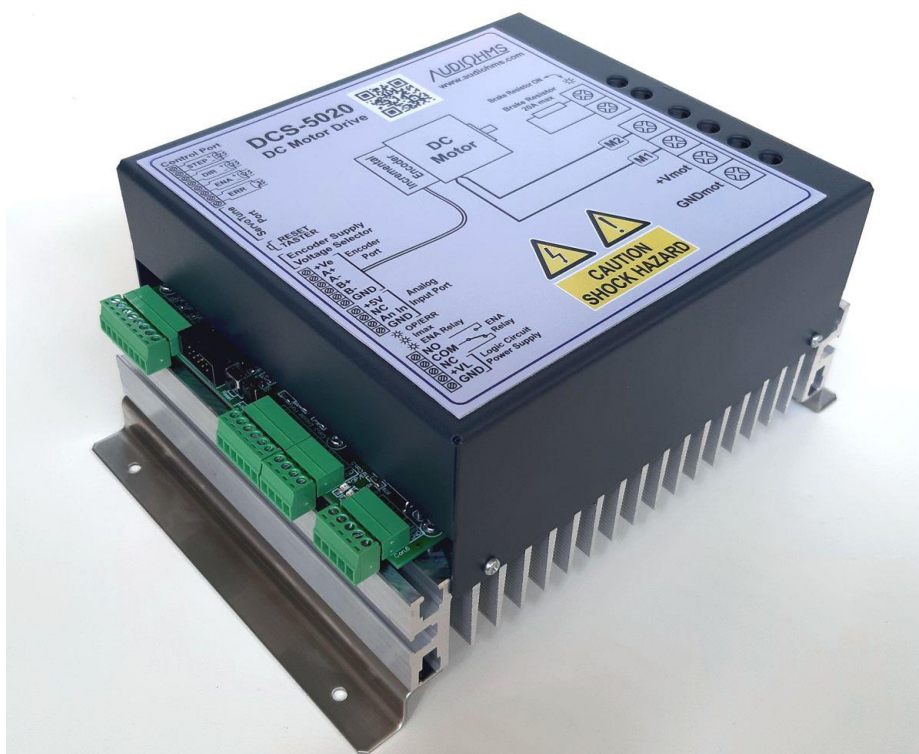


# DCS-5020

## DC SERVO DRAJVER



## Uputstvo za upotrebu

**AUDIOHMS**  
AUTOMATIKA

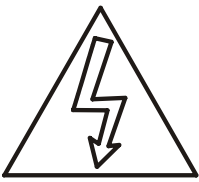
[www.audiohms.com](http://www.audiohms.com)

## SADRŽAJ

1 BEZBEDNOSNA UPOZORENJA.....	4
2 OPIS.....	5
3 TEHNIČKE KARAKTERISTIKE .....	6
4 IZGLED DRAJVERA.....	7
4.1 Kontrol konektor .....	8
4.1.1 Povezivanje upravljačkog signala na kontrol konektor .....	8
4.1.2 Upravljanje pomoću PLC-a.....	13
4.1.3 Upravljanje pomoću inkrementalnog enkodera .....	13
4.2 Konfiguracioni port .....	14
4.3 Enkoder konektor .....	14
4.3.1 Izbor napona napajanja inkrementalnog enkodera .....	15
4.4 Analogni ulaz.....	16
4.5 Napajanje upravljačkog dela .....	17
4.5.1 Relejni ENABLE izlaz – aktiviranje mehaničke kočnice DC motora .....	17
4.6 Napajanje DC motora i priključak za DC motor.....	17
4.7 Povezivanje uzemljenja.....	18
4.8 Povezivanje kočionog otpornika .....	19
4.9 Preporučena veza izvora napajanja kompletnog upravljačkog sistema .....	20
5 RESET TASTER.....	22
6 LED INDIKATORI .....	22
7 GARANCIJA .....	22
8 ServoTune3 – UPUTSTVO ZA UPOTREBU .....	23
8.1 Izbor COM porta.....	23
8.2 Podešavanje konstanti PID regulatora .....	24
8.3 Podešavanje multiplikatora rezolucije enkodera .....	25
8.4 Podešavanje multiplikatora koraka .....	25
8.5 Programiranje enable ulaza.....	25
8.6 Snimanje odziva DC motora na step funkcija .....	26
8.7 Podešavanje vrednosti tracking error offset-a.....	27
8.8 Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora .....	27
8.9 Snimanje i učitavanje konfiguracije.....	27
8.10 Napredna podešavanja – Advanced Setup .....	28
8.10.1 Ulazni interfejs – input interface.....	28
8.10.2 Učestanost PWM-a.....	29
8.10.3 Logički nivo na Error izlazu u slučaju greške .....	30
8.10.4 Digitalni filter za enkoder .....	30
8.10.5 Detektovanje greške enkodera .....	30
8.10.6 Očitavanje napona napajanja DC motora i temperature drajvera.....	30
8.10.7 Unošenje sigurnosne šifre .....	31
8.10.8 Izbor opcija glavnog dijagrama .....	31

8.10.9 Podešavanje maksimalne struje DC motora .....	31
8.10.10 Snimanje LOG datoteke .....	32
9 POSTUPAK PODEŠAVANJA KONSTANTI PID REGULATORA.....	34
9.1 Automatsko podešavanje PID parametara .....	35

# 1 BEZBEDNOSNA UPOZORENJA



Pri radu sa servo drajverom DCS-5020 postoje opasnosti i rizici koji mogu da dovedu do oštećenja opreme, kao i do povreda lica koja se nalaze u okruženju.

**DC servo drajver za svoj rad koristi visoke napone napajanja koji mogu biti opasni po život.** Koristiti sve mere zaštite i predostrožnosti. Kućište drajvera DCS-5020 mora biti propisno uzemljeno.



Tokom postupka instalacije servo drajvera DCS-5020 potrebno je imati visok nivo znanja iz oblasti elektronike, računarske tehnike i mehanike. Takođe je potrebno pridržavati se bezbednosnih mera pri radu sa visokim naponom i mehaničkim opasnostima uzrokovanih radom sa teškim i opasnim mašinama.

Za napajanje drajvera DCS-5020 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.

Ako temperatura drajvera pređe 70°C aktiviraće se preko temperaturska zaštita. Preporučuje se da drajver bude smešten u kućišta sa dobrom ventilacijom i da se po potrebi obezbedi dodatno hlađenje. U slučaju da se koriste ventilatori za hlađenje preporučuje se korišćenje filtera za prašinu.

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-5020 je mikrokontrolerski PWM drajver namenjen za upravljanje DC motorima sa permanentnim magnetom napona napajanja do 240 VDC i maksimalne struje do 50 A.

Izlazni stepen je realizovan sa IGBT tranzistorima i galvanski je odvojen od logičkog (upravljačkog) dela drajvera.

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 enkoder omogućava x1, x2 i x4 multiplikaciju rezolucije inkrementalnog enkodera.

Drajver ima ugrađeno kočiono kolo koje se aktivira u slučaju kada DC motor radi u generatorskom režimu i ako napon napajanja pređe 255 VDC. Potrebno je postaviti spoljašnji kočioni otpornik.

Podešavanje svih parametara DC servo drajvera DCS-5020 vrši se pomoću besplatnog konfiguracionog softvera ServoTune3. Softver ServoTune3 ima ugrađen algoritam za automatsko podešavanje PID parametara.

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

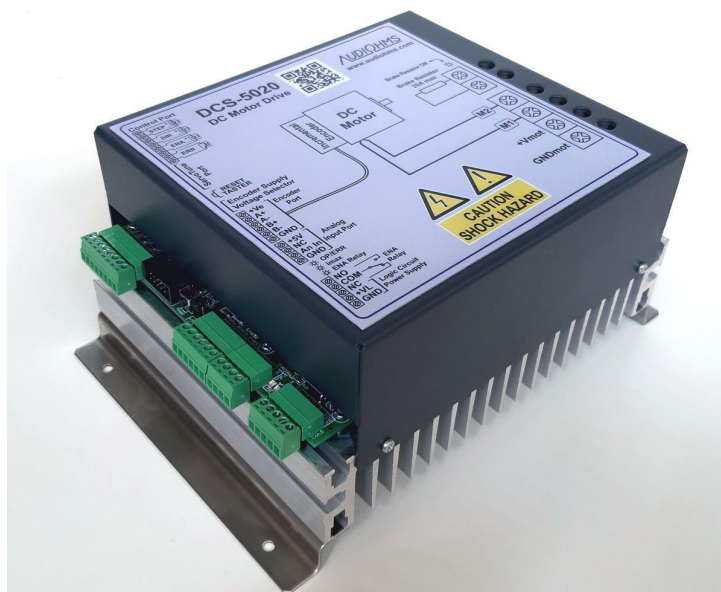
- STEP/DIR/ENABLE,
- CW/CCW/ENABLE,
- pomoću upravljačkog inkrementalnog enkodera (Encoder follower) u 1x, 2x i 4x dekodovanju,

kao i 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 DC motor 1 s nakon dolaska napona za napajanje, čime se smanjuje strujni udar pri uključanju.

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 DC motora.

Drajver ima preko naponsku i preko temperaturnu zaštitu.



### OBLASTI PRIMENE

- Retrofit CNC mašina
- Upravljanje DC motorima sa permanentnim magnetima
- Koordinatni stolovi
- Pozicioniranje
- Roboti
- Obuka

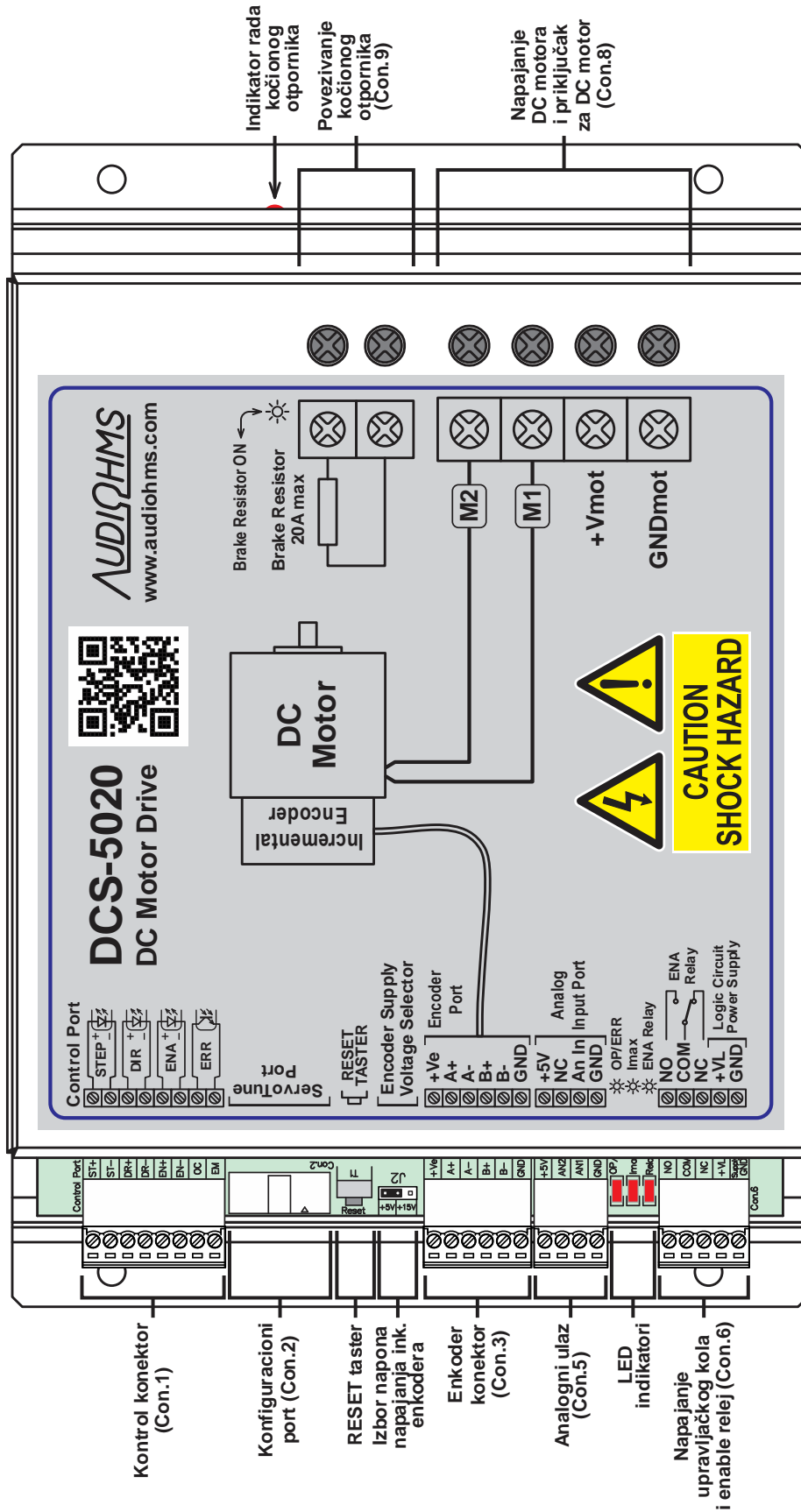
### 3 TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Model	DC servo drajver DCS-5020
Način rada	PWM DC Servo drajver sa zatvorenom petljom i PID upravljačkim algoritmom upravljanja
PWM učestanost	10–20 kHz, softversko podešavanje
Broj osa	1
Napon napajanja DC motora	30-240 VDC
Aktiviranje motorske kočnice	255 VDC
Preko naponska zaštita	270 VDC
Struja	5–50 A max, softversko podešavanje
Napon napajanja logičkog dela	18–28 V DC / 500 mA
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
Struja po ulaznoj liniji	~10 mA na 5 V
Izlazi	opto-izolovani Tracking Error
Učestanost STEP komande	< 600 kHz
Širina ulaznog impulsa	> 0,5µs
Povratna sprega	Inkrementalni enkoder sa fazno pomerenim kvadratnim izlazima
Rezolucija enkodera	×1, ×2 i ×4 softversko podešavanje
Napajanje enkodera	Izvor na drajveru +5 V DC / 250 mA ili +15 V DC / 150 mA
Podešavanje parametara	Preko IDC10 konektora i izolacionog interfejsa za programiranje IPI-USB
Ugrađena zaštita	Preko naponska i preko temperaturna
Dimenzije (Š x D x V)	160 mm x 233 mm x 108 mm
Masa	~2500 g

*NAPOMENA: Navedene specifikacije se mogu menjati bez prethodne najave*

## 4 IZGLJED DRAJVERA

Slika 4.1 daje prikaz DC servo drajvera DCS-5020 sa naznačenim pozicijama priključnih konektora.



Slika 4.1 Izgled drajvera DCS-5020

## 4.1 Kontrol konektor

Preko 8-mo pinskog konektora (kontrol konektor Con.1, Slika 4.1) dovode se digitalne upravljačke linije (STEP/DIR/ENA, CW/CCW/ENA ili Encoder). Pored toga na ovom konektoru se nalazi i Tracking Error izlaz koji se aktivira kada se prekorači vrednost tracking error offset-a.

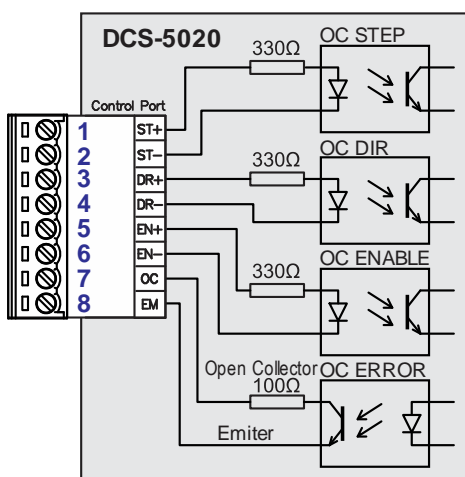
Tabela 4.1 daje raspored pinova konektora Con.1, a Slika 4.2 dok je šematski prikaz pinova na konektoru Con.1.

Tabela 4.1 Opis pinova 8-mo pinskog kontrol 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 - (GND)			
7	Error izlaz (Tracking Error – open collector)			Izlaz 1
8	Error izlaz (emiter)			

Na ulazu optokaplera za STEP, DIR i ENABLE interno su postavljeni otpornici od  $330 \Omega$  (Slika 4.2) koji ograničava struju na  $\sim 10$  mA na komandnom naponu od 5 V (TTL logički nivo). Na Error izlaznoj liniji nalazi se zaštitni otpornik od  $100 \Omega$ .

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



Slika 4.2 Pojednostavljeni shematski prikaz opto-izolovanih ulaza i izlaza

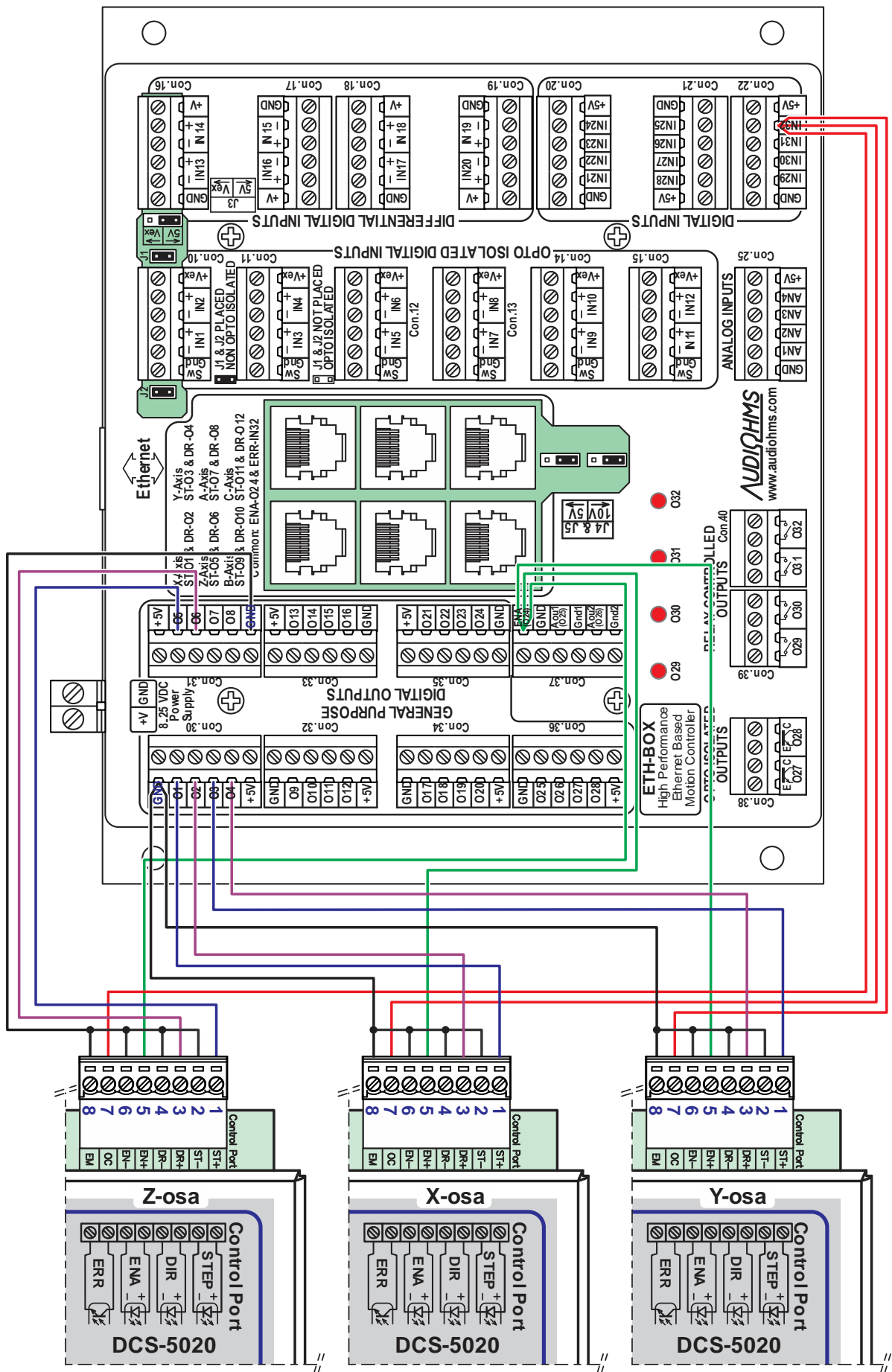
### 4.1.1 Povezivanje upravljačkog signala na kontrol konektor

DC servo drajver DCS-5020 može da se upravlja sa kompletnom linijom Audioms kontrolera kretanja.

Slika 4.3 daje preporučeni način povezivanja ETH-BOX kontrolera kretanja sa tri (opciono je moguće povezati dva do šest) DC servo drajvera DCS-5020. Kao STEP/DIR komande su iskorišćeni izlazi O1-O6, dok je ENA izlaz zajednički (O24). Error izlaz sa svih DC servo drajvera DCS-5020 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.

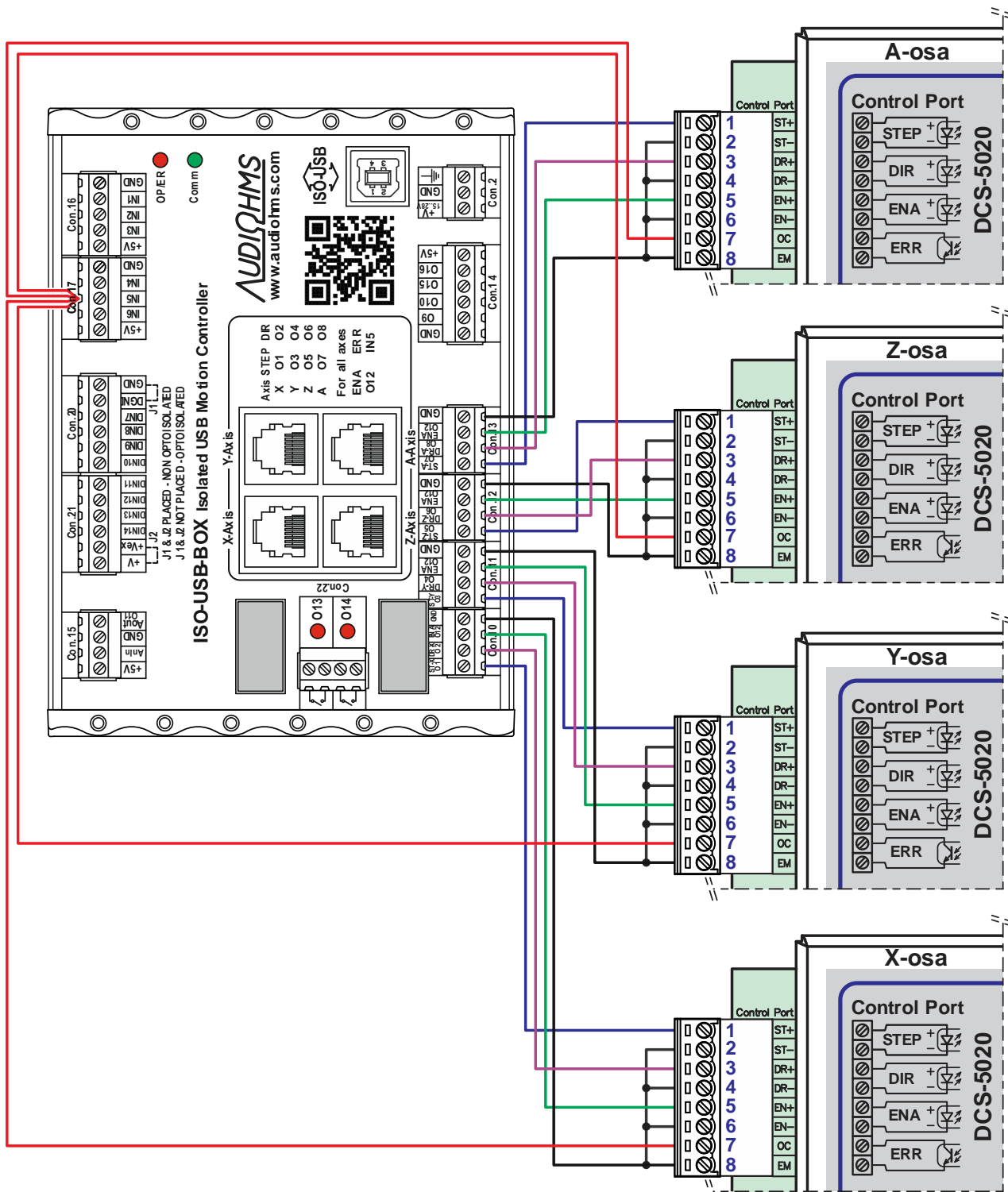




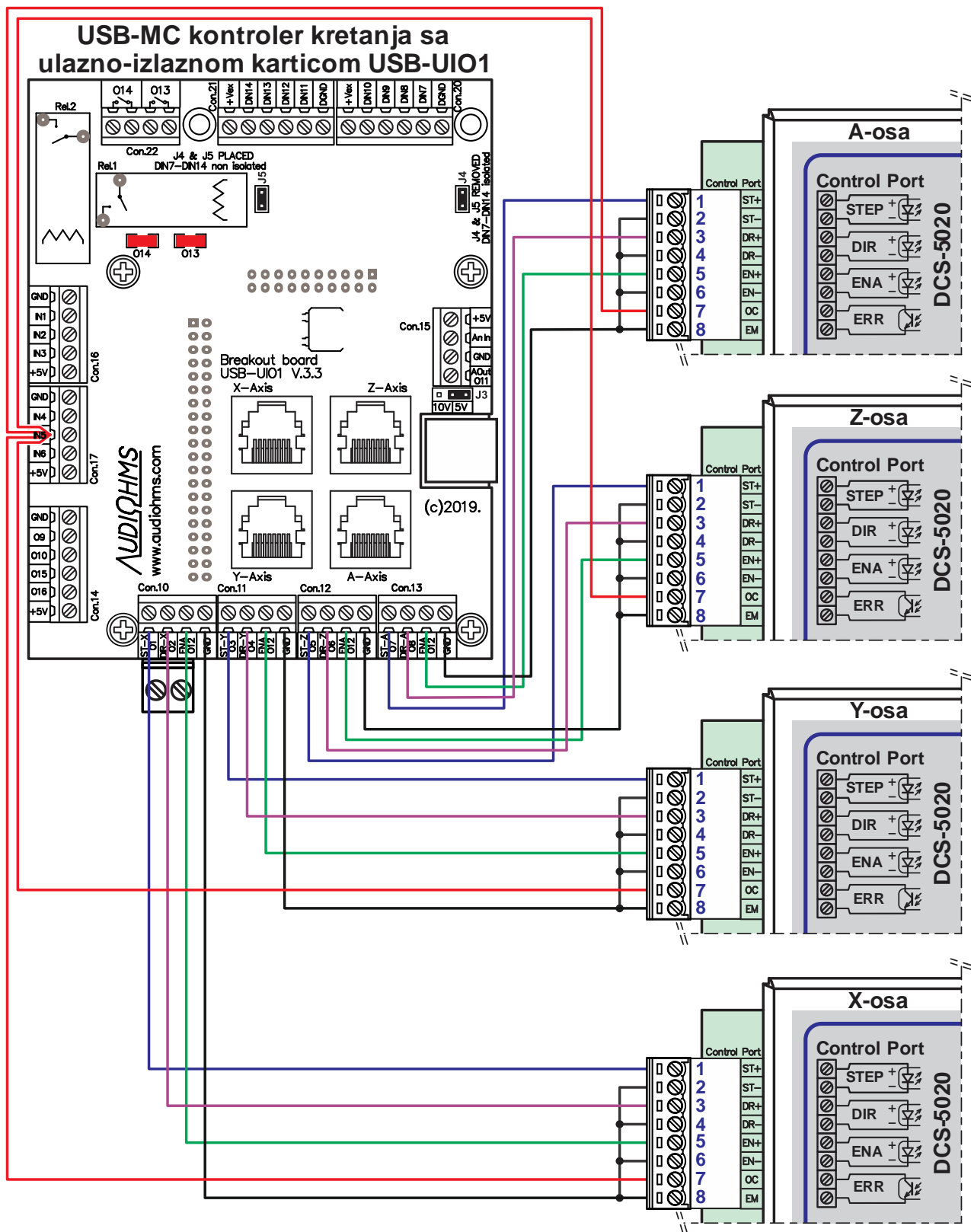
Slika 4.3 Upravljački sistem sa ETH-BOX kontrolerom kretanja

Slika 4.4 i Slika 4.5 daje 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-5020. Kao STEP/DIR komande su iskorišćeni izlazi O1-O8, dok je ENA izlaz zajednički (O12). Error izlaz sa svih DC servo drajvera DCS-5020 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

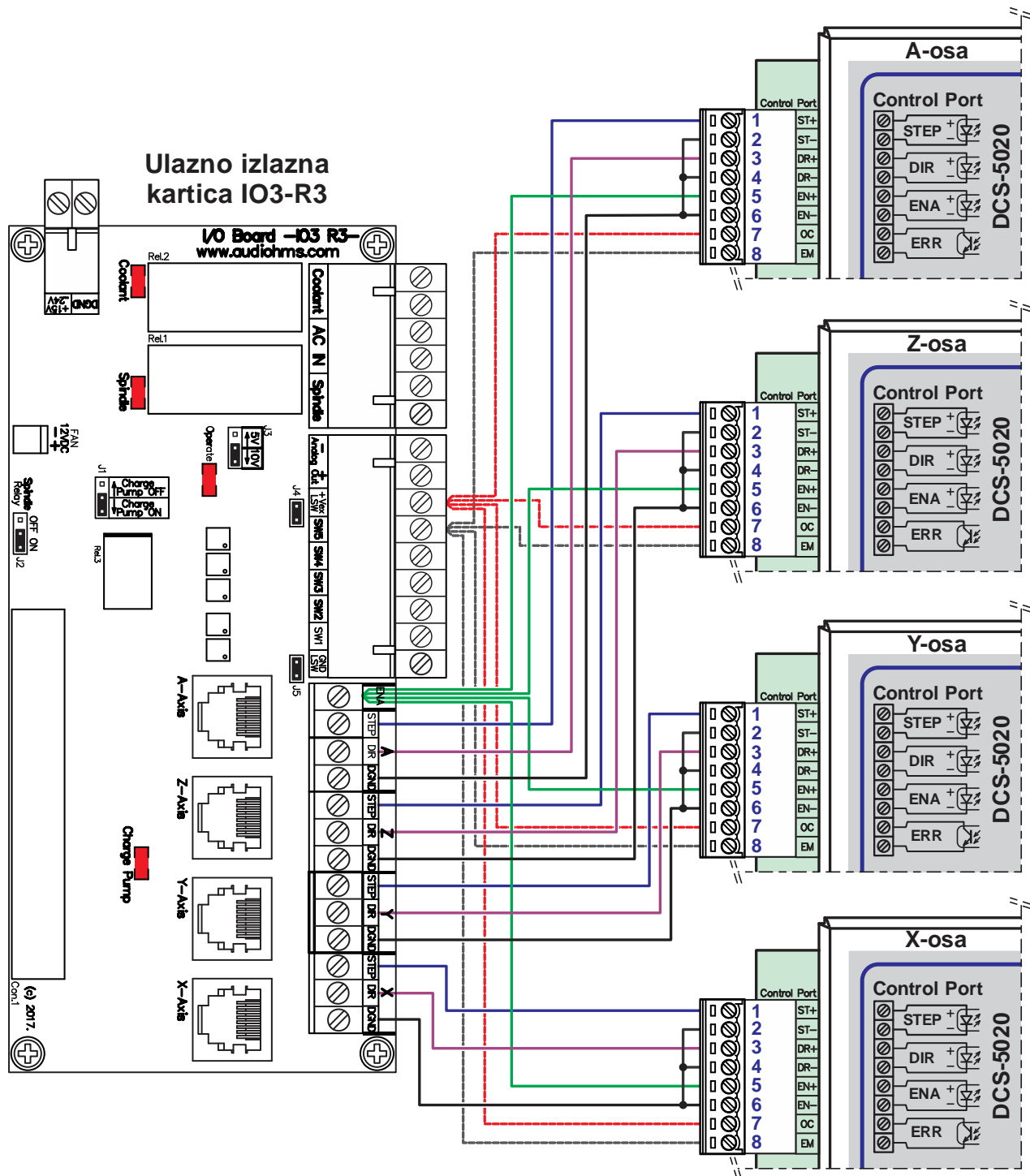


Slika 4.5 Upravljački sistem sa USB-MC kontrolerom kretanja i ulazno-izlazno karticom USB-UIO1

Slika 4.6 daje preporučeni način povezivanja ulazno-izlazne kartice IO3-R3 sa četiri (opciono je moguće povezati dva ili tri) DC servo drajvera DCS-5020. Kao STEP/DIR komande su iskorišćeni izlazi O2-O9, dok je ENA izlaz zajednički.

Error izlaz sa svih DC servo drajvera DCS-5020 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.



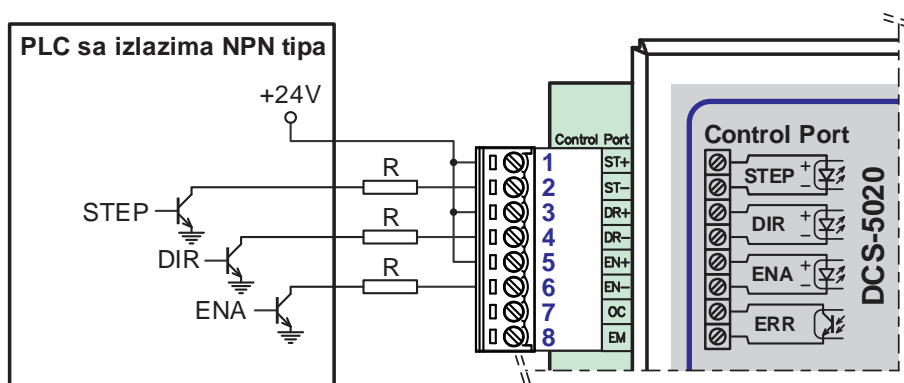
Slika 4.6 Upravljački sistem sa ulazno-izlazno karticom IO3-R3

## 4.1.2 Upravljanje pomoću PLC-a

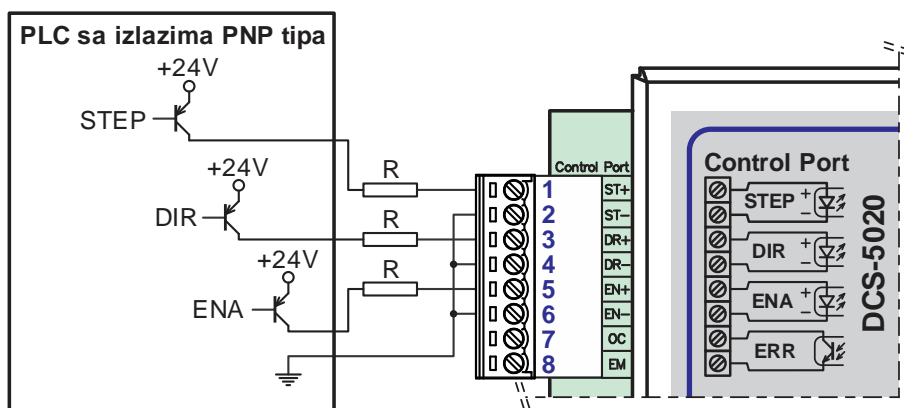
DC servo drajver DCS-5020 može da se upravlja i preko PLC-a koji imaju mogućnost generisanja željenih profila kretanja. Povezivanje je moguće na oba tipa PLC-a, sa izlazima NPN tipa (Slika 4.7), kao i sa izlazima PNP tipa (Slika 4.8). Potrebno je napomenuti da je ulazni interfejs (Control port) moguće 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 $\Omega$ .



Slika 4.7 Povezivanje na PLC sa izlazima NPN tipa (zajednička anoda)

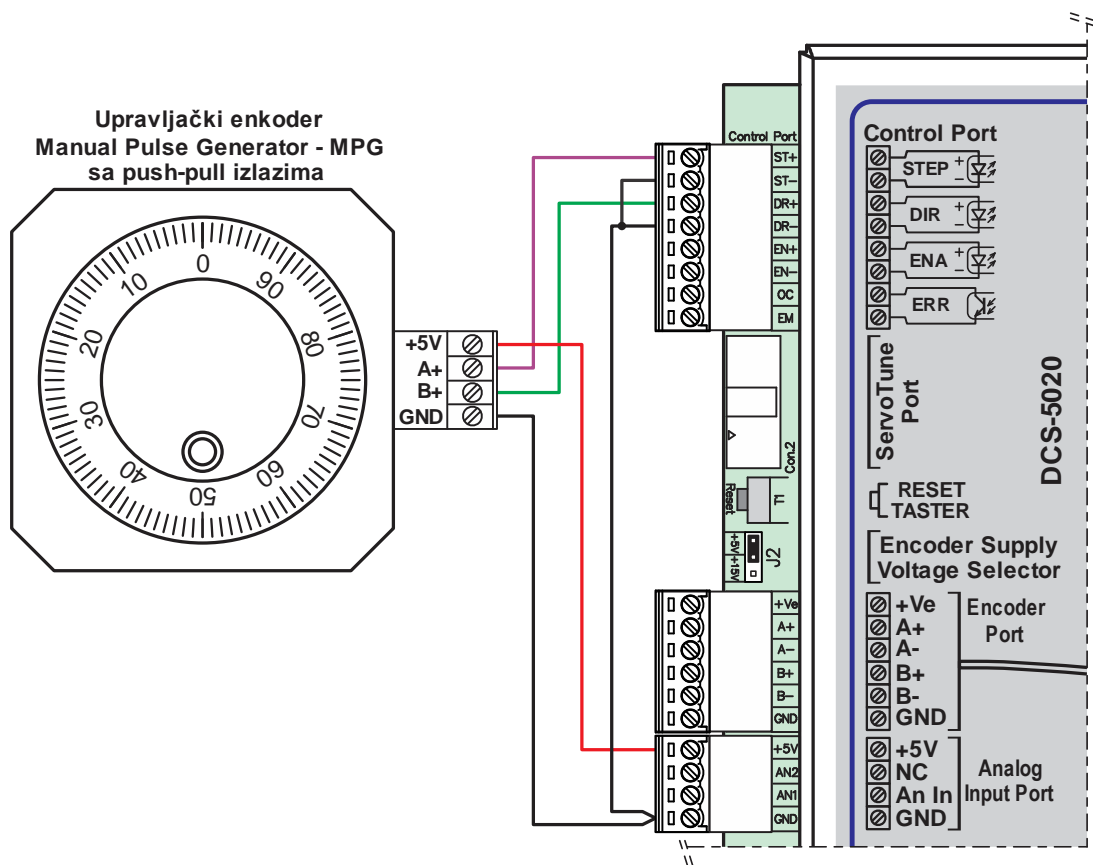


Slika 4.8 Povezivanje na PLC sa izlazima PNP tipa (zajednička katoda)

## 4.1.3 Upravljanje pomoću inkrementalnog enkodera

Pored STEP/DIR upravljanja, ulazni port može da bude konfigurisan da primi CW/CCW, kao i enkoderski signal. Podešavanje ulaznog interfejsa je detaljnije opisan u poglavlju 8.10.1.

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 DC servo drajvera DCS-5020 koji je dostupan na Con.5 (videti detaljnije u poglavlju 4.4).



Slika 4.9 Povezivanje na PLC sa izlazima PNP tipa (zajednička katoda)

## 4.2 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 DC servo drajver DCS-5020 preko konfiguracionog porta označen kao Con.2 (Slika 4.1) (10-to pinski IDC konektor).

## 4.3 Enkoder konektor

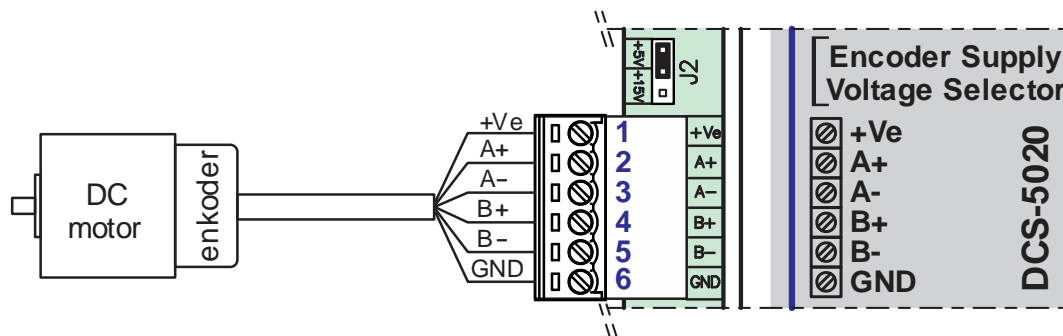
Za povratnu spregu po poziciji koristi se inkrementalni enkoder koji se na DC servo drajver DCS-5020 povezuje preko enkoder konektora (konektor Con.3 - Slika 4.1). Funkcije pinova ovog 6-to pinskog konektora date su u tabeli 4.2.

Tabela 4.2 Opis pinova enkoder konektora 6-to pinskog konektora (Con.3)

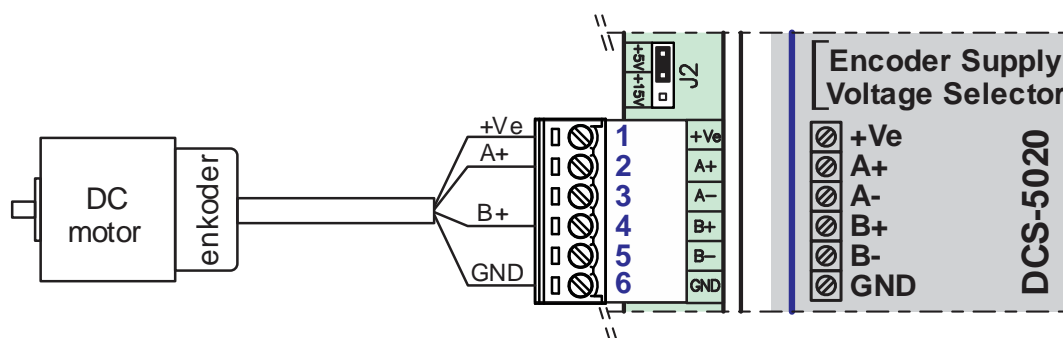
Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
1	+Ve	Izvor napajanja enkodera	Povezivanje inkrementalnog enkodera
2	A+	A kanal enkodera pull-up otpornik 4k7 ka +Ve	
3	A-	A\ kanal enkodera	
4	B+	B kanal enkodera pull-up otpornik 4k7 ka +Ve	
5	B-	B\ kanal enkodera	
6	GND	GND – Enkoder	

Koristiti inkrementalni enkoder sa kvadratnim fazno pomeranim TTL izlazima. Preporuka je da rezolucija inkrementalnog enkodera bude 200–2500 PPR. Na drajveru se nalazi izvor napajanja za inkrementalni enkoder +5 V / 250 mA max (opciono +15V / 150 mA max).

Na DC servo drajver DCS-5020 može da se poveže inkrementalni enkoder sa diferencijalnim (komplementarnim) izlazima (A+, A-, B+ i B- izlazima, Slika 4.10) ili inkrementalni enkoder sa nesimetričnim (single-ended) izlazima (A i B, Slika 4.11).



Slika 4.10 Povezivanje inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim (komplementarnim) izlazima na DC servo drajver DCS-5020



Slika 4.11 Povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima na DC servo drajver DCS-5020

**NAPOMENA: Povezivanje nesimetričnog (single-ended) enkodera na DC servo drajver DCS-5020 NE PREPORUČUJE SE za veće dužine kablova.**

#### 4.3.1 Izbor napona napajanja inkrementalnog enkodera

DC servo drajver DCS-5020 pruža mogućnost izbora napona inkrementalnog enkodera (Tabela 4.3). Interno ima izvor od 5VDC i izvor od 15VDC. Izbor jednog od ova dva dostupna izvora vrši se pomoću kratkospojnika J2, koji se nalazi neposredno iznad enkoder konektora (konektor Con.3 - Slika 4.1).

U zavisnosti od preporučenog napona napajanja inkrementalnog enkodera izabrati željeni napon napajanja inkrementalnog enkodera (Tabela 4.3).

**VAŽNO: Nepravilno izabran napon napajanja preko kratkospojnika J2 može da dovede do trajnog oštećenja inkrementalnog enkodera.**

Tabela 4.3 Izbor napona napajanja inkrementalnog enkodera pomoću kratkospojnika J2

Položaj kratkospojnika J2	Funkcija
	<p>Kratkospojnik J2 u poziciji +5V</p> <p>Interni izvor napajanja od +5VDC / 250mA sa DCS-5020 se dovodi na pin 1 (+Ve) enkoder konektora Con.3</p>
	<p>Kratkospojnik J2 u poziciji +15V</p> <p>Interni izvor napajanja od +15VDC / 150mA sa DCS-5020 se dovodi na pin 1 (+Ve) enkoder konektora Con.3</p>

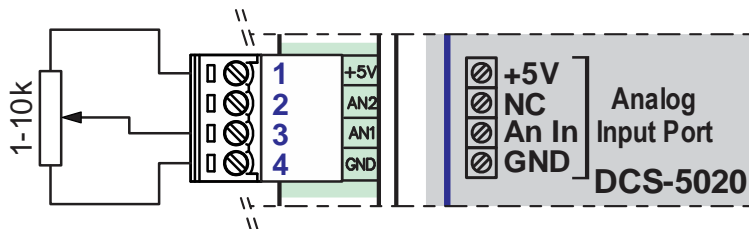
#### 4.4 Analogni ulaz

DC servo drajver DCS-5020 ima mogućnost upravljanja DC motorom preko naponske reference od 0–5 V koja se dovodi na analogni ulaz (Analog Input Port – Con.5, Tabela 4.4).

Tabela 4.4 Opis pinova 4-to pinskog konektora Analog Input Port (Con.5)

Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
1	+5V	Izvor napajanja +5V / 150mA	Povezivanje naponske reference
2	NC	Nije povezan	
3	An In	Analogni ulaz 0–5 V	
4	GND	GND	

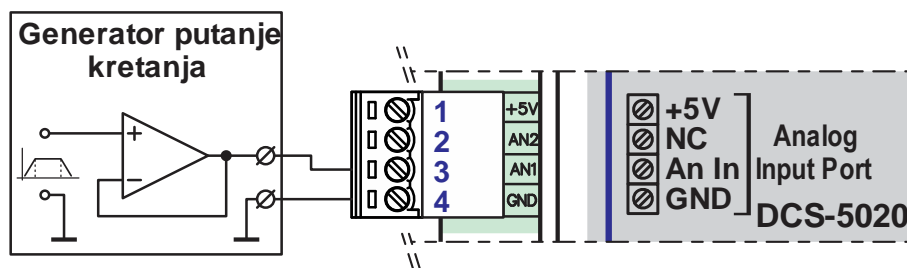
Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potenciometar nazivne otpornosti 1–10 kΩ (Slika 4.12).



Slika 4.12 Generisanje naponske reference na analognom ulazu DC servo drajvera DCS-5020 preko eksternog potenciometra

Slika 4.13 daje prikazan način vezivanja eksternog generatora putanje kretanja u cilju generisanja profila promene broja obrtanja DC motora putem. Napon na izlazu generatora kretanja ne sme da pređe 5 V DC.





b)

Slika 4.13 Generisanje naponske reference na analognom ulazu DC servo drajvera DCS-5020 preko generatora putanje kretanja

## 4.5 Napajanje upravljačkog dela

Napajanje upravljačke elektronike drajvera DCS-5020 vrši se preko konektora Con.6 (Slika 4.1 i Tabela 4.5). Napon napajanja logičkog dela treba da bude od 18–28 V DC / 500 mA. Nije potrebno da ovaj izvor bude stabilisan, već je dovoljno da je nakon ispravljanja filtriran elektrolitskim kondenzatorom minimalne kapacitivnosti od 1000 µF.

Tabela 4.5 Opis pinova 5-to polnog konektora Con.6

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	NO	Normalno otvoren izvod releja	ENA relejni izlaz
	2	COM	Zajednički izvod releja	
	3	NC	Normalno zatvoren izvod releja	
	4	+VL	Napajanje +18–28VDC/500mA	Napajanje upravljačke elektronike
	5	GND	GND	

### 4.5.1 Relejni ENABLE izlaz – aktiviranje mehaničke kočnice DC motora

Na konektoru Con.6 (Slika 4.1 i Tabela 4.5, pinovi br. 1, 2 i 3) nalaze se izvodi releja koji se aktivira sa ENABLE signalom. Pomenuti relej može da se iskoristi za aktiviranje mehaničke kočnice DC motora kada DC servo drajver DCS-5020 nije aktivan (eng. disabled).

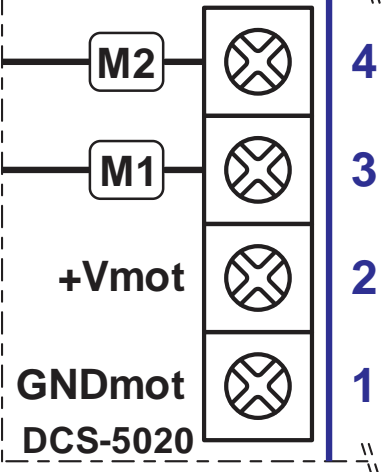
Kapacitet kontakta ugrađenog releja je 30VDC / 5Amax.

## 4.6 Napajanje DC motora i priključak za DC motor

Vezivanje napajanje za DC motor, kao i priključak za DC motor nalazi se na konektoru Con.8 (Slika 4.1 i Tabela 4.6).

	<p><b>OPREZ! Tokom rada DC servo drajvera DCS-5020 na priključcima konektora Con.8 i Con.9 je PRISUTAN NAPON KOJI MOŽE DA BUDE OPASAN PO ŽIVOT U SLUČAJU DIREKTOG KONTAKTA.</b></p> <p>Pre povezivanja konektora Con.8 <b>OBAVEZNO ISKLJUČITI NAPON NAPAJANJA DC MOTORA.</b> Nakon toga mernim instrumentom proveriti da li na priključcima +Vmot i GNDmot ima zaostalog napona usled akumulirane energije na elektrolitičkim kondenzatorima koji su ugrađeni u DC servo drajver DCS-5020.</p>
--	--

Tabela 4.6 Opis pinova (klema) konektora Con.8

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	4	M2	Priključak DC motora	Napajanje DC motora
	3	M1	Priključak DC motora	
	2	+Vmot	+30–240VDC	Vezivanje DC motora
	1	GNDmot	GND napajanja DC motora	

Napon napajanja DC motora  $V_{mot}$  treba da bude 10–15 % veći od nazivnog napona DC motora, odn.:

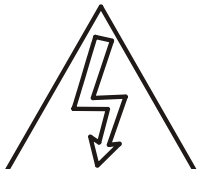
$$V_{mot} = 1,1 \cdot U_n \quad (1)$$

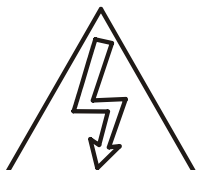
**NAPOMENA:** Napon napajanja DC motora  $V_{mot}$  ne sme da pređe maksimalno dozvoljenu vrednost napona drajvera DCS-5020.

Ako nakon povezivanja DC motora na priključke M1 i M2 i dolaska napona napajanja, motor počne da se obrće, zatim stane i OP/ER LED indikator počne 2 puta da blinka (Tracking error indicacija – Tabela 6.1), potrebno je zameniti priključke motora M1 i M2 (priključak DC motora sa M1 prebaciti na M2 i priključak DC motora sa M2 prebaciti na M1).

Struja sekundarnog namotaja zavisi od karakteristika priključenog DC motora i trebala bi da bude od 50–100% veća od njegove nazivne struje. Pri tome je potrebno znati da DC motor u nekim radnim režimima može povući znatno veću struju od nazivne.

#### 4.7 Povezivanje uzemljenja

	<p><b>OPREZ!</b> Koristiti sve mere predostrožnosti pri povezivanju uzemljenja na DC servo drajver DCS-5020.</p> <p>Za uzemljenje koristiti provodnike koji zadovoljavaju tehničke standarde i koristiti što je moguće kraće provodnike za tu svrhu.</p> <p>Nepravilno izvedeno uzemljenje može dovesti do pojave visokih potencijala na šasiji drajvera, što može da bude opasno po život ljudi.</p>
---	---

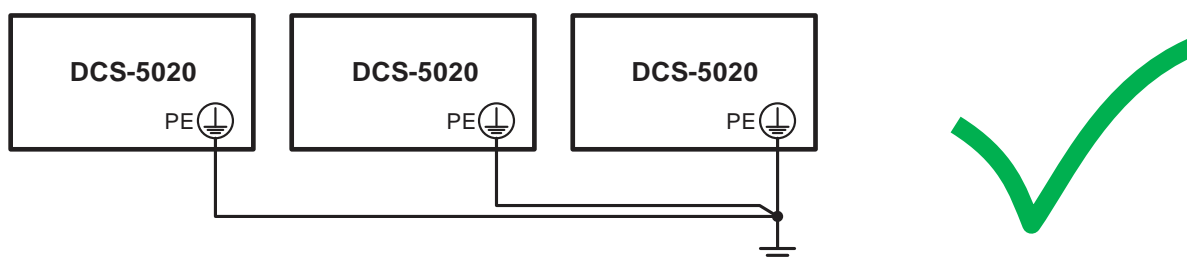
	<p><b>OPREZ!</b> Ne deliti ožičenje uzemljenja sa drugim uređajima, kao što su aparati za zavarivanje, ili sa drugim mašinama koje imaju veliku potrošnju električne energije.</p> <p>Nepravilno izvedeno uzemljenje može da dovede do električnih smetnji koje mogu da uzrokuju nepravilan rad ili oštećenje DC servo drajvera DCS-5020.</p>
---	---

Sa zadnje strane DC servo drajvera DCS-5020 nalazi se vijak za povezivanje drajvera na uzemljenje (Slika 4.14).

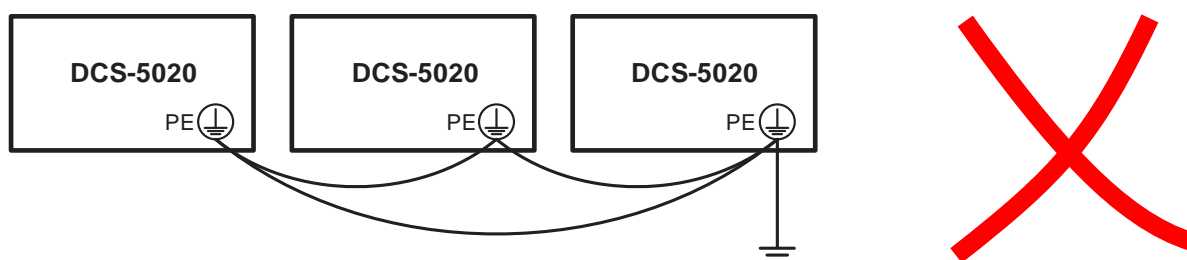


Slika 4.14 Pozicija vijka za povezivanje uzemljenja

Izbegavati formiranje petlje uzemljenja (eng. Ground loop). Slika 4.15 pokazuje propisno izvedeno uzemljenje više DC servo drajvera DCS-5020, dok Slika 4.16 prikazuje nepropisno izvedeno povezivanje uzemljenja.



Slika 4.15 Propisno izvedeno uzemljenje više DC servo drajvera DCS-5020



Slika 4.16 NEPROPISNO IZVEDENO UZEMLJENJE više DC servo drajvera DCS-5020

## 4.8 Povezivanje kočionog otpornika

Kada DC servo motor usporava pokretne mase mašine, on se ponaša kao generator električne struje. Kinetička energija pokretnih masa koje DC servo motor usporava pretvara se u električnu energiju, što dovodi do povećanja jednosmernog napajanja drajvera DC motora. U slučajevima velikih pokretnih masa i jakih usporenja povećanje jednosmernog napajanja drajvera DC motora može dovesti do trajnog oštećenja ispravljača ili drajvera motora.

DC servo drajver DCS-5020 ima ugrađeno kolo koje prati napon na liniji napajanja (+Vmot i GNDmot, Tabela 4.6) i ako napon pređe granicu od 245VDC dolazi do aktiviranja interno ugrađenog kočionog kola. Da bi

kočenje imalo efekta, potrebno je povezati eksterni kočioni otpornik na klemu konektora Con.9 (Slika 4.1 i Tabela 4.7).

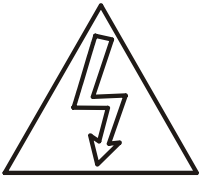
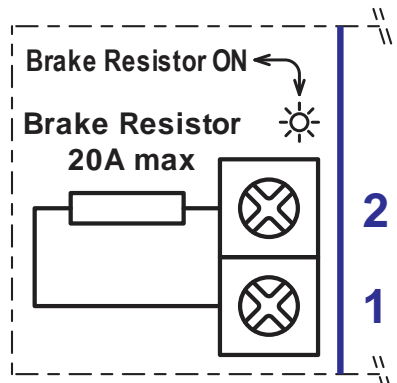
	<p><b>OPREZ! Tokom rada DC servo drajvera DCS-5020 na priključcima konektora Con.8 i Con.9 je PRISUTAN NAPON KOJI MOŽE DA BUDE OPASAN PO ŽIVOT U SLUČAJU DIREKTOG KONTAKTA.</b></p> <p>Pre povezivanja konektora Con.9 <b>OBAVEZNO ISKLJUČITI NAPON NAPAJANJA DC MOTORA.</b> Nakon toga mernim instrumentom proveriti da li na priključcima +Vmot i GNDmot ima zaostalog napona usled akumulirane energije na elektrolitičkim kondenzatorima koji su ugrađeni u DC servo drajver DCS-5020.</p>
---	--

Tabela 4.7 Opis pinova (klemu) konektora Con.9

	Pin br.	Opis	Funkcija
	2	Priključak za povezivanje kočionog otpornika	Kočiono kolo
	1	Priključak za povezivanje kočionog otpornika	

Ako napon koji generiše DC motor pređe gore navedenu granicu, aktiviraće se kočiono kolo koje električnu energiju generisanu kočenjem troši na kočionom otporniku. Na taj način se sprečava nekontrolisano povećanje napona napajanja usled kočenja DC motora. LED dioda signalizira kada je kočiono kolo aktivno.

Maksimalna struja kočnja je 20A. Preporučene otpornosti kočionog otpornika su  $R_{brake} = 15\Omega - 25\Omega$ . Snaga kočionog otpornika bi trebala da bude 1kW–2kW. Potrebno je napomenuti da bi ugrađen kočioni otpornik trebalo kratkotrajno da izdrži preopterećenje snage u iznosu od 2-4 puta.

#### 4.9 Preporučena veza izvora napajanja kompletnog upravljačkog sistema

Slika 4.17 daje preporučenu vezu izvora napajanja baziranog na DC servo drajverima DCS-5020. Preporučuju se galvanski odvojena napajanja za logički deo svakog pojedinačnog DC servo drajvera DCS-5020, kao i nezavisno galvanski odvojeno napajanje za kontroler kretanja. Može se upotrebiti bilo koji Audiohms kontroler kretanja:

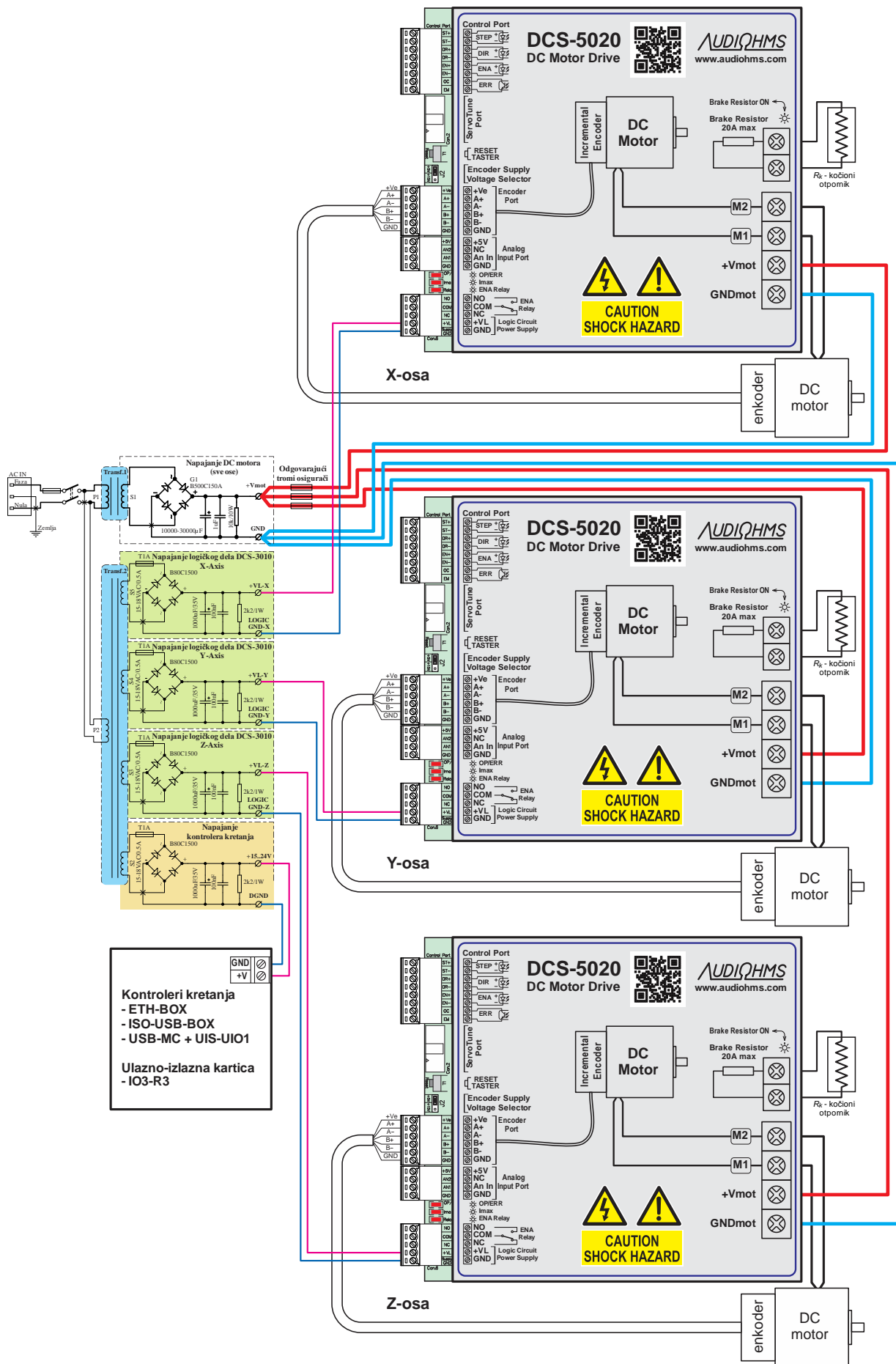
- ETH-BOX kontroler kretanja,
- ISO-USB-BOX kontroler kretanja,
- USB-MC kontroler kretanja sa ulazno-izlaznom karticom USB-UIO1,

kao i:

- Ulazno-izlazna kartica IO3-R3.

Ako se za napajanje logičkih kola DC servo drajvera DCS-5020 koristi prekidačko napajanje (eng. Switching Mode Power Supply – SMPS), tada je potrebno koristiti kvalitetna prekidačka napajanja koja su namenjena za upotrebu u industriji.

Napajanje DC motora može da bude izvedeno iz jednog izvora napajanja. Preporučuje se da se na napojni vod +Vmot postavi zaštitni osigurač za svaki drajver DCS-5020 posebno.



Slika 4.17 Preporučena veza izvora napajanja sistema upravljanja

## 5 RESET TASTER

RESET taster se nalazi između konfiguracionog porta Con.2 i konektora za enkoder Con.3 (Slika 4.1). Pritiskom na RESET taster moguće je poništiti tekuću grešku DC servo drajvera.

Pored toga pritiskom na RESET taster vrši se disable-ovanje izlaznog H-mosta za napajanje DC motora, tako da je moguće okretati rotor DC motora bez isključenja napona napajanja DC motora.

## 6 LED INDIKATORI

Na drajveru se nalazi 3 LED indikatora i to:

- višenamenski crveni **OP/ER** LED indikator (Tabela 6.1),
- crveni LED indikator prekoračenja maksimalno podešene struje DC motora **I<sub>max</sub>** i
- crveni LED indikator koji prikazuje kada je ENA Relej aktivan.

Tabela 6.1 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 kabla - Isključiti detektovanje greške inkrementalnog enkodera - Pritisnuti RESET taster
4 x ☀	Preko temperaturska zaštita aktivirana *	- Obezbediti bolje hlađenje drajvera - Pritisnuti RESET taster
5 x ☀	Preko naponska zaštita	- Obezbediti izvor sa nižim naponom za napajanje DC motora
6 x ☀	Greška kola za postavljanje novoa maksimalne struje	- Pritisnuti RESET taster - Kontaktirati ovlašćeni servis
7 x ☀	Greška mikrokontrolera	- Pritisnuti RESET taster - Kontaktirati ovlašćeni servis

\* Granica aktiviranja preko temperaturske zaštita je postavljena na 70 °C.

## 7 GARANCIJA

Proizvođač garantuje da su svi DC servo drajveri DCS-5020 prilikom isporuke ispravni. Pre isporuke svi DC servo drajveri DCS-5020 su naponima napajanja DC motora u koji su bliski maksimalno dozvoljenom naponu napajanja i izlaznim strujama do 15 A. Napon napajanja koji prelazi maksimalno dozvoljene vrednosti, pogrešno povezano napajanje, pogrešno povezani i neispravni DC servo motori, jaka elektromagnetna pražnjenja (blizina kontaktora) i sl. mogu oštetiti drajver.

## 8 ServoTune3 – UPUTSTVO ZA UPOTREBU

Za podešavanje parametara DC servo drajvera DCS-5020 koristi se konfiguracioni softver **ServoTune3** (Slika 8.1). Softver se sastoji iz jednog fajla (ServoTune3.exe) i za njegovu instalaciju je potrebno iskopirati fajl u željeni folder na računaru.

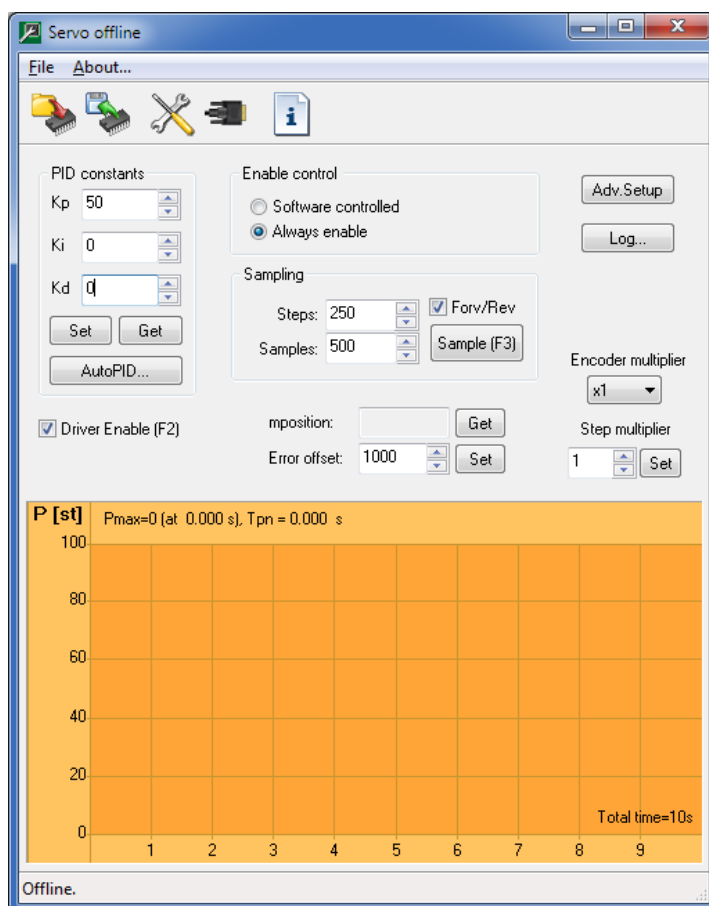


Konfiguracioni softver ServoTune3 radi u Windows XP, Windows Vista ili Windows 7/8/10 operativnom sistemu.

**NAPOMENA: DC servo drajver DCS-5020 je podržan od verzije softvera ServoTune V3.13.**

Softver ServoTune3 omogućava:

- Podešavanje konstanti PID regulatora,
- Podešavanje multiplikacije rezolucije enkodera,
- Podešavanje multiplikatora koraka,
- Enable/disable drajvera DCS-5020,
- Zadavanje broja koraka za snimanje odziva DC motora na step funkcija i iscrtavanje dijagrama odziva pozicije motora, dijagrama promene napona i dijagrama promene struje kroz DC motor,
- Podešavanje vrednosti Tracking error offset-a,
- Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora,
- Snimanje log datoteke sa vrednostima zadatih pozicija, trenutnih grešaka i trenutnih vrednosti struje kroz DC 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 DC motor i dr.



Slika 8.1 ServoTune3

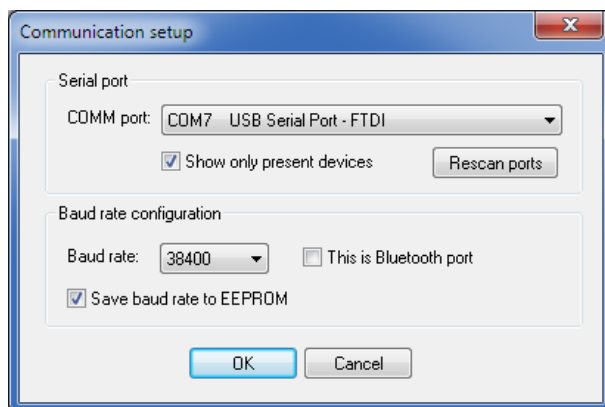
### 8.1 Izbor COM porta

Veza softvera ServoTune3 i PC računara sa drajverom DCS-5020 ostvaruje se preko izolacionog interfejsa za programiranje IPI-USB. Podešavanje parametara za COM port vrši preko dijaloga do kojeg se dolazi



izborom opcije **File -> Communication setup** (Slika 8.2) ili pritiskom na ikonu . Podesiti redni broj COM porta na koji je priključen interfejs 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.

**NAPOMENA: Polje This is Bluetooth port treba da ostane neselektovano.**



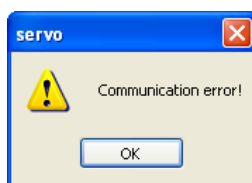
Slika 8.2 Communication setup dijalog

Ako je sve podešeno dobro na vrhu aplikacije ServoTune3 pojaviće se natpis da je drajver online sa verzijom firmware-a (Slika 8.3). Iz drajvera 5020 će biti pročitani svi parametri i biće ispisani u odgovarajućim poljima.



Slika 8.3

U slučaju da nije ostvarena komunikacija sa drajverom DCS-5020, nakon startovanja softvera ServoTune3 pojaviće se dijalog sa upozorenjem (Slika 8.4) i **servo offline** status na glavnom prozoru (Slika 8.1).



Slika 8.4 Greška pri otvaranju COM porta

Navedena greška 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 DCS-5020 i tada je potrebno izaći iz softvera ServoTune3, resetovati drajver DCS-5020 pritiskom na taster RESET i ponovo startovati softver ServoTune3.

## 8.2 Podešavanje konstanti PID regulatora

Drajver DCS-5020 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 DC servo motor-mehanika mašine.**



### 8.3 Podešavanje multiplikatora rezolucije enkodera

Drajver DCS-5020 ima mogućnost softverskog podešavanja multiplikatora rezolucije enkodera (eng. resolution multiplication). Tako je moguće sa enkoderima koji imaju relativno mali broj impulsa po obrtaju dobiti 2 ili 4 puta veću rezoluciju.

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

PRIMER:

Enkoder rezolucije 500PPR (impulsa po obrtaju) imaće:

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

### 8.4 Podešavanje multiplikatora koraka

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

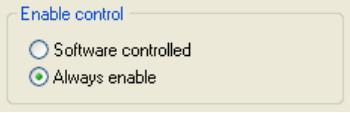
Step multiplier 1	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default
	Step multiplier	Multiplikator koraka	1	50	1

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.

### 8.5 Programiranje enable ulaza

Opcije programiranja enable ulaza drajvera DCS-5020 su date u donjoj tabeli.

	Naziv	Opcije izbora
	Enable control	<p><b>Software controlled</b> – 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 DCS-5020 neaktivan, ne izvršavaju se STEP i DIR komande i DC motor nije pod naponom (ova opcija se često koristi ako je potrebno izvršiti ručno zakretanje DC motora).</p> <p><b>Always enable</b> – 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 DCS-5020 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 (DC servo motor pod naponom) DISABLE – nije selektovano (DC servo motor nije pod naponom)

## 8.6 Snimanje odziva DC motora na step funkcija

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

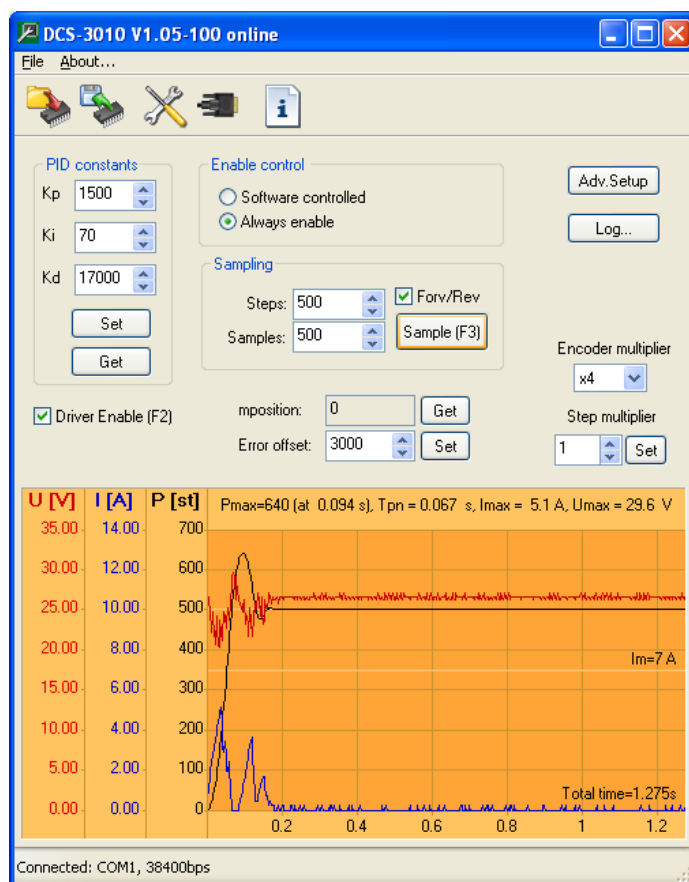
Sampling	Naziv	Opis	Parametri		Min	Max
			Naziv	Opis		
	Sampling	Snimanje odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*
			Samples	Broj pročitanih vrednosti	1	32767
	Steps	Izvršavanje određenog broja koraka bez snimanja odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*

\* **Maksimalna vrednost broja koraka (Steps) treba da bude manja od podešene vrednosti tracking error offset-a (Error offset). U suprotnom javiće se greška tracking error i DC servo motor će biti DISABLE-ovan. Poništavanje greške tracking error vrši se pritiskom na RESET taster ili isključenjem napajanja drajvera DCS-5020.**

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

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

Nakon izvršenja **Sample** komande biće iscrtani dijagrami odziva pozicije DC motora na step funkciju, kao i dijagrami promene napona i struje kroz DC servo motor (Slika 8.5).



Slika 8.5

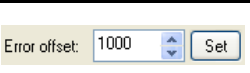
Snimljene vrednosti pozicije DC motora, napona napajanja i struje kroz DC servo motora biće sačuvani se u datoteci pod nazivom `odziv.dat` koja se nalazi u istom folderu u kome se nalazi softver ServoTune. U nastavku je dat deo datoteke `odziv.dat`.

```
% ***** ServoTune sampling output *****
% Date and time: 07.12.2019 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 DC motora, treća kolona predstavlja vrednost struje kroz DC motor u miliamperima (mA) i četvrta kolona je promena napona napajanja DC motora u voltima (V). Vrednosti iz datoteke `odziv.dat` je moguće lako učitati u neki od softvera za crtanje dijagrama (Octave, Excel, Origin™, MATLAB™ i sl.).

## 8.7 Podešavanje vrednosti tracking error offset-a

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


	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 DC 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 DC servo motor će biti DISABLE-ovan. Poništavanje greške tracking error offset-a vrši se pritiskom na RESET taster ili isključenjem napajanja drajvera DCS-5020.

## 8.8 Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora

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

	Naziv	Opis
	mposition	Trenutna pozicija DC servo motora

## 8.9 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 DC servo drajver DCS-5020

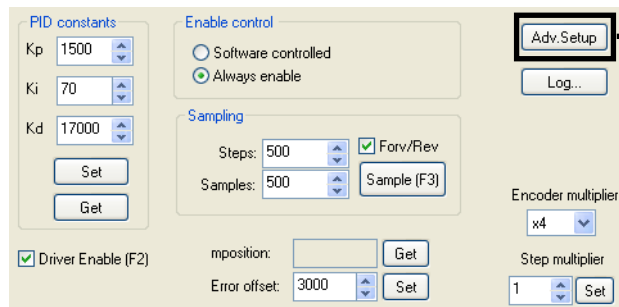


izborom opcije **File -> Load config...** ili pritiskom na dugme

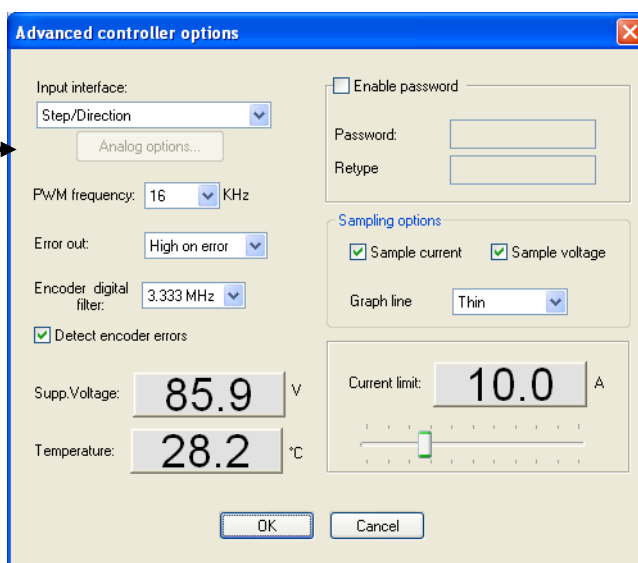
## 8.10 Napredna podešavanja – Advanced Setup



Pritiskom na taster **Adv. Setup** (Slika 8.6) ili na ikonu  dobija se dijalog sa izborom opcija za napredna podešavanja (Slika 8.7).



Slika 8.6



Slika 8.7

Napredna podešavanja obuhvataju izbor opcija:

- ulaznog interfejsa,
- učestanosti PWM-a,
- logičkog nivoa na Error izlazu u slučaju greške,
- digitalnog filtra za enkoder,
- detektovanje greške enkodera,
- zaštite podešenih parametara lozinkom,
- izbor parametara koji će biti prikazani na glavnom dijagramu i
- maksimalne struje DC motora.

Da bi se bilo koja od gore navedenih vrednosti upisala u EEPROM mikrokontrolera potrebno je pritisnuti dugme OK (Slika 8.7).

### 8.10.1 Ulazni interfejs – input interface

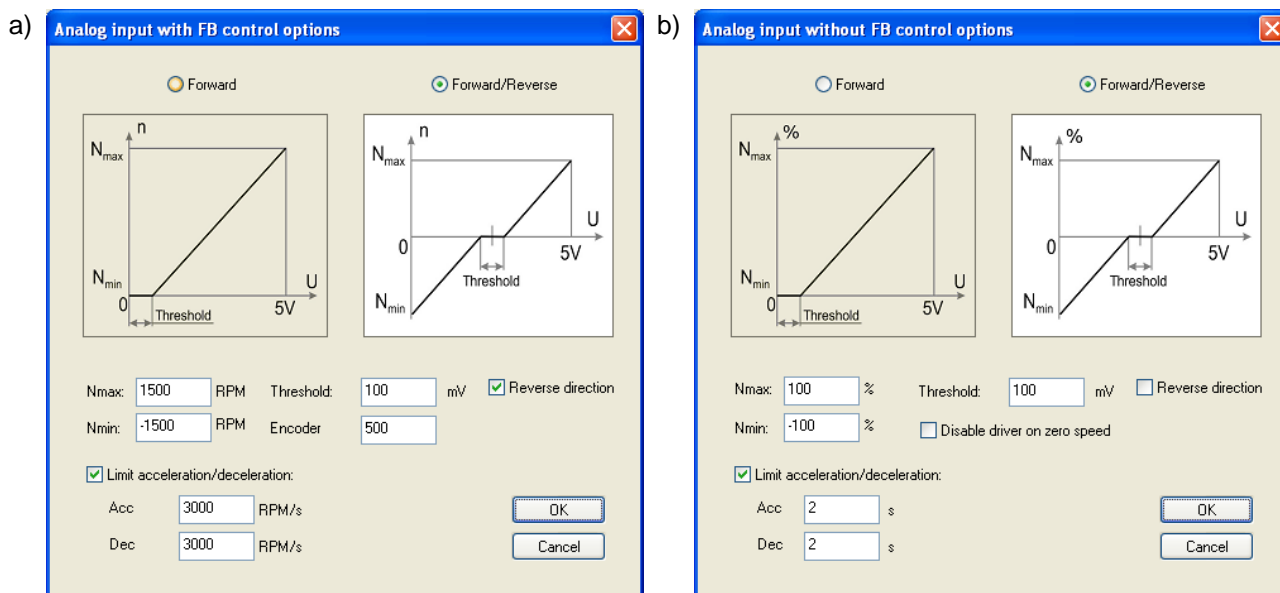
Upravljanje DC motorom se vrši preko 3 komande linije. Prve dve komande linije su u ovom uputstvu nazvane STEP/DIR, dok je treća ENABLE (Slika 4.2). Opcija ulaznog interfejsa pruža mogućnost izbora načina upravljanja preko gorenavedene tri komandne linije, ili preko analognog ulaza i to u sledećim modovima:

- 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.**

DC servo drajver DCS-5020 ima mogućnost upravljanja DC motorom preko naponskog signala od 0÷5V koja se dovodi na analogni ulaz (Con. 4 – Slika 4.1). Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potencijometar nazivne otpornosti 1–10kΩ (Slika 4.13.a) ili generatora putanje kretanja (Slika 4.13.b). Pogledati poglavlje 4.4 ovog uputstva.

Ukoliko se izabere jedna od opcija sa analognim ulazom, dugme **Analog option...** će postati aktivno i posle njegovog aktiviranja pojavice se jedan od dijaloga – Slika 8.8.



Slika 8.8 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 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).

### 8.10.2 Učestanost PWM-a

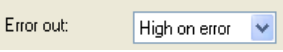
Ova opcija pruža mogućnost podešavanja učestanosti PWM-a i to:

- 10 kHz,
- 12 kHz,
- 14 kHz,
- 16 kHz (default),
- 18 kHz i
- 20 kHz.

Za učestanosti PWM-a ispod 20kHz može se čuti „pištanje“ koje dolazi iz DC motora.

### 8.10.3 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	<b>High on error</b> – U slučaju greške na Error izlazu će biti logička jedinica <b>Low on error</b> – U slučaju greške na Error izlazu će biti logička nula <b>Always low</b> – Na Error izlazu će uvek biti logička nula nezavisno od postojanja greške

### 8.10.4 Digitalni filter za enkoder

Podešavanja digitalnog filtra za enkoder 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 enkodera može biti korisna u okruženju sa jakim elektromagnetnim smetnjama koje mogu da dovedu do grešaka u čitanju pozicije enkodera.

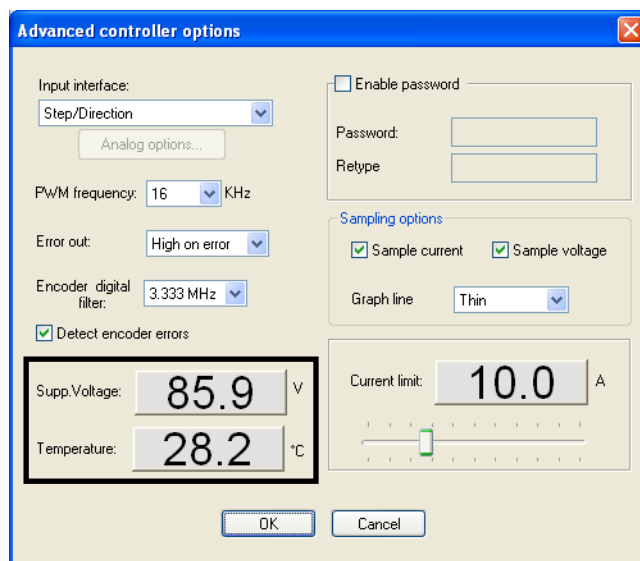
### 8.10.5 Detektovanje greške enkodera

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

**NAPOMENA: Ova opcija još nije detaljno testirana i preporučuje se da ovaj čeker ostane isključen.**

### 8.10.6 Očitavanje napona napajanja DC motora i temperature drajvera

U odgovarajućim poljima (Slika 8.9 – uokvirena polja) vrši se očitavanje napona napajanja DC motora u voltima (Supp. Voltage) i temperature DC servo drajvera DCS-5020 u neposrednoj blizini mikrokontrolera u °C (Temperature).



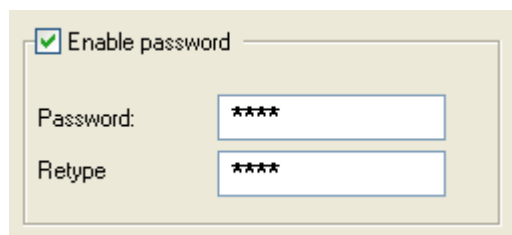
Slika 8.9

### 8.10.7 Unošenje sigurnosne šifre

Softver ServoTune3 pruža mogućnost unošenja sigurnosne šifre u cilju sprečavanja neovlašćene promene podešenih parametara DC servo drajvera DCS-5020.

Da bi se ova opcija aktivirala potrebno je da se selektuje čeker **Enable password** (Slika 8.10) 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 DC servo drajverom DCS-5020 pojaviti dijalog (Slika 8.11) za unos sigurnosne šifre, što postaje uslov za pristup podešenim parametrima.

**NAPOMENA: Sigurnosnu šifru čuvati na bezbednom mestu. U slučaju da zaboravite šifru nećete moći da pristupite promeni parametara DC servo drajvera DCS-5020.**



Slika 8.10 Dijalog za unos sigurnosne šifre

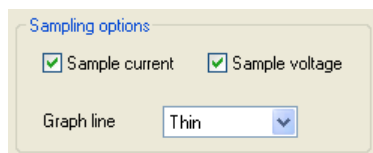


Slika 8.11 Dijalog za unos sigurnosne šifre pri startovanju softvera ServoTune3

### 8.10.8 Izbor opcija glavnog dijagrama

U delu dijaloga za napredna podešavanja (eng. Advanced setup) – Slika 8.12 (eng. Sampling options) bira se:

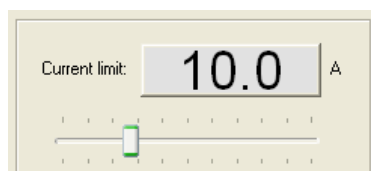
- Šta će od parametara biti prikazano na glavnom dijagramu i
- Debljina linija kojom će biti iscrtavani dijagrami (Thin, Medium i Thick).



Slika 8.12

### 8.10.9 Podešavanje maksimalne struje DC motora

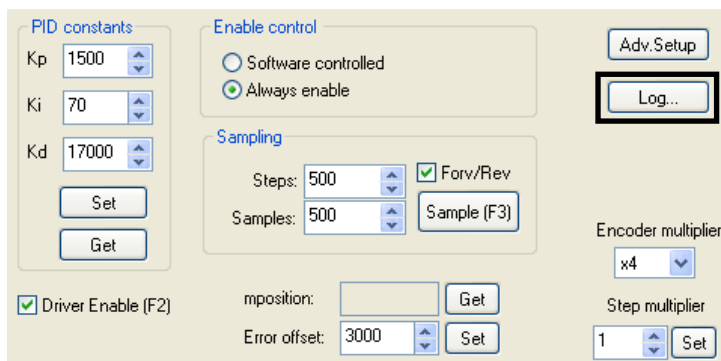
Podešavanja maksimalne struje DC motora vrši se preko klizača (Slika 8.13). Vrednost podešene struje se očitava u odgovarajućem polju. Maksimalna struja kroz DC motor može se podesi u opsegu 5–50A.



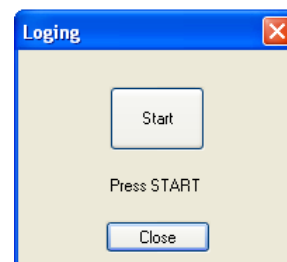
Slika 8.13

### 8.10.10 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 8.14) čime se otvara **Logging** dijalog (Slika 8.15).



Slika 8.14 Pozicija **Log** tastera



Slika 8.15 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: 07.12.2019 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
```

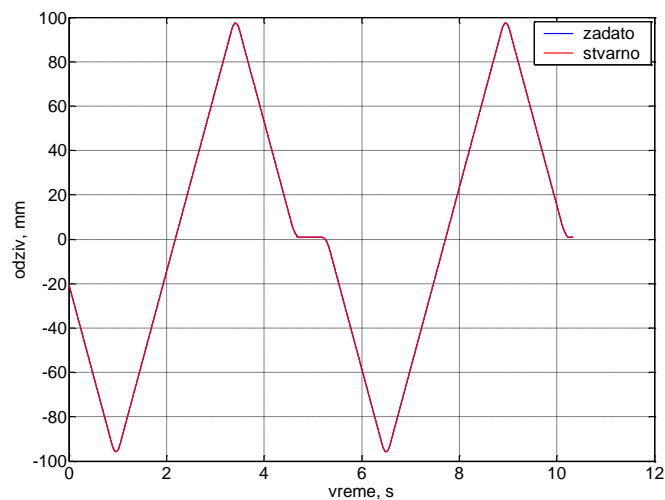
Pri tome:

- **Prva** kolona je vreme,
- **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 i
- **Peta** kolona je napon napajanja DC motora u V.

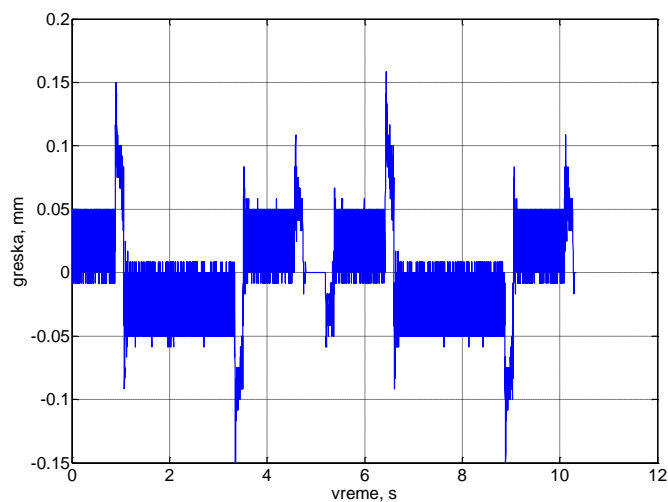
Vrednosti iz datoteke `servo.log` je moguće lako učitati u neki od softvera za crtanje dijagrama (Octave, Excel, Origin™, MATLAB™ i sl.).

Slika 8.16, Slika 8.17 i Slika 8.18 daju jedan od primera promene parametara iz jednog zapisa `servo.log` datoteke.

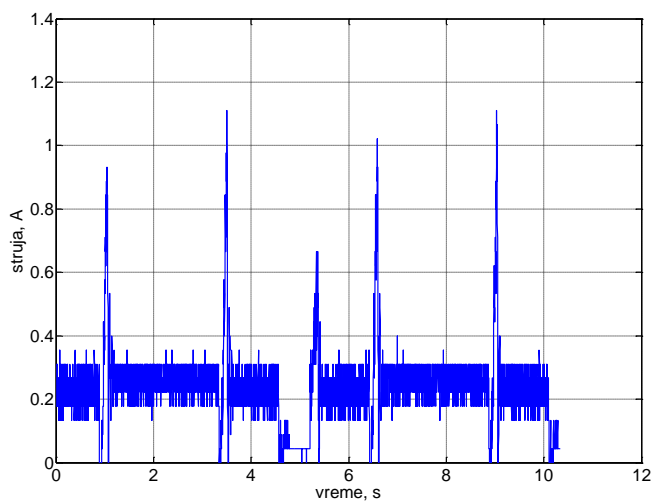




Slika 8.16 Dijagram promene zadate i stvarne pozicije DC servo motora



Slika 8.17 Dijagram greške pozicioniranja preračunate u mm



Slika 8.18 Dijagram promene struje kroz DC servo motor

## 9 POSTUPAK PODEŠAVANJA KONSTANTI PID REGULATORA

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

Pri podešavanju krenuti od manjih vrednosti maksimalnih struja kroz DC motor tokom kojih treba proveriti ponašanje DC motora. Nakon toga vršiti postepeno povećavanje podešene vrednosti maksimalne struje DC motora.

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 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 enkodera.

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

**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 – Slika 9.1.

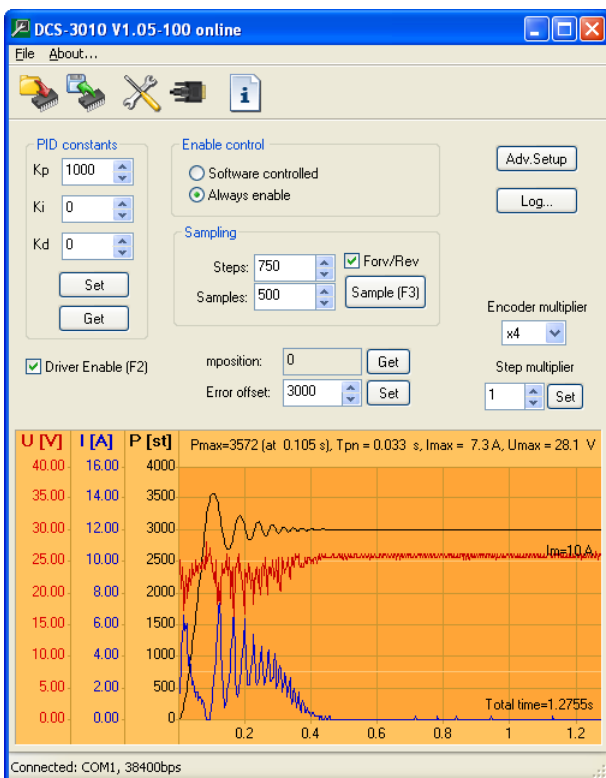
**KORAK 2:** Povećavati konstantu  $K_d$  dok se odziv sistema ne „umiri“ (Slika 9.2). Konstanta  $K_d$  može da bude značajno veća od konstante  $K_p$ .

**KORAK 3:** Postepeno povećavati konstante  $K_p$  i  $K_i$  do odziva sa blagim preskokom – Slika 9.3. Ovde je potrebno primetiti da je konstanta  $K_i$  dosta manja u poređenju sa ostale dve konstante.

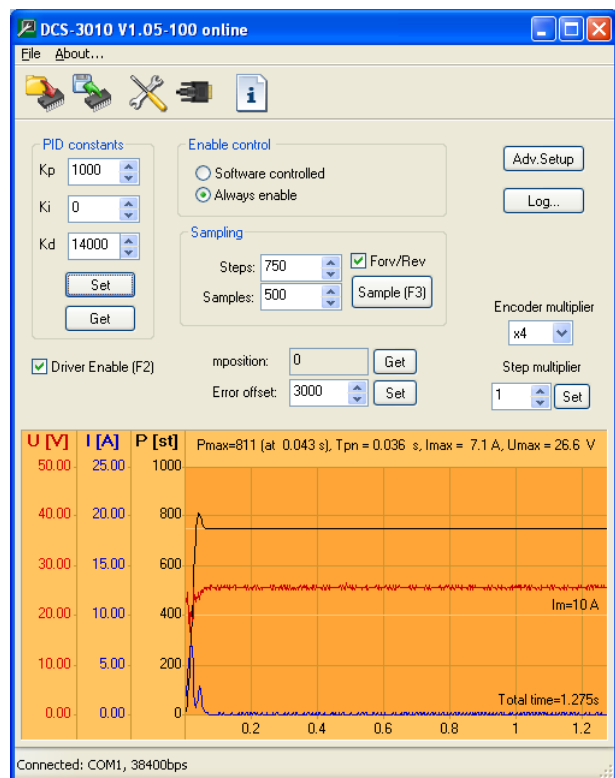
**Ponoviti korake 2 i 3 sve do nivoa kada se vratilo DC motora ponaša kao da je motor „zakočen“.** Pored toga proveriti motor u radu na mašini pri raznim radnim brzinama (ne sme da dođe do oscilovanja i podrhtavanja pri radu).

**KORAK 4:** Slika 9.4 daje mogući prikaz izabраниh vrednosti konstanti PID regulatora i odziv motora.

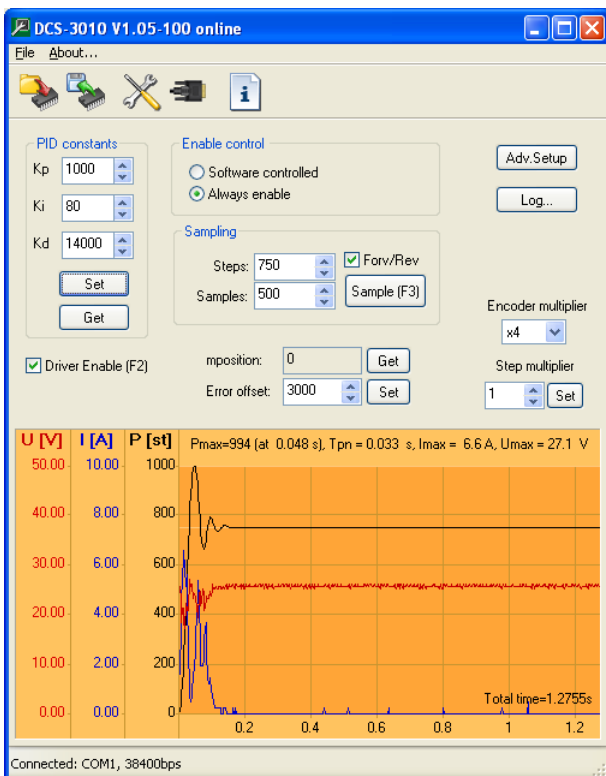
Ovako podešene vrednosti PID konstanti je potrebno proveriti u radu mašine i po potrebi izvršiti njihovu korekciju.



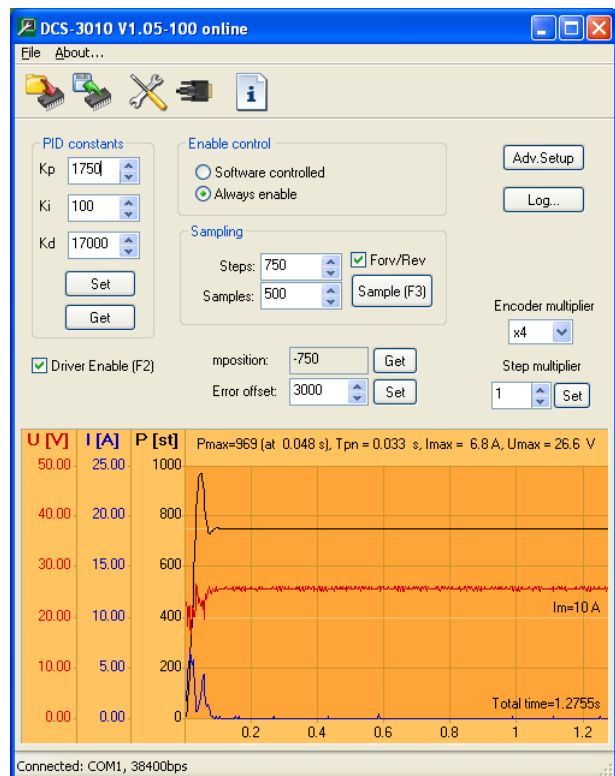
Slika 9.1



Slika 9.2



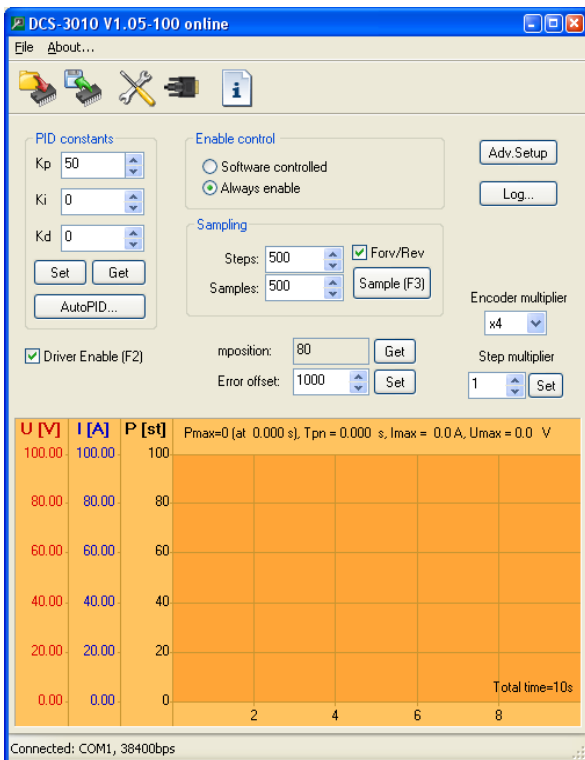
Slika 9.3



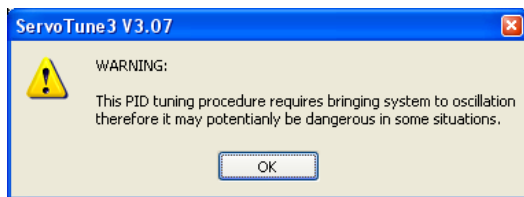
Slika 9.4

## 9.1 Automatsko podešavanje PID parametara

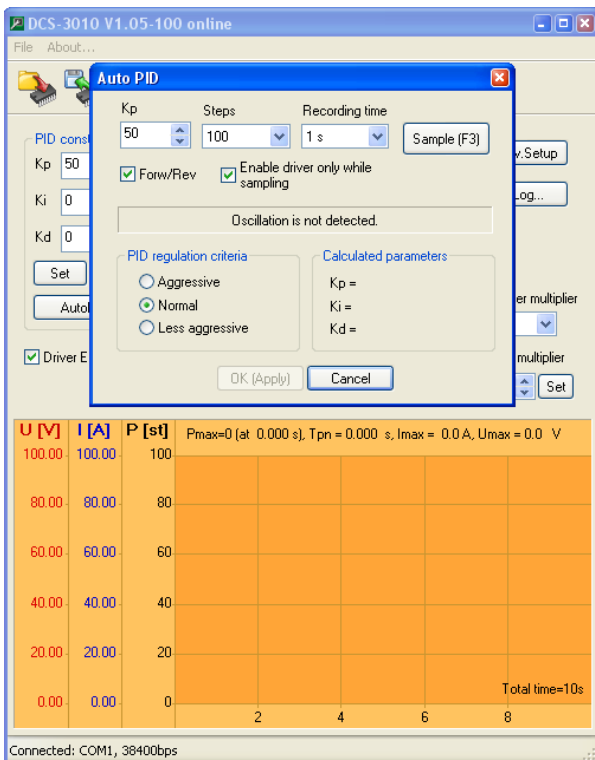
Opcija automatskog određivanja i podešavanja PID parametara dostupna je od verzije softvera ServoTune3 v3.07. U dijalog za automatsko podešavanje PID parametara dolazi se pritiskom na dugme **AutoPID** (Slika 9.5). Nakon toga pojaviće se dijalog upozorenja (Slika 9.6).



Slika 9.5



Slika 9.6



Slika 9.7

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

Postupak automatskog podešavanja PID parametara korisnik izvodi na sopstvenu odgovornost.

U okviru **AutoPID** dijaloga (Slika 9.7) moguće je podešavati sledeće parametre:

- Proporcionalnu konstantu **Kp**.
- Broj koraka **Steps** koji definiše odskočnu funkciju. Pul-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:** 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 (Slika 9.8, Slika 9.9 i Slika 9.10). Ovdje je važno napomenuti da na pomenutim slikama nisu prikazane svi koraci tokom postupnog povećavanja parametra **Kp**.

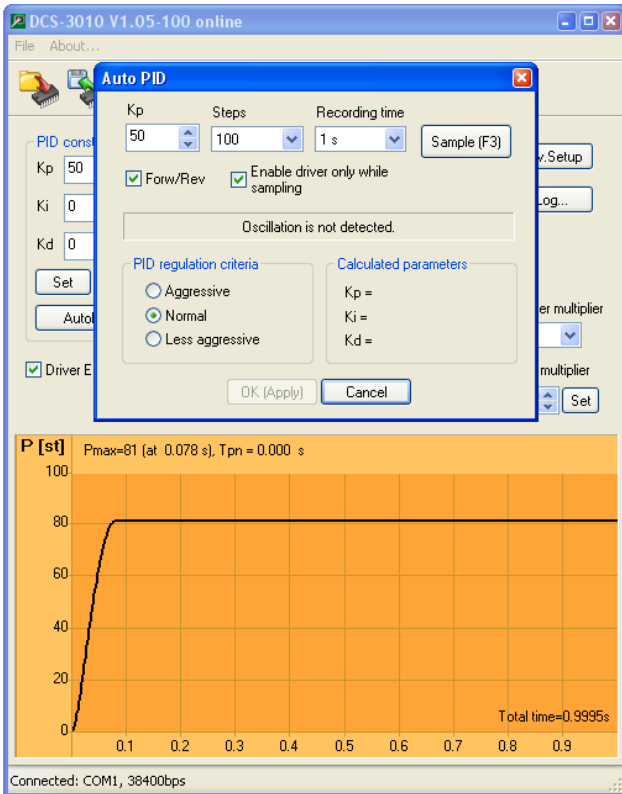
Softver ServoTune3 će da prepozna da je došlo do oscilovanja sistema (**Oscillation is detected ...** – Slika 9.10) i predložiće konstante PID regulatora **Kp**, **Ki** i **Kd** u zavisnosti od zadatog kriterijuma za PID regulaciju. Moguć je izbor sledećih kriterijuma:

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

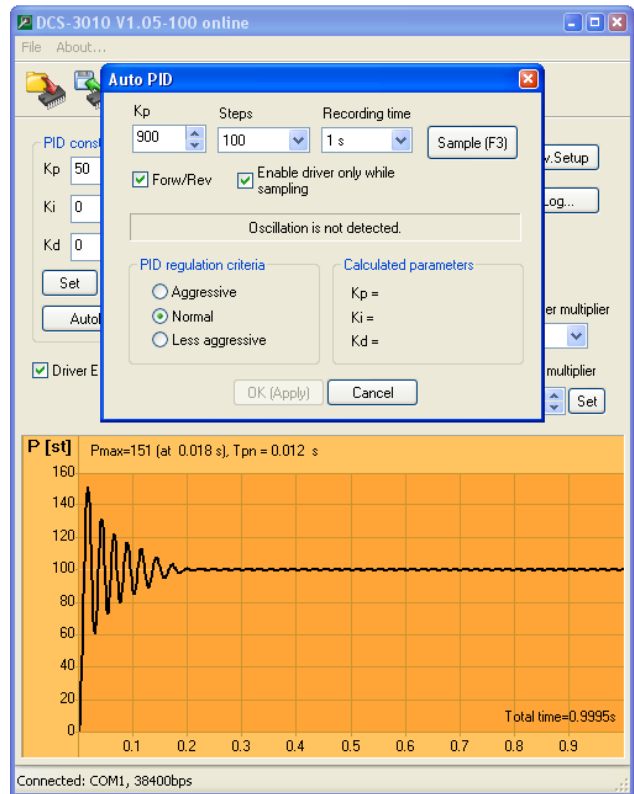
Pritiskom na dugme **OK (Apply)** izračunati PID parametri će biti upisani u EEPROM mikrokontrolera.

Proveriti ponašanje DC servo motora sa ovako izračunatim parametrima PID regulatora (Slika 9.11).

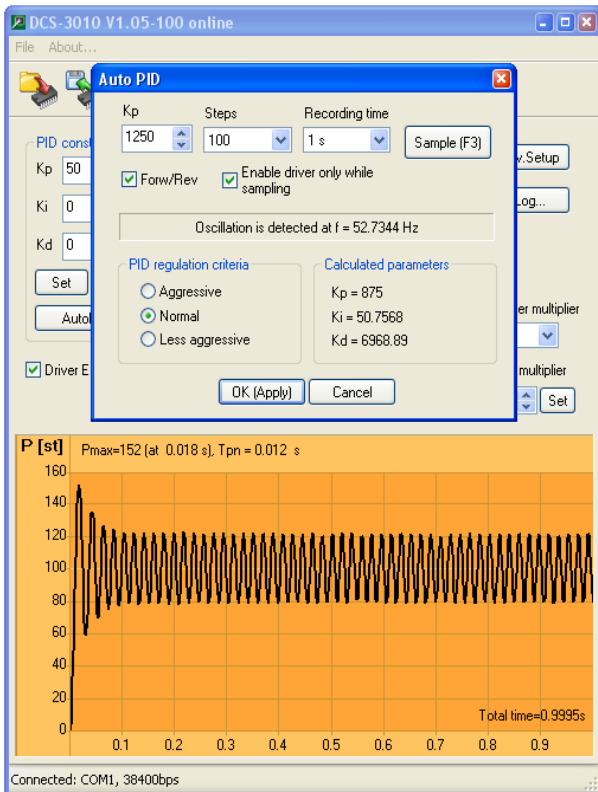
Po potrebi izvršiti ručno fino podešavanje parametara PID regulatora.



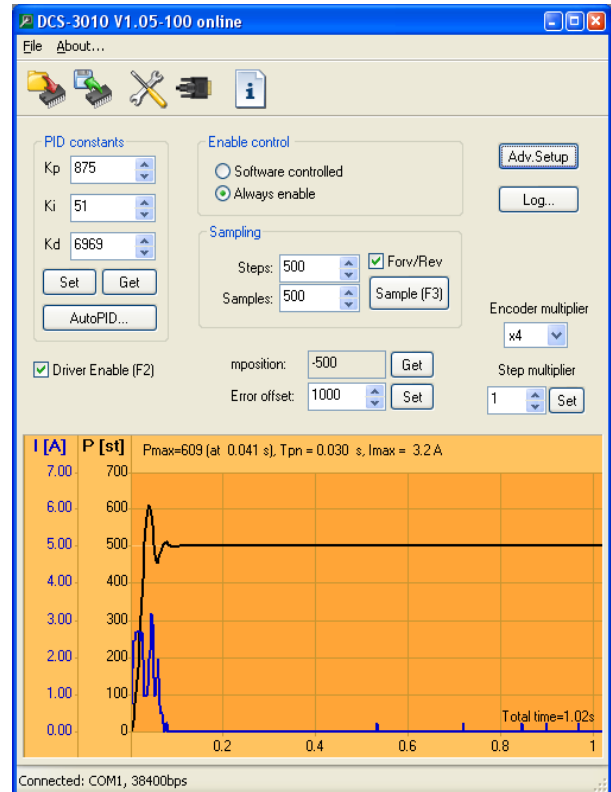
Slika 9.8



Slika 9.9



Slika 9.10



Slika 9.11

**IZMENE DOKUMENTA:**

- Ver. 1.0, Maj 2023., Preliminarna verzija

