sigurnosti svih osoba koje se nalaze i rade u laboratoriju moraju se ispuniti svi uvjeti za rad na siguran način.

### 2. 1. Opasnost od napona

Obzirom da se mjerenja mogu provesti samo uz prisutnost napona, postoji i stalna mogućnost od slučajnog dodira dijelova pod naponom ili prekida velikih struja sa stvaranjem električnog luka. Dodir dijela pod naponom uzrokuje prolaz struje kroz tijelo. Veličina te struje određena je visinom napona i otporom puta kojim se struja kroz tijelo zatvara. **Struja reda veličine 10 mA može već biti smrtonosna.** Osobito je opasno kad se strujni krug zatvara kroz područje oko srca (od jedne ruke na drugu), ili kad se stoji na dobro vodljivoj podlozi (vlaga, metal). U takvim okolnostima već i naponi daleko ispod 100 V mogu biti opasni. **Svi naponi veći od 50 V su opasni po život.** Druga je opasnost kod prekida velikih struja, gdje se može uspostaviti električni luk, koji može izazvati teške opekotine i oštećenja vida.

Kod ispitivanja električnih strojeva u ispitnoj stanici mnogi spojevi su privremeni. To uzimaju u obzir i inače strogi propisi o zaštiti na radu time da ne zahtijevaju sve zaštitne mjere propisane za čvrste instalacije u pogonskim prostorijama. Zbog toga je uvijek potrebno pridržavati se uputa voditelja vježbe i pravila o radu u laboratorijima, da ne bi došlo do nesretnog slučaja.

## **2. 1. 1. Pet pravila sigurnosti za rad na električnim postrojenjima**

Za siguran rad na električnim postrojenjima, u koje ubrajamo i laboratorij s ispitnom stanicom, neophodno je naučiti i dosljedno se pridržavati pet osnovnih pravila za siguran rad:

### **I. Iskapčanjem odvojiti od napona**

Postrojenje ili dio postrojenja na kojem se vrše radovi potrebno je prvo dovesti u beznaponsko stanje isključivanjem glavne sklopke za postrojenje, odnosno dijela postrojenja na kojem se obavljaju radovi. Opća i rasvjetna električna instalacija prostorije u kojoj je smješten laboratorij izvedena je odvojeno od instalacije za električno napajanje upravljačkog pulta i ispitne stanice.

Obzirom da je ovaj laboratorij malo postrojenje, isključuje se GLAVNOM SKLOPKOM na upravljačkom pultu, čime se kompletan upravljački pult i strojevi dovode u beznaponsko stanje. **Svaki student treba znati položaj glavne sklopke i način kako se njome isključuje električni priključak upravljačkog pulta.**

### **II. Osigurati od slučajnog ukapčanja i postaviti pločicu upozorenja**

Ovo se pravilo primjenjuje za zaštitu osoba koje sudjeluju na radovima u postrojenju kako ne bi došlo do slučajnog ukapčanja postrojenja od neovlaštene ili osobe koja nije upoznata s radovima na postrojenju odnosno na dijelu postrojenja. Primjena ovog pravila izvodi se na način da se sklopka kojom je postrojenje dovedeno u beznaponsko stanje mehanički blokira (najčešće je to lokot) i na njoj istakne pločica s upozorenjem "NE UKLJUČUJ". U pravilu ovu blokadu može skinuti samo osoba koja ju je i postavila.

U ovom laboratoriju primjena pravila o osiguranju od ponovnog uključenja upravljačkog pulta obvezna je u slučajevima kada voditelj vježbe napušta prostoriju laboratorija, a uključenje nije dozvoljeno zbog opasnosti za život ili zdravlje osoba odnosno imovine.

### **III. Provjeriti beznaponsko stanje**

Pravilo o provjeri beznaponskog stanja obvezno se provodi jer je u praksi moguće da i pored vidljivog isključenja ručice sklopke kontakti ostanu zatvoreni, bilo zbog mehaničkog kvara ili tzv. zaljepljenja kontakata.

U ovom laboratoriju provjera prisutnosti napona obavlja se uređajem za ispitivanje prisutnosti napona odgovarajućih karakteristika, u našem slučaju ispitivačem napona do 1000 V. Provjera se provodi u tri koraka. Prvo se provjerava ispravnost samog uređaja za provjeru prisutnosti napona prislanjanjem na sabirnicu ili izvor pod naponom, pri čemu uređaj-ispitivač mora nedvosmisleno signalizirati prisutnost napona. Zatim se pristupa provjeri prisutnosti napona na isključenom dijelu postrojenja iza sklopke kojom smo isključili postrojenje i to na svim polovima sklopke (najčešće u sve 3 faze), pri čemu uređaj-ispitivač ne smije signalizirati prisustvo napona. Nakon što smo se uvjerali da ispitivanom postrojenju nije prisutan napon, ponovno provjeravamo ispravnost uređaja-ispitivača.

### **IV. Uzemljiti i kratko spojiti**

Nakon što je električno postrojenje isključeno, osigurano od slučajnog ukapčanja i provjereno u beznaponskom stanju, potrebno ga je dodatno osigurati. To se izvodi tako da se sabirnice (najčešće se radi sa 3-faznim sustavom) iza isključene sklopke odgovarajućim vodičima i priborom međusobno kratko spoje, a zatim uzemlje.

### **V. Ograditi od dijelova pod naponom**

Ukoliko se postrojenje ne isključuje kompletno, već samo dio postrojenja na kojemu se izvode radovi, potrebno je dio postrojenja koji je ostao pod naponom posebno ograditi primjerenim izolacijskim ogradama kako ne bi došlo do nehotičnog kontakta osoba s dijelom postrojenja koji je ostao pod naponom. Obzirom da je u ovom laboratoriju previđeno svaki puta kompletno isključenje upravljačkog pulta, ovo pravilo se primjenjuje samo u izuzetnom slučajevima.

## 2. 1. 2. Specifični izvori opasnosti od napona u laboratoriju i mjere zaštite

Svi strujni krugovi s naponom većim od 50 V su opasni po život. Mjerenja se uglavnom provode s naponima 230 V i 3x400 V, 50 Hz, što govori da postoji stalna opasnost od slučajnog dodira dijelova pod naponom, od koje se možemo štititi promišljenim radom, prepoznavanjem izvora opasnosti i pridržavanjem sljedećih uputa:

- Prostor oko ispitne stanice i ispitnog pulta mora stalno biti **prohodan**, a pristup glavnoj sklopici na ispitnom pultu niti u jednom trenutku ne smije biti zapriječen.
- Pri radu student mora biti **pribran i pažljiv**, s kolegama voditi razgovijetan razgovor s jednoznačnim porukama o radu na vježbi.
- Student mora **izbjegavati nepotrebno kretanje ruku** u području mjernog kruga pod naponom, posebno s pisaljkom, a korisno je skinuti sat i prstenje s ruke.
- Posebno je velika opasnost ako dijelovima svoga tijela premostimo dio strujnog kruga pod naponom i dijela koji je uzemljen. Stoga **nikada obje ruke ne trebaju biti aktivne u pokazivanju**.
- Oštećenja izolacije spojnih vodiča izravna su opasnost te ih je prije upotrebe potrebno pregledati, a **spajanja vršiti samo kada je isključen izvor napajanja**.
- Pri prekidanju strujnog kruga s **velikom induktivitetom** (svitak elektromagneta, uzbudni namot istosmjernog stroja, itd.) nastaje induciranje visokog napona. Strujni krug smije se prekinuti **samo odgovarajućom sklopkom**.
- Posebnu opasnost predstavljaju **skriveni izvori napona** kao što su kondenzatori većeg kapaciteta pa je pri radu s kondenzatorima uvijek potrebno prethodno provesti postupak pražnjenja.
- Kod izvođenja pojedinih vježbi koriste se i alati (izvijači, kliješta ...) koji moraju biti izolirani, a **radovi s alatima izvode se isključivo u beznaponskom stanju** koje valja prethodno provjeriti kako je opisano u poglavlju 2. 1. 1.
- **Dodatne instrumente** i mjernu opremu, koja se stavlja na stol ispred pulta, potrebno je **postaviti čvrsto i logički rasporediti** tako da ne dođe do prevrtanja ili pada za vrijeme izvođenja vježbe.
- U fazi rada s mjernim krugom pod naponom **mora biti prisutan i asistent-voditelj vježbe**, koji će prije uključivanja napona provjeriti ispravnost povezivanja. Uklapanje smije izvršiti samo za to odgovorna osoba, koja će prije toga jasno i glasno, riječima upozoriti prisutne.

## 2. 2. Opasnost od rotirajućih dijelova

Vježbe s električnim rotacijskim strojevima uključuju i dodatnu opasnost od mogućeg dodira ruku, tijela ili dijelova odjeće s rotirajućim dijelovima stroja. Pri rotaciji također može doći do ugrožavanja okoline ako na rotoru, spojci, itd. postoje dijelovi koji nisu pričvršćeni kako treba te ako je u dodiru s rotorom ili u njegovoj blizini nepažnjom zaboravljen alat, spojni materijal i sl. Osim toga, vrlo je opasno približiti se dijelovima koji rotiraju s nepritegnutom odjećom (šal, kravata, nakit, privjesci i sl.), ili dugom kosom koju stroj može zahvatiti. Da bi se izbjegle ozljede od rotirajućih dijelova treba uvažavati sljedeća pravila:

- Za vrijeme postavljanja vježbe, a nakon provjere da su strojevi u stanju mirovanja i isključena glavna sklopka na upravljačkom pultu, zaštitni poklopac sa spojke se skida da bi se agregatirali (povezali-spojili) strojevi koji su predmetom ispitivanja. Agregatiranje se mora izvesti stručno uz prisustvo asistenta ili laboranta. Strojve treba centrirati i čvrsto pritegnuti sve vijke na postoljima strojeva i na spojci. Nakon toga se zaštitni poklopac stavlja preko spojke i učvršćuje vijcima. Posebnu pažnju obratiti da se nakon radova ukloni sav korišteni alat.
- Svi rotirajući dijelovi ispitne stanice su zaštićeni **mehaničkim štitnicima koji se ne smiju skidati** za vrijeme izvođenja vježbe.
- Na **strojevima nikada ne ostavljati bilo kakve predmete** jer uslijed vibracija mogu pasti i zahvatiti rotirajuće dijelove.
- **Nikada se ne približavati dijelovima u pokretu s raskopčanim kaputom ili odijelom, sa šalom ili kravatom koja visi, lančićima, privjescima ili dugom nepričvršćenom kosom.**

## 2. 3. Opasnost od požara

Tijek provedbe laboratorijskih vježbi s električnim strojevima uključuju i dodatnu opasnost zametanja požara s izvorom na upravljačkom pultu ili na samom ispitivanom stroju. U nastavku slijedi nekoliko mogućih izvora požara kod rada u laboratoriju:

- Neispravan ili krivo dimenzioniran osigurač.
- Električni luk u mjernom krugu (npr. izazvan prekidanjem velikih struja).
- Iskrenje na mjestu lošeg kontakta.
- Pregrijavanje spojnih vodiča zbog dugotrajnog toka velikih struja kroz njih.
- Pregrijavanje namota na ispitivanom električnom stroju uslijed dugotrajnog preopterećenja ili oštećenja namota.
- Preopterećenje mjernih instrumenata na kojima nije pravilno odabrano mjerno područje.

Osnovna mjera zaštite od požara je izvođenje svih radova na siguran način. Posebno treba obratiti pozornost da se **svi spojevi, a osobito glavni vodovi koji vode veće struje, izvedu temeljito i mehanički čvrsto te provjere prije uključivanja.**

### 2. 3. 1. Postupak u slučaju požara

Obaveza je svakog da sudjeluje u spašavanju ljudi i imovine u slučaju pojave požara te u sprečavanju njegova širenja i u njegovu gašenju. U slučaju pojave požara, i onih najmanjih razmjera, potrebno je osim temeljnih pravila ponašanja u slučaju požara primijeniti i sljedeća pravila, specifična za ovaj laboratorij:

- Prioritet ima spašavanje ljudi, uz sprečavanje panike i oprez spasioaca.
- Prvo je potrebno **dovesti ispitnu stanicu u beznaponsko stanje**, isključivanjem glavne sklopke na ispitnom pultu, a ako to nije moguće, tada isključujem sklopke na razvodnom ormariću iza ispitnog pulta.
- Uklanjanje nezahvaćenih stvari i stvari radi lokalizacije i smanjenja štete.
- Gašenje požara primjenom aparata za gašenje i priručnih sredstava (veći dijelovi odjeće za spašavanje čovjeka čija je odjeća zapaljena ili manje za gašenje požara na jednom instrumentu).
- Na ulazu u laboratorij nalazi se aparat za gašenje požara tipa S6P sa 6 kg praha predviđen za gašenje požara na električnim instalacijama do 1000 V. Aparatom se rukuje prema uputi koja se nalazi na samom aparatu. Svaki student treba znati način pripreme i korištenje aparata za gašenje požara koji se nalazi u laboratoriju.

Vatrogasni aparat se u laboratoriju nalazi pored ulaznih vrata.

Telefon vatrogasaca: **93**

Telefon Državne uprave za zaštitu i spašavanje: **112**

Gašenje požara izvodi se uklanjanjem bar jednog od tri uvjeta gorenja: gorive tvari, kisika ili topline potrebne za održavanje gorenja.

Vodu primijeniti tek onda kada je isključeno električno napajanje cijele prostorije.

Ne otvarati prozore.

Vrata otvarati oprezno i koliko je potrebno, jer to omogućuje dovod novih količina kisika.

Ako se prostorija mora napustiti, do dolaska vatrogasaca vrata trebaju ostati zatvorena, a pristup do prostorije slobodan.

Ako je požar izazvao veću štetu, ili se zbila eksplozija, obavezno obavijestiti stanice javne sigurnosti (telefon: **92**) i inspektora protupožarne zaštite općine Osijek. U tom slučaju hitno obavijestiti i odgovornog rukovoditelja Elektrotehničkog Fakulteta Osijek.

### 3. PRVA POMOĆ

Prva pomoć je skup postupaka kojima se pomaže ozlijeđenoj osobi na mjestu nesreće prije dolaska ekipe Hitne pomoći, liječnika ili drugih kvalificiranih medicinskih djelatnika. Ukupnim djelovanjem - postupcima prve pomoći, pozivom u pomoć i riječima utjehe nastoji se otkloniti neposredna opasnost po život, umanjiti bol i pružiti osjećaj sigurnosti kod ozlijeđene osobe. Ciljevi prve pomoći su spašavanje života, sprečavanje nastanka trajnih posljedica i skraćivanje trajanja liječenja i oporavka. Svatko je obavezan sudjelovati u pružanju prve pomoći i spašavanju ozlijeđenih, no na propisan i promišljen način, dakle na način koji neće uvećati posljedice nezgode.

#### 3. 1. Strujni udar

Strujni udar nastaje kad se ljudsko tijelo ili dio tijela uključi u strujni krug. Posljedice mogu biti bezazlene ali i kobne, što ovisi o brojnim čimbenicima kao što su: tehničke osobine struje, otpor tkiva, duljina izloženosti i put prolaska struje kroz tijelo. Mokra ili vlažna koža ima manji električni otpor pa pogoršava posljedice strujnog udara. Električna struja uzrokuje **duboke i oštro ograničene opekline**. Prolasci struje kroz srce i kroz mozak mogu izazvati trenutnu smrt zbog zastoja srčanog rada i oštećenja centra za disanje u mozgu. Snažni mišićni grčevi uzrokovani strujom mogu dovesti do pucanja mišića i koštanih prijeloma. Ukrućenost mišića može potrajati i nekoliko minuta nakon prestanka dodira sa strujom, što u slučaju zahvaćenosti mišića za disanje dovodi do prestanka disanja. Osoba koja je rukama primila žicu pod naponom neće je moći ispustiti zbog grča mišića ruku. Težina oštećenja zavisi o jačini, naponu i otporu protjecanju struje, te o trajanju njenog djelovanja na ozlijeđenog. U laboratoriju za električne strojeve i pogone postoje dva moguća izvora strujnog udara:

- Ispitna stanica za električne strojeve
- Opća instalacija prostorije laboratorija (rasvjeta, utičnice)

##### 3. 1. 1. Prva pomoć kod udara električne struje

Glavno pravilo pri pružanju prve pomoći kod udara električne struje jest brzina akcije. To znači da treba **što prije osloboditi ozlijeđenog od djelovanja struje**, a nakon toga odmah započeti oživljavanje, ako ozlijeđeni ne diše ili mu ne radi srce.

##### *Oslobađanje od djelovanja električne struje*

Ako je unesrećeni još uvijek u strujnom krugu, treba ga što prije osloboditi. Prvi korak u spašavanju osobe nastradale od strujnog udara je oslobađanje od djelovanja električne struje. Postupak zavisi od okolnosti u kojima se zbila nesreća. U laboratoriju za električne strojeve i pogone postoji samo napon ispod 1000V – NISKI NAPON, te se primjenjuje **postupak oslobađanja za struje niskog napona**. Ovaj postupak se mora provesti prije bilo koje druge aktivnosti na spašavanju.

- **Isključenje glavne sklopke** na upravljačkom pultu je najsigurniji i najbrži način da se nastradala osoba oslobodi djelovanja električne struje, ako je do strujnog udara došlo na ispitnoj stanici.
- **Opći postupak** oslobađanja osobe od djelovanja električne struje je isključenje napona pomoću prekidača, sklopki ili vadenjem utikača ili osigurača, eventualno prerezati vod izoliranim kliještima. Ako ni to nije moguće, unesrećeni se odvaja od dodira sa naponom pomoću predmeta od izolirajućeg materijala (plastika, guma, suho drvo, debeli sloj suhe tkanine ili papira). Pri svim postupcima oslobađanja iz kruga struje potrebno je osigurati da ozlijeđeni ne zadobije nove i još teže ozlijede. Eventualni požar na mjestu nezgode ne smije se gasiti vodom.
- Spasilac mora paziti na vlastitu sigurnost.

### **Utvrđivanje zdravstvenog stanja unesrećenog**

Nakon oslobađanja od djelovanja struje treba utvrditi zdravstveno stanje unesrećenog, a prije svega krvari li i je li je pri svijesti. Ako krvari, **prvo treba zaustaviti jako krvarenje**. Ako je unesrećeni bez svijesti, provjerite disanje i krvotok i po potrebi započnite mjere oživljavanja. **Onesviještenog koji diše treba okrenuti u bočni položaj** i ostaviti da miruje pod nadzorom, do dolaska ili uputa kvalificirane osobe.

### **Besvjesno stanje**

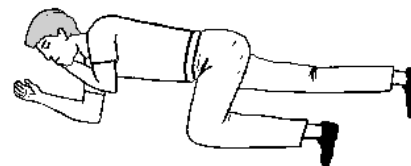
Besvjesno stanje je stanje u kojem unesrećeni ne reagira na vanjske podražaje, ali diše i srce mu radi. Provjera je li je osoba bez svijesti izvodi se postavljanjem jednostavnih pitanja i laganim štipanjem za kožu na ruci. Kod plićih gubitaka svijesti onesviješteni može pomicati pojedine dijelove tijela ili povraćati. Ako nema nikakve reakcije, osoba je u stanju gubitka svijesti.

#### **POSTUPAK:**

- **Pozvati liječničku pomoć**, ili ako je moguće, poslati nekoga da to učini da se ne gubi vrijeme.
- **Provjeriti disanje i krvotok** i po potrebi započeti postupak oživljavanja.
- Ako onesviješteni diše, **okrenuti ga u bočni položaj**, kako se ne bi ugušio vlastitim jezikom, povraćanim sadržajem i sl. Povremeno provjeravati disanje.
- Pokriti onesviještenog da se spriječi pothlađivanje.
- Onesviješteni se smije transportirati samo u ležećem bočnom položaju.
- **NE** pokušavajte onesviještenome davati hranu ili piće.
- **NE** ostavljajte onesviještenog bez nadzora.

**Bočni položaj.** Redoslijed postupaka pri postavljanju u bočni položaj:

1. savijemo ruku unesrećenoga s one strane na koju ga okrećemo
2. hvatajući ga za ruku i koljeno okrećemo ga na bok
3. postavljamo gornju ruku (šaku) pod lice te ako treba popravimo položaj nogu, tako da donja bude ispružena, a gornja skvrčena



### **Opeklina**

Opeklina su ozljede uzrokovane toplinom, tj. visokom temperaturom ili kemijskim tvarima te zračenjem. Njihova težina ovisi o zahvaćenoj površini tijela i dubini oštećenja tkiva.

**Gašenje vatre na čovjeku.** Osobe sa zapaljenom odjećom često u panici trče, čime se vatra još više rasplamsava. Potrebno je leći na zemlju i valjati se. Vatru na čovjeku možemo gasiti dekom, kaputom, vodom i protupožarnim aparatima na halone ili prah ( $\text{NaHCO}_3$ ), pazeći da ne prskamo u oči. Ne smije se koristiti protupožarni aparat na ugljični dioksid ( $\text{CO}_2$ ).

- Opečeno mjesto treba **ohladiti** da se spriječi prodiranje topline u dubinu tkiva stavljanjem pod **tekuću hladnu vodu 10 do 20 min** ili uranjanjem u hladnu vodu.
- Istodobno treba **brzo skinuti sve predmete koji okružuju ozlijeđene dijelove** (prsten, sat, odjeću), prije nego opečeni dijelovi počnu oticati. Ako se zbog oteklina prsten više ne može skinuti, treba ga prerezati.
- Komadi tkanine koji su zalijepljeni za kožu **ne smiju se nasilno odvajati**, osim kod opeklinama kemikalijama.
- Nakon što je opečeno mjesto ohlađeno, treba **staviti sterilnu aluplast foliju ili sterilnu gazu**. Sterilna gaza ili aluplast folija mora potpuno prekriti ozljedu.
- Ako je opečena velika površina ruke ili noge, imobilizirajte ozlijeđeni ud.
- Ako je prijevoz do bolnice dugotrajan, dajte ozlijeđenome da pije tekućinu (alkohol je zabranjen).
- **NE** stavljajte na opeklina nikakve masti, ulje niti prašak. **NE** bušite mjehure na opeklinama.

### **Oživljavanje**

Oživljavanje je prva pomoć u slučaju prividne smrti. Prividna smrt je stanje kada unesrećeni ne diše i kad mu ne radi srce, ali nema sigurnih znakova smrti. Oživljavanje treba započeti odmah na mjestu nesreće s primjenom slijedećih metoda:

- umjetno disanje u slučaju prestanka disanja,
- kombinirane metode oživljavanja u slučaju prividne smrti.

U tim slučajevima treba hitno i obavezno obavijestiti zdravstvenu ustanovu. Vremenski period koji protekne od prestanka disanja i/ili srčanog rada do odumiranja moždanih stanica je varijabilan, najčešće iznosi 3-5 minuta, ali može biti i dulji.

### **Umjetno disanje**

Okrenuti onesviještenog na leđa i zabaciti mu glavu podižući bradu prstima jedne ruke dok drugom rukom treba pritisnuti čelo. Usta moraju biti otvorena. Ovim postupkom korijen jezika se odmiče od stražnje stjenke ždrijela, čime se osigurava prohodnost dišnog puta. Ponekad se mora odstraniti iz usta zubna proteza ili povraćeni sadržaj. To je najlakše učiniti prstom umotanim u maramicu ili gazu. Nikad ne davati umjetno disanje usta na usta ili usta na nos osobi koja još uvijek diše. Da bi ste provjerili postoji li normalno disanje, približite svoj obraz ustima i nosu onesviještenog. Istovremeno oslušajte zvukove disanja i promatrajte dišne pokrete na prsima i trbuhu onesviještenog. Ako onesviještena osoba ne diše, treba započeti s metodom umjetnog disanja. Umjetno disanje obično počinjemo s nekoliko brzih upuhivanja i nastavljamo u ritmu normalnog disanja.

**Umjetno disanje "usta na nos".** Kleknite pored onesrećenog. Zabacite mu glavu i oslobodite dišne putove. Zatvorite usta onesrećenog. Prstima jedne ruke podižite mu bradu i gurajte naprijed zatvarajući mu usta, a drugom rukom na čelu pomozite zabaciti glavu. Udahnite zrak. Svojim usnama obuhvatite nos onesrećenoga i upušite zrak te pri tome promatrajte diže li se prsni koš. Dignite svoju glavu i udahnite svježi zrak, pri čemu će onesrećenom upuhani zrak slobodno izaći. Ponavljajte postupak u ritmu normalnoga disanja.

**Umjetno disanje "usta na usta".** Kleknite pored onesrećenog. Zabacite mu glavu i oslobodite dišne putove. Zatvorite usta onesrećenog. Jednom rukom potiskujte mu čelo prema dolje, ujedno mu prstima zatvarajući nos. Drugu ruku stavite na bradu ili pod vrat onesrećenoga i podizanjem vrata pomozite zabaciti glavu. Udahnite zrak. Svoja usta prislonite uz usne onesrećenoga i upušite zrak te pri tome promatrajte diže li se prsni koš. Dignite svoju glavu i udahnite svježi zrak, pri čemu će onesrećenom upuhani zrak slobodno izaći. Ponavljajte postupak u ritmu normalnoga disanja.

### **Kombinirana metoda oživljavanja**

U slučaju da istovremeno prestane disanje i rad srca treba primijeniti kombiniranu metodu, što znači da se naizmjenično vrši umjetno disanje i vanjska masaža srca. Sve reanimacijske radnje može provoditi jedna osoba, ali je poželjno da oživljavanje izvode dvije osobe, od kojih jedna izvodi umjetno disanje, a druga masažu srca. Ako je prisutno više spašavatelja, trebali bi se zamjenjivati svake 1-2 minute kako bi spriječili umaranje. Reanimacija započinje s trideset pritisaka masaže srca i dva upuhivanja. Postupak se ponavlja dok se ne uspostavi normalan rad srca i pluća ili dok ne stigne liječnik.

**Vanjska masaža srca.** Bolesnik mora ležati na tvrdoj ravnoj podlozi. Odjeću nije potrebno skidati. Stavite korijen dlana na sredinu prsnog koša. Drugi dlan položite preko prvog. Prsti mogu biti isprepleteni ili ispruženi, ali ne smiju dodirivati stjenku prsnog koša. Laktovi spasioca moraju biti ispruženi, a ramena iznad mjesta pritiska. Pritisak treba biti brz i kratkotrajan, jačine prilagođene dobi i konstituciji bolesnika. Kod odrasle osobe prsna kost se mora udubiti za 4 -5 cm. Slijedi popuštanje pritiska kako bi se prsni koš svojom elastičnošću vratio u prvobitni oblik. Pri tome ne smijemo odvajati dlanove od stjenke prsnog koša. Tijekom čitavog ciklusa pritiskanja i popuštanja laktovi spasioca trebaju biti ispruženi, a dlanovi u kontaktu s prsnim košem. Masaža se izvodi brzinom od oko 100 pritisaka u minuti. Nakon trideset pritisaka prijedite na umjetno disanje.

Povremeno kontrolirati veličinu zjenica koje su već nakon jedne do jedne i pol minute proširene nakon prekida moždane cirkulacije. Njihovo smanjenje predstavlja dodatni znak učinkovitosti masaže srca i moždanog protoka. Brzo sužavanje zjenica tijekom reanimacije znak je da nema težih oštećenja mozga, a ako se proširene zjenice ne smanjuju, masaža nije odgovarajuća. **Nikad ne masirati srce osobi ako ima puls, pa makar i jedva osjetan!**

### **Najčešće pogreške pri postupku oživljavanja**

- Glava nije dovoljno zabačena ili brada nije dovoljno podignuta - dišni put ostaje zatvoren.
- Upuhivanje je prebrzo i presnažno - zrak će ulaziti u želudac umjesto u pluća.
- Nos bolesnika nije začepljen - zrak koji upuhujete na usta izlaziti će kroz nos.
- Pritisak je preslab ili prejak – ako je preslab, učinak masaže je slabiji, a prejak povećava rizik od ozljede.
- U fazi popuštanja pritiska spasilac odvaja dlanove od stjenke prsnog koša – ograničen povrat krvi u srce.

### **Kada ne započinjati postupak oživljavanja**

- Kada je prošlo više od 10 minuta od zastoja disanja ili srčanog rada. Izuzetak su stanja pothlađenosti onesrećenog kada oživljavanje može biti uspješno i nakon znatno duljeg vremena.
- Kada je zastoj disanja i srčanog rada prouzrokovan teškom ozljedom koja je nespojiva sa životom.

Po završenom uspješnom oživljavanju ozlijeđeni često ostaje u nesvjesnom stanju, pa mu i dalje prijete smetnje pri disanju i radu srca. Od tih opasnosti štitimo ga postavljanjem u bočni položaj. Kada ozlijeđeni dođe k svijesti, pruža mu se prva pomoć i za eventualne druge ozljede.

VATROGASNI APARAT SE NALAZI PORED ULAZNIH VRATA.

ORMARIĆ PRVE POMOĆI POSTAVLJEN JE NA VIDNOM MJESTU PORED ISPITNE STANICE. KLJUČ SE NALAZI KLJUČANICI ORMARIĆA.

U SLUČAJU DA PRIJETI OPASNOST PO ŽIVOT, ZDRAVLJE I IMOVINU, BEZ ODLAGANJA ISKLJUČITI NAPAJANJE ISPITNE STANICE ISKLJUČIVANJEM GLAVNE SKLOPKE NA ISPITNOM PULTU. OBAVEZA JE SVAKOG DA SUDJELUJE U SPAŠAVANJU LJUDI I IMOVINE. PRIORITET IMA SPAŠAVANJE LJUDI.

UDAR ELEKTRIČNOM STRUJOM I SVAKA DRUGA OZLJEDA MORAJU SE PRIJAVITI NASTAVNIKU ILI DRUGOJ ODGOVORNOJ OSOBI. OBAVEZNO JE OBAVJEŠTAVANJE STANICE JAVNE SIGURNOSTI (telefon 92) I INSPEKTORA RADA OPĆINE OSIJEK, AKO SE DOGODI SMRT, TEŽA OZLJEDA ILI ISTOVREMENA OZLJEDA VIŠE OD JEDNOG ČOVJEKA. U TOM SLUČAJU TREBA OBAVIJESTITI I ODGOVORNU OSOBU ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA OSIJEK.

#### **4. NAČIN RADA U LABORATORIJU ZA ELEKTIČNE STROJEVE I ELEKTROMOTORNE POGONE**

Laboratorij električnih strojeva organiziran je tako da omogućava demonstriranje i ispitivanje fizikalnih svojstava električnih strojeva, kao i ponašanje raznih vrsta električnih strojeva bez dugotrajnih priprema. Ispitivani strojevi su agregatirani, tj. svaka vrsta stroja mehanički je spojena na odgovarajući pogonski ili opteretni stroj na zajedničkom postolju. Priključne stezaljke agregata izvedene su na posebnom polju ispitnog pulta ili na samom agregatu. Na ispitnom pultu nalaze se i paneli s priključcima za dovod el. energije, panel za terećenje, panel frekvencijskog pretvarača, panel pomoćnih napona za dodatne mjerne instrumente i dr.

##### **4. 1. Opća pravila o ponašanju u laboratoriju**

**Teški prekršaji** reda u laboratoriju, zbog kojih će prekršitelj biti udaljen iz laboratorija uz poduzimanje daljnjih disciplinskih mjera:

- pristupanje radu u laboratoriju ne poznavajući ova pravila, kao i osnovne pojmove o mjerenjima koja treba izvršiti,
- prekoračivanje ovlaštenja i zanemarivanje dužnosti koje proizlaze iz ovih pravila,
- namjerno zanemarivanje upozorenja i uputa o opasnostima u laboratoriju i mjerama sigurnosti,
- odbijanje koordinacije s ostalima koji rade u laboratoriju,
- diranje i baratanje nepoznatim dijelovima postrojenja, uređajima i instrumentima, bez ovlaštenja,
- diranje i vršenje bilo kakovih zahvata u tuđim mjernim rasporedima, bez znanja onoga tko ih je složio,
- diranje, premještanje ili bilo kakove promjene na pločicama i upozorenjima koje su drugi postavili, bez ovlaštenja osobe koja ih je postavila,
- površan i neodgovoran rad kod mjerenja i priprema,
- namjerno ili lakoumno oštećenje uređaja, instrumenata ili predmeta u laboratoriju,
- namjerno zatajivanje ili neprijavlivanje nastalih šteta i primijećenih neispravnosti.



Uvjet **puštanja na rad** u laboratoriju je upoznavanje s ovim pravilima i njihovo prihvaćanje te potvrda toga potpisom.

**Prije početka rada na ispitnoj stanici studenti moraju proučiti pravila za siguran rad, a tijekom rada na ispitnoj stanici primjenjivati upute za izvođenje laboratorijskih vježbi.**

## 4. 2. Upute za rad na ispitnoj stanici

### 4. 2. 1. Uvod

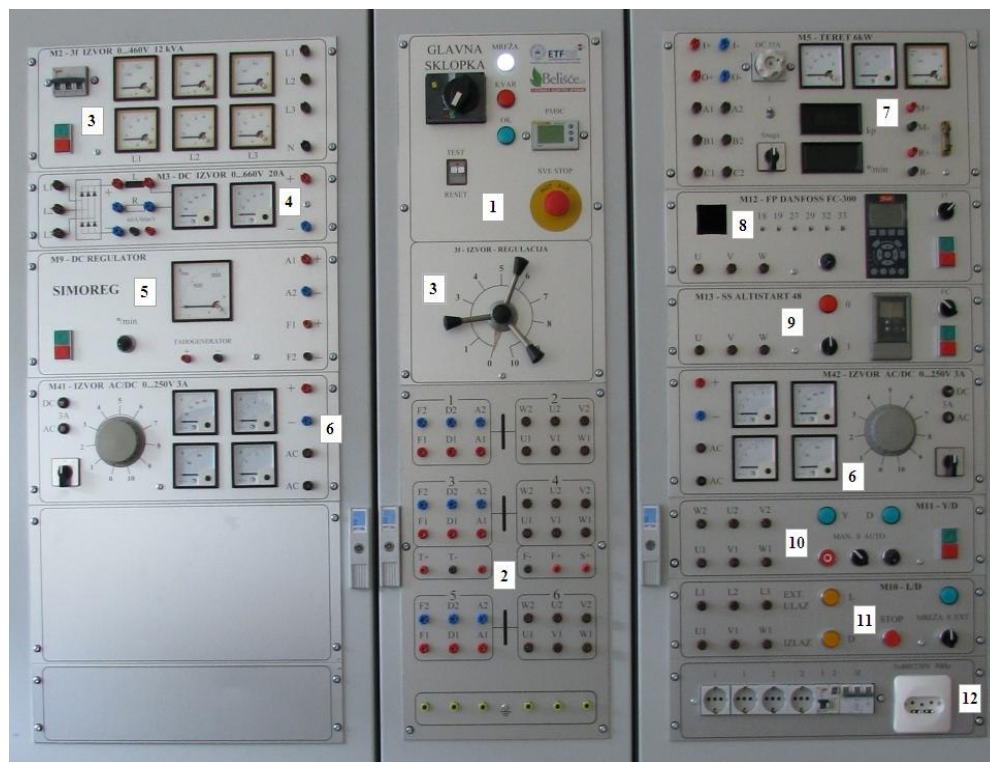
Ispitna stanica je centralni dio laboratorija za električne strojeve i pogone, na kojima studenti praktično provjeravaju teorijska znanja iz kolegija Osnove električnih strojeva, Električni strojevi, Osnove električnih pogona, Električni pogoni te Elektromotorni pogoni. Također se upoznavaju s laboratorijskim metodama rada. Ispitnu stanicu možemo promatrati sastavljenu od tri cjeline:

- Upravljački pult s glavnom sklopkom, izvorima glavnog i pomoćnih napona, modulom za terećenje, priključcima ispitivanih strojeva, itd.
- Tri grupe mehanički spregnutih strojeva (istosmjerni, asinkroni i sinkroni strojevi).
- Dodatni mjerni instrumenti i uređaji te PC računalo, koji se postavljaju na radni stol ovisno o potrebama svake vježbe zasebno.

### 4. 2. 2. Upravljački pult

Upravljački pult je centralni dio ispitne stanice, a sastoji se od pojedinačnih modula:

1. Glavna sklopka, kojom se kompletan upravljački pult i ispitna stanica prikapčaju, odnosno iskapčaju s mrežnog napona 3x400/230 V 50 Hz;
2. Modul s priključcima strojeva;
3. Modul glavnog izvora trofaznog izmjeničnog napona;
4. Modul izvora istosmjernog napona;
5. Modul s regulatorom za istosmjerne strojeve SIMOREG;
6. Modul pomoćnog izvora izmjeničnog i istosmjernog napona (2 kom.);
7. Modul za terećenje s instrumentima za mjerenje momenta i broja okretaja dinamovage;
8. Modul za upravljanje frekvencijskim pretvaračem Danfoss FC-302;
9. Modul za upravljanje upuštačem Altistart 48;
10. Modul za zalet asinkronog motora zvijezda/trokut;
11. Modul za promjenu smjera vrtnje izmjeničnog motora;
12. Modul pomoćnih napona za dodatne mjerne instrumente i uređaje;



Slika 2. Upravljački pult

#### 4. 2. 2. 1. Glavna sklopka



Slika 2. 1. Glavna sklopka

Glavnom sklopkom se kompletan upravljački pult (a time i ispitna stanica) priključuje odnosno isključuje s mrežnog napona.

Glavna sklopka ima tri položaja:

OFF – sklopka isključena;

Srednji položaj – došlo je do stanja kvara i prije ponovnog uključenja, sklopku treba postaviti u položaj OFF;

ON – sklopka uključena.

Tipke TEST i RESET služe za ispitivanje funkcionalnosti glavne sklopke.

PM9C je trofazni analizator ulaznih vrijednosti napona i struja.

SVE STOP ("NOT – AUS") je samoblokirajuće zakretno tipkalo kojom se kompletan upravljački pult isključuje s mrežnog napona u slučaju nužde. Kako je tipkalo samoblokirajuće, pri ponovnom pokretanju potrebno ga je vratiti u početni položaj.

Tri signalne lampice označavaju:

MREŽA – upravljački pult priključen na mrežni napon;

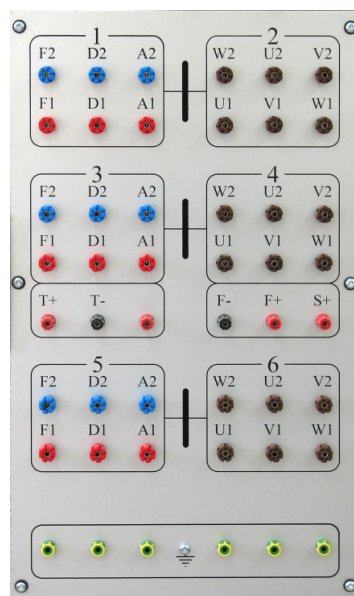
KVAR – dogodio se kvar na upravljačkom pultu;

OK – upravljački pult je uključen i u ispravnom stanju.

**UKOLIKO TIJEKOM RADA NA ISPITNOJ STANICI DOĐE DO UGRAŽAVANJA ŽIVOTA ILI ZDRAVLJA LJUDI, POŽARA ILI OPASNOSTI ZA IMOVINU, PRVO ISKLJUČITI GLAVNU SKLOPKU, A U HITNIM SLUČAJEVIMA TIPKALO SVE STOP!**

#### 4. 2. 2. Modul s priključcima strojeva

Na ovom modulu izvedeni su priključci strojeva na kojima se obavljaju laboratorijske vježbe. Raspored i oznake stezaljki je identični onima u priključnoj kutiji svakog stroja. Stvarna mehanička sprega pojedinih strojeva je na ovom modulu označena grafički.



##### Stroj 1 – istosmjerni generator Končar

Osnovni podaci: 230 V, 22.2 A, 5.1 kW

##### Stroj 2 – trofazni asinkroni motor Končar

Osnovni podaci: D 380 V, 8.6 A, 4 KW, 50 Hz

1435 okr./min,  $\cos\phi = 0.83$

##### Stroj 3 – istosmjerni motor Siemens IEC 112

Osnovni podaci: 460 (71-460) V, 13 A, 4.95 KW

##### Stroj 4 – trofazni sinkroni generator

Osnovni podaci: 8 kVA, Y 3x380V, 1500 min<sup>-1</sup>

U1, V1, W1 trofazni namot, U2, V2, W2 - zvjezdište

Pobuda 40 V, 1.76 A spaja se na stezaljke F+ i F-

##### Stroj 5 – istosmjerni stroj – dinamo-vaga

Osnovni podaci: 6,5 kW, 220 V, 36.5 A, 1460 min<sup>-1</sup>, uzbuda 220 V

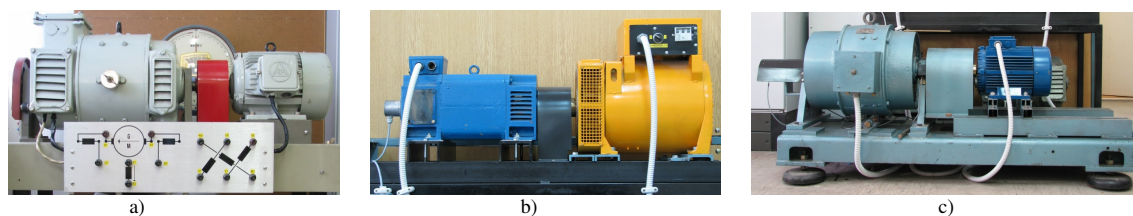
##### Stroj 6 – asinkroni stroj

Osnovni podaci: D/Y 380/660 V, 8.7/5 A, 4 kW, 50 Hz

1420 okr./min,  $\cos\phi = 0.82$

Stezaljke za uzemljenje dodatnih instrumenata i uređaja.

Slika 2. 2. Modul s priključcima strojeva



Slika 2. 3. Električni strojevi: a) prva grupa, b) druga grupa, c) treća grupa

#### 4. 2. 2. 3. Modul glavnog izvora trofaznog izmjeničnog napona

Služi za napajanje promjenjivim naponom trofaznih izmjeničnih strojeva. Sastoji se od trofaznog regulacijskog autotransformatora koji na izlazima L1, L2 i L3 preko osigurača može dati promjenjivi linijski napon 3 x 0...460V, uz maksimalnu struju do 20A. Modul se upravlja duplim tipkalom (zeleno tipkalo – uljučenje, crveno tipkalo – isključenje), a regulacija napona izvodi se zakretnom ručkom prikazanom na slici desno. Nakon uključivanja sklopke pogonski voltmetri pokazuju faznu veličinu izlaznog napona iz regulacijskog transformatora. Taj napon pojavljuje se na izlaznim stezaljkama samo ako je uključen automatski osigurač. Stezaljka 'N' je nulvodič mreže, odnosno zvjezdište regulacijskog autotransformatora. Prije prvog uključivanja modula potrebno je provjeriti položaj ručke autotransformatora (preporučljivo je da bude u položaju '0', da se uključanjem modula na izlaznim stezaljkama ne bi pojavio nepoznat napon).

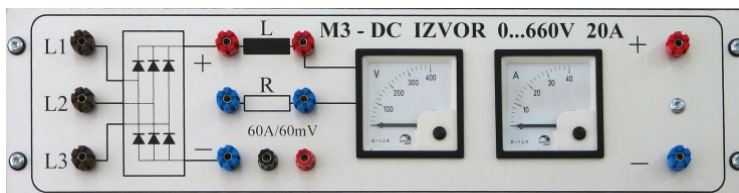


Slika 2. 4. Modul glavnog izvora trofaznog izmjeničnog napona

#### **4. 2. 2. 4. Modul izvora istosmjernog napona**

Na stezaljke L1, L2 i L3 modula 3 dovodi se trofazni izmjenični napon, koji se preko trofaznog Graetz ispravljača punovalno ispravlja. Ispravljeni napon se pojavljuje na stezaljkama '+' i '-'. Ovisno o načinu spajanja moguće je na izlazu dobiti punovalno ispravljen napon (na stezaljkama '+' i '-' na izlazu ispravljača) ili poluvalno ispravljen napon, koji se pojavljuje između stezaljke 'N' modula 2 (zvjezdište autotransformatora) i stezaljke '+' na izlazu ispravljača. Ispravljeni napon vodi se preko ugrađene prigušnice i ampermetra na izlaznu stezaljku '+'. Voltmetar mjeri istosmjerni napon na izlaznim priključcima. Na ovom izvoru može se podesiti istosmjerni 0 do 660 V uz struju do 20A.

Na ovom modulu ugrađen je i shunt 60A/60mV predviđen za mjerenje istosmjernih struja do 60A, koje nije moguće direktno mjeriti univerzalnim instrumentima. Ukoliko se na lijevu stezaljku shunta spoji stezaljka '-' s izlaza ispravljača, na izlazu modula će se pojaviti punovalno ispravljeni napon do 600 V. Ukoliko se na lijevu stezaljku shunta spoji stezaljka 'N' modula 2, na izlazu modula će se pojaviti poluvalno ispravljeni napon do 300 V.



Slika 2. 5. Modul izvora istosmjernog napona

#### **4. 2. 2. 5. Modul s regulatorom za istosmjerne strojeve SIMOREG**

Modul, a i sam regulator, uključuje se pomoću duplog tipkala (zeleno tipkalo – uljučenje, crveno tipkalo – isključenje) koja je smještena na lijevoj strani modula. Brzina vrtnje motora se zadaje pomoću potenciometra. Motor se priključuje na izlaze modula 'A1' i 'A2' (armaturni krug) te 'F1' i 'F2' (uzbudni krug). Također je potrebno obavezno spojiti stezaljke tahogeneratora s istoimenim stezaljkama tahodinama na stroju br. 3. Putem ove veze ostvaruje se povratna veza po brzini. Stvarna brzina motora se može očitati na analognom instrumentu iznad navedenih stezaljki.

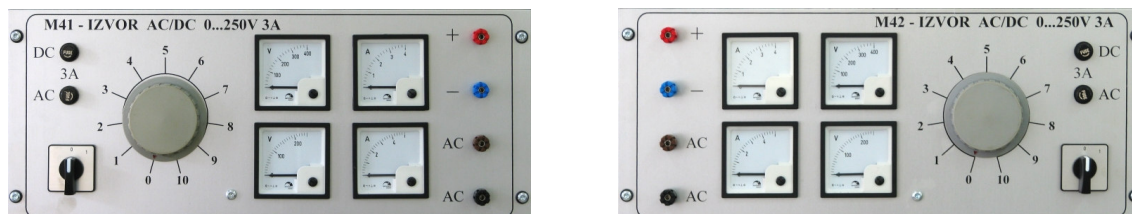


Slika 2. 6. Modul s regulatorom za istosmjerne strojeve SIMOREG

#### **4. 2. 2. 6. Modul pomoćnog izvora izmjeničnog i istosmjernog napona**

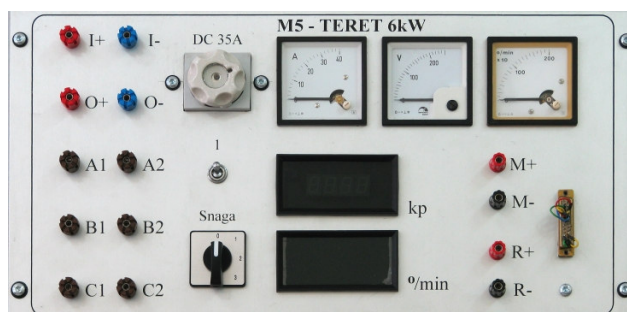
Na ispitnom pultu postoje 2 ovakva modula. Služe za napajanje promjenjivim jednofaznim naponom 0...250V, 3A, odnosno istosmjernim naponom 0...250V, 3A. Istosmjerni napon se najčešće koristi za napajanje uzbudnih namota istosmjernih strojeva. Sastoji se od odvojnog regulacijskog transformatora koji se uključuje sklopkom, a na izlazu L1 i N, preko osigurača AC i ampermetra, može dati promjenjivi izmjenični napon. Regulacija napona izvodi se zakretanjem dugmeta 0...100 %.

Napon, prisutan na stezaljkama L1 i N, spojen je istovremeno i na punovalni ispravljač koji predstavlja izvor istosmjernog napona. Ispravljeni napon vodi se preko osigurača DC i ampermetra na stezaljke '+' i '-'.



Slika 2. 7. Moduli pomoćnog izvora izmjeničnog i istosmjernog napona

#### **4. 2. 2. 7. Modul za terećenje s instrumentima za mjerenje momenta i broja okretaja dinamovage**



Slika 2. 8. Modul za terećenje s instrumentima za mjerenje momenta i broja okretaja dinamovage

Ovaj modul prvenstveno je namijenjen za rad, kada dinamovaga služi za terećenje ispitivanog stroja, ali pojedini se elementi koriste i pri drugim vježbama. Kod vježbi, kad dinamo-vagom teretimo ispitivani stroj, na stezaljke I+ i I- spajamo armaturni namot dinamo-vage (stroj br. 5). Plus pol (+) stezaljki spojen je preko osigurača DC 35 A i ampermetra stezaljku O+. Stezaljke I- i O- međusobno su kratko spojene. Voltmetar pokazuje istosmjerni napon na stezaljkama O+ i O-. Na drugom kraju osovine dinamo-vage spojen je mali tahogenerator koji daje napon proporcionalan broju okretaja. Taj napon je prisutan na stezaljkama R+ i R- i ima polaritet ovisan o smjeru vrtnje, a koristi ga i analogni instrument koji prikazuje brzinu motora, neovisno o smjeru vrtnje. Neovisno o ovom mjerenju brzine vrtnje, postoji još jedan sustav za mjerenja brzine vrtnje s digitalnim prikazom, koji je znatno precizniji (digitalno mjerenje impulsa s Quarz kontroliranom vremenskom bazom).

Jedinica za terećenje sastoji se od 3 grupe (A, B, C) otpornika, kojima se preklopkom 'Snaga' u 4 stupnja može birati otpor za svaku grupu. Svaki stupanj u grupi ima otpor 91,6  $\Omega$  i može se trajno opteretiti s 2,3A, što je približno 500W pri naponu 220V. Preklopkom 'Snaga' te otpornike spajamo paralelno, tako da kod 220 V svaka grupa predstavlja u položaju:

- 1 - opterećenje od približno 500 W ili ukupno 3x500 W za sve 3 grupe
- 2 - opterećenje od približno 1000 W ili ukupno 3x1000 W za sve 3 grupe
- 3 - opterećenje od približno 1500 W ili ukupno 3x1500 W za sve 3 grupe
- 4 - opterećenje od približno 2000 W ili ukupno 3x2000 W za sve 3 grupe

Kod terećenja dinamo-vage, sve tri grupe (A, B i C) spajamo paralelno, te ih priključujemo na stezaljke O+ i O-, čime postizemo maksimalno terećenje od približno 6000W u položaju 4 preklopke 'Snaga'.

Davač momenta daje napon koji je linearno proporcionalan momentu koji djeluje na stator dinamo-vage (opteretni generator). Davač je umjeren tako da za pritisak koji odgovara masi od 20 kp pokazuje napon od 2 V. Napon je dostupan na stezaljkama M+ i M-, a digitalni pokazivač na pultu prikazuje pri tome iznos u kilopondima. Da bismo dobili iznos momenta u Nm trebamo kiloponde pomnožiti s akceleracijom sile teže  $g$  i duljinom kraka dinamo-vage  $l$ , koja u ovom slučaju iznosi 0,477 m.

$$M = F \cdot l = m \cdot g \cdot l = m \cdot 9,81 \cdot 0,477 = m \cdot 4,679 \quad [ \text{Nm} ]$$

#### **4. 2. 2. 8. Modul za upravljanje frekvencijskim pretvaračem Danfoss FC-302**



Slika 2. 9. Modul za upravljanje frekvencijskim pretvaračem Danfoss FC-302

Na modulu za upravljanje frekvencijskim pretvaračem nalazi se sučelje samog pretvarača s digitalnim pokaznikom s funkcijskim tipkama. Tipkala 18 do 33 spojena su na istoimene digitalne ulaze frekvencijskog pretvarača i pomoću njih je moguće programirati naprednije upravljanje radom motora. Potencijometar služi za ručno zadavanje referentne brzine. Stezaljke U, V, W su izlazi frekvencijskog pretvarača. Sklopka 37 povezana je sa digitalnim ulazom 37, koji predstavlja sigurnosni prekidač. Ukoliko je sklopka 37 isključena, pretvarač se može programirati, ali se na izlaznim stezaljkama ne pojavljuje napon. Cijeli modul se uključuje duplim tipkalom (zeleno tipkalo – uljučenje, crveno tipkalo – isključenje) smještenom ispod sklopke 37.

#### **4. 2. 2. 9. Modul za upravljanje upuštačem Altistart 48**



Slika 2. 10. Modul za upravljanje upuštačem Altistart 48

Na modulu za upravljanje upuštačem Altistart 48 nalazi se sučelje samog upuštača s digitalnim pokaznikom s funkcijskim tipkama, zakretnim tipkalom za pokretanje i zaustavljanje ('0' / '1'), signalnim svjetlom (crveno) za dojavu greške i funkcijskom zakretnom tipkom FC. Stezaljke U, V, W su izlazi frekvencijskog pretvarača.

#### **4. 2. 2. 10. Modul za zalet asinkronog motora zvijezda/trokut**



Slika 2. 11. Modul za zalet asinkronog motora zvijezda/trokut

Modul se uključuje duplim tipkalom (zeleno tipkalo – uljučenje, crveno tipkalo – isključenje) smještenim na modulu krajnje desno. Izlazne stezaljke modula (U1, V, W1) se priključuju na istoimene stezaljke motora. Uključenjem modula, motor se pokreće u spoju zvijezda, što signalizira lampica 'Y'. Način prespajanja u spoj trokut (kojeg signalizira lampica 'D') određen je položajem zakretnog tipkala. U položaju 'AUTO' zatezanje vremena prespajanja izvedeno je pomoću vremenskog releja (od 0 do 10 s), a podešavanje vremena izvodi se vanjskim potencijometrom. U položaju 'MAN' prespajanje se vrši pritiskom tipkala (crveno sa oznakom '0').

#### **4. 2. 2. 11. Modul za promjenu smjera vrtnje izmjeničnog motora**



Slika 2. 12. Modul za promjenu smjera vrtnje izmjeničnog motora

Modul se uključuje pomoću sklopke smještene krajnje desno, na kojoj se odabire i vrsta napajanja. Zelena lampica signalizira je li modul uključen. 'MREŽA' označava napajanje trofaznim mrežnim naponom, a 'EXT.' vanjsko napajanje. Ukoliko je odabrano mrežno napajanje, potrebno je samo priključiti stezaljke motora na izlazne stezaljke modula (U1, V1, W1). Ako je odabrano vanjsko napajanje, na stezaljke 'EXT. ULAZ' potrebno je dovesti trofazni napon. Pokretanje motora se vrši pomoću tipkala 'L' ili 'D', ovisno o željenom smjeru vrtnje motora, a potvrda uključjenja i odabrani smjer signalizira se signalnom lampicom u tipkalu. Motor se zaustavlja pomoću tipkala 'STOP'.

#### **4. 2. 2. 12. Modul pomoćnih napona za dodatne mjerne instrumente i uređaje**



Slika 2. 13. Modul pomoćnih napona za dodatne mjerne instrumente i uređaje

Na ovom modulu nalaze se četiri jednofazne i jedna trofazna utičnica za napajanje dodatnih mjernih instrumenata i uređaja. Utičnice se uključuju uklapanjem odgovarajućih osigurača. Osigurači 1 i 2 štite istoimene jednofazne utičnice, a osigurač 3f štiti trofaznu utičnicu.



ZAVOD ZA ELEKTROSTROJARSTVO

**Katedra za električne strojeve i energetska elektroniku**

Laboratorij za električne strojeve i pogone

## UPUTE ZA SIGURAN RAD U LABORATORIJU ZA ELEKTRIČNE STROJEVE I POGONE

Pristup u laboratorij imaju samo za to kvalificirane osobe uz posebno odobrenje voditelja laboratorija, laboranta, asistenta ili druge ovlaštene osobe. Studenti koji obavljaju vježbe, rade diplomski ili završni rad u laboratoriju, smiju tamo boraviti samo u prisustvu asistenta ili laboranta kojeg je odredio asistent. Potpisivanjem "izjave" uz **Upute za siguran rad u laboratoriju** i **Upute za rad na ispitnoj stanici u laboratoriju za električne strojeve i pogone**, koje su studenti dobili prije potpisivanja izjave, smatraju se kvalificiranim osobama za rad u laboratoriju.

Ova izjava važi za sve predmete na *prediplomskom*, *diplomskom* i *stručnom studiju* na kojima se izvode laboratorijske vježbe u Laboratoriju za električne strojeve i pogone.

## IZJAVA

**Izjavljujem da su mi poznate opasnosti rada u laboratoriju, te da sam svjestan mjera koje trajno trebam poduzimati za sigurnost života, zdravlja i imovine.**

**Student** \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_  
**Potpis:** \_\_\_\_\_

**Broj indeksa:** \_\_\_\_\_

**Godina studija:** \_\_\_\_\_

**U Osijeku :** \_\_\_\_\_



## 5. ZADATAK

1. Utvrditi položaj vatrogasnog aparata i kutije prve pomoći u laboratoriju.
2. Prepoznati i pokazati pojedine dijelove ispitne stanice.
3. Prepoznati i pokazati pojedine dijelove upravljačkog pulta.
4. Priključiti mjerne instrumente te izmjeriti napon pojedinih izvora upravljačkog pulta.
5. Prepoznati pojedine električne strojeve koji se nalaze u laboratoriju.

## 6. ZAPAŽANJA I KOMENTAR