

Primjena programskog paketa *SoMove* u elektromotornim pogonima sa *U/f* upravljanjem

Nemanja Pavlović

Student prvog ciklusa studija
Elektrotehnički fakultet
Banja Luka, R.S., BIH
pavlovicnemanja87@gmail.com

Sadržaj— U radu je opisana primjena programskog paketa *SoMove* za parametriranje elektromotornog pogona sa frekvencijskim *U/f* upravljanjem. Pomoću navedenog programa možemo da podešavamo parametre frekvencijskog regulatora, i pratimo trenutne vrijednosti pojedinih veličina putem njihovog grafičkog ili tabelarnog ispisa. Opisan je i odgovarajući postupak povezivanja trofaznog asinhronog motora i pogonskog pretvarača *Altivar 71* sa računarom. Dat je opis konkretno realizovanog pogona u laboratoriji.

Ključne riječi- *Frekvencijsko upravljanje, Altivar 71; SoMove; Elektromotorni pogon;*

I. UVOD

U svim oblastima industrije, zahtjevi kupca i tipovi proizvoda se mijenjaju sve brže, što od kompanija zahtijeva veću fleksibilnost. Dizajn sistema za automatizaciju proizvodnje u takvim uslovima ima veliki značaj. Postavljaju se sve veći zahtjevi sa ciljem da se izvrši brza promjena proizvodnog pogona, da bi se olakšala dijagnostika, smanjenje zastoja ili da se izvrši nadogradnja bez komplikovanih izmjena koncepcije postojećih sistema. Dosadašnji sistem automatizacije u fabrikama činilo je mnoštvo proizvoda različitih firmi, programiranih različitim sistemskim softverima, koji su i fizički i funkcionalno povezani nizom različitih, često specijalno prilagođenih protokola, snopovima kablova, koji uvijek predstavljaju slabu tačku sistema. Danas se forsira koncept totalno integrisane automatizacije [1]. Ideja je da se kompletno automatizovano postrojenje izvede integralno sa hardverskim i softverskim modularnim komponentama jednog sistema, da bi se ostvarila kompatibilnost, tj. jedinstvenost u konfiguraciji, obradi podataka i komunikaciji. Jezgro totalno integrisane automatizacije je softver. Na raspolaganju su standardni programski alati. Jedan od tih alata je programski paket *SoMove* koji će biti ovdje opisan i koji se primjenjuje za komunikaciju sa frekvencijskim pretvaračem *Altivar 71*.

II. INDUSTRIJSKI I KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI

Sa pojavom ideje o umrežavanju pojedinih komponenti, u automatizovanim procesima dolazi do razvoja raznih protokola komunikacije za sve nivoe mreže, odnosno proizvodnje. Najčešće korišćeni industrijski protokoli su: *Ethernet TCP/IP*, *Profibus*, *Modbus*, RS232 i RS485. U ovom dijelu biće ukratko

opisani RS232, RS485 i *Modbus* protokol koji su korišćeni pri praktičnoj realizaciji pogona u laboratoriji.

Prvi standardni protokol za serijski prenos podataka je RS232. Ovaj protokol je osmišljen za relativno sporu komunikaciju jednog data terminala sa jednom relativno bliskom opremom za komunikaciju (modem). Nedostaci RS232 protokola su: mala rastojanja na kojima se podaci mogu razmjenjivati (do 15 m), relativno mala brzina prenosa (do 20 kb/s), kao i vezivanje samo jednog prijemnika i jednog predajnika [2].

Jedan od najznačajnijih protokola/ interfejsa u industrijskim primjenama je RS485. On omogućava komunikaciju 32 predajnika i 32 prijemnika. Dozvoljene brzine prenosa su od 9,6 kb/s do 2 Mb/s, a dozvoljena udaljenost između dva repetitora je od 100 do 1000 metara. Glavna prednost RS485 u odnosu na RS232 protokol je otpornost na smetnje u prenosu. RS485 je samo *low level* dio protokola koji se dalje nadograđuje sa *high level* protokolima kao što su: *Modbus*, *PPI*, *MPI* i *Profibus*.

Modbus ili komunikacijski protokol višeg reda je prvo zamišljen za komunikaciju sa prograbilnim logičkim kontrolerima (PLC), ali je kasnije postao industrijski standard koji je našao široku primjenu u električnim uređajima. Zasniva se na serijskoj komunikaciji između jedne *master* jedinice i jedne ili više (do 247) *slave* jedinica spojenih u jednu istu mrežu. Protokol ne definiše fizički nivo prenosa, ali uglavnom se koriste RS232 i RS485 protokol [2].

III. ALTIVAR 71

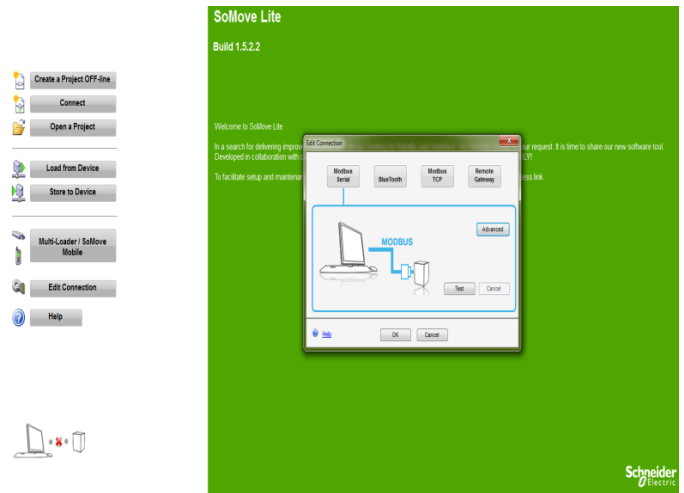
Altivar 71 je frekvencijski regulator koji se koristi za trofazne asinhronne i sinhronne motore snaga od 0,37 kW do 900 kW [3]. Proizvodi ga *Schneider Electric*, a primjenjuje se kod upravljanja raznim elektromotornim pogonima, te omogućava upravljanje u širokom opsegu brzina i sa najstrožijim zahtjevima. Ovaj regulator se koristi u najzahtjevnijim pogonima kao što su: dizalice, mašine za pakovanje, slaganje i odlaganje materijala, drvna i tekstilna industrija itd. Takođe, omogućava precizno upravljanje momentima i brzinom pri maloj brzini obrtanja, vektorskim upravljanjem sa sensorima ili bez senzora. Komunikacija sa *Altivarom 71* se ostvaruje preko dva komunikacijska porta koja su integrisana na njemu a to su *Modbus* i *CANopen*.

IV. SoMOVE

SoMove je softver namijenjen za konfigurisanje i kontrolu raznih vrsta pogona u kojima su zastupljeni razni tipovi pretvarača: *Altivar*, *ATS starter*, *TeSys* i *Lexium* [3]. Ovaj softver je besplatan i može se skinuti sa zvaničnog sajta *Schneider Electric*. *SoMove* softver obuhvata različite funkcije u fazi podešavanja uređaja kao što su: konfiguracijska priprema, *Start Up* i održavanje. Za povezivanje softvera, odnosno personalnog računara sa nekim od navedenih uređaja mogu se koristiti komunikacijski kabel RS232/RS485/PC, direktna USB/RJ45 kablovska veza (prikazana na Slici 1), ili Bluetooth bežična veza. Postoji i odgovarajuća verzija ovog softvera za mobilne telefone. Korišćenjem ovakvog inženjerskog alata smanjuje se vrijeme umrežavanja ili uređivanje konfiguracije na uređaju.

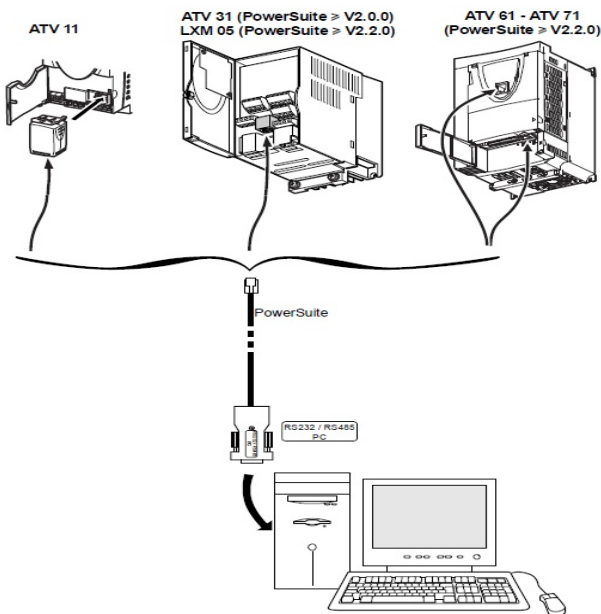
Nakon uspješne instalacije i pokretanja softvera otvara se prozor kao na Slici 2. U lijevom dijelu prozora nalaze se tasteri koja nam omogućavaju: kreiranje novog projekta, uspostavljanje komunikacije sa uređajem, otvaranje već postojećeg projekta, učitavanje nekih parametara ili postavke sa uređaja, snimanje na uređaj, povezivanje preko mobilnog telefona, podešavanje konekcije i pomoć. U donjem lijevom uglu nalazi se crveni znak **X** koji prikazuje da nije uspostavljena veza između uređaja i PC. Klikom na dugme *Edit Connection*, u desnom dijelu otvara se potprozor kao na Slici 2 koji nam pruža mogućnost da izaberemo željeni tip komunikacije kao i da izvršimo neka dodatna podešavanja: podešavanje *COM Port*-a, adrese, brzine i drugih parametara koji zavise od izabrane komunikacije.

Sljedeće je kreiranje projekta, odnosno postavljanje parametara za željeni pogon. Kreirana konfiguracija se može sačuvati ili odštampati. Softver provjerava konzistentnost parametara, odnosno projekat koji smo kreirali u *OFF-line* modu. Izborom opcije *Create a Project OFF line* otvara se novi program u kojem se nalaze razni tipovi uređaja koji su

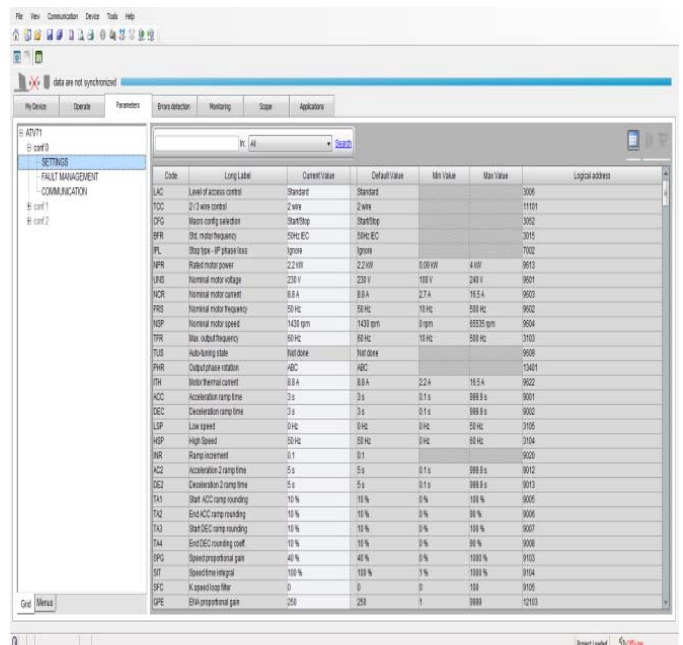


Slika 2. Startni meni

kompatibilni sa softverom. Dovoljno je kliknuti samo na ikonicu željenog uređaja i na *Next* i on ce biti izabran. U ovom radu izabran je pretvarač *Altivar 71* koji je bio na raspolaganju u laboratoriji. Nakon toga otvara se prozor. U ovom prozoru se daje odgovarajuće ime i podešavaju nominalni podaci uređaja tako što izaberemo tip uređaja koji imamo, a napon napajanja i snaga se automatski postavje. Zatim kliknemo *Create*. Na ekranu se pojavljuje prozor kao na Slici 3. Ispod linije glavnog menija imamo kartice *My Device*, *Operate*, *Parameters*, *Errors detection*, *Monitoring*, *Scope* i *Applications*. Na kartici *My Device* nalaze se podaci o uređaju na koji smo priključili, kartica *Operate* nam prikazuje parametre sa kojima radimo i možemo dodavati ili brisati pojedine parametre po sopstvenoj želji. Jedna od najvažnijih kartica je *Parameters*. Na njoj su prikazani svi parametri koji nam stoje na raspolaganju. Njih ima dosta i podešavanja zavise od tipa pogona.



Slika 1. Veza Altivara i PC



Slika 3. Kartica Parameters

TCC parametar se odnosi na tip upravljanja, upravljanje sa dvije žice (2-wire control) ili upravljanje sa tri žice (3-wire control). Upravljanje sa dvije žice se koristi kod pogona gdje je potrebna promjena smjera obrtanja motora, dok se upravljanje sa tri žice koristi za promjenu smjera motora kao i za zaustavljanje ili kočenje. Kod ovoga tipa upravljanja ako se želi ostvariti kočenje ili usporavanje motora, mora se na uređaj dograditi i otpornik za kočenje.[3]

Podešavanje CFG zavisi od oblasti primjene a nudi sljedeće mogućnosti: *Start/Stop*, *Material handing* (rukovanje sa materijalima), *General use* (opšta upotreba), *Hosting* (podizanje, rad sa liftovima), *PID regulation* (upravljanje pomoću PID regulatora), *Communication network connectivity* (upravljanje pomoću računara i drugih uređaja, korištenjem Modbus ili sličnog protokola), *Master/Slave applications* (rad sa više uređaja). *BFR* se odnosi na frekvenciju motora. Promjena ovoga parametra dovodi do promjene sledećih parametara: *UNS*, *FRS*, *TFR* i *HSP*. Ako je u polje za parametar *IPL* izabrano *Ignore*, vrši se zanemarivanje greške. U slučaju da je pogon podešen kao *FreeWheel*, gubitak jedne faze dovodi pretvarač u stanje greške (*Ignore*), a ako dođe do gubitka 2 ili 3 faze pretvarač nastavlja da radi dok ne odreaguje podnaponska zaštita. Sledeći parametri kao što su *NPR*, *UNS*, *NCR*, *FRS*, *NSP* i *TFR* su parametri sa natpisne pločice motora koji se koristi. Ove parametri se automatski ispisuju nakon uspostavljanja veze, ili korištenjem opcije *Auto tuning*. Parametar *TUS* se ne može mijenjati već služi samo za informaciju o načinu kako je podešena vrijednost otpornosti statora. Postoje vrijednosti *Done* (vrijednost otpornosti statora je izmjerena samopodešavanjem), *Not done* (koristi se nazivna vrijednost otpornosti statora), *Pending* (zadani nalog za samopodešavanje još nije izvršen), *In Progress* (samopodešavanje u toku) i *Failed* (greška samopodešavanja). *PHR* omogućava promjenu smjera obrtanja motora bez prežičavanja [4].

Podešavanjem vremena ubrzanja i usporavanja motora, moguće je motor prilagoditi raznim oblastima primjene i dinamičkim osobinama motora. Parametar koji se odnosi na vrijeme ubrzanja je *ACC* (*Acceleration*) a za vrijeme usporavanja ili slobodnog zaustavljanja motora parametar *DEC* (*Deceleration*). Vrijeme zalijetanja odnosno ubrzanja i vrijeme zaustavljanja se može podešavati u opsegu od 1 do 999 sekundi. Karakteristika ubrzanja (*ACC*) i usporavanja (*DEC*) je aktivna pri svakom uključivanju motora. Takođe postoji i druga karakteristika *AC2* i *DE2* koja se uključuje na jedan od sljedećih načina: pomoću tastera na logičkim ulazima, automatsko uključivanje pomoću podešenog praga frekvencije, uključivanjem pomoću komandne riječi (putem komunikacione mreže) ili kombinacijom sve tri opcije. Ako želimo da uključimo drugi tip karakteristike ubrzanja, u polje rezervisano za *FRT* unosimo željeni prag frekvencije na kojoj će motor početi da ubrzo. Parametri koji utiču na oblik karakteristike ubrzanja i usporavanja su *TA1*, *TA2* kao i *TA3* i *TA4*, koji se podešavaju u zavisnosti od vrste pogona.

Sljedeća kartica je *Errors detection*, na kojoj su prikazane sve detektovane greške i naznačeno je kojeg su tipa. Kartica *Monitoring* služi za prikazivanje trenutnih parametara invertora i motora, stanje komunikacijskih veza, ulazno izlaznih logičkih kontakata i slično. Na Slici. 4 prikazan je izgled *Monitoring*

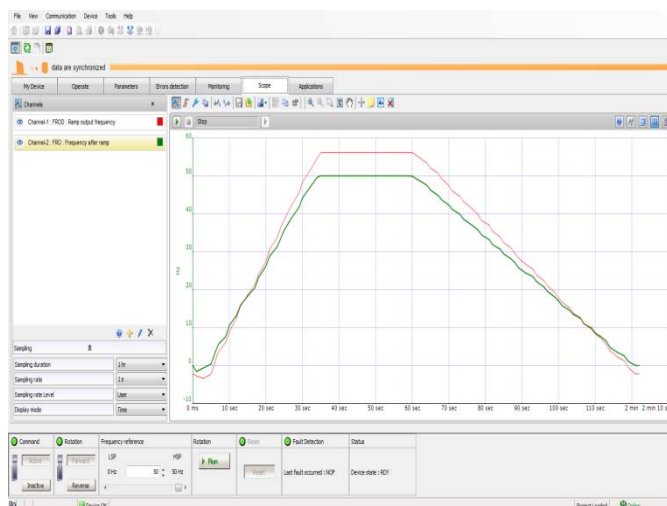


Slika 4. Kartica Monitoring

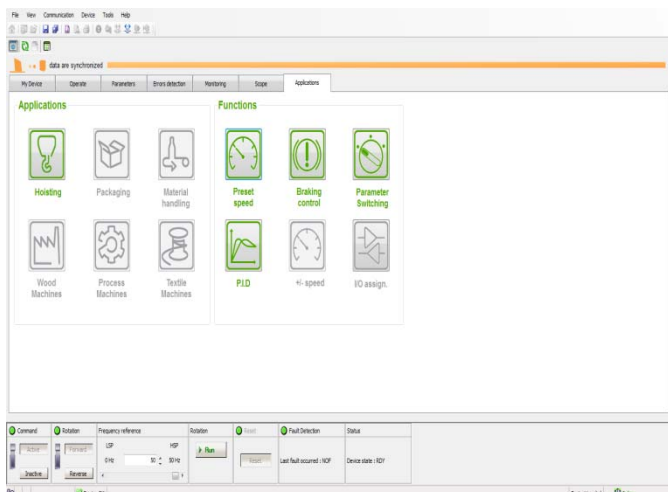
kartice, kao i trenutne vrijednosti nekih parametara. U lijevom dijelu ove kartice nalaze se svi parametri koji se mogu pratiti. Da bismo izabrali neki parametar čiju vrijednost želimo da pratimo, dovoljno je kliknuti mišem na parametar u lijevom dijelu kartice, a zatim još jednom kliknuti mišem u desnom dijelu kartice. Ovi parametri mogu da budu prikazani analogno i digitalno.

Scope kartica nam služi kao osciloskop, u njoj se grafički prikazuju pojedine veličine, kao što su: napon, struja motora, brzina, moment itd. Izbor parametara za koje želimo da dobijemo grafičku zavisnost obavlja se u lijevom dijelu ove kartice tako što kliknemo na žuti krstić na Slici 5, nakon čega se otvara novi prozor sa ponuđenim parametrima koje biramo. Ako želimo da snimimo grafik koji smo dobili to radimo tako što odemo na ikonicu *Export trace to a file*. Snimljene vrijednosti mogu se koristiti u programu *Excel*.

Posljednja kartica je *Applications* prikazana na Slici 6. Na njoj su, u skladu sa tipom odabranog pretvarača, data dodatna podešavanja prema vrsti pogona (npr. lift ili dizalica i sl) gdje u podmenijima unosimo odgovarajuće parametre.



Slika 5. Kartica Scope



Slika 6. Kartica *Application*

Postupak povezivanja softvera sa pretvaračem obavlja se na jedan od dva načina: prvi je da iz komandne linije *Communication* izabere *Connect to Device*, a drugi je da kliknemo na odgovarajuću ikonicu ispod glavne linije menija. Na sličan način prekidamo komunikaciju. Nakon uspostavljanja veze sa pretvaračem, iz glavne linije menija biramo *Device*, a zatim *Command Panel*. U donjem dijelu prozora pojavljuje se nova komandna linija kao što se može vidjeti na prethodnim slikama (Slika 4, Slika 5 i Slika 6). Prvo što treba da uradimo jeste da kliknemo na *Active*, čime je pretvarač spreman za pokretanje. Postoji i dugme za promjenu smjera obrtanja (*Forward*, *Reverse*). Imamo mogućnost da mijenjamo izlaznu frekvenciju u opsegu od 0 do 50 Hz, tako sto pomoću miša pomjeramo klizač. Konačno, klikom na dugme *Run* pokrećemo pogon, sa svim parametrima koje smo unaprijed zadali. U toku rada motora moguće je kretati se kroz glavni meni i podmenije. Nije moguće mijenjati pojedine parametre vezane za *Macro* podešavanja, sve dok se motor ne zaustavi [4].

V. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Za praktičnu realizaciju rada, koristili smo opremu koja se nalazi u Laboratoriji za električne mašine na Elektrotehničkom fakultetu u Banjoj Luci. Primjena softvera realizovana je na trofaznom asinhronom motoru koji je radio u praznom hodu, a imao je sljedeće podatke: 50Hz, D/Y 380/660V, 2,9 A, 2,2 kW, $\cos\varphi=0.81$, 1410 o/min. Pretvarač korišten u ovoj realizaciji je *Altivar 71 HU22M3 V2.5 IE29*, a verzija softvera *SoMove Lite 1.5.2.2*. Za povezivanje pretvarača *Ativar* i PC računara korištena je direktna USB/RJ45 kablovska veza.

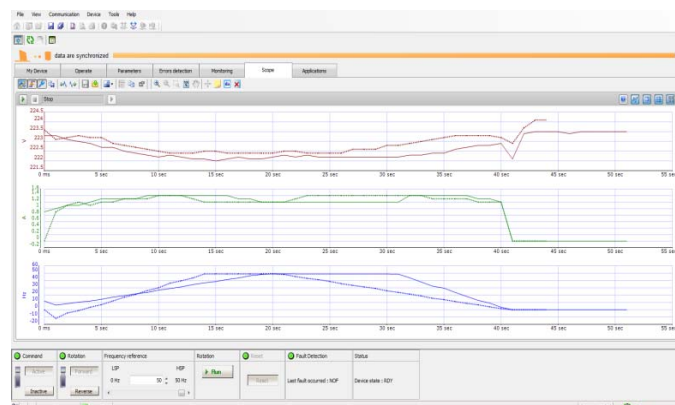
Urađena su dva tipa podešavanja u *SoMove* programskom paketu za snimanje dva različita radna režima. Prvi režim se odnosi na različite intervale zalijetanja i kočenja motora, dok se drugi režim odnosi na zalijetanje i zaustavljanje u koracima.

U prvom slučaju postavljeno je vrijeme zalijetanja na 20 sekundi, a vrijeme zaustavljanja 10 sekundi. U drugom slučaju je vrijeme zalijetanja 14 sekundi, a vrijeme zaustavljanja 20 sekundi. Odgovarajuće vrijednosti parametara postavljene su putem kartice *Parameters*: *ACC* 20 s, *DEC* 10 s, odnosno *ACC*

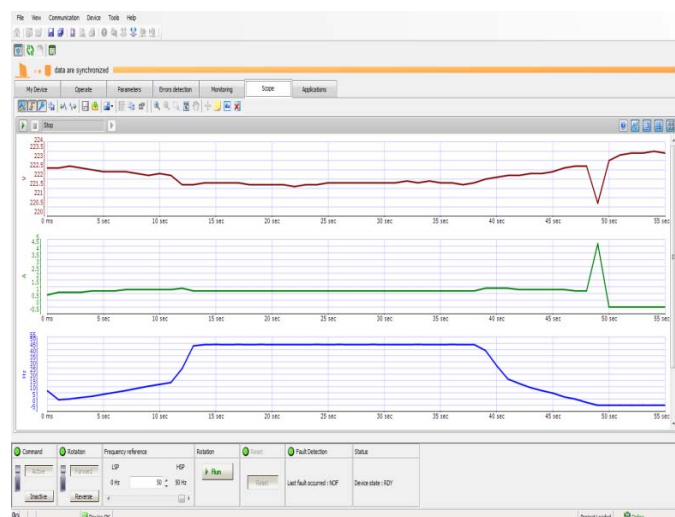
14 s i *DEC* 20 s. Na kartici *Scope* podešeno je da se istovremeno snimaju napon, struja i frekvencija. Rezultati su prikazani na Slici 7: tačkasto za prvu vrijednost, a za drugu su prikazani punom linijom.

U drugom posmatranom režimu motor do zadane frekvencije ubrzava slobodno, a nakon što je dostigne ubrzava do nominalne vrijednosti za zadano vrijeme (*AC2*). Analogno se postavlja i za vrijeme zaustavljanja motora nakon isključenja (*DE2*). Na kartici *Parameters* izvršena su sljedeća podešavanja: *ACC* 14 s, *DEC* 10 s, *AC2* 3s i *DE2* 4 s. Ovdje je potrebno da se podesi još jedan parametar, *Ramp 2 freq threshold (FRT)*, koji je podešen na 15 Hz. Ovaj parametar predstavlja vrijednost rampe. Analogno je i za zaustavljanje motora.

Snimljeni rezultati za drugi režim prikazani su na Slici 8. Sa Slike 8. vidimo da je motor krenuo sa jednim ubrzanjem, povećavajući brzinu do frekvencije 15 Hz, a zatim naglo ubrzava i za 4 s dostiže nominalnu vrijednost frekvencije. Motor dalje jedno vrijeme radi u praznom hodu sa nominalnom frekvencijom. U trenutku isključenja, motor počinje da se zaustavlja. I u ovom slučaju imamo dva koraka usporavanja, prvi gdje usporava sa nominalne vrijednosti frekvencije putem rampe za 4 s, kako je podešen parametar *DE2*.



Slika 7. Jednostepeno zalijetanje i zaustavljanje motora



Slika 8. Dvostepeno zalijetanje i zaustavljanje motora

Do konačnog zaustavljanja prolazi još 6 s jer je ukupno vrijeme zaustavljanja (*DEC*) 10 s. Struja u početku raste, zatim nakon što se završi ubrzanje motora postaje konstantna. U trenutku isključenja njena vrijednost se malo poveća i tek kod potpunog zaustavljanja dolazi do naglog skoka i pada na nulu. U slučaju da želimo da zaustavljanje kratko traje, u zavisnosti od snage motora morali bismo dodati otpornik za kočenje [5].

VI. ZAKLJUČAK

Prednost korišćenja softverskih paketa (inženjerskih alata) za kontrolu i regulaciju pogona je značajna. Prije svega, smanjuje se vrijeme potrebno za otklanjanje nekih manjih kvarova i promjenu parametara prema radnim režimima pogona. Omogućavaju brzu obradu podataka, snimanje, štampanje, slanje, formiranje baze podataka i dalju obradu.

U radu je opisana primjena programskog paketa *SoMove* za parametrisiranje pogonskog pretvarača *Altivar 71* za frekvencijsko upravljanje asinhronim motorom. Dati su i rezultati eksperimenta na konkretno realizovanom pogonu.

ZAHVALNICA

Rad je urađen pod mentorstvom doc. dr Petra Matića sa Elektrotehničkog fakulteta u Banjoj Luci. Zahvaljujem se predstavništvu kompanije *Schneider Electric* u Banjoj Luci, kao i gospodinu Belavić Jurici iz *Schneider Electric*-a koji su mi obezbijedili potrebne podatke za praktičnu realizaciju.

LITERATURA

- [1] www.mikroe.com
- [2] D. Marčetić, "Industrijski sistemi i protokoli," skripta FTN Novi Sad.
- [3] Schneider Electric, Programming manual, ATV 71 Variable speed drives for synchronous and asynchronous motors.
- [4] D. Stojanović, "Daljinsko upravljanje asinhronim motorom pomoću frekvencijskog regulatora ATV 71", diplomski rad, ETF Istočno Sarajevo.
- [5] V. Vučković, "Električni pogoni", Akademska Misao, 2002 god.

ABSTRACT

This paper describes the application of the software *SoMove* in the *U/f* controlled induction motor. By using the program all the parameters of the frequency controller can be set and tuned. Output voltage, current and frequency can be monitored on line in form of scope graphs. Detailed implementation steps are given for tuning in the induction motor drive by using software *SoMove* and frequency converter *Altivar 71*. Results of an experiment on the real drive are also included in the paper.

APPLICATION ON THE SOFTWARE *SoMove* IN ELECTRIC MOTOR DRIVES WITH *U/f* CONTROL

Nemanja Pavlović