

Električne instalacije i osvjetljenje Projekat I

Odsjek: Energetika i automatika

Semestar: V

Broj časova: 1(predavanja) + 0 + 0 + 2(izrada projekta)

Nastavnik: Prof. dr Milovan Radulović

Saradnici: Dr Martin Čalasan MSc Luka Lazović,

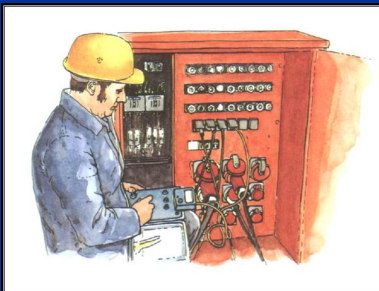
Literatura:

Milan S. Jovanović: ELEKTRIČNE INSTALACIJE I

Miomir Kostić: TEORIJA I PRAKSA PROJEKTOVANJA
ELEKTRIČNIH INSTALACIJA

Milo Mišković: ELEKTRIČNE INSTALACIJE I OSVETLJENJE

1



Oblici provjere znanja i ocjenjivanje:

1. Testovi 5 puta , svaka provjera do 3 boda (15 bodova)
2. Provjera nivoa izrade projekta prema zadatoj dinamici 2 puta tokom semestra, svaka provjera do 30 bodova (60 bodova). Obuhvata ocjenu kvaliteta predloženog rješenja, projektne dokumentacije, prisustvo vježbama, aktivnost na časovima vježbi i poštovanje predviđenih termina izrade dijelova projekta.
3. Završni ispit – završni test (25 bodova) **OBAVEZAN !!!!!**

Program kursa

- Definicija i vrste električnih instalacija
- Potrošači električne energije
- Priroda i izvori svjetlosti
- Fotometrijske veličine i proračuni
- Projektovanje i izvođenje električnih instalacija
- Osnovne komponente električnih instalacija
- Izbor, razmještaj i povezivanje električnih komponenti u električnim instalacijama
- Električni proračuni

.....

3

Program kursa

.....

- Uzemljenje
- Zaštitne mjere: Zaštita od direktnog i indirektnog dodira
- Zaštitno uzemljenje, nulovanje, sistem zaštitnog voda, dodatne mjere zaštite.
- Priključak na elektrodistributivnu mrežu
- Razvodni punktovi i mjerenje
- Zaštita objekata od atmosferskog pražnjenja
- Gromobranska instalacija
- Električne instalacije slabe struje

4



Struja može da ubije

Statistika u USA:

- 200.000 električnih akcidenata
- 150.000 požara usled električnih akcidenata
- 700 poginulih usled električnih akcidenata
- Treći uzročnik smrti na radnom mestu

5

Definicija i vrste električnih instalacija

- U cilju korišćenja električne energije za različite namjene neophodno je da postoje:
 - izvori električne energije ili informacija
 - prijemnici i
 - sredstva za njihov prenos od izvora do prijemnika
- Sredstva za prenos električne energije ili informacija kroz objekat se predstavljaju Električnim instalacijama (EI).
- EI se sastoje iz skupa provodnika i drugih električnih komponenti koje omogućavaju siguran i kvalitetan prenos električne energije ili informacije do prijemnika

6

Definicija i vrste električnih instalacija

- **NISKONAPONSKOM MREŽOM** smatraju se strujni krugovi od izvora struje do sabirnica, odnosno priključka za osigurač na kućnom priključnom ormariću (KPO) s nazivnim naponom do 1 kV.
- **ELEKTRIČNOM INSTALACIJOM** smatraju se strujni krugovi poslije (gledajući u smjeru toka električne energije) sabirnica, odnosno od osigurača na KPO.
- moderni razvoj sve više briše razlike u izvedbi između NN mreže i instalacije (npr. vršno opterećenje naselja s cca. 5000 stanovnika iznosi 4-5 MW, a toliko je npr. vršno opterećenje veće poslovne zgrade)

7

Definicija i vrste električnih instalacija

- Elektroenergetske instalacije čine svi dijelovi, koji predstavljaju funkcionalnu cjelinu, počevši od mjesta napajanja objekta električnom energijom.
- Elektroenergetske instalacije mogu se podijeliti u tri grupe (prema naponu između faznog i nultog provodnika):
 - visokog napona (3, 6, 10, 20, 35, 110, 220, 380 kV)
 - niskog napona (niži od 250V) u domaćinstvu
 - malog napona (nije veći od 50 V između bilo koja dva provodnika) signalizacija, telekomunikacije i električne ograde za stoku

8

Definicija i vrste električnih instalacija

PODJELA po tipu:

Instalacije jake struje

osvjetljenja- cilj im je da se u objektu dobije vještačko osvetljenje za normalan rad

priključnica- u prostorijama gdje je neophodan priključak za uređaje i aparate koji mogu biti pokretni i stabilni.

motornog pogona
Građevinske

Pomoćnih izvora električne energije dizel elektr. ,benzinski agregati, ručni ili nožni agregati i akumulatorske baterije

Instalacije zaštite

- **Zaštita od napona dodira**
- **Zaštita od udara groma u objekat ili vazdušni vod**
- **Zaštita od eksplozije plinova**

Specijalne instalacije

9

Definicija i vrste električnih instalacija

• U sistemima za proizvodnju, prenos i distribuciju električne energije koriste se viši radni naponi nego u električnim instalacijama kako bi se smanjili gubici.

• Prijemnici električne energije se obično izrađuju za niže radne napone do 1000V iz razloga jednostavnije i sigurnije konstrukcije i veće bezbjednosti.

• U sistemima za proizvodnju prenos i distribuciju električne energije, kao i u električnim instalacijama koristi se trofazni sistem naizmjeničnog prostoperiodičnog napona učestanosti 50Hz. U djelovima gdje je napon iznad 1000V koriste se tri provodnika, a u onim sa naponom ispod te vrijednosti četiri.

• Sistem sa četiri provodnika ima svoj podsistem sa dva provodnika, fazom i nulom, koji predstavlja jednofazni sistem.

10

Tabela 1. Vrste i namena električnih instalacija

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

Elektroenergetske instalacije	Telekomunikacione instalacije	Signalne instalacije	Gromobranske instalacije
Napajanje el. energijom domaćinstava, poslovnih prostora i industrije	Prijem ili razmena informacije na daljinu	Prenos signala	Zaštita od atmosferskog pražnjenja
• Električno osvetljenje • Elektromotorni pogoni • Elektrotermički potrošači • Elektrohemijski uređaji	• Telefonski razgovori • Kućni telefonski razgovori • Prijem radio i TV signala	• Kućna signalizacija • Hotelska signalizacija • Bolnička signalizacija • Zaštita od požara • Zaštita od provala	• Zaštita objekata i ljudi od šteta i opasnosti od udara groma

ELEKTOENERGETSKE INSTALACIJE

Po mestu primene:	Po nameni:	Prema načinu izvođenja:
• Instalacije u zgradama • Instalacije u industriji • Instalacije na poljoprivrednim objektima • Instalacije u prostorijama sa specifičnim uslovima • Instalacije u rudnicima sa podzemnom i površinskom eksploatacijom	• Instalacije za električno osvetljenje • Instalacije za elektromotorni pogon • Instalacije za elektrotermičke potrošače • Instalacije za elektrohemijske uređaje	• Goli vodovi • Instalacija pod malterom • Instalacija u malteru • Instalacija na odstoynim obujmicama (OG-instalacija) • Vodovi u podnim kanalima • Vodovi na nosećoj konstrukciji, betonskim kanalima, nosivom užetu i sl.

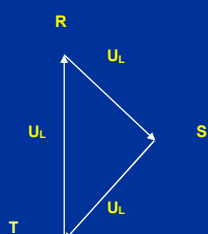
Grafički prikaz trofaznog sistema sa tri i četiri provodnika i njegovog jednofaznog podsistema

TROFAZNI TROPROVODNIČKI SISTEM



OZNAKA PO JUS-U

3 ~ 50 Hz, U_L

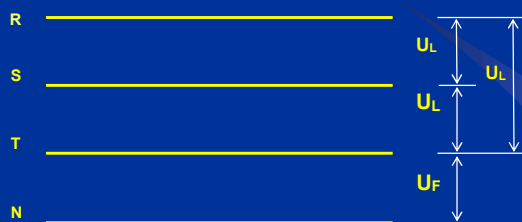


230/400 V

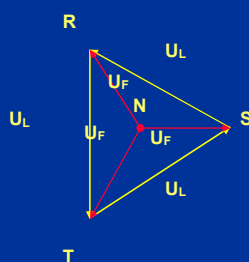
13

Grafički prikaz trofaznog sistema sa tri i četiri provodnika i njegovog jednofaznog podsistema

TROFAZNI ČETVOROPROVODNIČKI SISTEM



230/400 V



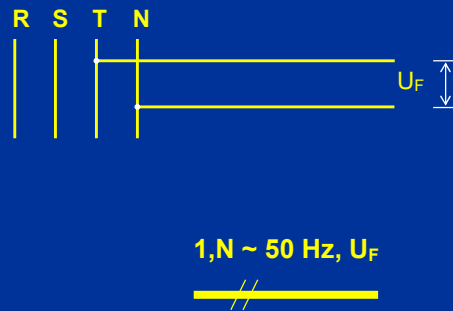
3, N ~ 50 Hz, U_L / U_F



14

Grafički prikaz trofaznog sistema sa tri i četiri provodnika i njegovog jednofaznog podsistema

JEDNOFAZNI DVOPROVODNIČKI SISTEM



230/400 V

15

Definicija i vrste električnih instalacija

Nominalne vrijednosti napona su referentne vrijednosti koje služe kao podaci za konstrukciju kako prijemnika tako i električnih komponenti i električne instalacije

Za dio sistema iznad 1kV~

380 kV, 220 kV, 110 kV, 35 kV, 20 kV i 10 kV (6 kV i 3 kV)

Za dio sistema ispod 1 kV~

380 V, 380 / 220 V i 220 V (900V i 600V)

230/400 V

Nominalna vrijednost jednosmjernog napona

440V, 220V i 110V

Naizmjenični i jednosmjerni naponi ispod 100V

48V, 24V, 12V i 6V – dvoprovodnički sistem

16

Znači trofazna NN mreža je četvorožična sa tri linijska i tri fazna napona:

$$U_{L1L2} = 400V$$

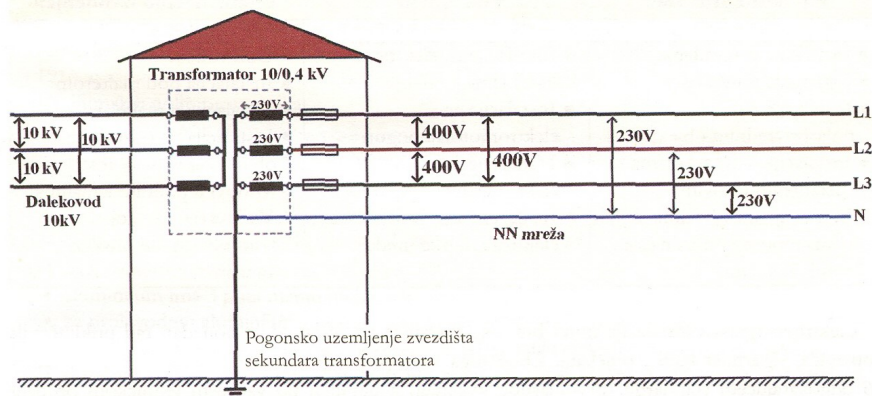
$$U_{LIN} = 230V$$

$$U_{L2L3} = 400V \quad \text{Linijski naponi}$$

$$U_{L2N} = 230V \quad \text{Fazni naponi}$$

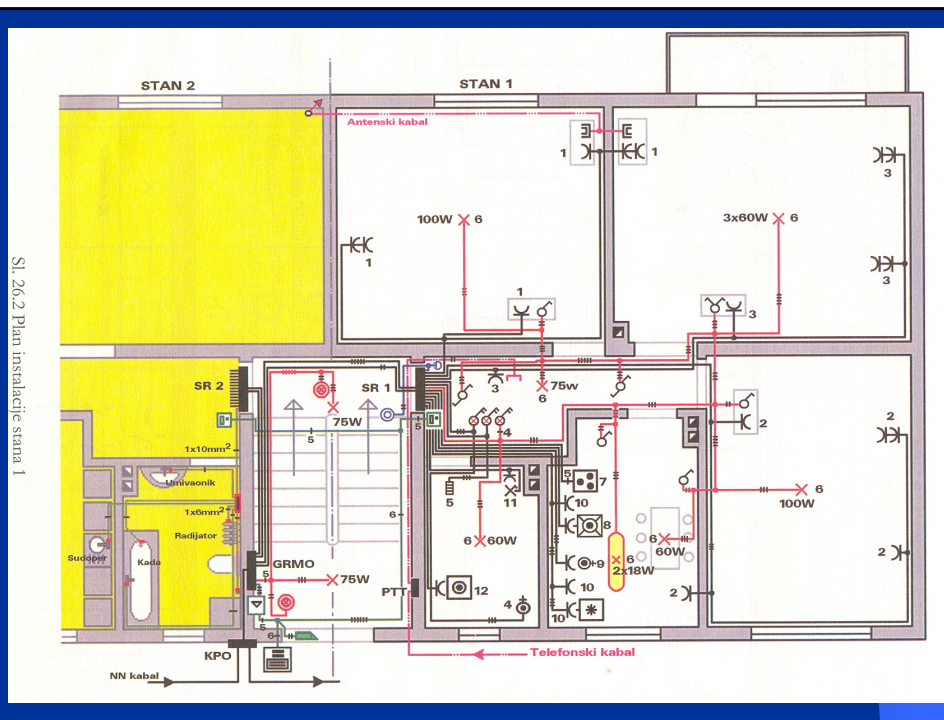
$$U_{L3L1} = 400V$$

$$U_{L3N} = 230V$$



Sl. 1 Standardna trofazna niskonaponska elektroenergetska mreža

17



Sl. 26.2 Plan instalacije stana 1

Prijemnici električne energije

Pretvaraju električnu u neki drugi oblik energije

– snaga P_d – energetski dobitak

ΣP_g – energetski gubitak

- stepen energetskog iskorišćenja $\eta = \frac{P_d}{P_d + \sum P_g}$

P_e – električna snaga prijemnika $P_e = \frac{P_d}{\eta}$

- potencijalni nivo

19

Sve potrošače električne energije možemo podijeliti u dvije grupe:

-**statičke** (grijalice, rešoe, pegle, sijalice,...) i

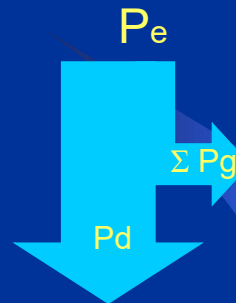
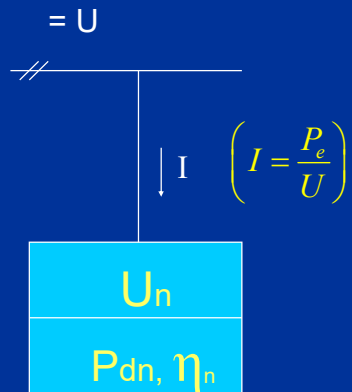
-**dinamičke** (asinhroni elektromotorni pogoni, reverzni tiristorski pogoni, elektrolučne i indukcijske peći,...)

Za dimenzionisanje električnih instalacija za napajanje prve grupe potrošača dovoljno je poznavati nominalne parametre.

Za drugu grupu potrebno je poznavati znatno više informacija.

20

Prijemnici električne energije

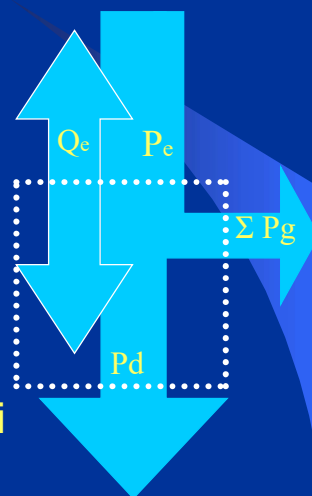
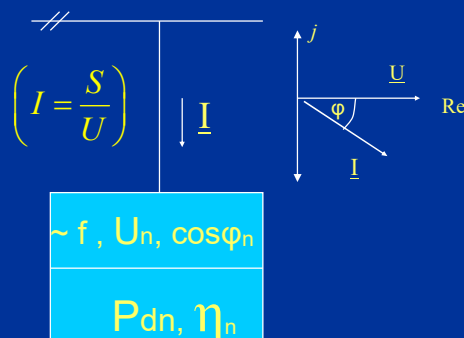


Prijemnik za jednosmjerni napon

21

Prijemnici električne energije

$1, N \sim f, U$



Prijemnik za jednofazni
naizmjenični napon

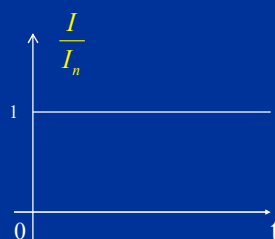
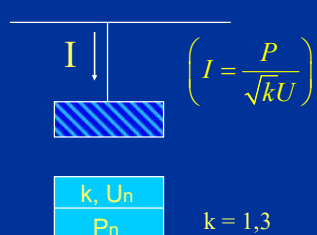
22

Prijemnici električne energije

Materijali od kojih se izrađuju prijemnici električne energije naprežu se:

dielektrično – zavisi od veličine napona
elektromehanički i temperaturno – zavisi od jačine struje

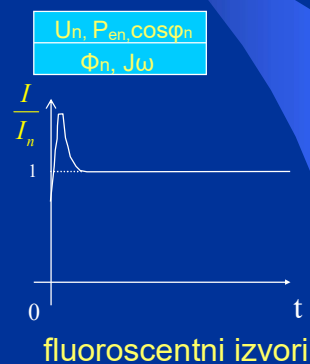
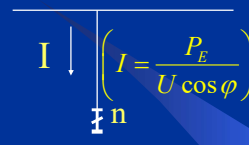
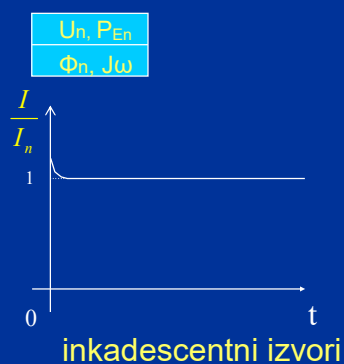
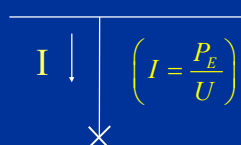
Električni (elektrootporni) izvori toplote



23

Prijemnici električne energije

Električni izvori svjetla



24

Projektovanje električnih instalacija

Projekti za električne instalacije se izrađuju da bi električne instalacije mogle da se izvedu prema zamisli investitora odnosno projektanta. Projekat mora da sadrži svu potrebnu dokumentaciju koja predstavlja projektni elaborat. Projekat reba da obuhvati sledeće:

- projektni zadatak
- tehnički opis
- tehničke proračune
- tehničke uslove
- predmjer i predračun
- specifikaciju materijala
- poseban prilog o zaštitnim mjerama i
- crteže i grafičku dokumentaciju.(razmjera 1:50)

25

Projektni zadatak za izradu projekta električnih instalacija daju stručna lica za arhitektonski, građevinski, mašinski elektro i tehnološki dio.

Tehnički opis služi izvođaču kao uputstvo kako treba da urade, odnosno izvedu električne instalacije koje se zahtijevaj u projektnom zadatku.

Tehnički proračuni se daju u svakom projektu , i to: proračun napojnih vodova, kada se ne uslovljavaju od strane elektrodistribucije, koji se odnose na presjek i stvarni pad napona od TS ili GRO do prijemnika. Za veće prostorije se daje proračun osvetljaja. U okviru zaštite od previsokog napona dodira vrši se proračun otpora uzemljenja i provjera efikasnosti zaštite bilo kog sistema.

26

Tehnički uslovi treba da sadrže finansijsko – tehničke odnose između investitora i izvođača, i da posluže izvođaču kao podsjetnik propisa koji su obavezni za izvođenje onih vrsta instalacija koje su projektom predviđene.

Predmjer i predračun sadrži sav potreban materijal koji je predviđen za realizaciju projekta električnih instalacija. Radi se po pozicijama i svaka mora da ima pojedinačnu cijenu koja obuhvata troškove materijala, transporta i ugradnje.

Specifikacija materijala se daje na osnovu predmjera i predračuna u vidu spiska koji sadrži sav potreban materijal, a u kome je dat naziv materijala, tip, bliže karakteristike i količina.

27

Poseban prilog o zaštitnim mjerama daje se uz svaki projekat i predstavlja niz mjera koje su predviđene u izvođenju projekta, a odnose se na sigurnost funkcionisanja električnih instalacija i sigurnost u odnosu na zaštitu života čovjeka i materijalnih dobara.

Crtež ili grafička dokumentacija su sastavni dio projekta i za izvođače najnužniji dio projekta. Na osnovu crteža se izvode električne instalacije i izrađuju odgovarajući razvodni ormari i table. Crteži pokazuju način vođenja pojedinih strujnih kola kao i tačan položaj svetiljki, instalacionih prekidača, razvodnih kutija, priključnica, izvode za bojlere....

Da bi se uradio projekat električnih instalacija neophodno je dobiti od naručioca arhitektonsko građevinske podloge u razmjeri 1:50 ili 1:100, i u njima ucrtati instalacije.

Sastavni dio ovog dijela su i razne šeme razvodnih ormara i tabli sa definisanim elementima kao što su osigurači, prekidači, sklopke,...

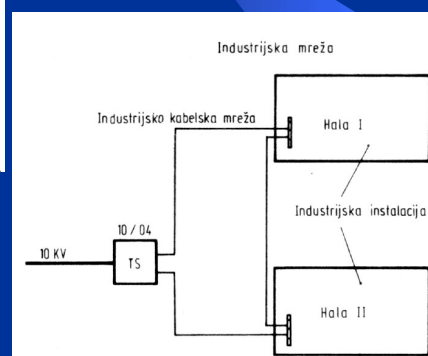
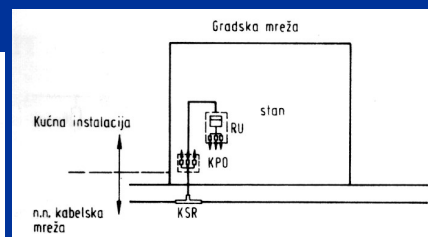
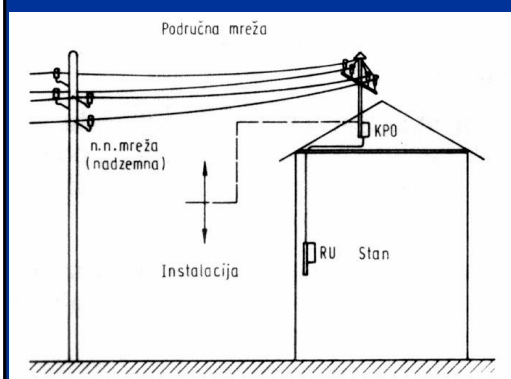
28

Djelovi električnih instalacija su:

1. priključak objekta
2. glavna razvodna tabla
3. napojni vodovi
4. razvodni ormari -- u njemu se nalaze elementi koji služe za osiguranje, komandovanje, kontrolu pojedinih veličina i regulaciju
5. razvodne table -- koriste se samo u stanovima i mogu biti izrađene od metala ili PVC mase
6. strujna kola (krugovi) -- napajanje električnih prijemnika
7. uzemljenje -- uzemljenje metalnih dijelova od previsokog napona dodira

29

Priključak objekta

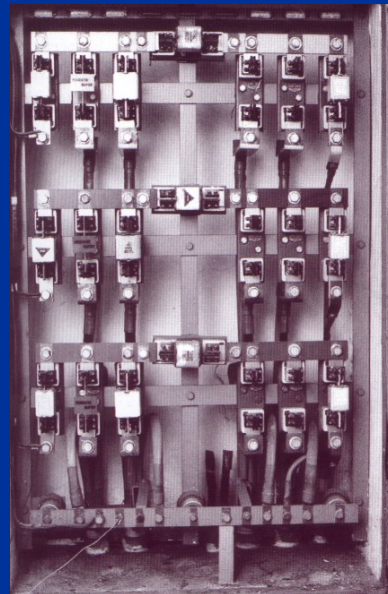


Priključak objekta



NN razvod u SN TS 2 x 400 kVA

NADZEMNI ORMAN U NN MREŽI



31

Priključak objekta



kablovski priključak sa stuba

32

Priključak objekta Kućni priključni ormar (KPO)



primjer položaja KPO kod priključka individualnog stambenog objekta

33

KPO SA SASTAVNIM ELEMENTIMA



34

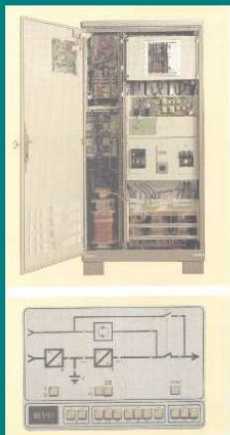
ТРАФО-СТАНИЦЕ

- Служе да струју високог напона трансформишу у струју ниског напона.
- Потребна површина просторије: 20 м².
- Боље је да се постави ван зграде и мора да има колски прилаз и директно проветравање.



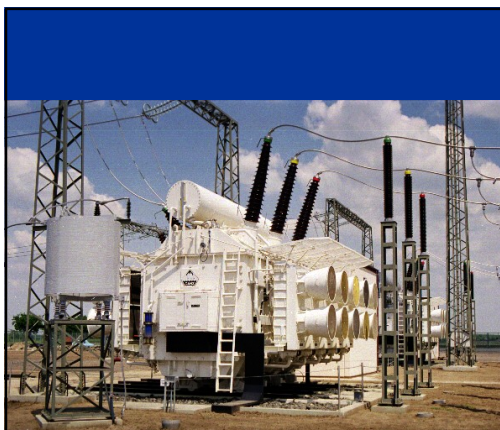
УРЕЂАЈ ЗА НЕПРЕКИДНО НАПАЈАЊЕ

- Укључује се у случају прекида у снабдевању електричном енергијом за одређене потрошаче који ни једног тренутка не смеју да изгубе напон (рачунари, операциона сала, прикључци за медицинске апарате и гасове, итд.).
- Завршна обрада просторије: под и сокл од киселоотпорних плочица, а зидови од керамичких плочица.



ДИЗЕЛ АГРЕГАТ

- Укључује се у случају престанка снабдевања електричном енергијом и то за одређене (виталне) потрошаче (обично 1/3 осветљења и утичница опште намене).
- Потребан простор: 15-20 м².
- Услови које треба да испуњава просторија за дизел агрегат:
 - Звучна изолација,
 - Вентилациони канали,
 - Непосредно проветравање, и
 - Приступ камионом.





Elementi električnih instalacija

Osnovni elementi električnih instalacija

- provodnici, kablovi sa odgovarajućim priborom
- elementi zaštite
- prekidački elementi
- sitan materijal (priključnice, mjerni elementi, elementi signalizacije,..)
- elementi gromobranske instalacije

41

Provodnici i kablovi

Bakarni ili alumijumski, za istu otpornost $A_{Al}=1,61A_{Cu}$.
Specifični otpor aluminijuma je 65% veći.

Bakar je povoljniji za izradu električnih provodnika jer je:

- elastičniji,
- otporniji na spoljne uticaje (kisjela i bazna isparenja),
- ima bolju provodnost,
- tačka topljenja Cu je znatno viša (1083°C) nego kod aluminijuma (658°C),
- čvrstoća na kidanje je veća pa se može mehanički više opteretiti. (Al ima 3 puta manju mehaničku čvrstoću)

42

Po obliku poprečnog presjeka provodnici mogu biti:

- okrugao pun provodnik od Cu ili Al 1-16 mm². najčešće izolovani

pravougaoni pun presjek- sabirnica ili šina Cu ili Al presjek 15x3 mm² do 120x10 mm²

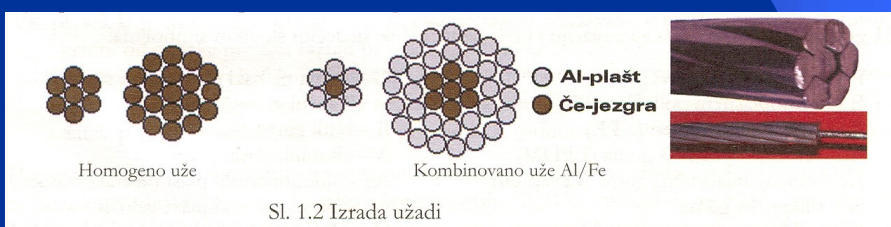
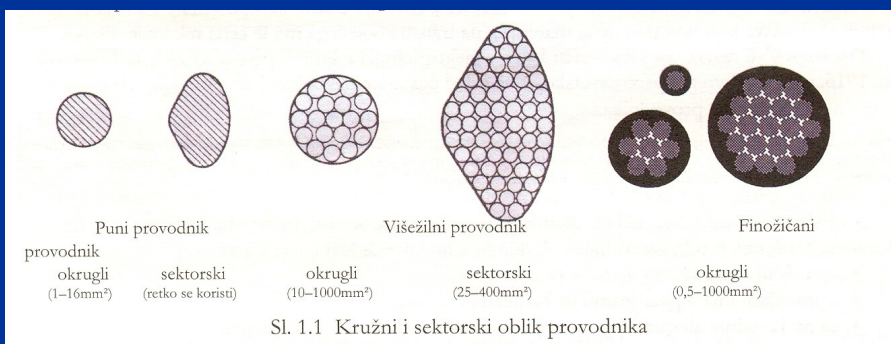
- okrugao oblik u vidu nekompaktnog užeta – upredanjem žica okruglog oblika 16mm² do 180 mm² ako je provodnik izolovan onda se izrađuje od 0,75 mm² do 240mm².

- okrugao oblik – kompaktno uže koje se izrađuje kao prethodni tip samo se još mehaničkom kompresijom sabije 10mm² do 240mm².

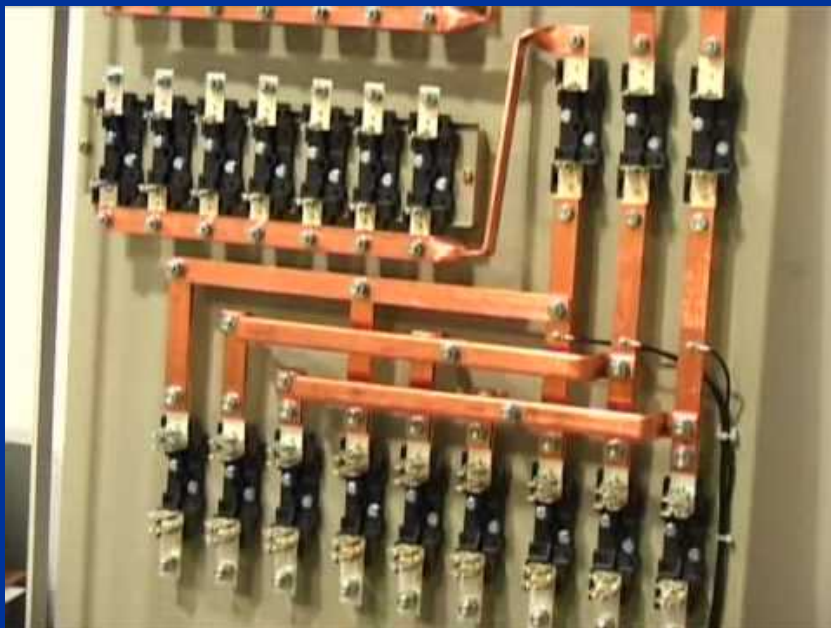
- Sektorski oblik- kompaktno uže u vidu sektora 90° ili 120° ,

- 35 mm² do 400mm²

43



44



45

U električnim instalacijama koriste se izolovani provodnici i instalacioni i energetski kablovi. Kabl se sastoji od više izolovanih provodnika pod jednim zajedničkim plaštom preko koga može biti jedan ili više omotača.

Provodnici i kablovi se označavaju sa sedam karakterističnih grupa slova ili brojeva.

I II III IV V VI VII

46

- I - nije obavezno ako kabl ili provodnik nijesu za posebne namjene
 - A-automobilski
 - B- brodski
 - D-dizalični
 - S-svetiljke
 - Z-zavarivanje
 - Ž- željeznički

- II - označavaju vrstu izolacije izolovanih provodnika i omotača oko izolovanih provodnika
 - P-PVC (polivinilhlorid)
 - G- guma
 - A-aluminijumski plašt
 - O- olovni plašt

47

- III - konstruktivne karakteristike provodnika
 - A otporan na atmosferske uticaje
 - R- sa razmaknutim provodnicima u jednoj ravni
 - V- visokonaponski
 - O- samonosivza kablove se koristiti i brojne oznake
00-bez mehaničke zaštite

- IV - Y označava da je zaštitni vod žuto-zelene boje

- V - materijal i oblik (samo kod kablova ako nijesu od bakra kružnog pop. presjeka)
 - A- aluminijum, S-sektorski, SJ- sektor puni provodnik

- VI - oznaka broja provodnika pod zajedničkim omotačem i njihov presjek; npr 4x16mm² ili 3x95+50mm²

- VII - vrijednost nominalnog napona, ukoliko je on viši od 1000V

48

Instalacioni vodovi za opštu primenu

Tip: P



Tip: P/F



Tip: PP



Tip: PP/R



Tip: PP/U

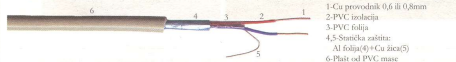


Instalacioni vodovi za telefonske, signalne i interfonске instalacije

Tip: TI 20 (Tip: Y po VDE standardu)



Tip: J-Y(Si)Y po VDE standardu



49

Instalacioni vodovi za automobile

Tip: AP



Tip: AP/V



Instalacioni vodovi za rasvetu i svetiljke

Tip: SP



Tip: SP/V



Samonaponski vodovi i samonaponski kablovski snopovi (SKS)

Tip: PP/O



Tip: X 00-A



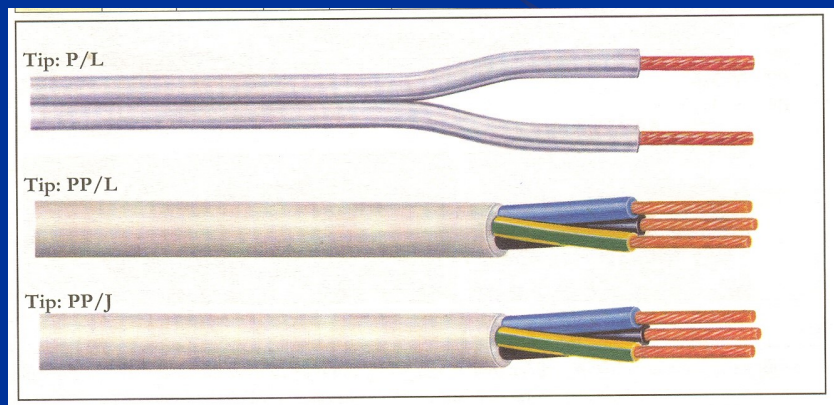
Tip: X 00/O-A



50

Slika 1.3 Izgled izolovanih vodova za trajno polaganje (energetskih i telekomunikacionih), vodova za rasvetu i svetiljke i samonaponskih vodova (snopova)

Vodovi za prenosne potrošače



51

Vodovi za prenosne potrošače

Tip: GT



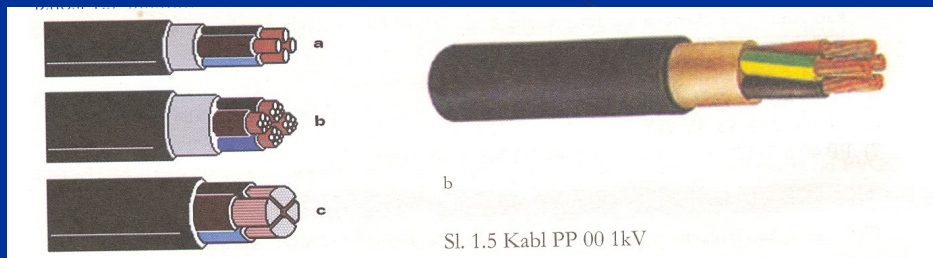
Tip: GG/J, GN/J; Ho7RN-F



*Cenelec oznaka Ho7RN-F je za teški fleksibilni gumeni vod sa izolacijom i plaštom od sintetičkog elastomera (teške gume); broj žila i presek: 3G1.0; 3G1.5; 3G2.5; 4G1.5; 4G2.5; 4G4...4G95; 5G1.5; 5G2.5...5G25. Koriste se na otvorenom i u radionicama sa zapaljivom atmosferom, za pokretne motore, mašine na gradilištima, velike kotlarnice i slično.

(Na primer: Ho7RN-F 3G1.5; Ho7RN-F 4G10; Ho7RN-F 5G2.5 itd)

Sl. 1.4 Izgled najvažnijih vodova za prenosne potrošače



53

PRIMJER

PGP-Y 5x2.5mm²

provodnik za napone do 1000V, bez posebnog područja primjene sa elektroizolacionim slojem svake žile od polivinil hlorida (PVC mase) i dva zajednička omotača (prvi je od gume a drugi od PVC mase). Sadrži pet okruglih bakarnih žila presjeka po 2.5 mm², od kojih jedna predstavlja zaštitni provodnik

AP/F 1,5mm² 15000V

provodnik izrađen od više tankih bakarnih žica, ukupnog presjeka 1.5mm², sa PVC izolacijom, namijenjen automobilima – KABL ZA SVEĆICE

54

Kabl sa izolacijom i plaštom od PVC mase sa tri provodnika od aluminijuma 150 mm² sektorskog oblika i sa koncentričnim provodnikom manjeg presjeka 70 mm², nazivnog napona 1kV označava se

PP40 –AS 3x150+70 mm² 1kV

•Harmonizovani standardi označavanja energetskih instalacionih provodnika i kablova

Izvor:

<http://www.kapis-cables.com/Static/userfiles/Katalog%202010%20KapisTKT.pdf>

55

Sistem označavanja kabela i žica

HARMONIZIRANI KABELO I ŽICE PO VDE GGB 10282

H	03	V	V	-	C4	R	4	G	16
1	2	3	4		5	6	7	8	9

1. IDENTIFIKACIJA OZNAKE

H harmonizovani standard

A automatski nacionalni standard

2. NAZIVNI NAPON

01 100 V

02 300/500 V

03 300/500 V

04 450/750 V

3. IZOLACIJSKI MATERIJAL

V PVC

V2 PVC 90 °C

V3 PVC otporan na mraz

B EPR

E PE polietilen

R prirodna i umjetna guma

S silikonizirana guma

K XLPE - umjetni polietilen

4. MATERIJAL PLAŠTA

V PVC

V2 PVC 90 °C

V3 PVC otporan na mraz

V5 PVC otporan na ulje

R prirodna i umjetna guma

N polikondenzirana guma

J omotač od statičkih vlakana

T vakuumski omotač

Q poluretani

5. SPECIJALNE KONSTRUKCIJE

C4 ekran u bakrenim omotačima

H plamena, djeluje u slučaju

H2 plamena, ne djeluje u slučaju

HB spiralni kablovi

6. KONSTRUKCIJA VODIČA

U odvojeno, jedna žica

R odvojeno, od više sukanih žica

K flekabilan od mnogo sukanih žica

P flekabilan sa flekabilnim užadom

H visoko flekabilan

Y tržni provodnik, DIN 47104

D flekabilni provodnik za kablove za završavanje

E visoko flekabilni provodnik za kablove za završavanje

7. BROJ VODIČA

8. ZAŠTITNI PROVOĐNIK

X bez žuto-zelene žice

G sa žuto-zelenom žicom

9. PRESJEK VODIČA mm²

56

Usporedba VDE i JUS standarda

VDE	JUS	Opis	Provodnik	Izolacija/ plašt
H07V-U	P	Vod tipa H07V-U se primjenjuje za unutarnje ožičenje alata i uređaja, kao i za instalaciju u kanalima i na žbuci.	Cu	PVC
H07V-R	P P/M	Vod tipa H07V-R se primjenjuje za unutarnje ožičenje alata i uređaja, kao i za instalaciju u kanalima i na žbuci.	Cu	PVC
H05V-K	P/F P/FT	Vod tipa H05V-K upotrebljava se u suhim prostorijama na mjestima, gdje je potrebna naročita savitljivost, za ožičenje alata i uređaja, kao instalacije u zgradama, položene u cijevi ili na žbuku.	Cu	PVC
H05VV-F	PP/J	Vod tipa H05VV-F upotrebljava se u suhim prostorijama za prijenosna trošila pod lakšim radnim uvjetima, kao što su prijenosne svjetiljke, ventilatori, mikseri itd. Vodiči nisu primjerni za upotrebu kod aparata za kuhanje i grijaćih aparata, a isto tako nisu primjerni za vanjsku upotrebu kod industrijskih i poljoprivrednih strojeva.	Cu	PVC/PVC
NYIFY	PP/R	Vod tipa NYIFY upotrebljava se u suhim prostorijama za instalaciju, te za trajno polaganje u žbuku ili ispod žbuke.	Cu	PVC
NYM	PP PGP	Vod tipa NYM upotrebljava se za industrijsku i kućnu fiksnu instalaciju. Upotrebljavaju se u suhim i vlažnim prostorijama za polaganje ispod i iznad žbuke bez posebne mehaničke zaštite.	Cu	PVC/PVC
H05RR-F	GG/J	Vod tipa H05RR-F upotrebljava se za priključivanje raznih kućanskih aparata kao npr. usisivača, tostera, miksera, štednjaka, hladnjaka, itd.	Cu	Guma/guma

ENERGETSKI KABELJ PO VDE 0271:0272:0273:0276

N A Y C S K 2Y B 2X J 6 RE

1. IDENTIFIKACIJA OZNAKE

- N - kabel u skladu s DIN VDE standardom
- (N) - kabel je sklopljen DIN VDE standardu

2. MATERIAL PROVODNIKA

- bakar
- A - aluminij

3. IZOLACIJSKI MATERIAL

- Y - PVC
- 2Y - PE - Polietilen
- 2X - umreženi polietilen (XLPE) impregniran papir

4. KONCENTRIČNI PROVODNIK (EKRANI)

- C - koncentrični bakarni provodnik
- CW - koncentrični bakarni provodnik s više bakarnih žica, postavljenih preko unutarnjeg plašta u obliku više sinusoide
- CE - koncentrični bakarni provodnik preko svake žice
- H - provodni skelet
- (FL) - longitudinalni vodostopni ekran
- (FL) - longitudinalni i horizontalno vodostopni ekran

5. KONCENTRIČNI PROVODNIK (EKRANI)

- S - pojedinačni zapadnočki bakarni ekran
- SE - poseban bakarni ekran za svaku žicu

6. MATERIAL PLAŠTA

- K - olovo

7. UNUTARNJA ZAŠTITA, OPOSNO UNUTARNJI PLAŠT

- Pogledaj točku 3. - IZOLACIJSKI MATERIAL

8. ARMIRANJE

- B - armiranje čeličnom trakom
- F - armiranje galvaniziranim čeličnom trakom
- R - armiranje galvaniziranim okruglim čeličnom žicom
- C - armiranje galvaniziranim čeličnom trakom u nasuprotnom valu osnovnoj zaštiti

9. MATERIAL PLAŠTA

- Pogledaj točku 3. - IZOLACIJSKI MATERIAL

10. ZAŠTITNI PROVODNIK

- J - sve žute-zelene žice
- (J) - žuta-zelene žice

11. BROJ ŽILA

12. OBLIK PROVODNIKA

- RE - okrugla, jednolična
- RM - okrugla, vijećna
- SE - sektorski, jednolična
- SM - sektorski, vijećna

Dimenzionisanje izolovanih provodnika

Da bi se odredio presjek provodnika odnosno kabla u električnim instalacijama potrebno je poznavati sledeće podatke:

- vrstu opterećenja
- podatke o prijemniku ili prijemnicima,
- vrste napajanja
- uslove pod kojima se provodnici i kablovi ugrađuju.

59

KRITERIJUMI

Prema tehničkim propisima za izvođenje elektroenergetskih instalacija niskog napona vodovi se moraju dimenzionisati na :

1. mehaničku čvrstoću (najmanji presjeci)
2. da su osigurani od pregrijavanja (guma 60°C, PVC 70°C) osiguračima ili motornim zaštitnim sklopkama
3. da pad napona ostane u propisanim granicama

60

Najmanji dozvoljeni presjek provodnika u instalacijama niskog napona obzirom na mehaničku čvrstoću:

- vodovi u svjetilkama 0,75 mm²
- vodovi pod malterom 1,5mm²
- vod od distributivnog ormara do brojila

za male stanove 2,5 mm² *ne primjenjuje se*

za veće stanove 6 mm² *ne primjenjuje se*

Ovo su stari propisi, prema preporukama za priključak stanova je predviđen minimalni presjek od 10 mm².

61

2. Dozvoljene struje opterećenja PVC kablova (trožilni kabl u vazduhu 30°C)

Presjek kablova A (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70
Dozvoljena struja kablova Id(A)	18	25	34	44	60	80	105	130	160	200

Korekcionni faktor temperature ambijenta:

$$f_1 = \sqrt{\frac{\theta_k - \theta_a}{\theta_k - \theta_{ak}}}$$

gdje su: θ_k – najveća dozvoljena temperatura (guma 60°C , PVC 70°C)

θ_a – stvarna temperatura ambijenta

θ_{ak} – temperatura ambijenta iz kataloga

$f_1=0,87$ za $\theta_a=40$ °C i za kabl sa PVC izolacijom

62

Pored ove korekcije potrebno je uvesti i korekcionni faktor f_2 za slučaj paralelnog vođenja kablova.

U elektroenergetskim instalacijama kablovi se vode skoro uvijek na regalima pa se ta korekcija uzima iz priručnika.

Način postavljanja kabla	Broj strujnih kola ili višezilnih kablova								
	1	2	3	4	6	9	12	15	20
Ukopan ili zatvoren	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
Jedan sloj na zidovima ili podovima ili neperforiranoj polici	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	-	-	-
Jedan sloj na plafonu	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	-	-	-
Jedan sloj na perforiranoj polici	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	-	-	-
Jedan sloj na nosećim kukama ili slično	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	-	-	-

63

Za proračun napojnih vodova za stambene zgrade ili razne druge objekte, potrebno je imati određene podatke na osnovu kojih se može uraditi proračun. Potrebni podaci su uglavnom sledeći:

- P_i - instalisana snaga
- P_j -jednovremeno vršno opterećenje
- Broj stanova (n)

64

- P_{ju} - jednovremeni rad pojedinih uređaja u industriji –daje tehnolog projektant pogona
- P_{jo} - jednovremeno uključeno osvjetljenje u radnim prostorijama, halama, odnosno pogonima. Daje tehnolog projektant pogona

Instalisana snaga je ona koja je predviđena projektom, tj. zbir svih snaga za osvjetljenje i priključnice.

Jednovremena vršna snaga je snaga koja je jednovremeno uključena, tj. u pogonu.

65

Prosječno vršno opterećenje jednog stana uzima se kao 70% instalisane snage od zbira nazivnih snaga svih električnih prijemnika u prosječnom stanu.

$$P_{il} = 0,7 \frac{P_{io}}{n}$$

gdje su P_{io} – instalisana snaga cijelog objekta, a n – broj stanova.

Jednovremeno vršno opterećenje objekta bi bilo

$$P_{vn} = P_{il} * n * k$$

$$k = 0,25 + \frac{0,75}{\sqrt{n}}$$

66

PRIMJER

Primjer: Dimenzionisanje kabla od DO do RT

Instalisana snaga jednog stana iznosi $P_1 = 43\,680\text{ W}$.

Jednovremena snaga se računa po obrascu

$$P_j = k \cdot P_1 = 0,7 \cdot 43\,680 = 30\,576\text{ W}$$

Jednovremena struja se računa po izrazu

$$I_j = \frac{P_j}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi}$$

Usvaja se da je $\cos \varphi = 1$ za domaćinstva.

Unošenjem $U_n = 400\text{ V}$ dobija se **$I_j = 44.13\text{ A}$** .

Struja za koju provodnik mora biti predviđen dobija se iz izraza

$$I'_j = \frac{I_j}{f_1 \cdot f_2}$$

67

gdje je f_1 korekcionni temperaturni faktor $f_1(40^\circ\text{C}) = 0,87$, a f_2 korekcionni faktor načina polaganja kablova $f_2 = 0,8$ dobija se :

$$I'_j = 63.41\text{ A}$$

Iz tablice se bira odgovarajući vod i presjek njegovih provodnika prema $I_{td} > I'_j$

gdje je I_{td} trajno dozvoljena struja. Bira se kabl sa PVC izolacijom i bakarnim provodnicima presjeka $A = 16\text{ mm}^2$. Dakle treba nam kabl PP-Y 5x16mm² sa $I_{td} = 80\text{ A}$.

Izbor osigurača se vrši na osnovu izraza $I_j < I_o < f_1 f_2 I_{td}$

$$44.13\text{ A} < I_o < 55.68\text{ A}$$

Bira se osigurač nazivne struje $I_o = 50\text{ A}$.

68

PAD NAPONA www.elteh.net

U djelovima sistema za proizvodnju, prenos i distribuciju električne energije, kao i u električnim instalacijama napon nije isti u svim tačkama – dolazi do pada napona kao rezultat prenošenja energije kroz nesavršeno elektroprovodnu sredinu.

$$U_n - \Delta U < U < U_n + \Delta U$$

U – napon u bilo kojoj tački,

ΔU – najveći dozvoljeni pad napona,

U_n - Nominalna vrijednost napona za neki dio sistema

U sistemu za prenos električnih informacija se pojavljuje slabljenje snage. (pad struje i napona usled manjih vrijednosti poprečnih impedansi izolovanih električnih provodnika, aktivni dio impedanse zbog slabije izolacije, a rektivni dio zbog viših učestanosti)

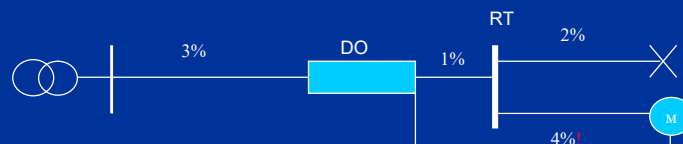
69

Proračun padova napona

Dozvoljeni padovi napona zavise od toga da li je TS u objektu ili van njega definisani su propisima (Sl. list SFRJ, br 53/1988 i 54/1988) i ne smije biti veća od sledećih vrijednosti prema nazivnom naponu instalacije i to:

1. Instalacija priključena na javnu mrežu niskog napona

Od distributivnog ormarića do najudaljenijeg potrošača strujnog kola rasvjete 3% (1% DO-GRT, 2% GTR-potrošač)



Od transformatora do najudaljenijeg potrošača 6%.

70

2. Instalacija priključena na vlastitu TS

Od transformatora do najudaljenije svetiljke pad napona je 5%, a za strujna kola drugih potrošača 8%. Za električne instalacije čija je dužina veća od 100 m dozvoljeni pad napona povećava se za 0,005% po dužnom metru preko sto metara ali ne više od 0,5%.

U odnosu na propise iz 1966 koji su specificirali pad napona od TS do elektromotora (u pri normalnom pogonu 7% a pri pokretanju motora 10%) u novim propisima se uslovljava da za direktno napajanje motora naizmjenične struje sa kratkospojenim rotorom iz distributivne mreže 0,4 kV pad napona pri pokretanju ne smije premašiti vrijednost pri kojoj dolazi do smanjenja momenta motora tako da ugrožava pouzdan zalet motora i radne mašine ili utiče na stabilan rad ostalih potrošača vezanih na istu mrežu.

71

Za monofazne strujne krugove pad napona se računa po relaciji

$$\Delta u\% = 2\rho \frac{L P}{U^2 A} 10^5 (\%)$$

gdje su

- u- procentualni pad napona
- L - dužina kola (m)
- A- presjek provodnika (mm²)
- ρ- specifična otpornost provodnika
- P – opterećenje kola (kW)
- U- linijski napon instalacije

$$\Delta u\%_{\text{Cu-220V}} = 0,0741 \frac{L P}{A} (\%)$$

$$\Delta u\%_{\text{Al-220V}} = 0,119 \frac{L P}{A} (\%)$$

72

Za trofazne strujne krugove sa simetričnim opterećenjem
(uz faktor snage blizak jedinici)

$$\Delta u\% = \rho \frac{L P}{U^2 A} 10^5 (\%)$$

$$\Delta u\%_{\text{Cu-380V}} = 0,0124 \frac{L P}{A} (\%)$$

$$\Delta u\%_{\text{Al-380V}} = 0,02 \frac{L P}{A} (\%)$$