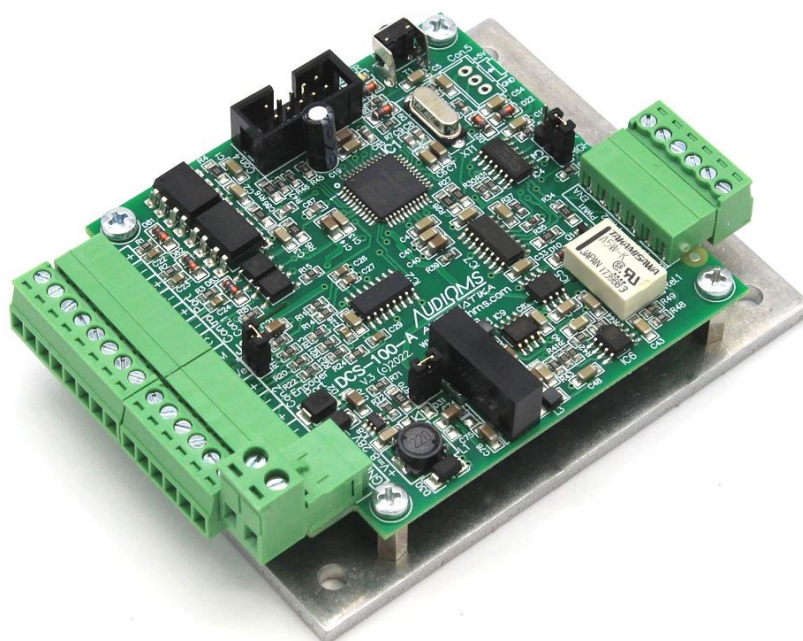


DCS-100-A

SERVO DRAJVER SA ANALOGNIM IZLAZOM $\pm 10V$



Uputstvo za upotrebu

AUDIOMS
AUTOMATIKA

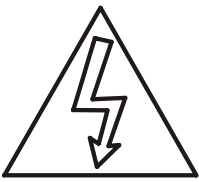
www.audiohms.com

SADRŽAJ

1 BEZBEDNOSNA UPOZORENJA.....	4
2 OPIS	5
2.1 Oblasti primene	5
3 TEHNIČKE KARAKTERISTIKE	6
4 IZGLED DRAJVERA	6
4.1 Kontrol konektor	7
4.1.1 Povezivanje upravljačkog signala na kontrol konektor	7
4.1.2 Upravljanje pomoću PLC-a.....	11
4.1.3 Upravljanje pomoću inkrementalnog enkodera	13
4.2 Konektor za povezivanje inkrementalnog enkodera.....	13
4.3 Konektor za napajanje.....	15
4.4 Konfiguracioni port	15
4.5 Analogni ulaz.....	15
4.6 Izlazni konektor	16
5 Povezivanje servo drajvera	16
5.1 Korak 1.....	16
5.2 Korak 2.....	17
5.3 Korak 3.....	17
5.4 Korak 4.....	18
6 POVEZIVANJE INKREMENTALNIH ENKODERA KOJI ZAHTEVAJU VIŠI NAPON NAPAJANJA OD +5 VDC NA SERVO DRAJVER DCS-100-A	19
7 RESET TASTER.....	20
8 LED INDIKATORI	20
9 ServoTune3 – UPUTSTVO ZA UPOTREBU	21
9.1 Izbor COM porta.....	21
9.2 Podešavanje konstanti PID regulatora	22
9.3 Podešavanje multiplikatora rezolucije inkrementalnog enkodera	23
9.4 Podešavanje multiplikatora koraka	23
9.5 Programiranje enable ulaza drajvera DCS-100-A.....	23
9.6 Snimanje odziva DC motora na step funkcija	24
9.7 Podešavanje vrednosti tracking error offset-a.....	25
9.8 Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora	25
9.9 Snimanje i učitavanje konfiguracije.....	25
9.10 Napredna podešavanja – Advanced Setup	26
9.10.1 Ulazni interfejs – input interface.....	26
9.10.2 Učestanost PWM-a.....	27
9.10.3 Logički nivo na Error izlazu u slučaju greške	28
9.10.4 Digitalni filter za enkoder	28
9.10.5 Detektovanje greške inkrementalnog enkodera	28

9.10.6 Očitavanje napona napajanja DC motora i temperature dražvera (ne za DCS-100-A)	28
9.10.7 Unošenje sigurnosne šifre	29
9.10.8 Izbor opcija glavnog dijagrama	29
9.10.9 Podešavanje maksimalne struje DC motora (ne za DCS-100-A)	29
9.10.10 Snimanje LOG datoteke	30
10 POSTUPAK PODEŠAVANJA KONSTANTI PID REGULATORA	31
10.1 Primer podešavanja konstanti PID regulatora	31
10.2 Automatsko podešavanje PID parametara	32

1 BEZBEDNOSNA UPOZORENJA



Pri radu sa servo drajverom DCS-100-A postoje opasnosti i rizici koji mogu da dovedu do oštećenja opreme, kao i do povreda lica koja se nalaze u okruženju.

Tokom postupka instalacije servo drajvera DCS-100-A potrebno je imati visok nivo znanja iz oblasti elektronike, računarske tehnike i mehanike. Takođe je potrebno pridržavati se mera bezbednosnih pri radu sa visokim naponom i mehaničkim opasnostima uzrokovanih radom sa teškim i opasnim mašinama.



Naponi preko 50VDC mogu biti opasni po život.

Aluminijumski nosač drajvera mora biti propisno uzemljen.

Za napajanje drajvera DCS-100-A koristiti isključivo galvanski izolovana napajanja. Optoizolacioni razmak između ulazno-izlaznih komandnih linija i upravljačke elektronike na štampanoj pločici drajvera (PCB-u) je oko 5 mm.

Za **zaustavljanje u slučaju opasnosti** (eng. **Emergency stop**) preporučuje se da se vrši prekid voda napajanja DC servo motora i, ako je to moguće, uključivanje kočnice motora. U slučajevima opasnosti za zaustavljanje DC motora se ne preporučuje korišćenje opto-izolovanog ENABLE ulaza.

Drajver ne treba koristiti na mestima gde bi njegov otkaz mogao da dovede do opasnosti po bezbednost ljudi, velikih finansijskih gubitaka, ili bilo kojih drugih gubitaka.

Pri radu sa drajverom koristiti sve potrebne mere predostrožnosti.

Ne isključuje se mogućnost da ovaj dokument ima greške. Pri tome proizvođač ne preuzima odgovornost za bilo kakvu štetu prouzrokovanu korišćenjem ovog drajvera, a koja je nastala kao posledica pridržavanja ili ne pridržavanja ovog uputstva za upotrebu.

2 OPIS

DCS-100-A V.3 je drajver upravljani mikrokontrolerom sa opto-izolovanim analognim izlazom $\pm 10V$ za pogon analognih servo drajvera (pojačavača) drugih proizvođača. Pogodan je za retrofit (nadogradnju) CNC mašina starije generacije kod kojih je moguće iskoristiti postojeće robusne drajvere za DC ili AC servo motore sa analognim ulazom.

Drajver je baziran na 16-to bitnom mikrokontroleru u koji je ugrađen PID upravljački algoritam. Kao povratna sprega po poziciji koristi se inkrementalni enkoder sa fazno pomerenim kvadratnim signalom. Interfejs za inkrementalni enkoder omogućava x1, x2 i x4 multiplikaciju rezolucije inkrementalnog enkodera.

Podešavanje svih parametara vrši se pomoću konfiguracionog softvera ServoTune3.

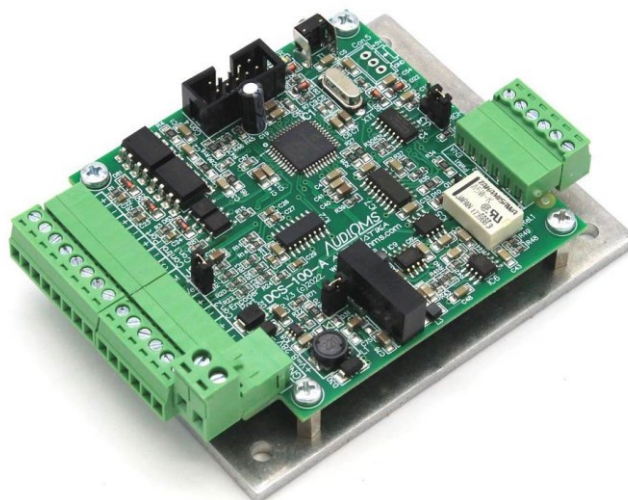
Ulazni interfejs omogućava upravljanje preko opto-izolovanih linija u sledećim modovima:

- STEP/DIR/ENABLE,
- CW/CCW/ENABLE,
- pomoću upravljačkog inkrementalnog enkodera (eng. Encoder follower) u 1x, 2x i 4x dekodovanju ili
- preko analognog ulaza u opsegu 0÷5 V sa i bez povratne sprege (na drajveru se nalazi konektor za povezivanje eksternog potencijometra).

Ugrađen soft start uključuje servo motor 1 s nakon dolaska napona za napajanje.

Drajver ima i opto-izolovani izlaz Tracking Error koji se aktivira ako se prekorači podešena vrednost tracking error offset-a. Taj izlaz se može iskoristiti za aktiviranje kola za isključenje napajanja servo motora.

Za napajanje se koristi jednostruki izvor napajanja 8÷24 VDC. Drajver ima ugrađenu zaštitu od obrnutog polariteta.



2.1 Oblasti primene

- Retrofit CNC mašina
- Koordinatni stolovi
- Pozicioniranje
- Roboti
- Obuka

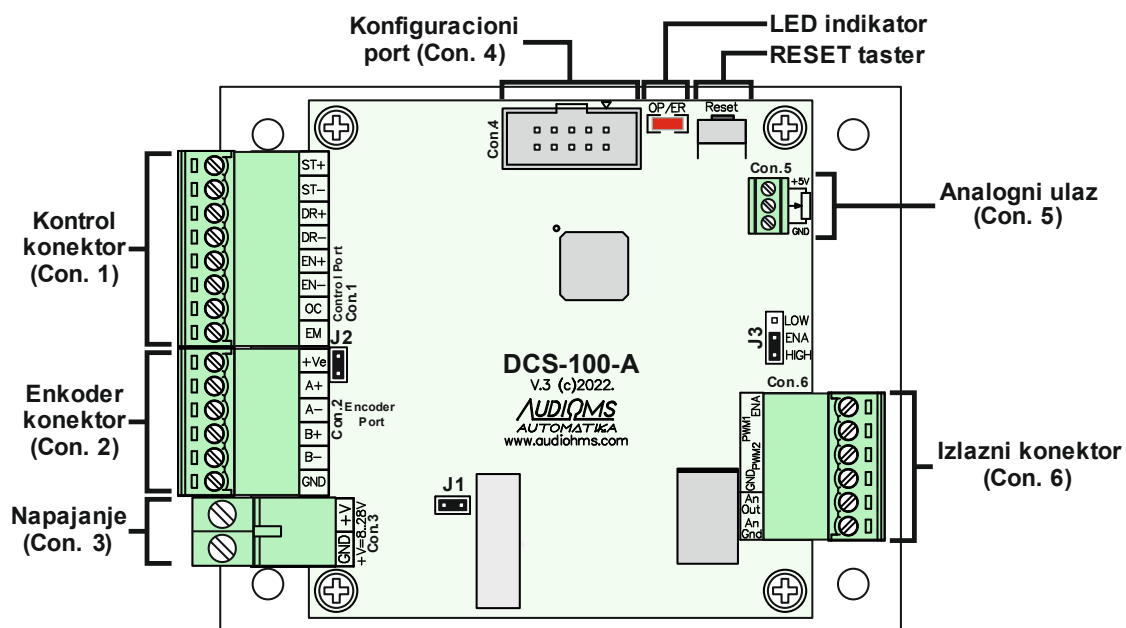
3 TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Tip	DC Servo drajver sa opto-izolovanom analognim izlazom $\pm 10V$, zatvorenom petljom upravljanja i PID upravljačkim algoritmom
Broj osa	1
Ulazni interfejs	Digitalni modovi upravljanja preko opto-izolovanih linija STEP/DIR/ENA, CW/CCW/ENA i Encoder follower (1x, 2x i 4x) Analogni 0÷5 V sa i bez povratne sprege
Učestanost STEP komande	< 600 kHz
Širina ulaznog impulsa	> 0,5 μs
Struja po ulaznoj liniji	~10 mA na 5 V
Izlaz	Optoizolovani analogni $\pm 10V$ (maksimalno do $\pm 10,3V$)
Dodatni izlazi	- opto-izolovani Tracking Error - dva fazno pomena PWM signala (TTL) i - Enable izlaz (TTL)
Povratna sprega	Inkrementalni enkoder sa fazno pomeranim kvadratnim izlazima
Rezolucija inkrementalnog enkodera	$\times 1$, $\times 2$ i $\times 4$, softversko podešavanje
Napajanje inkrementalnog enkodera	Izvor na drajveru +5 V DC / 250 mA
Podešavanje parametara	Preko IDC10 konektora i izolacionog USB interfejsa za programiranje IPI-USB
Napon napajanja	8÷24 VDC, 500 mA (ugrađena zaštita od obrnutog polariteta)
Dimenzije (Š x D x V)	102 mm x 77 mm x 31 mm
Masa	~150 g

NAPOMENA: Navedene specifikacije se mogu menjati bez prethodne najave

4 IZGLED DRAJVERA

Drajver DCS-100-A ima na sebi 6 konektora koji su obeleženi od Con.1 do Con.6 (Slika 4.1).



Slika 4.1 Izgled drajvera DCS-100-A sa pozicijama konektora

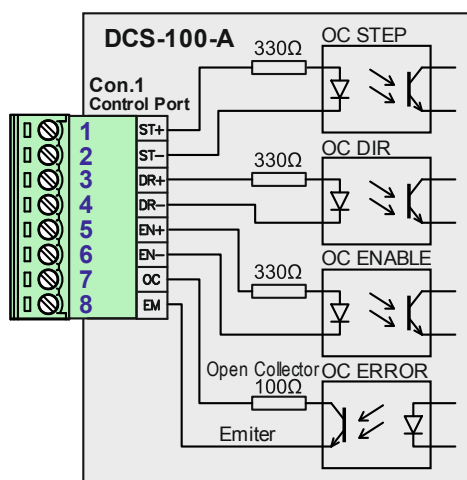
4.1 Kontrol konektor

Preko 8-mo pinskog razdvojnog konektora (kontrol konektor – Con.1) dovode se digitalne upravljačke linije (STEP/DIR/ENA, CW/CCW/ENA ili sa upravljačkog inkrementalnog enkodera). Pored toga na ovom konektoru se nalazi i Tracking Error izlaz koji se aktivira kada se prekorači vrednost tracking error offset-a.

Tabela 4.1 daje opis pinova na konektoru Con.1 dok Slika 4.2 daje shematski prikaz pinova na konektoru Con.1.

Tabela 4.1 Opis pinova kontrol konektora 8-mo pinskog konektora (Con.1)

Pin br.	Modovi digitalnog upravljanja			ULAZ / IZLAZ
	STEP/DIR/ENABLE	CW/CCW/ENABLE	Encoder follower	
1	STEP +	CW +	A +	Ulaz 1
2	STEP –	CW –	GND	
3	DIR +	CCW +	B +	Ulaz 2
4	DIR –	CCW –	GND	
5	ENABLE +			Ulaz 3
6	ENABLE –			
7	Error izlaz (Tracking Error – open collector)			Izlaz 1
8	Error izlaz (emitter)			



Slika 4.2 Shematski prikaz opto-izolovanih ulaza i izlaza

Na ulazu optokaplera za STEP, DIR i ENABLE upravljačkih signala nalaze se otpornici od 330 Ω koji ograničavaju struju od ~10 mA na komandnom naponu od 5 V (TTL logički nivo).

Ako je naponski nivo logičkih kontrolnih komandi viši, tada je na linije 1, 3 i 5 na konektoru Con.1 potrebno postaviti dodatne otpornike kako bi se obezbedilo da struja ne pređe 15 mA.

PRIMER: Ako se za upravljanje drajvera DCS-100-A koristi PLC sa logičkim nivoima od 24 V DC, tada je potrebno na svaku od linija 1, 3 i 5 na konektoru Con.1 postaviti na red otpornik od 2,2 kΩ.

Ovde je neophodno napomenuti da je na liniji Tracking Error (Pin 7 na konektoru Con.1) potrebno postaviti eksterni pull-up otpornik.

Optoizolacioni razmak između ulazno-izlaznih komandnih linija kontrol konektora i upravljačke elektronike na štampanoj pločici drajvera (PCB-u) je oko 5 mm.

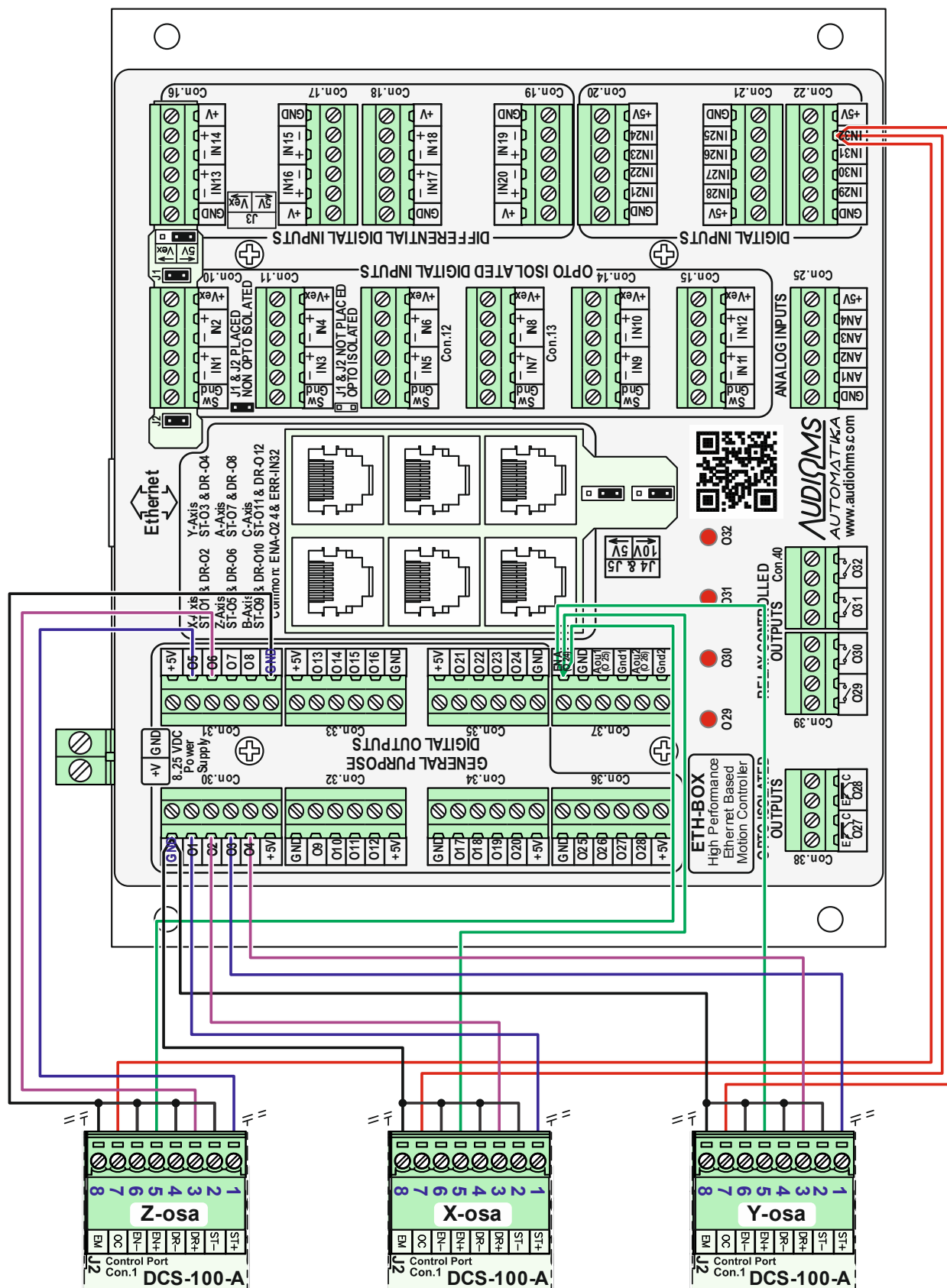
4.1.1 Povezivanje upravljačkog signala na kontrol konektor

Servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A može da se upravlja sa kompletnom linijom Audiohms kontrolera kretanja.

Slika 4.3 daje preporučeni način povezivanja ETH-BOX kontrolera kretanja sa tri (opciono je moguće povezati dva do šest) servo drajvera DCS-100-A. Kao STEP/DIR komande su iskorišćeni izlazi O1-O6, dok

je ENA izlaz zajednički (O24). Error izlaz sa svih servo drajvera DCS-100-A je zajednički i doveden je na ulaz IN32 ETH-BOX kontrolera kretanja.

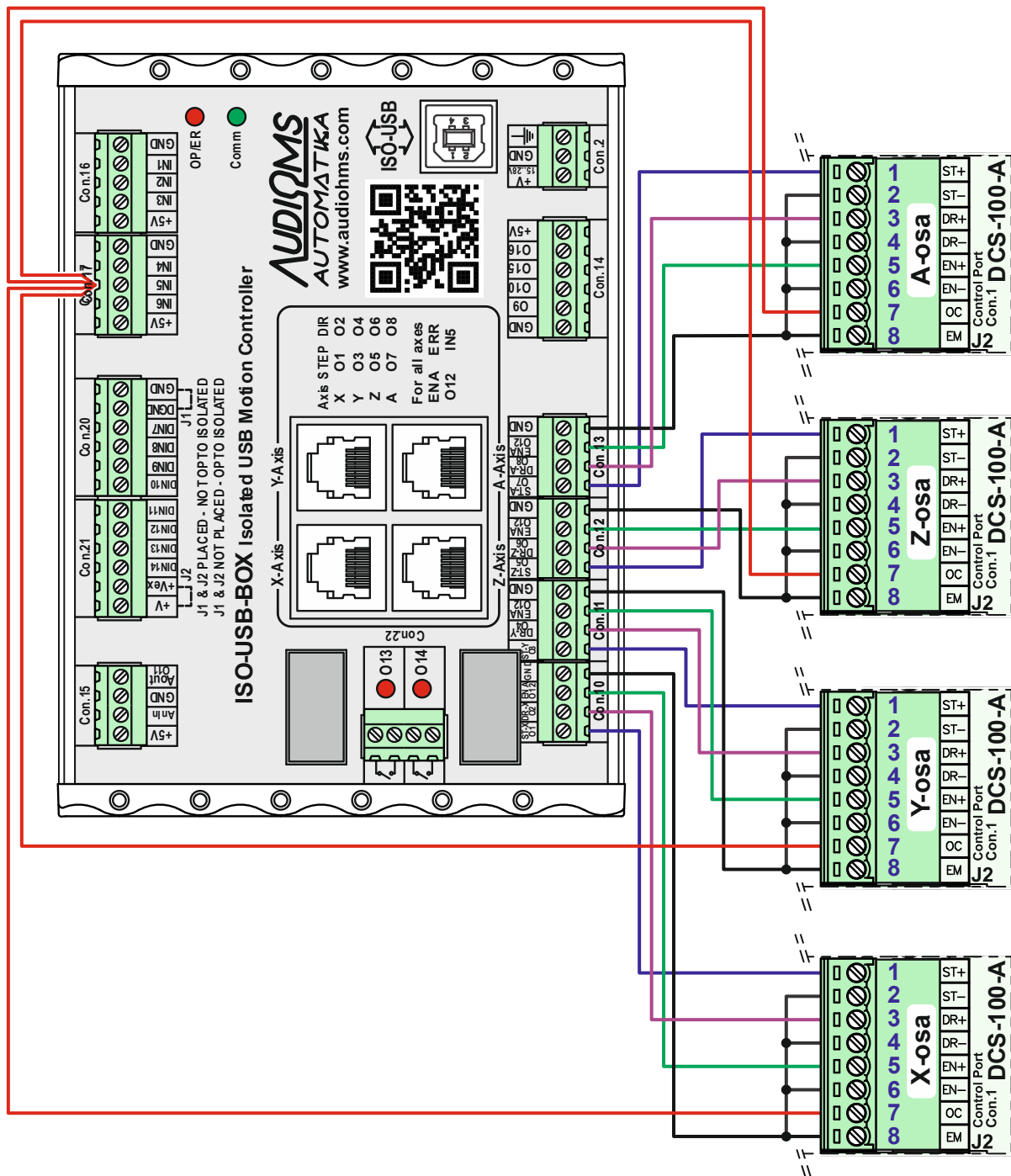
Više detalja o kontroleru kretanja ETH-BOX potražite u uputstvu za upotrebu pomenutog proizvoda.



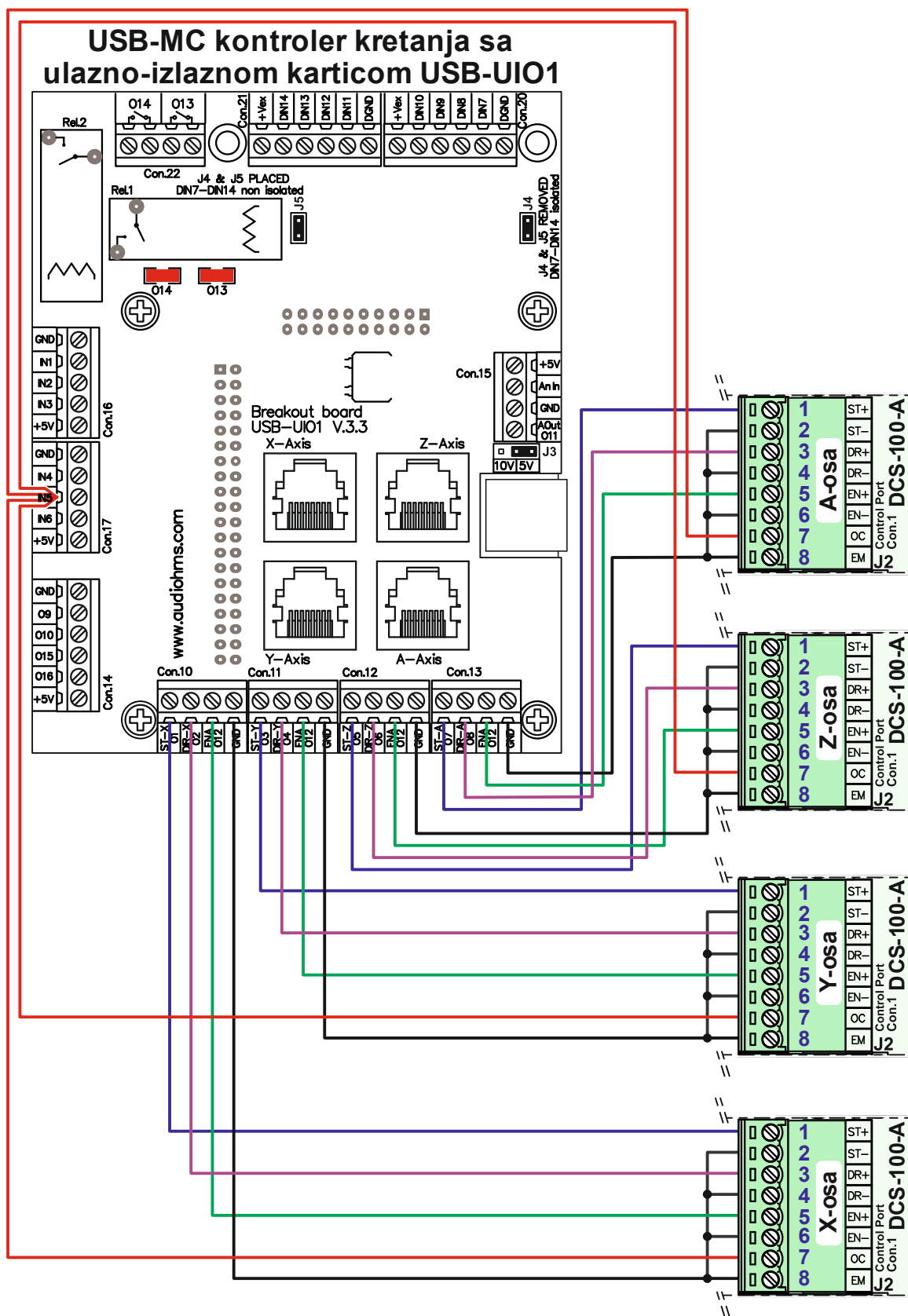
Slika 4.3 Upravljački sistem sa ETH-BOX kontrolerom kretanja

Slika 4.4 i Slika 4.5 daju preporučeni način povezivanja ISO-USB-BOX kontrolera kretanja, kao i USB-MC kontrolera kretanja i ulazno-izlazne kartice USB-UIO1 sa četiri (opciono je moguće povezati dva do šest) DC servo drajvera DCS-100-A. Kao STEP/DIR komande su iskorišćeni izlazi O1-O8, dok je ENA izlaz zajednički (O12). Error izlaz sa svih servo drajvera DCS-100-A je zajednički i doveden je na ulaz IN5 ISO-USB-BOX kontrolera kretanja.

Više detalja o kontroleru kretanja ISO-USB-BOX, kao i o kontroleru kretanja USB-MC i ulazno-izlaznoj kartici UIB-UIO1 potražite u uputstvu za upotrebu pomenutih proizvoda.



Slika 4.4 Upravljački sistem sa ISO-USB-BOX kontrolerom kretanja

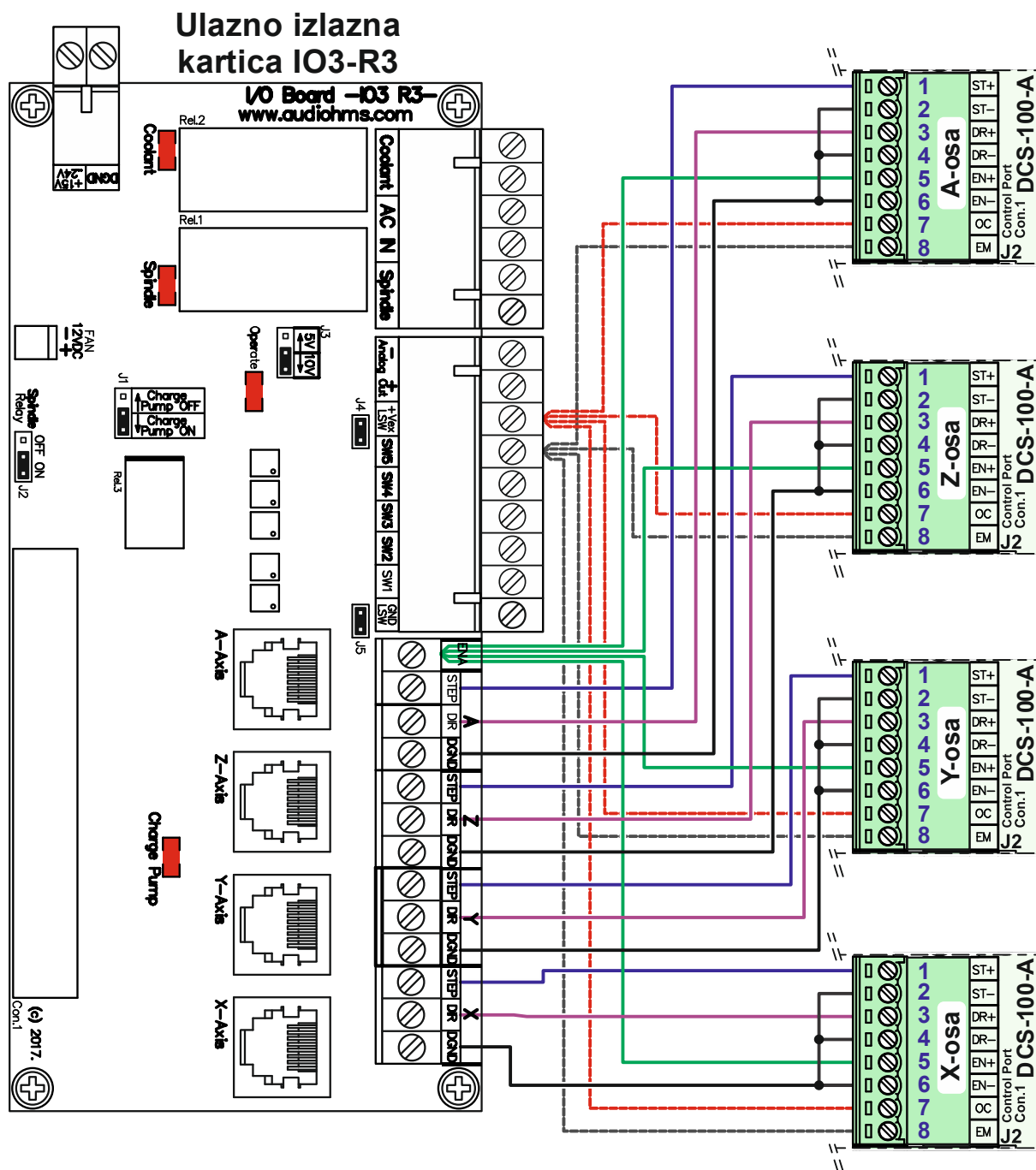


Slika 4.5 Upravljački sistem sa USB-MC kontrolerom kretanja i ulazno-izlaznom karticom USB-UIO1

Slika 4.6 daje preporučeni način povezivanja ulazno-izlazne kartice IO3-R3 sa četiri (opciono je moguće povezati dva ili tri) DC servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A. Kao STEP/DIR komande su iskorišćeni izlazi O2-O9, dok je ENA izlaz zajednički.

Error izlaz sa svih servo drajvera DCS-100-A je zajednički i doveden je na ulaz SW5 (IN5) ulazno-izlazne kartice IO3-R3 (prikazano isprekidanim linijama).

Više detalja potražite u uputstvu za upotrebu ulazno-izlazne kartice IO3-R3.



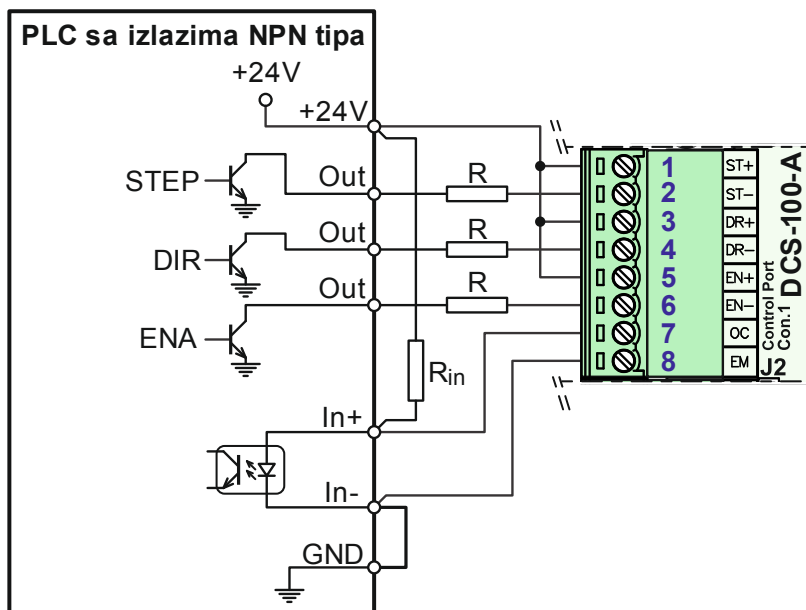
Slika 4.6 Upravljački sistem sa ulazno-izlazno karticom IO3-R3

4.1.2 Upravljanje pomoću PLC-a

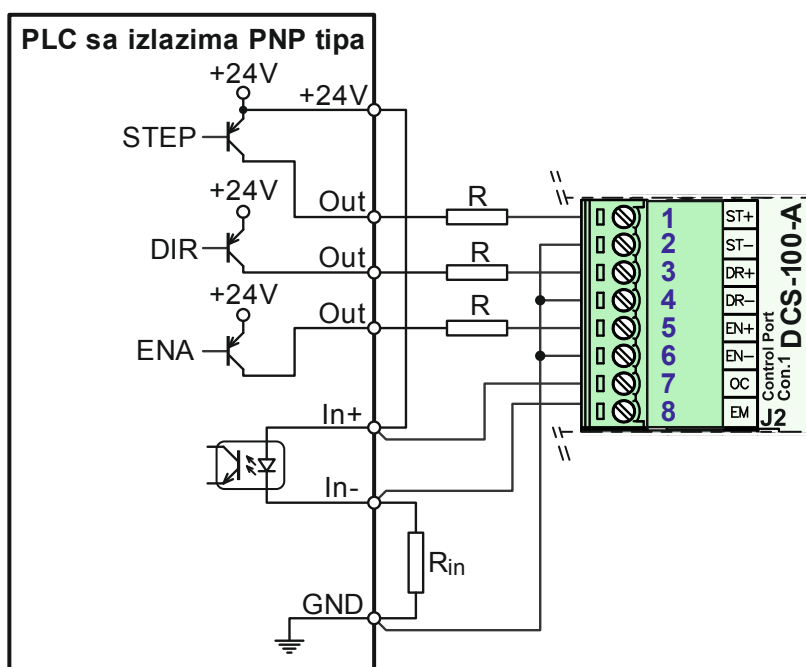
Servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A može da se upravlja i preko PLC-a koji imaju mogućnost generisanja željenih profila kretanja. Povezivanje je moguće na oba tipa PLC-a, sa izlazima NPN tipa (Slika 4.7), kao i sa izlazima PNP tipa (Slika 4.8). Potrebno je napomenuti da je ulazni interfejs (Control port) servo drajvera DCS-100-A moguće konfigurisati da prima sledeće modove upravljanja:

- STEP/DIR,
- CW/CCW i
- preko inkrementalnog enkodera (eng. Encoder follower ili eng. Quadrature encoder).

PLC-i uglavnom imaju logičke naponske nivoe od 24V, tako da je potrebno dodati po jedan otpornik na STEP, DIR i ENABLE linije. Otpornike R treba dimenzionisati tako da struja po STEP, DIR i ENABLE linijama ne pređe 15 mA. U slučaju logičkog naponskog nivoa od 24V, vrednost otpornika R (Slika 4.7 i Slika 4.8) treba da bude 1,2–2,4 k Ω .



Slika 4.7 Povezivanje na PLC sa izlazima NPN tipa



Slika 4.8 Povezivanje na PLC sa izlazima PNP tipa

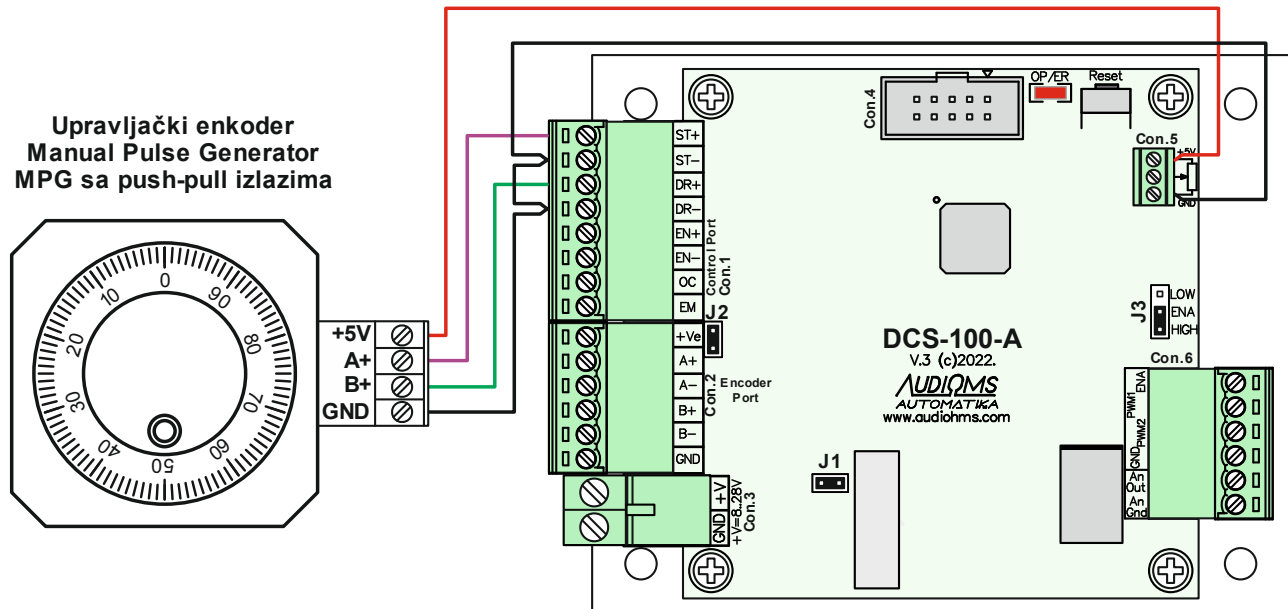
Slika 4.7 i Slika 4.8 takođe prikazuju dve opcije povezivanja optoizolovanog digitalnog izlaza sa servo drajvera DCS-100-A. Digitalni izlaz sa servo drajvera DCS-100-A prikazuje status greške drajvera. Otpornik R_{in} (Slika 4.7 i Slika 4.8) određuje struju ulazne diode na optoizolatoru PLC-a; okvirno može da bude u granicama 1,2–2,4 k Ω .

4.1.3 Upravljanje pomoću inkrementalnog enkodera

Pored STEP/DIR upravljanja, ulazni port servo drajvera DCS-100-A može da bude konfigurisan da primi CW/CCW, kao i enkoderski signal. Podešavanje ulaznog interfejsa je detaljnije opisan u poglavlju 9.10.1.

Slika 4.9 daje predlog povezivanja inkrementalnog enkodera (eng. Manual Pulse Generator) kao generatora upravljačkog signala (eng. Quadrature encoder signal). U ovom slučaju inkrementalni enkoder se napaja sa internog izvora napajanja +5V sa servo drajvera DCS-100-A koji je dostupan na Con.5.

NAPOMENA: Na konektoru Con.5 je dostupan izvor napajanja od 5V / 100mA.



Slika 4.9 Upravljanje drajverom DCS-100-A pomoću inkrementalnog enkodera

4.2 Konektor za povezivanje inkrementalnog enkodera

Za povratnu spregu po poziciji koristi se inkrementalni enkoder koji se na servo drajver DCS-100-A povezuje preko enkoder konektora (Slika 4.1 – konektor Con.2). Tabela 4.2 daje prikaz funkcije pinova ovog 6-to pinskog konektora.

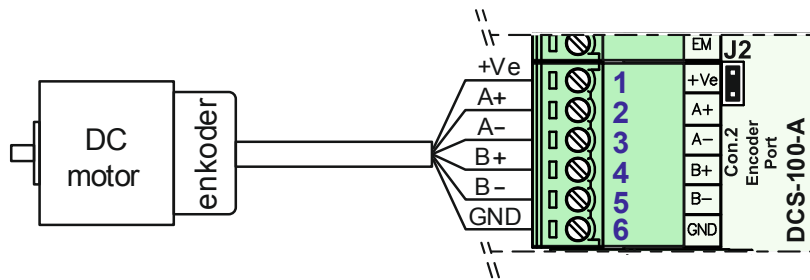
Tabela 4.2 Opis pinova 6-to pinskog enkoder konektora (Con.2)

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	+Ve	Izvor napajanja enkodera +5 VDC / 250 mA max	Povezivanje inkrementalnog enkodera
	2	A+	A kanal enkodera pull-up otpornik 4,7 kΩ ka +Ve	
	3	A-	A\ kanal enkodera	
	4	B+	B kanal enkodera pull-up otpornik 4,7 kΩ ka +Ve	
	5	B-	B\ kanal enkodera	
	6	GND	GND – Enkoder	

Koristiti inkrementalni enkoder sa kvadratnim fazno pomeranim TTL izlazima. Na drajveru se nalazi izvor napajanja za inkrementalni enkoder +5 V / 250 mA max.

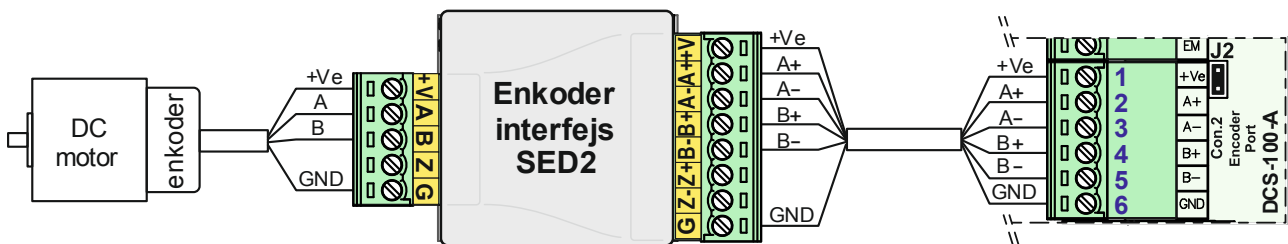
Kao povratnu spregu po poziciji preporučuje se korišćenje inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim (komplementarnim) izlazima (A+, A-, B+ i B- izlazima, Slika 4.10).

Da bi se smanjio uticaj visokofrekventnih električnih smetnji preporučuje se korišćenje oklopljenog (šildovanog) kabla za vezu inkrementalnog enkodera. Kabel za povezivanje inkrementalnog enkodera ne bi trebalo da bude duži nego što konkretna aplikacija zahteva.



Slika 4.10 Povezivanje inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim (komplementarnim) izlazima na servo drajver DCS-100-A

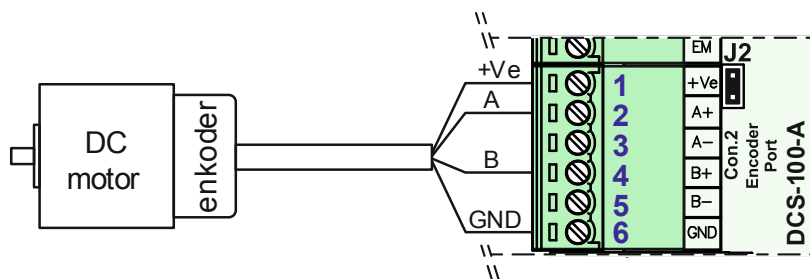
Za povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (eng. single-ended) izlazima na servo drajver DCS-100-A preporučuje se korišćenje SED2 enkoder interfejsa (Slika 4.11). Enkoder interfejs SED2 je linijski drajver koji nesimetrični (eng. single-ended) ulazni signal (A, B i Z) sa inkrementalnog enkodera pretvara u diferencijalne (komplementarne) izlaze (A+, A-, B+, B-, Z+ i Z-). Za rad servo drajvera DCS-100-A koriste se A+, A-, B+ i B- izlazi.



Slika 4.11 Povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima na servo drajver DCS-100-A pomoću SED2 enkoder interfejsa – **preporučeni način vezivanja**

Inkrementalni enkoder sa nesimetričnim (single-ended) izlazima može da se poveže direktno na servo drajver DCS-100-A (Slika 4.12).

NAPOMENA: Povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima na servo drajver DCS-100-A (Slika 4.12) se NE PREPORUČUJE ZA VEĆE DUŽINE KABLOVA.



Slika 4.12 Povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima na servo drajver DCS-100-A – **ne preporučuje se**

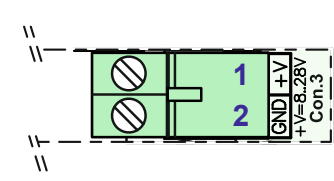
4.3 Konektor za napajanje

Napajanje drajvera DCS-100-A vrši se preko konektora Con.3 (Slika 4.1 i Tabela 4.3).

Izvor napajanja servo drajvera DCS-100-A treba da bude od 8÷24 V DC / 500 mA ili više. Nije potrebno da ovaj izvor bude stabilisan, već je dovoljno da je nakon ispravljanja filtriran elektrolitskim kondenzatorom minimalne kapacitivnosti od 470 µF do 1000 µF.

Drajver DCS-100-A ima zaštitu od obrnutog (inverznog) polariteta.

Tabela 4.3 Opis pinova 2-vo polnog konektora Con.3

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
1	+V	Napajanje +8÷24 V DC / 500 mA	Napajanje servo drajvera	
2	GND	GND		

4.4 Konfiguracioni port

Podešavanje parametara (konstante PID kontrolera, rezolucija enkodera, tracking error offset-a i dr.) vrši se pomoću izolacionog interfejsa za programiranje IPI-USB i konfiguracionog softvera ServoTune3.

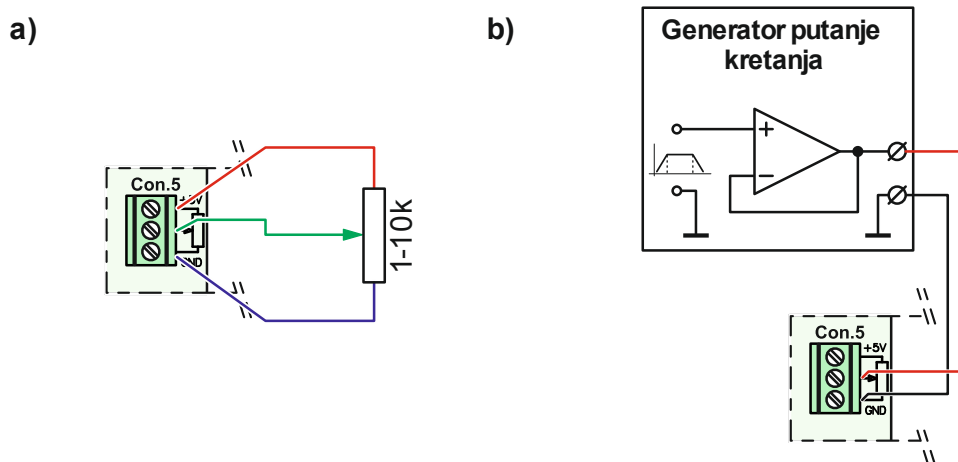
Interfejs za programiranje IPI-USB se povezuju na servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A preko konfiguracionog porta koji je označen kao Con.4 (Slika 4.1, 10-to pinski IDC konektor).

4.5 Analogni ulaz

Servo drajver DCS-100-A ima mogućnost upravljanja preko naponske reference od 0÷5 V koja se dovodi na analogni ulaz (Slika 4.1, konektor Con.5). Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potencijometar nazivne otpornosti 1÷10 kΩ (Slika 4.13.a).

NAPOMENA: Na konektoru Con.5 je dostupan izvor napajanja od 5V / 100 mA.

Slika 4.13.b daje prikaz generisanja profila brzine kretanja motora putem eksternog generatora kretanja. Napon na izlazu generatora kretanja ne sme da pređe 5 V DC.



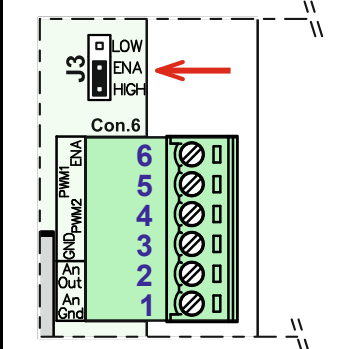
Slika 4.13 Generisanje naponske reference na analognom ulazu servo drajvera DCS-100-A preko, a) eksternog potencijometra i b) generatora putanje kretanja

4.6 Izlazni konektor

Analogni izlaz ± 10 V, kao i dodatni izlazi PWM1, PWM2 i ENA nalaze se na konektoru Con.6 (Slika 4.1 i Tabela 4.4).

Tabela 4.4 Opis funkcije pinova konektora Con.6

Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
6	ENA	ENA (Enable) izlaz	PWM i ENA izlazi koji mogu da se koriste za upravljanje drajvera koji zahtevaju ovaj tip upravljačkog signala. Nisu galvanski izolovani od mase napajanja sa Con.3
5	PWM1	PWM1 izlaz	
4	PWM2	PWM2 izlaz	
3	GND	GND dodatnih izlaza	
2	AOut	Analogni izlaz ± 10 V	Analogni izlaz ± 10 V Galvanski izolovan od mase napajanja sa Con.3
1	AGND	GND analognog izlaza	



NAPOMENA: Masa analognog izlaza AGND i masa dodatnih izlaza GND su galvanski izolovane.

Pomoću kratkospojnika J3 se definiše da li će ENA izlaz (Tabela 4.4, Pin br. 6 na konektoru Con.6) da ima pozitivni logiku (pozicija kratkospojnika J3 HIGH) ili negativnu (invertovanu) logiku (pozicija kratkospojnika J3 LOW). Pozicija kratkospojnika J3 je obeležena crvenom strelicom (Tabela 4.4).

5 Povezivanje servo drajvera

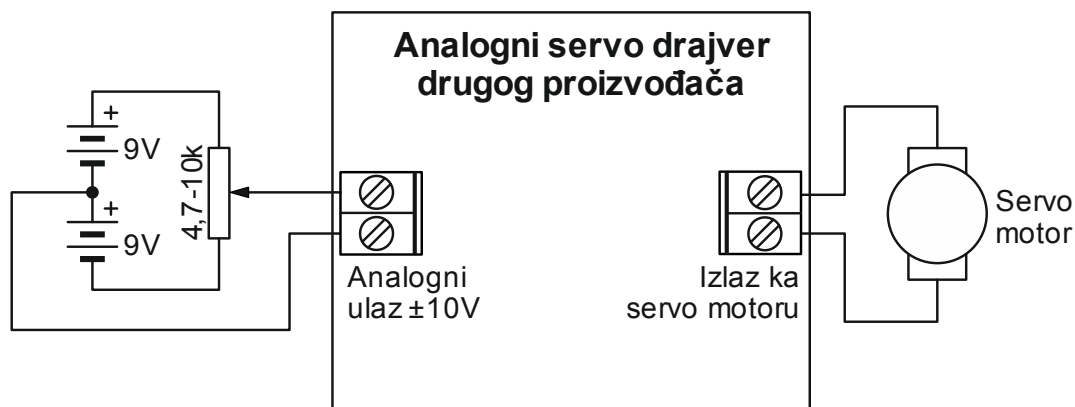
Preporučeni postupak povezivanja servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A sa analognim servo drajverima (pojačavačima) drugih proizvođača sastojao bi se iz sledećih koraka.

5.1 Korak 1



VAŽNA NAPOMENA: PRE TESTIRANJA DRAJVERA DRUGIH PROIZVOĐAČA POTREBNO JE RASTAVITI VEZU MOTORA SA OSTATKOM PRENOSA NA MAŠINI. OKRETAJE SERVO MOTORA MOŽE DA BUDE NEKONTROLISANO I POTENCIJALNO MOŽE DA UGROZI BEZBEDNOST. ROTACIJA SERVO MOTORA NE SME DA UTIČE POMERANJE OSTALIH POKRETNIH DELOVA NA MAŠINI. KOD DRAJVERA DRUGIH PROIZVOĐAČA MOŽE BITI PRISUTAN NIVO NAPONA KOJI JE OPASAN PO ŽIVOT.

Slika 5.1 daje preporučenu šemu za testiranje analognog servo drajvera (pojačavača) drugih proizvođača. Potrebne su dve baterije od 9V i jedan potenciometar. Pre dovođenja napajanja na analogni servo drajver drugog proizvođača na analogni ulaz dovesti napon od 0V (podesiti pomoću potenciometra).



Slika 5.1 Testiranje analognog servo drajvera drugih proizvođača

Nakon dovođenja napona napajanja analognog servo drajvera blago okrenuti ručicu potencijometra na jednu pa na drugu stranu i proveriti da li servo motor prati ove promene.

Time je analogni servo drajver drugih proizvođača spreman za dalje povezivanja sa servo drajverom sa analognim izlazom DCS-100-A.

5.2 Korak 2

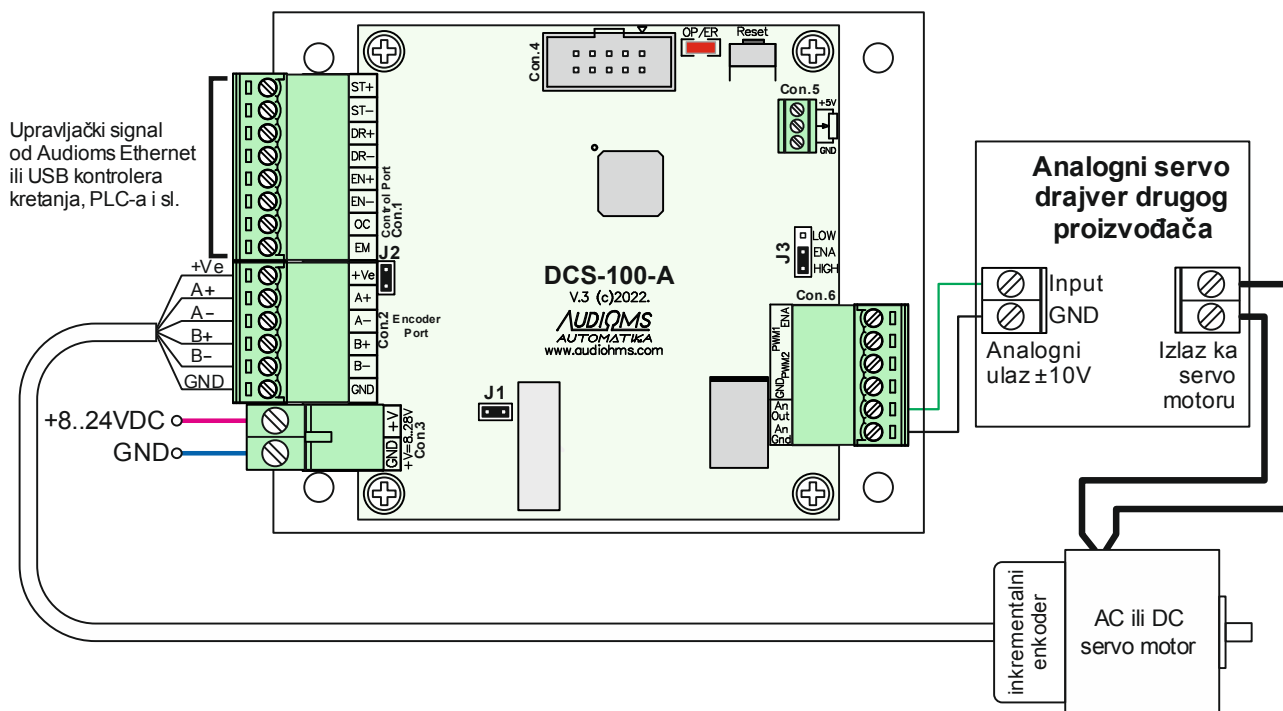
Povezati inkrementalni enkoder na DC servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A kao što je to pokazano u poglavlju 4.2.

Preko konektora za napajanje (Con.3) dovesti napajanje drajvera DCS-100-A. Pomoću voltmetra proveriti napon na izlazu DC servo drajvera DCS-100-A, tj. napon na pinovima 1 i 2 na konektoru Con.6. Ovaj napon bi trebalo da bude u opsegu ± 10 mV, što ujedno predstavlja DC ofset drajvera DCS-100-A. Zatim rukom okretati vratilo inkrementalnog enkodera, pri čemu bi napon na izlazu DC servo drajvera DCS-100-A morao da prati ugao okretanja, odnosno trebalo bi da bude proporcionalan sa uglom okretanja inkrementalnog enkodera (pod uslovom da je podešen samo P parametar PID regulatora). Maksimalni napon na izlazu DC servo drajvera iznosi $\pm 10,3$ V. Tokom ove provere može doći do pojave greške praćenja (Tracking error) – pogledati poglavlje 8.

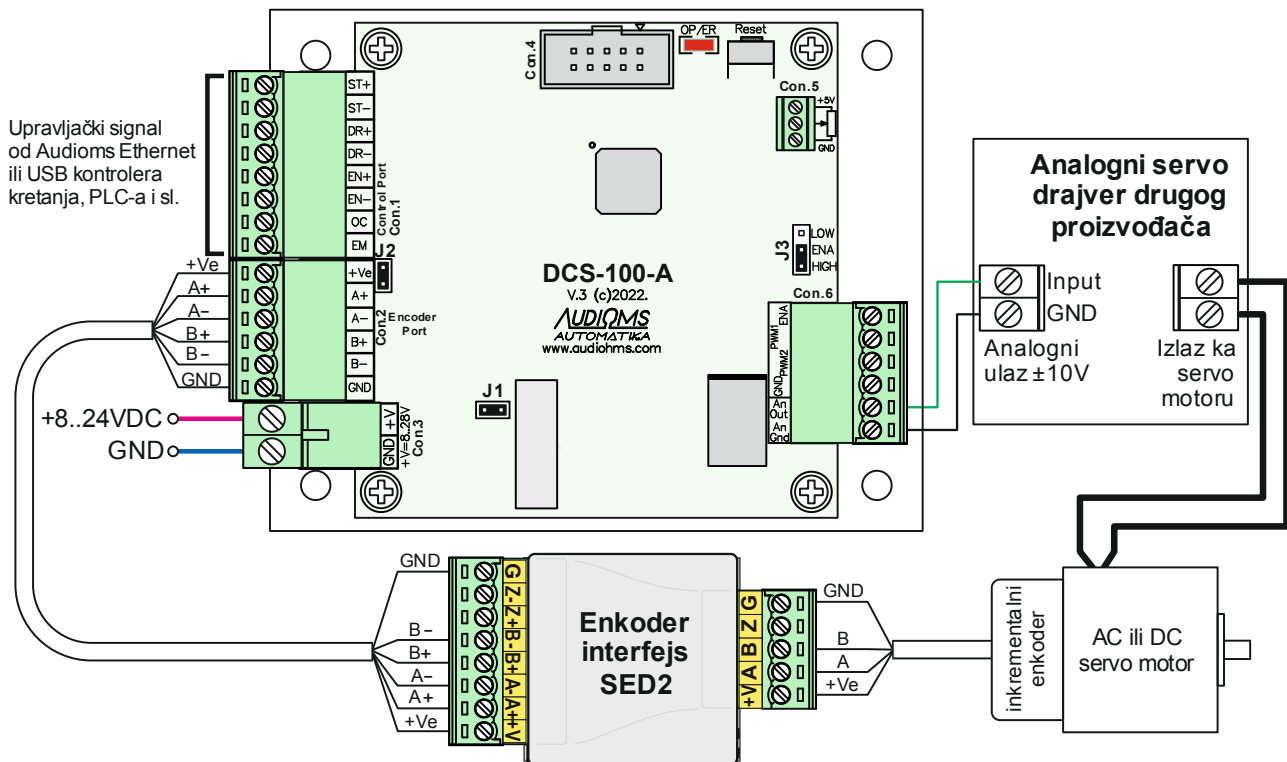
Posle provera opisanih u ovom i prethodnom koraku može se ići na povezivanje celog sistema upravljanja.

5.3 Korak 3

Slika 5.2 i Slika 5.3 daje preporučeni način vezivanja servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A i analognog servo drajver drugog proizvođača.

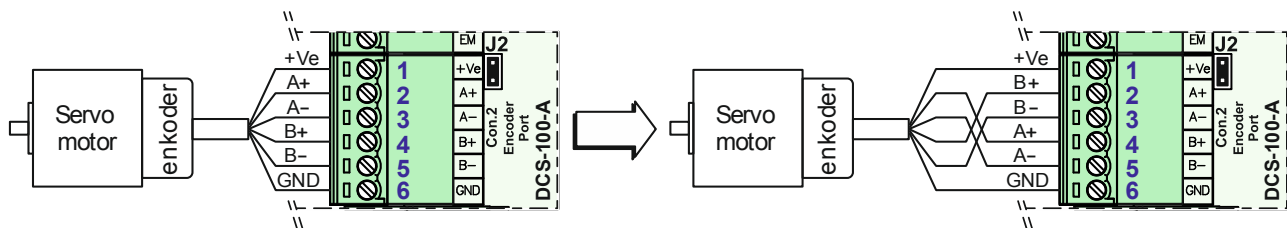


Slika 5.2 Povezivanje servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A u sistem za slučaj inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim izlazima

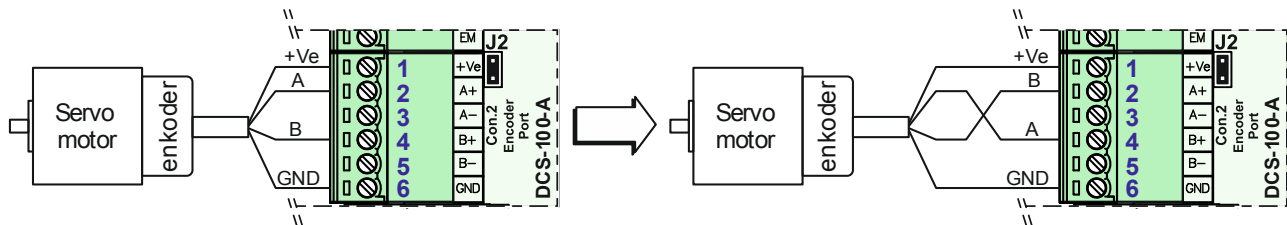


Slika 5.3 Povezivanje servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A u sistem za slučaj inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim izlazima

Nakon dovođenja napajanja na sistem (Slika 5.2 i Slika 5.3), ukoliko je sve dobro povezano, vratilo servo motora bi trebalo da ostane u poziciji u kojoj se nalazilo. Pri pokušaju da se vratilo servo motora izvede iz ravnotežnog položaja, sistem bi trebalo da vrati vratilo u poziciju koja približno odgovara polaznoj poziciji (ili da se opire promeni položaja). Ako vratilo servo motora okrene nekoliko puta i dođe do aktiviranja Error tracking greške (videti kodove grešaka u poglavlju 8), to znači da je potrebno zameniti poziciju faza na inkrementalnom enkoderu. Slika 5.4 daje prikaz obrtanja faze sa slučaj inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim izlazima, dok Slika 5.5 daje prikaz obrtanja faze ako se koristi inkrementalni enkoder sa nesimetričnim (single-ended) izlazima.



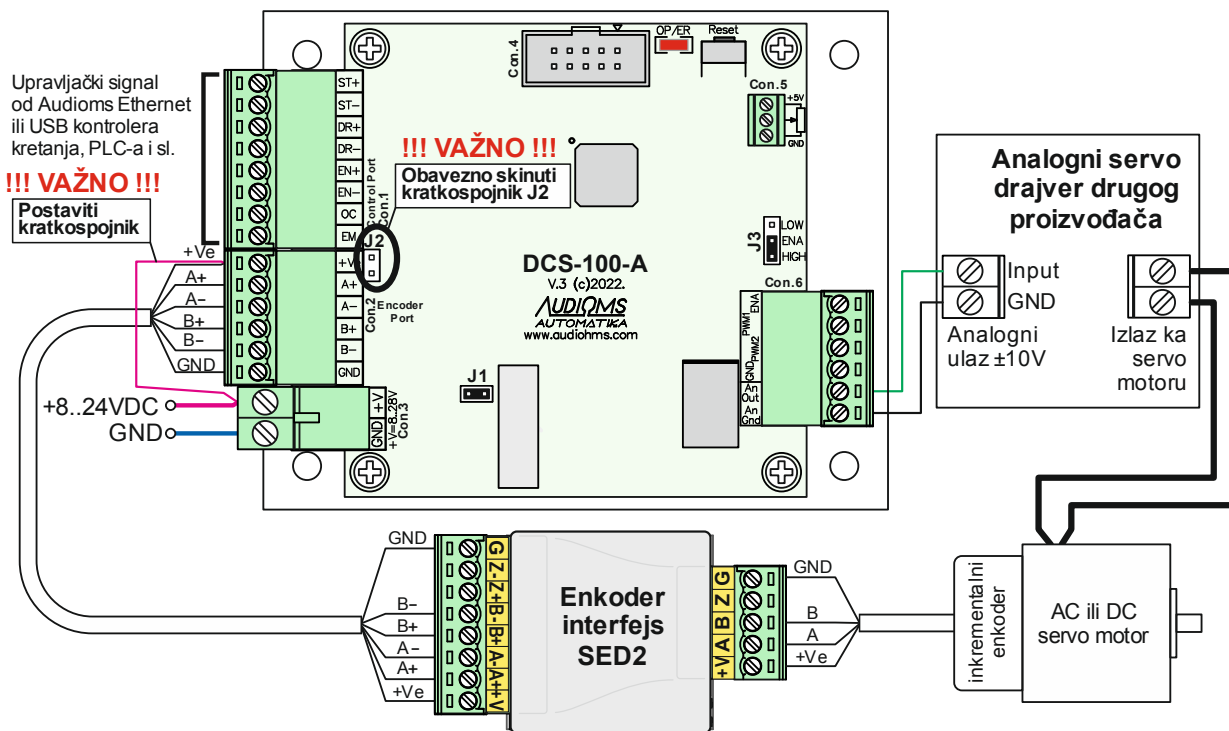
Slika 5.4 Zamena pozicija faza inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim izlazima



Slika 5.5 Zamena pozicija faza inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima

5.4 Korak 4

Podesiti parametre PID regulatora drajvera DCS-100-A kao što je to objašnjeno u delu uputstva za upotrebu koje se odnosi na softver za podešavanje parametara ServoTune3 (poglavlje 10).



Slika 6.2 Povezivanje servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A u sistem za slučaj inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (eng. single ended) izlazima koji zahteva napon napajanja viši od +5VDC

7 RESET TASTER

RESET taster se nalazi između konfiguracionog porta Con.4 i konektora za analogni ulaz Con.5 (Slika 4.1). Pritiskom na RESET taster moguće je poništiti tekuću grešku DC servo drajvera sa analognim izlazom. Pored toga pritiskom na RESET taster vrši se disable-ovanje analognog izlaza, odnosno izlazni relej spaja analogni izlaz sa masom analognog izlaza.

8 LED INDIKATORI

Na drajveru se nalazi višenamenski crveni **OP/ER** LED indikator koji ukazuje na različita stanja u kojima se trenutno nalazi servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A (Tabela 8.1).

Tabela 8.1 Opis stanja višenamenskog **OP/ER** LED indikatora

OP/ER	Opis	
○	Upravljačka elektronika nije pod naponom	
●	Drajver spreman za rad – ENABLE	
1 x ☀	Drajver spreman za rad – DISABLE	
Greške	Opis	Kako poništiti grešku
2 x ☀	Tracking error	- Povećati vrednost Error offset-a - Pritisnuti RESET taster
3 x ☀	Greška inkrementalnog enkodera	- Proveriti stanje inkrementalnog enkodera i enkoderskog kabela - Isključiti detektovanje greške inkrementalnog enkodera - Pritisnuti RESET taster
7 x ☀	Greška mikrokontrolera	- Pritisnuti RESET taster - Kontaktirati ovlašćeni servis

GARANCIJA

Proizvođač garantuje da su svi DC servo drajveri sa analognim izlazom DCS-100-A prilikom isporuke ispravni. Pre isporuke svi drajveri DCS-100-A se testiraju. Napon napajanja koji prelazi maksimalno dozvoljene vrednosti, pogrešno povezani i neispravni servo motori, jaka elektromagnetna pražnjenja (blizina kontaktora) i sl. mogu oštetiti drajver.

9 ServoTune3 – UPUTSTVO ZA UPOTREBU

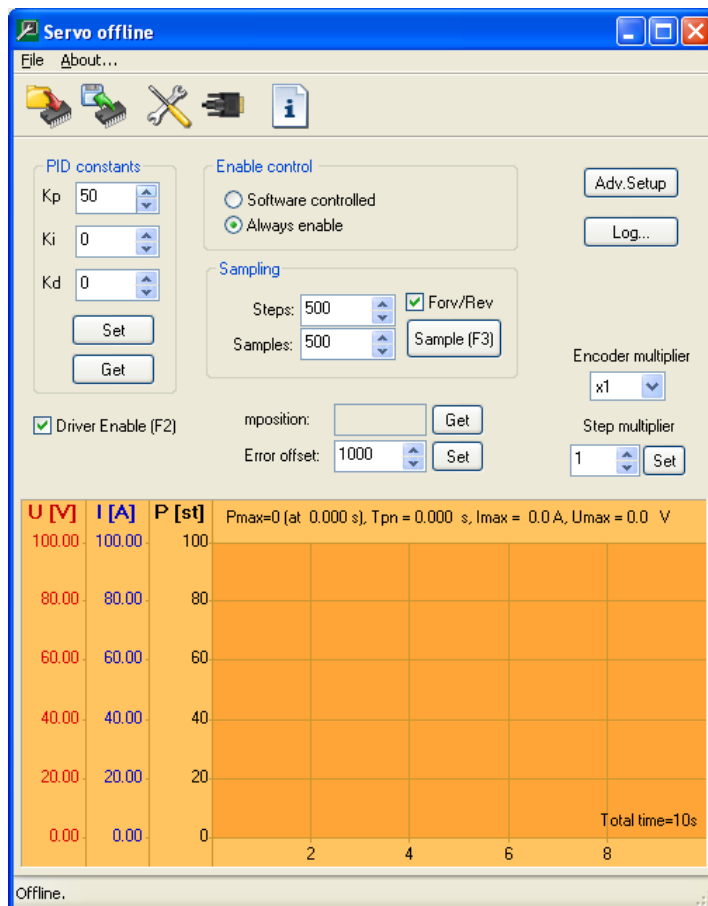
Za podešavanje parametara drajvera koristi se konfiguracioni softver **ServoTune3** (Slika 9.1). Softver se sastoji iz jednog fajla (ServoTune3.exe) i za njegovu instalaciju je potrebno iskopirati fajl u željeni folder na računaru. Za podešavanje parametara DC servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A koristiti verziju softvera ServoTune 3.09 ili noviju.



Konfiguracioni softver ServoTune3 radi pod Windows XP, Vista, 7, 8, 10 i 11 operativnim sistemima.

Softver ServoTune3 omogućava:

- Podešavanje konstanti PID regulatora,
- Automatsko podešavanje PID regulatora
- Podešavanje multiplikacije rezolucije inkrementalnog enkodera,
- Podešavanje multiplikatora koraka,
- Enable/disable drajvera,
- Zadavanje broja koraka za snimanje odziva DC motora na step funkcija i prikaz dijagrama odziva pozicije servo motora,
- Podešavanje vrednosti Tracking error offset-a,
- Čitanje trenutne vrednosti pozicije servo motora,
- Snimanje log datoteke sa vrednostima zadatih pozicija, trenutnih grešaka i trenutnih vrednosti struje kroz servo motor,
- Izbor tipa input interfejsa (STEP/DIR/ENA, CW/CCW/ENA, enkoder 1x, 2x ili 4x ili analognog ulaza sa i bez povratne sprege),
- Izbor učestanosti PWM-a,
- Podešavanje opcija digitalnog filtra za ulaz inkrementalnog enkodera,
- Podešavanje maksimalne struje kroz servo motor i dr.



Slika 9.1 ServoTune3

NAPOMENA: Pomoću softvera ServoTune3 vrši se podešavanje radnih parametara drajvera DCS-100-A. Softver nije namenjen za upravljanje DC motorom.

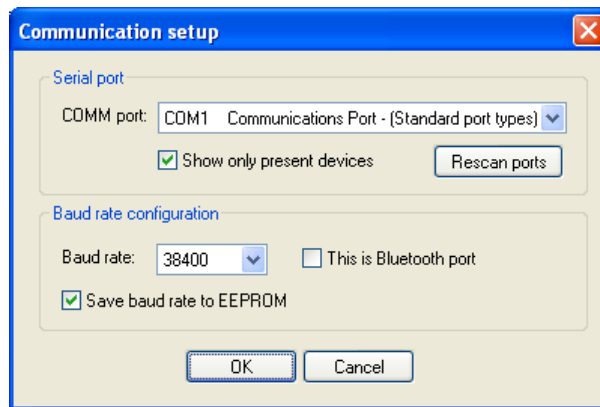
9.1 Izbor COM porta

Veza softvera ServoTune3 i PC računara sa drajverom DCS-100-A ostvaruje se preko interfejsa za programiranje IPI-USB. Podešavanje parametara za COM port vrši preko dijaloga (Slika 9.2) do kojeg se



dolazi izborom opcije **File -> Communication setup** ili pritiskom na ikonu . Podesiti redni broj COM porta na koji je priključen interfejsa za programiranje kao i željeni baud rate. Ako je čeker Save to EEPROM aktivan, podešena vrednost baud rate-a će biti snimljena u EEPROM mikrokontrolera drajvera DCS-100-A.

NAPOMENA: Polje This is Bluetooth port treba da ostane ne selektovano ako se koristi interfejs za programiranje IPI-USB.



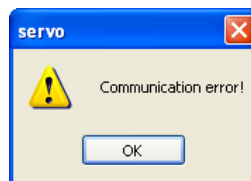
Slika 9.2 Communication setup dijalog

Ako je sve podešeno dobro na vrhu aplikacije ServoTune3 pojaviće se natpis da je drajver online sa verzijom firmware-a (Slika 9.3). Iz drajvera će biti pročitani svi parametri i biće ispisani u odgovarajućim poljima.



Slika 9.3

U slučaju da nije ostvarena komunikacija sa drajverom, nakon startovanja softvera ServoTune3 pojaviće se dijalog sa upozorenjem (Slika 9.4) i **servo offline** status na glavnom prozoru kao što prikazuje Slika 9.1.



Slika 9.4 Greška pri otvaranju COM porta

Ova greška (Slika 9.4) nastaje u slučaju kada nisu dobro podešeni parametri (broj COM porta i baud rate) ili kada interfejs za programiranje nije povezan sa drajverom.

U nekim slučajevima može doći do prekida komunikacije sa drajverom i tada je potrebno izaći iz softvera ServoTune3, resetovati drajver pritiskom na taster RESET i ponovo startovati softver ServoTune3.

9.2 Podešavanje konstanti PID regulatora

Drajver DCS-100-A je baziran na 16-to bitnom RISC mikrokontroleru u koji je ugrađen PID upravljački algoritam. Podešavanje ovih konstanti vrši se u poljima koja su prikazana u donjoj tabeli.

PID constants		Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default
Kp	500	Kp	Konstanta proporcionalnog dejstva	0	32768	50
Ki	0	Ki	Konstanta integralnog dejstva	0	32768	0
Kd	0	Kd	Konstanta diferencijalnog dejstva	0	32768	0

Pritiskom na dugme **Get** iz EEPROM-a će biti pročitane vrednosti za Kp, Ki i Kd. Da bi se u EEPROM mikrokontrolera upisale nove vrednosti potrebno je pritisnuti dugme **Set**.

NAPOMENA: Prilikom podešavanja PID konstanti preduzeti sve mere predostrožnosti jer može da dođe do oscilovanja sistema servo motor-mehanika mašine.

9.3 Podešavanje multiplikatora rezolucije inkrementalnog enkodera

Drajver DCS-100-A ima mogućnost softverskog podešavanja multiplikatora rezolucije inkrementalnog enkodera (eng. resolution multiplication). Tako je moguće sa inkrementalnim enkoderima koji imaju relativno mali broj impulsa po obrtaju dobiti 2 ili 4 puta veću rezoluciju.

Enc: x1	Naziv	Opis	Vrednosti
	Enc	Multiplikacija rezolucije inkrementalnog enkodera	x1, x2 i x4

PRIMER:

Inkrementalni enkoder rezolucije 500PPR (impulsa po obrtaju) imaće:

- 500PPR za multiplikaciju rezolucije inkrementalnog enkodera 1x,
- 500PPR x 2 = 1000PPR za multiplikaciju rezolucije inkrementalnog enkodera 2x i
- 500PPR x 4 = 2000PPR za multiplikaciju rezolucije inkrementalnog enkodera 4x.

9.4 Podešavanje multiplikatora koraka

Multiplikator koraka pokazuje koliko će koraka odraditi servo motor za svaki impuls po STEP komandnoj liniji. Ovaj parametar je koristan u slučaju da se koristi inkrementalni enkoder velike rezolucije, a generator STEP komandi nema mogućnost generisanja impulsa dovoljno visoke učestanosti.

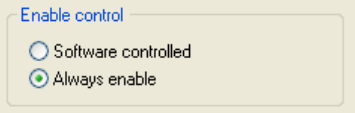
Step multiplier 1	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default
	Step multiplier	Multiplikator koraka	1	50	1

Da bi se željena vrednost multiplikatora koraka upisala u EEPROM potrebno je pritisnuti dugme **Set**.

NAPOMENA: Veće vrednosti za multiplikator koraka mogu da dovedu do „isprekidanog“ kretanja, posebno pri malim brojevima obrtaja DC motora.

9.5 Programiranje enable ulaza drajvera DCS-100-A

Opcije programiranja enable ulaza drajvera DCS-100-A su date u donjoj tabeli.

	Naziv	Opcije izbora
	Enable control	<p>Software controlled – u ovom režimu ulaz ENABLE na Kontrol konektoru Con.1 (Slika 4.1) je aktivan. Ako je na ulazu ENABLE logička jedinica, drajver je aktivan i izvršavaće komande koje mu dolaze sa STEP i DIR komandnih linija. U slučaju da je na ulazu ENABLE logička nula tada je drajver neaktivan, ne izvršavaju se STEP i DIR komande; napon na analognom izlazu drajvera DCS-100-A biće nula (biće blokiran izlaznim relejom).</p> <p>Always enable – u ovom modu ulaz ENABLE na kontrol konektoru Con.1 (Slika 4.1) nije u funkciji. Drajver je uvek aktivan.</p>

Iz softvera ServoTune3 može se vršiti izbor ENABLE moda drajvera za vreme podešavanja parametara. Promena stanja ovog čekera se takođe može izvršiti pritiskom na funkcijski taster F2.

<input checked="" type="checkbox"/> Driver Enable (F2)	Naziv	Opis	Opcije
	Driver Enable	Drajver Enable	ENABLE – selektovano DISABLE – nije selektovano

9.6 Snimanje odziva DC motora na step funkcija

Da bi se što lakše podesili parametri PID regulatora, softver ServoTune3 pruža mogućnost snimanja odziva servo motora i mehanike na koju je povezan na step funkciju. Pored toga moguće je zadati određeni broj koraka, a da se ne izvrši snimanje odziva na step funkciju.

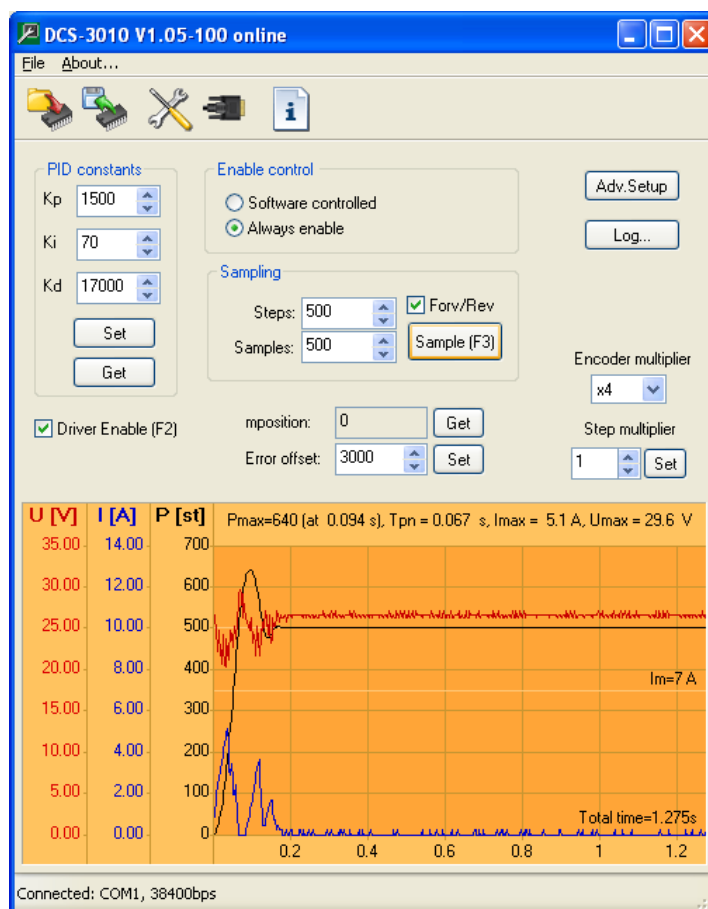
	Naziv	Opis	Parametri		Min	Max
			Naziv	Opis		
	Sampling	Snimanje odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*
			Samples	Broj pročitanih vrednosti	1	32767
	Steps	Izvršavanje određenog broja koraka bez snimanja odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*

* **Maksimalna vrednost broja koraka (Steps) treba da bude manja od podešene vrednosti tracking error offset-a (Error offset). U suprotnom pojaviće se greška tracking error i servo motor će biti DISABLE-ovan. Poništavanje greške tracking error vrši se pritiskom na RESET taster ili isključenjem napajanja drajvera DCS-100-A.**

Aktiviranje odgovarajuće funkcije vrši se pritiskom na taster **Sample** ili **Run**.

Pritiskom da dugme **Sample**, ili pritiskom na funkcijski taster F3, servo motor će odraditi zadati broj koraka (**Steps**). Aktiviranjem čekera **For/Rev** svakim aktiviranjem komande **Sample** servo motor će odraditi zadati broj koraka naizmenično u jednu, a zatim na drugu stranu.

Nakon izvršenja **Sample** komande biće iscrtani dijagrami odziva pozicije servo motora na step funkciju (Slika 9.5).



Slika 9.5

Snimljene vrednosti pozicije servo motora, napona napajanja i struje kroz DC servo motora biće sačuvani u datoteci pod nazivom `odziv.dat` koja se nalazi u istom folderu u kome se nalazi softver ServoTune. U nastavku je dat deo datoteke `odziv.dat`.

```
% ***** ServoTune sampling output *****
% Date and time: 07.12.2023 07:27:39
% Time[s]   Position Current[mA] Voltage[V]
0.000000   0         244      26.63
0.001500   1         488      27.12
0.004000   9         1220     26.13
0.006500   26        1464     24.65
0.009000   48        1953     25.15
0.011500   76        2441     22.19
0.014000   111       2685     24.65
0.016500   152       2685     23.67
0.019000   200       3173     22.68
0.021500   254       3417     20.71
0.024500   315       3906     24.16
0.027000   396       4150     22.68
0.029500   471       4394     20.71
0.032000   553       4638     20.21
```

Prva kolona datoteke je vreme, druga kolona je trenutna pozicija servo motora, treća kolona predstavlja vrednost struje kroz servo motor u miliamperima (mA) (vrednosti nisu odgovarajuće u slučaju DCS-100-A) i četvrta kolona je promena napona napajanja DC motora u voltima (V) (vrednosti nisu odgovarajuće u slučaju DCS-100-A). Vrednosti iz datoteke `odziv.dat` je moguće lako učitati u neki od softvera za crtanje dijagrama (Excel, Octave, MATLAB i sl.).

9.7 Podešavanje vrednosti tracking error offset-a

Podešavanje tracking error offset-a može se izvršiti unošenjem željene vrednosti u polje pod nazivom Error offset.

Error offset: <input type="text" value="1000"/> <input type="button" value="Set"/>	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Preporuka
	Error offset	Tracking Error offset	0	32767	veće od 10

Da bi se željena vrednost tracking error offset-a upisala u EEPROM potrebno je pritisnuti dugme **Set**.

Ukoliko razlika zadate i trenutne pozicije servo motora pređe podešenu vrednost tracking error offset-a, aktiviraće se Tracking Error izlaz (na Kontrol portu), **OP/ER** indikator će ukazivati na Tracking error i servo motor će biti DISABLE-ovan. Poništavanje greške tracking error offset-a vrši se pritiskom na RESET taster ili isključenjem napajanja drajvera DCS-100-A.

9.8 Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora

Čitanje trenutne pozicije servo motora, odn. pozicije inkrementalnog enkodera (**mposition**) dobija se pritiskom na dugme **Get**.

mposition: <input type="text" value="0"/> <input type="button" value="Get"/>	Naziv	Opis
	mposition	Trenutna pozicija DC servo motora

9.9 Snimanje i učitavanje konfiguracije

Jednom podešena konfiguracija može se snimiti u obliku konfiguracione datoteke izborom opcije **File ->**



Save config... ili pritiskom na dugme


Isto tako konfiguraciona datoteka sa svim podešavanjima se može učitati u servo drajver DCS-100-A

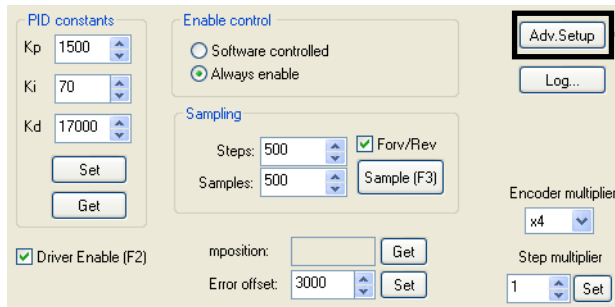


izborom opcije **File -> Load config...** ili pritiskom na dugme

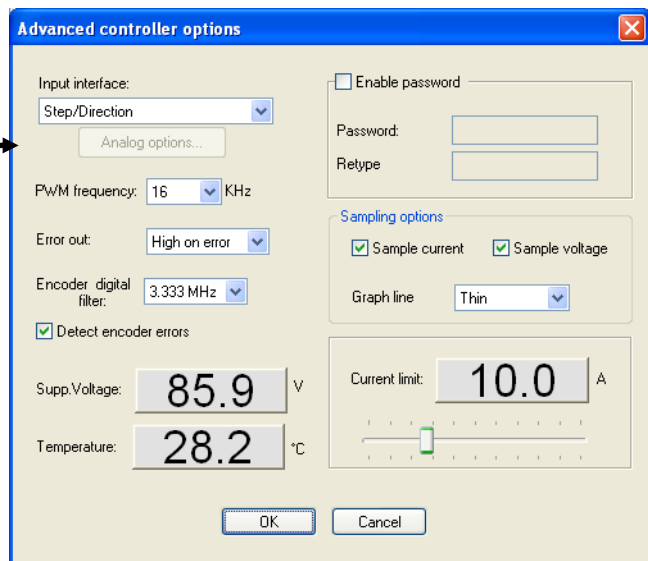
9.10 Napredna podešavanja – Advanced Setup



Pritiskom na taster **Adv. Setup** (Slika 9.6) ili na ikonu  dobija se dijalog sa izborom opcija za napredna podešavanja (Slika 9.7).



Slika 9.6



Slika 9.7

Napredna podešavanja obuhvataju izbor opcija:

- ulaznog interfejsa,
- učestanosti PWM-a,
- logičkog nivoa na Error izlazu u slučaju greške,
- digitalnog filtra na ulazu za inkrementalni enkoder,
- detektovanje greške inkrementalnog enkodera,
- zaštite podešenih parametara lozinkom,
- izbor parametara koji će biti prikazani na glavnom dijagramu i
- maksimalne struje DC motora (nije dostupno za servo drajver DCS-100-A).

Da bi se bilo koja od gore navedenih vrednosti upisala u EEPROM mikrokontrolera potrebno je pritisnuti dugme OK (Slika 9.7).

9.10.1 Ulazni interfejs – input interface

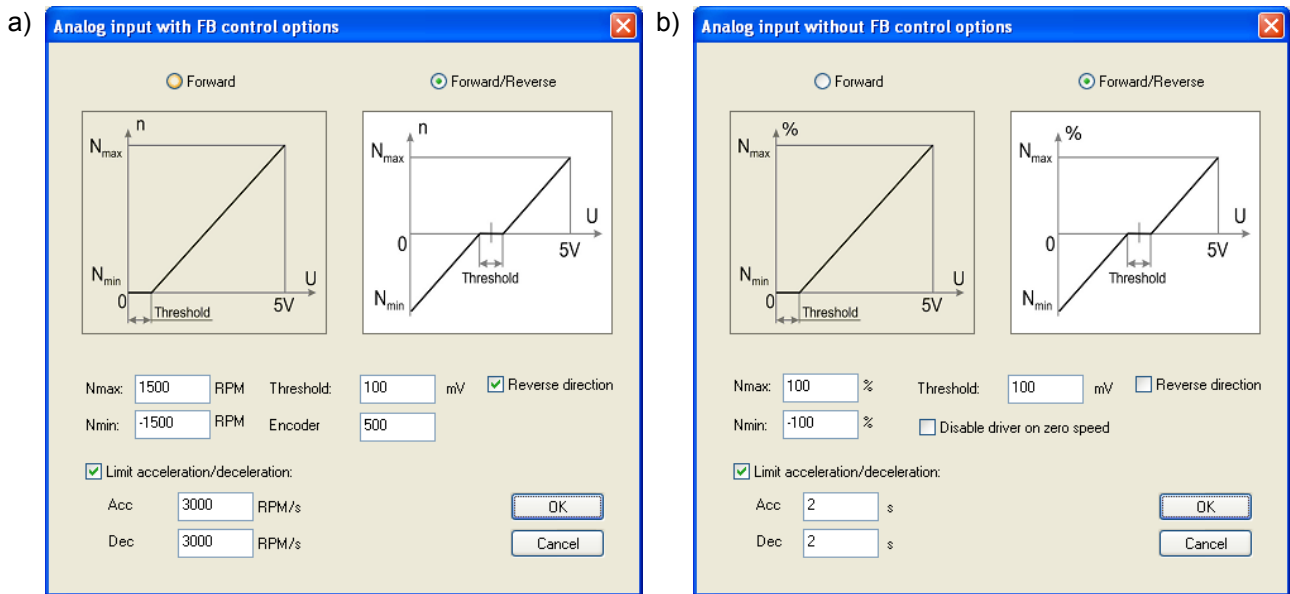
Upravljanje servo motorom se vrši preko 3 komande linije koje su dostupne na konektoru Con.1. Prve dve komande linije su u ovom uputstvu nazvane STEP/DIR, dok je treća ENABLE (Slika 4.2 i Tabela 4.1). Opcija ulaznog interfejsa pruža mogućnost izbora načina upravljanja preko gore navedene tri komandne linije, ili preko analognog ulaza i to u sledećim modovima:

- Step/Direction odn. STEP/DIR/ENABLE,
- StepUp/StepDown odn. CW/CCW/ENABLE,
- Enkoder x1 /ENABLE,
- Enkoder x2 /ENABLE,
- Enkoder x4 /ENABLE,
- Analogni ulaz sa povratnom spregom (Analog with FB) i
- Analogni ulaz bez povratne sprege (Analog without FB).

NAPOMENA: Konfiguracije ulaznog interfejsa tipa Enkoder 1x, 2x i 4x nisu detaljno testirane.

Drajver ima mogućnost upravljanja servo motorom preko naponskog signala od 0÷5V koja se dovodi na analogni ulaz (Slika 4.1, Con.4). Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potenciometar nazivne otpornosti 1÷10k Ω (Slika 4.13.a) ili generatora putanje kretanja (Slika 4.13.b). Pogledati poglavlje 4.5 ovog uputstva.

Ukoliko se izabere jedna od opcija sa analognim ulazom, dugme **Analog option...** će postati aktivno i posle njegovog aktiviranja pojaviti se jedan od dijaloga, kao što to prikazuje Slika 9.8.



Slika 9.8 Dijalog za podešavanje parametara, a) analognog ulaza sa povratnom spregom i b) analognog ulaza bez povratne sprege

Dijalog za podešavanje parametara analognog ulaza pruža izbor:

- Jednog ili dva smera obrtanja DC motora (Forward ili Forward/Reverse),
- Promena smera obrtanja DC motora (Reverse direction),
- Maksimalni N_{max} i minimalni N_{min} broj obrtaja.
 - U slučaju izbora analognog ulaza sa povratnom spregom (Analog with FB) vrednosti N_{max} i N_{min} su u obrtajima u minuti (RPM).
 - U slučaju izbora analognog ulaza bez povratne sprege (Analog without FB) vrednosti N_{max} i N_{min} date su procentualno (%) u odnosu na napon napajanja DC motora.
- Širina neaktivne zone (Threshold) izražena u mV.
- Broj linija inkrementalnog enkodera (Encoder) u slučaju izbora analognog ulaza sa povratnom spregom (Analog with FB).
- Opcije disejblovanja DC motora u slučaju da je podešena brzina jednaka nuli u slučaju izbora analognog ulaza bez povratne sprege (Analog without FB).
- Parametara zaletanja (Acc) i usporavanja (Dec) DC motora (Limit acceleration/deceleration).
 - U slučaju izbora analognog ulaza sa povratnom spregom (Analog with FB) vrednosti Acc i Dec su u obrtajima u minuti po sekundi (RPM/s).
 - U slučaju izbora analognog ulaza bez povratne sprege (Analog without FB) vrednosti Acc i Dec su u sekundama (s).


9.10.2 Učestanost PWM-a

Ova opcija pruža mogućnost podešavanja učestanosti izlaznog PWM signala i to:

- 10 kHz,
- 12 kHz,
- 14 kHz,
- 16 kHz (podešena vrednost za DCS-3010),
- 18 kHz,
- 20 kHz i
- 32 kHz (podešena i preporučena vrednost za DCS-100-A).

9.10.3 Logički nivo na Error izlazu u slučaju greške

Izbor logičkog nivoa u slučaju neke od grešaka na Error izlazu je data u donjoj tabeli.

	Naziv	Opcija izbora – opis
	Error out	High on error – U slučaju greške na Error izlazu će biti logička jedinica Low on error – U slučaju greške na Error izlazu će biti logička nula Always low – Na Error izlazu će uvek biti logička nula nezavisno od postojanja greške

9.10.4 Digitalni filter za enkoder

Podešavanja digitalnog filtra za ulaz inkrementalnog enkodera vrši se preko izbora njegove gornje učestanosti i to:

- isključen digitalni filter (Turn OFF),
- učestanost filtra 6,667 MHz,
- učestanost filtra 3,333 MHz (default),
- učestanost filtra 1,667 MHz,
- učestanost filtra 416,7 kHz,
- učestanost filtra 208,3 kHz,
- učestanost filtra 104,2 kHz,
- učestanost filtra 52,1 kHz i
- učestanost filtra 26,0 kHz.

Opcija digitalnog filtriranja signala sa inkrementalnog enkodera može biti korisna u okruženju sa jakim elektromagnetnim smetnjama koje mogu da dovedu do grešaka u čitanju pozicije inkrementalnog enkodera.

NAPOMENA: Učestanosti filtra od 1,667 MHz, kao i niže učestanosti filtra (agresivnije filtriranje) potencijalno mogu da dovedu do gubitka pozicije sa inkrementalnog enkodera.

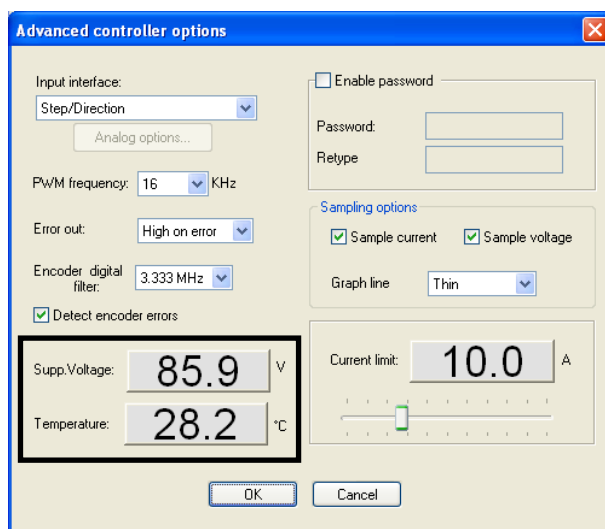
9.10.5 Detektovanje greške inkrementalnog enkodera

Ako je ova opcija uključena, drajver softverski proverava da li dolazi do promene nivoa na oba enkoderska ulaza. Ukoliko to nije slučaj izlazni stepen će biti isključen (eng. disable) i OP/ER LED indikator će da ukazuje na grešku inkrementalnog enkodera.

NAPOMENA: U nekim slučajevima može doći do aktiviranja ove greške iako je inkrementalni enkoder ispravan. Eksperimentalno proveriti za konkretan slučaj.

9.10.6 Očitavanje napona napajanja DC motora i temperature drajvera (ne za DCS-100-A)

Očitavanje vrednosti napona napajanja servo motora i temperature servo drajvera u neposrednoj blizini mikrokontrolera u °C nije dostupna za drajver DCS-100-A (Slika 9.9).



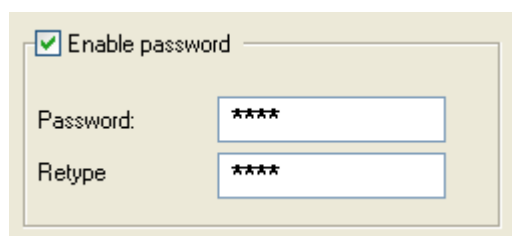
Slika 9.9 Uokvirena polja nisu dostupna na drajveru DCS-100-A

9.10.7 Unošenje sigurnosne šifre

Softver ServoTune3 pruža mogućnost unošenja sigurnosne šifre u cilju sprečavanja neovlašćene promene podešenih parametara servo drajvera DCS-100-A.

Da bi se ova opcija aktivirala potrebno je da se selektuje čeker **Enable password** (Slika 9.10) čime polja **Password** i **Retype** postaju aktivna i u njih je tada moguće uneti željenu šifru. Kada se šifra unese tada će se prilikom svakog sledećeg startovanja softvera ServoTune3 i uspostavljanja veze sa drajverom pojaviti dijalog (Slika 9.11) za unos sigurnosne šifre, što postaje uslov za pristup podešenim parametrima.

NAPOMENA: Sigurnosnu šifru čuvati na bezbednom mestu.



Slika 9.10 Dijalog za unos sigurnosne šifre



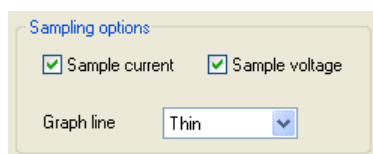
Slika 9.11 Dijalog za unos sigurnosne šifre pri startovanju softvera ServoTune3

9.10.8 Izbor opcija glavnog dijagrama

U delu dijaloga za napredna podešavanja Advanced setup (Slika 9.12) (Sampling options) bira se:

- Šta će od parametara biti prikazano na glavnom dijagramu i
- Debljina linija kojom će biti iscrtavani dijagrami (Thin, Medium i Thick).

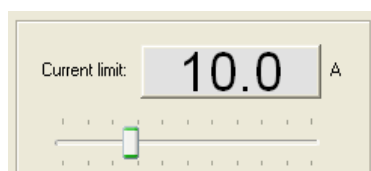
Kod DC servo drajvera DCS-100-A nema potrebe za crtanjem dijagrama promene struje i napona na DC motoru jer se ove vrednosti ne mere.



Slika 9.12

9.10.9 Podešavanje maksimalne struje DC motora (ne za DCS-100-A)

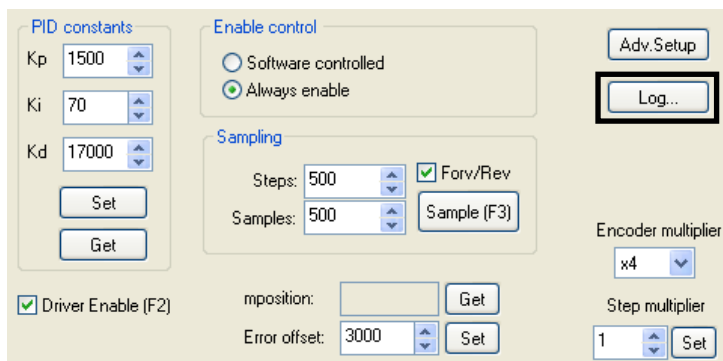
Preko klizača koji prikazuje Slika 9.13 vrši se podešavanja maksimalne struje DC motora. Navedena opcija nije dostupna za servo drajver DCS-100-A.



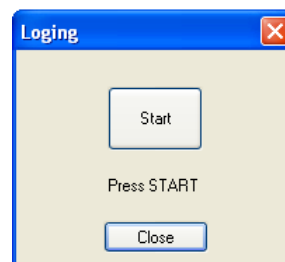
Slika 9.13

9.10.10 Snimanje LOG datoteke

Snimanje log datoteke sa vrednostima zadatih pozicija, trenutnih grešaka, trenutnih vrednosti struje i napona na DC motoru aktivira se pritiskom na taster **Log** (Slika 9.14) čime se otvara **Logging** dijalog (Slika 9.15).



Slika 9.14 Pozicija **Log** tastera



Slika 9.15 Log dijalog

Početak snimanja log datoteke aktivira se pritiskom na taster **Start**, a snimanje se zaustavlja ponovnim pritiskom na ovaj taster. Podaci će biti sačuvani u datoteci pod nazivom `servo.log` koja se nalazi u istom folderu kao i softver ServoTune3. U nastavku je dat manji deo `servo.log` datoteke.

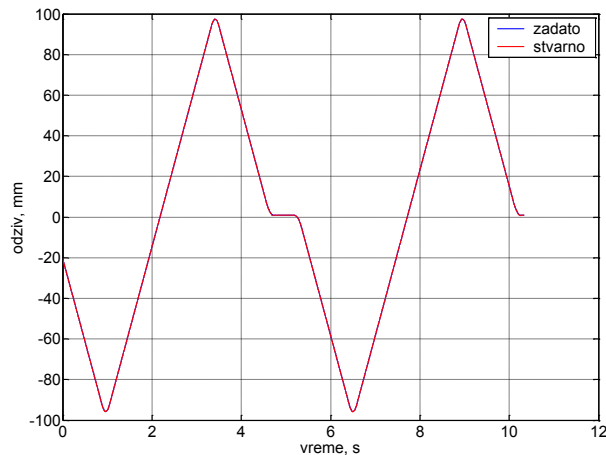
```
% ***** ServoTune log output file *****
% Date and time: 07.12.2023 19:00:05
% Time[s]    Position    PosDiff    Current[mA]    Voltage[V]
0.020960    -401        0           0              98.23
0.023580    -401        0           0              98.23
0.025676    -401        0           0              98.23
0.027772    -401        0           0              97.78
0.029868    -401        0           0              98.23
0.032488    -401        0           0              98.23
0.034584    -401        0           0              98.89
0.036680    -400        1           0              98.23
0.000000    -396        5           0              98.23
0.001572    -386        13          0              98.23
0.003668    -373        20          0              97.78
0.005764    -349        32          119            97.02
0.007860    -325        39          833            95.45
0.009956    -296        44          1310           94.02
0.012576    -263        39          1905           93.25
0.014672    -226        38          2381           92.15
```

Pri tome:

- **Prva** kolona je vreme u sekundama,
- **Druga** kolona je zadata pozicija DC motora,
- **Treća** kolona je greška pozicioniranja (tracking error), odn. razlika između zadate i trenutne pozicije DC servo motora izražena u koracima,
- **Četvrta** kolona predstavlja vrednost struje kroz DC motor u mA (ne za DCS-100-A) i
- **Peta** kolona je napon napajanja DC motora u V (ne za DCS-100-A).

Vrednosti iz datoteke `servo.log` je moguće lako učitati u neki od softvera za crtanje dijagrama (Excel, Octave, MATLAB i sl.).

Slika 9.16 daje primer dijagrama promene pozicije servo motora iz jednog zapisa `servo.log` datoteke.



Slika 9.16 Dijagram promene zadate i stvarne pozicije DC servo motora

10 POSTUPAK PODEŠAVANJA KONSTANTI PID REGULATORA

NAPOMENA: Prilikom podešavanja konstanti PID regulatora preduzeti sve mere predostrožnosti jer može da dođe do oscilovanja sistema servo motor-mehanika mašine.

Vrednosti konstantni PID regulatora zavise od:

- karakteristika DC motora (momenta inercije, napona napajanja, maksimalne struje i sl.),
- materijalnih karakteristika mehanike na koju je povezan DC motor (masa, prigušenja i sl.),
- rezolucije inkrementalnog enkodera postavljenog na DC motor i
- podešene multiplikacije rezolucije inkrementalnog enkodera (x1, x2 ili x4).

Jednom podešene konstante PID regulatora važe samo za tu konfiguraciju. Ako dođe do promene konfiguracije (neke od gore navedenih parametara) potrebno je izvršiti ponovno podešavanje PID konstanti.

NAPOMENA: Tokom podešavanja konstanti PID regulatora ne menjati multiplikaciju rezolucije inkrementalnog enkodera.

10.1 Primer podešavanja konstanti PID regulatora

Sledi opis postupka podešavanja konstanti PID regulatora. Rezolucija inkrementalnog enkodera u ovom slučaju je bila 500PPR, multiplikacija rezolucije inkrementalnog enkodera je x4, tako da je ukupna rezolucija inkrementalnog enkodera iznosila 2000PPR.

KORAK 1: Početna vrednost PID konstanti je:

- $K_p = 50$,
- $K_d = 0$ i
- $K_i = 0$.

Polako povećavati konstantu K_p dok se ne dobije odziv sličan odzivu kao što to prikazuje Slika 10.1.

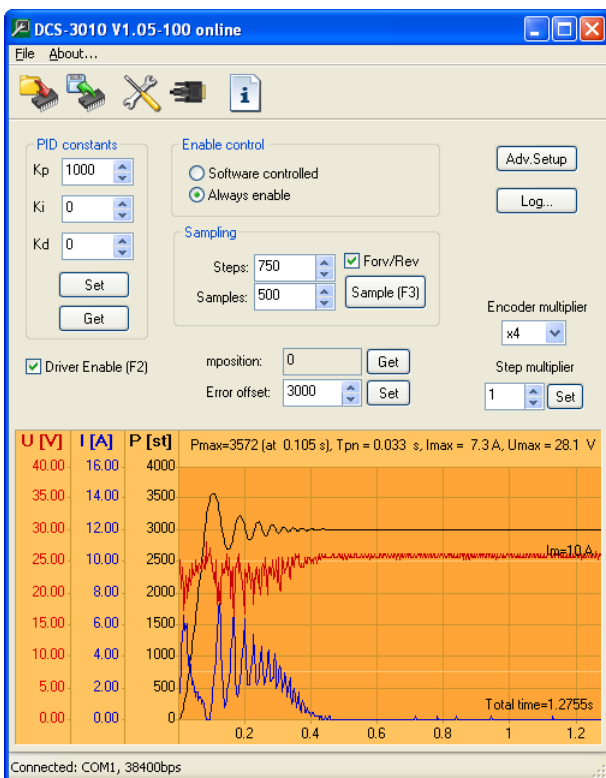
KORAK 2: Povećavati konstantu K_d dok se odziv sistema ne „umiri“ (Slika 10.2). Konstanta K_d može da bude značajno veća od konstante K_p .

KORAK 3: Postepeno povećavati konstante K_p i K_i do odziva sličnom kao na Slika 10.3. Ovde je potrebno primetiti da je konstanta K_i dosta manja u poređenju sa ostale dve konstante.

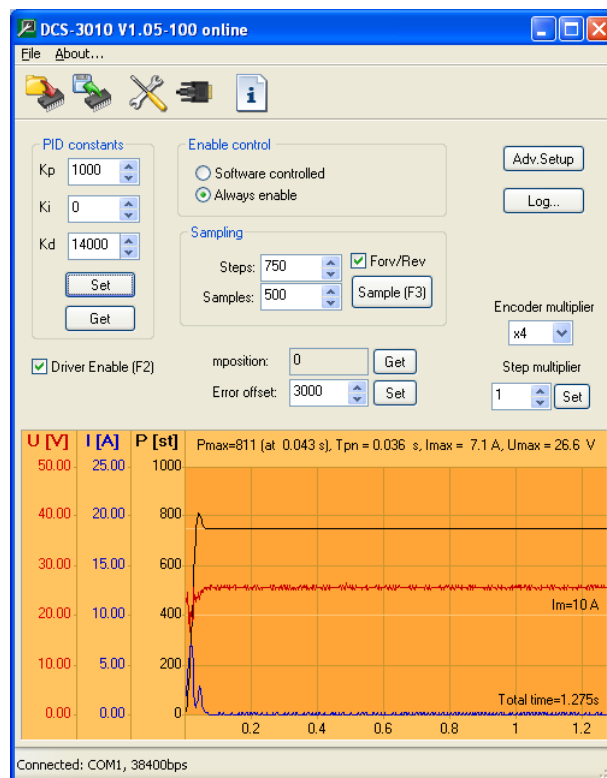
Ponoviti korake 2 i 3 sve do nivoa kada se vratilo DC motora ponaša kao da je motor „zakočen“. Pored toga proveriti motor u radu na mašini pri raznim radnim brzinama (ne sme da dođe do oscilovanja i podrhtavanja pri radu).

KORAK 4: Slika 10.4 daje završne vrednosti konstanti PID regulatora i odziv motora.

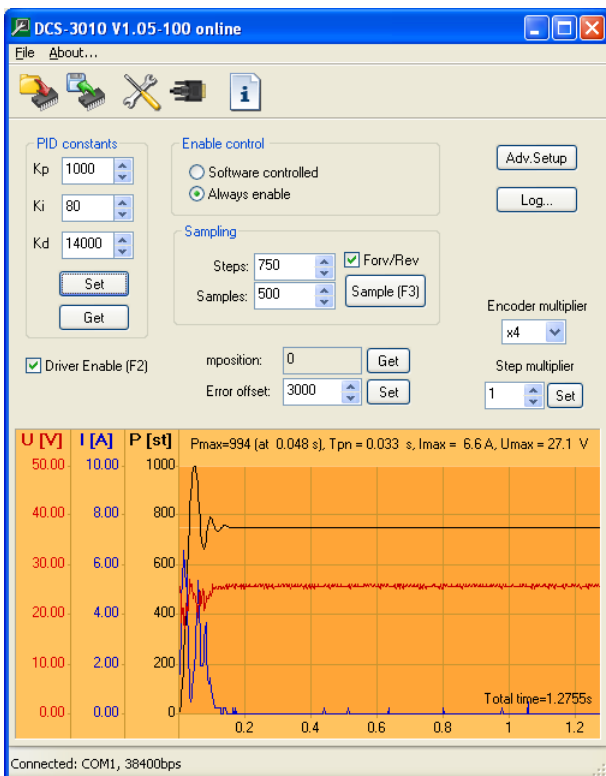
Ovako podešene vrednosti PID konstanti je potrebno proveriti u radu mašine i po potrebi ih korigovati.



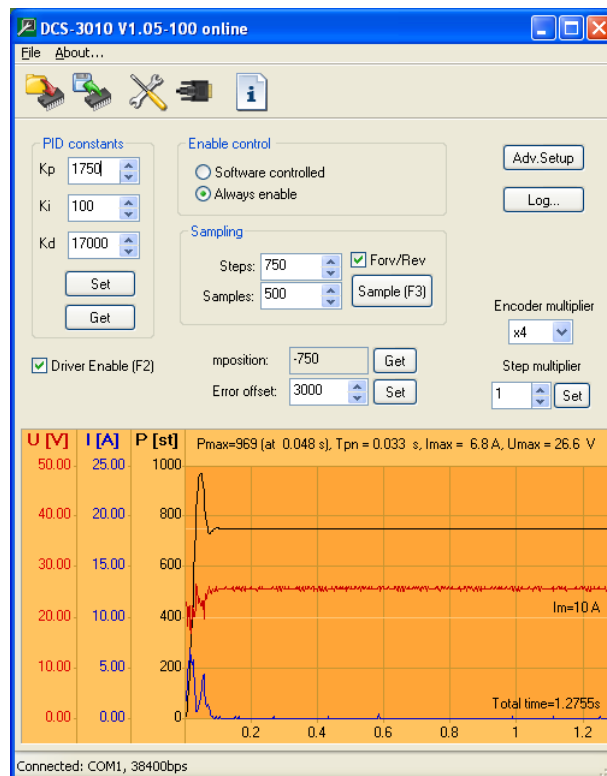
Slika 10.1



Slika 10.2



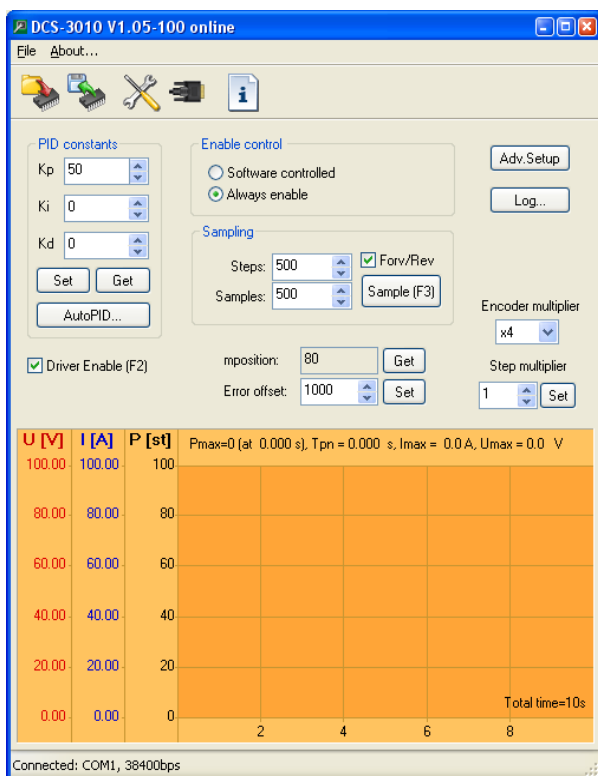
Slika 10.3



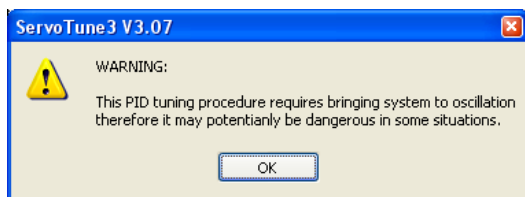
Slika 10.4

10.2 Automatsko podešavanje PID parametara

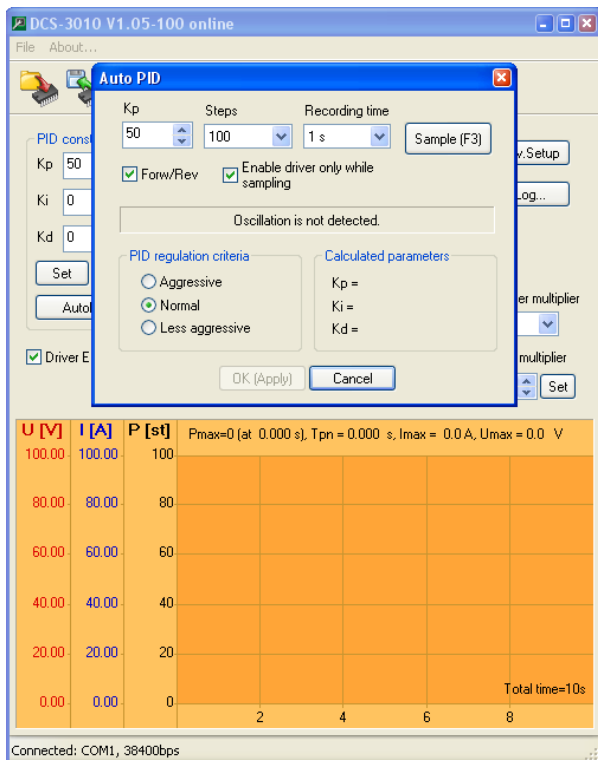
Opcija automatskog određivanja i podešavanja PID parametara dostupna je od verzije softvera ServoTune3 v3.07. U dijalog za automatsko podešavanje PID parametara dolazi se pritiskom na dugme **AutoPID** (Slika 10.5). Nakon toga pojaviće se dijalog upozorenja (Slika 10.6).



Slika 10.5



Slika 10.6



Slika 10.7

NAPOMENA: Postupak automatskog određivanja i podešavanja konstanti PID regulatora podrazumeva dovođenje sistema servo drajver – servo motor i mehanike mašine u nestabilno stanje, odnosno potrebno je da pomenuti sistem osciluje.

Postupak automatskog podešavanja PID parametara korisnik sprovodi na sopstvenu odgovornost.

U okviru **AutoPID** dijaloga (Slika 10.7) moguće je podešavati sledeće parametre:

- Proporcionalnu konstantu **Kp**.
- Broj koraka **Steps** koji definiše odskočnu funkciju. Pull-down meni pruža mogućnost izbora prethodno definisanih vrednosti za broj koraka i to: 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 750 i 1000. Izabrati onu vrednost broja koraka koji odgovara okvirno 5-10% od broja koraka koji je potreban da DC motor napravi pun krug.
- **PRIMER:** Inkrementalni enkoder ima 500PPR i izabrana je opcija **Encoder multiplier x4**. U ovom slučaju potrebno je $500 \times 4 = 2000$ koraka da DC motor napravi pun krug. Preporučene vrednosti za **Steps** bi bile 100, 150 ili 200.
- Vreme trajanja merenja **Recording time** koje može da se bira preko pull-down menija i to: 1s, 2s, 3s, 4s i 5s. Obzirom da je tokom snimanja odziva sistema potrebno sistem dovesti u stanje oscilovanja preporuka je da ovo vreme bude što je moguće kraće.
- Naizmeničnu promenu smera obrtanja DC motora pri snimanju odskočne funkcije (opcija **Forw/Rev**). Preporuka da je ova opcija bude aktivna.
- Opciju **Enable driver only while sampling**. Preporuka je da ova opcija bude aktivna.

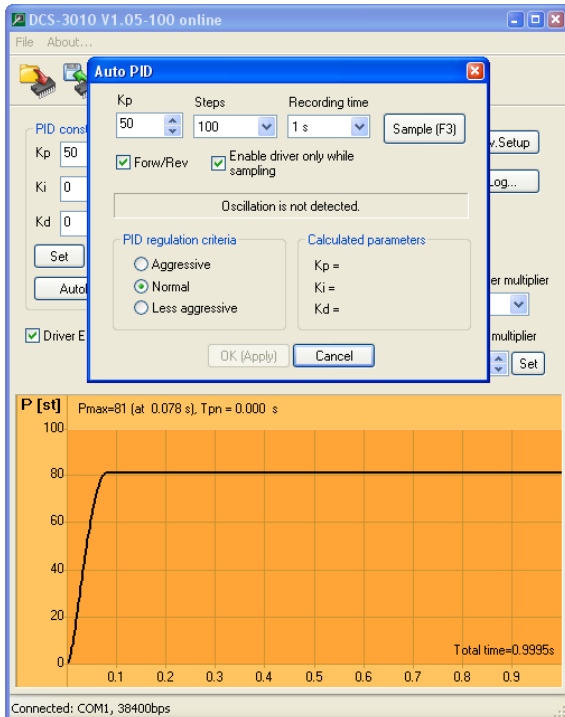
Postupak određivanja konstanti PID regulatora podrazumeva postepeno povećavanje konstante **Kp**. Pri svakoj promeni konstante **Kp**, potrebno je pritisnuti dugme **Sample (F3)** ili funkcijski taster F3 kako bi se snimio odziv sistema. Parametar **Kp** se povećava postepeno i pažljivo sve dok ne dođe do pojave oscilovanja sistema, kao što je to prikazuju Slika 10.8, Slika 10.9 i Slika 10.10. Ovde je važno napomenuti da na ovim slikama nisu prikazane svi koraci tokom postupnog povećavanja parametra **Kp**.

Softver ServoTune3 će da prepozna da je došlo do oscilovanja sistema, kao što je to prikazuje Slika 10.10 (**Oscillation is detected...**) i predložiće konstante PID regulatora **Kp**, **Ki** i **Kd** u zavisnosti od zadatog kriterijuma za PID regulaciju. Moguć je izbor sledećih kriterijuma:

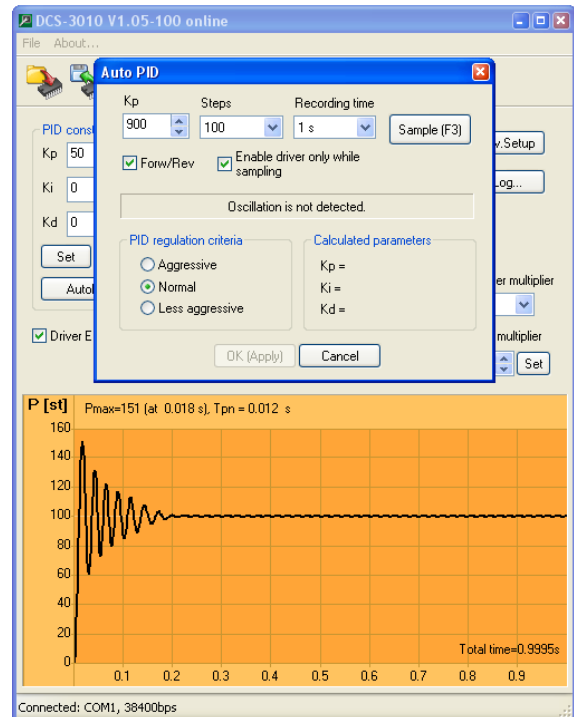
- Agresivan (**Aggressive**),
- Normalan (**Normal**) ili
- Manje agresivan (**Less aggressive**).

Pritiskom na dugme **OK (Apply)** izračunati PID parametri će biti upisani u EEPROM mikrokontrolera drajvera DCS-100-A.

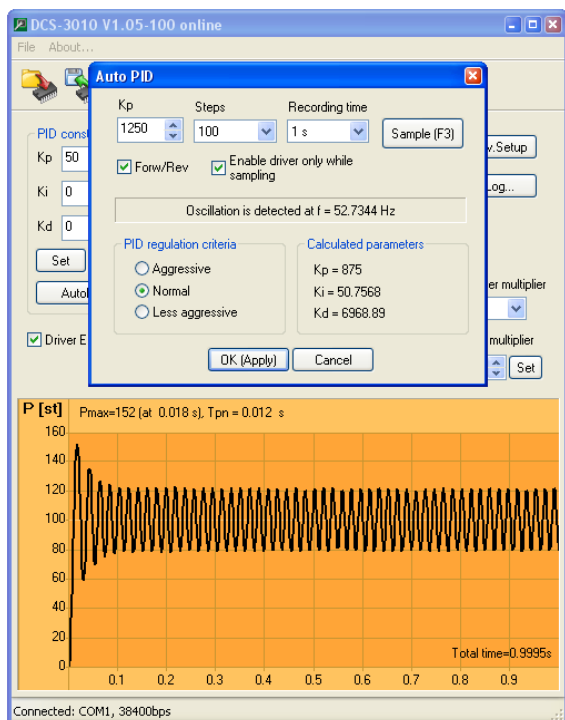
Proveriti ponašanje DC servo motora sa ovako izračunatim parametrima PID regulatora (Slika 10.11).
Po potrebi izvršiti ručno fino podešavanje parametara PID regulatora.



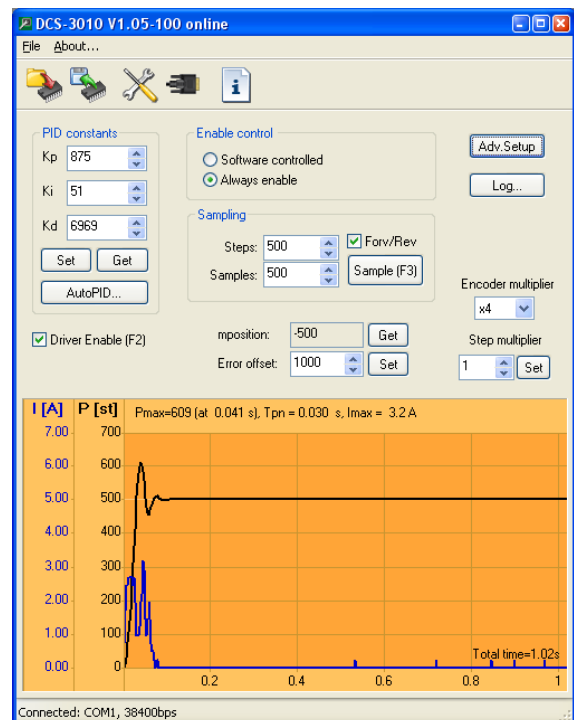
Slika 10.8



Slika 10.9



Slika 10.10



Slika 10.11

IZMENE DOKUMENTA:

- Ver. 1.0, Avgust 2015., Preliminarna verzija
- Ver. 1.1, Maj 2016., Ispravka uočenih grešaka
- Ver. 1.11, Oktobar 2020., Ispravka uočenih grešaka
- Ver. 2.0, Februar 2024., Nova verzija hardvera DCS-100-A V.3 i promena uputstva u skladu sa tim
- Ver. 2.1, Maj 2024., Dopunjeni šematski prikazi vezivanja inkrementalnog enkodera sa enkoder interfejsom SED2. Dodato poglavlje 6. Ispravljene uočene greške

