



Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih

Obrada i spajanje električnih vodova

Autor:

Danijel Eskeričić



Školska knjiga d.d.
Zagreb, 2023.



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.

Sektor: Elektrotehnika i računarstvo

Razina SIU: 3

Naziv standarda kvalifikacije, razina HKO-a:

SK Tehničar za telekomunikacije/ Tehničarka za telekomunikacije (standard strukovnog dijela kvalifikacije), 3.1

Modul: Spajanje vodova i električne instalacije

Ishodi učenja:

1. Razlikovati materijale za vodiče i izolacijske materijale.
2. Razlikovati načine označavanja vodiča, vodova i kabela.
3. Primijeniti postupke obrade izolacije vodiča, vodova i kabela.
4. Spojiti vodiče upletanjem, omatanjem, vijcima, uticanjem, stezaljkama i konektorima.
5. Spojiti vodiče postupkom lemljenja.

Obujam: 3 CSVET

Ključni pojmovi:

Datum izrade DOM-a: 5.7.2023.

Riječi i pojmovni sklopovi koji imaju rodno značenje korišteni u ovom dokumentu (uključujući nazive strukovnih kvalifikacija, zvanja i zanimanja) odnose se jednako na oba roda (muški i ženski) i na oba broja (jedinu i množinu), bez obzira na to jesu li korišteni u muškom ili ženskom rodu, odnosno u jednini ili množini.

Sadržaj

Uvod	3
1. Električni vodovi	4
1.1. Podjela električnih vodova	4
1.2. Materijali za vodiče i izolacijski materijali	5
1.3. Označavanje vodova, vodiča i kabela	7
2. Obrada i spajanje vodiča	12
2.1. Postupci obrade izolacije vodova, vodiča i kabela	12
2.2. Spajanje vodiča	13
Zaključak	17
Literatura i korisne poveznice	18
Impressum	19

Uvod

U fizici i tehnici, vodič se definira kao tvar ili tijelo koji se odlikuju sposobnošću prijenosa nekog oblika energije, npr. električne struje, elektromagnetskih valova, topline, zvuka.

Električni vodič je električki vodljiva tvar ili tijelo načinjeno od električki vodljive tvari, tj. tvar ili tijelo kroz koje električna struja može kontinuirano teći npr. bakar, aluminij, željezo, grafit, zlato, srebro ili npr. žica od bakra, štap od aluminija, željezna ploča.

Izolirani vod koji se polaže u tlo (podzemni kabel) ili na dno mora, jezera i slično (podvodni kabel) služi za prijenos i raspodjelu električne energije (energetski kabel) ili za prijenos zvuka, slike i informacija te za potrebe signalizacije, mjerenja i kontrole (telekomunikacijski kabel). Kabel (njem. *Kabel*) se ne rabi za nadzemne (zračne) električne vodove (električni energetski vod) niti se kabelom smatra savitljivi izolirani električni vod za kućne instalacije i pokretljiva trošila (električni vod).

Kabel se sastoji od jednog ili više vodiča, izolacije oko svakoga vodiča, plašta od kovine ili plastike te zaštitnog plašta radi mehaničke, električne ili antikorozijske zaštite.

Kada je riječ o električnim vodovima, tada je vrlo važno imati na umu zahtjeve koji se postavljaju pred njih same, ovisno o njihovoj upotrebi. Vodovi moraju imati što veću vodljivost kako bi otpor prolaskom struje bio što manji.

Vodovi se mogu dijeliti prema njihovu konstrukciji, električnim specifikacijama ili karakteristikama i namjeni, a isto tako mogu biti izolirani različitim izolacijskim materijalima.

Izolatore za vodove prepoznajemo po strukturi materijala, a namjenu vodova koji su obloženi izolatorima, prema boji vodova. Primjer je fazni vodič koji ima izolator najčešće crne ili smeđe boje.

Obrada vodova može biti ručna ili strojna, a za one vodove koji se koriste kao elektroenergetski i telekomunikacijski, najčešća je ručna obrada. Pri se ručnoj obradi koristi niz alata.

Kroz ovaj obrazovni materijal naučit ćete:

- 1.** Razlikovati materijale za vodiče i izolacijske materijale.
- 2.** Razlikovati načine označavanja vodiča, vodova i kabela.
- 3.** Primijeniti postupke obrade izolacije vodiča, vodova i kabela.
- 4.** Spojiti vodiče upletanjem, omatanjem, vijcima, uticanjem, stezaljkama i konektorima.
- 5.** Spojiti vodiče postupkom lemljenja.

6. Električni vodovi

6.1. Podjela električnih vodova

Električni vodovi služe za prijenos električne struje, ali i informacija, a međusobno su jedan od drugoga, ali i od zemlje te drugih konstrukcijskih dijelova, izolirani izolatorskim materijalom.

Električni se vodovi mogu podijeliti prema konstrukciji, namjeni, mjestu primjene i električnim karakteristikama.

Prema konstrukciji, električni vodovi mogu biti nadzemni, izolirani i kabeli.

Električni vodovi mogu se podijeliti i prema mjestu primjene, na nadzemne, podzemne, podvodne i instalacijske.

Nadzemni se vodovi nalaze u zraku između dalekovoda ili nekih drugih krutih konstrukcija, od kojih su odvojeni izolatorima. U tim slučajevima, vodiči mogu biti s i bez izolacije. Ako se radi o vodovima bez izolacije, onda su keramičkim ili staklenim izolatorima odvojeni od konstruktorskih dijelova između kojih su obješeni. S druge strane, izolirani vodovi su izolirani vodovi u užem smislu i kabeli. Izolirani vodovi, u užem smislu, podrazumijevaju primjenu u električnim instalacijama. Kabeli su izolirani vodovi koji se polažu najčešće u zemlju i služe za primjenu na većim naponima.

Prema namjeni, vodovi mogu biti za prijenos električne snage i za prijenos informacija. Za prijenos električne snage koriste se nadzemni vodovi, izolirani vodovi se koriste za električne instalacije (slika 1) i kabeli, dok se za prijenos informacija u telekomunikacijama koriste telefonski kabeli (UTP, FTP, STP), koaksijalni kabeli i optički kabeli.

Prema električnim karakteristikama, vodovi mogu biti homogeni i nehomogeni. Kod homogenih vodova elektromagnetske karakteristike jednake su duž cijeloga voda, dok kod nehomogenih nisu.



Slika 1 - Izolirani vodovi za prijenos električne struje(Shutter: 72478762)

6.2. Materijali za vodiče i izolacijski materijali

Materijali za vodiče odabiru se prema parametrima koji su važni za pojedini vodič, ovisno o njegovoj namjeni.

Materijal za vodiče je uvijek metal koji mora zadovoljiti sljedeće kriterije:

- Električna vodljivost,
- Velika mehanička čvrstoća,
- Dobra mogućnost obrade,
- Otpornost na koroziju, oštećenja i starenje,
- Niska cijena.

Vrlo je teško da će jedan metal zadovoljiti sve prethodno navedene kriterije pa se u nekim slučajevima upotrebljavaju heterogeni vodiči (sastavljeni od više materijala ili legura materijala).

Kad se govori o izoliranim vodovima, koji se primjenjuju u električnim instalacijama, tada je najrasprostranjeniji materijal bakar. Međutim, bakar nema najbolju vodljivost. Bolju vodljivost ima srebro, ali ono se ne koristi radi svoje visoke cijene i teške dostupnosti. Kada je riječ o nadzemnim vodovima, tada se najviše koristi aluminij (slika 2). Bakar se ne koristi zbog visoke cijene, bez obzira na manju vodljivost. Prednost aluminija je njegova masa, lagan je i vrlo prikladan za takvu primjenu. Međutim, aluminij je podložan oštećenju, rastezanju i pucanju pa se za nadzemne vodove koristi kombinacija dvaju metala, aluminija i čelika - Alučel nadzemni vod.

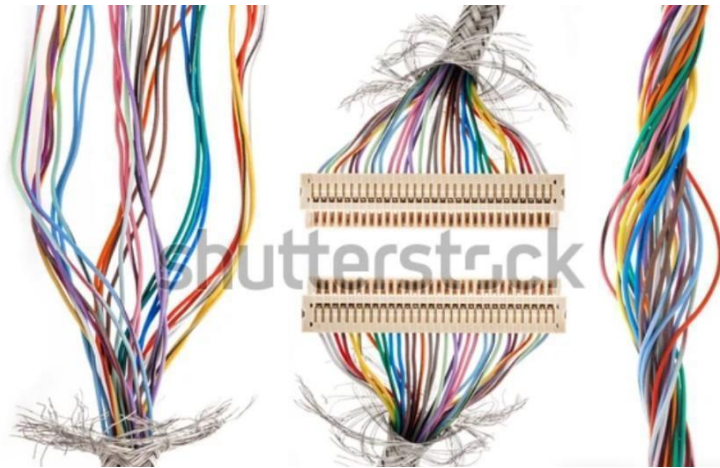


Slika 2 - Aluminijski upleteni vodič

(Shutter: 1855261924)

Materijali za izolaciju vodiča služe za električno izoliranje vodiča koji se nalaze pod naponom. Izolacijski materijali su, ovisno o namjeni, papir, termoplastične mase, guma, svila, pamuk, lakirano platno, azbest i magnezijev-oksidi. Papir se kao izolacija postavlja kod kabela koji provode vrlo velike struje, a izrađuje se od čiste natronske celuloze. Prilikom nanošenja, radi čvrstoće i većeg prijanjanja, papir mora imati 25 % vlage u sebi. Prosječna debljina papira kao izolatora je 0,125 mm. Papir se još koristi kao izolator kod transformatora. Za izolirane vodove koji se koriste u električnim instalacijama

i za kabele, najčešći izolatori su plastika i guma. Nekada se plastika nanosila hladnim prešanjem, a danas se na vodiče nanosi vulkanizacijom, toplim izoliranjem. Izoliranje magnezijevim-oksikom u obliku praha koristi se kod kabela koji se primjenjuju u prostorijama podložnim visokim temperaturama. Na slici 3 prikazani su izolacijski materijali na bakrenim vodičima.

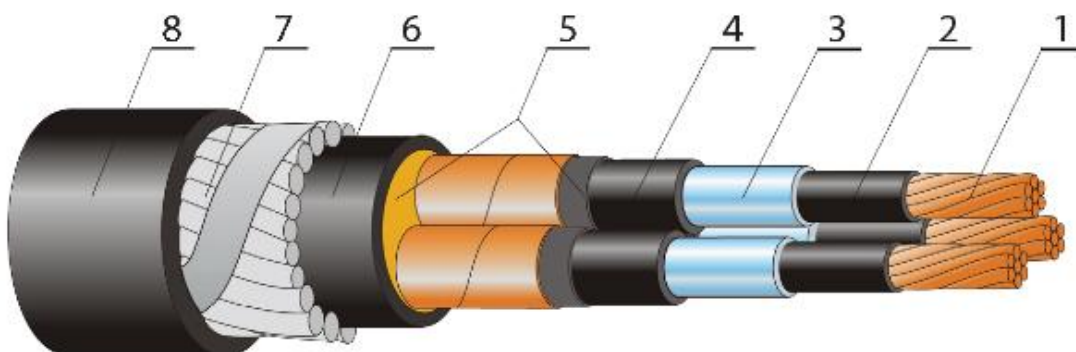


Slika 3 - Izolacijski materijal - plastika

(Shutter: 123932029)

Napomenimo još da izolacijski materijali koji se koriste kod nadzemnih vodova jesu porculan, keramika i staklo.

Na slici 4 prikazan je energetska kabel sa slojevima izolacije i vodičem u prvom dijelu. Sastoji se od vodiča (1), ekrana vodiča (2), izolacije (3), ekrana izolacije (4), električne zaštite (5), unutarnjeg (6) i vanjskog (8) zaštitnog sloja i armature (7). Mogu biti presjeka od 0,5 do 1000 mm². Ekran se postavlja u višezilnim kabelima za srednje i visoke napone. U pravilu su to trake od metaliziranog papira, vodljivih tkanina i slično.



Slika 4 - Energetski kabel

Na slici 5 prikazan je suosni kabel, odnosno koaksijalni kabel, koji se u praksi koristi kod osciloskopa, generatora funkcija, antenskog povezivanja i sličnih povezivanja. Središnji vodič može biti od punog presjeka ili upleten od više njih. Izolator oko središnjeg vodiča je obično plastika, a postoje dva sloja izolacije, unutarnja (na slici bijelom bojom) i vanjska (na slici crnom bojom). Između unutarnje i vanjske izolacije nalazi se upleteni mrežasti oklop koji smanjuje utjecaj elektromagnetskih smetnji u blizini. Taj oklop spaja se na potencijal mase, odnosno potencijal zemlje. Neke izvedbe ovakvih kabela mogu imati i sloj metalne folije



Slika 5 - Različite izvedbe suosnih (koaksijalnih) kabela

6.3. Označavanje vodova, vodiča i kabela

Označavanje vodova, vodiča i kabela provodi se prema normama i standardima. Potrebno je razlikovati označavanje vodova i kabela te označavanje vodiča. Označavanje se u pravilu vrši slovnim i broječanim oznakama koje su jednake u svijetu i međunarodno normirane. Europski odbor za elektrotehničku normizaciju (*CENELEC*) uskladio je sustav ožičavanja kabela i vodiča čime je jasno definiran niz ili slijed označavanja. Dakle, bitno je držati se redoslijeda označavanja.

Označavanje izoliranih vodova provodi se grupom slovnih oznaka vezanih za područje primjene, vrstu izolacije i plašta (a), grupom slovnih oznaka vezanih za izvedbene osobine za primjenu (b), grupom slovnih oznaka vezanih za vrstu materijala i oblik presjeka vodiča (c), brojem žila i nazivnim presjekom vodiča (d) i nazivnim naponom (e).

Bitno je napomenuti da se prva i druga grupa slovnih znakova (a) i (b) odvaja kosom crtom, dok se druga i treća grupa odvaja crticom.

Označavanje kabela provodi se grupom slovnih oznaka vezanih za vrstu izolacije i plašta (a), brojem za konstruktivne osobine kabela (b), grupom slovnih oznaka vezanih za vrstu materijala i oblik presjeka vodiča (c), brojem žila i nazivnim presjekom vodiča (d) i nazivnim naponom (e).

Postoje posebna područja primjene za izolirane vodove pa se za primjenu u automobilima koristi slova oznaka A, za primjenu u dizalicama slova oznaka D, za svjetiljke slova oznaka S te za područje zavarivanja slova oznaka Z.

Označavanje vodova i kabela prema normi HRN HD 361 S2/S3 i DIN VDE 0292 provodi se prema sljedećem redoslijedu, od jedan do 11.

1. Definiranje odnosa prema usklađenom standardu:

H – kabel izrađen prema usklađenom standardu,

A – kabel izrađen prema neusklađenom standardu (kabel domaćeg tipa).

2. Nazivni napon:

01 – napon 100/ 100 V,

03 – napon 300/ 300 V,

05 – napon 300/ 500 V,

07 – napon 450/ 750 V.

3. Izolacijski materijal:

B – etilen propilenska guma,

G – kopolimer etilen/vinil acetat,

J – pletenica od staklenog vlakna,

N – polikloroprenska guma koja ne širi vatru,

N2 – posebna smjesa polikloroprena za obloge žica za zavarivanje,

N4 – lorusulfonirani polietilen ili klorirani polietilen,

R – obična etilen-polipropilenska guma,

S – silikonska guma,

T – tekstilna pletenica,

V – (PVC),

V2 – (PVC) otporan na toplinu,

V3 – PVC za kabele položene na niskim temperaturama,

V4 – umreženi PVC,

V5 – specijalni PVC otporan na ulje,

Z – umrežena mješavina poliolefina s malom emisijom plina,

Z1 – termoplastični poliolefinski spoj s malom emisijom plina.

4. Metalni premaz:

C – koncentrična bakrena žila

C4 – bakreni ekran na sredini

5. Nemetalni premaz:

B – etilen-propilenska guma,

G – kopolimer etilen/vinil acetat,

J – pletenica izrađena od staklenog vlakna,

N – polikloroprenska guma koja ne širi vatru,

N2 – specijalna polikloroprenska smjesa za premaze zavarivačkih žica,

N4 – polietilan klorosulfonirani ili klorirani polietilen,

Q – poliuretan,

Q4 – poliamid,

R – obična etilen-polipropilenska guma,

S – silikonska guma,

T – tekstilna pletenica,

V – Polivinil klorid (PVC),

V2 – (PVC) otporan na toplinu,

V3 – PVC za kabele koji se polaže na niskoj temperaturi,

V4 – umreženi polivinil klorid,

V5 – polivinil klorid posebno otporan na ulje,

Z – umrežena mješavina poliolefina s niskim emisijama plinova,

Z1 – termoplastični poliolefinski spoj s niskom emisijom plinova.

6. Struktura kabela:

*Nema oznaka koje se koriste za okrugle provodnike

H – ravni, djeljivi kabel,

H2 – ravni, nedjeljivi kabel,

H6 – ravni 3 ili više žila.

7. Materijal žile:

A - Aluminiij

8. Struktura jezgre:

D – fleksibilna koja se koristi u kabelima za zavarivanja,

- E – vrlo fleksibilna koja se koristi u kabelima za zavarivanja,
- F – fleksibilna za kabele (klasa 5),
- H – vrlo fleksibilna za kabele (klasa 6),
- K – fleksibilan za trajno položene kabele (klasa 5),
- R – kruti upleteno više žica.
- U – okrugli jednožični.

9. Numerička oznaka broja žica u kabelu

10. Zaštitna žila

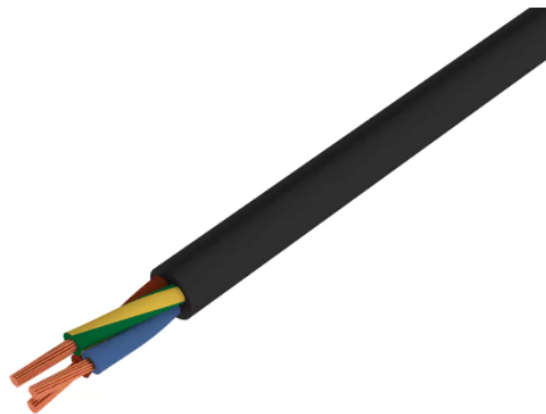
- G – žuto-zelena zaštitna žila,
- X – nema žuto-zelene zaštitne žila,
- U – okrugla jednožična.

11. Numerička oznaka presjeka žile u kabelu

Zadatak 1. Prema oznaci za kabel H05RR-F, izvedite tehničke specifikacije. Na slici 6 prikazano je rješenje zadatka s izgledom kabela.

Višežilni kabel za napajanje H05RR-F

- Odnos prema usklađenom standardu: H - kabel izrađen prema usklađenom standardu
- Nazivni napon 05 - napon 300/500V
- Materijal izolacije: R - obična etilen-polipropilenska guma
- Nemetalni premaz: R - obična etilen-polipropilenska guma
- Struktura kabela: nema oznake: okrugli kabel
- Materijal žile: nrtica koja označava bakar
- Struktura jezgre: F - fleksibilna za kabele (klasa 5)
- Broj žila: 2
- Zaštitna žila: X - nema žuto-zelene zaštitne žile
- Presjek žile: 0,75mm²



[Serija H05RR-F](#)

Slika 6 - Tehničke karakteristike i izgled kabela H05RR-F

Zadatak 1: Navedite oznake za nazivni napon na kabelima.

Rješenje: Oznake za nazivni napon na kabelima su:

01 – napon 100/ 100 V,

03 – napon 300/ 300 V,

05 – napon 300/ 500 V,

07 – napon 450/ 750 V.

Zadatak za vrednovanje: Prema prethodno navedenim značajkama pokušajte napisati tehničke specifikacije za kabel H03NB-FG.

Za one koji žele znati više:

Zanimljivosti:

7. Obrada i spajanje vodiča

7.1. Postupci obrade izolacije vodova, vodiča i kabela

Postupci obrade izolacije podrazumijevaju odstranjivanje izolacije vodiča i plašta. Postupak se izvodi ručnim alatom: nožićem, kliještima, posebnim alatom za skidanje izolacije i sličnim alatima. Na slici 7 prikazan je postupak skidanja izolacije vodiča posebnim alatom. Poseban alat na sebi ima oštricu koja povlačenjem skida izolaciju vodiča. Prilikom skidanja izolacije treba paziti da se vodič ne ošteti. Takav poseban alat može na sebi imati utore, ovisno o presjeku vodiča, a istovremeno se koristi i za skidanje izolacije plašta samog voda.



Slika 7 - Postupak skidanja izolacije vodiča.

(Shutter: 2262081935)

U pravilu, izolacija vodiča se skida 20 mm od vrha samoga vodiča, ali ovisno o načinu spajanja istoga. U nekim se slučajevima izolacija može skinuti i do 50 mm. Na slici 8 nalazi se poseban alat za skidanje izolacije koji pritiskanjem ručice automatski skida izolaciju, bez mogućnosti oštećenja vodiča. Prilikom obrade izolacije, potrebno je koristiti zaštitna sredstva, prije svega zaštitne rukavice. Postupak skidanja izolacije kabela, prvenstveno onih koji su za visoke napone, može biti malo složeniji. U pravilu se izvodi rezanjem plašta pomoću pile za metal, dok se izolacija vodiča obrađuje jednakim postupkom kao kod obrade izolacije vodiča.



Slika 8 - Alat za skidanje izolacija vodiča(Shutter: 2300698467)

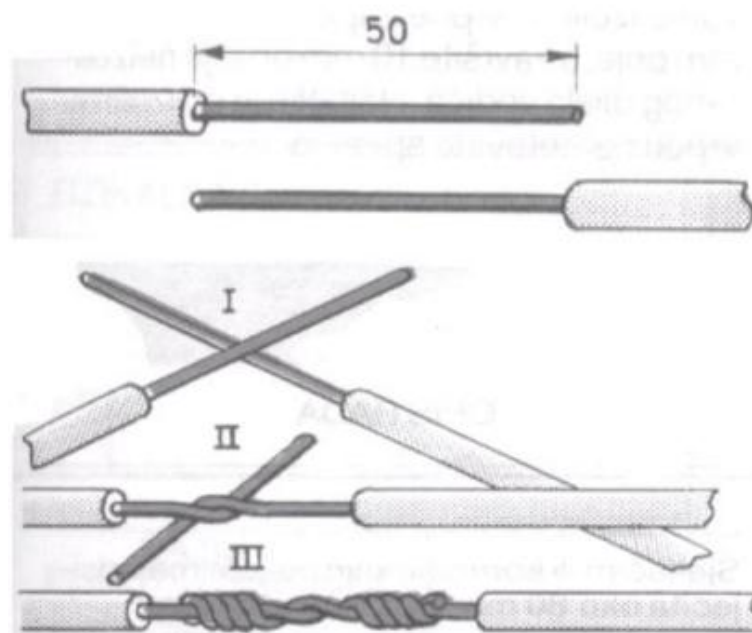
7.2. Spajanje vodiča

Radi zahtjeva koji se postavljaju u električnim instalacijama i općenito elektrotehnici, vodiči se često međusobno povezuju, odnosno spajaju, kako bi se povezali u strujni krug. Vodičima se prije spajanja mora obraditi izolacija, na način koji je naveden u prethodnom poglavlju.

Vodiči se mogu spajati uplitanjem, omatanjem, vijcima, uticanjem, stezaljkama i konektorima. Prethodno navedeni načini spajanja vodiča podrazumijevaju rastavljiv spoj. Neke od njih je, nakon spajanja, potrebno izolirati izolacijskom trakom kako spojevi ne bi došli u dodir s drugim spojevima ili nekom drugom konstrukcijom u blizini, a posebice u dodir s čovjekom.

Vodiči se mogu spajati lemljenjem što podrazumijeva nerastavljiv spoj, a lemljenje može biti meko i tvrdo.

Spajanje vodiča uplitanjem prikazano je na slici 9, a izvodi se tako da se izolacije vodiča skine 50 mm od vrha te se vodiči postave međusobno pod pravi kut i upletu jedan oko drugoga. Spoj je potrebno kliještima dodatno uplesti kako bi bio čvršći. Nakon ovakvoga postupka spoj je potrebno izolirati izolacijskom trakom, odnosno, omotati nekoliko puta sav metalni dio. Nakon izoliranja ne smije doći do lakog odstranjivanja izolacijske trake. Izolacijska traka štiti od napona dodira ili kontakta spoja s drugim vodičima.

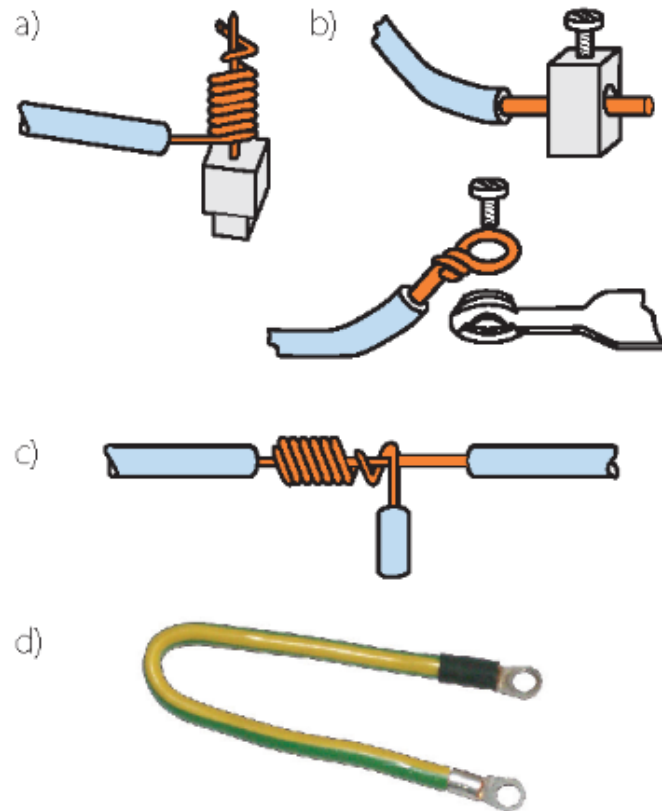


Slika 9 - Spajanje vodiča upletanjem

Spajanje vodiča omatanjem koristi se uz posebne igličaste izvode na koje se specijalnim alatom omataju vodovi za ožičenje. Ovakav način spajanja vodiča koristi se u ožičenju računala.

Spajanje vodiča vijcima najčešći je način povezivanja konstrukcijskih elemenata i spajanja elektrotehničkih elemenata u veće cjeline. Spoj vijcima zahtjeva prethodan odabir materijala s obzirom na elektrokemijska svojstva, veličinu vijaka, oblik nareza, glave i podložnih pločica. Spoj vijcima obavezno mora imati podložne pločice koje su, u pravilu, šire od glave vijka, kako bi većom

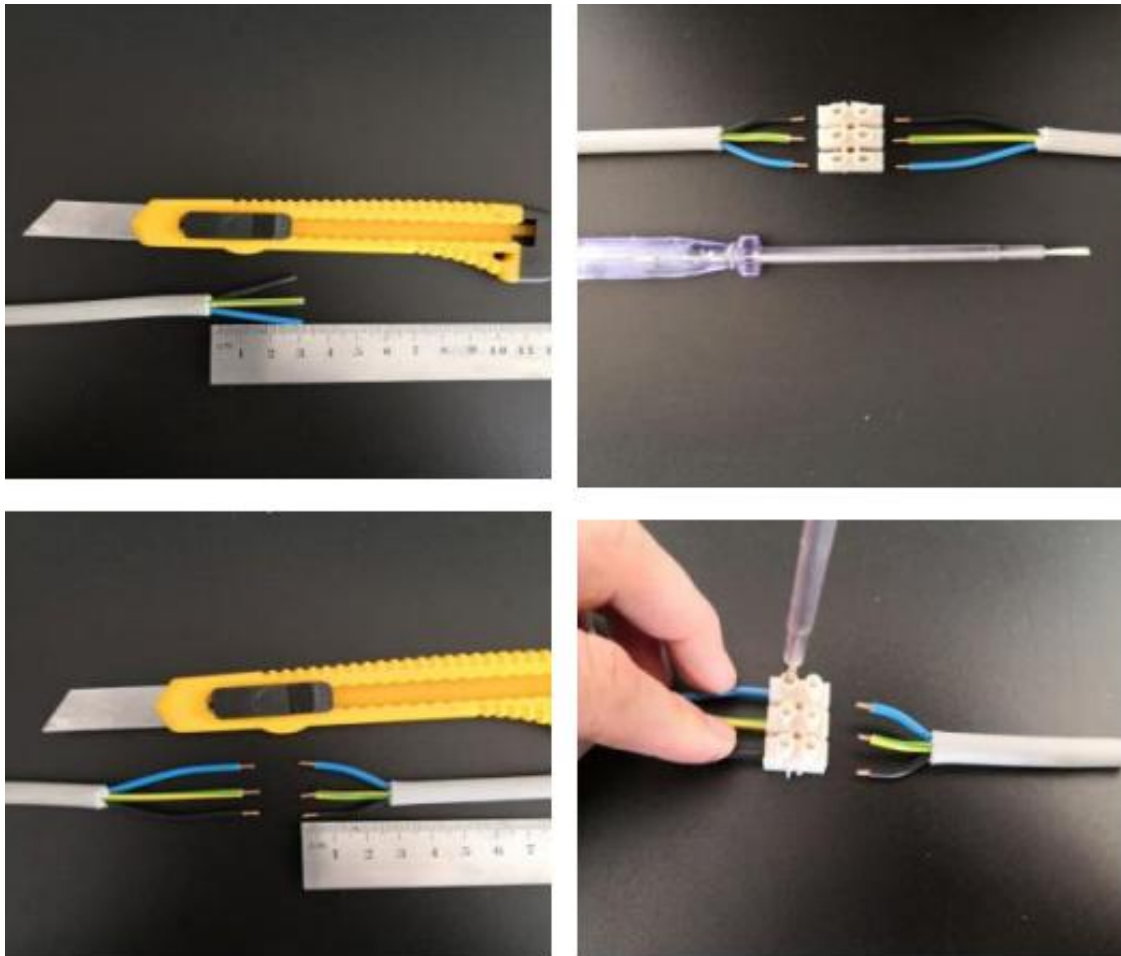
površinom obuhvatile i pritisnule spoj vodiča. Spajanje vodiča vijcima podrazumijeva rastavljiv spoj. Na slici 10 prikazan je način spajanja vodiča a) omatanjem, b) vijcima, c) uplitanjem, d) stiskanjem.



Slika 10 - Spajanje vodiča različitim postupcima

Spajanje vodiča stezaljkama (slika 11) izvodi se pomoću stezaljki s vijcima i stezaljki bez vijaka (tzv. utične stezaljke). Stezaljke s vijcima su obložene izolacijskim materijalom, najčešće plastikom i gumom, dok se u unutrašnjosti stezaljke nalazi metalno kućište i vijak u koji se postavlja vodič. Prije spajanja vodiča stezaljkama potrebno je obraditi izolaciju vodiča, na način koji je naveden u prethodnom poglavlju. Stezaljke se klasificiraju prema primjeni, odnosno, prema presjeku vodiča koji se međusobno spajaju i broju utora koji je korisniku potreban. Stezaljke bez vijaka razlikuju se također prema namjeni, odnosno, presjeku vodiča (razlikuju se za puni presjek jednožilnog vodiča i za višežilni vodič) i broju utora. Stezaljke bez vijaka imaju najčešću primjenu u električnim instalacijama u razvodnim kutijama i ormarima.

Stezaljke se u literaturama najčešće susreću pod nazivima *wago* stezaljke, *wecco* stezaljke, utične stezaljke, redne stezaljke, luster stezaljke, priključne stezaljke, aparatne stezaljke i slično.



Slika 11 - Spajanje vodiča stezaljkama.

Spajanje vodiča konektorima (engl. *cinch, jack*) najčešće se koristi u video i audio tehnologiji te računalima. Ovdje se radi o malim presjecima vodiča kojima teče vrlo mala struja, a spajaju se pomoću muških i ženskih konektora. Računalne komponente poput grafičke kartice, ventilatora, mrežne kartice, *DVD-a, bluethooha* i slično spajaju se konektorima na matičnu ploču. S druge strane, u audio i video tehnici mikروفon i zvučnici povezuju se na centralnu jedinicu pomoću konektora.

Spajanje vodiča lemljenjem

Spajanje vodiča lemljenjem podrazumijeva nerastavljiv spoj koji se nakon postupka mora izolirati izolacijskom trakom. Lemljenje podrazumijeva tehniku spajanja posebnim alatom, lemilom i lemom (tzv. tinol). Izvodi se tako da se spojno mjesto zagrijava do temperature taljenja lema pri čemu se lem tali i sjedinjuje s metalom. Lem se najčešće izvodi u obliku žice i načinjen je od legure kositra i olova.

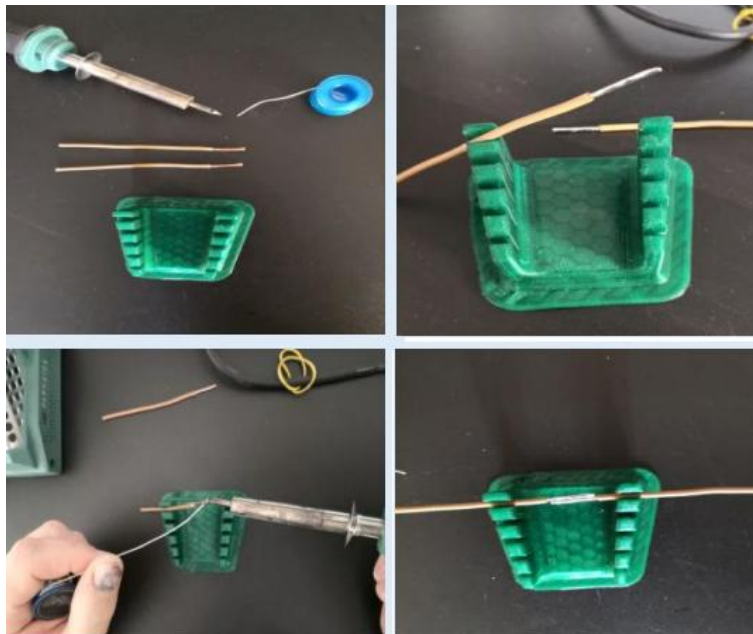
Razlikujemo dvije vrste lemljenja, a to su:

1. Tvrdo lemljenje - izvodi se na temperaturi većoj od 450°C. Najčešće se primjenjuje kod spojeva u strojarstvu.
2. Meko lemljenje (engl. *soldering*) - izvodi se na temperaturi do 450°C. Najčešće se primjenjuje u elektronici.

Vodiči se prije postupka lemljenja moraju pripremiti, odnosno, izolacija se mora obraditi. Važno je naglasiti da površine metala vodiča moraju biti čiste (bez oksida, nečistoća i masti) kako bi lem mogao prionuti na materijal. Pri postupku lemljenja, sam se postupak može poboljšati korištenjem posebnih pasti ili tekućina koje smanjuju oksidaciju spojnih površina.

Prednost lemljenja je spajanje vodiča različitih materijala metala. Dodatno, temperatura lemljenja ne utječe značajno na materijal vodiča, spojevi dobro provode struju i mogu se spajati vodiči različitih presjeka.

Na slici 12 prikazan je postupak mekog lemljenja pomoću lemila i lema. Prikazana su dva vodiča jednakih presjeka. Nakon postupka lemljenja spoj je potrebno mehanički testirati kako bismo se uvjerali da je dovoljno čvrst.

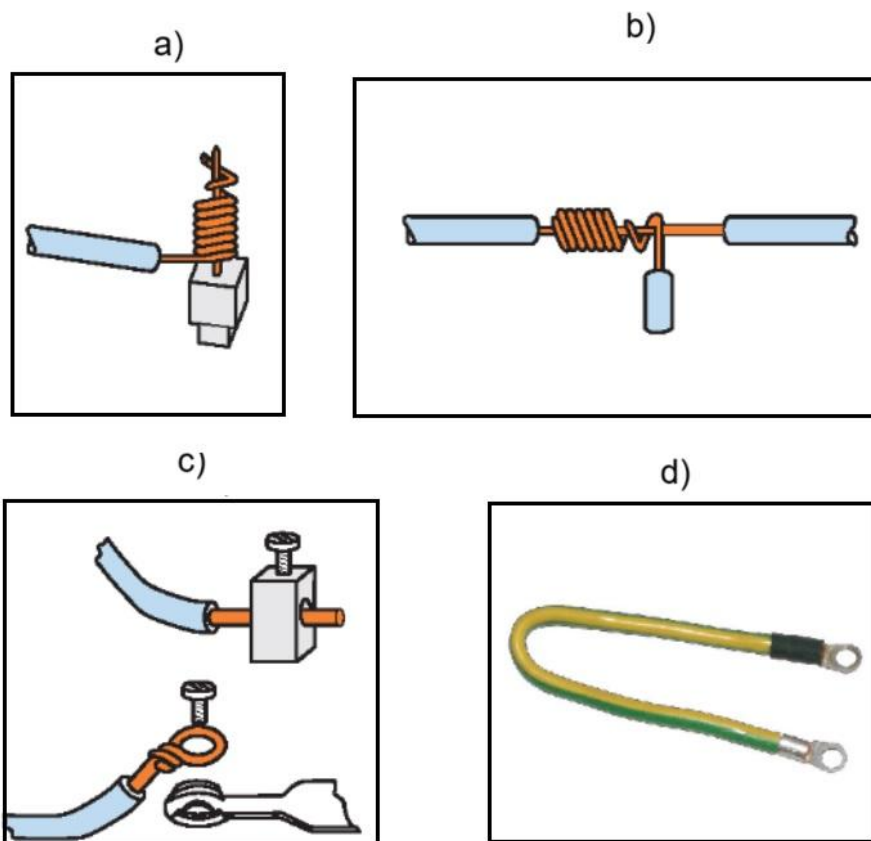


Slika 12 - Postupak lemljenja dvaju vodiča

Zadatak 2: Navedite načine spajanja vodiča.

Rješenje: Vodiči se mogu spajati uplitanjem, omatanjem, vijcima, uticanjem, stezaljkama, konektorima i lemljenjem.

Zadatak za vrednovanje: Na slici 13 prikazani su neki postupci spajanja vodiča. Navedite kako se zove koji spoj.



Slika 13 - Zadatak za vrednovanje

Za one koji žele znati više:

Zanimljivosti:

Zaključak

Literatura i korisne poveznice

1. Elteh.net: Sustav označavanja kabela i vodova.

<https://www.elteh.net/el-instalacije/kabeli/sustav-oznacavanja-kabela-i-vodova.html>

2. TME.eu. OZNAČAVANJE KABELA PREMA USKLAĐENIM STANDARDIMA. 2020-10-12.

<https://www.tme.eu/hr/news/library-articles/page/41461/Oznacavanje-kabela-prema-usklajenim-standardima/>

3. <http://www.inet.hr/~ivajosip/radionicke%20vjezbe/Nastava/Nastava.htm>

4. http://ss-tehnicka-zupanja.skole.hr/upload/ss-tehnicka-zupanja/images/static3/1013/attachment/EMIK_i_MUE_-_skripta.pdf

5. Špoljarić, D. Spajanje jednožičnog vodiča rednim stezaljkama, 2020.

<https://edutorij.e-skole.hr/share/page/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/8a6b2b16-1212-47f0-965f-18de60dad599>

6. Špoljarić, D. Spajanje vodiča lemljenjem - 'telefonski' spoj, 2020.

<https://edutorij.e-skole.hr/share/page/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/8079d949-8ea1-497f-92d7-50cc1a79a2a2>

7. Špoljarić, D. Spoj vodiča lemljenjem - ravni spoj, 2020.

<https://edutorij.e-skole.hr/share/page/document-details?nodeRef=workspace://SpacesStore/f0fed3ad-38cc-4275-9ab9-0dc892387531>

8. Delimar, M. Prijenos i razdjela električne energije. Sveučilište u Zagrebu, 2. izdanje, 2017.

https://www.fer.unizg.hr/download/repository/PRIJENOS_I_RAZDJELA_ELEKTRICNE_ENERGIJE.pdf

9. https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/elektricni_vodovi.pdf

10. https://tehnika.lzmk.hr/tehnickaenciklopedija/elektricne_instalacije.pdf

11. Furčić, N i Varga, Z. Elektrotehnika 2, Udžbenik sa zbirkom zadataka i multimedijским sadržajem za 2. razred trogodišnjih strukovnih škola, 4. izdanje. Neodidacta, Zagreb, 2016.

12. Rodeš, V. Električne instalacije 1 - udžbenik za srednje strukovne škole, Elektrostrojsrska škola Varaždin, Varaždin 2019.

13. <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=65134>

14. <https://enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=29686>

15. Vujović, I. Elektrotehnički materijali i komponente, Udžbenik s multimedijским sadržajem za 2. razred četverogodišnjih strukovnih škola u području elektrotehnike, Neodidacta, Zagreb, 2016.

16. Bednjanec, A. i Zuppa Bakša, V. Osnove elektroničkih mjerenja, udžbenik za 2. razred srednjih strukovnih škola, Element, Zagreb, 2019.

Impressum

Autor: Danijel Eskeričić

Recenzent: Đula Nađ

Urednik: Jelena Lončarić

Lektor: Lektorska služba ŠK

Grafička priprema: Grafičko-likovna redakcija ŠK

Stručnjak za didaktičko –metodičko oblikovanje: Goran Bukan

Voditelj projekta: Matilda Bulić

Izvori fotografija:

Shutterstock, Arhiva autora



Agencija za
strukovno obrazovanje
i obrazovanje odraslih



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog socijalnog fonda.