

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

OSNOVI ELEKTROENERGETIKE

Dr Ivana Vlajić-Naumovska

Sadržaj

2

- Električne instalacije
- Osnovni elementi instalacija
- Vodovi
- Priključak objekta na distributivnu mrežu
- Elementi gromobranske instalacije
- Razvodna tabla
- Brojila električne energije
- Instalacioni osigurači
- Sklopni aparati
- Električno osvetljenje
- Svetlosni izvori
- Principi projektovanja električne instalacije i osvetljenja
- Opasnost od električne struje i zaštitne mere

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

3

- *Električna instalacija* je skup elemenata koji služi za povezivanje (priključivanje) električnih prijemnika na električnu mrežu.
- Električna instalacija mora biti projektovana i izvedena u skladu sa postojećim standardima i normama, pravilnicima, uputstvima i slično.
- Osnovna pravila koja treba poštovati prilikom izbora i izvođenja električne instalacije:
 - instalacija se mora izvesti tako da ne bude opasna za korisnike objekta;
 - instalacija mora trajno da odoleva mehaničkim opterećenjima i oštećenjima, uticajima vlage, prašine, hemikalija itd;

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

4

- svim priključenim prijemnicima treba osigurati napajanje električnom energijom propisanog napona i frekvencije;
- izgradnja instalacije ne sme da ugrozi stabilnost građevine niti se smeju oštetiti druge instalacije u objektu;
- odabrana instalacija treba za određeni slučaj da bude najjeftinije rešenje, a da ujedno u budućnosti bez velikih troškova, a prvenstveno bez intervencija na građevinskom objektu, omogući povećanje broja priključenih prijemnika i povećanje priključne snage postojećih.

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

5

- Prema jačini struje instalacije delimo na:
 - *instalacije jake struje* – kod kojih se upotrebljavaju ili mogu nastati struje koje su pod izvesnim uslovima opasne za život ili imovinu. U ovu grupu spadaju i *instalacije niskog napona* do 1000V.
 - *instalacije slabe struje* – kod kojih se upotrebljavaju struje koje nisu opasne po život ili imovinu. U ovu grupu spadaju sve instalacije čiji radni napon između bilo kojih provodnika ne prelazi 50V (*mali napon*) (telefonske i signalizacione instalacije u zgradama itd.).

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

6

- Prema nameni, razlikujemo instalacije za:
 - osvetljenje,
 - elektromotorni pogon,
 - termičke svrhe,
 - mešovito opterećenje.
- Prema vrsti objekta, razlikujemo instalacije za:
 - stambene objekte,
 - industrijske objekte,
 - poslovne prostorije,
 - poljoprivredne objekte (smatraju se vlažnim i ugroženim od požara),
 - električne pogonske prostorije.

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

7

- Prema uslovima okoline, razlikujemo instalacije za:
 - suve prostorije,
 - specifične uslove (vlažne, mokre i natopljene, vruće prostorije, prostorije u kojima postoji opasnost od požara, prostorije ugrožene eksplozivnim smešama),
 - u prostorijama sa specifičnim uređajima.
- Prema načinu izvođenja, imamo instalacije sa:
 - vidno položenim golim provodnicima,
 - vidno položenim izolovanim provodnicima (na odstojnicima, na nosećoj konstrukciji ..),
 - vidno položenim cevima,
 - cevima položenim u zidu (oklopljene instalacije),
 - izolovanim provodnicima u zidanim kanalima ili betonskim blokovima, instalacije ispod poda, na plafonu...

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

- Osnovni elementi *Projekta električne instalacije* su:
 - *Projektni zadatak* – opis zahtevanih karakteristika električne instalacije od strane naručioca ili odgovarajuće institucije;
 - *Građevinsko – arhitektonska osnova objekta* – crtež dobijen od naručioca;
 - *Izbor i raspoređivanje svetiljki i proračun osvetljenja* – na temelju Građevinsko-arhitektonske osnove i kataloških podataka proizvođača svetiljki projektant vrši izbor svetiljki dok ne dođe do rešenja koje zadovoljava tehničke uslove vezane za svetlosne veličine;
 - *Izbor i raspoređivanje električnih uređaja i vodova i proračun električnih instalacija* – početno rešenje se koriguje dok se ne zadovolje tehnički uslovi vezani za električne instalacije (pad napona, strujna opterećenja itd.);

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

9

- *Izbor i raspoređivanje elemenata gromobranske instalacije i proračun gromobranske instalacije;*
- *Specifikacija materijala;*
- *Predmer i predračun radova – početno rešenje se koriguje dok se ne zadovolje ekonomski uslovi;*
- *Izrada dokumentacije – kada se postigne tehnički i ekonomski zadovoljavajuće rešenje, pristupa se kompletiranju dokumentacije. Dokumentaciju sačinjavaju tekstualni (tehnički opis, tehnički uslovi) i grafički dokumenti (jednopolne šeme itd.)*
- Danas se nastoji da se što veći deo projektovanja električnih instalacija automatizuje primenom računara i odgovarajućih programa opšte ili specijalizovane namene.

ELEKTRIČNE INSTALACIJE

10

- *Električna instalacija stana* sastoji se od sledećih elemenata:
 - elektroenergetske instalacije (napajanje osvetljenja, stalnih prijemnika, pokretnih prijemnika (prikjučnice), instalacija voda za daljinsko upravljanje),
 - instalacije slabe struje (priključak telefona, kućne signalizacije (interfon, antene,..).
- S obzirom na uslove okoline u pojedinim prostorijama instalacije u stanu delimo na:
 - instalacije u suvim prostorijama,
 - u kuhinjama,
 - u kupatilima i WC.

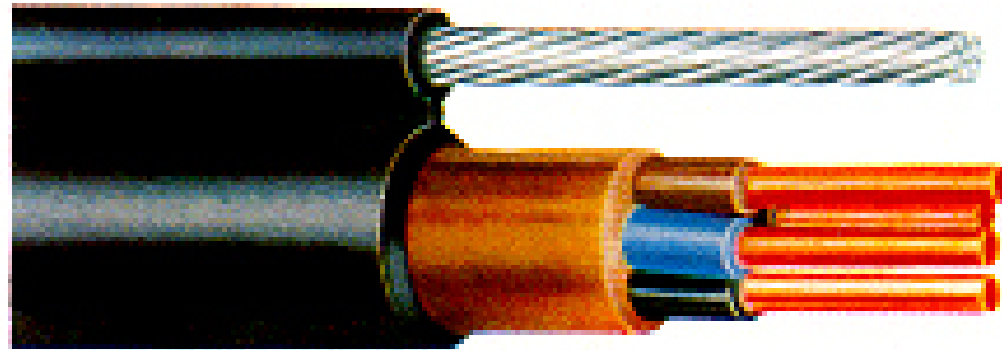
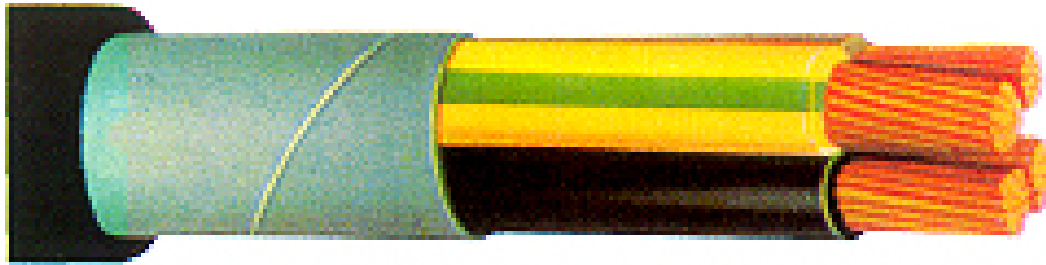
Osnovni elementi instalacija

11

- Osnovni elementi električnih instalacija su:
 - vodovi,
 - elementi za priključak na gradsku mrežu,
 - elementi gromobranske instalacije,
 - razvodna tabla,
 - električna brojila,
 - osigurači,
 - sklopke i prekidači,
 - vodovi i kablovi,
 - instalacione cevi i pribor za vodove i kablove,
 - priključnice,
 - utikači,
 - sijalična grla.

Vodovi

12



- O vodovima uopšte je već bilo reči, tako da će se ovde obratiti pažnja samo na niskonaponske vodove koji se koriste u električnim instalacijama.
- Nacionalni standardi utvrđuju oznake kablova, pa tako imamo i da je JUS odredio oznake za sve grupe i vrste vodova koje su "obavezne u poslovnom odnosu između proizvođača, isporučioaca i korisnika, kao i u projektnoj dokumentaciji".

Slika 1 Niskonaponski instalacioni kablovi

Vodovi

13

- Oznake izolovanih provodnika po JUS-u sastoje se od grupa slovnih simbola i brojeva. U jednoj oznaci može da bude do šest grupa, mada se praktično najčešće sreću dve ili tri grupe. Ako je provodnik višezilni, pa ima zaštitni ili nulti provodnik, tada ima jednu grupu oznaka više.
- **I grupa** označava specifičnost voda, odnosno posebno područje primene voda, zatim vrstu materijala izolacije i vrstu materijala plašta.
- **II grupa** označava specifičnost konstrukcije voda koja je značajna za neku određenu primenu. Ova grupa simbola odvaja se od prve grupe simbola kosom crtom.
- **III grupa** sadrži podatak o zaštitnom provodniku. Ako je u energetske vod ugrađen zaštitni ili nulti provodnik, ali uvek zeleno-žute boje, u oznaci se stavlja slovo "Y", koje se odvaja crtom od prethodne grupe.

Vodovi

14

- **IV grupa** označava vrstu materijala od kojeg je je provodnik izgrađen i oblik preseka provodnika. Kada je materijal bakar i kada je presek okrugao, tada se ne koristi nikakva oznaka. Ova grupa ima dve oznake:
 - A – za aluminijumski provodnik,
 - S – za sektorski presek provodnika, koji se praktično upotrebljava samo za kablove.
 - Ova grupa simbola se odvaja povlakom od treće.
- **V grupa** daje podatke o broju žila (celina od provodnika i izolacije sa eventulanim omotačem za učvršćivanje izolacije na provodniku). Ova grupa se ispisuje iza prethodne samo sa jednim slovnim razmakom a bez drugog znaka.
- **VI grupa** simbola označava visinu naznačenog napona za koji je vod izrađen. Ova oznaka se ne stavlja za vodove izrađene za male i niske napone, već isključivo za visoke napone. Ispisuje se u nastavku pete grupe u broju kilovolta u vrednosti linijskog (međufaznog) napona.

Vodovi

15

- Kao najčešći oblik električne instalacije u stambenim objektima individualne izgradnje, te u većim objektima gde se upotrebljava klasičan građevinski materijal, zbog ekonomskih prednosti najčešće se u malter stavlja PP/R vod (PP vod sa izolacijom i plaštom od PVC mase, R – sa razmaknutim žilama).
- Primer: SG/U-3x1,5 = skraćeno: provodnik za svetiljke sa gumenom izolacijom, trožilni, sa uporednim žilama, presek bakarnog provodnika 1,5 mm².
- Na osnovu maksimalno dozvoljenog strujnog opterećenja provodnika, a u zavisnosti od broja žila, vrste polaganja i temperature okoline, određuje se presek provodnika.
- U zavisnosti od vrste opterećenja (trajno ili povremeno), određuje se naznačena struja topljivih umetaka osigurača i automatskih prekidača za zaštitu vodova.
- Kontrolise se pad napona, koji mora biti manji od dozvoljenog.

Priključak objekta na distributivnu mrežu

16

- Priključak na distributivnu mrežu je veza između električnog brojila potrošača i distributivne mreže i može se posmatrati kao konstruktivna celina sačinjena od spoljašnjeg i unutrašnjeg priključka. Uobičajena je praksa da spoljašnji deo priključka izrađuju elektrodistributivna preduzeća. Objekat može biti priključen na mrežu na jedan od sledećih načina:
 - vazdušni priključak na nadzemnu niskonaponsku mrežu – ovo je priključak između nadzemnog voda mreže i izolatora na zgradi, uključivo tih izolatora. Može se izvesti preko krovnog nosača ili pomoću samonosivog kabla pričvršćenog na zid objekta. Potrebno je dimenzionisati vodove prema jednovremenom vršnom opterećenju, a mora se voditi računa o maksimalnom rasponu.

Priključak objekta na distributivnu mrežu

17

- kablovski priključak na nadzemnu mrežu. Ova vrsta priključka izvodi se mestima sa nadzemnom, vazdušnom mrežom kada ne želimo da potporni izolatori ili nosači ruže izgled zgrada. Na stubu mreže koji je najbliži objektu postavi se kablovska glava od koje ide kabl vertikalno niz stub, pa zatim u zemlju, ulazi pod zgradu i završava na sabirnicama ormana za brojila ili priključnoj kutiji na fasadi zgrade. Na vertikalnoj trasi kabl mora biti mehanički zaštićen zaštitnim olukom ili cevi od visine 1,70m od zemlje i 0,30m u dubini zemlje;
- priključak podzemnim kablom na niskonaponsku mrežu. Svojstven je u velikim i urbanizovanim celinama u kojima je distributivna mreža izvedena podzemnim kablom;
- priključak podzemnim kablom na visokonaponsku mrežu. Ova vrsta priključka se izvodi ako se priključuju veliki objekti i kada se distributivna trafostanica smešta u unutrašnjosti stambenog objekta.

Priključak objekta na distributivnu mrežu

18

- Unutrašnji kućni priključak je električni vod sa opremom koji spaja sabirnice razvodnog ormara električnih brojala sa spoljašnjim kućnim priključkom u pripada električnoj instalaciji zgrade.
- Zbog toga, ovaj priključak u celini treba da bude završen pre izrade spoljašnjeg kućnog priključka.
- Način izrade unutrašnjeg kućnog priključka zavisi od vrste spoljašnjeg kućnog priključka i lokacije brojala; da li su koncentrisana na jednom mestu ili su u manjim skupinama po spratovima.
- Svaki način izrade ima jedan zajednički deo, a to je električni vod koji polazi od sabirnica razvodnog ormara i završava se vezom na provodnik spoljašnjeg kućnog priključka. Ovaj električni vod nazivamo i napojnim vodom.

Elementi gromobranske instalacije

19

- *Atmosfersko pražnjenje* je u osnovi oslobađanje energije nagomilane u atmosferi.
- Posmatranjem i merenjem ustanovljeno je da se svako atmosfersko pražnjenje sastoji iz više uzastopnih električnih pražnjenja koje se vrše u malim vremenskim intervalima.
- Zbog te činjenice, struje koje se javljaju imaju sve osobine visokofrekventnih struja.
- Prosečna vrednost jačine struje kod atmosferskih pražnjenja, kako iskustvo pokazuje, iznosi oko 30 000 A. Struja groma ima udarni karakter, tj. veliku amplitudu i veoma kratko vreme trajanja. Broj grmljavinskih dana za Srbiju se kreću od 11-50 dana godišnje.

Elementi gromobranske instalacije

20

- Kao električna pojava, delovanje groma može biti slično delovanju električne struje. Grom se manifestuje sledećim pojavama:
 - elektrohemijskim – zbog kratkog vremena delovanja nema praktčno nikakve važnosti;
 - akustičnim – kao posledica električnog pražnjenja u atmosferi nastaje prasak koji se na zemlji čuje kao grom;
 - termičkim – prema Džulovom zakonu prolaz struje kroz neki otpor razvija energiju, što u slučaju velikih struja groma može dovesti do pojave požara ili eksplozija. Termičko delovanje nastaje posebno na mestima povećanog otpora. Odatle proizilazi osnovni zahtev u gromobranskim instalacijama da se metalni provodnici dovoljno dimenzionišu da ne dođe do opasnog zagrevanja i da se struja groma što kraćim putem odvede u zemlju;

Elementi gromobranske instalacije

21

- elektrodinamičkim – nastaje ako su dva voda gromobranske instalacije međusobno tako postavljena da se jedan nalazi u magnetskom polju drugoga. Te sile mogu biti reda veličine od nekoliko hiljada N po metru dužine voda, što zavisi od jačine struje, međusobnog razmaka i rasporeda vodova. Zbog elektrodinamičkog delovanja groma, propisima je određeno na kojem se najmanjem razmaku smeju postavljati gromovodi, a određen je i razmak gromobranske instalacije od električnih, gasnih, vodovodnih i drugih instalacija.
- indukcijom – na bazi elektrostatičke indukcije, na izolovanim metalnim delovima, koji se nalaze unutar objekta, mogu nastati visoki potencijali u odnosu na zemlju, a usled elektromagnetske indukcije u dugačkim metalnim elementima (cevovodima, električnim provodnicima) koji ne obrazuju zatvoreno kolo, mogu se indukovati naponi reda desetine kilovolta.

Elementi gromobranske instalacije

22

- Gromobranska instalacija treba da štiti ljude i materijalna dobra (objekte, postrojenja) od opasnosti i štetnih posledica groma a treba da zadovolji:
 - električnu sigurnost,
 - mehaničku sigurnost,
 - otpornost prema koroziji,
 - toplotnu sigurnost (dovoljan presek provodnika da ne dođe do preteranog zagrevanja),
 - arhitektonske zahteve,
 - ekonomske uslove.

Elementi gromobranske instalacije

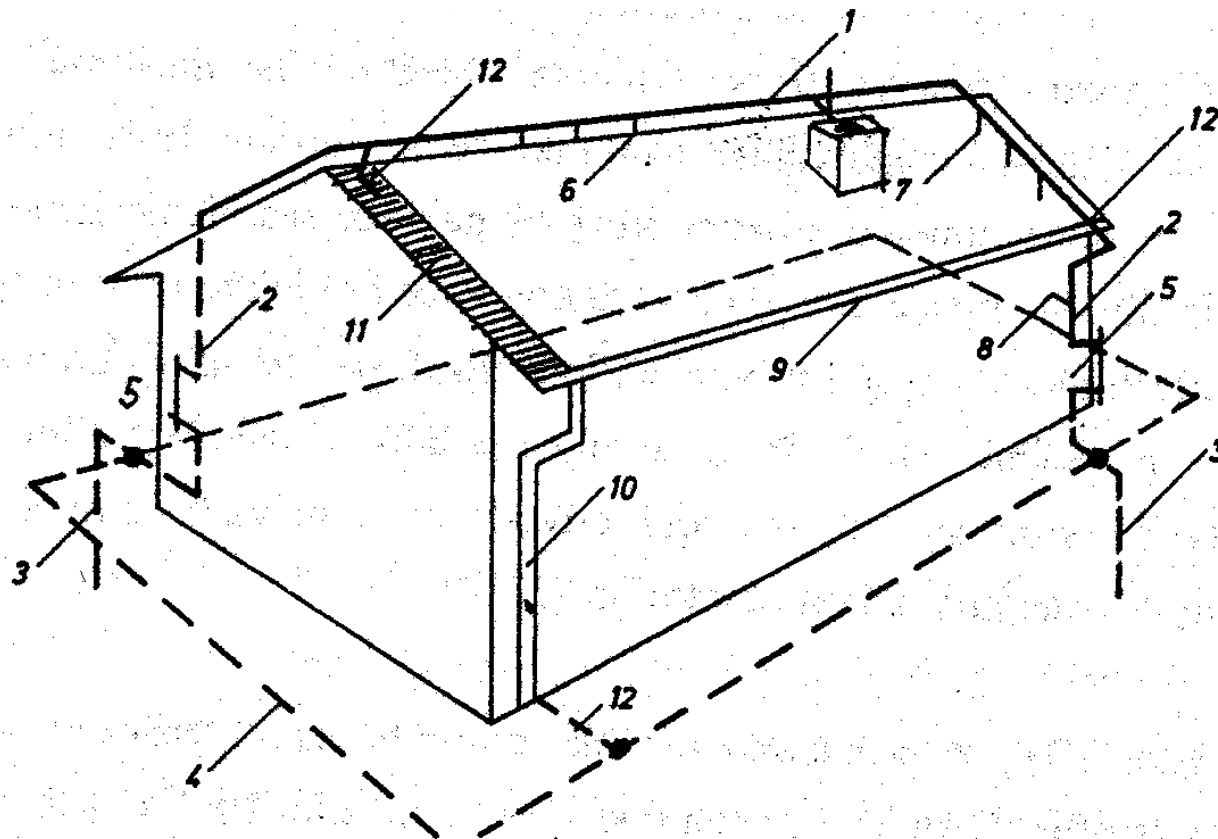
23

- Glavni elementi gromobranske instalacije su *hvataljka*, *odvod* i *uzemljivač*.
- *Hvataljke* su provodnici (trake, žice, metalne površine ili tela) postavljeni na istaknutim mestima objekta, a služe sa prihvatanje atmosferskih pražnjenja.
- Hvataljke se postavljaju na ona mesta koja su po iskustvu najčešće izložena udarcima groma. To su tornjevi, dimnjaci, razne izbočine na krovu, strehe (posebno na ravnim krovovima).
- Kao hvataljka (prihvatni vod) može da posluži i krov od lima koji mora biti najmanje 0,5 mm debeo.
- Normalno se za hvataljke upotrebljava pocinkovana čelična traka koja se polaže najvišim delom krova. Hvataljke se polažu na čelične nosače, ako konstrukcija krova nije od drveta ili lako zapaljivog materijala.

Elementi gromobranske instalacije

24

- *Odvodi* su provodnici koji spajaju hvataljke s uzemljenjem. U principu, ovo spajanje treba izvršiti najkraćim putem uz što manji broj nastavaka. U tu svrhu može da posluži pod određenim uslovima i metalna konstrukcija zgrade, oluci i slično. Vertikalne olučne cevi se koriste kao odvodi samo u kombinaciji sa odvodima od metalnih provodnika. U tom slučaju svaki drugi oluk se može smatrati odvodom.
- *Uzemljivači* su provodnici položeni u zemlju koji služe kao veza između odvoda i zemlje. Delovanje gromobranskog uzemljenja karakteriše udarni otpor rasprostiranja R_u . Za specifični otpor zemlje manji od $250\Omega\text{m}$, udarni otpor uzemljivača može da iznosi najviše 20Ω , ako propisima za pojedine slučajeve nisu date druge vrednosti. Ako je specifični otpor zemlje veći od $250\Omega\text{m}$, vrednost udarnog otpora R_u može da iznosi najviše 8% od izmerenog specifičnog otpora zemlje izraženog u Ωm .



Gromobranska zaštitna instalacija na manjem objektu sa krovom na dve vode:

1-gromobranske hvataljke na krovnim potporama (6 i 7),
2-odvodi na zidnim potporama (8),
3-cevni uzemljivač (nije obavezan),
4-trakasti uzemljivač kao prsten oko objekta,
5-merni spoj,

9-horizontalni metalni oluk povezan sa hvataljkama i odvodom,
10-vertikalni metalni oluk koji je iskorišćen za pomoćni odvod,
11-metalna opšivka koja se povezuje sa hvataljkom i olukom,
12-elektroprovodne veze

Razvodna tabla

26

- *Razvodna tabla* je mesto električne instalacije sa koga polaze vodovi pojedinih strujnih kola.
- Materijal od kojeg se izrađuju je čelični lim ili ploče od plastične mase.
- Konstruktivno, razvodne table su u kućnim instalacijama pristupačne sa prednje strane.
- Razlikujemo glavne i sporedne razvodne table.
- *Glavna* razvodna tabla ima na sebi dovodni vod vezan za gradsku mrežu, dok *sporedne* (spratne, sekcione) imaju dovodni vod kao račvu, strujno kolo, koje dolazi od glavne razvodne table.

Razvodna tabla

27

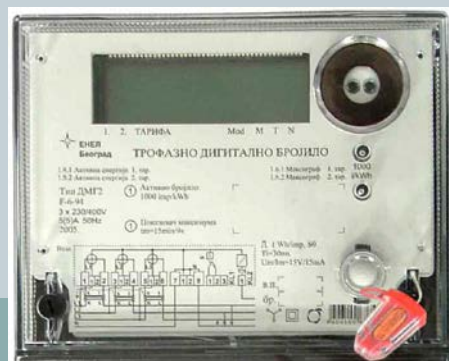


- Razvodne table po sadržini mogu biti:
 - *instalacione* – samo sa osiguračima i prekidačima, mogu biti otvorene i zatvorene izvedbe;
 - *za električna brojila* – sa osiguračima i brojilima, sa ormanima, uz eventualno MTK, odnosno RTK prijemnike;
 - *kasetirane (razvodne baterije)* – za grube pogone (prostorije sa prašinom, vlagom, kiselim isparenjima i za grub rad) razvodne table se smeštaju u odgovarajuće ormene koji pružaju potrebnu zaštitu.

Brojila električne energije

28

- *Brojila električne energije (rada)* su instrumenti ili aparati za merenje električne energije. Osnovni tipovi brojila su:
 - jednofazno brojilo,
 - trofazno brojilo,
 - trofazno dvotarifno brojilo,
 - brojila za reaktivnu energiju.



Brojila električne energije

29

- Brojilo za reaktivnu energiju registruje reaktivnu električnu energiju sa svrhom da se naplatom reaktivne energije stimuliše potrošač da popravi svoj sačinilac snage.
- Dvotarifno brojilo se koristi u distributivnim područjima gde postoji tzv. "jeftina" i "skupa" tarifa.
- Savremeno prebacivanje sa jedne na drugu tarifu vrši se upotrebom tonfrekventnog relea i prijemnika za mrežnu telekomunikacionu komandu (MTK) u onim mrežama koje imaju i izvor tonske učestanosti, odnosno preko odgovarajuće radioveze i prijemnika (RTK).

Instalacioni osigurači

30

- Zaštita vodova od nedozvoljenog opterećenja, bilo namernog ili slučajnog ili od opterećenja kratkom vezom rešena je upotrebom osigurača koji se stavlja na početak voda u smeru dolaska struje.
- Ukoliko se u instalaciji, neposredno pored osigurača, postavlja i prekidač, savetuje se da se osigurač postavi iza prekidača, jer se tada osigurač menja pri otvorenom prekidaču i nije pod naponom.
- Pri upotrebi automatskih prekidača, osigurač se obavezno postavlja iza prekidača.
- Osigurač vrši zaštitu voda prekidom strujnog kola u koji je montiran.
- Ovaj prekid može se vršiti topljenjem umetka u osiguraču, elektromagnetnim dejstvom ili termičkim dejstvom kojim se savija bimetalna traka.

Instalacioni osigurači

31

- Naši tehnički propisi razvrstavaju osigurače u tri osnovne grupe:
 - instalacioni osigurači sa navojem tipa D;
 - nožasti osigurači tipa N,
 - automatski osigurači ili jednopolni instalacioni automati.
- *Instalacioni osigurači sa navojem tipa D* sastoje se od osnove ili podnožja (porculanske podloge), kape, topljivog umetka ili patrone i kalibrisanog prstena (zamenljiv deo podnožja).
- Zaštita voda se načelno izvodi na taj način što se tanki provodnik u topljivom umetku istopi pre nego što se zaštićeni provodnik zagreje na dozvoljenu temperaturu.



Slika 2 Topljivi osigurač tipa D za kućne instalacije. Levo je kapa, a desno umetak osigurača

Instalacioni osigurači

32

- Primeri osigurača:
 - ✓ 10A – osnova do 25A, boja uloška crvena, dugotrajne struje – još ne prekida $1,5I_n$, mora da prekine $1,9I_n$ u trajanju 1h,
 - ✓ 16A – osnova do 25A, boja uloška siva, dugotrajne struje – još ne prekida $1,4I_n$, mora da prekine $1,75I_n$ u trajanju 1h.
- Kratkotrajne struje – za struje $7,0I_n$ vreme pregaranja žice je za normalne (brze) osigurače mora biti manje od 0,10s, a za trome mora biti veće od 0,10s.

Instalacioni osigurači

33

- Prema brzini delovanja, topljivi umeci su *normalni (brzi)* i *tromi*.
- Tromi osigurači moraju biti označeni simbolom tromosti "puž".
- Tromi osigurači su pogodni za primenu kod vodova na koje su priključena veća sijalična opterećenja i elektromotori.
- Kod ovih prijemnika u prvom momentu nakon uključanja dolazi do pojave povećanih struja, koje ne bi trebalo prekidati.
- Dakle, tromi ulošci su manje osetljivi i pružaju mogućnost boljeg iskorišćenja preseka voda.

Instalacioni osigurači

34

- *Nožasti osigurači tipa N* sastoje se od osnove ili podnožja, topljivog umetka ili patrone (oblika cevi, obično pravougaonog oblika) i izolacione drške.
- Ovi osigurači imaju osobine velike prekidne moći, a namenjeni su prekidanju velikih struja pri preopterećenju ili kod kratkog spoja pa se često nazivaju *niskonaponski učinski osigurači* ili skraćeno *NV-osigurači*.
- Upotrebljavaju se najčešće u industrijskim i distributivnim mrežama, a za struje do 1250A.
- Nikada ne treba umesto originalnog umetka koristiti krpljenje ("licnovanje") – stavljanje neodgovarajućeg provodnika umesto pregorele niti u umetak.

Instalacioni osigurači

35

- *Automatski osigurači ili jednopolni instalacioni automati* – uređaji koji prekidaju električno kolo pri određenom opterećenju, a da se ne vrši uništavanje materijala.
- Ovi osigurači isključuju električno kolo pomoću elektromagneta ili pomoću bimetalne trake, a često imaju ugrađena oba načina isključivanja.
- Elektromagnet isključuje pri kratkoj vezi i naglim velikim opterećenjima (brzo ili elektromagnetno isključivanje), dok bimetalna traka isključuje pri dugotrajnim manjim opterećenjima (tromo ili termičko isključivanje).
- Imaju dva osnovna oblika – sa podnožjem i na zavrtnanj.
- Automatski osigurači na zavrtnanj namenjeni su da u postojećim instalacijama sa topljivim osiguračima ove zamene sa najmanjim izdacima.



Sklopni aparati

36

- *Sklopni aparati (uređaji, naprave)* služe za ostvarivanje veze (uključivanje, odnosno isključivanje) u strujnim kolima. U strujnim kolima, osim normalne struje (trajne struje opterećenja), može doći i do pojave prekomerenih struja: struje preopterećenja, struje uključanja, ili struje kvara. U zavisnosti od prekidne moći, sklopne aparate delimo na:
 - *rastavljače*, koji nisu u stanju da isključuju niti uključuju opterećeno strujno kolo. Upotrebljavaju se u razvodnim ormanima i postrojenjima, a osnovna im je uloga vidno odvajanje pojedinih delova postrojenja u cilju zaštite pogonskog osoblja. Jednostavne su konstrukcije, kontakti se sastoje iz nepokretnog i pokretnog dela;
 - *sklopke*, uklapaju i isklapaju normalne struje opterećenje i struje preopterećenja, *ne poseduju elektromagnet*. Delimo ih na:

Sklopni aparati

37

- *instalacione*, koje uključuju i isključuju strojno kolo, prekidaju struje do $2I_n$. Upotrebljavaju se u instalacijama stanova, poslovnih prostora itd. Izrađuju se za napone do 500V, a struje od 2 do 25A. Prema načinu ugradnje, mogu biti za ugradnju ispod i iznad maltera, za ugradnju u razne aparate ili za specijalne namene (npr. šinska vozila). Prema načinu rukovanja, mogu biti okretne, pregibne, mikro i potezne.
- *motorne*, koje prekidaju struje ($5-10I_n$) i imaju bimetalni okidač podesiv u nekom opsegu. Služe za zaštitu elektromotora od preopterećenja, grubog pokretanja, suviše velikog zagrevanja pri ukočenom rotoru, dvofaznog rada motora, pojave kratkog spoja, nedozvoljeno visokog napona;
- *grebenaste sklopke*, mogu biti jednopolne ili dvopolne, uključanje i isključanje u sklopci vrši se pomoću grebena koji se nalaze na osovinu sklopke. Naznačene struje od 10 do 120A;

Sklopni aparati

38

- *kontaktore*. Kontaktori su sklopke za daljinsko upravljanje i držanje u uključenom stanju pomoću elektromagneta.
- Osnovni delovi su im: elektromagnet (jezgro, kotva, namot, nosač kontakta), kontakti (glavni – uvek uklopni (radni)), pomoćni (mogu biti uklopni ili isklopni), komora za gašenje luka (iznad 16A), kućište, priključci, opruge.
- Karakteristike su im: naznačena struja, naznačeni napon glavnih kontakata, napon i frekvencija kalema elektromagneta (220V, ponekad 380V, 50Hz), broj uključenja do 1000 na čas, ukupno reda 10^7 .
- Pomoćna oprema: tasteri i bimetalni releji.



Sklopni aparati

39

- *prekidači* – prekidaju i normalne pogonske struje, kao i struje kratkog spoja. Osnovni delovi: podesivi bimetalni i podesivi elektromagnetski okidač, komora za gašenje luka, pomoćni i glavni kontakti, okidač za daljinsko isključenje. Izrađuju se za naznačene struje do nekoliko hiljada ampera.
- *releji, okidači, tasteri, signalne sijalice*. Releji imaju električni signal za isključenje, dok okidači imaju mehanički signal za isključenje. Na taster se deluje pritiskom (mogu biti otvoreni ili zatvoreni). Boje: crveni isključenje uređaja, zeleni ili crni – uključenje uređaja, žuti – proveravanje (testiranje). Taster u obliku pečurke crvene boje služi za urgentna (havarijska isključenja).

Sklopni aparati

40



**Slika 3 Instalacioni osigurač
tipa D**



Slika 4 Motorne sklopke

Električno osvetljenje

41

- Svetlost je u suštini sredstvo koje omogućuje izvršavanje vidnih zadataka i normalno kretanje u prostoru, nezavisno od toga da li je domen prostora otvorenog ili zatvorenog tipa. Savremeno električno osvetljenje zahteva kvalitetnu svetlost po spektralnom sastavu i visoke nivoe osvetljenosti.

✧ Svetlosni izvori

- Tela koja su sposobna da emituju svetlosnu energiju nazivaju se *svetlosnim izvorima*. Izvori dnevne svetlosti su Sunce i sjajnost atmosferskog omotača – neba. Podela veštačkih električnih svetlosnih izvora izvedena je s obzirom na princip nastajanja svetlosti.
- Tako se imaju:
 - izvori svetlosti u obliku *sijalica sa užarenom niti*,
 - *sijalice na principu pražnjenja* kroz metalne pare ili gasove.

Svetlosni izvori

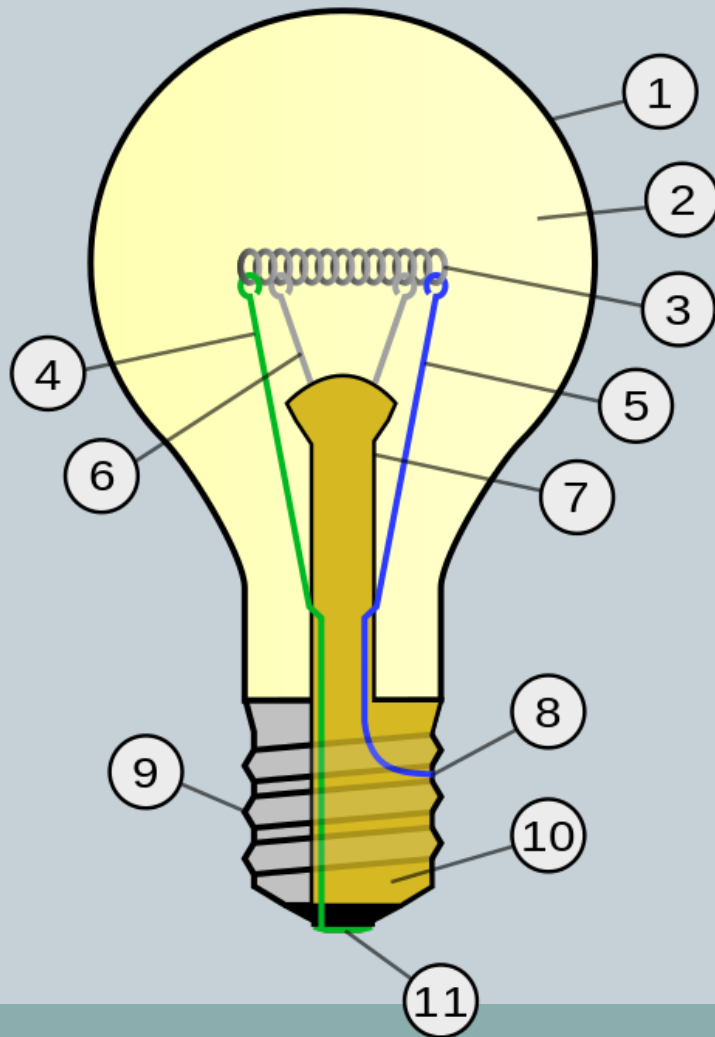
42



- Izvori svetlosti u obliku *sijalica sa užarenom niti* (metalnim usijanim vlaknom) koriste principe termičkog isijavanja.
- Prednosti: podnosi velike promene napona, nema dodatne opreme, $\cos\phi = 1$, neosetljive na temperaturu okoline, tehnologija je vrlo razvijena, iako se volfram teško obrađuje.
- Nedostaci: mali stepen iskorišćenja (2-3%), kratak vek trajanja (1500 sati), boja i količina svetlosti i vek trajanja zavise od napona, jak bljesak, velika struja uključenja.

Svetlosni izvori

43



1. Stakleni balon
2. Inertni gas pod niskim pritiskom (argon, neon, azot)
3. Volframova nit
4. Kontaktna žica (izlazi iz osnove)
5. Kontaktna žica (ide u osnovu)
6. Potporne žice
7. Osnova (stakleno postolje)
8. Kontaktna žica (izlazi iz osnove)
9. Navojna kapica
10. Izolacija
11. Električni kontakt

Svetlosni izvori

44

- Prema nameni sijalice sa metalnim vlaknom dele se u:
 - sijalice za *opštu upotrebu*: minjon E14, normal E27, golijat E40,
 - *reflektorske* sijalice – balon sa unutrašnje strane metalizovan, tako da zrače u koncentrisnom snopu,
 - *halogene* sijalice – sijalice od volframovog vlakna smeštene u cevi od kvarcnog stakla u kojoj je takođe gas za punjenje i vrlo mala količina halogenog elementa (jod ili brom). Prisustvo halogenog elementa omogućuje da se sa vlakna ispareni volfram vrati nazad (volfram halogeni kružni proces), čime se povećava iskorišćenje i trajanje sijalice. Po pravilu su smeštene u optički sistem reflektora i primenjuju se za spoljašnje i unutrašnje osvetljenje.

Svetlosni izvori

45

- *projekzione sijalice* – sijalice za filmske i TV studije, pozornice, operacione stolove,
- ostale vrste.
- *Sijalice na principu pražnjenja* kroz metalne pare ili gasove (fluorescentne, natrijumske, živine, neonske).
- Ove sijalice koriste jonizaciju i luminiscenciju, naime usled električnog pražnjenja u gasu ili metalnoj pari ili u njihovim mešavinama deo energije se, zbog prelaska elementarnih čestica u atomu pare ili gasa na druge nivoe, pretvara u svetlost.

Svetlosni izvori

46

- Osnovni tipovi *sijalica na principu pražnjenja* kroz metalne pare ili gasove su:
- *fluorescentne* (živine niskog pritiska) – vakumirana staklena cev sa malim sadržajem živem, sa unutrašnje strane prevučena slojem FC praha. Cev je na oba kraja zatvorena podnošcima na kojima se nalaze izvodi za priključak u odgovarajuće grlo svetiljke. Posедује najmanji bljesak, primenjuje se samo u zatvorenim prostorijama. Radni napon je manji od 220V, dok je potreban napon paljenja 1kV, što se ostvaruje prigušnicom i starterom.

Svetlosni izvori

47

- *živine* visokog pritiska – pražnjenje se odvija samo u malom balonu, pomoćne elektrode zagrevaju živu da ispari, proces paljenja je dug (3 min), još više vremena je potrebno da proradi posle nestanka napajanja (potreban je visok napon da se upali živa pod visokim pritiskom, pa se prvo živa mora kondenzovati). Potrebna je samo prigušnica.
- *natrijumove* – emituju prodorno žuto-narandžastu svetlost. Primenuju se za osvetljenje tunela i saobraćajnica. Posедуje visokonaponski upaljač (2÷5kV), pa nema problema posle nestanka napajanja.

Principi projektovanja električnog osvetljenja

48

- Postupak projektovanja električnog osvetljenja određuju uglavnom uslovi dobrog osvetljenja koji obuhvataju:
 - namenu,
 - estetske zahteve,
 - ekonomičnost,
 - pouzdanost,
 - dovoljan nivo srednje osvetljenosti i pravilan raspored svetiljki,
 - ravnomernost osvetljenosti i ograničenje blještanja.
- Pri izradi projekta unutrašnjeg osvetljenja po značaju se javljaju sledeće etape:
 - izračunavanje potrebnog svetlosnog fluksa,
 - izračunavanje broja izvora svetlosti,
 - izračunavanje potrebnog broja svetiljki,
 - određivanje rasporeda svetiljki,
 - izračunavanje stvarne srednje osvetljenosti.

Opasnost od električne struje i zaštitne mere

49

- Električna energija je, uz sve prednosti koje ima njena široka primena, praćena i nizom pojava koji mogu da predstavljaju opasnost za čoveka, životnu sredinu, opremu i uređaje.
- Ove pojave se permanentno izučavaju i odgovarajućom međunarodnom i nacionalnom legislativom i standardima se uređuje oblast zaštite od električne struje.
- Osnovna opasna dejstva električne struje su opasnost od direktnog dodira sa delovima električne instalacije i opreme, opasnost od indirektnog dodira, opasnost od toplotnog dejstva koju razvija električna oprema ili instalacije, opasnost usled udara groma i posledica atmosferskih pražnjenja, opasnost od štetnog uticaja elektrostatičkog naelektrisanja.

Opasnost od električne struje i zaštitne mere

50

- Štetnosti koje nastaju ili se pojavljuju u procesu rada su štetnosti usled jonizujućeg i nejonizujućeg zračenja.
- Električna struja koja prolazi kroz čovečje telo može da izazove sledeća direktna delovanja:
 - toplotna (opekotine),
 - mehaničke (oštećenja tkiva),
 - hemijsko (elektroliza),
 - biološko – izaziva grčenje mišića, prekid disanja, haotičnu kontrakciju srčanog mišića, potpuni prestanak srčanog rada, oštećenje centralnog nervnog sistema i drugo.

Opasnost od električne struje i zaštitne mere

51

- Zaštitna sredstva koja se koriste u elektroenergetskim objektima i postrojenjima za zaštitu od električnog udara, delovanja električnog luka, produkata gorenja i pada s visine su:
 - zaštitna oprema- prema potrebi koriste se: izolacioni alat, detektor napona, izolacione motke, prenosne naprave za uzemljivanje i kratko spajanje, sredstva za ograđivanje i izolovanje od delova pod naponom (izolacioni tepisi, ploče, pregrade, prekrivači, kape, izolaciona postolja itd) i oznake upozorenja i zabrane,
 - lična zaštitna sredstva- zaštitno radno odelo, šlem, štitnik za oči i lice (može da bude deo šlema) ili zaštitne naočare, zaštitne rukavice, zaštitna obuća, sigurnosni pojas.

Opasnost od električne struje i zaštitne mere

52

- Stepen opasnosti pri izlaganju čovečjeg tela električnoj struji zavisi od četiri faktora:
 - od puta kojim struja prolazi, odnosno od organa koji su zahvaćeni strujom,
 - od oblika i frekvencije struje,
 - od intenziteta struje i
 - vremena delovanja struje.
- Podnošljive jačine, bez opasnosti, veće su kod jednosmerne struje, nego kod naizmenične.
- Prema propisima dozvoljeni *napon dodira* za čoveka je 50V, 50-60Hz. Napon je indirektno opasan za čoveka, jer on uspostavlja struju u čovečjem telu.

Opasnost od električne struje i zaštitne mere

53

- Čovek može doći u opasnost *direktnim* ili *indirektnim dodirom* delova pod naponom.
- Razlikujemo sledeće načine zaštite od električnog udara:
- *od direktnog dodira*:
 - kompletna zaštita – izolovanje, ograđivanje u kućišta,
 - dodatna zaštita – zapreke, stavljanje van dohvata ruke, automatskim isključivanjem uređajima koji deluju na diferencijalnu struju,
 - upotrebom sigurnosno malog napona,
 - upotrebom malog radnog napona.

Opasnost od električne struje i zaštitne mere

54

- *od indirektnog dodira:*
 - upotrebom sigurnosno malog napona,
 - upotrebom malog radnog napona,
 - automatskim isključivanjem napajanja,
 - izjednačenjem potencijala (*TN* sistem – najviše odgovara staroj zaštiti "nulovanjem", *TT* sistem – najviše odgovara staroj zaštiti "zaštitno uzemljenje", *IT* sistem – najviše odgovara staroj zaštiti "sistem zaštitnog voda" – primenjuje se za mreže bez nultog voda koje su uzemljenje preko velike impedanse),
 - dodatnim izjednačenjem potencijala,
 - upotrebom aparata i uređaja klase II,
 - postavljanjem u izolovane prostorije,
 - lokalnim izjednačenjem potencijala,
 - električnim odvajanjem (transformator 1:1).

Literatura

55

- M. Milanković, D. Perić, I. Vlajić-Naumovska, “*Osnovi elektroenergetike*”, Visoka škola elektrotehnike i računarstva strukovnih studija, Beograd, 2015.