

ELEKTROMOTORNI POGON ZA TRANSPORT I SKLADIŠTENJE MELASE

ELECTRIC MOTOR DRIVE FOR TRANSPORT AND STORAGE OF MOLASSES

Aleksandar Gelić, Dejan Jerkan, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu obrađen je elektromotorni pogon za transport i skladištenje melase. Opisan je odabir zaštitne opreme i prikazan proračun trajno dozvoljenih struja i padova napona prilikom izbora provodnika za napajanje asinhronih motora u pogonu. Takođe izvršen je odabir adekvatnih frekventnih pretvarača i soft startera za odgovarajuće asinhronne motore, kao i odabir odgovarajućeg programabilnog logičkog kontrolera. Na kraju je dato objašnjenje kako i na koji način se pokreću motori u pogonu korišćenjem kontrolnog panela, servisnih i lokalnih upravljačkih kutija.

Ključne reči: Asinhroni motor, Frekventni pretvarač, Soft starter, Programabilni logički kontroler, Transport i skladištenje melase

Abstract – In this paper, an electric motor drive for transport and storage of molasses is discussed. The selection of protective equipment is described and the calculation of permanently allowed currents and voltage drops when selecting the conductors for powering induction motors in operation is shown. The selection of adequate frequency converters and soft starters for the appropriate induction motors was also performed, as well as the selection of the appropriate programmable logic controller. Finally, an explanation is given of how and in what way the motors are started in operation using the control panel, service and local control boxes.

Keywords: Induction motor, Frequency converter, Soft starter, Programmable logic controller, Molasses transport and storage

1. UVOD

Prilikom izgradnje fabrike za proizvodnju kvasca koja je građena još u prošlom veku vodilo se računa o što jeftinijoj, bržoj i kvalitetnijoj nabavci melase. Zbog toga je fabrika kvasca namenski građena pored fabrike šećera. Ove dve fabrike su bile povezane cevni mostom tako da je fabrika kvasca direktno uzimala melasu iz fabrike šećera. Pošto je fabrika šećera prestala sa radom prestalo je i snabdevanje melasom fabrike kvasca. Da bi obezbedili proizvodnju kvasca sa dovoljnim količinama melase fabrika kvasca je počela izgradnju sopstvenog sistema za skladištenje i transport melase. Upravo u ovom radu biće opisan sistem za transport i skladištenje melase.

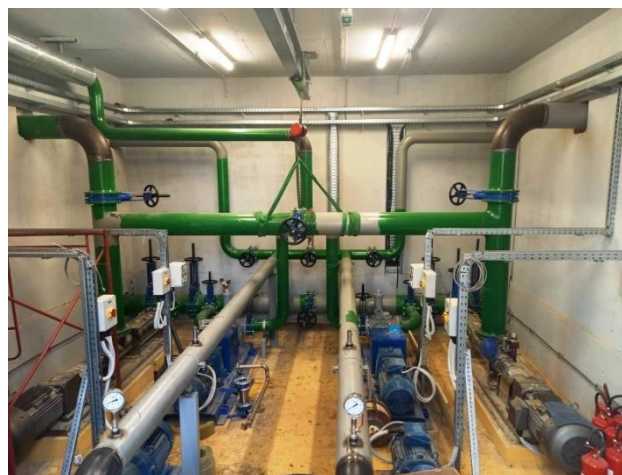
NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Jerkan, docent.

2. OPIS SISTEMA ZA TRANSPORT I SKLADIŠTENJE MELASE

Potreba da se obezbedi nezavisna proizvodnja kvasca, sa stanovišta nabavke osnovne sirovine melase, što duži vremenski period dovela je do izgradnje pogona za transport i skladištenje melase. Osnovne celine ovog pogona su dva rezervoara za skladištenje melase, pumpna stanica koja se nalazi između ova dva rezervoara i cevni most koji spaja pogon gde se skladišti melasa sa pogonom fabrike u kojoj se proizvodi kvasac.

Najvažniji deo sistema za transport i skladištenje melase predstavlja pumpna stanica. Pumpna stanica je građevinski objekat koji je smešten između dva rezervoara i koji se sastoji iz dva dela. Prvi deo objekta zauzima oko 90% od ukupne površine pumpne stanice i u ovom delu su smešteni svi elektro motori koji su neophodni za rad pogona. U drugom delu pumpne stanice smešten je glavni razvodni orman (+GRO) kao i orman opšte potrošnje (+RO_OP). Na slici 1. dat je prikaz prvog tj. najvećeg dela pumpne stanice.



Slika 1. Prikaz pumpne stanice

Prvi deo pumpne stanice je jedinstven prostor tj. celina, ali radi lakšeg objašnjenja možemo ga podeliti na dva jednaka dela. Prvi deo odnosno desna strana pumpne stanice kada se ulazi u prostoriju pripada rezervoaru 1, a leva strana rezervoaru 2. Na strani koja pripada rezervoaru 1 smeštena su tri elektro motora. Prvi motor je motor pumpe 1 za preuzimanje melase (+00_PS_01), čija je svrha da melasu preuzima iz cisterni i transportuje u rezervoar 1. Drugi motor je motor pumpe 1 za recirkulaciju melase (+00_PM_04), koji služi da melasu izvlači sa donjeg nivoa rezervoara a zatim tu istu melasu vraća nazad u gornji nivo rezervoara 1. I treći motor je motor pumpe 1 za prebacivanje melase (+00_PS_05a),

čija je namena da melasu transportuje iz rezervoara 1 do fabrike za proizvodnju kvasca.

Takođe i na strani koja pripada rezervoaru 2 smeštena su tri elektro motora. Prvi motor je motor pumpe 2 za preuzimanje melase (+00_PS_02), čija je svrha da melasu preuzima iz cisterni i transportuje u rezervoar 2. Drugi motor je motor pumpe 2 za recirkulaciju melase (+00_PM_06), koji služi da melasu izvlači sa donjeg nivoa rezervoara a zatim tu istu melasu vraća nazad u gornji nivo rezervoara 2. I treći motor je motor pumpe 2 za prebacivanje melase (+00_PS_05b), čija je namena da melasu transportuje iz rezervoara 2 do fabrike za proizvodnju kvasca.

3. REALIZACIJA PRAKTIČNOG DELA RADA

3.1. Izbor i podešavanje frekventnih pretvarača

Za napajanje i regulaciju brzine asinhronog motora pumpe 1 za preuzimanje melase koristi se frekventni pretvarač. Frekventni pretvarači se u ovakvim pogonima biraju spram snage asinhronog motora. Nominalne snage frekventnih pretvarača i asinhronih motora prave se tako da se mogu upariti. Na osnovu ovoga izabran je pretvarač kompanije „ABB“ iz serije frekventnih pretvarača ACS580 koji su pogodni za sve industrijske primene od jednostavne kontrole brzine pa do dinamičkih servo pogona. Konkretno za motor pumpe 1 za preuzimanje melase koristi se pretvarač koji ima oznaku ACS580-01-039A-4. Izgled frekventnih pretvarača ACS580-01-039A-4 motora pumpe 1 za preuzimanje melase i motora pumpe 2 za preuzimanje melase dat je na slici 2. Sa oznakom –UM3 označen je frekventni pretvarač motora +00_PS_01, a sa oznakom –UM4 označen je frekventni pretvarač motora +00_PS_02.



Slika 2. Izgled frekventnih pretvarača ACS580-01-039A-4 (-UM3 i -UM4)

U nastavku će se akcentat staviti na podešavanje parametara koji su neophodni za pravilno upravljanje radom motora +00_PS_01. Prvo se u parametru 07.03 izabere tip frekventnog pretvarača, a to je u ovom slučaju ACS580-01-039A-4. Zatim se u grupi parametara „99. Motor data“ unose nominalni podaci asinhronog motora +00_PS_01 koji se nalaze na natpisnoj pločici ovog motora. Ti parametri su:

- parametar 99.03 (tip motora) unosimo asinhroni motor

- parametar 99.06 (nominalna struja motora) unosimo 35,2 A
- parametar 99.07 (nominalni napon motora) unosimo 400 V
- parametar 99.08 (nominalna frekvencija motora) unosimo 50 Hz
- parametar 99.09 (nominalna brzina motora) unosimo 1470 rpm
- parametar 99.10 (nominalna snaga motora) unosimo 18,5 kW
- parametar 99.11 (nominalni faktor snage) unosimo 0,82

Za napajanje i regulaciju brzine asinhronog motora pumpe 1 za prebacivanje melase koristi se frekventni pretvarač. Frekventni pretvarači se u ovakvim pogonima biraju spram snage asinhronog motora. Na osnovu ovoga izabran je pretvarač kompanije „ABB“ iz serije frekventnih pretvarača ACS580. Za motor pumpe 1 za prebacivanje melase koristi se pretvarač koji ima oznaku ACS580-01-046A-4. Sa oznakom –UM1 označen je frekventni pretvarač motora +00_PS_05a, a sa oznakom –UM2 označen je frekventni pretvarač motora +00_PS_05b. Na slici 3. prikazano je ožičenje frekventnih pretvarača ACS580-01-046A-4.



Slika 3. Prikaz ožičenja frekventnih pretvarača ACS580-01-046A-4 (-UM1 i -UM2)

U nastavku će se akcentat staviti na podešavanje parametara koji su neophodni za pravilno upravljanje radom motora +00_PS_05a. Prvo se u parametru 07.03 izabere tip frekventnog pretvarača, a to je u ovom slučaju ACS580-01-046A-4. Zatim se u grupi parametara „99. Motor data“ unose nominalni podaci asinhronog motora +00_PS_05a koji se nalaze na natpisnoj pločici ovog motora. Ti parametri su:

- parametar 99.03 (tip motora) unosimo asinhroni motor
- parametar 99.06 (nominalna struja motora) unosimo 41 A
- parametar 99.07 (nominalni napon motora) unosimo 400 V
- parametar 99.08 (nominalna frekvencija motora) unosimo 50 Hz
- parametar 99.09 (nominalna brzina motora) unosimo 1470 rpm
- parametar 99.10 (nominalna snaga motora) unosimo 22 kW

- parametar 99.11 (nominalni faktor snage) unosimo 0,83

3.2. Izbor i podešavanje soft startera

U ovom delu biće prikazan odabir adekvatnih soft startera za motore koji pokreću pumpe za recirkulaciju melase. Za napajanje i pokretanje asinhronog motora pumpe 1 za recirkulaciju melase koristi se soft starter. Soft starteri se u ovakvim pogonima biraju spram snage asinhronog motora. Nominalne snage soft startera i asinhronih motora prave se tako da se mogu upariti. Na osnovu ovoga izabran je soft starter kompanije „SOLCON“ iz serije soft startera ISTART. Za motor pumpe 1 za recirkulaciju melase koristi se soft starter sa oznakom ISTART 61 480-230-24-0-S. Izgled soft startera ISTART 61 480-230-24-0-S motora pumpe 1 za recirkulaciju melase i motora pumpe 2 za recirkulaciju melase dat je na slici 4. Sa oznakom –UM5 označen je soft starter motora +00_PM_04, a sa oznakom –UM6 označen je soft starter motora +00_PM_06.



Slika 4. Izgled soft startera ISTART 61 480-230-24-0-S (-UM5 i –UM6)

U nastavku će se akcenat staviti na podešavanje parametara koji su neophodni za pravilno upravljanje radom motora +00_PM_04 i oni će biti prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Spisak podešenih parametara u soft starteru ISTART 61 480-230-24-0-S

GRUPA PARAMETARA: MAIN PARAMETERS		
Parametar	Vrednost	Opis
Rated line volt	400 Volt	Napon na kom soft starter radi.
Under voltage	75% Rated volt	Soft starter se isključuje kada napon padne ispod 75% od napona na kom soft starter radi.
Over voltage	110% Rated volt	Soft starter se isključuje kada napon poraste iznad 110% od napona na kom soft starter radi.
Under current	20% FLA	Ako struja padne ispod 20% od nominalne struje motora soft starter će se isključiti. Ova vrednost važi samo tokom vremena pokretanja.

Overload protect	Enable always	Na ovaj način smo izabrali da se motor svo vreme štiti.
Number of starts	10	Dozvoljeni broj startovanja motora u vremenu koje je definisano u parametru Start period.
Start period	30 Minute	Vremenski period u kom je moguće izvršiti startovanje motora onoliko puta koliko je podešeno u parametru Number of starts.

3.3. Izbor PLC kontrolera za automatizaciju pogona

Da bi se izvršio pravilan izbor programabilnog logičkog kontrolera potrebno je da znamo od kojih sve komponenti se sastoji naš elektromotorni pogon za transport i skladištenje melase. Za automatizaciju pogona za transport i skladištenje melase biramo procesorsku jedinicu tipa CJ2M-CPU31 koja predstavlja jednu od deset procesorskih jedinica CJ2M serije PLC kontrolera kompanije OMRON. Dakle, da bi zadovoljili potrebu za digitalnim ulazima biramo tri digitalna ulazna signalna modula čija je oznaka CJ1W-ID211. Pošto centralna procesorska jedinica CJ2M-CPU31 na sebi nema digitalne izlaze, a nama je potrebno trideset dva digitalna izlaza izabraćemo dva digitalna izlazna signalna modula čija je oznaka CJ1W-OD211. Dakle, da bi zadovoljili potrebu za analognim ulazima biramo tri analogna ulazna signalna modula čija je oznaka CJ1W-AD081-V1. Pošto centralna procesorska jedinica CJ2M-CPU31 na sebi nema analogne izlaze, a nama su potrebna četiri analogna izlaza izabraćemo jedan analogni izlazni signalni modul čija je oznaka CJ1W-DA041. Izabrana konfiguracija PLC kontrolera prikazana je na slici 5.

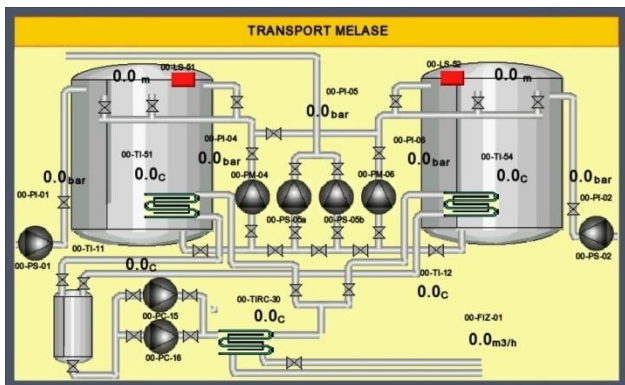


Slika 5. Konfiguracija PLC kontrolera za automatizaciju pogona za transport i skladištenje melase

3.4. Kontrolni panel, servisne i lokalne upravljačke kutije

Servisna kutija se montira na energetskom kablju koji ide od frekventnog pretvarača ili soft startera do asinhronog motora. U servisnoj kutiji se nalazi prekidač od 63 A na koji je montiran i pomoćni kontakt koji signalizira kada je servisni prekidač uključen. Svih šest servisnih kutija su identične, samo se razlikuju oznake kojima su obeležene u električnoj šemi. Za razliku od servisnih kutija, lokalne upravljačke kutije se razlikuju i njihov izgled i sastav zavise da li se koriste za preuzimanje, prebacivanje ili recirkulaciju melase. Pored servisne i upravljačke kutije za podešavanje i kontrolu rada pumpi koristi se i kontrolni

panel koji je smešten na vratima glavnog razvodnog ormara (GRO), tačnije na vratima četvrtog polja (+RO_P4). Izgled početnog ekrana kontrolnog panela dat je na slici 6.



Slika 6. Izgled početnog ekrana kontrolnog panela

Da bi smo došli do parametara za podešavanje brzine pumpi za preuzimanje melase potrebno je da na početnom ekranu kontrolnog panela, koji je prikazan na slici 6. pritisknemo oznaku 00-PS-01 ili 00-PS-02. Ove oznake predstavljaju oznake za pumpe za preuzimanje melase. Pritiskom oznake 00-PS-01 ili 00-PS-02 otvara se ekran za podešavanje brzina pumpi za preuzimanje melase koji je prikazan na slici 7.



Slika 7. Izgled ekrana za pumpe za preuzimanje melase

Kao što se vidi na slici 7. na ekranu kontrolnog panela možemo podešavati brzine sa kojima će pumpe za preuzimanje melase da rade. Pošto ove pumpe rade u oba smera omogućeno je podešavanje brzine i za levi i za desni smer. U polje označeno žutom bojom unosimo procentualnu vrednost frekvencije i na taj način biramo kojom brzinom želimo da rade pumpe za preuzimanje melase.

4. ZAKLJUČAK

Prilikom realizacije praktičnog dela rada uzeti su u obzir svi kriterijumi koje zahteva proizvodni proces u svom radu kao i karakteristike asinhronih motora koji se nalaze u elektromotornom pogonu za transport i skladištenje melase. Nakon toga izvršio se odabir adekvatnih frekventnih pretvarača i soft startera za odgovarajuće asinhronne motore. Analizirani su svi parametri korišćeni prilikom podešavanja i parametrizacije frekventnih pretvarača i soft startera pomoću kojih se izvršava bezbedan i pouzdan rad asinhronih motora. U pogonu za transport i skladištenje melase pored signala koje

dobijamo sa frekventnih pretvarača i soft startera postoje i signali koje dobijamo od raznih vrsta senzora koji daju određene informacije o stanju u pogonu. Da bi se te informacije mogle pravilno iskoristiti izvršen je odabir odgovarajućeg programabilnog logičkog kontrolera sa potrebnim digitalnim i analognim signalnim modulima koji zadovoljava sve uslove neophodne za automatizaciju ovog pogona. Na kraju je detaljno objašnjeno kako i na koji način se pokreću asinhroni motori u elektromotornom pogonu za transport i skladištenje melase korišćenjem kontrolnog panela, servisnih i lokalnih upravljačkih kutija.

Prikazani način realizacije elektromotornog pogona za transport i skladištenje melase ispunjava sve potrebne uslove koje ovaj pogon zahteva u svom radu i pruža bezbedan i efikasan način transporta i skladištenja melase. Pomoću ovog rešenja možemo lako puniti i prazniti rezervoare, kao i vršiti recirkulaciju melase u rezervoarima.

5. LITERATURA

- [1] Strahil J. Gušavac, „Osnovni principi projektovanja u mrežama srednjeg i niskog napona“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2014.
- [2] Veran Vasić, Đura Oros, „Energetska elektronika u pogonu i industriji“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2012.
- [3] Darko Marčetić, Marko Gecić, Boris Marčetić, „Programabilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2016.
- [4] Vlado Porobić, „Programabilni logički kontroleri i komunikacioni protokoli u elektroenergetici – primeri sa rešenjima“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2017.
- [5] Dragan M. Marinković, „Programabilni logički kontroleri-uvod u programiranje i primenu“, Mikro knjiga, Beograd, 2017
- [6] Emil Levi, Vladan Vučković, Vladimir Strezoski, „Osnovi elektroenergetike-elektroenergetski pretvarači“, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

Kratka biografija:



Aleksandar Gelić rođen je u Novom Sadu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2021. god.



Dejan Jerkan je docent na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na Katedri za Energetsku elektroniku i pretvarače. Oblast interesovanja su mu modelovanje i dijagnostika električnih mašina, kao i metoda konačnih elemenata.