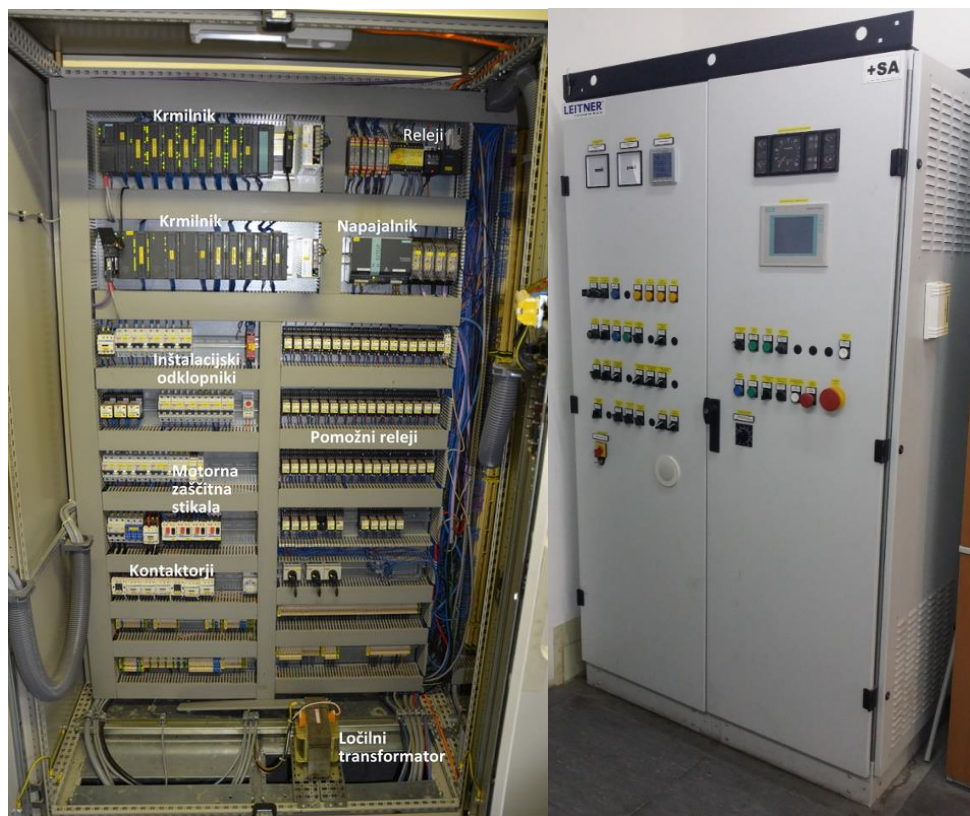


TEHNIKA KROŽNIH ŽIČNIC IN VLEČNIC

– ELEKTROTEHNIŠKI DEL

Strojnik krožne žičnice



Zbral in uredil

Janko Breznik el.inž.

Kazalo

1. OSNOVE ELEKTROTEHNIKE.....	4
1.1 Uvod.....	4
1.2 Elektrina(električni naboj)	4
1.3 Električna napetost	4
1.4 Električni tok in učinki električnega toka	4
1.4.1 Učinki električnega toka:.....	5
1.4.2 Učinki električnega toka na ustroj živih bitij:	Napaka! Zaznamek ni definiran.
1.5 Električna upornost in prevodnost	5
1.6 Lastnosti in zakonitosti električnih krogov.....	5
1.6.1 Enostavni električni krog.....	5
1.6.2 Vzporedni električni krog.....	6
1.6.3 Zaporedni električni krog.....	6
1.7 Električna moč, energija in delo	7
1.7.1 Električna moč	7
1.7.2 Električna energija in delo.....	7
1.8 Električno polje	7
1.8.1 Kondenzator.....	7
1.8.2 Kapacitivnost.....	7
1.9 Magnetno polje.....	8
1.9.1 Tuljava.....	8
1.9.2 Induktivnost	8
1.10 Izmenični sistem.....	8
1.10.1 Trifazni sistem.....	9
2. ZAŠČITNI UKREPI PRI RAVNANJU Z ELEKTRIČNIM TOKOM	11
2.1.1 Učinki električnega toka na ustroj živih bitij:	11
2.1.2 Zaščita pred električnim udarom	11
3. ELEKTRO OPREMA NAKROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH	12
3.1 Blok shema elektro omar in elementov krožne žičnice.....	12
3.2 KRATEK OPIS MOČNOSTNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH.....	13
3.2.1 Odklopnik.....	13
3.2.2 Bremenska stikala	13
3.2.3 Elementi razvoda in varovanja.....	14
3.2.4 Kontaktor	15
3.2.5 Elektromotorji.....	15
3.2.6 Elektro odvarne naprave	19
3.3 KRATEK OPIS KRMILNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH.....	21
3.3.1 Stikala, tipke.....	21
3.3.2 Preklopna stikala (grebenasta stikala)	21
3.3.3 Mejna stikala, približevalna tipala,.. ..	22

3.3.4	Rele	23
3.3.5	Pretvorniki.....	24
3.3.6	Taho generatorji, impulzni dajalniki.....	24
3.3.7	Transformator, usmernik, napajalnik.....	24
3.3.8	Krmilnik	26
3.3.9	Merilniki	26
3.3.10	OP paneli, tipkovnice.....	27
3.3.11	Elementi za zaščito ljudi in opreme pri uporabi električnega toka.....	27
3.3.12	Telekomunikacije.....	28
4.	ZAGONI ELEKTROMOTORJA	30
4.1	Zagon asinhronskega motorja	30
4.1.1	Direktni zagon	30
4.1.2	Zagon zvezda-trikot (asinhronski motor s kratkostično kletko)	30
4.1.3	Mehki zagon (asinhronski motor s kratkostično kletko)	30
4.1.4	Frekvenčni regulator (asinhronski motor s kratkostično kletko)	30
4.1.5	Zagon z upori (asinhronski motor z drsnimi obroči)	31
4.2	Spreminjanje vrtljajev enosmernega motorja	32
5.	REGULACIJA IN KRMILJENJE ŽIČNIC	34
5.1	Regulacija	34
5.2	Krmiljenje	34
6.	NADZOR IN UČINEK VARNOSTNIH NAPRAV IN FUNKCIJ NA ŽIČNICAH	36
7.	USTAVITVE NA ŽIČNIŠKIH NAPRAVAH	40
7.1	Električna ustavitvev	40
7.2	Ustavitev v sili	40
7.3	Ustavitev v nevarnosti	40
8.	PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME, KI JO MORA OPRAVITI STROJNIK KŽ (PREGLEDI DO MESEČNEGA PREGLEDA)	41
8.1	Vsi pregledi in vzdrževanje elektro opreme na krožnih žičnicah in vlečnicah.....	41
8.1.1	Pregledi	41
8.1.2	Vzdrževanje.....	41
9.	IZPITNA VPRAŠANJA	45
9.1	IZPITNA VPRAŠANJA ZA STROJNIKE VLEČNIC – ELEKTRO DEL.....	45
9.2	IZPITNA VPRAŠANJA ZA STROJNIKE KŽ – ELEKTRO DEL.....	46
10.	VIRI.....	48

1. OSNOVE ELEKTROTEHNIKE

1.1 Uvod

Električna energija je oblika energije, podobno kot so toplota, svetloba, mehanska, kemična, jedrska,... V primerjavi z njimi pa ima električna energija bistvene prednosti:

- prenos električne energije je sorazmerno enostaven,
- električno energijo lahko preprosto spreminjamo v energijo drugih oblik in obratno,
- spreminjanje električne energije v energije drugih oblik ne onesnažuje okolja.

Električna energija omogoča ekonomičen prenos in preoblikovanje energije za delovanje strojev in naprav (elektromotorji, grelniki,...), kakor tudi energije za prenos informacij (signalizacija, krmiljenje, regulacija, telekomunikacije,...).

Tehniki, ki se ukvarja s splošnim prenosom, preoblikovanjem in uporabo električne energije, pravimo elektrotehnika. V splošnem jo delimo na:

- Elektroenergetiko – ukvarja se z preoblikovanjem in prenosom energije za delovanje strojev in naprav.
- Elektronika – ukvarja se z preoblikovanjem in prenosom informacij.

Tako elektroenergetika kot elektronika sta močno pomembni za industrijo in za gospodinjstva ter nasploh za razvoj in sodoben utrip človeštva.

1.2 Elektrina (električni naboj)

Med jedrom in elektroni delujejo električne sile. Vzrok za te električne sile imenujemo elektrina oziroma električni naboj. Nosilci elektrine so:

- elektron (nosilec najmanjše negativne elektrine),
- proton (nosilec najmanjše pozitivne elektrine),
- ioni (kationi in anioni)

Oznaka za elektrino je Q .

Enota za merjenje elektrine je coulomb (C).

1.3 Električna napetost

Električna napetost je razlika dveh električnih potencialov (težnja različnih elektronov k vzpostavljanju ravnotežja). Oznaka za električno napetost je U .

Enota za merjenje električne napetosti se imenuje Volt (V).

Poznamo:

- enosmerno napetost → električna napetost v nekem daljšem intervalu ne spremeni velikosti in smeri.
- Izmenično napetost → električna napetost v nekem daljšem časovnem intervalu periodično spreminja velikost in smer.

1.4 Električni tok in učinki električnega toka

Toku elektrine pravimo električni tok. Vzrok za električni tok je električna napetost ali razlika dveh potencialov. Oznaka za električni tok je I .

Enota za merjenje električnega toka se imenuje Amper (A).

Poznamo:

- enosmerni tok → ima stalno smer in jakost.
- Izmenično napetost → velikost in smer se spreminja.

1.4.1 Učinki električnega toka:

- toplotni,
- svetlobni,
- magnetni in
- kemični.

1.5 Električna upornost in prevodnost

Na poti nosilcev elektrine v električnem toku skozi snov so atomi snovi, ki napredovanje elektrine v smeri toka ovirajo. Oviranju pretoka elektrine (električnemu toku) skozi snov pravimo električna upornost.

Oznaka za električno upornost je R.

Enote za merjenje električne upornosti je Ohm (Ω).

Snovi se različno upirajo pretoku električnega toka. Tako delimo snovi na:

- prevodnike,
- polprevodnike in
- izolatorje.

Električni prevodniki so snovi, ki omogočajo električni tok. Prevodniki električnega toka so kovine, raztopine in ionizirani plini.

Električni izolatorji so snovi, ki ne omogočajo električni tok. Izolatorji so guma, porcelan, umetne mase, suhi les in papir, ..

Električni polprevodniki so snovi, ki so po zmožnosti prevajanja električnega toka nekje med prevodniki in izolatorji. Polprevodniki so silicij, germanij, selen, bakrov oksid, ..

Električno upornost izračunamo s pomočjo enačbe

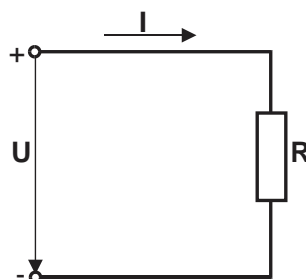
$$R = \rho * \frac{l}{A} \quad \rho = \text{specifična upornost}; \quad l = \text{dolžina vodnika}; \quad A = \text{presekok vodnika}$$

1.6 Lastnosti in zakonitosti električnih krogov

Predstavili vam bomo samo najenostavnejše električne kroge in zakonitosti, ki veljajo v njih.

1.6.1 Enostavni električni krog

Najosnovnejši električni krog je krog, v katerem je na izvor električne napetosti priključen en porabnik.



V tem enostavnem električnem krogu bomo spoznali medsebojno odvisnost med električnim tokom, električno napetostjo in električno upornostjo.

Medsebojno odvisnost med I , U in R podaja:

1.6.1.1 Ohmov zakon.

$$U = I * R$$

Električna napetost, ki je potrebna za določen tok v električnem krogu je premo sorazmerna s tokom in upornostjo električnega kroga.

$$I = \frac{U}{R}$$

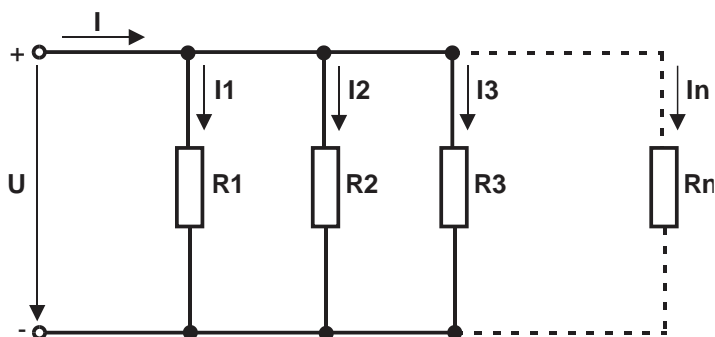
Električni tok je premo sorazmeren z električno napetostjo in obratno sorazmeren z električno upornostjo

$$R = \frac{U}{I}$$

Električna upornost nam pove, kolikšna napetost je potrebna v električnem krogu za enoto toka.

1.6.2 Vzporedni električni krog

Vzporedno (paralelno) priključevanje električnih naprav je zaradi nekaterih ugodnih lastnosti najpogostejši način.



Na vzporedno vezanih porabnikih je **ista napetost**. Pri različnih upornostih vzporedno vezanih porabnikov so tokovi skozi porabnike različni.

Tok, ki teče iz izvora, se razdeli tako, da je vsota tokov skozi posamezne porabnike enaka toku, ki teče iz izvora.

1.6.2.1 Zakon tokovnega vozlišča ali 1. Kirchhoffov zakon:

Vsota vseh v vozlišče pritekajočih tokov je enaka vsoti vseh iz vozlišča odtekajočih tokov.

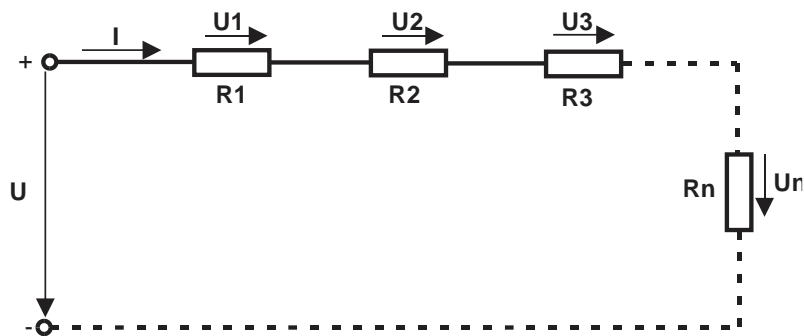
$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

Skupno upornost vzporednega vezja izračunamo po enačbi

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

1.6.3 Zaporedni električni krog

Zaporedno priključevanje električnih porabnikov zaradi nekaterih neugodnih lastnosti vezave ni tako pogosto kot vzporedno.



Skozi zaporedno vezane porabnike teče **isti tok**. Napetost izvora se razdeli na zaporedno vezane porabnike tako, da je vsota napetosti na porabnikih enaka napetosti izvora.

1.6.3.1 Zakon napetostne zanke ali 2. Kirchhoffov:

Vsota napetosti izvorov napetostne zanke je enaka vsoto napetosti na porabnikih.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Skupno upornost zaporednega vezja izračunamo po enačbi

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

1.7 Električna moč, energija in delo

1.7.1 Električna moč

Električna moč je premo sorazmerna z napetostjo in tokom.

$$P = U * I \quad P = \frac{U^2}{R} \quad P = I^2 * R$$

Enota za električno moč je 1 W.

1.7.2 Električna energija in delo

Električna energija je definirana kot moč, ki jo razvijemo v času t .

$$W = P * t = U * I * t$$

Enota za električno energijo je Ws.

Električno delo se upravlja vedno, kadar pod vplivom električne napetosti teče električni tok. Delo, ki ga opravimo je potrošena energija in ima enako enoto kWh.

1.8 Električno polje

Električno polje je prostor okoli električnega naboja, kjer se nahajajo sile, ki delujejo med električnimi naboji

1.8.1 Kondenzator

Kondenzator je element, ki je sposoben sprejeti in hraniti določeno količino električnega naboja.

1.8.2 Kapacitivnost

Kapacitivnost je velikost električnega naboja, ki ga ima kondenzator. Kapacitivnost je snovno geometrijska lastnost in je odvisna od snovi, dimenzij plošč in njihove medsebojne oddaljenosti.

$$C = \frac{Q}{U}$$

Enota za kapacitivnost je As/V ali Farad (F). Farad je zelo velika enota zato jo navadno izražamo v μF , nF ali pF.

1.9 Magnetno polje

Magnetno polje je del prostora okoli magneta, v katerem je opazna prisotnost magnetizma.

1.9.1 Tuljava

Če zvijmo žico v krožno zanko z več ovoji dobimo tuljavo. Tuljave najdemo na primer na ploščah električnih vezij v računalnikih, v polnilcih baterij, v elektrarnah, motorjih.

1.9.2 Induktivnost

Induktivnost je snovno geometrijska lastnost, ki je odvisna od snovi, površine preseka navitja, dolžine in števila ovojev tuljave.

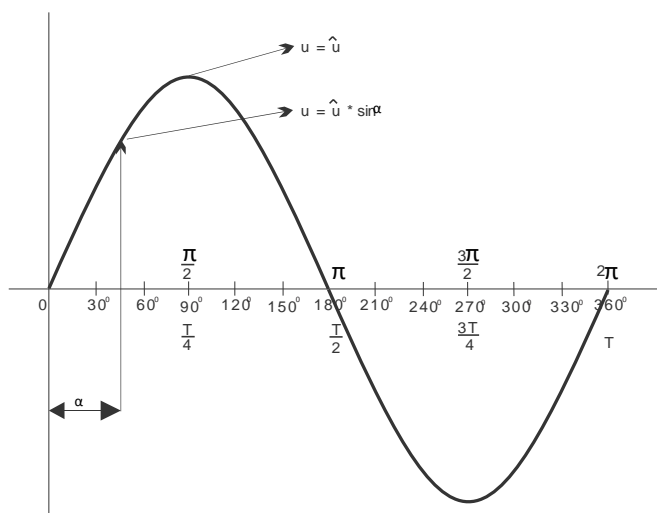
$$L = \frac{\mu * s * N^2}{l}$$

Enota za induktivnost je Va/A ali Henri (H). Henri je zelo velika enota zato jo navadno izražamo v μH .

1.10 Izmenični sistem

Izmenični tok oziroma izmenična napetost sta fizikalni veličini, katerih vrednost se s časom spreminja. Pozitivni in negativni nihaj skupaj imenujemo perioda (T). Ko se začne naslednja perioda, je njeno izhodišče v točki z isto vrednostjo in isti smerjo, kot je bilo to v začetku prejšnje periode. Število period v eni sekundi se imenuje **frekvenca**.

$$f = \frac{1}{T} \left[\frac{1}{s} \text{ ali Hz} \right] \quad (\text{Hz} = \text{Hertz})$$



Izmenične veličine označujemo z malimi tiskanimi črkami (u,i,p,..)

Temenska vrednost

Temenska vrednost je maksimalna vrednost amplitude, torej je trenutna vrednost u enaka maksimalni vrednosti \hat{u} . Temenske vrednosti označujemo z malimi tiskanimi črkami s strešico.

Efektivna vrednost

Efektivna vrednost izmenične veličine podaja enako vrednost, ki jo ima enosmerna veličina z enakim toplotnim učinkom. Efektivna vrednost je definirana kot:

$$U = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \quad I = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$$

$$P = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} * \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}} = \frac{\hat{u}\hat{i}}{2}$$

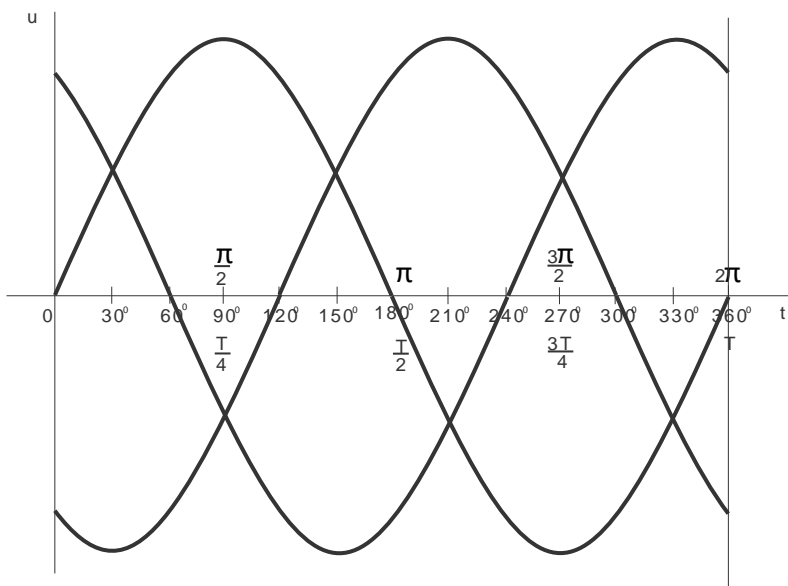
Kot vidimo je razmerje pri sinusnih veličinah med temensko vrednostjo in efektivno vrednostjo enako $\sqrt{2}$.

Efektivne vrednosti označujemo enako kot enosmerne veličine - z velikimi tiskanimi črkami (U,I,P,..).

Srednja vrednost

Aritmetična srednja vrednost sinusne veličine je enaka 0.

1.10.1 Trifazni sistem



$$U_{mf} = \sqrt{3} U_f \quad (\text{medfazna napetost})$$

$$I_{mf} = \sqrt{3} I_f \quad (\text{linijski tok})$$

$$S = U_{mf} I_{mf} = \sqrt{3} U_f * \sqrt{3} I_f = 3 U_f I_f \quad (\text{navidezna moč})$$

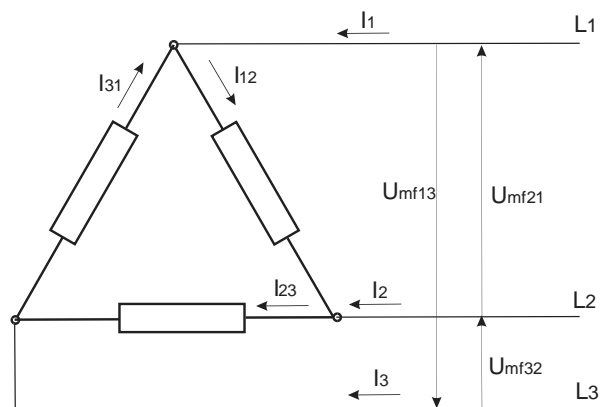
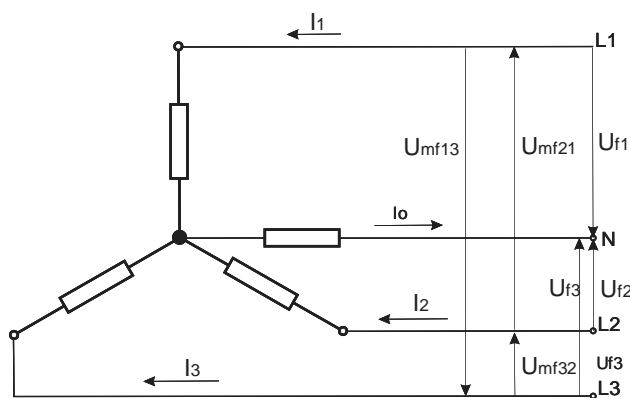
$$P = U_{mf} I_{mf} \cos \varphi = \sqrt{3} U_{mf} I_f \cos \varphi \quad (\text{delovna moč})$$

$$Q = U_{mf} I_{mf} \sin \varphi = \sqrt{3} U_{mf} I_f \sin \varphi \quad (\text{jalova moč})$$

1.10.1.1 Vezave v trifaznem sistemu

Zvezda

Trikot



2. ZAŠČITNI UKREPI PRI RAVNANJU Z ELEKTRIČNIM TOKOM

2.1.1 Učinki električnega toka na ustroj živih bitij:

Če pride živo bitje pod vpliv električne napetosti, povzroči ta v živčnem sistemu telesa zmedo, katere posledica je nenadzorovana aktivnost mišičnega ustroja ter pri določeni jakosti toka zastoj srčne mišice in s tem celotnega krvnega obtoka.

Učinku električnega toka na živčni ustroj živih bitij pravimo fiziološki učinek.

Vzporedno s fiziološkim učinkom poteka tudi razkroj celičnih tekočin, pri večji jakosti toka pa tudi močno segrevanje telesa. Zelo visoke napetosti (več kot 10 kV) poženejo tokove predvsem po površini telesa, zato so posledice le-teh predvsem površinske opekline.

Torej vidimo da so učinki električnega toka na telo živih bitij:

- fiziološki,
- toplotni in
- kemični.

Človeku nevarne so naslednje velikosti električnih veličin:

- izmenična napetost, **višja od 50 V**,
- enosmerna napetost **višja od 120 V**,
- električni tok **večji od 30 mA**, (izmenični tok s frekvenco 50 Hz je bolj nevaren kot enosmerni tok).

2.1.2 Zaščita pred električnim udarom

Na električnih inštalacijah do 1000 V izmenične napetosti in 1500 V enosmerne napetosti razdelimo ukrepe za zaščito pred udarom električnega toka v tri skupine:

2.1.2.1 Osnovna zaščita

Z izoliranjem, pregradami in okrovi dosežemo, da se ne moremo neposredno dotakniti delov, ki so pod napetostjo.

2.1.2.2 Zaščita ob okvari

V primeru, da pride do odpovedi osnovne zaščite, preprečuje, da bi se nevarna napetost dotika zadrževala na prevodnih delih. Dosežemo jo z:

- zaščitno ozemljitvijo
- izenačitvijo potencialov,
- samodejnim odklopom napajanja.

2.1.2.3 Dopolnilna zaščita

- dopolnilna izenačitev potencialov,
- uporaba RCD zaščitnih stikal (FID stikal).

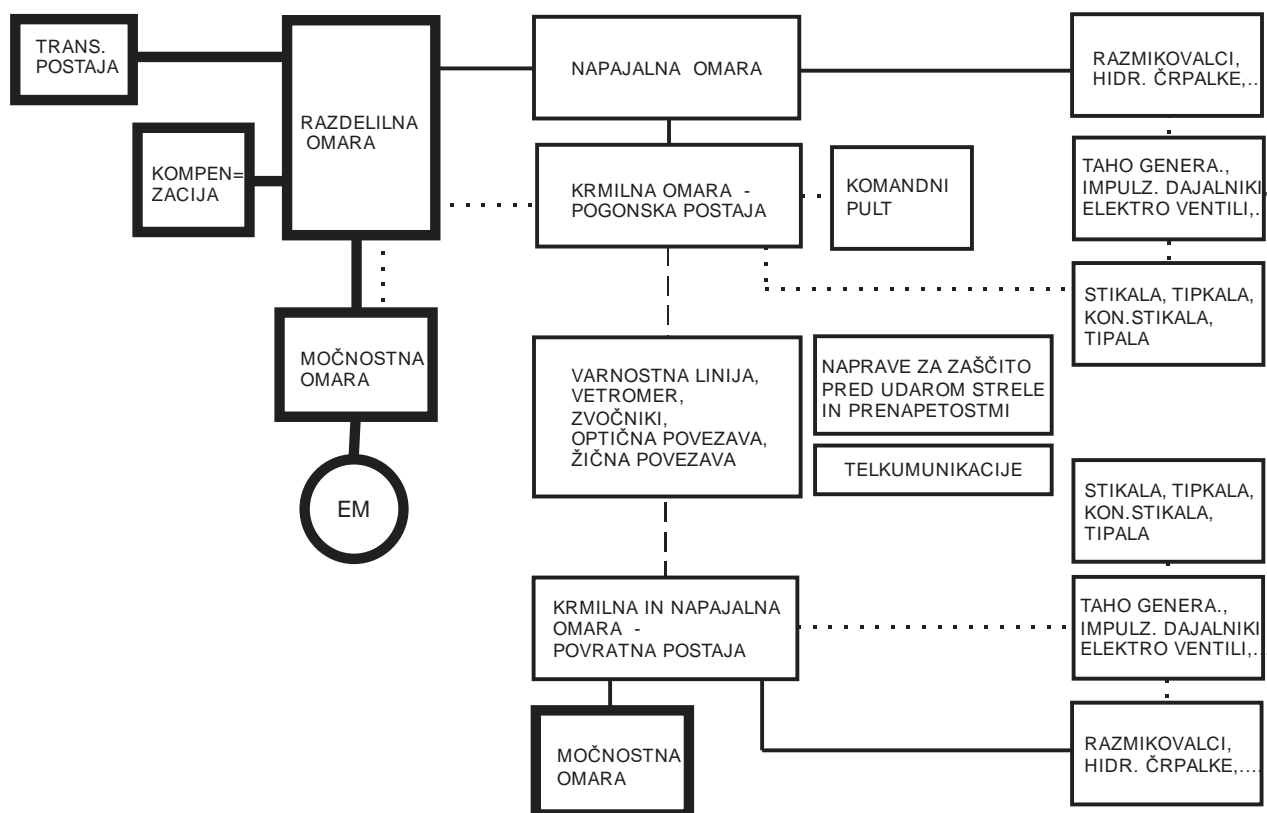
3. ELEKTRO OPREMA NAKROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

Električna oprema na krožnih žičnicah (v nadaljevanju KŽ) in vlečnicah mora biti dimenzionirana, izdelana in nameščena tako, da bo pravilno in zanesljivo delovala v vseh pričakovanih okoliščinah (obremenitve, višina, vreme,...). Oprema, ki ni nameščena v zaprtih prostorih, mora biti nameščena v omaricah oziroma delih omaric, ki elemente zaščitijo pred zunanji vplivi. Vse omare v zaprtih prostorih morajo biti lahko dostopne.

Elektro oprema krožnih žičnic in vlečnic vsebuje naslednje elemente:

- elektromotor,
- razdelilne, močnostne, krmilne elektro omare, pulti, komandne konzole na peronih,
- tiristorski *most* ali frekvenčni regulator,
- zagonski upori
- Kompenzacija,
- tipala, stikala, mejna stikala,...
- tahogeneratorji, impulzni dajalnik,
- odvorne naprave,
- motor hidravlične črpalke,
- varnostna linija, vetromerne naprave, ozvočenje,
- telekomunikacijske naprave
- strelovodna napeljava

3.1 Blok shema elektro omar in elementov krožne žičnice



3.2 KRATEK OPIS MOČNOSTNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

V močnostni del električne opreme štejemo naslednje električne elemente:

- glavo sikalo objekta (odklopnik, bremensko stikalo),
- elemente razvoda in varovanja,
- glavno stikalo naprave (odklopnik),
- močnostni kontaktor (glavni kontaktor motorja),
- elementi za zagon in regulacijo (tiristorski most, frekvenčni regulator),
- glavni motor,
- motorji hidravličnih črpalk,
- motorji črpalk za mazanje reduktorja,
- razmikovalci,
- ventilatorji,
- motorji za premik vozil v garažah,.....

3.2.1 Odklopnik

Odklopnik je mehanski stikalni aparat, ki je sposoben vklopiti, prevajati in izklopiti tok v normalnih obratovalnih pogojih, kakor tudi vklopiti, prevajati in v določenem času izklopiti tok v nenormalnih pogojih, kot je kratek stik.

Odklopniki vsebujejo še nastavljive sprožilnike za termične preobremenitve in magnetno kratkostične obremenitve.

Na KŽ jih uporabljamo kot glavna stikala v razvodnih in močnostnih omarah žičnic in tam, kjer moramo zagotoviti sigurni izklop v vseh pogojih obratovanja.



3.2.2 Bremenska stikala

Odklopnik je mehanski stikalni aparat, ki je sposoben vklopiti, prevajati in izklopiti tok v normalnih obratovalnih pogojih. Pogosto jih uporabljamo kot glavna in ločilna stikala.



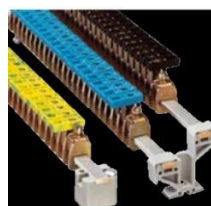
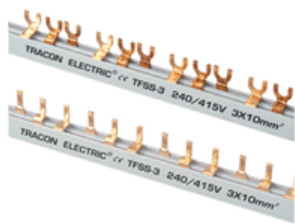
3.2.3 Elementi razvoda in varovanja

3.2.3.1 Zbiralni sistem

Zbiralni sistem je sestavljen iz nosilcev zbiralk, zbiralk, varovalčnih podnožij in podobnih elementov. V KŽ srečujemo zbiralne sisteme z varovalkami v razvodnih omarah.



Zbiralka je debel kovinski trak (iz bakra ali aluminija), ki se uporablja kot električni vodnik za povezovanje različnih elementov v elektroenergetskih postrojih. Namenjene so prevajanju velikega toka.



Varovalčno podnožje uporabljamo kot nosilec za taljiva darovalke v različnih izvedbah varovalk.



Taljiva varovalka je priprava, ki prekine tokokrog pri prevelikem toku in toku kratkih stikov. Talilne varovalke imamo za različne velikosti tokov: 2, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 A .



Inštalacijski odklopniki je avtomatski stikalni aparat za varovanje nizkonapetostnih električnih vodov in nanje priključenih porabnikov pred preobremenitvami in učinki kratkih stikov. Izdelujejo jih v treh izvedbah B, C in D in za naslednje tokove: 0,5, 1, 1,6, 2, 4, 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63 in 125 A.



3.2.4 Kontaktor

Kontaktorji s pripadajočimi pomožnimi kontakti se najpogosteje uporabljena elektromagnetno krmiljena stikala. Uporabljamo jih za vklopjanje in izklopjanje različni električnih porabnikov, različnih moči. Sestavljeni so iz elektromagneta (tuljavice), večpolnega stikalnega dela s kontakti in komoro za gašenje oblaka v zraku.



3.2.5 Elektromotorji

Na žičniških napravah uporabljamo naslednje elektro motorje:

- asinhronski motor,
- enosmerni motor.

3.2.5.1 Asinhronski motor

Asinhronski motor ima dve osnovni izvedbi:

- Z drsnimi obroči,
- S kratkostično kletko.

Obe izvedbi sta konstrukcijsko enostavni, z zanesljivim delovanjem in visokim izkoristkom. Njihova prednost so nizka cena, enostavna konstrukcija in zanesljivost med obratovanjem.

V glavnem uporabljamo trifazne, za manjše porabnike pa so v uporabi tudi enofazni. Sestavljeni so iz **statorja**, ki ima navitje na feromagnetnem jedru. Trifazne izvedbe imajo tri, med sabo ločena navitja, ki so med sabo premaknjena za 120° in vezana v zvezdo ali trikot. Nanje priključimo trifazni sistem izmenične napetosti. Napetosti poženejo skozi navitja trifazni magnetilni tok, ki ustvari vrtilno magnetno polje.

Hitrost vrtilnega magnetnega polja je na obodu statorja:

$$n_s = \frac{60f}{p} \quad [1/min]$$

n_s hitrost vrtilnega magnetnega polja (sinhronska hitrost)

ffrekvenca omrežja (50 Hz)

pštevilo parov polov na fazo

V tabeli je prikazan pregled nazivnih vrednosti obratov v razmerju s številom polov.

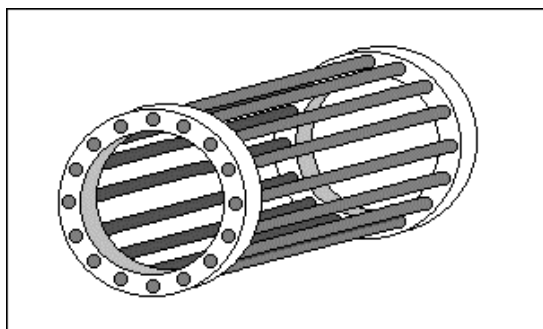
Število polov	Asinhrono št. vrtljajev
2	2900÷3000
4	1400÷1500
6	900÷1000

Rotor, ki je kot stator tudi lameliran, ima navitje v utorih, priključeno preko drsnih obročev na zunanji vir ali pa je namesto navitja in obročev kar kratkostična kletka. Izumitelj trifaznega asinhronskega motorja je Nikola Tesla.

Asinhronski motorji s kratkostično kletko

AM s kratkostično kletko ima stator sestavljen iz ohišja, lameliranega statorskega paketa in statorskega navitja, ki je vloženo v uture statorskega paketa. Statorsko navitje je trifazni navitje z začetki in konci, speljanimi na priključno ploščico.

V uture na obodu lameliranega rotorskega paketa so nameščene rotorske palice, ki tvorijo rotorsko navitje. Rotorske palice so na čelnih straneh zvezane s kratkostičnim obročem.

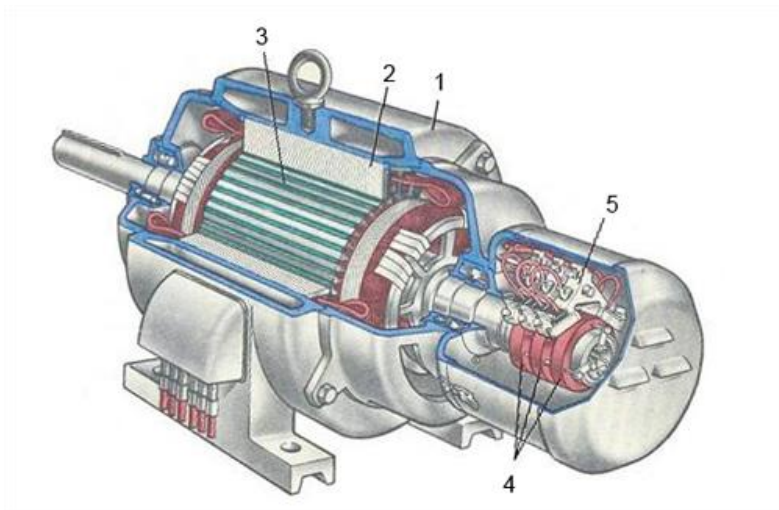


Sestavni deli elektromotorja s kratkostično kletko:



Asinhronski motor z drsnimi obroči

AM z drsnimi obroči ima stator motorja, naviti rotor in drsne obroče. Na rotorju nosi gred železni paket in drsne obroče. Trifazno navitje je vloženo v utore rotorskega železnega paketa. Rotorsko navitje ima navadno tri veje, ki so vezane v zvezdo. Priključene so na tri drsne obroče, ki so preko ščetk povezane s sponkami na priključni ploščico.



- 1....ohišje
- 2....stator
- 3....rotor
- 4....drsní obroči
- 5....ščetke

Drsní obroči s ščetkami

3.2.5.2 Enosmerni motor

Enosmerni motorji s ščetkami ali enosmerni motorji z mehansko komutacijo so še vedno najpogosteje uporabljeni motorji v pogonih s spremenljivo hitrostjo. Mehanski komutator dejansko predstavlja preprost razsmernik (dc-ac pretvornik), ki omogoča izmenične tokove v rotorju, medtem ko je tok pretvornika enosmeren. S tem se ustvarja izmenično vrtilno polje, ki omogoča vrtenje rotorja.

V standardnih izvedbah je stator mirujoč zunanji del motorja, rotor pa je notranji del, ki se vrti. Stator je sestavljen iz dveh ali več polov magneta, ki je lahko elektromagnet ali permanentni magnet. V splošnem je vzbujanje pogosteje izvedeno z elektromagneti, ki jih predstavljajo navitja v statorju.

Obstajajo različne izvedbe vzbujanja:

- Tuje vzbujanje - vzbujalno navitje je neposredno priključeno na zunanji vir napetosti in je neodvisno od dogajanja v motorju.
- Vzporedno (paralelno) vzbujanje - vzbujalno navitje je vezano paralelno k rotorskemu tokokrogu.
- Zaporedno (serijsko) vzbujanje - vzbujalno navitje je vezano zaporedno z rotorskim tokokrogom.
- Sestavljeno (kompandno) vzbujanje - kombinacija serijskega in paralelnega vzbujanja glede na rotorski tokokrog.

Rotor predstavljajo navitja, ki so priključena na mehanski komutator.

Dobre lastnosti enosmerne motorja s ščetkami so predvsem:

- enostavno vodenje,
- možno je vzporedno delovanje več pogonov in
- enostavno vezje za vodenje.

Slabe lastnosti pa:

- uporaba ščetk za komutacijo (umazanija in obraba),
- težki in dragi (komutator in magnetni materiali),
- nizke hitrosti,
- slab izkoristek in
- tudi pri izklopljenem pretvorniku lahko blokirajo (kratek stik).



Slika 12 Enosmerni motor

3.2.6 Elektro odvorne naprave

V žičničarstvu je največkrat v uporabi za odvorni elektromagnet in elektrohidravlično odvorno napravo ELDRO.



Motor hidravlične črpalke



Motor črpalke za mazanje reduktorja



Ventilatorji



Razmikovalec vozil



Motorji za premik vozil v garažah



3.3 KRATEK OPIS KRMILNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

3.3.1 Stikala, tipke

Stikala, tipkala so krmilna stikala, katerih kontakte prožimo z roko. Imajo ustrezno število odpiralnih in zapiralnih kontaktov. Lahko so opremljene tudi s signalnimi žarnicami ustrezne barve. Razlika med stikalom in tipkalom je v tem, da tipkalo po kuncu pritiska vrne v svoj položaj, stikalo ,pa ostane v trenutnem položaju dokler ga ne prestavimo drugi položaj.

Stikala v obliki gobice uporabljamo za ustavitve v sili, ustavitve v nevarnosti, elektro stop in vzdrževalna stikala (rdeče rumena kombinacija barve) in za upočasnitve (črna barva)



Tipke uporabljamo za pripravo, prosto, start, zmanjšanje hitrosti,.....



3.3.2 Preklopna stikala (grebenasta stikala)

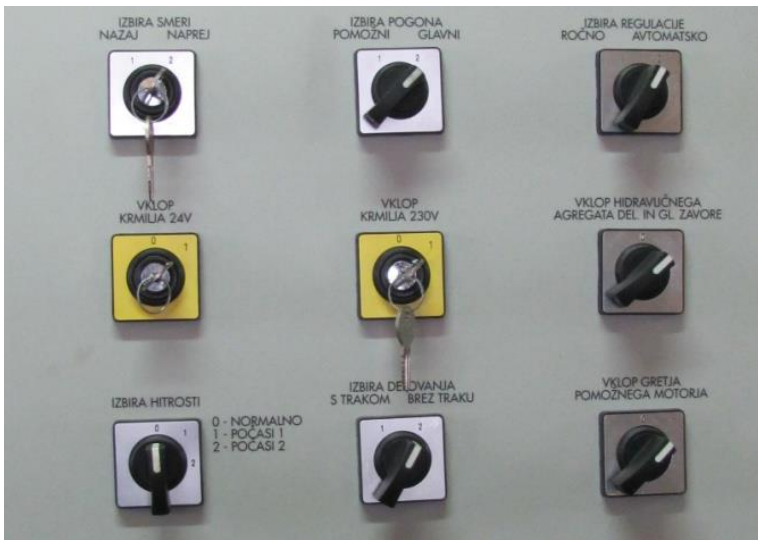
Grebenasta stikala spadajo pod ročna stikala in morajo vklapljati , prevajati in izklapljati normalne bremenske tokove in spreminjati vezave tokokrogov. V žičničarstvu jih uporabljamo na primer za:

- varnostna stikala



- Izbiro hitrosti
- določitev izbire smeri
- določitev pogona
- vklop krmilja
- vklop gretja,

in podobno.



3.3.3 Mejna stikala, približevalna tipala,..

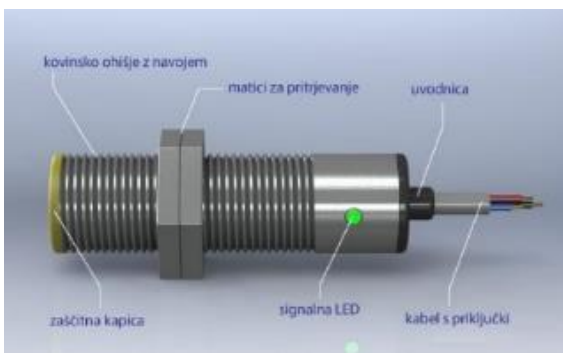
3.3.3.1 Mehanska mejna stikala

Mehanska mejna stikala uporabljamo žičniških napravah za ugotavljanje položaja zavor, napenjalnega vozička, položaja izbire pogona, za opletanje, lom gredi,



3.3.3.2 Elektronska približevala tipala

Danes najpogosteje uporabljamo elektronska brez kontaktna induktivna in magnetna tipala, ki delujejo brez dotika in mehanskega kontakta.





3.3.4 Rele

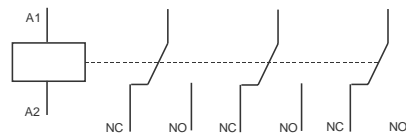
Rele je električna priprava, ki odvisno od spremenljive električne veličine povzroča določene spremembe v istem ali drugih tokokrogih. Ločimo predvsem: merilne releje, pomožne releje, časovne releje.

Poznamo predvsem:

- pomožne releje,
- merilne releje,
- časovne releje.

Pomožni releji

Pri pomožnih relejih rele preklopi, ko na tuljavico priklopimo napetost. Ko napetost prekinemo se rele vrne v prvotni položaj. Uporabljamo jih v krmilnih, regulacijskih, signalnih in zaščitnih tokokrogih.



Merilni releji

Merilni in krmilni releji lahko nadzorujejo napajanje (faze, napetost, tok, frekvenco) za zaščito motorjev in druge opreme ali krmilijo fizikalne vrednosti, kot so nivoji, hitrosti in temperature.



Časovni releji

Pri časovnih relejih imamo časovno nastavitev proženja. Najpogosteje uporabljamo naslednje vrste časovnih relejev:

- rele z zakasnelim proženjem kontaktov ob vklopu krmilne napetosti,
- rele z zakasnenim izklopom kontaktov ob izklopu krmilne napetosti,
- releje z možnostjo programiranja različnih časovnih funkcij,

- utripalne časovne releje.



3.3.5 Pretvorniki

Poznamo različne pretvorniki kot so na primer:

- DC/DC pretvornik
- pretvorniki signalov frekvence
- pretvorniki analognih signalov
- pretvorniki inkrementalnih signalov
- pretvorniki nivojev,....

3.3.6 Taho generatorji, impulzni dajalniki

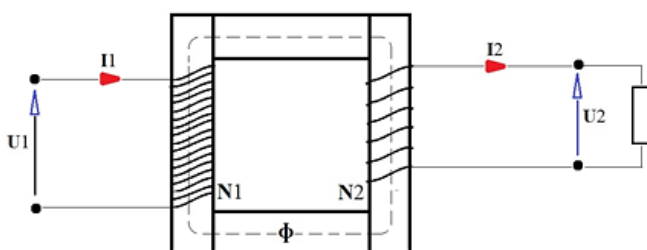
Taho generatorje in impulzne dajalnike uporabljamo za merjenje hitrosti naprave na elektro motorju in dejanske hitrosti vrvi žičnice.



3.3.7 Transformator, usmernik, napajalnik

3.3.7.1 Transformator

Transformator je električni stroj, ki spreminja električno energijo določene napetosti v električno napetost drugačne napetosti. Na KŽ srečujemo energetske transformatorje kjer srednjo napetost 20 kV (10 kV) transformiramo na 400 V in ločilne transformatorje kjer 400 V (230 V) transformiramo na 230 V, 110 V, 48 V, 2 V in 12 V.



Pri idealnem transformatorju so napetosti proporcionalne številu navojev, tokovi pa so obratno sorazmerni številu ovojev.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

Moč na primarni strani transformatorja je enaka kot na sekundarni strani.

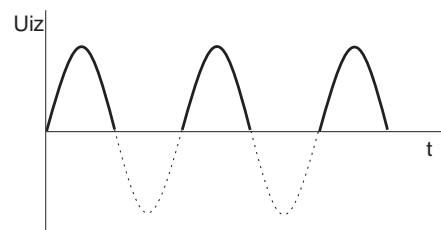
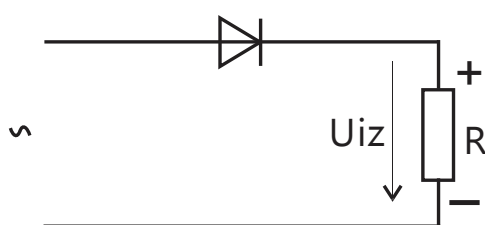
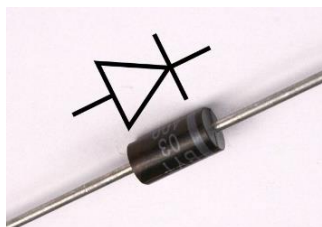
$$P_1 = P_2$$

3.3.7.2 Nekrmiljeni usmerniki

Enopolzni polvalni usmernik

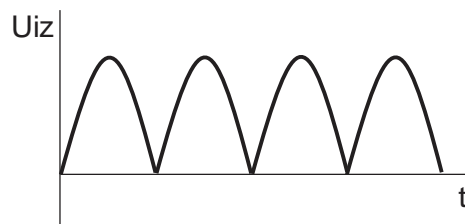
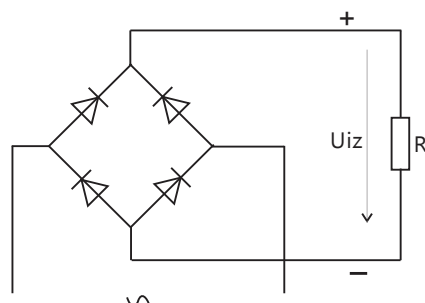
Enopolzni polvalni usmernik je dejansko dioda, ki prepušča samo pozitivno polperiodo, negativno pa ne.

Na bremenu se pojavi pulzirajoča enosmerna napetost.



Dvopolzni mostični usmernik

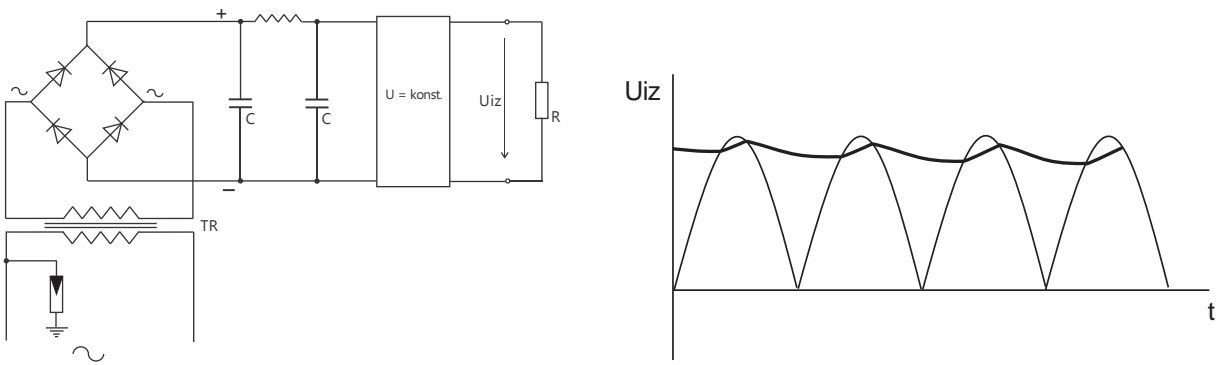
Dvopolzni mostični usmernik izrablja obe polperiodi izmenične napetosti. Mostična vezava je sestavljena iz štirih diod.



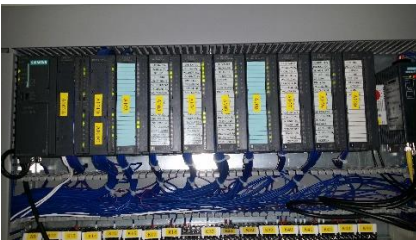
3.3.7.3 Napajalnik

Osnovni elementi napajalnikov so:

- prenapetostna zaščita,
- transformator,
- usmernik,
- vezje za glajenje,
- Vezje za stabilizacijo in regulacijo.



3.3.8 Krmilnik



3.3.9 Merilniki

3.3.9.1 Merilniki električnih veličin



Na KŽ najpogosteje merimo naslednje električne veličine:

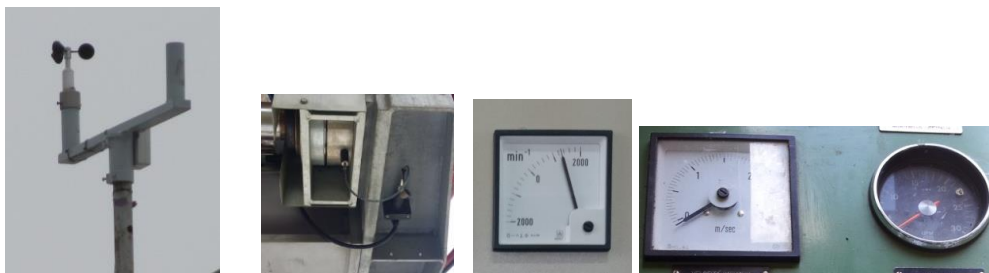
1. Z voltmetri merimo naslednje električne veličine
 - mrežno napetost AC 500V
 - napetost motorja DC ali AC
 - napetost krmilnih tokokrogov DC do 24V
 - napetost za zasilni pogon DC 24V

- v starejših napravah še srečujemo napetosti krmilja od 48A DC do 110V AC
2. Z ampermetri merimo naslednje tokove
 - električni tok omrežja
 - električni tok motorja
 - električni tok krmilnih tokokrogov
 - električni tok zasilnega pogona
 3. Električno moč

3.3.9.2 Merilniki neelektričnih veličin

Na KŽ najpogosteje merimo naslednje neelektrične veličine:

- veter,
- sile,
- tlak,
- temperaturo,
- pomike,
- nivoje,
- vrtljaje, obrate



3.3.10 OP paneli, tipkovnice

Z OP paneli in tipkovicami komuniciramo z napravo.



3.3.11 Elementi za zaščito ljudi in opreme pri uporabi električnega toka

Zaščitni elementi se nahajajo skoraj v vseh omarah in postajah KŽ in skrbijo za zaščito pred:

1. Prevelikim tokom (preobremenitev):
 - varovalke,
 - bimetali,
 - motorna zaščitna stikala,

- odklopniki
2. **Kratkostičnim tokom (kratek stik):**
 - varovalke,
 - odklopniki,
 - motorna zaščitna stikala.
 3. **Okvarnim tokom (stik z zemljo):**
 - varovalke,
 - RCD (FID) – zaščita pred preostalim tokom
 - ZNS
 4. **Preveliko ali premalo napetostjo**
 5. **Prenapetostna zaščita (strela, napetostni sunki):**
 - strelovod
 - prenapetostna zaščita
 - izenačitev potencialov



3.3.12 Telekomunikacije

Postaje in vmesne točke na KŽ morajo biti med seboj povezane z internim telefonom, ki morajo delovati z zadostno kakovostjo. Delovati morajo tudi pri izpadu električne energije. Vsaj na eni postaji KŽ mora biti tudi javni telefon. Priporočljivo je na vseh postajah imeti tudi UKV postaje, saj so operaterji z njimi vedno dosegljivi.

Za obveščanje potnikov v vozilih, ki so na trasi uporabljamo sistem ozvočenja.

Indukcijski telefon (interni telefon)

Indukcijski telefon uporabljamo za interno zvezo med postajami. Pri dnevnem pregledu strojnik preveri slišnost. Če je slišnost slaba, zamenjamo baterije ali pregledamo kable do slušalke, če so slučajno poškodovane.



Javni telefon



UKV postaje



Zvočniki

Zvočniki morajo biti tako priklopljeni, da delujejo tudi pri izpadu električnega napajanja.



4. ZAGONI ELEKTROMOTORJA

4.1 Zagon asinhronskega motorja

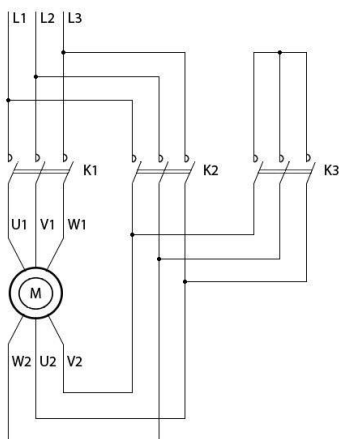
Pri trifaznih motorjih je vrtilna hitrost motorja odvisna od napetosti, števila polovih parov in frekvence.

4.1.1 Direktni zagon

Pri direktnem zagonu asinhronski motor priključimo neposredno na omrežje. Motor takoj razvije maksimalni navor, zaradi česar imamo veliki vklopni tok (5 – 10 krat večji tok od nazivnega). Pogoji za direktni zagon je močno predimenzionirano elektro omrežje, kar si ga cenovno ne moremo privoščiti pri večjih motorjih. Direktni zagon se uporablja za motorje do 1,5 kW oziroma za tiste motorje, ki imajo maksimalni tok zagona 60 A.

Problemov z direktnim zagonom se izognemo na različne načine, ki jih bomo opisali v nadaljevanju.

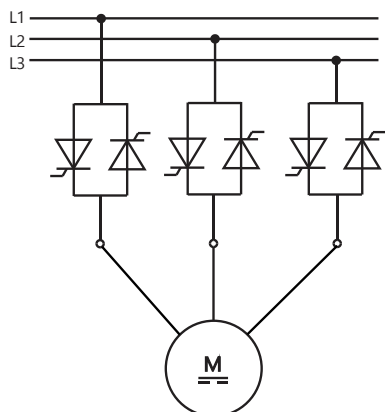
4.1.2 Zagon zvezda-trikot (asinhronski motor s kratkostično kletko)



Ob zagonu je statorsko navitje vezano v vezavo zvezda, s tem znižamo priključno napetost za $\sqrt{3}$ (1,73) in prav tako tudi zagonski tok za $\sqrt{3}$. Po pravilu za trifazno povezavo s tem pade zagonski tok v dovodih na tretjino.

4.1.3 Mehki zagon (asinhronski motor s kratkostično kletko)

Naprave za mehki zagon omogočajo zvezno spreminjanje napetosti z uporabo Tiristorjev, tako da napetost linearno naraste na nazivno vrednost v nastavljenem času.

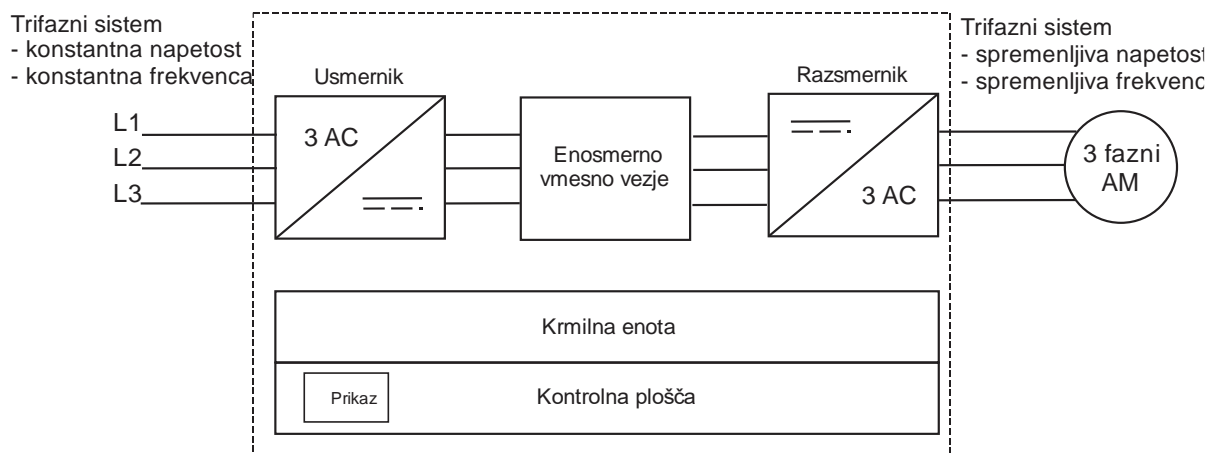


4.1.4 Frekvenčni regulator (asinhronski motor s kratkostično kletko)

Frekvenčni regulator je komponenta, ki se uporablja za regulacijo vrtiljajev trifaznih asinhronskih elektromotorjev oziroma z drugimi besedami – uporablja se za spreminjanje hitrosti elektromotorja. Delovanje

regulatorja poteka na podlagi pretvarjanja električne napetosti ene frekvenca v spremenljivo napetost druge frekvenca, pri čemer je lahko vhodna napetost enofazna ali trifazna. Regulator oziroma frekvenčni pretvornik to napetost najprej usmeri, nato pa s krmiljenim vklopiljanjem stikal izdelava večfazno izhodno napetost želene frekvenca. Za normalno in pravilno delovanje frekvenčnega pretvornika je nujno potreben mikroprocesor, ki upravlja razsmernik in tako zagotavlja delovanje elektromotorja z nastavljenimi parametri.

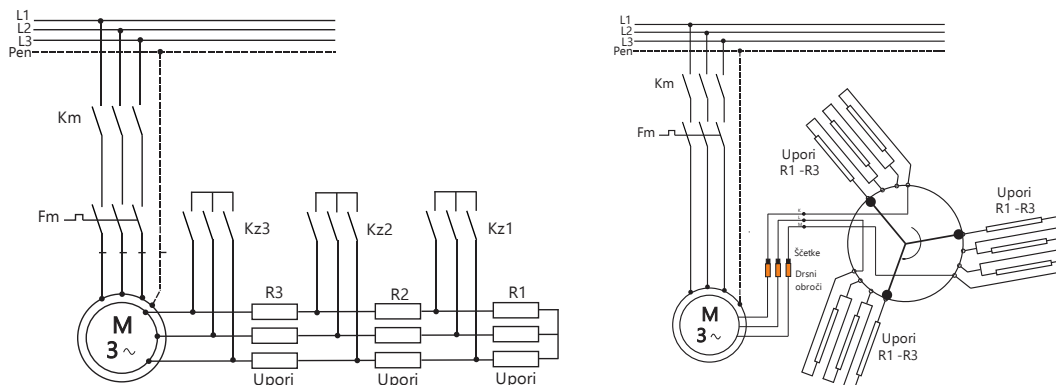
FREKVENČNI REGULATOR



4.1.5 Zagon z upori (asinhronski motor z drsnimi obroči)

Z dodajanjem uporov v rotorski tokokrog zmanjšamo rotorski tok in povečamo delavno komponento. Posledica je močno povečanje vrtilnega momenta kljub omejenemu zagonskemu toku. Po končanem zagonu izklopimo zagonske upore.

Primeri izvedbe zagona AM z drsnimi obroči:



Primer zagonskih uporov:



4.2 Spreminjanje vrtljajev enosmernega motorja

Vrtljaje enosmernemu motorju (z zunanjim vzbujanjem) lahko spreminjamo s spreminjanjem:

- rotorske napetosti in
- statorskega vzbujanja.

Spreminjanje rotorske napetosti

Kadar v pogonu povečamo rotorsko napetost se poveča tudi število obratov motorja ob konstantnem magnetnem pretoku statorja. Ko napetost doseže nazivno vrednost, rotor doseže nazivne obrate. S povečanjem napetosti se ob enakem vrtilnem momentu povečuje tudi moč motorja.

Spreminjanje vzbujanja statorja

Za pogon pogosto potrebujemo število obratov, ki je večje od nazivnega. To dosežemo s slabljenjem magnetnega polja statorja, pri čemer moramo tudi razbremeniti motor, saj bi sicer rotorski tok z večanjem vrtilnega momenta presegel dovoljene meje.

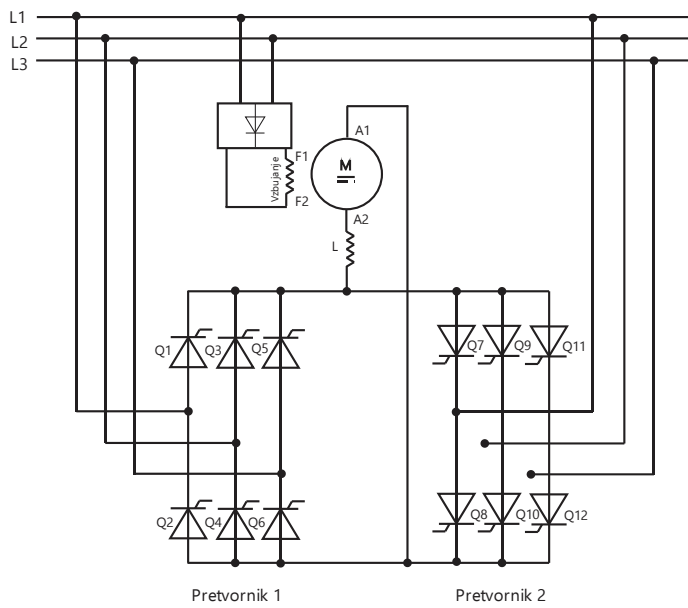
Enosmerni motor v štirikvadrantnem delovanju

V žičničarstvu mora enosmerni pogon delovati v obe smeri (tako poganjati kot zavirati). V ta namen potrebujemo štirikvadrantni pretvornik, ki je sestavljen iz dveh polno krmilnih antivzporedno vezanih pretvornikov.

Antivzporedno vezana pretvornika ne smeta prevajati hkrati v istem trenutku, saj bi v tem primeru med njima stekel kratkostični tok. Pravilno delovanje zagotovimo z zapornim logičnim vezjem.

Prvi pretvornik prevzame električni tok v pozitivni smeri. Enosmerni motor takrat deluje v 1. in 4. kvadrantu. Ko se vrti proti bremenu v desno, deluje kot motor, pretvornik pa kot usmernik. Ko motor zavira v levo, deluje kot generator, pretvornik pa kot razsmernik.

Drugi pretvornik prevzema električni tok v negativni smeri. Enosmerni motor deluje v 2. in 3. kvadrantu. Ko se vrti proti bremenu v levo deluje kot motor, pretvornik pa kot usmernik. Ko pa motor zavira v desno, deluje kot generator, pretvornik pa kot razsmernik.

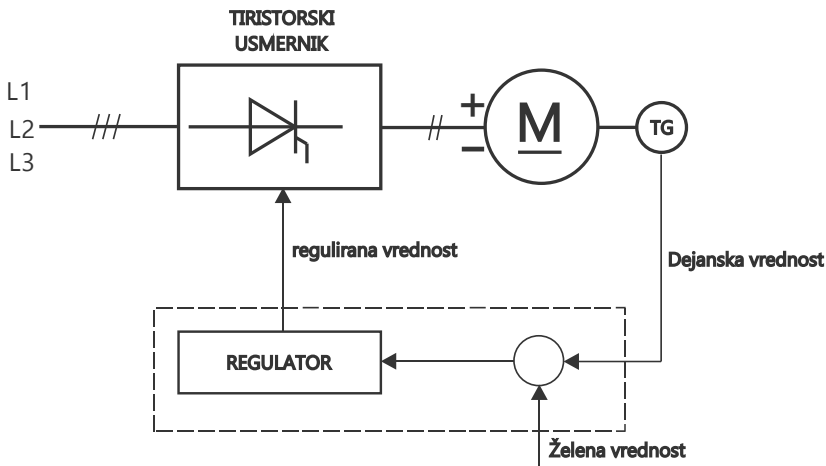


5. REGULACIJA IN KRMILJENJE ŽIČNIC

5.1 Regulacija

Regulacija je postopek, pri katerem neko veličino nenehno zajemamo in jo primerjamo z neko drugo (želeno) veličino in vplivamo nanjo z namenom, da se izenači z želeno vrednostjo.

Za regulacijo je značilna sklenjena povratna vezava, kjer regulirana veličina preko regulacijskega sistema nenehno vpliva sama nase.



Pri krožnih žičnicah je tipični primer regulacije, regulacija hitrosti žičnice. Mi z nastavitvijo zelene hitrosti na pultu (s potenciometrom) določimo, s katero hitrostjo bomo obratovali. Ko elektro motor štarta, regulator s tako generatorjem ali impulznima dajalnikom nenehno kontrolira dejansko hitrost in jo primerja z želeno vrednostjo. Ko sta zelena in dejanska vrednost enaki, žičnica ne pospešuje več, in obratuje na tej hitrosti.

5.2 Krmiljenje

Krmiljenje je postopek v sistemu, pri katerem ena ali več vhodnih veličin vpliva na izhodne v skladu s sistemskimi zakonitostmi.

Primer krmiljenja krožne žičnice s krmilnikom:

<p>Primeri digitalnih vhodov</p> <ul style="list-style-type: none"> varnostna linija start ustavitev v sili ustavitev v nevarnosti elektro stop položaj zavor položaj vozil izbira hitrosti izbira pogona izbira smeri položaj vrvi položaj napenjalnega vozička položaj uteži (če je napenjanje z utežjo) kontrola smeri vožnje delovanje zasilnega motorja avtomatsko ali ročno priprava 	digitalni vhodni modul	centralno procesna enota	<p>Primeri vhodnih komand</p> <p>Komanda:</p> <ul style="list-style-type: none"> - za dvig glavne zavore - za start motorja - za dvig delovne zavore - za hitrost pospeševanja - za končno hitrost - za ustavitev - za hitrost pojemka
<p>Primeri analognih vhodov</p> <ul style="list-style-type: none"> Jakost in smer vetra velikost tlaka v hidravličnih rezervarih velikost tlaka v posameznih zavorah hitrost el. motorja hitrost zasilnega motorja hitrost vrvi želena vrednost hitrosti naprave temperatura el. motorja temperatura olja v reduktorju pritisk olja v reduktorju 	analogni vhodni modul	pomnilnik	



Krmiljenje zavore

Na žičnicah imamo obratovalno in varnostno zavoro. S tipko priprava dvignemo varnostno (glavno)zavoro. Ko je zavora dvignjena, morata mejno stikalo in tlačno stikalo zavoro dvig varnostne zavoro potrditi. Ko zaženemo žičnico se dvigne obratovalna zavora. Tudi ta dvig morata potrditi mejno stikalo in tlačno stikalo potrditi. Če tega dviga stikalo ne potrди se žičnica ustavi.

Zavorne obloge kontroliramo z mejnim stikalom obraba zavoro. Če so zavorne obloge preveč obrabljene ne moremo zagnati žičnice.

Krmiljenje in kontrola napenjalnega hidravličnega sistema

Hidravlični napenjalni sistem mora vzdrževati stalno napetost vrvi. To dosežemo tako, da vzdržujemo konstanten pritisk v hidravličnem sistemu in nadzorujemo silo v batu cilindra. Napetost se krmili v območji nazivne sile napenjanja $\pm 5\%$. Pri odstopanju $\pm 8\%$ pa se žičnica ustavi.



6. NADZOR IN UČINEK VARNOSTNIH NAPRAV IN FUNKCIJ NA ŽIČNICAH

Nadzor prekoračitve hitrosti

Če žičnica pri normalnem obratovanju prekorači nazivno hitrost za 10% mora priti do zaustavitve v sili.

Pri prekoračitvi nazivne hitrosti za 15% pa mora priti do zaustavitve v nevarnosti.

Pri nekaterih napravah je vgrajeno še centrifugalno stikalo, ki pri prekoračitvi 20% ustavi žičnico z ustavitvijo v nevarnosti in fizično izpusti hidravličnega olja iz glavne zavore.

Nadzor dveh dejanskih hitrosti (Sotek)

Na vseh žičnicah kontroliramo hitrost motorja in hitrost naprave (vrvi). Če pride do napake pri nastavljenem razmerju med njima se sprožijo vse tri zaustavitve.

Nadzor nastavljen in dejanske hitrosti (regulacija)

Žičnica mora obratovati s hitrostjo, ki jo izbere upravljalec. Če pride do razlike med nastavljeno (željene) hitrosti, se mora žičnica ustaviti z ustavitvijo v sili in ustavitvijo v nevarnosti.

Nadzor minimalne hitrosti

Če hitrost žičnice pade pod določeno minimalno hitrost se sproži ustavitev v sili in ustavitev v nevarnosti.

Nadzor mirovanja naprave

Če pride do nehotenega premika žičnice, ko je le ta v pripravljenosti za zagon (varnostna zavora dvignjena), se mora žičnica ustaviti z ustavitvijo v sili in ustavitvijo v nevarnosti.

Nadzor smeri vožnje

Žičnica se mora gibati v smeri, ki jo določi upravljalec. Če se začne gibati v drugo smer kot je določeno, se mora žičnica ustaviti z ustavitvijo v sili in ustavitvijo v nevarnosti.

Nadzor hitre spremembe navora

Morebitni sunek na napravi (vpetje sedeža, padec drevesa,..) kontroliramo z zaščito, katera meri spremembo navora (el. toka) po času – dM/dt (dI/dt). Napravo ustavimo s ustavitvijo v sili.

Nadzor navora

Kontrolirati je potrebno navor (moment). Če ta prekorači vrednost potrebno za delovanje z najbolj neugodno obtežitvijo za 20%, se mora žičnica ustaviti z ustavitvijo v sili in ustavitvijo v nevarnosti.

Nadzor zaviranja

Nadzor varnostne zavore (glavne)

Če pri ustavitvi v nevarnosti, varnostna zavora predolgo zavira, pride tudi do ustavitve v sili.

Nadzor obratovalne zavore (pogonske, delavne)

Če pri ustavitvi v sili pride do predolgega zaviranja obratovalne zavore, se takoj sproži ustavitev v nevarnosti.

Nadzor elektro ustavitve

Če pri elektro ustavitvi pride do predolgega zaviranja se žičnica ustavi z ustavitvijo v sili in ustavitvijo v nevarnosti.

Nadzor obratovalne in varnostne zavore med vožnjo

Če se obratovalna ali varnostna zavora aktivira (spusti) med obratovanjem, čeprav le delno ali če pade tlak zavore (ki je hidravlično odprta) pod zahtevano vrednost se mora zavora v celoti aktivirati in ustaviti žičnico.

Nadzor obrabe obratovalne zavore

Obrabo obratovalne zavore je potrebno kontrolirati. Obraba mora biti signalizirana, onemogočen mora biti zagon in dvig obratovalne zavore. Sprožen mora biti tudi elektro stop.

Nadzor položaja pogonskega in povratnega kolesa (opletanje)

Pogonskemu in povratnemu kolesu mora biti vgrajen sistem, ki nadzoruje položaj kolesa. Vsako opletanje kolesa mora sprožiti ustavitev v nevarnosti.

Nadzor končnega položaja preklonih sklopk

Končni položaj sklopk je treba električno nadzorovati. Če preklone sklopke niso v končnem položaju se morata sprožiti ustavitev v sili in nevarnosti.

Nadzor preklapljanja med različnimi pogoni

Pri preklonu iz enega pogona v drugega se mora sprožiti ustavitev v nevarnosti.

Nadzor električnega napajanja ali simetrije v omrežju

Če pride do izpada električne napetosti ali porušitve simetrije v omrežju , se sproži ustavitev sili.

Nadzor vzbujačnega toka

Če pride do izgube vzbujačnega toka, se mora sprožiti ustavitev v sili.

Nadzor pospeševanja

Žičnico mora biti sposoben glavni pogon pognati s pospeškom, ki ni manjši od $0,15 \text{ m/s}^2$ pod najbolj neugodnimi pogoji. Če je pospeševanje počasnejše, se mora žičnica ustaviti z ustavitvijo v sili.

Nadzor pravočasnega sestopa s sedežnice

Če potnik ne izstopi pravočasno s sedežnice se mora naprava ustaviti z elektro stopom in ustavitvijo v sili.

Nadzor vstopnega traku

Če pride do razlike med nastavljenimi vrednostmi hitrosti traku oziroma med hitrostma traku in sedežnice se mora trak ustaviti. Prav tako se sproži elektro stop in ustavitev v sili.

Nadzor napenjalne naprave

Nadzor mejnih pozicij poti napenjalnega vozička je potrebno nadzirati. V primeru odstopanj se mora žičnica ustaviti z elektro stopom in ustavitvijo v sili.

Dopustne mejne vrednosti napetosti vrvi moramo nadzorovati z dvema neodvisnima merilnima instrumentoma, od katerih mora biti vsaj ena, ki meri skupno napetost vrvi. Če pride do odstopanja se naprava ustavi z elektro stopom in ustavitvijo v sili.

Nadzor motorja z notranjim izgorevanjem

Pri motorju z notranjim izgorevanjem moramo nadzorovati oljni tlak in temperatur z signalizacijo napake, ki je lahko zvočna ali svetlobna.

Nadzor hidravličnega prenosa moči

Pri hidravličnem prenosu moči nadzorujemo oljni tlak. V primeru napake mora priti do ustavitve v nevarnosti. Nadzorujemo tudi temperaturo olja. Pri napačni temperaturi se sproži signalizacij, ki je lahko zvočna ali svetlobna.

Nadzor električnih ventilov zavor

Pri napakah mora priti do zaustavitve v nevarnosti in sili.

Nadzor postopka priklopa vozil

Med priklopom in odklopom vozila je treba paziti naslednje:

- odprt položaj prižemke pred točko priklopa – v obe smeri,
- pravilen položaj vrvi na mestu vklopa in odklopa,
- pravilen položaj čeljusti prižemk po vklopu – v obe smeri,
- zadostna prijemna sila,
- pravilni odklop prižemke od vrvi v območju odklopa – v obe smeri

Pri napakah mora priti do ustavitve z elektro stopom in ustavitvijo v sili.

Nadzor razmaka med vozili

Pri razmaku vozil nadzorujemo:

- najmanjšo dovoljeno razdaljo med vozili na liniji,
- najmanjšo varnostno razdaljo med vozili v postaji
- pravilni odklop prižemke od vrvi v območju odklopa – v obe smeri

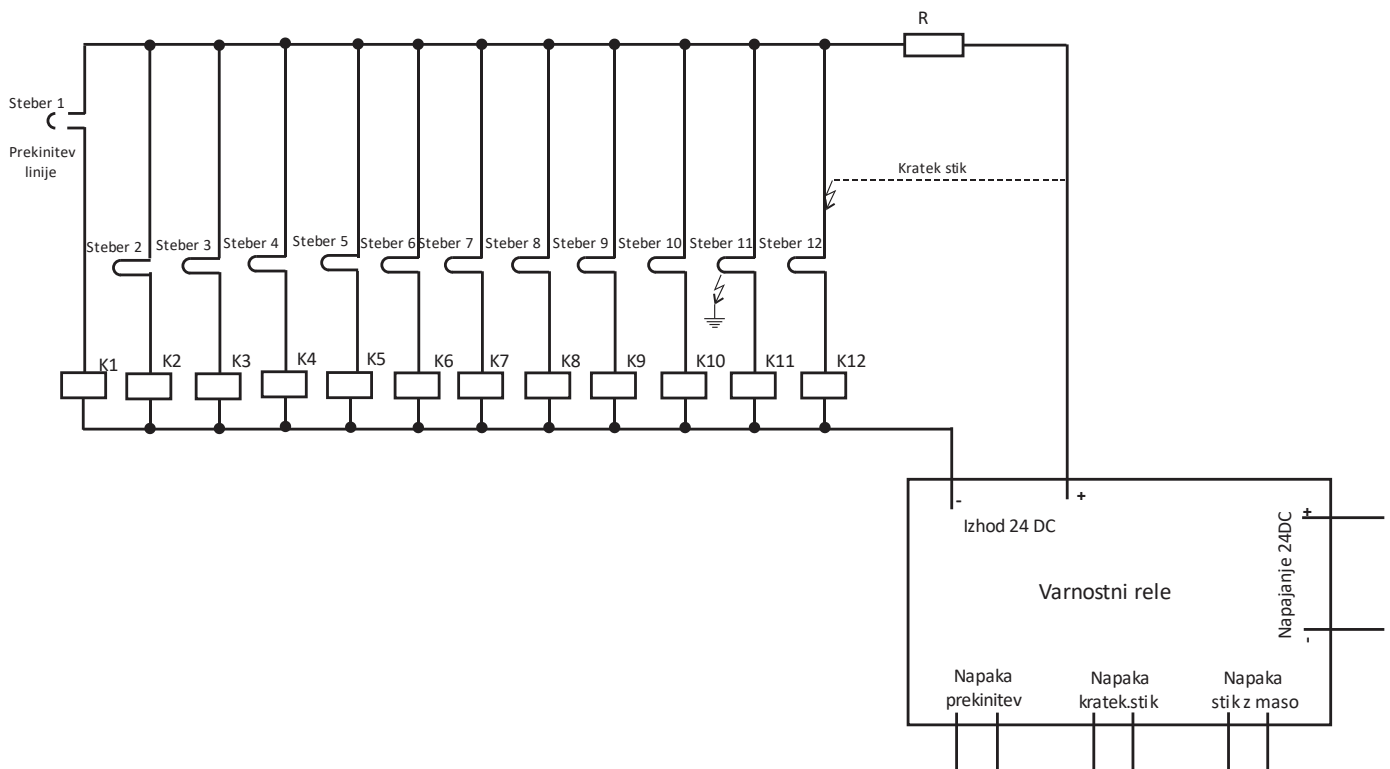
Pri napakah mora priti do ustavitve z elektro stopom in ustavitvijo v sili.

Nadzor zapiranja vrat vozil

Če pride do napake pri zapiranju vrat vozil se mora priti do ustavitve z elektro stopom in ustavitvijo v sili.

Nadzor izpada transportne vrvi

Izpad vrvi na liniji kontroliramo z lomnimi stikali, ki se v primeru izpada vrvi zlomijo. Upornost varnostna linije (kabela) proti zemlji ne sme biti manjša od 500 Ω . Nadzorujemo tudi kratek stik med žicami kabla. Če pride do katere koli napake na liniji, se mora žičnica ustaviti z elektro stopom in ustavitvijo v sili.





Slika 33 Primer lomnih stikal na varnostni liniji

7. USTAVITVE NA ŽIČNIŠKIH NAPRAVAH

Na KŽ poznamo naslednje ustavitve:

- električna ustavitev,
- ustavitev v sili,
- ustavitev v nevarnosti.

Pri vseh zaustavitvah mora biti pojemek med $0,5 \text{ m/s}^2$ in $1,2 \text{ m/s}^2$.

7.1 Električna ustavitev

Električno ustavitev je komanda s tipkami STOP in HITRI STOP. Razlika med njima je samo v času zaustavitve. Pri STOP-u je čas 10 s, pri HITREM STOP-u pa 4s. Hitri stop se uporablja za normalno zaustavitev naprave.

Ustavitev poteka tako, da elektromotor zavira in pri minimalni hitrosti zavre obratovalna (pogonska, delovna) zavora.

7.2 Ustavitev v sili

Ustavitev v sili sprožimo s tipko USTAVITEV V SILI in z določenimi sistemskimi zaščitami.

Ustavitev v sili poteka takole, da najprej izklopimo elektromotor in zaviramo z obratovalno (pogonsko, delovno) zavoro.

7.3 Ustavitev v nevarnosti

Ustavitev v nevarnosti sprožimo s tipko USTAVITEV V NEVARNOSTI in z določenimi sistemskimi zaščitami.

Ustavitev v nevarnosti poteka takole, da najprej izklopimo elektromotor in zaviramo z varnostno (glavno) zavoro.

8. PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME, KI JO MORA OPRAVITI STROJNIK KŽ (PREGLEDI DO MESEČNEGA PREGLEDA)

8.1 Vsi pregledi in vzdrževanje elektro opreme na krožnih žičnicah in vlečnicah

Elektro opremo z elementi lahko pregledujejo in vzdržujejo samo delavci s primerno elektro izobrazbo in pooblastilom delodajalca.

Izjeme so pregledi določenih elektro elementov v dnevni, tedenski in mesečni pregledih, ki jih lahko opravi strojnik KŽ. Te preglede bomo natančneje opisali v poglavju PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE KŽ DO MESEČNEGA PREGLEDA.

Vsa redna vzdrževalna dela in preglede je potrebno izvajati skladno z navodili proizvajalca, pravilnikom o tehničnih pregledih ŽN s prilogami in s standarda SIST EN 1791.

8.1.1 Pregledi

Pregled obsega meritve, preskuse in ocene dejanskega stanja naprave. Periodični pregledi se izvajajo v:

- dnevni,
- tedenskih,
- mesečnih,
- večmesečnih,
- letnih,
- več letnih pregledih in
- posebnih pregledih.

Rezultate pregledov je potrebno zabeležiti v pisni obliki, poročilo izdela s strani vodje obratovanja pooblaščen oseba.

Predpišejo se lahko tudi krajši intervali ali dodatni pregledi. Če so ugotovljena določena odstopanja od dovoljenih vrednosti je potrebno nemudoma izvesti ustrezne ukrepe.

Periodični pregledi morajo pokazati, da stanje, obnašanje in uporabnost posameznih sklopov ustreza načrtovanim pogojem. Po posameznih dogodkih, kot na primer nesreče, močna neurja, plazovi in večji premiki terena, po potrebi zahtevajo takojšnje preglede.

Strojnik KŽ mora in lahko opravlja preglede do nivoja mesečnih pregledov. Druge preglede lahko opravlja po nalogu VO samo, če ima izobrazbo vsaj 4. stopnje elektro (tudi mehatronik) smeri.

8.1.2 Vzdrževanje

V času trajanja življenjske dobe posameznega strukturnega elementa je potrebno zagotoviti nenehni nadzor nad popolnostjo izvedbe vseh zahtevanih vzdrževalnih del.

Redno vzdrževanje vsebuje naslednja opravila:

- čiščenje,
- zaščita elementov,
- mazanje,
- dopolnjevanje,
- zamenjavo,
- meritvami.

8.1.2.1 Dnevni pregled

Redni dnevni pregled električnih naprav splošno vsebuje:

- preizkus nadzornih tokokrogov v postaji in varnostnih tokokrogov na trasi, ki direktno aktivirajo naprave za ustavitev v sili ali za ustavitev v nevarnosti, nadzornih naprav za kontrolo uvoza in izvoza vozil pri vstopanju in izstopanju iz postaje,
- preizkus nadzornih tokokrogov za ozemljitev, ob kratkem stiku in obremenitvah,
- preverite, če so vse prikazane vrednosti v dopustnih mejah,
- preizkus delovanja električnega ustavljanja iz maksimalne hitrosti,
- preizkus delovanja internih naprav za komuniciranje,
- dostopnost in funkcionalnost vseh izklopnih stikal in stikal za nastavitev hitrosti,
- dostopnost in funkcionalnost vseh končnih stikal.

Ker so različne žičniške naprave na različnih nivojih elektrifikacije sem spodaj zbral nekaj najbolj značilnih dnevnih pregledov električnih naprav na različnih tipik žičniških naprav:

1. Telekomunikacijske naprave
2. Izklopna stikala
3. Stikala za nastavitev hitrosti
4. Induktivna in mejna stikala
5. Pregled merilnih naprav

8.1.2.2 Tedenski pregled

Na vlečnicah se tedenski pregledi ne opravljajo. Na krožnih žičnicah pa od električnih elementov pregledamo akumulatorje in to :

1. Pregledamo in očistimo spoje
2. Izmerimo napetost

PRED PREGLEDOM IZKLOPIMO GLAVNO STIKALO IN STIKALO ZA VKLOP 24V.

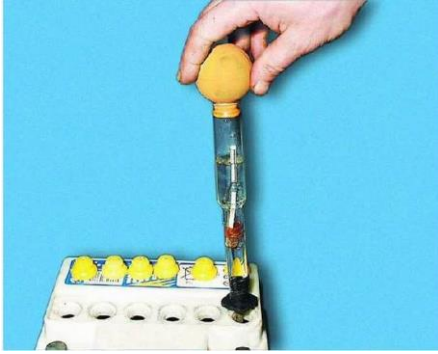
PRI PREGLEDU AKUMULATORJEV MORAMO UPORABLJATI NASLEDNJO ZAŠČITNO OPREMO:

- **ROKAVICE**
- **ZAŠČITO ZA OČI IN OBRAZ**

Napetost merimo z Voltmetrom. Ta je lahko analogen ali digitalen. Za strojnike KŽ priporočam digitalni voltmeter, saj so meritve napetosti z njim lažje.



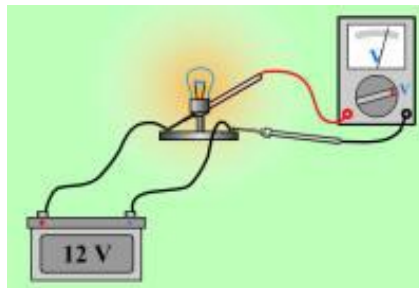
Če so akumulatorji še odprtega tipa, preverimo nivo in gostoto elektrolita in po potrebi dolijemo destilirano vodo



8.1.2.3 Mesečni pregled

Na krožnih žičnicah od električnih elementov pregledamo:

1. Preverimo baterije internega telefona



2. Elektro motor - **PRED PREGLEDOM OBVEZNO IZKLOPIMI GLAVNO STIKALO**
 - izpihamo prah na kolektorju
 - pregledamo:
 - kolektor (enosmerni motor)
 - dolžino ščetk in njihove drsne površine,
 - nosilcev krtačk in vzmeti, ki pritiska krtačke,
 - priklone kablov,
 - preverimo iskrenje (med delovanjem motorja).
3. Ventilator motorja
 - Pregled filtrov (po potrebi jih je treba očistiti ali zamenjati)
 - Preizkus termostatov
 - Splošni pregled ventilatorja (vibracije,..)
4. Lomna stikala na stebrih
 - očistimo morebitno mast in umazanijo
 - preverimo priklop kablov in njihovo pritrnitev
 - preizkusno izvlečemo na naključnem stebru (vsak mesec drugje) lomno stikalo in preverimo signalizacijo stebra in če lahko poženemo.
5. Preverimo mejna (končna stikala) in morebitna induktivna stikala
 - očistimo morebitno mast in umazanijo,
 - preverimo pritrjenost in nastavitve delovanje stikal in pritrjenost in nastavitve delov, ki delujejo na stikalo,
 - odpremo stikalo in podmažemo premične dele stikala.
6. Preverimo delovanje zaščit:
 - prekoračitev hitrosti 110 %,

- prekoračitev hitrosti 115 %
- sunkovni rele dM/dt
- maksimalni navor

7. Pregled električne odvorne naprave

- očistimo morebitno mast in umazanijo,
- preverimo pritrjenost

9. IZPITNA VPRAŠANJA

9.1 IZPITNA VPRAŠANJA ZA STROJNIKE VLEČNIC – *ELEKTRO DEL*

1. Nariši enostaven električni krog in s pomočjo njega napiši kako izračunaš električni tok, električno moč in električno energijo.
2. Kateri elementi na vlečnici, katero si opisal v seminarski nalogi, spadajo pod elektrotehnični del?
3. Opiši razliko med prevodnikom električnega toka in izolatorjem električnega tok. Naštej nekaj prevodnikov električnega toka in nekaj izolatorjev električnega toka
4. S katerimi ukrepi ščitimo ljudi pred udarom električnega toka? Navedi vsaj dva električna elementa, ki se uporabljata v ta namen na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi.
5. Naštej vsaj en električni element, ki ga uporabljamo za zaščito pred preobremenitvijo na vlečnici katero si opisal v seminarski nalogi.
6. Kateri elektro motor poganja vlečnico, ki ste jo obravnavali v seminarski nalogi? Opišite sestavne dele tega elektro motorja in kaj pregledamo pri mesečnem pregledu.
7. Kateri zagon elektro motorja uporabljate na vlečnici katero si opisal v seminarski nalogi? Kdaj zagon motorja ni pravilen.
8. Naštej in opiši (vsaj dve) nadzorne varnostne funkcije na vlečnici katero si opisal v seminarski nalogi.
9. Katere elektro elemente uporabljamo pri krmiljenju delovne zavore? Opiši krmiljenje delovne zavore.
10. Katere zaustavitve poznaš na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi?. Opiši posamezne zaustavitve.
11. Opiši delovanje varnostne linije na trasi vlečnice katero si opisal v seminarski nalogi.
12. Kateri merilniki električnih veličin so na vlečnici katero si opisal v seminarski nalogi?
13. Katere elektro elemente pregledamo pri dnevnem pregledu in kako izvajamo preglede?
14. Opiši pregled končnih stikal pri mesečnem pregledu.
15. Opiši pregled ščetk na asinhronskem motorju z drsnimi obroči.
16. Naštej elemente, ki služijo za zaščito pred udarom strele in pred prenapetostmi.

9.2 IZPITNA VPRAŠANJA ZA STROJNIKE KŽ – ELEKTRO DEL

1. Nariši enostaven električni krog in s pomočjo njega napiši kako izračunaš električni tok, električno moč in električno energijo.
2. Kateri elementi na žičniški napravi, katero si opisal v seminarski nalogi, spadajo pod elektrotehnični del?
3. Kaj je kondenzator? Definicija kapacitivnosti
4. S katerimi ukrepi ščitimo ljudi pred udarom električnega toka? Navedi vsaj dva električna elementa, ki se uporabljata v ta namen na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi.
5. Zakaj uporabljamo transformator?
6. Katere električne motorje najpogosteje uporabljamo na žičniških napravah? Kateri elektro motor je na žičniški napravi, ki ste jo obravnavali v seminarski nalogi?
7. Kateri zagon elektro motorja uporabljate na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi? Opiši prednosti zagona na tej napravi pred direktnim zagonom in zagonom zvezda -trikot.
8. Naštej vsaj dva električna elementa, ki ju uporabljamo za zaščito pred preobremenitvijo na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi.
9. Naštej in opiši (vsaj šest) nadzornih varnostnih funkcij na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi.
10. Katere elektro elemente uporabljamo pri regulaciji hitrosti elektromotorja? Opiši delovanje teh elementov.
11. Katere elektro elemente uporabljamo pri nadzoru prekoračitve hitrosti? Opiši delovanje teh elementov.
12. Katere elektro elemente uporabljamo pri krmiljenju delovne zavore? Opiši krmiljenje delovne zavore.
13. Opiši krmiljenje hidravličnega napenjanja.
14. Katere zaustavitve poznaš na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi?. Opiši posamezne zaustavitve.
15. Opiši delovanje varnostne linije na trasi žičniške naprave katero si opisal v seminarski nalogi.
16. Kateri merilniki električnih veličin so na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi?
17. Katere elektro elemente pregledamo pri dnevnem pregledu in kako izvajamo preglede?
18. Opiši pregled končnih stikal pri mesečnem pregledu.

19. Opiši pregled akumulatorja in pri katerem pregledu ga opravljaš na žičniški napravi katero si opisal v seminarski nalogi?
20. Opiši pregled ščetk na enosmernem elektro motorju
21. Kako določim in kontroliramo razdaljo med vozili v postaji in na trasi pri krožnih žičnicah z odklopljivimi prižemkami.
22. Naštej elemente, ki služijo za zaščito pred udarom strele in pred prenapetostmi.

10. VIRI

1. Ivan Ribnikar Električne inštalacije julij 2010
2. Evropska knjižnica stroke Mehatronika 2009
3. Tehniška založba Slovenije Elektrotehniški priročnik 2013
4. https://www.google.si/search?q=mo%C4%8Dnostni+odklopnik&tbm=isch&ved=2ahUKewi2z82kmLvoAhX_HtgQKHadEC1YQ2-cCegQIABAA&oq=mo%C4%8Dnostni+odklopnik&gs_lcp=CgNpbWcQA1C7Q1i7Q2CaSGgAcAB4AIABUIgBUJIBATGYAQcGAAQgAQnd3Mtd2l6LWltZw&sclient=img&ei
5. https://www.google.si/search?q=zbiral%C4%8Dni+sistem+w%C3%B6hner&tbm=isch&hl=sl&chips=q:zbiral%C4%8Dni+sistem+w%C3%B6hner,online_chips:zbiralcni+sestavi,online_chips:izolator&hl=sl&ved=2ahUKewjGotzWmbvoAhVG8IUkHXrQbWlQ4lYoD3oECAEQJg&biw=1903&bih=937#imgr
6. https://www.google.si/search?q=kontaktor&sxsrf=AleKk00pDTaSQm4P7yXUMIb61C1gnrodag:1585330308436&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=uHZM9Ds7VKSaHM%253A%252CxS8VVsz5S59WHM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kSDVXzROP43IYIT9ZWWg2w-y-YZhg&sa=X&ved
7. https://www.google.si/search?q=tiristorski+regulator+simens&tbm=isch&ved=2ahUKewjYr5eil7voAhXPtK_QKHcOZDncQ2-cCegQIABAA&oq=tiristorski+regulator+simens&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoECAAQHjoECAAQGFYWLiva2CPdWgAcAB4AIABWogBtgSSAQE3mAEAo
8. https://www.google.si/search?q=frekven%C4%8Dni+regulator&sxsrf=AleKk02qf6ngngi9NqH95pd4Yr0EJf5WUdw:1585329904038&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=SmLeKqhcEugv_M%253A%252CsNtZ819hiGULM%252C%252Fm%252F060k24&vet=1&usg=AI4_-kSyxShF59gBLmdz87
9. https://www.google.si/search?q=preklopna+stikala&sxsrf=AleKk00Faw6i4uAZKhst6Shq7zyKyx1uDQ:1585334779680&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=qdctEg7Kp7AsvM%253A%252C3T3GxsSAB93ZpM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kSup2kv98XfPLzLofX6wyDfUcmrag&sa=X&ved=2ahUKewjH-pGjqlvoAhUlrosKHQXZAWsQ9QEwBXoECAoQJg#imgrc=l_02iWAtjoxO1M
10. https://www.google.si/search?sxsrf=AleKk02oxMtnbv-ZYhD1kiw0AvS-b2i4A%3A1585333863835&source=hp&ei=Z0Z-XvK3MOqFrwSdnrjAAQ&q=mejno+stikalo&oq=mejno+stikalo&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQAzIGCAAQFhAeOgUIABCDAToCCAA6BAgIECc6BAGAEEM6BwgAEAoQ
11. <https://www.miel.si/kategorija/senzorika/rotaryencoders/incremental/>
12. https://www.google.si/search?q=tahogenerator&sxsrf=AleKk00el8p7ymwR76YB-vFPt-jPQsK1Dg:1585334200427&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=sAd_bounlCLR7M%253A%252Cw7VjLLeXLnk4dM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kRoUhqo4ljeihVUukyQHMDajJRMwA&s

13. https://www.google.si/search?sxsrf=ALeKk021v00tzabrRXQvulYafZ9pWwlQfg:1585334611068&q=napajalniki+siemens&tbm=isch&chips=q:napajalniki+siemens,online_chips:sitop&sa=X&ved=2ahUKEwir0N7Sp7voAhVimYsKHWPWBccQgloDKAF6BAgKEAY&biw=1920&bih=937
14. https://www.google.si/search?q=elektri%C4%8Dni+napajalnik&sxsrf=ALeKk017ByPSsFgnastRvq3V-8KQynGcWQ:1585334711336&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=THL1IOWhTpizaM%253A%252CiBtJ4PWNQkx3OM%252C &vet=1&usg=AI4 - kS4dQW_bCuP2sLtlslMKR8jci6WyA&sa=X&ved=2ahUKEwjiucaCqLvoAhXMtYsKHcJCCC8Q9QEwAnoECAoQHA#imgrc=THL1IOWhTpizaM:
15. <https://sl.wikipedia.org/wiki/Zbiralka>
16. https://www.google.si/search?q=zbiralke&tbm=isch&ved=2ahUKEwjp4tS7pcDoAhWGNNewKHZ9vDmEQ2-cCegQIABAA&oq=zbiralke&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoCCAA6BQgAEIMBOgYIABAFEB46BAgAEBhQko0MWNi3DGCixAxoAHAAeACAawCIAaoFkgEBOJgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1n&sclient=img&ei=IOaAXunSHYbrsAef37mIBg#imgrc=Y30_ZMNJxGJaMM
17. https://www.google.si/search?q=meritev+elektri%C4%8Dne+napetosti&sxsrf=ALeKk03mLLeCt3nDui9Q4bWRuBI4kZGa5A:1585573845884&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=rw8ILMPvorLqfM%253A%252C250z5VmcBsG2JM%252C &vet=1&usg=AI4 - kTzTyfnMyFyecZ6oyTvAYNv4Fe_QA&sa=X&ved=2ahUKEwi3geXuosLoAhXys4sKHZEUAbwQ9QEwBHoECAoQEw#imgrc=rw8ILMPvorLqfM:
18. <http://faq.akumulator.si/index.aspx?category=1&id=87>
19. https://www.google.si/search?q=merjenje+kisline+v+akumulatorju&sa=N&biw=1920&bih=937&sxsrf=ALeKk026PMjDqzg2IFS_zWCMjOnAJAN6Ug:1586458031513&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=GVqiHKZ6yDnUBM%253A%252CaLXSMWlv7tO0M%252C &vet=1&usg=AI4 - kQczGWmsZvZrROMyJJrUGGhVfPyfw&ved=2ahUKEwiehq3bgNzoAhUt06YKHbUwDeI4ChD1ATAHegQlChAF#imgrc=pDzwUjO1fZlBsm&imgdii=VntvLFtttnXVTM
20. https://www.google.si/search?q=OP+paneli&sxsrf=ALeKk03RDGNm9Jz-2mUoNle_khqOP4N7VA:1586459949541&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=axmUpuSghMKe3M%253A%252Cdixe6xhsY5ZSPM%252C &vet=1&usg=AI4 - kRXjgWIWzDdzOJo5F1r_LwW3udseg&sa=X&ved=2ahUKEwjGjifh9zoAhUJLBoKHQzoCYgQ9QEwAHoECAUQBQ#imgrc=zEEfoGFZoJsTIM
21. <https://www.dobrinaseti.si/frekvencni-pretvornik/>
https://www.google.si/search?q=asinhronski+motor&tbm=isch&ved=2ahUKEwjoyb-WwN7oAhWGr6QKHQVPB7MQ2-cCegQIABAA&oq=asinhronski+motor&gs_lcp=CgNpbWcQAziCCAAyAggAMgYIABAFEB4yBggAEAUQHjIECAAQGDIECAAQGDIECAAQGDIECAAQGDofCAAQgwE6BAgAEEM6BAgAEB5QhplfWNzAH2DEwX9oAHA

