

**PODSISTEM KROŽNIH ŽIČNIC IN VLEČNIC**

# **ELEKTROTEHNIKA**

**Modul 1**



# Osnove elektrotehnike

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.

# Osnove elektrotehnike

## 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).

# Osnove elektrotehnike

## 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.

# Osnove elektrotehnike

## Električni tok

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 tok → velikost in smer se spreminja.

# Osnove elektrotehnike

## 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 ( $\Omega$ ).

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

- prevodnike,
- polprevodnike in
- izolatorje.

# Osnove elektrotehnike

**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

$$R = \rho * \frac{l}{A}$$

P = specifična upornost; l = dolžina vodnika; A = presek vodnika

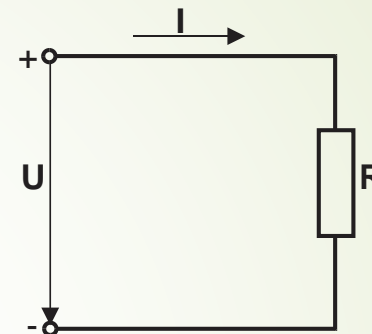
# Osnove elektrotehnike

## 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 me  $I$ ,  $U$  in  $R$  podaja:



## 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.



# Osnove elektrotehnike

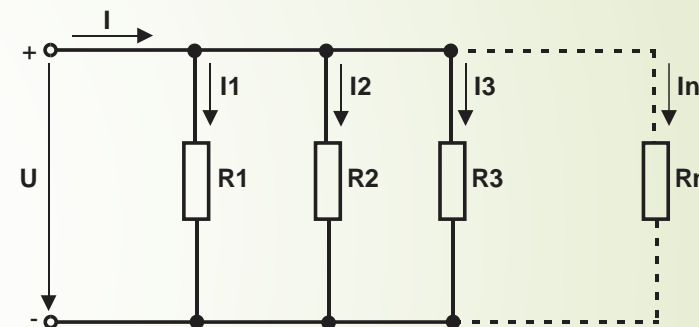
## Vzporedni električni krog

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.

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

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

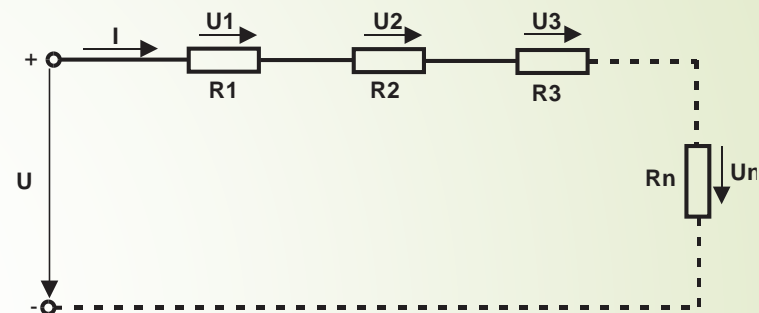
# Osnove elektrotehnike

## 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

Zakon napetostne zanke ali 2. Kirchhoffov:



Vsota napetosti virov napetostne zanke je enaka vsoti napetosti na porabnikih.

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

Skupno upornost zaporednega vezja izračunamo po enačbi

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

# Osnove elektrotehnike

Električna moč, energija in delo

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 in ima enako enoto kWh.

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

# Osnove elektrotehnike

## Električno polje

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

## Kondenzator

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

## 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  $\mu\text{F}$ , nF ali pF.

# Osnove elektrotehnike

## Magnetno polje

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

## 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.

## 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. ). Henri je zelo velika enota zato jo navadno izražamo v  $\mu\text{H}$ .

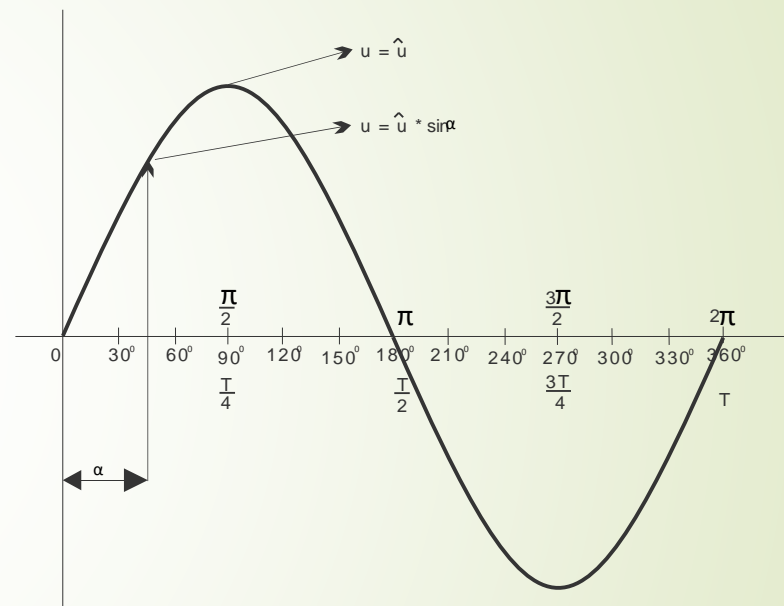
# Osnove elektrotehnike

## 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**.

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



# Osnove elektrotehnike

## 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:

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

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.

# Osnove elektrotehnike

## Trifazni sistem

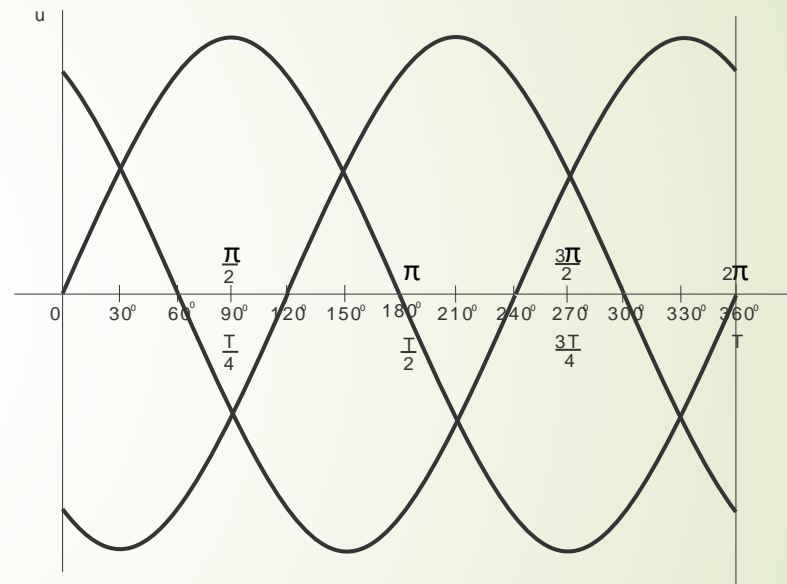
$$U_{mf} = 3 U_f \quad (\text{medfazna napetost})$$

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

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

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

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

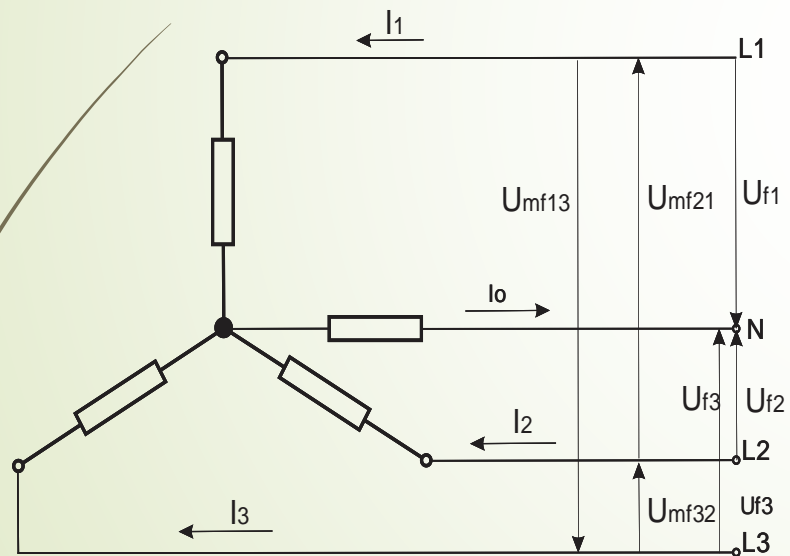




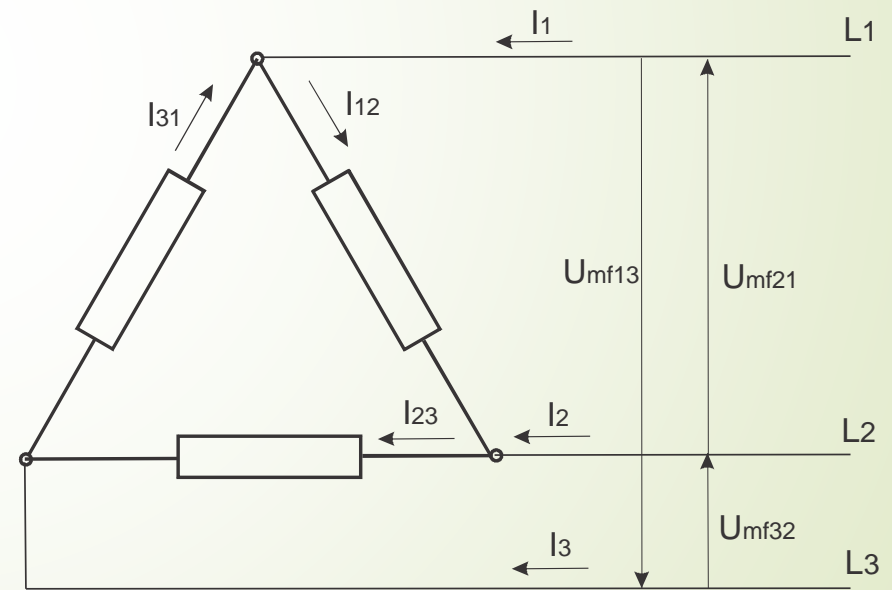
# Osnove elektrotehnike

## Vezave v trifaznem sistemu

Zvezda



Trikot



# ZAŠČITNI UKREPI PRI RAVNANJU Z ELEKTRIČNIM TOKOM

## 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.

# ZAŠČITNI UKREPI PRI RAVNANJU Z ELEKTRIČNIM TOKOM

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).

# ZAŠČITNI UKREPI PRI RAVNANJU Z ELEKTRIČNIM TOKOM

## 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:

### Osnovna zaščita

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

### 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.

### Dopolnilna zaščita

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

## ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

Električna oprema na krožnih žičnicah 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 zunanjimi vplivi. Vse omare v zaprtih prostorih morajo biti lahko dostopne.

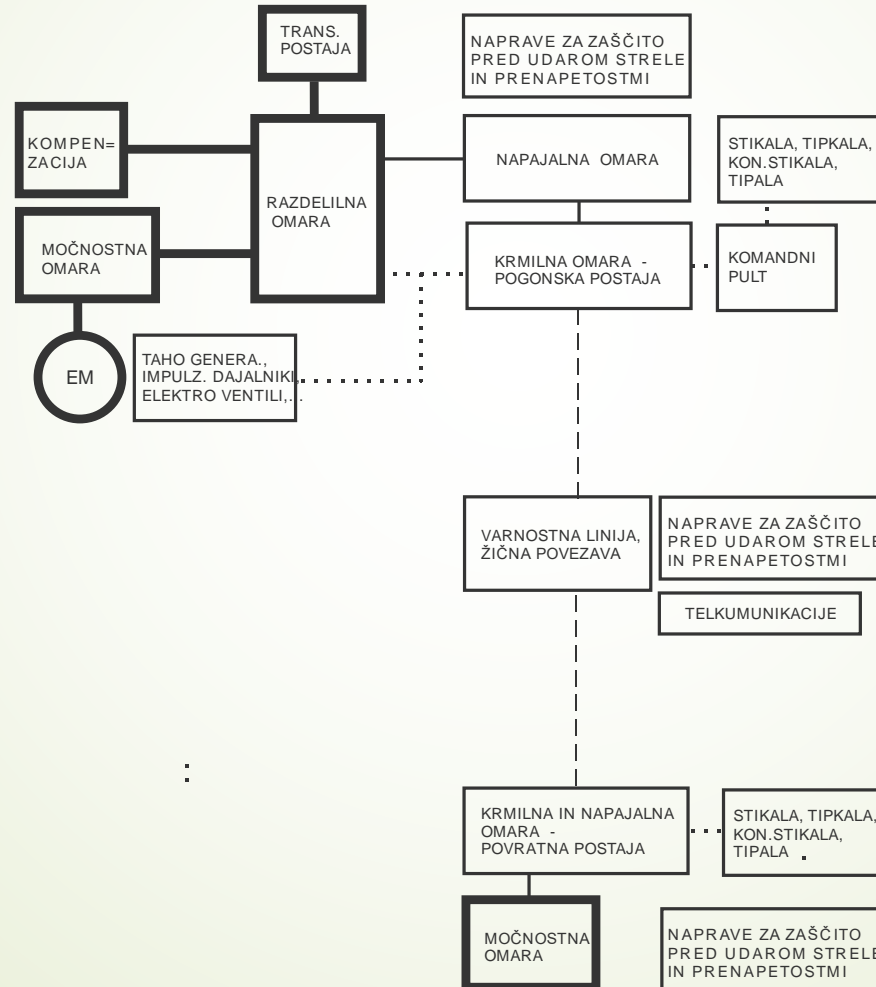
# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## Elektro oprema vlečnic vsebuje naslednje elemente:

- elektromotor,
- razdelilne, močnostne, krmilne elektro omare, pulti, komandne konzole na peronih,
- frekvenčni regulator,
- zagonski upori
- kompenzacijo,
- tipala, stikala, mejna stikala,...
- taho-generatorji, impulzni dajalnik,
- odvorne naprave,
- varnostna linija,
- telekomunikacijske naprave
- strelovodna napeljava

# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## Blok shema elektro omar in elementov vlečnic



# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## KRATEK OPIS MOČNOSTNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA VLEČNICAH

V močnostni del električne opreme štejemo naslednje električne elemente:

- glavno stikalo objekta (odklopnik, bremensko stikalo),
- elemente razvoda in varovanja,
- glavno stikalo naprave (odklopnik),
- močnostni kontaktor (glavni kontaktor motorja),
- elementi za zagon in regulacijo (frekvenčni regulator),
- glavni motor.



# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

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



# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## 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.



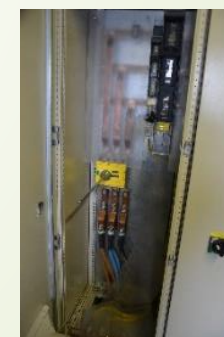
# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## Elementi razvoda in varovanja Zbiralčni sistem

Zbiralčni sistem je sestavljen iz

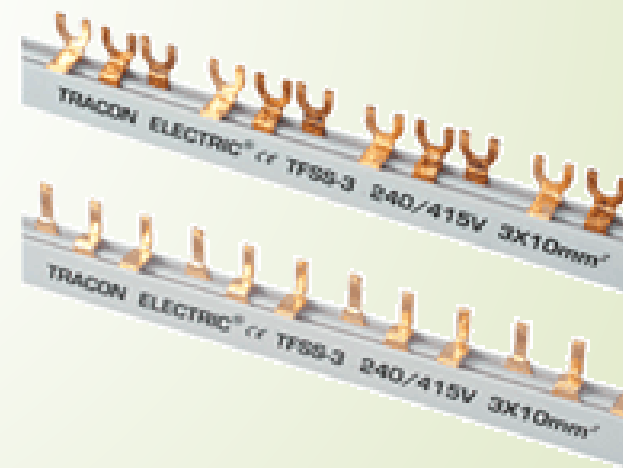
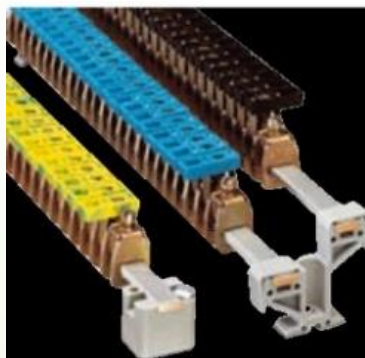
- nosilcev zbiralk, zbiralk,
- varovalčnih podnožij
- in podobnih elementov.

Na KŽ in vlečnicah srečujemo zbiralne sisteme z varovalkami v razvodnih omarah.



## ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

**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.



## ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

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



## ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

**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 .



## ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

**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.



# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## 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.





# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## Elektromotorji

Na žičniških napravah uporabljamo naslednje elektro motorje:

- asinhronski motor,
- enosmerni motor.

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  $120^\circ$  in vezana v zvezdo ali trikot. Nanje priključimo trifazni sistem izmenične napetosti. Napetosti poženejo skozi navitja trifazni magnetilni tok, ki ustvari vrtilno magnetno polje.

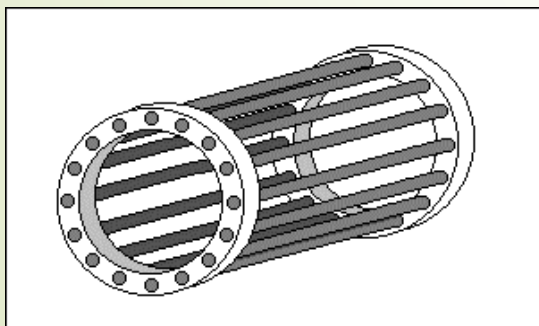
**Rotor**, ki je kot stator tudi lameliran, ima navitje v utorih, priključeno preko drsnih obročev na zunanji vir ali pa je namesto navitja in obročev kar kratkostična kletka.

# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## Asinhronski motorji s kratkostično kletko

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

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

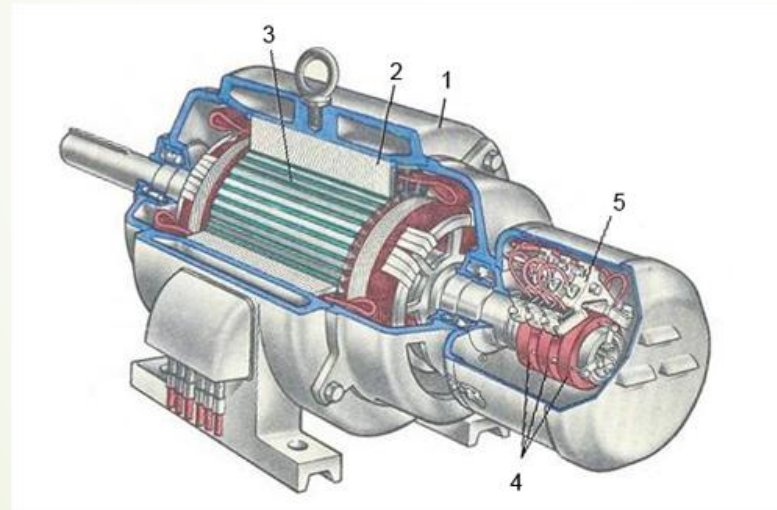


# ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

## 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 ploščici.

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



## ELEKTRO OPREMA KROŽNIH ŽIČNIC VLEČNIC

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



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

## 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,.....

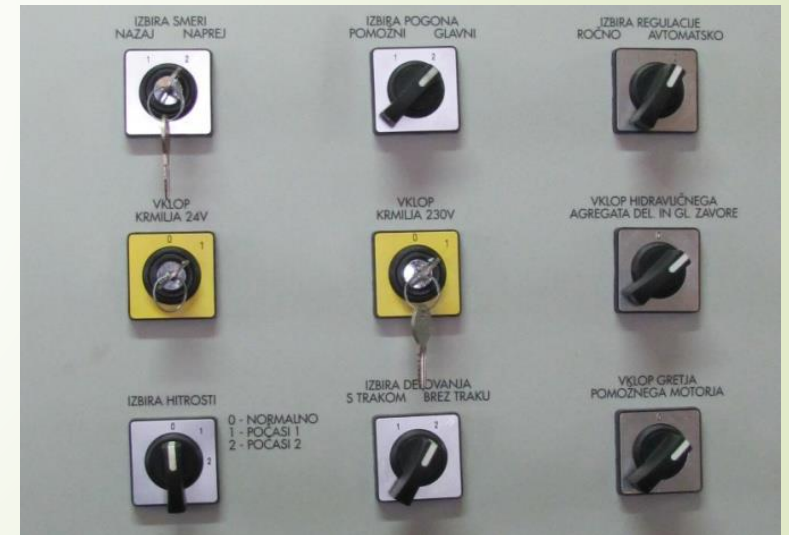
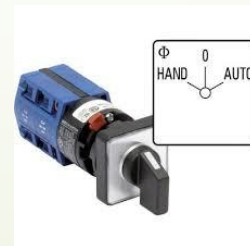


# KRATEK OPIS KRMILNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

## Preklopna stikala (grebenasta stikala)

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

- varnostna stikala
- določitev izbire smeri
- določitev pogona
- vklop krmilja
- vklop gretja, in podobno.



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

## Mehanska mejna stikala

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

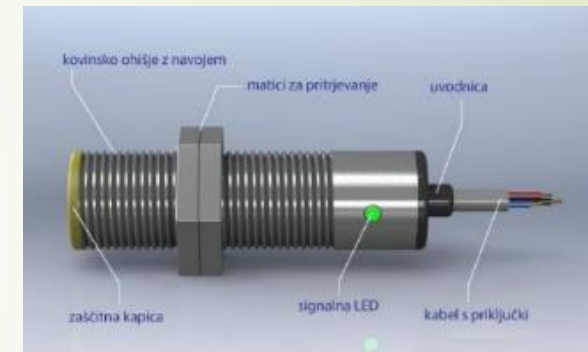


# KRATEK OPIS KRMILNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

## Elektronska približevala tipala

Danes najpogosteje uporabljamo elektronska brez kontaktna:

- induktivna in
- magnetna tipala, ki delujejo brez dotika in mehanskega kontakta.





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

## Rele

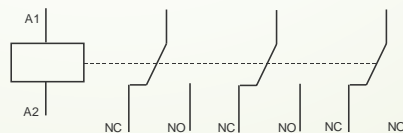
Rele je električna priprava, ki odvisno od spremenljive električne veličine povzroča določene spremembe v istem ali drugih tokokrogih. Ločimo predvsem: merilne releje, pomožne releje, časovne releje.

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.



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

## Časovni releji

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

rele z zakasnelim proženjem kontaktov ob vklopu

## 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.

- krmilne napetosti,
- rele z zakasnenim izklopom kontaktov ob izklopu krmilne napetosti,
- releje z možnostjo programiranja različnih časovnih funkcij,
- utripalne časovne releje.



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

## Pretvorniki

Poznamo različne pretvornike kot so na primer:

- DC/DC pretvornik
- Pretvornik signalov frekvence
- Pretvornik analognih signalov
- Pretvornik inkrementalnih signalov
- Pretvornik nivojev...

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

## Taho generatorji, impulzni dajalniki

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



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

## Transformator

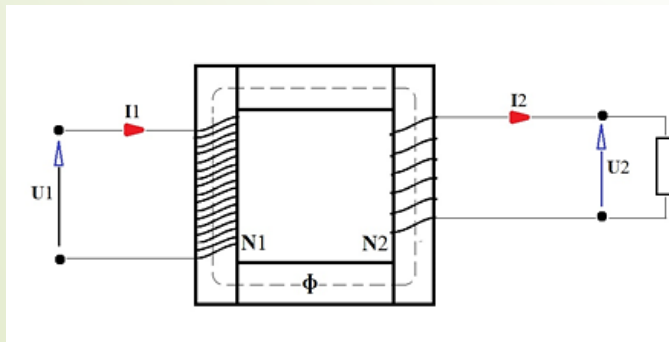
Transformator je električni stroj, ki spreminja električno energijo določene napetosti v električno napetost drugačne napetosti. Na KŽ srečujemo energetske transformatorje kjer srednjo napetost 20 kV (10 kV) transformiramo na 400 V in ločilne transformatorje kjer 400 V (230 V) transformiramo na 230 V,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

$$P_1 = P_2$$



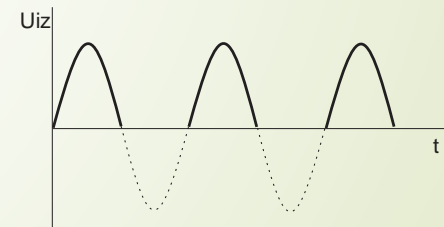
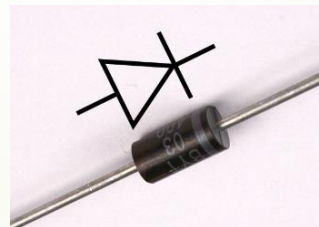
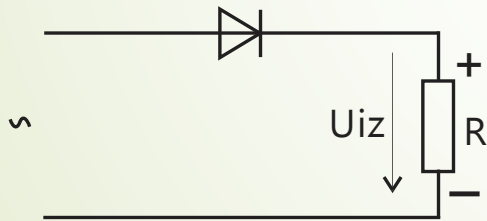
# KRATEK OPIS KRMILNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

## Nekrmiljeni usmerniki

### Enopulzni polvalni usmernik

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

Na bremenu se pojavi pulzirajoča enosmerna napetost.

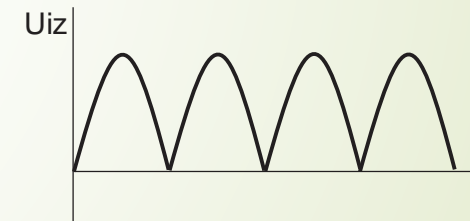
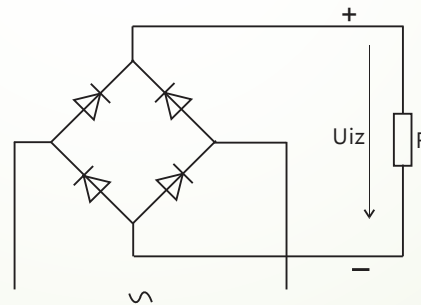


# KRATEK OPIS KRMILNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

## Dvopolzni mostični usmernik

Dvopolzni mostični usmernik izrablja obe polperiodi izmenične napetosti.

Mostična vezava je sestavljena iz štirih diod.

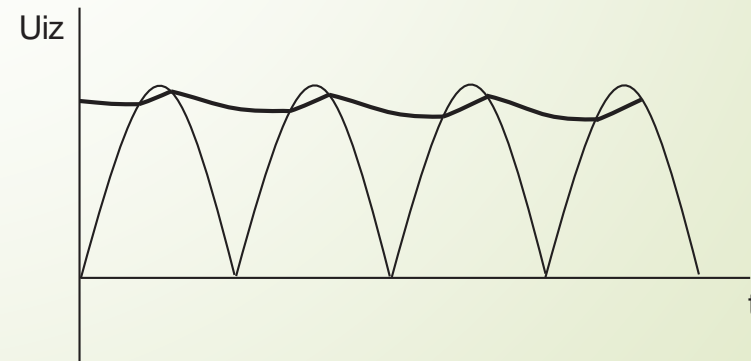
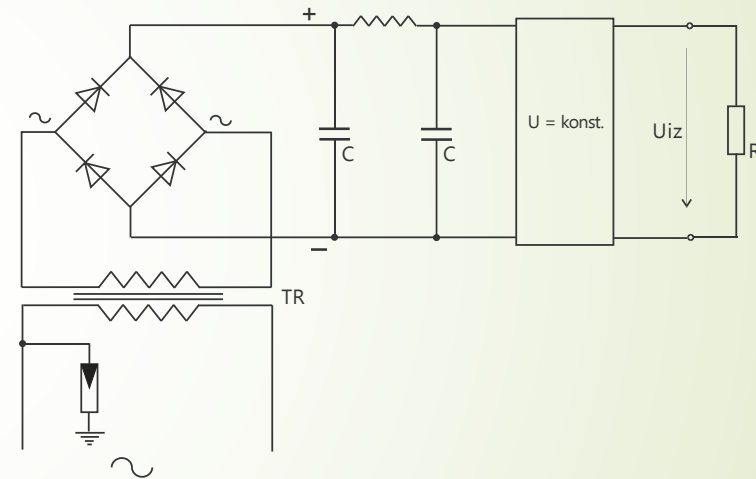


# KRATEK OPIS KRMILNE ELEKTRIČNE OPREME IN ELEMENTOV NA KROŽNIH ŽIČNICAH IN VLEČNICAH

## Napajalnik

Osnovni elementi napajalnikov so:

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





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

## Merilniki

### Merilniki električnih veličin

Na KŽ najpogosteje merimo naslednje električne veličine:

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 48V DC do 110V AC

Z ampermetri merimo naslednje tokove

- električni tok omrežja
- električni tok motorja
- električni tok krmilnih tokokrogov
- električni tok zasilnega pogona
- električno moč



## 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.



UKV



Javni telefon



# ZAGON ELEKTRO MOTORJA

## Zagon asinhronskega motorja

Motor s kratkostično kletko zaganjamo z:

- Direktnim zagonom
- Zagonom zvezda – trikot
- Mehkim zagonom
- S frekvenčnim regulatorjem

Motor drsnimi obroči zaganjamo z:

- Uporovnim zaganjalnikom

# ZAGON ELEKTRO MOTORJA

## Direktni zagon

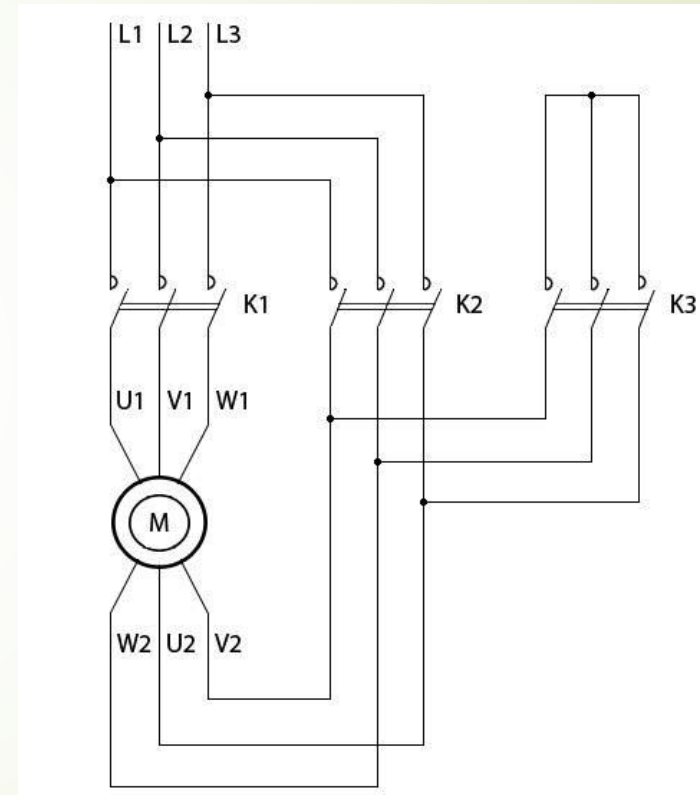
Pri direktnem zagonu asinhronski motor priključimo neposredno na omrežje. Motor takoj razvije maksimalni navor, zaradi česar imamo veliki vklopni tok (5 – 10 krat večji tok od nazivnega). Pogoji za direktni zagon je močno predimenzionirano elektro omrežje, kar si ga cenovno ne moremo privoščiti pri večjih 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.

# ZAGON ELEKTRO MOTORJA

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

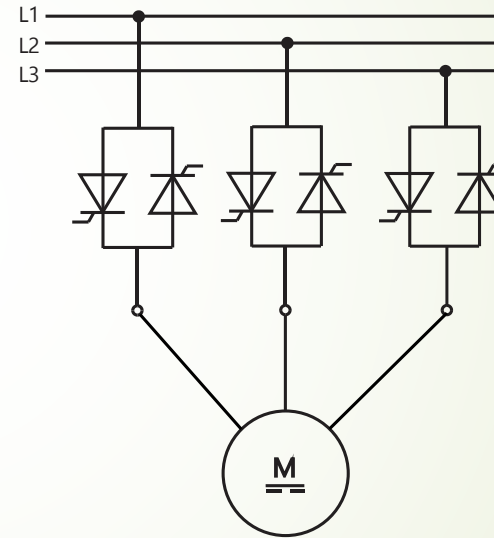
Ob zagonu je statorsko navitje vezano v vezavo zvezda, s tem znižamo priključno napetost za 1,73 in prav tako tudi zagoni tok za 1,73. Po pravilu za trifazno povezavo s tem pade zagoni tok v dovodih na tretjino.



# ZAGON ELEKTRO MOTORJA

## Mehki zagon

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



# ZAGON ELEKTRO MOTORJA

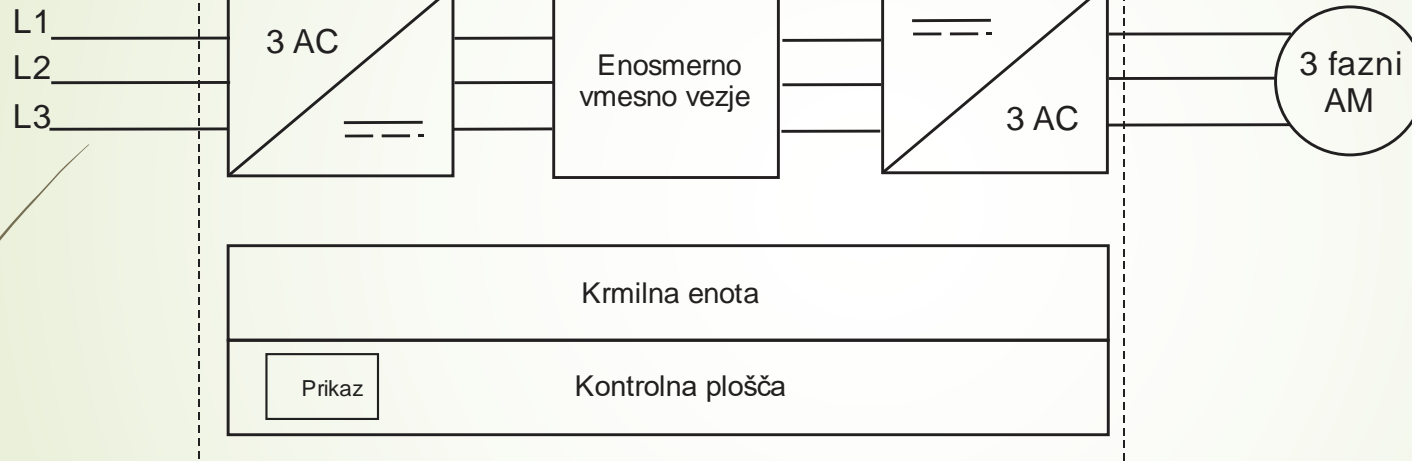
## Frekvenčni regulator (asinhronski motor s kratkostično kletko)

Frekvenčni regulator je komponenta, ki se uporablja za regulacijo vrtljajev trifaznih asinhronskih elektromotorjev oziroma z drugimi besedami – uporablja se za spreminjanje hitrosti elektromotorja. Delovanje regulatorja poteka na podlagi pretvarjanja električne napetosti ene frekvence v spremenljivo napetost druge frekvence, pri čemer je lahko vhodna napetost enofazna ali trifazna. Regulator oziroma frekvenčni pretvornik to napetost najprej usmeri, nato pa s krmiljenim vklopjanjem stikal izdelava večfazno izhodno napetost želene frekvence. Za normalno in pravilno delovanje frekvenčnega pretvornika je nujno potreben mikroprocesor, ki upravlja razsmernik in tako zagotavlja delovanje elektromotorja z nastavljenimi parametri.

# ZAGON ELEKTRO MOTORJA

## FREKVENČNI REGULATOR

Trifazni sistem  
- konstantna napetost  
- konstantna frekvenca

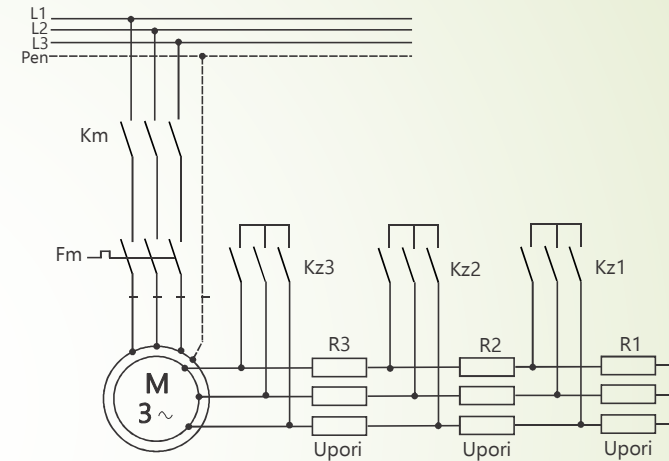
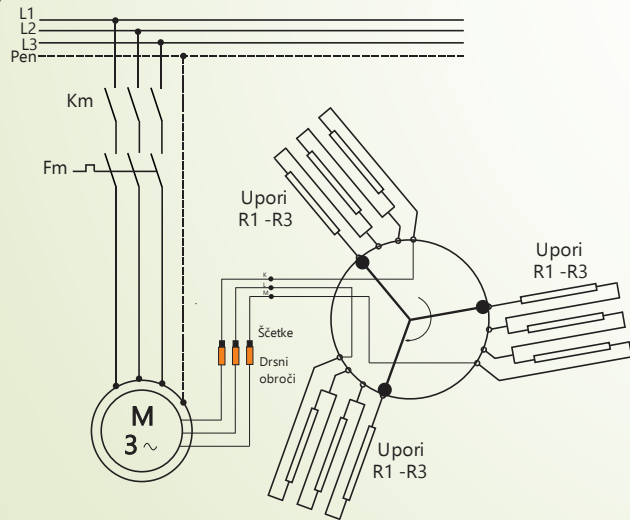




# ZAGON ELEKTRO MOTORJA

## 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.



# REGULACIJA IN KRMILJENJE KROŽNIHŽIČNIC IN VLEČNIC

## Krmiljenje

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

Primer krmiljenja vlečnice s krmilnikom:

<b>Primeri digitalnih vhodov</b> varnostna linija start ustavitev v sili elektro stop položaj zavor izbira hitrosti položaj vrvi položaj napenjalnega vozička položaj uteži (če je napenjanje z utežjo) kontrola smeri vožnje	digitalni vhodni modul	centralno procesna enota	Primeri izhodnih komand  Komanda: - za start motorja - za dvig delovne zavore - za končno hitrost - za ustavitev
<b>Primeri analognih vhodov</b> velikost el.toka velikost el.napetosti hitrost el.motorja hitrost vrvi temperatura el.motorja	analogni vhodni modul	pomnilnik	



# Elementi za zaščito ljudi in opreme pri uporabi električnega toka in prenapetostmi

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

Prevelikim tokom (preobremenitev):

- varovalke,
- bimetali,
- motorna zaščitna stikala,
- odklopniki

# Elementi za zaščito ljudi in opreme pri uporabi električnega toka in prenapetostmi

Kratkostičnim tokom (kratek stik):

- varovalke,
- odklopniki,
- motorna zaščitna stikala.

Okvarnim tokom (stik z zemljo):

- varovalke,
- RCD (FID) – zaščita pred preostalim tokom
- ZNS



# Elementi za zaščito ljudi in opreme pri uporabi električnega toka in prenapetostmi

Preveliko ali premalo napetostjo

Prenapetostna zaščita (strele, napetostni sunki):

- strelovod
- prenapetostna zaščita
- izenačitev potencialov

# NADZOR IN UČINEK VARNOSTNIH NAPRAV IN FUNKCIJ NA ŽIČNICAH

## 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 obratovalne 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 IN UČINEK VARNOSTNIH NAPRAV IN FUNKCIJ NA ŽIČNICAH

## 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 pravočasnega sestopa z vlečnice

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

# NADZOR IN UČINEK VARNOSTNIH NAPRAV IN FUNKCIJ NA ŽIČNICAH

## 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.*

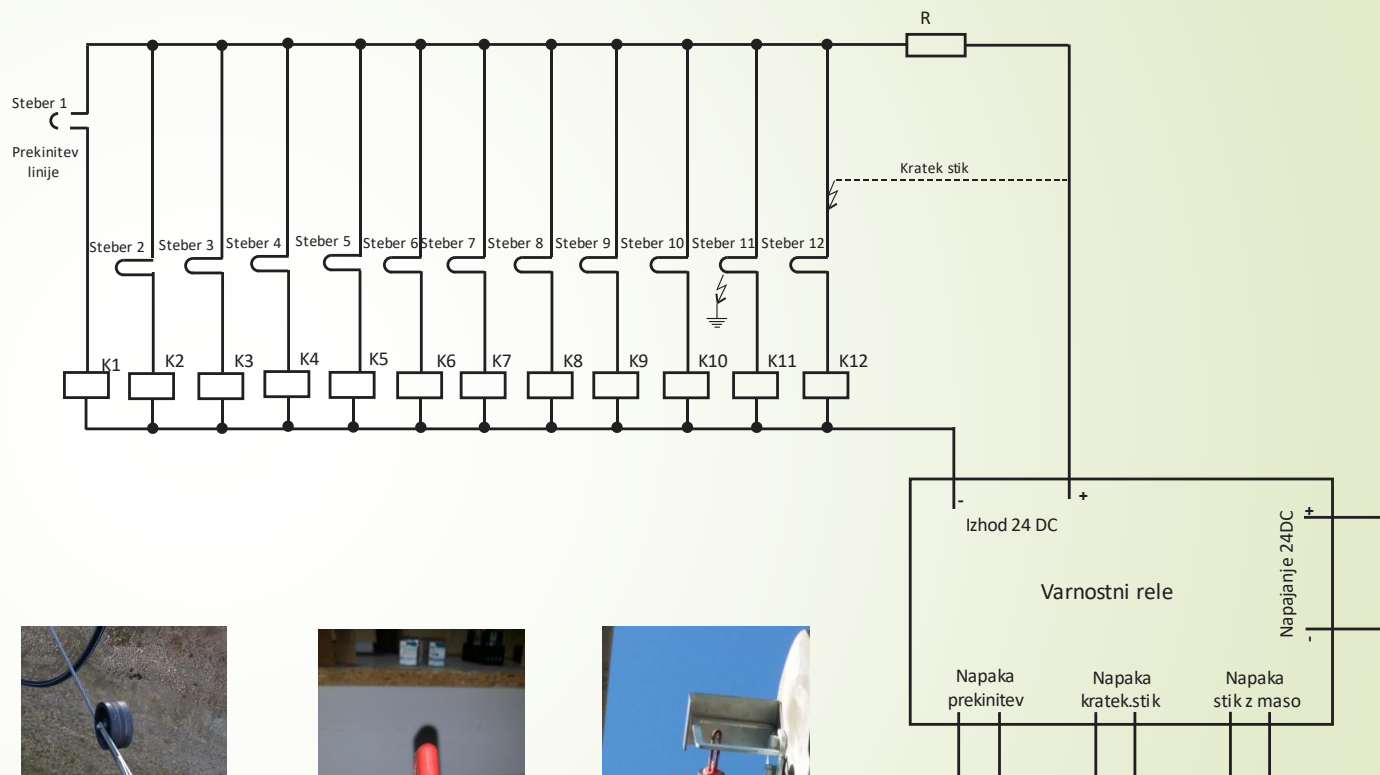
*Dopustne mejne vrednosti napetosti vrvi moramo nadzorovati z dvema neodvisnima merilnima instrumentoma, od katerih mora biti vsaj ena, ki meri skupno napetost vrvi. Če pride do odstopanja se naprava ustavi z elektro stopom in ustavitvijo v sili.*



# NADZOR IN UČINEK VARNOSTNIH NAPRAV IN FUNKCIJ NA VLEČNICAH

## Nadzor izpada transportne vrvi

Izpad vrvi na liniji kontroliramo z lomnimi stikali, ki se v primeru izpada vrvi zlomijo. Upornost varnostna linije (kabla) proti zemlji ne sme biti manjša od  $500 \Omega$ . 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.



# USTAVITVE VLEČNICE

Na vlečnicah poznamo električna ustavitve in ustavitve v sili.

## **Električna ustavitve**

Električno ustavitve je komanda s tipko ELEKTRO STOP. Hitri stop se uporablja za normalno zaustavitve naprave.

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

## **Ustavitve v sili**

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

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

# PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

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 dnevnih, tedenskih in mesečnih 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 pregledi ŽN s prilogami in s standarda SIST EN 1791.*

# PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

## Pregledi

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

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

Rezultate pregledov je potrebno zabeležiti v pisni obliki, poročilo izdelava 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 in vlečnice 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.**

# PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

## 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.

# PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

## 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, 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 nastavitve hitrosti,
- dostopnost in funkcionalnost vseh končnih stikal.

## PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

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
6. Pregled el.motorja

# PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

## Mesečni pregled

Na vlečnicah od električnih elementov pregledamo:

- Preverimo baterije internega telefona





# PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

Elektro motor - **PRED PREGLEDOM OBVEZNO IZKLOPIMI GLAVNO STIKALO**

- izpihamo prah na drsnih obročih
- pregledamo:
  - drsne obroče
  - dolžino ščetk in njihove drsne površine,
  - nosilcev krtačk in vzmeti, ki pritiska krtačke,
  - priklope kablov,
- preverimo iskrenje ( med delovanjem motorja).

# PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

## Lomna stikala na stebrih

- očistimo morebitno mast in umazanijo
- preverimo priklop kablov in njihovo pritrditev
- preizkusno izvlečemo na naključnem stebru (vsak mesec drugje) lomno stikalo in preverimo signalizacijo stebra in če lahko poženemo.

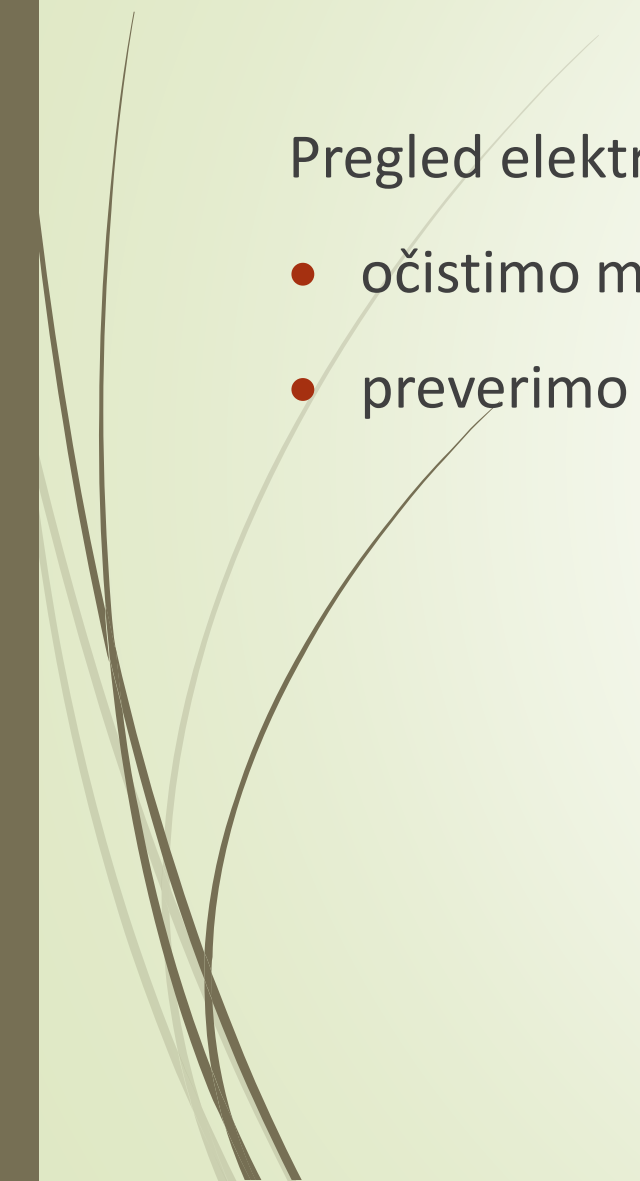
## Preverimo mejna (končna stikala) in morebitna induktivna stikala

- 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.



## PREGLEDI IN VZDRŽEVANJE ELEKTRIČNE OPREME

Pregled električne odvorne naprave

- očistimo morebitno mast in umazanijo,
  - preverimo pritrjenost
- 

## Vsebina seminarske naloge za strojnika

1. Uvod – opis lokacije in lege izbrane žičniške naprave
2. Opis žičniške naprave s pomočjo podsistemov ŽN (vrvi in vrvne zveze, pogoni in zavore, strojna oprema, vozila, **elektrotehnične naprave**, reševalna oprema)
3. Obratovanje (delo strojnika pred, med in po obratovanju)
4. Vzdrževanje (vzdrževanje, vključno z mesečnimi pregledi)
5. Reševanje (reševalne naprave in vloga strojnika med reševanjem)
6. Tveganja pri obratovanju in izvajanju vzdrževalnih del na ŽN
7. Zaključek
8. Literatura

# IZPITNA VPRAŠANJA

## IZPITNA VPRAŠANJA ZA STROJNIKE VLEČNIC

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? Katere parametre moraš spremljati pri zagonu elektro motorja in zakaj.
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?

# IZPITNA VPRAŠANJA

10. Katere zaustavitve vlečnice katero si opisal v seminarski nalogi poznaš ? Opiši posamezne zaustavitve.
11. Opiši delovanje varnostne linije na trasi vlečnice, katero si opisal v seminarski nalogi.
12. Naštej merilnike električnih veličin, ki 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.