

Univerzitet u Kragujevcu

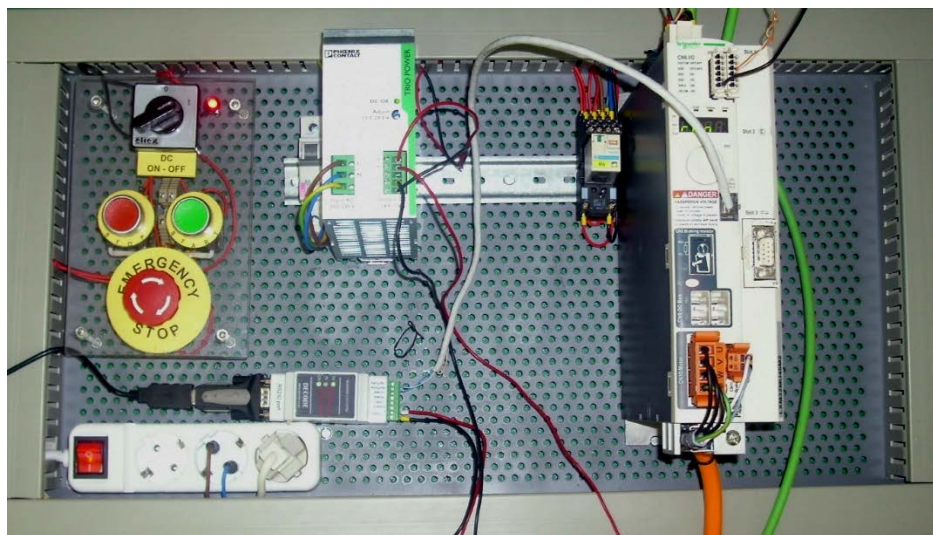
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА ЧАЧАК



Лабораторија
МАШИНЕ
ПОГОНИ
РЕГУЛАЦИЈА

ПРАКТИКУМ
FREKVENTNI PRETVARAČI I SERVO KONTROLERI
LXM32M U45

Ovaj praktikum je jedan od izlaznih rezultata projekta leeDigKomp14.0



Čačak, 2019.

Sadržaj

Povezivanje sistema za upravljanje radom AC servo motora, prepoznavanje svih priključaka	3
Zadatak	3
Opis opreme.....	3
Cilj vežbe	3
Uputstvo za rad.....	5
Konfigurisanje uređaja u programu SoMove	9
Zadatak	9
Kreiranje projekta u offline modu	9
Kreiranje projekta u online modu	12
Podešavanje regulatora po brzini i poziciji (odziv sistema)	16
Demonstracija osnovnih funkcija upravljanja AC servo motorom.....	19
Zadatak	19
Uputstvo za rad.....	19
Režim rada po poziciji.....	20
Režim rada po brzini	23
Režim rada po momentu	27

Povezivanje sistema za upravljanje radom AC servo motora, prepoznavanje svih priključaka

Zadatak

Izvršiti povezivanje sistema za upravljanje radom AC servo motora korišćenjem servo kontrolera LXM32M.

Opis opreme

Sva oprema je smeštena u odgovarajući kontrolni orman, i električno povezana prema priloženoj šemi veze. Osnovni elementi koji se koriste u ovom servo sistemu upravljanja mogu se podeliti prema funkciji koju imaju.

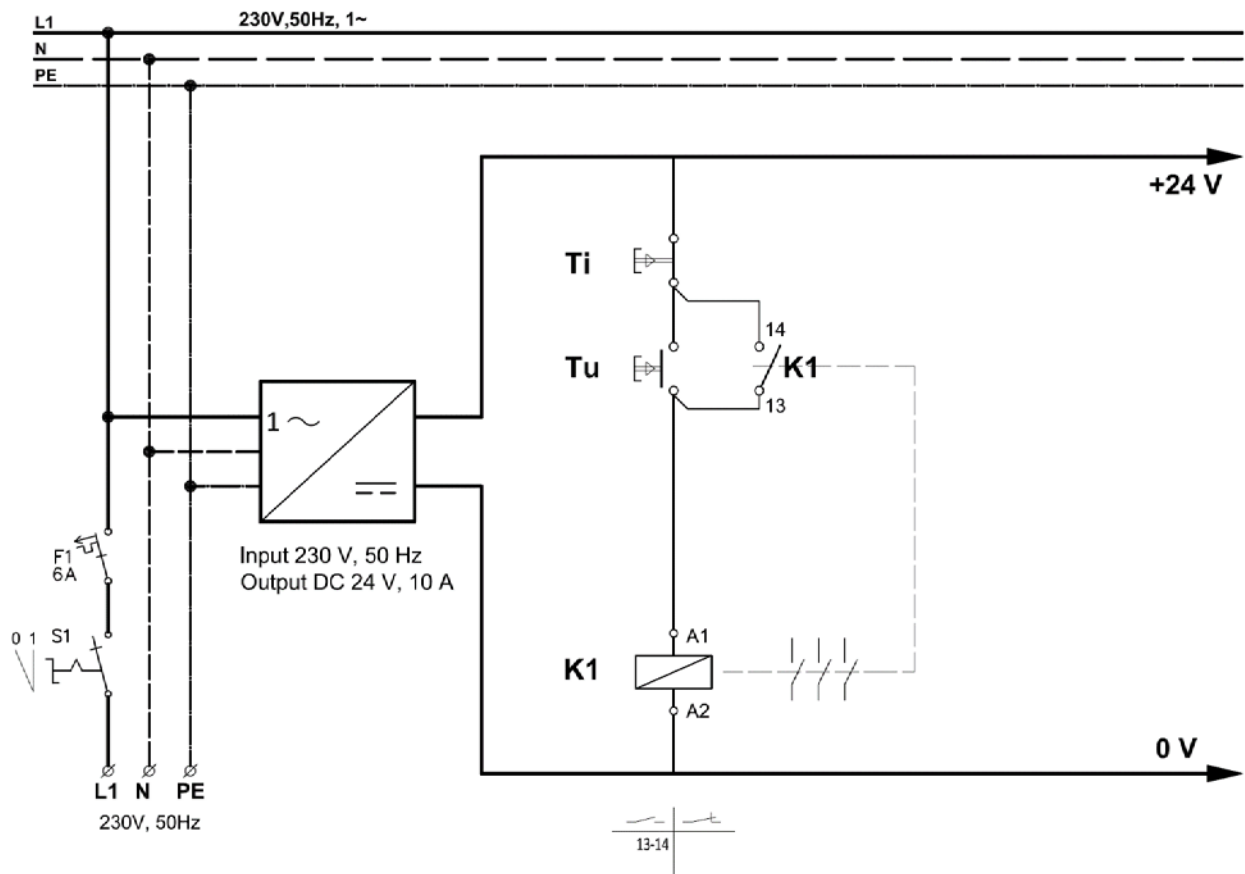
1. Servo kontroler LXM32M U45 M2 firme „Schneider-electric“, jednofazno napajanje nazivnog napona 230V, nazivna snaga 0,5kW, poseduje dodatni Fieldbus modul na slotu 3 (CANopen).
2. Komunikacioni konvertor DC 232/422-485, napajanje iz izvora jednosmernog napona 7÷32V.
3. AC servo motor
 - oznaka: BSH0551T11A2A
 - trofazni
 - nazivni napon 480 V
 - nazivna snaga 0,402 kW
 - nazivna brzina obrtanja 8000 min⁻¹
4. AC/DC napajanje 110-240 V / 24 V, 10 A
5. Glavni grebenasti prekidač S1, sa mogućim položajima 0-1
6. Taster START označen na šemi sa **Tu**
7. Taster STOP označen na šemi sa **Ti**
8. Kontaktor sa tri radna i jednim NO pomoćnim kontaktom
9. Taster EMERGENCY STOP
10. Jednopolni automatski osigurač F1 - 6 A

Servo kontroler LXM32M služi za upravljanje trofaznim servo motorom, prema zadatim parametrima korišćenjem HMI integrisanog interfejsa na samom uređaju ili je parametrizacija kontrolera izvršena pomoću softvera SoMove uz predhodno ostvarenu komunikaciju PC – servo kontroler.

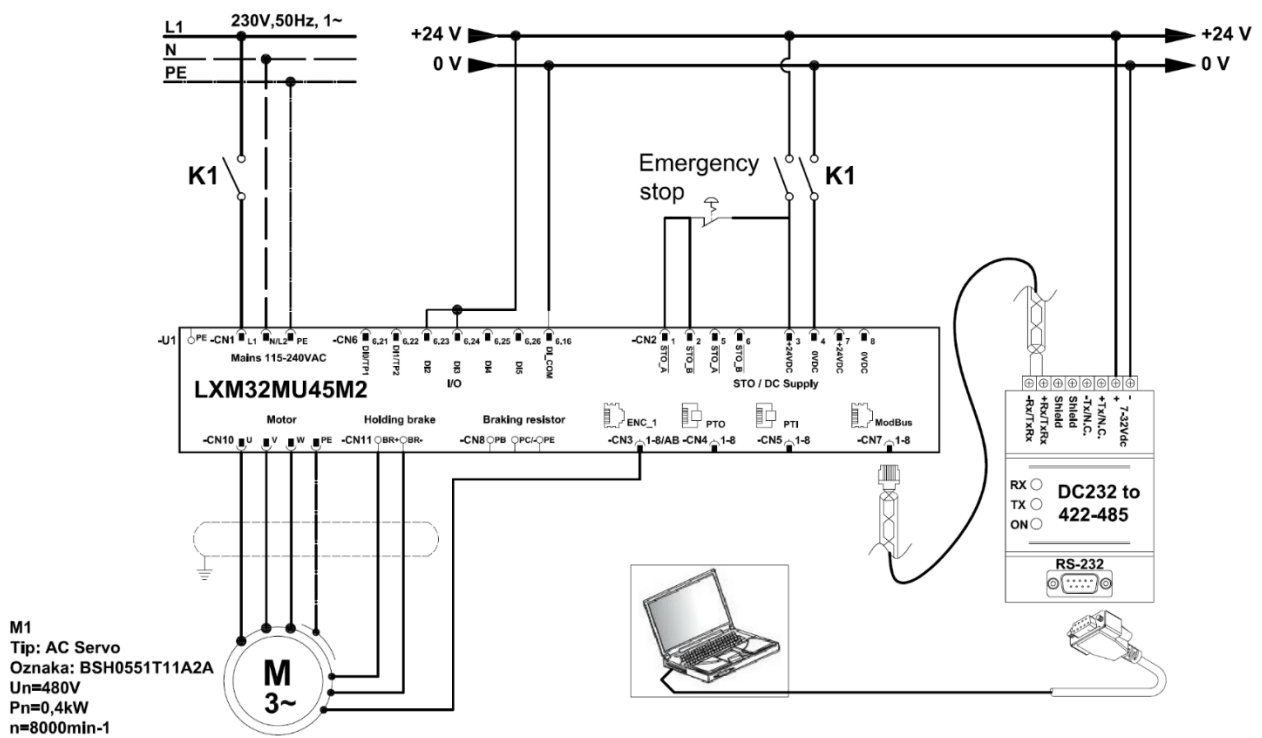
Komunikacioni konvertor ima ulogu da omogući povezivanje serijskih industrijskih magistrala i uređaja sa RS 422-485 priključkom, na serijski port računara. Za povezivanje na računar (Notebook), koji ne poseduje ugrađeni serijski port koristi se adapter USB/RS232, kojim se priključak ostvaruje putem USB porta.

Cilj vežbe

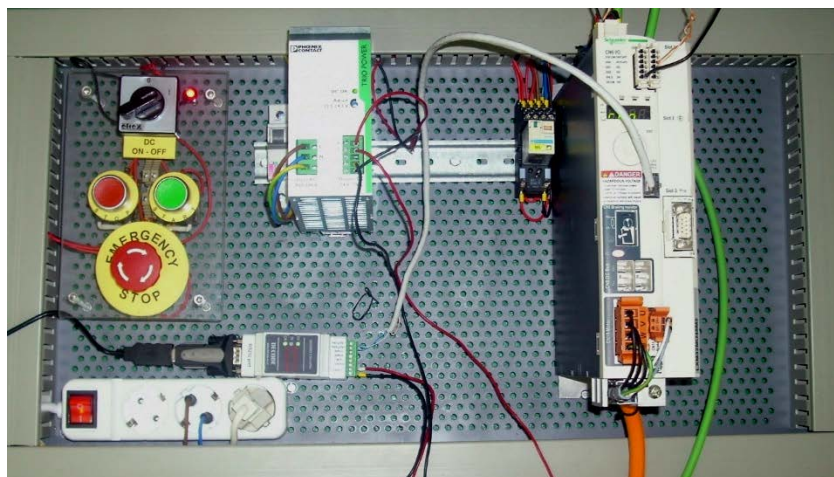
Osnovni cilj vežbe je upoznavanje sa elementima sistema za upravljanje AC servo motorom, vrstom i funkcijom priključaka na samim uređajima, i njihovo povezivanje.



Sl. 1 Električna šema napajanja



Sl. 2 Električna šema veze servo kontrolera



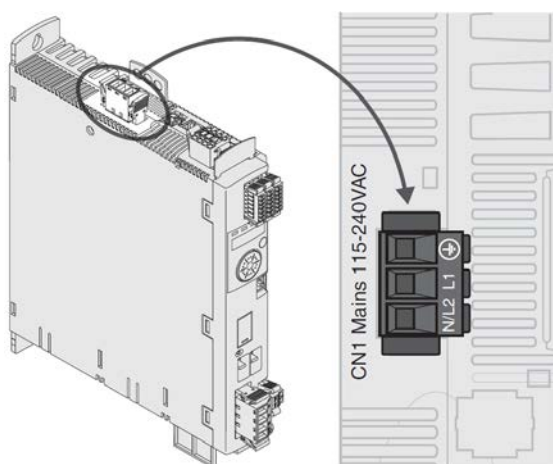
Sl. 3 Izgled komandnog ormara



Sl. 4 Izgled AC servo motora

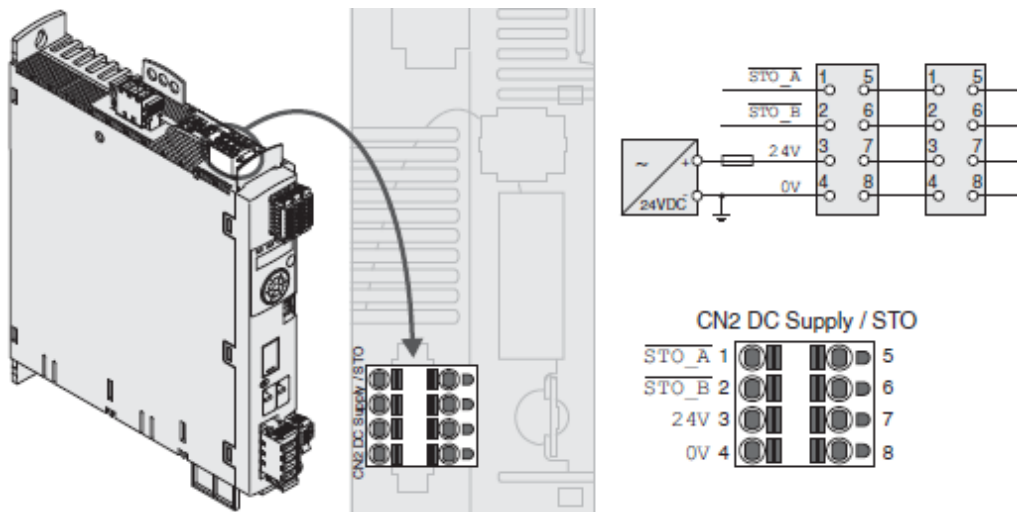
Uputstvo za rad

- *Povezivanje napajanja servo kontrolera i STO*
Potrebno je povezati glavno napajanje servo kontrolera, u ovom slučaju jednofazni priključak konektor CN1, na sistem napajanja komandnog ormara napona 230V, 50Hz.



Sl. 5

Povezivanje napajanja kontrolera i STO (CN2, DC napajanje i STO) dato je na slici 6, gde se vidi da se na priključke 3 i 4 dovodi jednosmerni napon 24V, dok se na kontakte 1 i 2 vezuje havarijski taster za isključenje u slučaju hitnosti (EMERGENCY STOP).

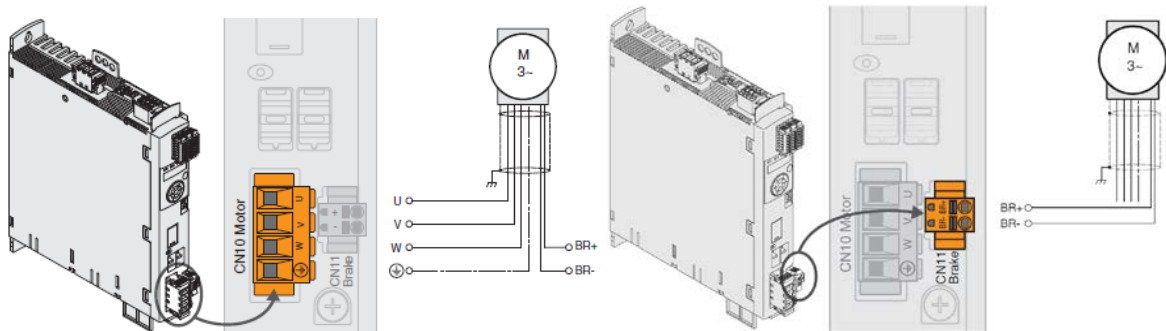


SI. 6

- Povezivanje motora na servo kontroler LXM32M

Motor je potrebno povezati odgovarajućim oklopljenim kablom, prema sledećim slikama. Potrebno je da faze motora (U, V, W) i zaštitni provodnik (PE) se povežu na konektor CN10, vodeći računa da širm oklopljenog kabla sa donje strane uređaja bude obuhvaćen spojnicom u celoj dužini.

Kočnica motora se povezuje na konektor CN11, pomoću dva provodnika koji se nalaze u motornom kablju, vodeći računa o polaritetu kočionog napona.

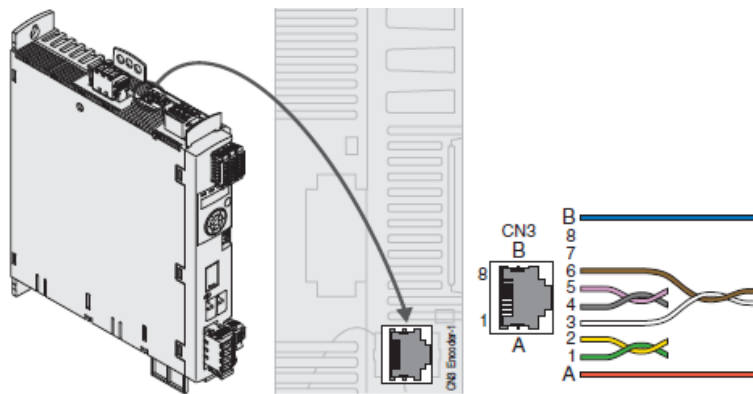


SI. 7

SI. 8

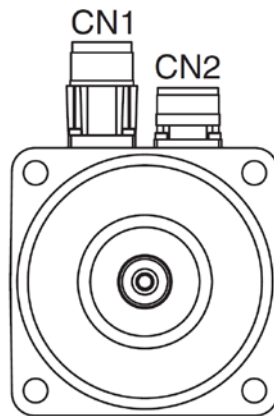
Poprečni presek ovih provodnika treba da bude od 0,75 mm² do 2,5mm², zavisno od snage motora.

Povezati enkoder (rezolver) koji je integrisan u motoru, prema sledećoj slici, koristeći 4P STP kabal odnosno jednu njegovu paricu na konektor CN3 servo kontrolera LXM32M.



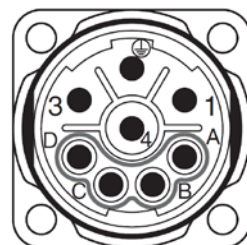
Sl. 9

Priključci na motoru su prikazani na slici 3.10. U zavisnosti od veličine motora, koriste se različite veličine priključaka za motorni konektor označen sa CN1. Motor tipa BSH055 ima priključak M23. Enkoderski konektor CN2 takođe zavisi od veličine motora. Upareni signali moraju biti povezani preko upredenih parica.



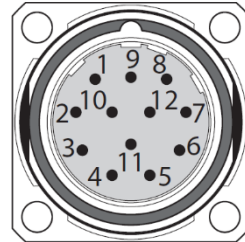
Sl. 10

Pin	Oznaka	Značenje
1	U	Faza motora
	PE	Uzemljenje
3	W	Faza motora W
4	V	Faza motora V
A	BR+	Napajanje kočnice 24 Vdc
B	BR-	Referentni potencijal kočnice
C	Rezervisano	Rezervisano
D	Rezervisano	Rezervisano
	SHLD	Oklopljeno kućište priključka



CN1 motorni priključak M23

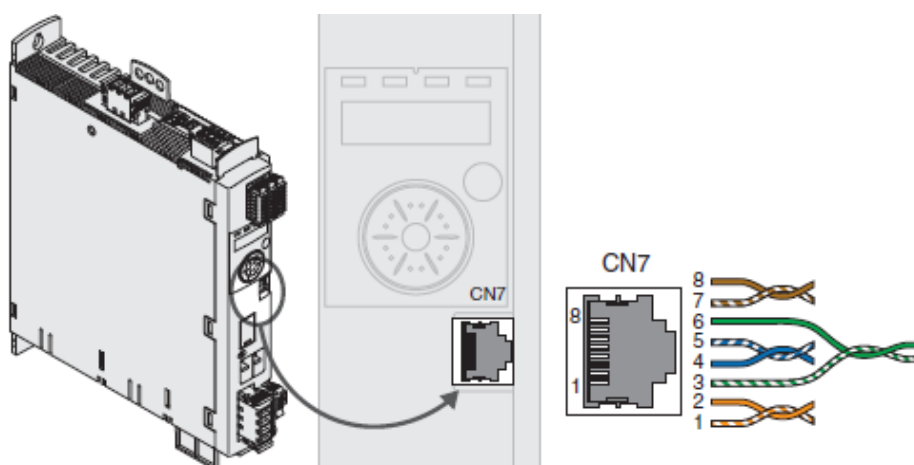
Pin	Signal	Značenje
1	PTC	Temperaturni senzor priključka
2	PTC	Temperaturni senzor priključka
3	Rezervisano	Rezervisano
4	REFSIN_OUT	Referenca sinusnog signala 2,5V
5	REFCOS_OUT	Referenca kosinusnog signala 2,5V
6	DATA	Prijem, predaja podataka
7	$\overline{\text{DATA}}$	Prijem, predaja podataka invertovan
8	SIN_OUT	Sinusni signal
9	COS_OUT	Kosinusni signal
10	ENC+10V	7..12 V napon napajanja
11	ENC_0V	Referentni potencijal
12	Rezervisano	Rezervisano
	SHLD	Oklopljeno kućište priključka



CN2 enkoderski priključak M23

- Povezivanje PC računara sa servo kontrolerom

PC sa upravljačkim softverom, može se povezati sa servo kontrolerom. Računar povezati preko dvosmernog USB/RS232 konvertora (za slučaj da na računaru ne postoji slobodan serijski port) ili RS232 kabla, koji je priključen na komunikacioni konvertor DC232/422-485 a on na CN7.



Sl. 11

Konfigurisanje uređaja u programu SoMove

Zadatak

Kreirati projekte u offline i online modu, u programu SoMove. Prikazati odziv regulatora za upravljanje po brzini i poziciji, primenom opcije *Expert tuning*.

SoMove, softver za rad u windows okruženju, omogućava sledeće aktivnosti na samom uređaju:

- Povezivanje,
- Učitavanje podataka sa uređaja,
- Unos podataka na uređaj,
- Testiranje povezanosti,
- Unošenje i iznošenje podataka preko *multi-loader-a*.

Kreiranje projekta u offline modu

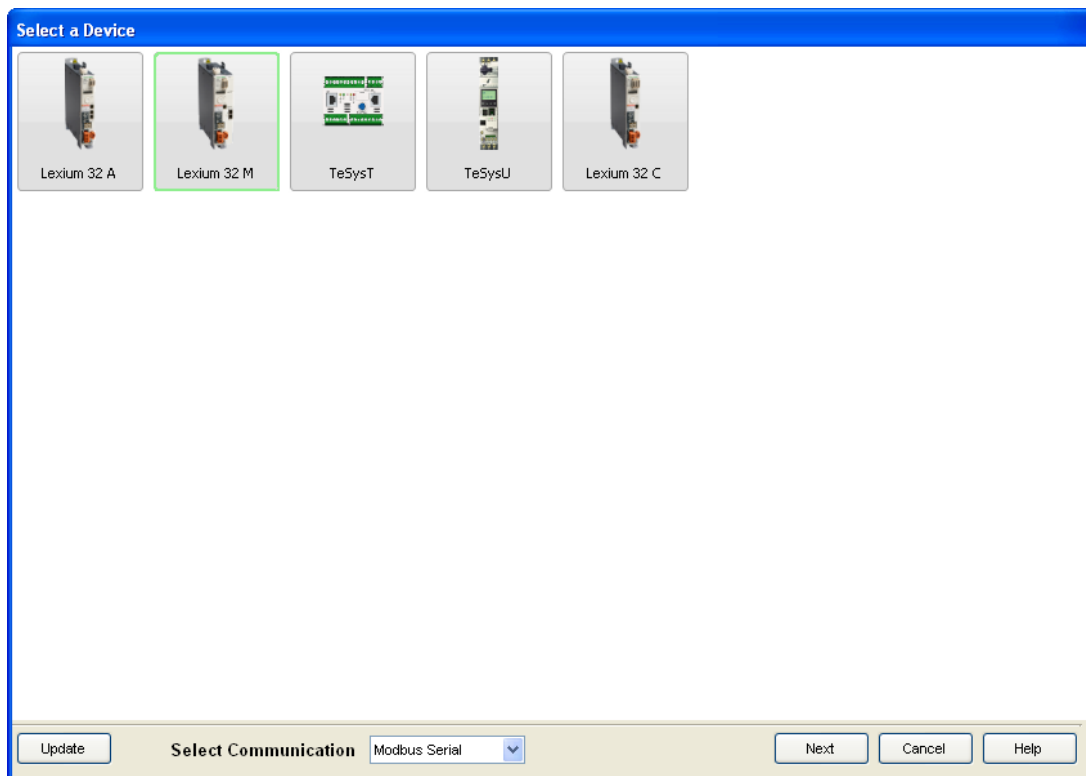
Moguće je za konkretni uređaj kreirati projekat odnosno podešenja, bez predhodnog povezivanja sa samim uređajem.

SoMove omogućava kreiranje konfiguracionog fajla za unapred određeni uređaj bez povezivanja sa njim, i snimanje tog fajla za kasniju upotrebu.

Da bi se kreirao projekat u offline modu potrebno je selektovati tip uređaja, definisati njegove karakteristike i parametre podešavanja, i na kraju projekat snimiti na računaru. Kasnije takav konfiguracioni fajl moguće je prebaciti na uređaj.

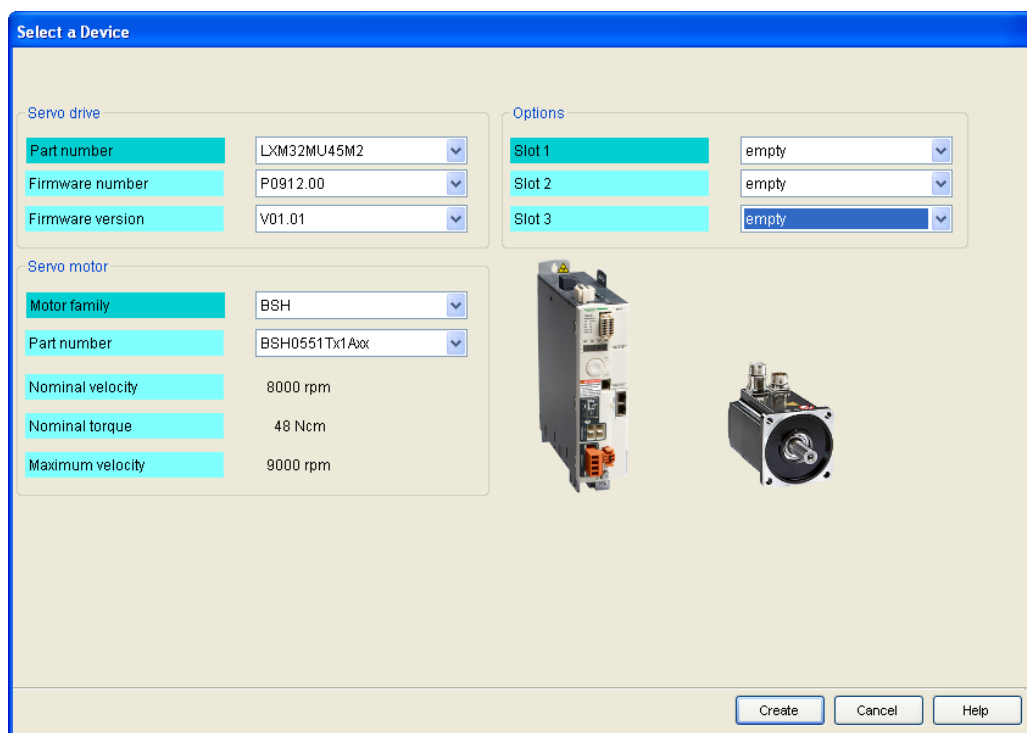
Da bi se pristupilo ovoj funkciji potrebno je kliknuti na početnoj strani na dugme „Create a Project OFF-line”  

1. Selektovati tip uređaja u dialog boksu, prikazanom na sledećoj slici.



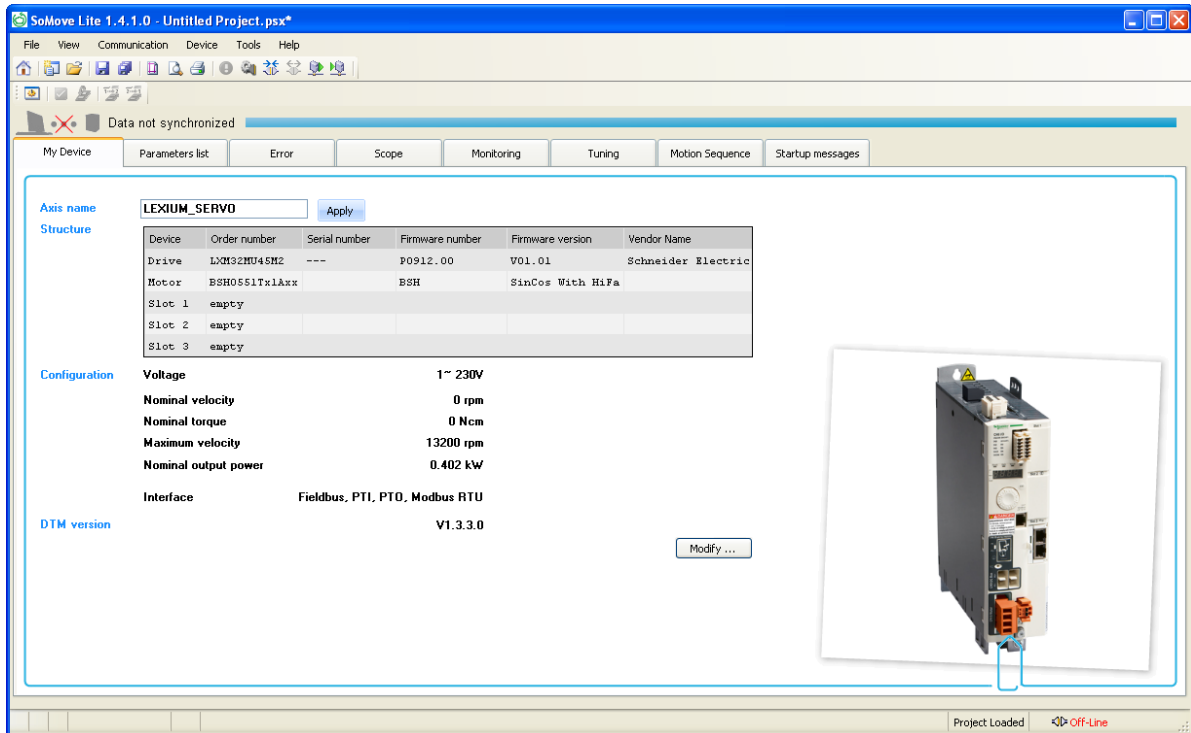
SI. 1

- Zatim definisati karakteristike uređaja, podesiti u „*Topology settings*“ referencu i verziju firmware-a prema sledećoj slici. Druge karakteristike uređaja koje zavise od reference bivaju automatski prikazane u odgovarajuća polja (*supply voltage*, *nominal power*, *nominal current* i *maximum transient current*). Klikom na dugme „OK“ potvrđuje se postavljeni izbor. Rezultat toga je da tab „*Parameters*“ biva prikazan u prozoru radnog okruženja.



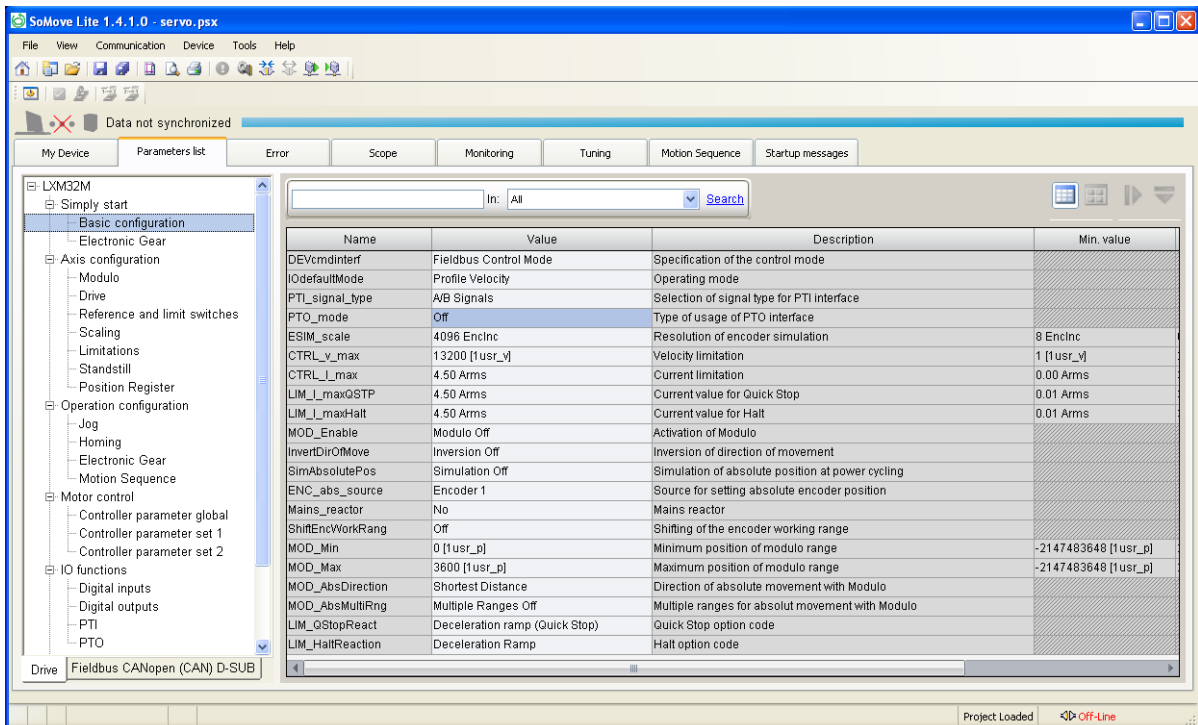
SI. 2

- Klikom na dugme *Create*, otvara se glavni prozor sa raspoređenim funkcijama za postavljanje parametara, monitoring i upravljanje, u okviru Tab-ova. U tabu My Device može se videti izabrani uređaj sa osnovnim karakteristikama.



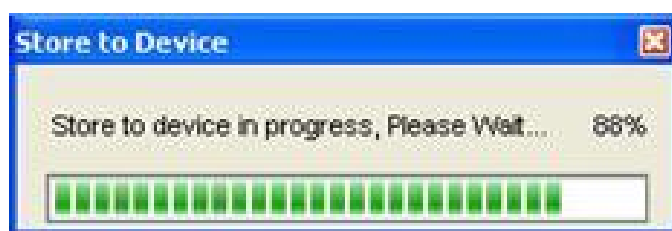
SI. 3

- Podešavanje parametara modifikovanjem trenutnih vrednosti u koloni „Value” u tab-u „Parameters list”, prikazano je na sledećoj slici.



SI. 5

5. Nakon izvršenih podešenja, pristupiti snimanju projekta klikom na dugme „Save As“ u tool bar-u U prozoru Save As, odrediti mesto gde će se snimiti projekat i upisati ime projekta, i sve to potvrditi klikom na dugme „Save“.
6. Prenošnje konfiguracionog fajla na uređaj, realizuje se u radnom okruženju programa, klikom na dugme „Store to Device“ u tool bar-u. U posebnom prozoru biće prikazan napredak prenošenja fajla ka uređaju, koji je potrebno da sada bude priključen na računar. Na kraju prenosa konfiguracionog fajla biće prikazana poruka obaveštenja o uspešnosti procesa.



Sl. 6

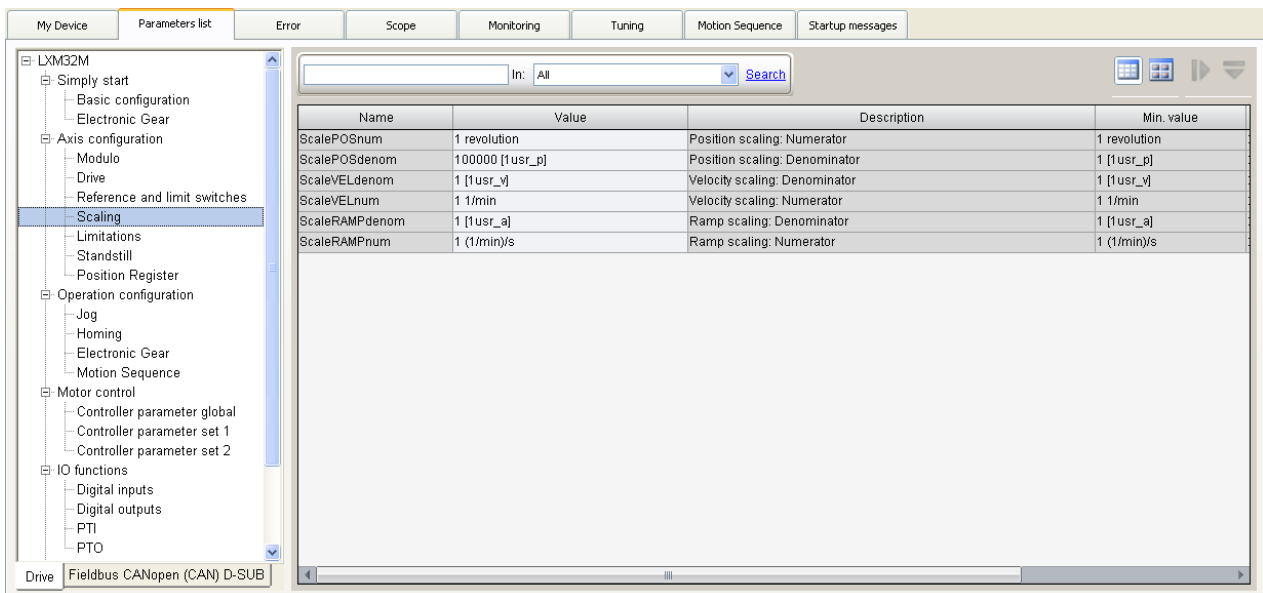
Postojeći projekat, odnosno konfiguracioni fajl koji je predhodno sačuvan na računaru, može se jednostavno menjati i prilagođavati parametre podešenja prema novim zahtevima i uslovima za upravljanje uređajem u pogonu.

Kreiranje projekta u online modu

Kada je ostvarena komunikacija računara sa servo kontrolerom, moguće je podešavati, menjati parametre i upravljati uređajem bez prekidanja veze (online).

Postupak je sledeći. Nakon ostvarivanja komunikacione veze računara sa servo kontrolerom, pokrenuti program SoMove i na početnom prozoru izabrati opciju *Connect*, kojom se vrši povezivanje sa uređajem. Nakon toga pojaviće se glavni prozor u kome su sve funkcije, podešavanja i monitoring organizovane u više Tab-ova.

U tabu *My Device* su prikazani osnovni podaci o izabranom uređaju. U tabu *Parameters list* organizovani su razni parametri za podešavanje servo kontrolera. Najpre je potrebno podesiti jedinice skaliranja u zavisnosti od korišćenog motora i enkodera, kako bi se postigla što veća tačnost. Postaviti vrednosti parametara prema sledećoj slici.



Sl. 7

Postavljena vrednost 100000 pozicionog skaliranja: denominator (imenilac), predstavlja referencu kojom uređaj proračunava broj tačaka po jednom obrtaju, a tako je i definisana ukupna moguća rezolucija pomeraja. Praktično to znači da kod radnog režima pozicioniranja, za jedan pun krug odnosno za obrtaj osovine motora za 360°, treba se zadati vrednost 100000. Po toj analogiji za pomeraj od 180° treba zadati vrednost 50000 itd. Sve ostale jedinice, za brzinu i ubrzanje, se baziraju na ovu zadatu rezoluciju koja u programu može da iznosi mnogo više od rezolucije enkodera.

Sledeće je potrebno definisati logiku graničnih prekidača LIMP i LIMN, da bi bila u saglasnosti sa ožičenjem na konektoru CN6, za slučaj da je na digitalni ulazima postavljena ova mogućnost. Naime najpre proveravamo da li su parametri digitalnih ulaza kao na slici 3.18. Digitalni ulazi DI2 i DI3 su podešeni kao pozitivni i negativni granični prekidači, tako da je potrebno postaviti logiku dali su normalno otvoreni ili zatvoreni. Usled postojanja razlike između postavljenih parametara i povezivanja, može se desiti da servo kontroler ne startuje.

Potrebno je isprobati kombinaciju ovih funkcija sa hardverskim povezivanjem.

Name	Value	Description	Min. value	M:
IOfuncnt_DI0	Freely Available	Function Input DI0		
IOfuncnt_DI1	Reference Switch (REF)	Function Input DI1		
IOfuncnt_DI2	Positive Limit Switch (LIMP)	Function Input DI2		
IOfuncnt_DI3	Negative Limit Switch (LIMN)	Function Input DI3		
IOfuncnt_DI4	Freely Available	Function Input DI4		
IOfuncnt_DI5	Freely Available	Function Input DI5		
DI_0_Debounce	1.50 ms	Debounce time of DI0		
DI_1_Debounce	1.50 ms	Debounce time of DI1		
DI_2_Debounce	1.50 ms	Debounce time of DI2		
DI_3_Debounce	1.50 ms	Debounce time of DI3		
DI_4_Debounce	1.50 ms	Debounce time of DI4		
DI_5_Debounce	1.50 ms	Debounce time of DI5		
IO_ModeSwitch	None	Operating mode for signal input function Operating Mode Switch		

Sl. 8 Digitalni ulazi DI2 i DI3 kao granični prekidači

Name	Value	Description	Min. value	Max. value
IOsigLIMP	Normally closed	Signal evaluation for positive limit switch		
IOsigLIMN	Normally closed	Signal evaluation for negative limit switch		
IOsigREF	Normally Closed	Signal evaluation for reference switch		
MON_SW_Limits	None	Monitoring of software limit switches		
MON_swLimP	2147483647 [1usr_p]	Positive position limit for software limit switch	-2147483648 [1usr_p]	2147483647
MON_swLimN	-2147483648 [1usr_p]	Negative position limit for software limit switch	-2147483648 [1usr_p]	2147483647
IOsigRespOfPS	Error	Response to active limit switch during enabling of power stage		

Sl. 9 Granični prekidači – normalno zatvoreni

Name	Value	Description	Min. value	Max. value
IOsigLIMP	Normally open	Signal evaluation for positive limit switch		
IOsigLIMN	Normally open	Signal evaluation for negative limit switch		
IOsigREF	Normally Closed	Signal evaluation for reference switch		
MON_SW_Limits	None	Monitoring of software limit switches		
MON_swLimP	2147483647 [1usr_p]	Positive position limit for software limit switch	-2147483648 [1usr_p]	2147483647
MON_swLimN	-2147483648 [1usr_p]	Negative position limit for software limit switch	-2147483648 [1usr_p]	2147483647
IOsigRespOfPS	Error	Response to active limit switch during enabling of power stage		

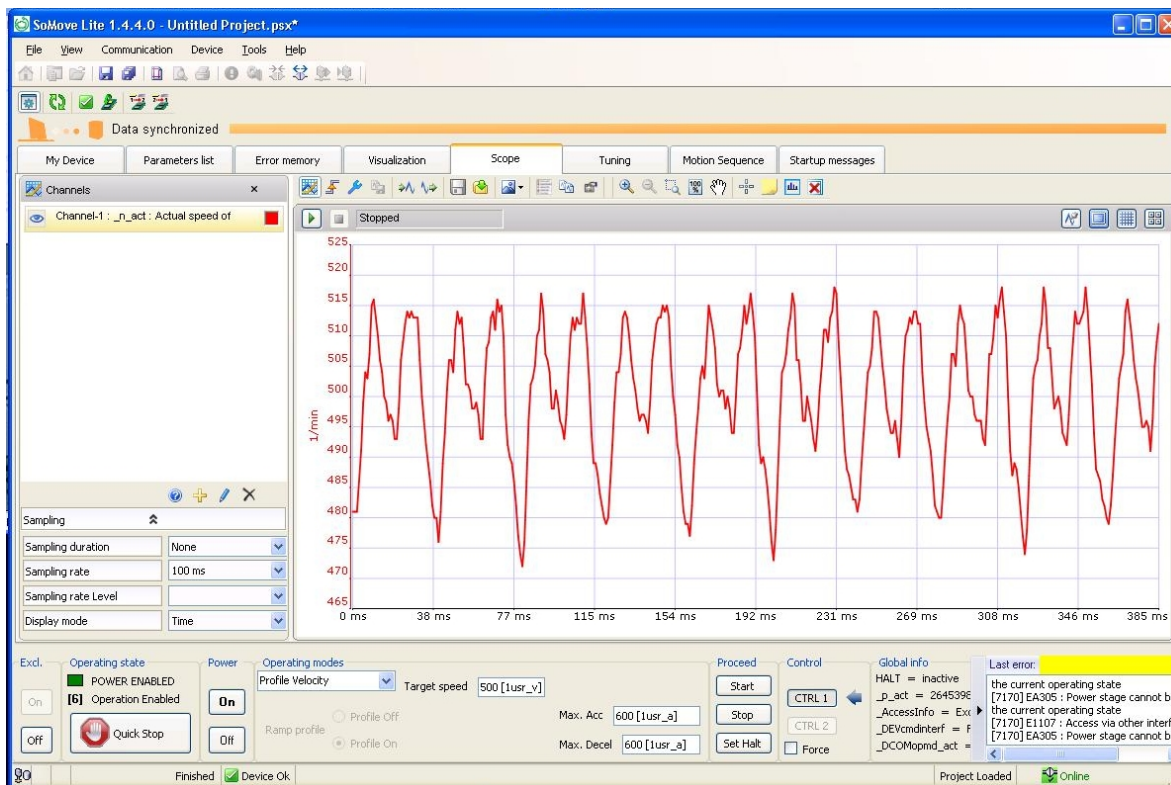
Sl. 10 Granični prekidači – normalno otvoreni

U tabu *Error* moguć je pregled grešaka koji su se desile u sistemu po hronološkom redu. Na sledećoj slici je prikazana struktura prikaza grešaka sa primerom poslednje greške odnosno greška sa oznakom E1300 što u opisu znači da je aktivirana sigurnosna funkcija STO odnosno da je pritisnut taster EMERGENCY STOP.

Code	Value	Description
Error n-0		
Description	E1300	Safety function STO activated (STO_A, STO_B) Parameter _SigLatched - Bit 10
Cause		The safety function STO was activated in the operating state Operation Enabled.
Correctives		Check the wiring of the inputs of the STO safety function and reset the error.
Additional info	0x0000 (0)	
Parameters		
_ERR_time	87496 s	Error time
_ERR_qual	0	Error additional information
_ERR_enable_cycl	2	Number of cycles of enabling the power stage at error time
_ERR_enable_time	4935 s	Time between enabling of power stage and occurrence of the error
_ERR_DCbus	313.2 V	DC bus voltage at error time
_ERR_motor_v	1378 [1usr_v]	Motor velocity at error time
_ERR_motor_I	0.01 Arms	Motor current at error time
_ERR_temp_ps	35 °C	Temperature of power stage at error time
_ERR_temp_dev	53 °C	Temperature of device at error time

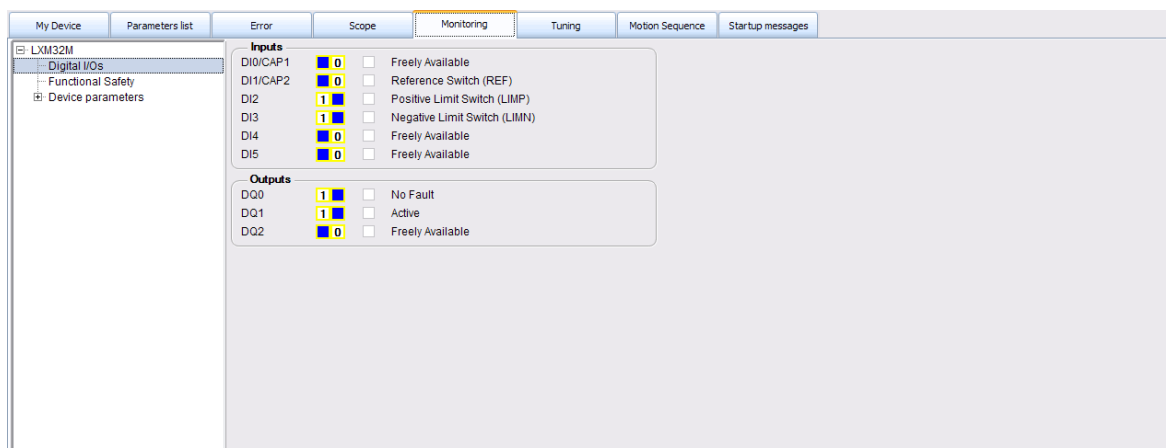
Sl. 11 Error tab

U tabu *Scope* je predstavljena funkcija osciloskopa u programu SoMove, sa namenom za vizuelno praćenje odgovarajućih veličina motora. Na sledećoj slici je prikazana primena funkcije osciloskopa za prikaz trenutne brzine obrtanja motora pri radnom modu brzine od 500 min⁻¹, i vremenom uzorkovanja od 100ms.



Sl. 12 Osciloskop

U tabu *Monitoring* može se pregledati trenutno stanje digitalnih ulaza i izlaza i status sigurnosne funkcije STO.

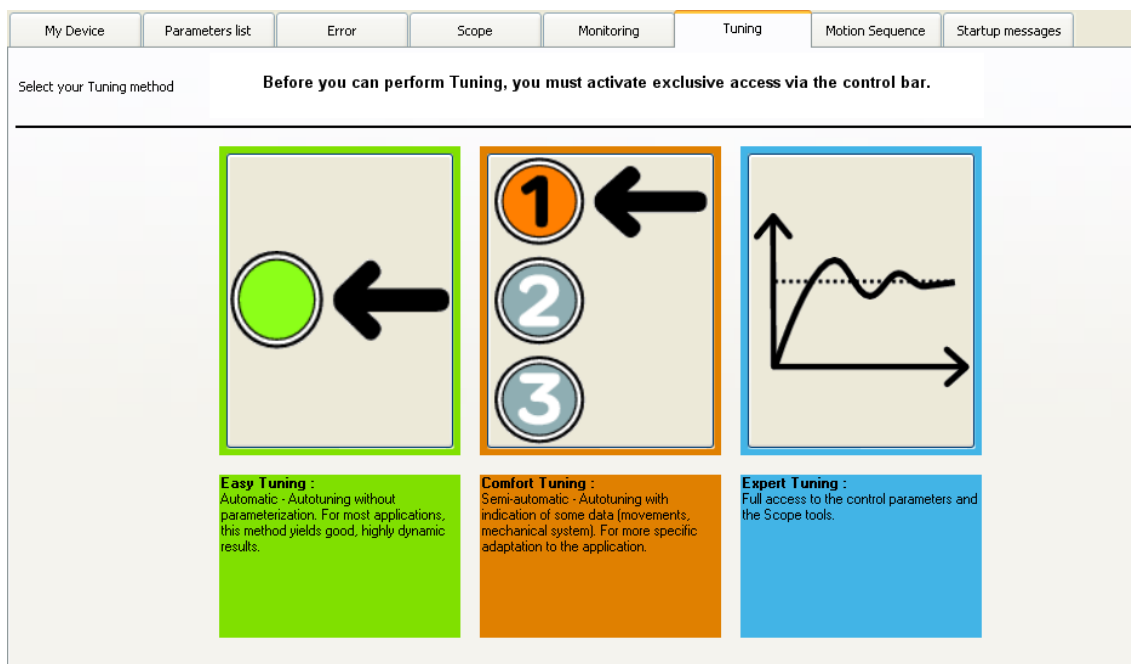


Sl. 13 Monitoring

Podešavanje regulatora po brzini i poziciji (odziv sistema)

U tabu *Tuning* postoje tri načina za podešavanje kontrolnih petlji sistema.

- **Easy Tuning**: Automatsko podešavanje bez intervencije korisnika,
- **Comfort Tuning**: Poluautomatsko podešavanje sa delimičnim podešenjima korisnika, koji može podesiti parametre za smer i kočenje.
- **Manual (Expert mode)**: Korisnik može da podešava parametre kontrolnih petlji.



Sl. 14 Tuning

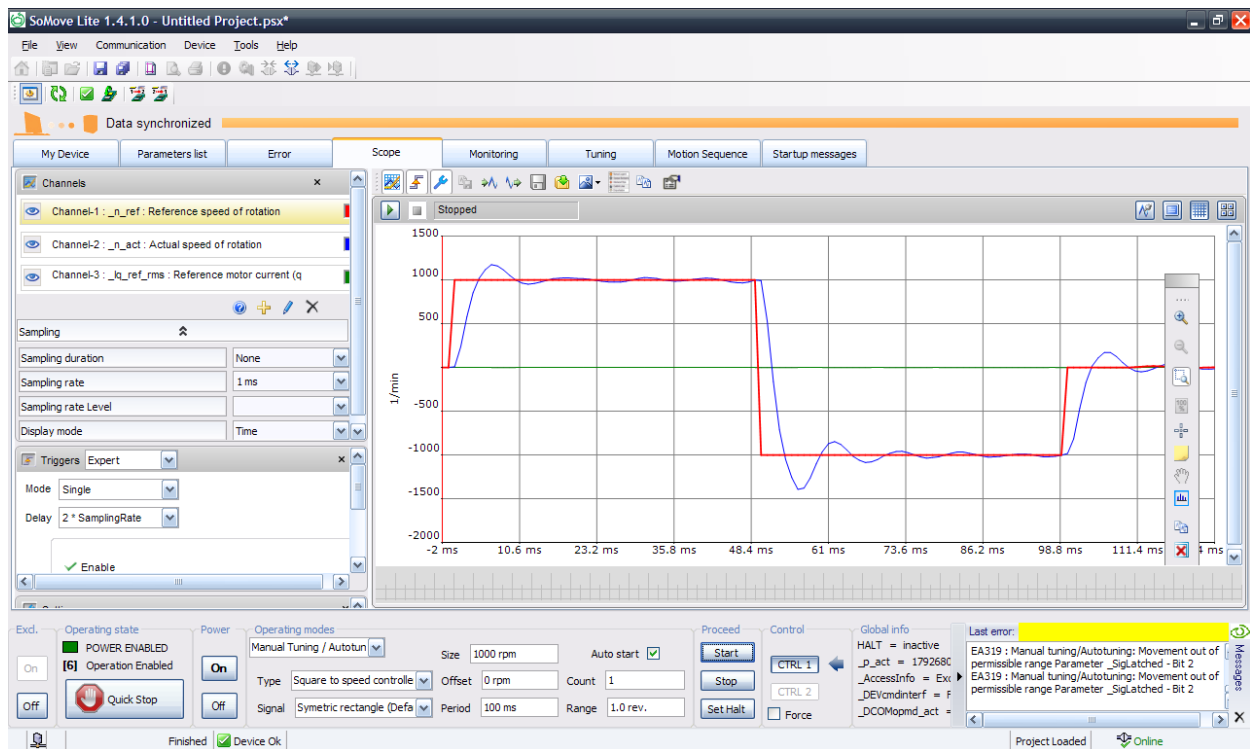
Autotuning određuje moment trenja, kao da je konstantan moment opterećenja, i uzima ga u obzir pri proračunu momenta inercije celokupnog sistema. Autotuning optimizuje podešenja parametra kontrolne petlje. Tokom autotuning-a motor je aktivan i pravi male pomeraje. Primitne su mehaničke oscilacije.

Za optimizaciju kontrolera, treba izabrati mod *Expert Tuning*. Najpre pratiti odziv brzinske petlje, zadavanjem sledećih parametara:

- *Operating mode*: izabrati iz padajućeg menija *Manual tuning/Autotuning*,
- *Type*: izabrati *Square to speed controller*, jer se prati odziv brzinske petlje,
- *Signal*: izabrati *Symetric rectangle (default)*, za pravougaoni referentni signal,
- *Size*: upisati brzinu za koju se snima odziv sistema, 1000 min^{-1} ,
- *Period*: upisati trajanje signala u milisekundama, 100 ms,
- *Count*: upisati 1 za broj ponavljanja.

Nakon izbora opcije u polju *Type*, automatski se pojavljuju veličine koje se prate na osciloskopu u polju *Channels*, kao i podešenja osciloskopa.

Kada je sve podešeno, pokrenuti autotuning na dugme *Start*. Dobija se sledeći grafik odziva po brzini.



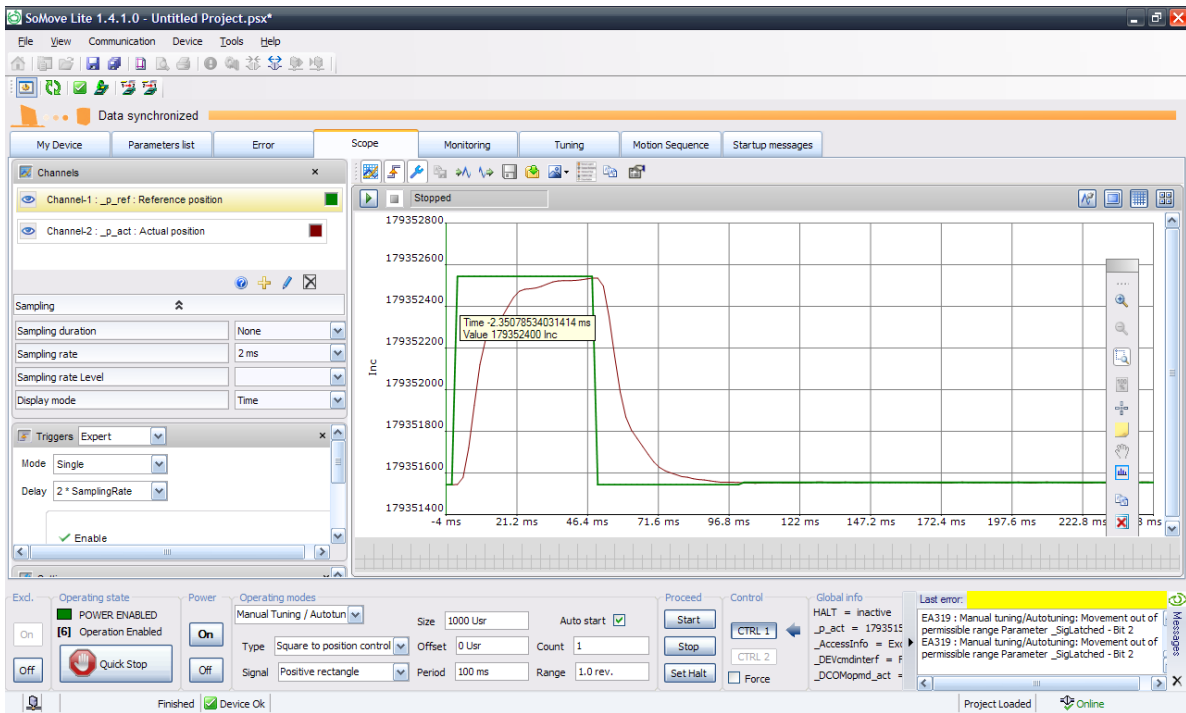
Sl. 15 Tuning brzinske petlje

Za optimizaciju pozicione petlje, uraditi odziv sistema, zadavanjem sledećih parametara u modu *Expert Tuning*:

- *Operating mode*: izabrati iz padajućeg menija *Manual tuning/Autotuning*,
- *Type*: izabrati *Square to position controller*, jer se prati odziv pozicione petlje,
- *Signal*: izabrati *Positive rectangle*, za pozitivni pravougaoni referentni signal,
- *Size*: upisati poziciju za koju se snima odziv sistema, pomeraj za ugao $3,6^\circ$ odnosno 1000 usr,
- *Period*: upisati trajanje signala u milisekundama, 100 ms,
- *Count*: upisati 1 za broj ponavljanja.

Nakon izbora opcije u polju *Type*, automatski se pojavljuju veličine koje se prate na osciloskopu u polju *Channels*, kao i podešenja osciloskopa.

Kada je sve podešeno, pokrenuti autotuning na dugme *Start*. Dobija se sledeći grafik odziva sistema po poziciji.



Sl. 16 Tuning pozicione petlje

Na osnovu snimljenih odziva sistema, mogu se vršiti dodatna podešavanja PID parametara regulatora, prema zahtevima servo pogona. Na primer, ako je potrebno povećati brzinu postizanja referentne veličine, potrebno je povećati vrednost parametra P (pojačanje), kako je prikazano na sledećoj slici.

Name	Value	Description	Min. value	Max. value
CTRL1_KPp	106.2 1/s	Position controller P gain	2.0 1/s	900.0 1/s
CTRL1_KPn	0.0030 A/(1/min)	Velocity controller P gain	0.0001 A/(1/min)	1.2700 A/(1/min)
CTRL1_TIn	5.25 ms	Velocity controller integral action time	0.00 ms	327.67 ms
CTRL1_KFPp	100.0 %	Velocity feed-forward control	0.0 %	200.0 %
CTRL1_TAUref	0.20 ms	Filter time constant of the reference velocity value filter	0.00 ms	327.67 ms
CTRL1_TAUiref	0.20 ms	Filter time constant of the reference current value filter	0.00 ms	4.00 ms
CTRL1_Nf1freq	181.6 Hz	Notch filter 1: Frequency	50.0 Hz	1500.0 Hz
CTRL1_Nf1damp	60.0 %	Notch filter 1: Damping	55.0 %	99.0 %
CTRL1_Nf1bandw	70.0 %	Notch filter 1: Bandwidth	1.0 %	90.0 %
CTRL1_Osupdamp	26.2 %	Overshoot suppression filter: Damping	0.0 %	50.0 %
CTRL1_Osupdelay	4.25 ms	Overshoot suppression filter: Time delay	0.00 ms	75.00 ms
CTRL1_Nf2freq	1499.9 Hz	Notch filter 2: Frequency	50.0 Hz	1500.0 Hz
CTRL1_Nf2damp	60.0 %	Notch filter 2: Damping	55.0 %	99.0 %
CTRL1_Nf2bandw	50.0 %	Notch filter 2: Bandwidth	1.0 %	90.0 %
CTRL1_Kfrc	0.01 Arms	Friction compensation: Gain	0.00 Arms	10.00 Arms

Sl. 17 Podešavanje PID parametara regulatora

Demonstracija osnovnih funkcija upravljanja AC servo motorom

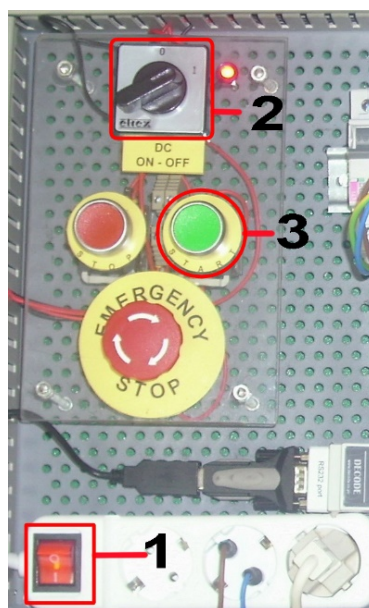
Zadatak

Podesiti servo kontroler prema zahtevima pogona, kako bi se izvršilo upravljanje po poziciji, brzini i momentu.

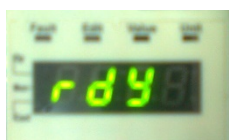
Uputstvo za rad

1. Priprema servo kontrolera

- Uključiti prekidač za napajanje komandnog ormana.
- Postaviti glavni grebenasti prekidač S1 u položaj jedan.
- Pritisnuti taster START za dovođenje kontaktora u provodno stanje, čiji kontakti uključuju napajanje servo kontrolera na konektoru CN1 i napajanje kontrolera sa 24 V jednosmernog napona na konektoru CN2 radi ostvarivanje funkcije STO. Kontaktor je povezan u samodržjećem spoju, tako da i nakon otpuštanja tastera START, špulna kontaktora se napaja preko radnog kontakta i obezbeđuje radni režim kontaktora. Prekidanje radnog režima i držanja kotvi kontaktora je pritiskom na taster STOP.
- Status servo kontrolera biće prikazan na integrisanom HMI interfejsu, i ako ne postoje greške na displeju će biti ispisan status Ready. Izgled displeja na uređaju je prikazan na slici 2.



Sl. 1



Sl. 2

- Pokrenuti program SoMove na računaru, uz uslov da je ostvarena komunikaciona veza između računara i servo kontrolera kako je prikazano u šemi veze preko modbus protokola. Nakon starta programa na početnom prozoru izabrati opciju *Connect*, kako bi uspostavila veza između računara i servo kontrolera. Svi parametri koju su u uređaju mogu se sada pregledati i menjati u zavisnosti od potrebe.
- Pritisnuti dugme ON najpre u delu *Excl.* zatim i u delu *Power* radnog prozora. Time će se omogućiti rad uređaja, u odeljku *Operating state* biće označeno POWER ENABLED, znači da je uključeno napajanje uređaja.

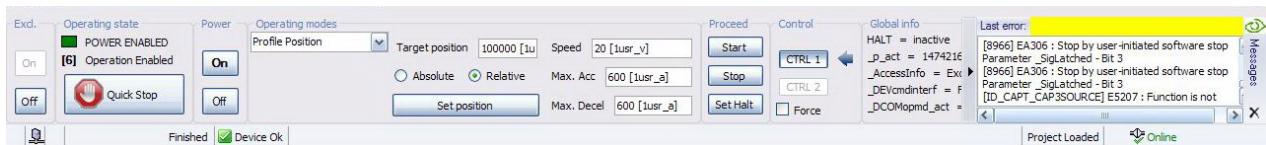
Režim rada po poziciji

Zadatak:

Podesiti servo kontroler da izvrši pozicioniranje osovine motora prema sledećim zahtevima pogona, izvršiti pomeranje osovine za jedan obrtaj odnosno za ugao 360° pri brzini od 5 min^{-1} a nakon toga još jedan pomeraj za ugao od 360° ali pri brzini od 20 min^{-1} .

Podešenja za radni režim pozicioniranja za upravljanje pozicijom motora, prikazana su na slici 3. U polju *Operating modes* izabrati poziciju (Profile Position), u polju *Target position* zadaje se tražena pozicija osovine motora. Pozicija je izražena u broju tačaka. Korisnički definisana jedinica za poziciju (*usr_p*) predstavlja broj tačaka za koji treba da se pomeri osovina motora. Polje *Speed* služi za zadavanje brzine postizanja zadate pozicije. Korisnički definisana jedinica za brzinu (*usr_v*) predstavlja broj obrtaja u minutu.

U poljima *Max.Acc* i *Max.Decel* zadaje se maksimalna vrednost ubrzanja i usporenja.



Sl. 3

Poziciono skaliranje je odnos između broja obrtaja motora i zahtevane korisnički definisane jedinice (*usr_p*).

Faktor pozicionog skaliranja je prikazan sledećom jednačinom:

$$F_{Sp} = \frac{\text{Broj obrtaja motora}}{\text{Broj korisnički definisanih jedinica}} = \frac{1}{usr_p}$$

Faktor skaliranja je podešen parametrima *ScalePOSnum* i *ScalePOSdenom*. Fabričko podešenje je 1 obrtaj motora odgovara 16384 korisničkih jedinica. Korisnički definisana jedinica se može kretati u opsegu od 1 do 2147483647, i mora biti ceo broj. U ovom slučaju je podešena na 100000.

Dakle pošto je u zadatku postavljen zahtev da se izvrši jedan obrtaj, u polju *Target position* zadaje se:

$$\frac{1}{usr_p} = \frac{1}{100000} \cdot x = 1 \Rightarrow x = 100000$$

Za brzinu se u polju *Speed* zadaje 5 min^{-1} a onda 20 min^{-1} . U poljima *Max.Acc* i *Max.Decel* zadaje se 600 korisnički definisanih jedinica, što odgovara ubrzanju od 10 1/s^2 .

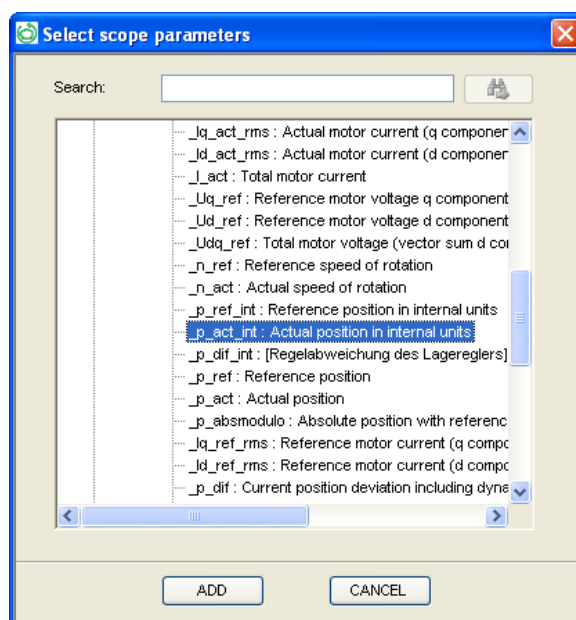
Kada je sve to podešeno pritisnuti dugme Start u odeljku *Proceed*, za pozicioniranje sa prvom brzinom, a nakon toga upisati drugu brzinu i opet pritisnuti dugme start. Time će uređaj izvršiti zadati radni režim, uz poštovanje predhodnih zadatih parametara. Na integrisanom displeju servo kontrolera, biće prikazana statusna poruka *Run*.



Sl. 4

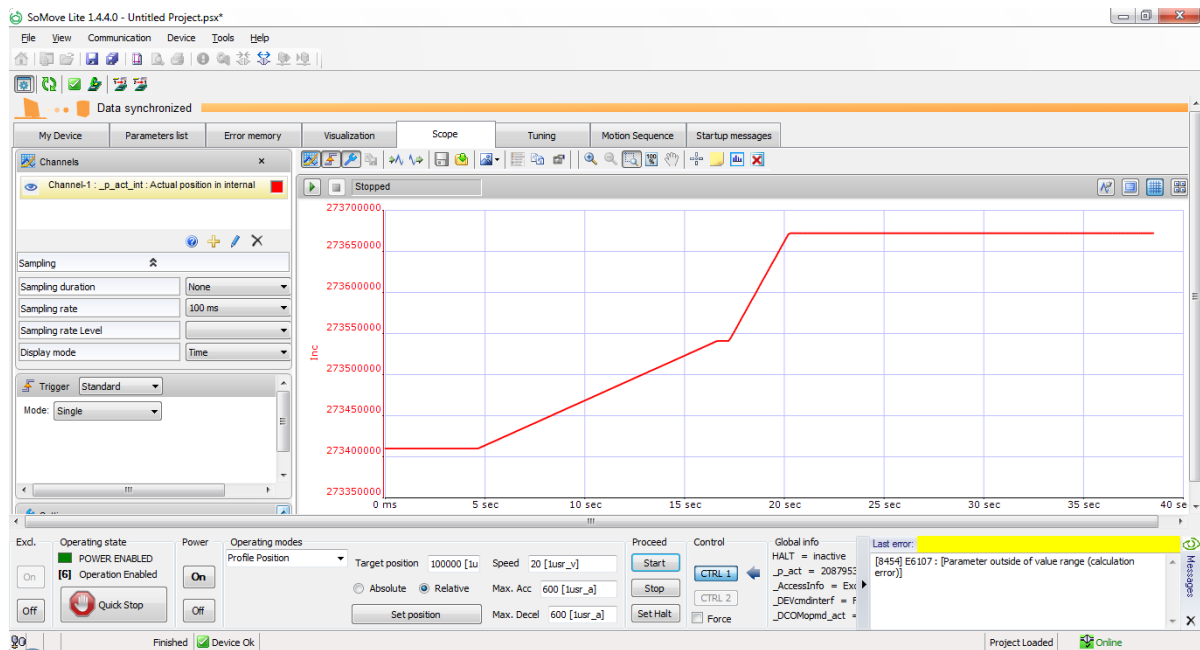
Motor treba da izvrši pomeranje vratila jedan puni krug (znači 360°) pri prvoj brzini i da se zaustavi, a zatim još jedan krug pri drugoj brzini. Grafik pozicioniranja snimiti uz pomoć funkcije *Scope*, na sledeći način:

U tabu *Scope* odabrati parametar koji treba snimiti, klikom na znak plus u odeljku *Channels*, otvara se prozor za dodavanje parametra kanala 1 osciloskopa, u njemu izabrati parametar **Actual position in internal units**.



Sl. 5

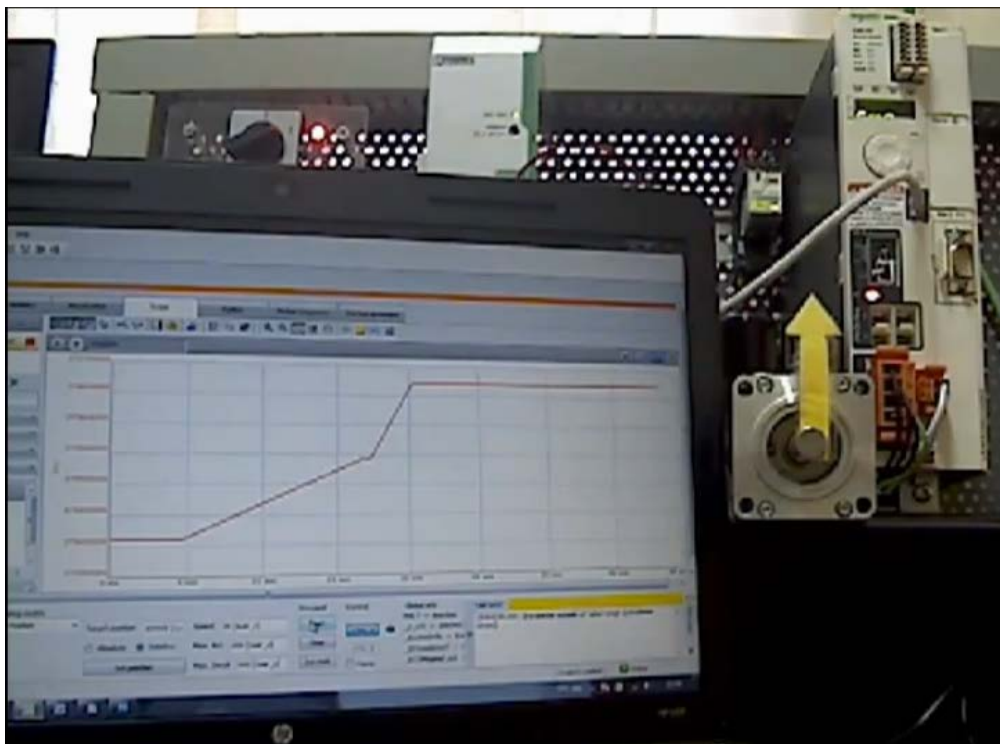
Za vrednost *Sampling rate* upisati vrednost 100 ms. U polju *Triggers* izabrati iz padajućeg menija *Standard*, a za *Mode* postaviti *Auto*. Grafik pozicioniranja snimljen uz pomoć funkcije *Scope* prikazan je na sledećoj slici. Na grafiku se jasno vidi da je u prvom delu postavljena manja brzina postizanja zadatog položaja (veći nagib) a u drugom delu je postavljena veća brzina (manji nagib).



Sl. 6

U slučaju da motor nije tačno izvršio ovu operaciju, proveriti podešenja za *Scaling/ScalePOSdenom*, čija vrednost treba da bude 100000.

Isprobati promenu smera zadavanjem vrednosti pozicije sa negativnim predznakom.

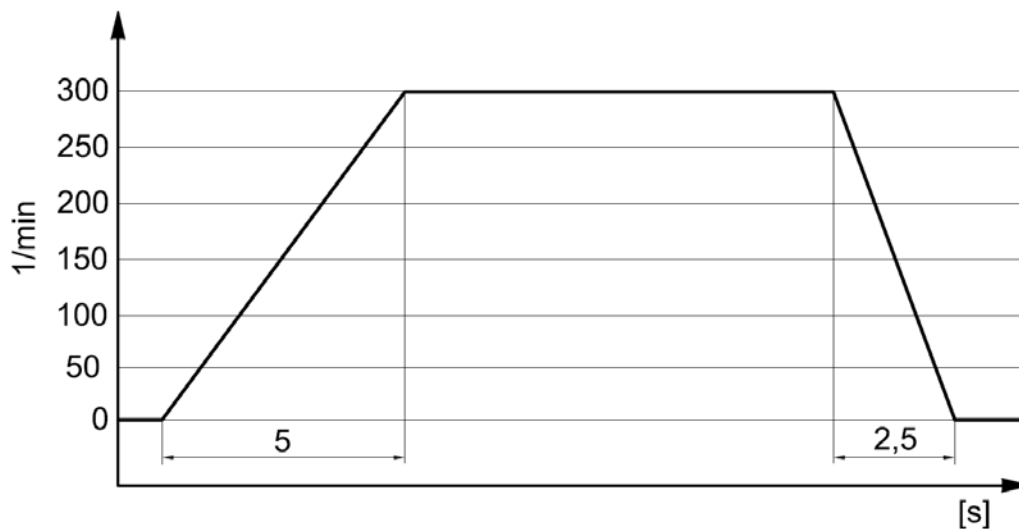


Slika sa [linkom](#) ka video fajlu demonstrira režim rada po poziciji

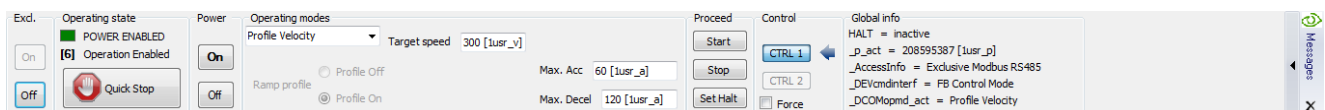
Režim rada po brzini

Zadatak:

Podesiti servo kontroler prema sledećim zahtevima elektromotornog pogona: referentna brzina obrtanja vratila motora treba da bude 300 min^{-1} , vreme polaska odnosno vreme za koje je potrebno da motor postigne zadatu brzinu je 5s, a vreme usporenja odnosno vreme za koje treba da brzina motora bude nula, treba da bude 2,5s. Režim rada pogona prikazan je sledećim dijagramom.



Sl. 7



Sl. 8

Za radni režim u polju *Operating modes* izabrati iz padajućeg menija profil brzine (*Profile Velocity*). Pri zadavanju vrednosti željene brzine treba voditi računa o maksimalno dozvoljenoj brzini upotrebljenog AC sinhronog servo motora, u ovom slučaju je maksimalna brzina 9000 min^{-1} . Ali iz sigurnosnih razloga treba se držati nominalne vrednosi za brzinu od 8000 min^{-1} .

U polju *Target speed*, upisati vrednost željene brzine. U poljima *Max.Acc* i *Max.Decel* zadaje se maksimalna vrednost ubrzanja i usporenja.

Faktor brzinskog skaliranja je prikazan sledećom jednačinom:

$$FS_v = \frac{\text{Broj obrtaja motora u minutu}}{\text{Broj korisnički definisanih jedinica}} = \frac{1}{usr_v}$$

Faktor skaliranja je podešen parametrima *ScaleVELnum* i *ScaleVELdenom*. Fabričko podešenje je 1 obrtaj motora u minutu odgovara 1 korisnički definisanoj jedinici. Korisnički definisana jedinica se može kretati u opsegu od 1 do 2147483647, i mora biti ceo broj. U ovom slučaju je postavljena na jedinicu.

Dakle, pošto je u zadatku postavljen zahtev da se izvrši upravljanje po brzini, u polju *Target speed* zadaje se referentna brzina iz postavke zadatka, što iznosi 300 min^{-1} jer je faktor skaliranja jedan.

Faktor skaliranja za ubrzanje je prikazan sledećom jednačinom:

$$FS_a = \frac{\text{Promena brzine po sekundi}}{\text{Broj korisnički definisanih jedinica}} = \frac{[1/\text{min}/\text{s}]}{1 \text{ usr_a}} = \frac{\left[\frac{1}{60} \text{ s}^2 \right]}{1 \text{ usr_a}} = \left[\frac{1}{60} \frac{1}{\text{s}^2 \text{usr_a}} \right]$$

Prema zahtevu zadatka vreme postizanja referentne brzine dato je i iznosi 5s, dok je vreme usporenja 2,5s. Način proračuna vrednosti korisnički definisane jedinice (koja se unosi u program) za ubrzanje i usporenje (*Max.Acc* i *Max.Decel*):

$$t_p = \frac{n}{a} = \frac{\left[\frac{300}{60} \frac{1}{\text{s}} \right]}{a \left[\frac{1}{\text{s}^2} \right]} \rightarrow a = \frac{n}{t_p} = FS_a \cdot X \rightarrow X = \frac{n}{t_p \cdot FS_a} = \frac{\frac{300}{60} \left[\frac{1}{\text{s}} \right]}{5[\text{s}] \cdot \frac{1}{60} \left[\frac{1}{\text{s}^2 \text{usr_a}} \right]} = 60 \text{ usr_a}$$

U poljima *Max.Acc* i *Max.Decel* zadaje se 60 i 120, respektivno, korisnički definisanih jedinica, što odgovara ubrzanju od 1 1/s^2 , odnosno 2 1/s^2 .

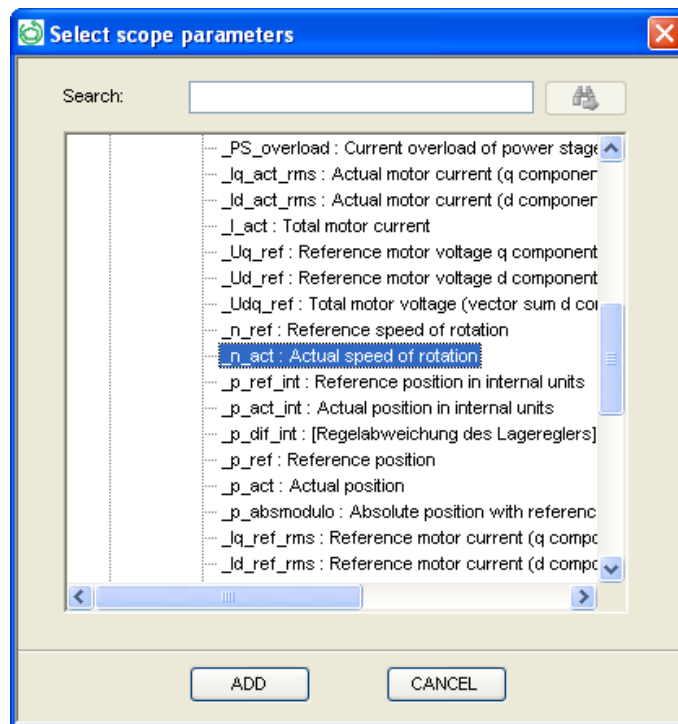
Kada je sve to podešeno pritisnuti dugme Start u odeljku *Proceed*. Time će uređaj izvršiti zadati radni režim, uz poštovanje predhodnih zadatih parametara. Na integrisanom displeju servo kontrolera, biće prikazana statusna poruka *Run*.

Vratilo motora bi trebalo da se okreće zdatom brzinom od 300 min^{-1} .

Proveriti tačnost sistema upravljanja brzinom, merenjem ostvarene brzine na vratilu motora. Ukoliko izmerena vrednost brzine značajno odstupa od zadate vrednosti, potrebno je proveriti podešenja u odeljku *Scaling*.

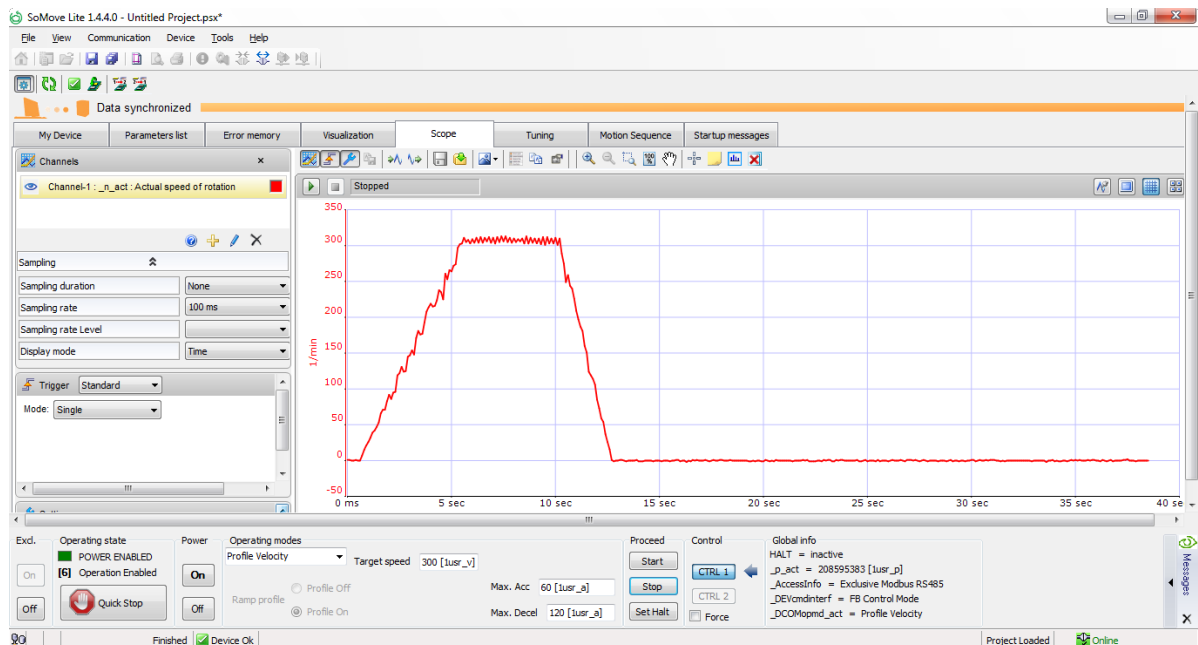
Grafik brzine snimiti uz pomoć funkcije *Scope*, na sledeći način:

U tabu *Scope* odabrati parametar koji treba snimiti, klikom na znak plus u odeljku *Channels*, otvara se prozor za dodavanje parametra kanala 1 osciloskopa, u njemu izabrati parametar **Actual speed of rotation**.

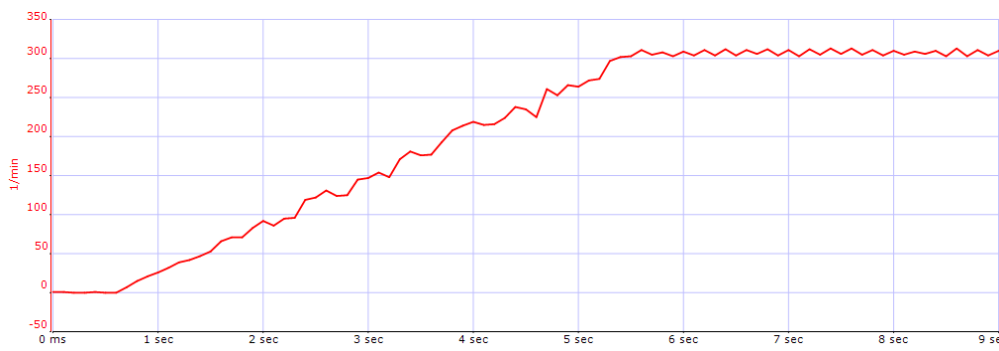


Sl. 9

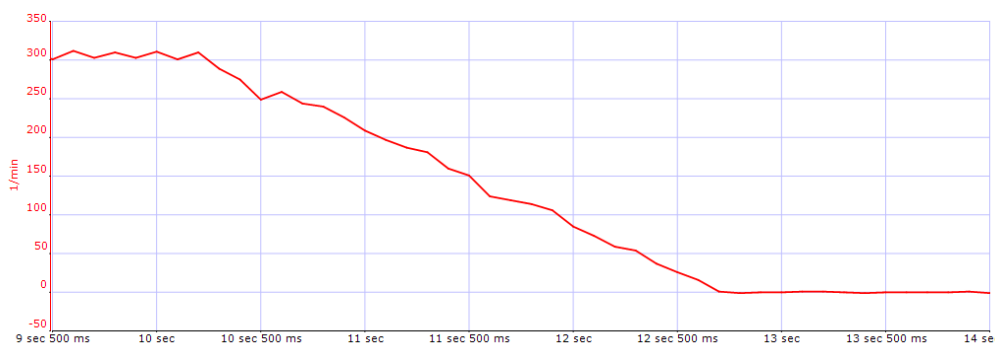
Za vrednost *Sampling rate* upisati vrednost 100 ms. U polju *Triggers* izabrati iz padajućeg menija Standard, a za *Mode* postaviti Single. Grafik pozicioniranja snimljen uz pomoć funkcije *Scope* prikazan je na sledećoj slici.



Sl. 10



Sl. 11 Uzlazna rampa brzine



Sl. 12 Silazna rampa brzine

Na datim graficima može se izmeriti vreme polaska i kočenja i uporediti sa podešenim vrednostima. Isprobati promenu smera zadavanjem vrednosti brzine sa negativnim predznakom.



Slika sa [linkom](#) ka video fajlu demonstrira režim rada po brzini

Režim rada po momentu

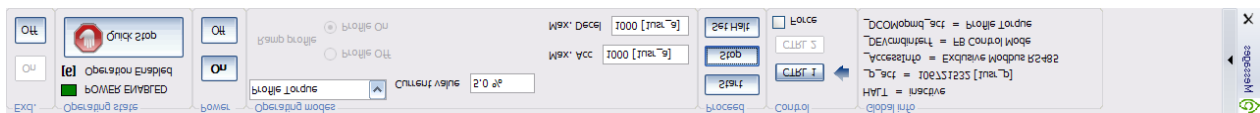
Zadatak:

Podesiti servo kontroler prema sledećim zahtevima elektromotornog pogona:

Referentna vrednost momenta treba da iznosi 2,25 Ncm a ubrzanja 10 1/s². Prikazati na osciloskopu trenutnu vrednost momenta korišćenjem funkcije Scope u programu SoMove.

Za radni režim u polju *Operating modes* izabrati iz padajućeg menija profil momenta (Profile Torque).

U polju *Current value*, upisati vrednost željenog momenta u procentima (0-100% od nominalnog momenta). U poljima *Max.Acc* i *Max.Decel* zadaje se maksimalna vrednost ubrzanja i usporenja.



Sl. 13

Napomena: Prilikom zadavanja vrednosti momenta voditi računa o sledećem: zbog radnih uslova u laboratoriji i nepostojanja opterećenja na osovini motora, razvija se moment samo na savlađivanje sopstvenog momenta usled trenja koji je mali i iznosi oko 1,5% od nominalnog momenta (0,675 Ncm), za $M_n = 0,45 \text{ Nm}$. Tako da motor ne bi ubrzavao do maksimalnih vrednosti, procentualna vrednost koju ne treba prelaziti u ovom režimu je 5%.

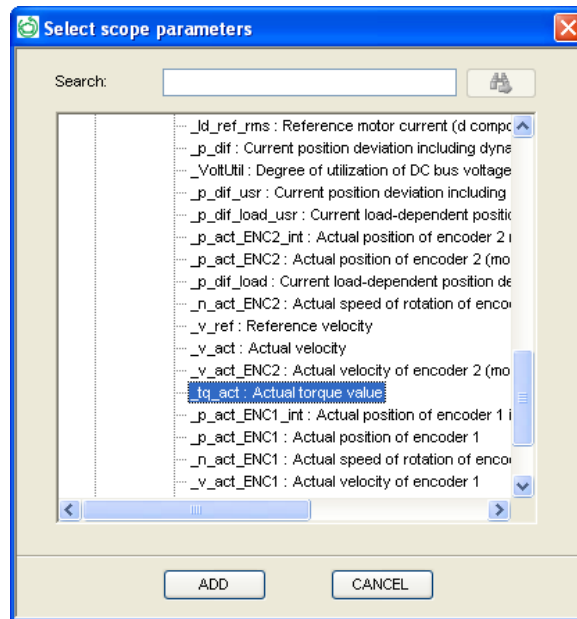
Za datu vrednost momenta sračunati vrednost u procentima koju treba zadati u programu, prema sledećoj formuli:

$$\frac{M}{M_n} \cdot 100 = \frac{2,25 \cdot 10^{-2}}{0,45} \cdot 100 = 5 \%$$

$$a = \frac{n}{t_p} = FSa \cdot X \rightarrow X = \frac{a}{FSa} = \frac{10 \left[\frac{1}{s^2} \right]}{\frac{1}{60} \left[\frac{1}{s^2 \text{usr}_a} \right]} = 600 \text{ usr}_a$$

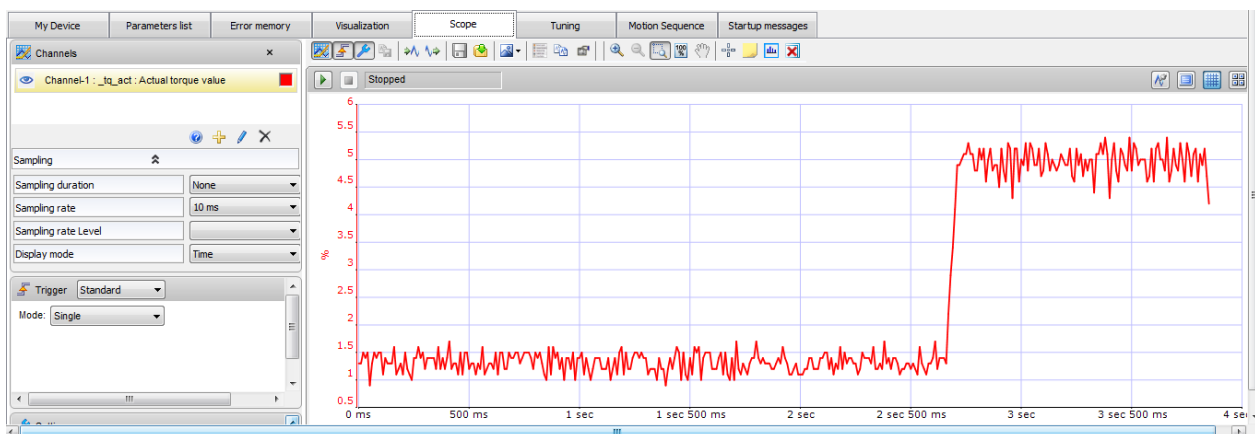
Grafik momenta snimiti uz pomoć funkcije *Scope*, na sledeći način:

U tabu *Scope* odabrati parametar koji treba snimiti, klikom na znak plus u odeljku *Channels*, otvara se prozor za dodavanje parametra kanala 1 osciloskopa, u njemu izabrati parametar **Actual torque value**.



Sl. 14

Za vrednost *Sampling rate* upisati vrednost 10 ms. U polju *Triggers* izabrati iz padajućeg menija Standard, a za *Mode* postaviti Auto. Grafik momenta snimljen uz pomoć funkcije *Scope* prikazan je na sledećoj slici.

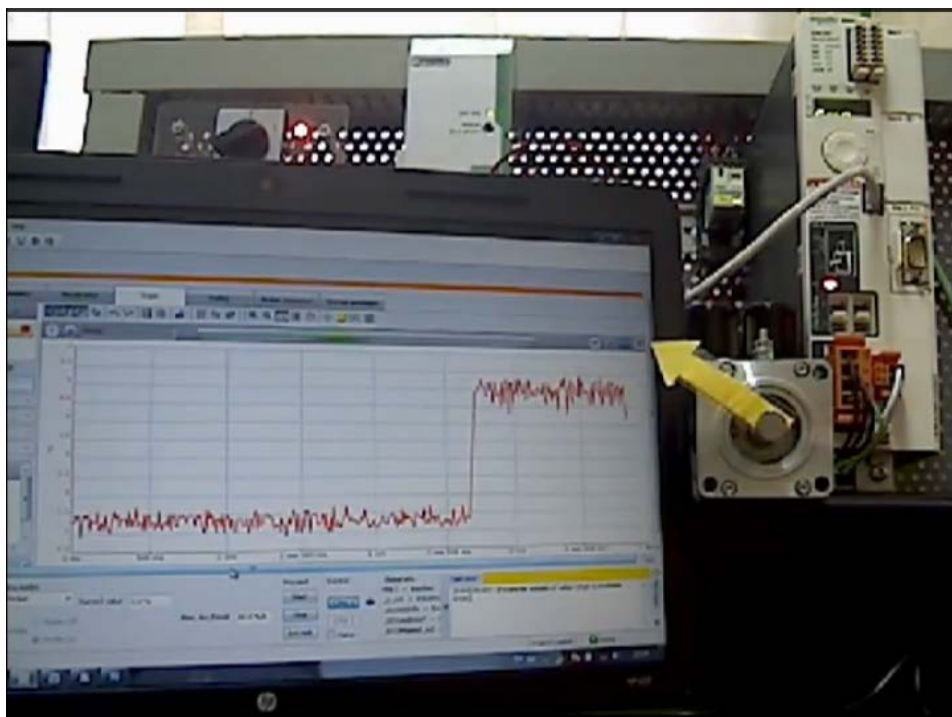


Sl. 15

Na grafiku se može videti da u početku motor razvija moment na savlađivanje sopstvenog momenta usled inercije, koji na grafiku iznosi oko 1,25 %, dok zadati moment oko 5 %. Tačnost prikaza na grafiku zavisi od vremena uzorkovanja (sampling rate).

Po stopiranju radnog režima, potrebno je isključiti napajanje u programu. Pritisnuti dugme Off najpre u delu *Power* zatim i u delu *Excl.* radnog prozora. Time će se omogućiti bezbedna diskonekcija uređaja, klikom na opciju *Disconnect from Device* iz padajućeg menija *Communication*. Mogu se snimiti trenutna podešenja na računar u vidu projekta, koji se može kasnije otvoriti u Offline režimu ili učitati u neki drugi kompatibilan uređaj.

Nakon toga može se bezbedno izaći iz radnog okruženja programa SoMove.



Slika sa [linkom](#) ka video fajlu demonstrira režim rada po momentu