Sadržaj:

Demons	stracija osnovnih funkcija upravljanja AC servo motorom	1
•	Zadatak	1
•	Uputstvo za rad	1
•	Režim rada po poziciji	2
•	Režim rada po brzini	5
•	Režim rada po momentu	9

Demonstracija osnovnih funkcija upravljanja AC servo motorom

Zadatak

1.

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

<u>Uputstvo za rad</u>

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 samodržećem 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.









 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.

Exd.	Operating state	Power	Operating modes			Proceed	Control	Global info	Last error:		0
On	POWER ENABLED [6] Operation Enabled Quick Stop	On	Profile Position	Target position 100000 [1u Absolute ③ Relative Set position	Speed 20 [1usr_v] Max. Acc 600 [1usr_a] Max. Decel 600 [1usr a]	Start Stop Set Halt	CTRL 1	HALT = inactive _p_act = 1474216 _AccessInfo = Exc ▶ _DEVcmdinterf = F _DCOMopmd act =	[8966] EA306 : Stop by use Parameter _SigLatched - Bit [8966] EA306 : Stop by use Parameter _SigLatched - Bit [ID_CAPT_CAP3SOURCE] E	r-initiated software stop t 3 r-initiated software stop t 3 5207 : Function is not	Messages
D	Finis	hed 🖾 D	Device Ok			, <u> </u>		Te name n	Project Loaded	Sonline	X

SI. 3

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

Faktor pozicionog skaliranja je prikazan sledećom jednačinom:

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

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:

 $\frac{1}{\text{usr}_p} = \frac{1}{100000} \cdot x = 1 \implies x = 100000$

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/s².

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*.



SI. 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*.

 	Search:			档
		lq_act_rms: lact: Total lact: Total lact: Total Ud_ref: Ref Udq_ref: Refe n_ref: Refe n_act: Actu p_ref_int: R p_act_int: (F p_act_int: (F p_act: Actu p_absmodul lq_ref_rms: p_dif: Curre	Actual motor curre Actual motor current erence motor volta erence motor voltage (tal motor voltage (erence speed of rotation eference position in cual position in in egelabweichung d rence position al position o : Absolute positic Reference motor of Reference motor of nt position deviatio	ent (q componer ent (d componer ge q component ge d component vector sum d co ation n internal units ernal units les Lagereglers]
	<			>



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).

🖄 SoMove Lite 1.4.4.0 - Untitled Pro	oject.psx*										J _ X _
File View Communication Dev	vice <u>T</u> ools <u>H</u> elp										
â 10 6 1 9 9 10 1 , 8	O 🖣 🌣 😫 速	PO I									
😨 🔮 🔮 😰 🗊											
Data synchronize	ed										
Mu Davidas - Davidas li		Mariatan	Scope	Theology	Marker Commen	Charles					
My Device Parameters II:	st Error memory	visualization			Motion Sequence	Startup messages					
K Channels	×		·∧	a- 🔤 📾 🔤 4	x = La 🕱 <7	-ie 📄 🎹 🗙					
Channel-1 : _p_act_int : Actual p	position in internal	Stopped								N 💷	
		273700000									
	0 L / Y										
Campling 🌢		273650000									
		27200000									
Sampling duration	None	273600000									=
Sampling rate	100 ms •	272550000									
Sampling rate Level		273550000									
Display mode	Time	Ē 273500000									
Trigger Standard 👻	<u>^</u>										
Mode: Single -		273450000									
	=										
		273400000									
	*										
•	•	273350000									
6 • • ···		0 m:	s 5s	ec 10 :	sec 15	sec 2	0 sec	25 sec	30 sec	35 sec	40 se +
Excl Operating state	Power Operating mode				Proceed	Control	Global info	Last own:			
POWER ENABLED	Profile Position	Target or	sition 100000 [1ii	Speed 20 [lusr v]	Start	I	HALT = inactive	[8454] E6107 : [Para	meter outside of val	ue range (calculation	M
On [6] Operation Enabled	On	() about				CTRL 1 🐗 -	_p_act = 2087953 AccessInfo = Ev()	error)]			Desse
Ouick Stop		Absol	ute S Relative	Max. Acc 600 [lusr_	aj stop	CTRL 2	_DEVcmdinterf = F				
	Um		Set position	Max. Decel 600 [1us	r_a] Set Halt	Force ·	_DCOMopmd_act =				- X
90 Finishe	ed 🗹 Device Ok								Project Loade	d 😵 Online	

SI. 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.



<u>Režim rada po brzini</u>

Zadatak:

Exd.

On

Off

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.





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:

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

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:

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

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*):

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

U poljima *Max.Acc* i *Max.Decel* zadaje se 60 i 120, respektivno, korisnički definisanih jedinica, što odgovara ubrzanju od 1 1/s², odnosno 2 1/s².

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 zadatom 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*.



SI. 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.

🖒 SoMove Lite 1.4.4.0 - Untitled Project.psx	c*									
File <u>V</u> iew Communication Device <u>T</u> i	ools <u>H</u> elp									
1 1 2 2 3 4 9	自診診憩理									
🐻 🖸 🜌 🎍 😼 😼										
📄 🐽 🧧 Data synchronized 💻										
My Device Parameters list	Error memory	Visualization	Scope	Funing Motio	n Sequence Start	up messages				
Channels	×			 ™ ₽ Q, Q,	ū 🕱 🕅 🕂 📙	ш 🗙				
Channel-1 : n act : Actual speed of rote	ation	Stopped								R
		350.								
💿 🕂	- / ×	300		~~~~~						
Sampling 🕱			J	1						
Sampling duration None	-	250	1	١						
Sampling rate 100 ms	s 🔻	200	,							
Sampling rate Level	-	لہ ا								
Display mode Time	•	150								
		ا ∧ ا								
Trigger Standard	- A	100								-
Mode: Single 👻	=	50								
		•		L						
		-50								
		0 ms	5 sec	10 sec	15 sec	20 sec	25 se	c 30 s	ec 3	5 sec
<				m						
Excl. Operating state Power	Operating modes				Proceed Contr	ol Globa	al info			
POWER ENABLED	Profile Velocity	 Target speed 30 	0 [1usr_v]		Start		ct = 208595383 [1	usr_p]		
	€ F	Profile Off	Max. Acc	60 [1usr_a]	Stop	_Acce	essInfo = Exclusive	Modbus RS485		
Off Quick Stop Off	Ramp profile	Profile On	Max. De	tel 120 [1usr_a]	Set Halt Fo	rce _DCC	OMopmd_act = Prot	file Velocity		
😵 🔤 D	Device Ok								Project Loaded	Online









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.

Exd.	Operating state	Power -	✓Operating mo	des					Proceed —	~ Cont
	POWER ENABLED		Profile Torque	~	Current value	5.0 %			Start	
On	[6] Operation Enabled	On								СТГ
_			Damp profile	O Profile Of	f		Max. Acc	1000 [1usr_a]	Stop	СТГ
Off	Quick Stop	Off	Ramp profile	Profile On	1		Max. Decel	1000 [1usr_a]	Set Halt	D F

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 $M_n = 0,45$ 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:

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

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

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*.





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.





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