

DCS-100-A

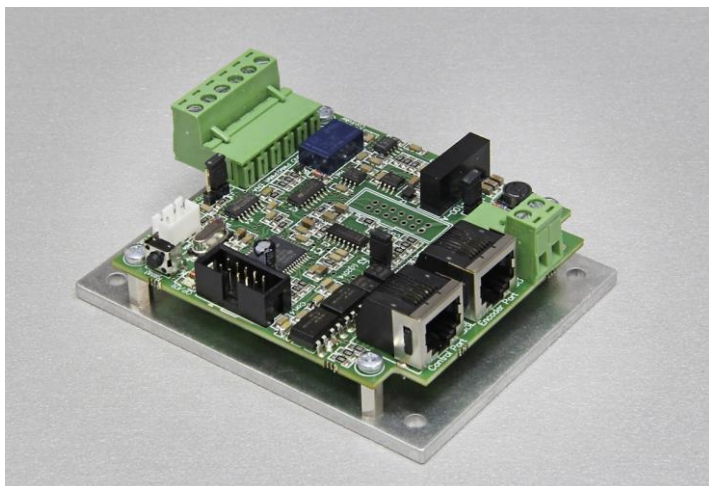
DC SERVO DRAJVER SA ANALOGNIM IZLAZOM $\pm 10V$

1. OPIS

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

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

OBLASTI PRIMENE

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

2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

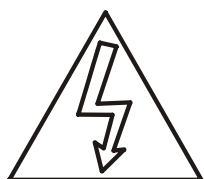
Tip	DC Servo drajver sa analognim izlazom $\pm 10V$, zatvorenom petljom upravljanja i PID upravljačkim algoritmom
Broj osa	1
Ulazni interfejs	Digitalni modovi upravljanja preko opto-izolovanih linija STEP/DIR/ENA, CW/CCW/ENA i Encoder follower (1x, 2x i 4x) Analogni 0÷5 V sa i bez povratne sprege
Učestanost STEP komande	< 600 kHz
Širina ulaznog impulsa	> 0,5 μs
Struja po ulaznoj liniji	~10 mA na 5 V
Izlaz	Optoizolovani analogni $\pm 10V$
Dodatni izlazi	- opto-izolovani Tracking Error - dva fazno pomerena 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 RS-232, izolacionog USB ili bluetooth interfejsa za programiranje (IPI-USB ili PI-BT)
Napon napajanja	8÷24 VDC, 250 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

3. BEZBEDNOSNA UPOZORENJA

Pri radu sa servo drajverom DCS-100-A moguće je da se pojave 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.

Za napajanje drajvera DCS-100-A koristiti isključivo galvanski izolovana napajanja.

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.

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.

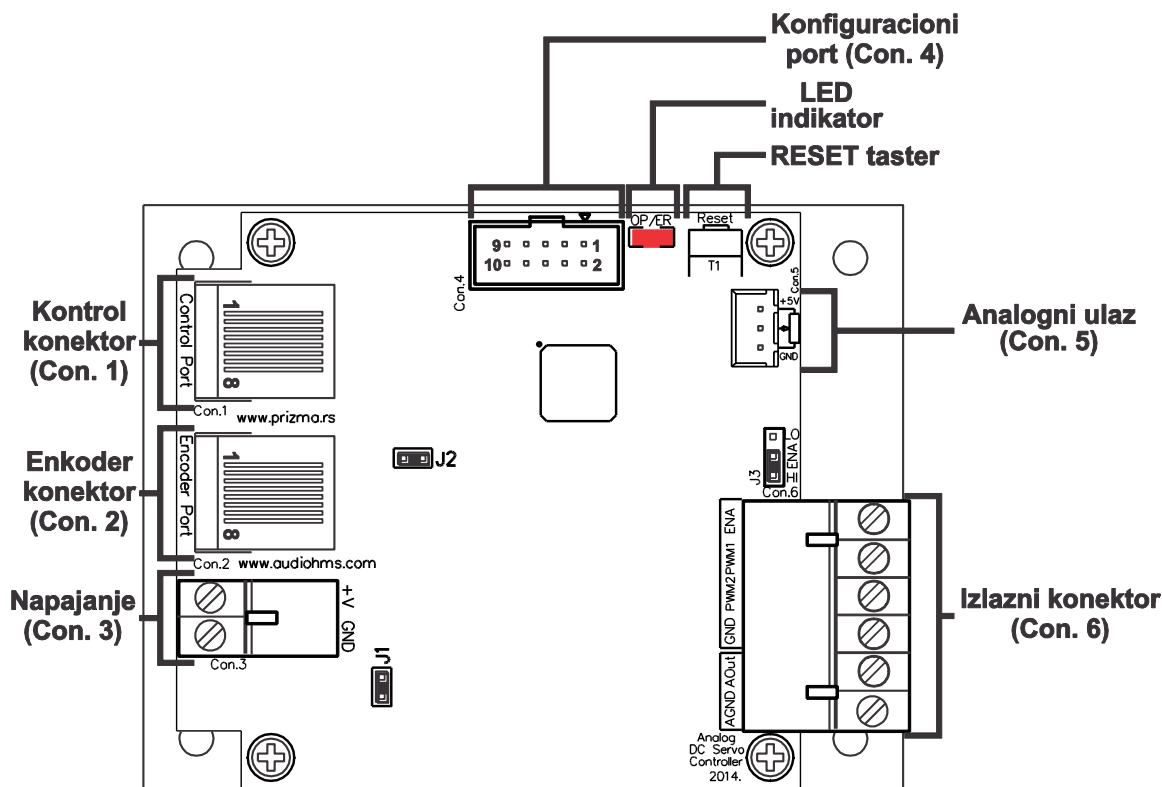
Pri radu sa drajverom koristiti sve potrebne mere predostrožnosti.

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.



4. IZGLED DRAJVERA

Drajver DCS-100-A ima na sebi 6 konektora (od Con. 1 do Con. 6) kao što je to prikazano na slici 4.1.



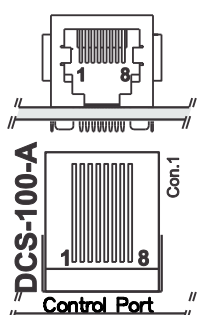
Slika 4.1 Pozicije konektora na drajveru DCS-100-A

4.1 Kontrol konektor

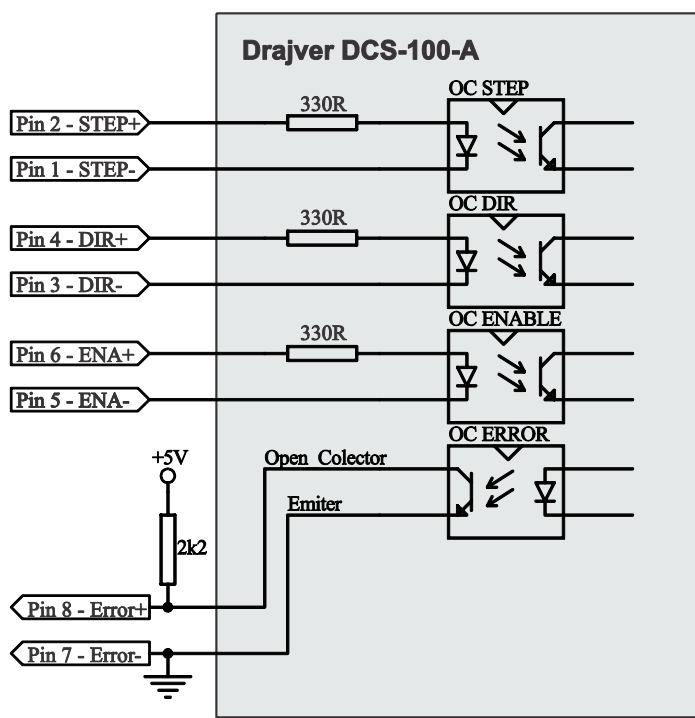
Preko 8-mo pinskog RJ45 konektora (kontrol konektor – Con. 1) dovode se digitalne upravljačke linije (STEP/DIR/ENA, CW/CCW/ENA ili sa upravljačkog inkrementalnog enkodera). Pored toga na ovom konektoru se nalazi i Tracking Error izlaz koji se aktivira kada se prekorači vrednost tracking error offset-a. Kontrol konektor je projektovan tako da se sa ulazno-izlaznom karticom IO3-R2 povezuje preko 1 na 1 mrežnog kabla (Ethernet kabla).

Raspored pinova je dat u tabeli 4.1, dok je shematski prikaz ovih pinova prikazan na slici 4.2.

Tabela 4.1 Opis pinova kontrol konektora 8-mo pinskog RJ45 konektora (Con.1)



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



Slika 4.2 Shematski prikaz opto-izolovanih ulaza i izlaza

Na ulazu optokaplera za STEP, DIR i ENABLE komandu nalazi se otpornik od 330 Ω koji ograničava struju na ~10 mA na komandnom naponu od 5 V (TTL logički nivo).

Ako je napon logičkih komandi na ulazima veći, tada je na linije 2, 4 i 6 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-3010 koristi PLC sa logičkim nivoima od 24 V DC, tada je potrebno na svaku od linija 2, 4 i 6 na konektoru Con. 1 postaviti na red otpornik od 2,2 k Ω .

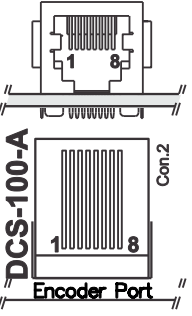
Ovde je neophodno napomenuti da je na liniji Tracking Error potrebno postaviti eksterni pull-up otpornik.

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

4.2 Enkoder konektor

Za povratnu spregu po poziciji koristi se inkrementalni enkoder koji se na servo drajver DCS-100-A povezuje preko enkoder konektora (konektor Con.2 na slici 4.1). Funkcije pinova ovog 8-mo pinskog RJ45 konektora date su u tabeli 4.2.

Tabela 4.2 Opis pinova 8-mo pinskog RJ45 enkoder konektora (Con.3)

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	A+	A kanal enkodera (pull-up otpornik 4k7)	Povezivanje inkrementalnog enkodera
	2	A-	A\ kanal enkodera	
	3	B+	B kanal enkodera (pull-up otpornik 4k7)	
	4	B-	B\ kanal enkodera	
	5	NC	-	
	6	NC	-	
	7	+Ve	Izvor napajanja enkodera 5V/250mA max	
	8	GND	GND – Enkoder	

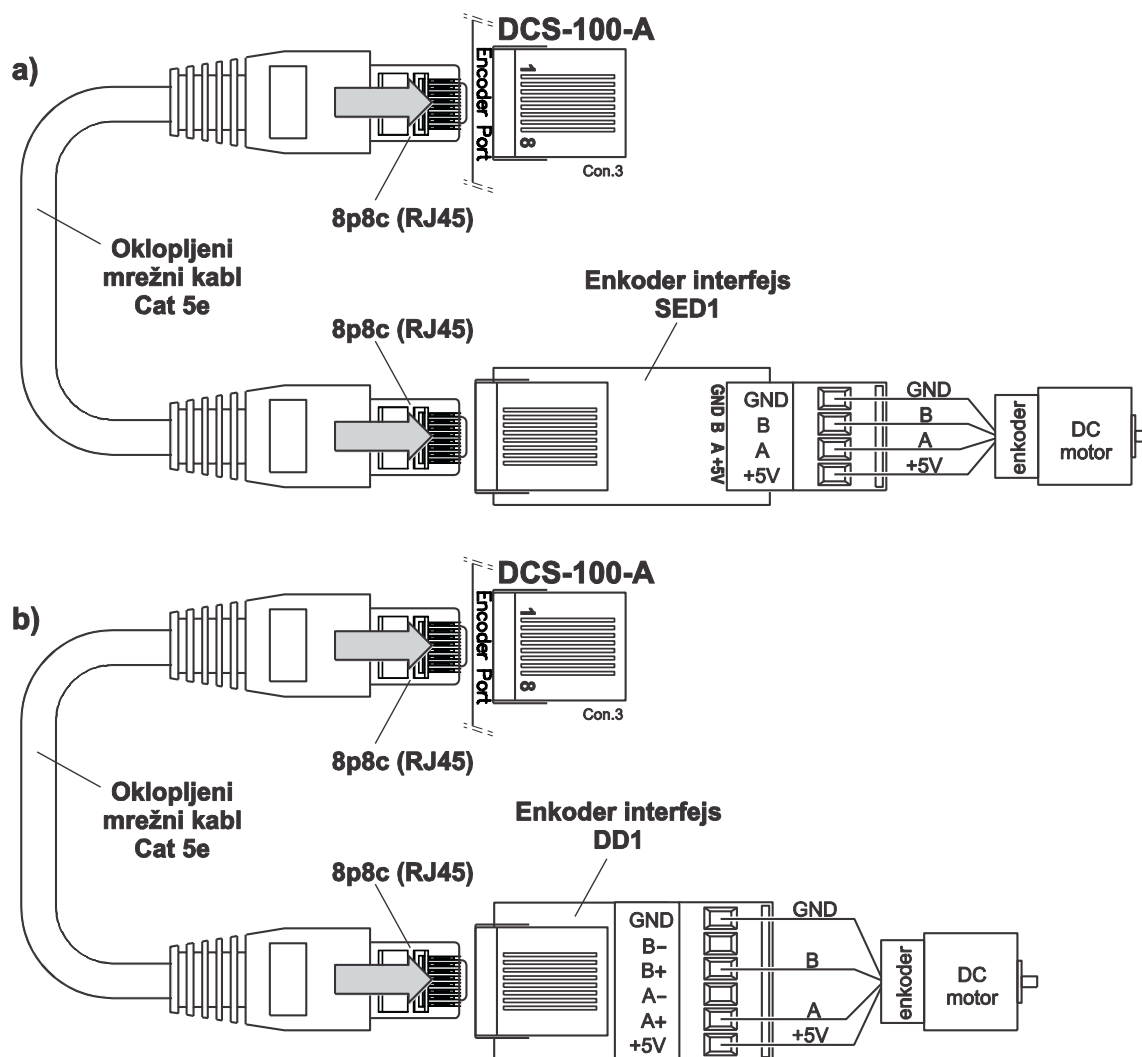
Koristiti inkrementalni enkoder sa kvadratnim fazno pomerenim TTL izlazima. Na drajveru se nalazi izvor napajanja za inkrementalni enkoder +5 V / 250 mA max.

Na servo drajver DCS-100-A može da se priključi inkrementalni enkoder sa nesimetričnim (single-ended) izlazima (A i B, slika 4.3) ili inkrementalni enkoder sa diferencijalnim (komplementarnim) izlazima (A+, A-, B+ i B- izlazima, slika 4.4). Enkoder interfejs SED1 na ulazima A i B ima pull-up otpornike od 4,7 k Ω .

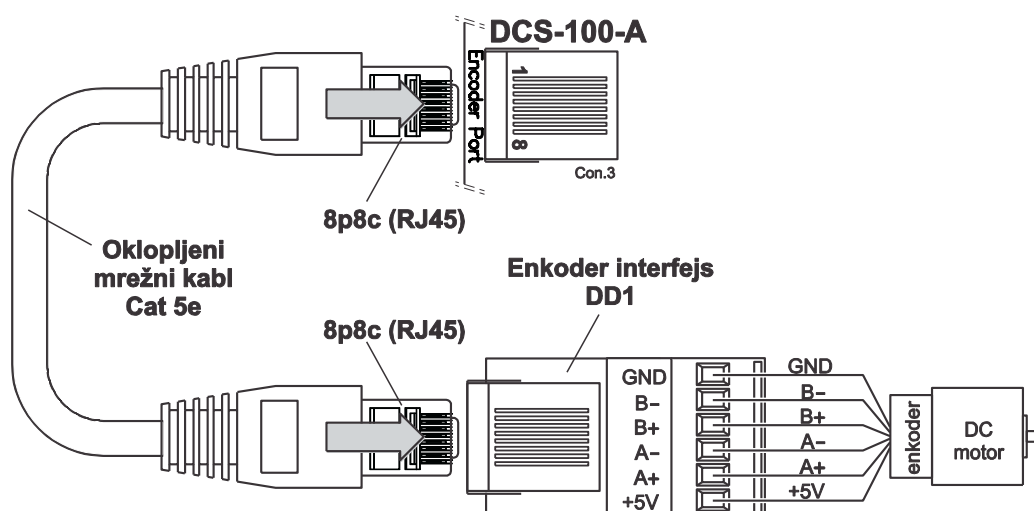
NAPOMENA: Povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima na servo drajver DCS-100-A preko DD1 enkoder interfejsa se ne preporučuje za veće dužine kablova.

Da bi se smanjio ili eliminisao uticaj visokofrekventnih električnih smetnji preporučuje se korišćenje oklopljenog (šildovanog) mrežnog kabla Cat 5e za vezu enkoder interfejsa SED1 i DD1 sa DC servo drajverom.

Kabl za povezivanje inkrementalnog enkodera ne bi trebalo da bude duži nego što konkretna aplikacija zahteva.



Slika 4.3 Povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima na servo drajver DCS-100-A preko, a) SED1 enkoder interfejsa i b) DD1 enkoder interfejsa



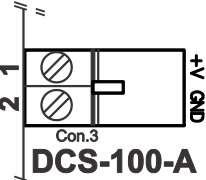
Slika 4.4 Povezivanje inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim (komplementarnim) izlazima preko DD1 enkoder interfejsa na servo drajver DCS-100-A

4.3 Konektor za napajanje

Napajanje drajvera DCS-100-A vrši se preko konektora Con.3 sa slike 4.1. Napon napajanja logičkog dela treba da bude od 8÷24 V DC / 250 mA. Nije potrebno da ovaj izvor bude stabilisan, već je dovoljno da je nakon ispravljanja filtriran elektrolitskim kondenzatorom minimalne kapacitivnosti 470 µF.

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

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

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	+V	Napajanje +8÷24 V DC / 250 mA	Napajanje servo drajvera
	2	GND	GND	

4.4 Konfiguracioni port

Podešavanje parametara (konstante PID kontrolera, rezolucija inkrementalnog enkodera, tracking error offset-a i dr.) vrši se pomoću PI-RS232, IPI-USB ili PI-BT interfejsa za programiranje i konfiguracionog softvera ServoTune3.

Interfejsi za programiranje PI-RS-232, IPI-USB ili PI-BT se povezuju na servo drajver DCS-100-A preko konfiguracionog porta označen kao Con.4 na slici 4.1 (10-to pinski IDC konektor).

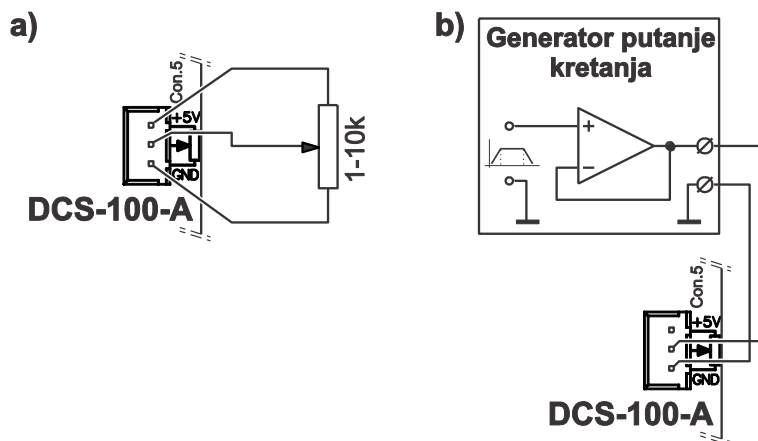
Detaljan opis podešavanja parametara servo drajvera DCS-100-A dat je u uputstvu za upotrebu softvera ServoTune3.

NAPOMENA: Masa konfiguracionog porta nije galvanski odvojena od mase drajvera. Preporučuje se upotreba izolacionog interfejsa za programiranje IPI-USB ili bluetooth interfejsa za programiranje PI-BT.

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 (Con. 5 na slici 4.1). Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potenciometar nazivne otpornosti 1÷10 kΩ kao što je to prikazano na slici 4.5.a.

Na slici 4.5.b je prikazano je generisanje profila brzine kretanja motora putem eksternog generatora kretanja. Napon na izlazu generatora kretanja ne sme da pređe 5 V DC.

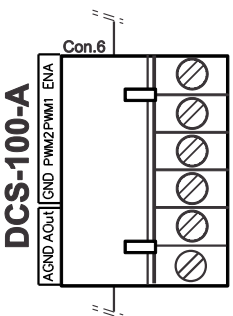


Slika 4.5 Generisanje naponske reference na analognom ulazu servo drajvera DCS-100-A preko, a) eksternog potenciometra i b) generatora putanje kretanja

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).

Tabela 4.4 Opis pinova (klema) konektora Con. 6

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	AGND	GND analognog izlaza	Analogni izlaz ± 10 V
	2	AOut	Analogni izlaz ± 10 V	
	3	GND	GND dodatnih izlaza	Dodatni izlazi
	4	PWM2	PWM2 izlaz	
	5	PWM1	PWM1 izlaz	
	6	ENA	ENA izlaz	

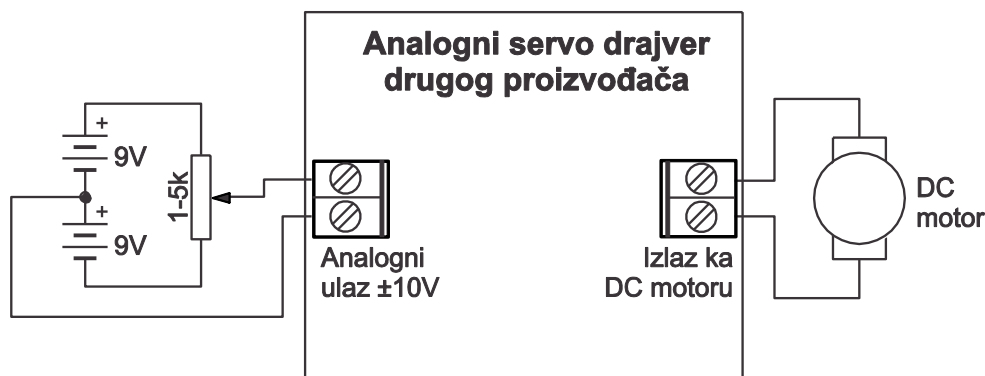
NAPOMENA: Masa analognog izlaza AGND i masa dodatnih izlaza GND su galvanski izolovane.

5. Povezivanje servo drajvera

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

Korak 1

Testiranje analognog servo drajvera (pojačavača) drugih proizvođača kao što je to prikazano na šemi sa slike 5.1. Za testiranje mogu da se upotrebe dve baterije od 9V i jedan potencijometar. Pre dovođenja napajanja na analogni servo drajver drugog proizvođača na analogni ulaz dovesti napon od 0V (podesiti pomoću potencijometra).



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 DC motor prati ove promene.

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

Korak 2

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

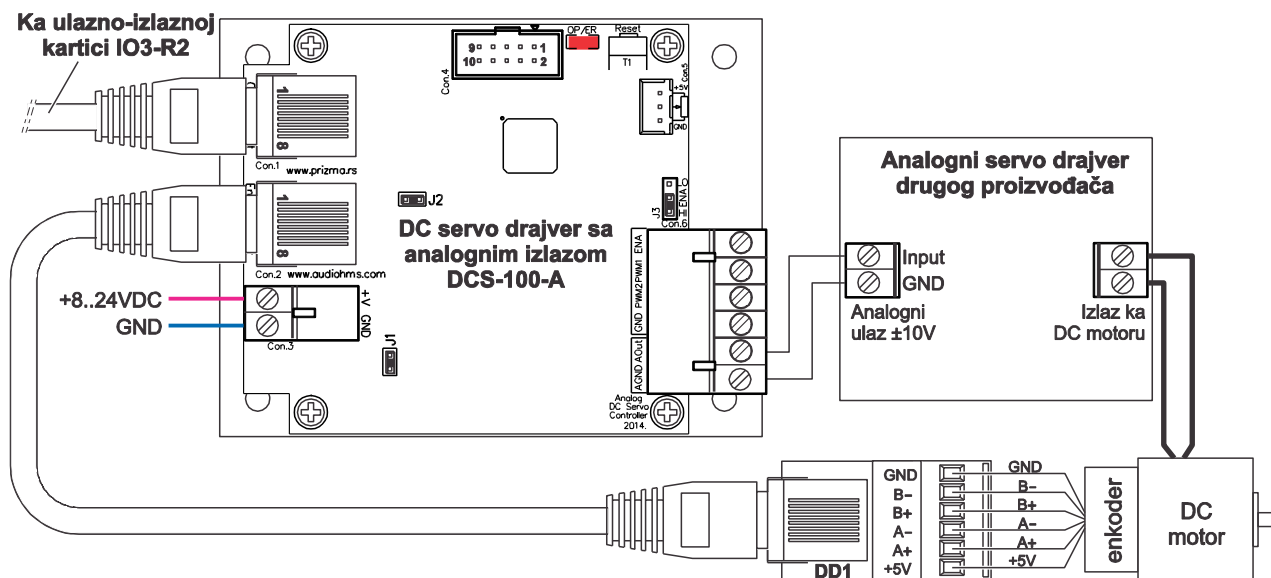
Preko konektora za napajanje (Con.3) dovesti napajanje drajvera DCS-100-A. Pomoću voltmetra proveriti napon na izlazu DC servo drajvera DCS-100-A (napon na pinovima 1 i 2). Ovaj napon bi trebalo da bude u opsegu ± 10 mV, što ujedno predstavlja DC offset drajvera DCS-100-A. Zatim rukom okretati vratilo inkrementalnog enkodera, pri čemu bi napon na izlazu DC servo drajvera DCS-100-A morao da prati ugao

okretanja (mora da bude proporcionalan sa uglom okretanja). 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 6.

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

Korak 3

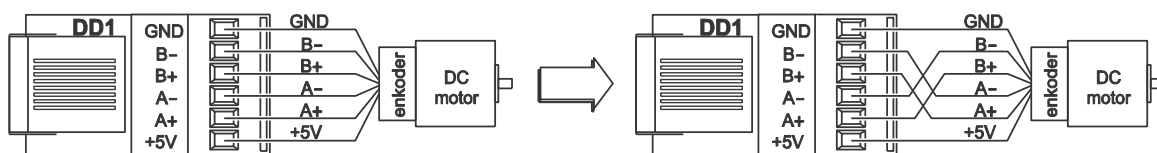
Povezati DC servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A i analogni servo drajver drugog proizvođača kao što je to prikazano na slici 5.2.



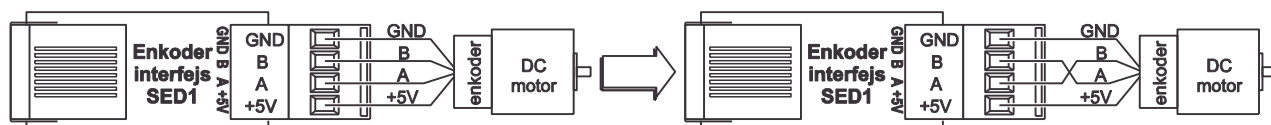
Slika 5.2 Povezivanje servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A u sistem

Na slici 5.2 je prikazano povezivanje u slučaju da se koristi inkrementalni enkoder sa diferencijalnim izlazima i enkoder interfejs tipa DD1. Za povezivanje inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima pogledajte poglavlje 5.2.

Nakon dovođenja napajanja na sistem sa slike 5.2, ukoliko je sve dobro povezano, vratilo DC motor bi trebalo da ostane u poziciji u kojoj se nalazilo. Pri pokušaju da se vratilo DC motor izvede iz ravnotežnog položaja (recimo rukom), sistem bi trebalo da vrati vratilo u poziciju koja približno odgovara polaznoj poziciji. Ako vratilo DC motora okrene nekoliko puta i dođe do aktiviranja Error tracking greške (videti kodove grešaka u poglavlju 6), to znači da je potrebno zameniti poziciju faza na inkrementalnom enkoderu. Za slučaj inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim izlazom pogledajte sliku 5.3, a ako koristite inkrementalni enkoder sa nesimetričnim (single-ended) izlazima onda zamenite mesta pozicijama A i B (slika 5.4).



Slika 5.3 Zamena pozicija faza inkrementalnog enkodera sa diferencijalnim izlazima



Slika 5.4 Zamena pozicija faza inkrementalnog enkodera sa nesimetričnim (single-ended) izlazima

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 9).

5. RESET TASTER

RESET taster se nalazi između konfiguracionog porta Con.4 i konektora za analogni ulaz Con.5 (vidi sliku 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.

6. LED INDIKATORI

Na drajveru se nalazi višenamenski crveni **OP/ER** LED indikator koji ukazuje na različita stanja u kojima se trenutno nalazi DC servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A (tabela 6.1).

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
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 DC servo motori, jaka elektromagnetna pražnjenja (blizina kontaktora) i sl. mogu oštetiti drajver.

9. ServoTune3 – UPUTSTVO ZA UPOTREBU

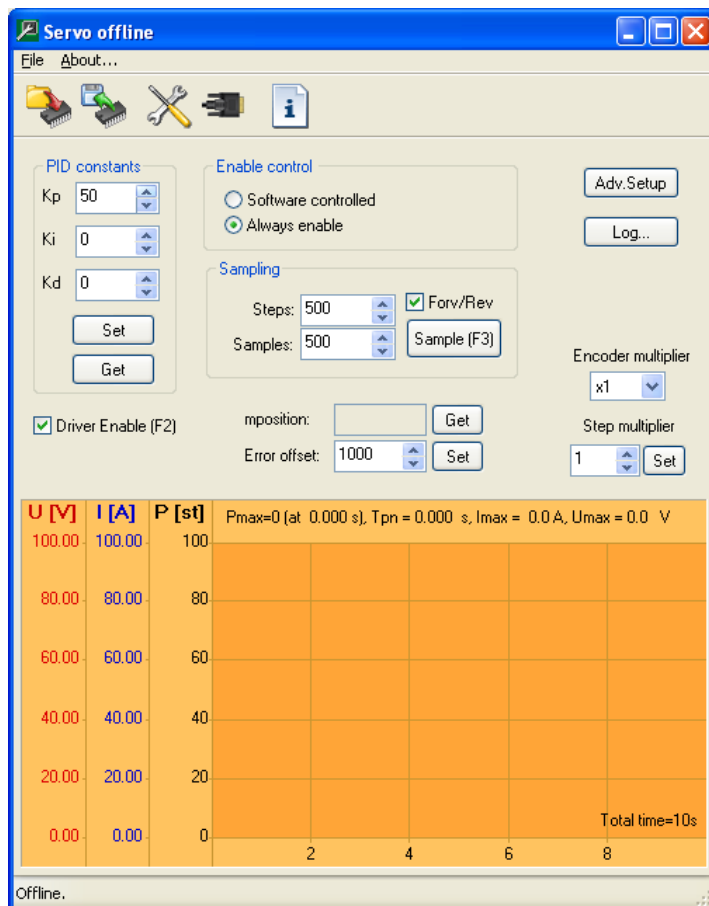
Za podešavanje parametara drajvera koristi se konfiguracioni softver **ServoTune3** (slika 9.1). Softver se sastoji iz jednog fajla (ServoTune3.exe) i za njegovu instalaciju je potrebno iskopirati fajl u željeni folder na računaru. Za podešavanje parametara DC servo drajvera sa analognim izlazom koristiti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



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

Softver ServoTune3 omogućava:

- Podešavanje konstanti 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 motora, dijagrama promene napona (ne za DCS-100-A) i dijagrama promene struje kroz DC motor (ne za DCS-100-A),
- 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 9.1 ServoTune3

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

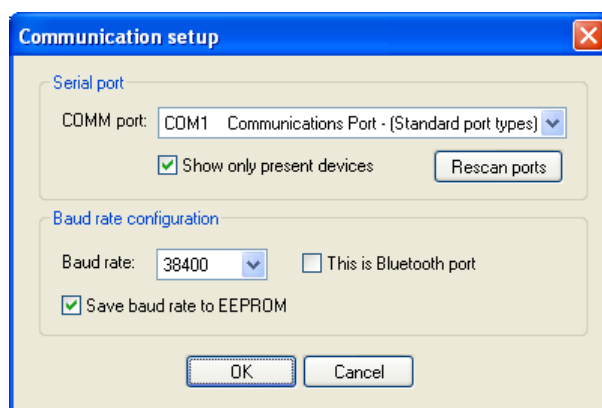
9.1 Izbor COM porta

Veza softvera ServoTune3 i PC računara sa drajverom DCS-100-A ostvaruje se preko interfejsa za programiranje IPI-USB ili bluetooth interfejs za programiranje PI-BT. Podešavanje parametara za COM port vrši preko dijaloga sa slike 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.

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



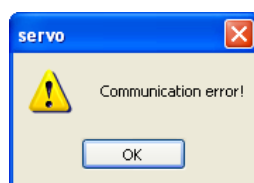
Slika 9.2 Communication setup dijalog

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 kao na slici 9.4 i **servo offline** status na glavnom prozoru kao na slici 9.1.



Slika 9.4 Greška pri otvaranju COM porta

Ova 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 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 Kp 500 Ki 0 Kd 0 Set Get	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default
	Kp	Konstanta proporcionalnog dejstva	0	32768	50
	Ki	Konstanta integralnog dejstva	0	32768	0
	Kd	Konstanta diferencijalnog dejstva	0	32768	0

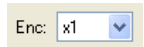
Pritiskom na dugme **Get** iz EEPROM-a će biti pročitane vrednosti za Kp, Ki i Kd. Da bi se u EEPROM mikrokontrolera upisale nove vrednosti potrebno je pritisnuti dugme **Set**.

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



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.

	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 DC 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.

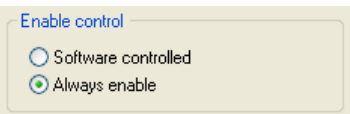
	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default
	Step multiplier	Multiplikator koraka	1	50	1

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

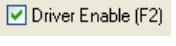
NAPOMENA: Veće vrednosti za multiplikator koraka mogu da dovedu do „isprekidanog“ kretanja, posebno pri malim brojevima obrtaja DC motora.

9.5 Programiranje enable ulaza drajvera DCS-100-A

Opcije programiranja enable ulaza drajvera DCS-3010 su date u donjoj tabeli.

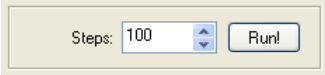
	Naziv	Opcije izbora
	Enable control	Software controlled – u ovom režimu ulaz ENABLE na Kontrol konektoru Con.1 (sa slike 4.1) je aktivan. Ako je na ulazu ENABLE logička jedinica, drajver je aktivan i izvršavaće komande koje mu dolaze sa STEP i DIR komandnih linija. U slučaju da je na ulazu ENABLE logička nula tada je drajver neaktivan, ne izvršavaju se STEP i DIR komande i DC motor nije pod naponom (ne kod DCS-100-A) (ova opcija se često koristi ako je potrebno izvršiti ručno zakretanje DC motora). Always enable – u ovom modu ulaz ENABLE na kontrol konektoru Con.1 (sa slike 4.1) nije u funkciji. Drajver je uvek aktivan.

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.

	Naziv	Opis	Opcije
	Driver Enable	Drajver Enable	ENABLE – selektovano DISABLE – nije selektovano

9.6 Snimanje odziva DC motora na step funkciju

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.

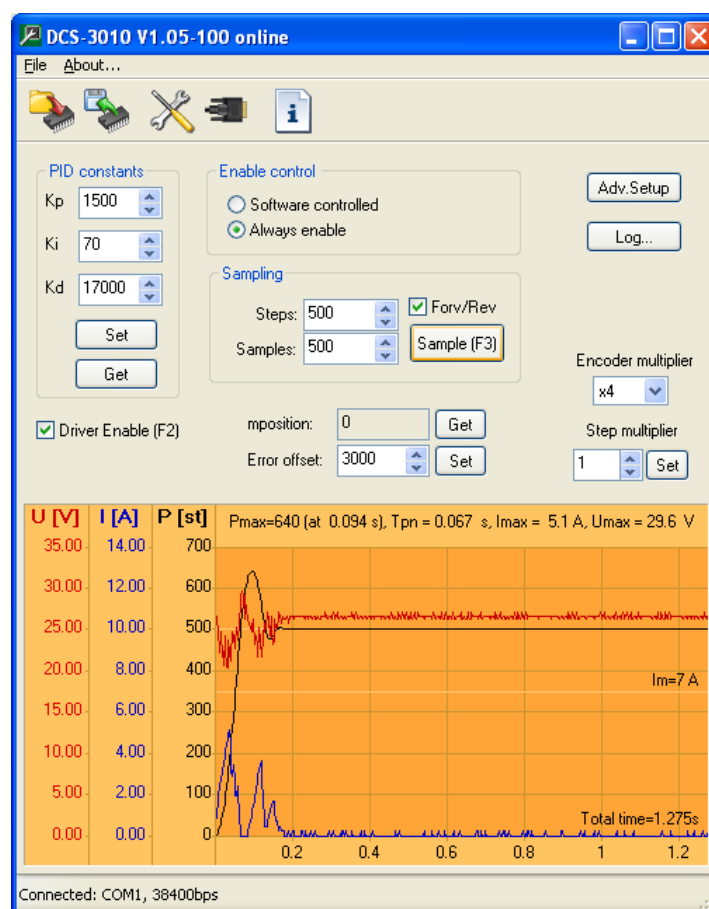
	Naziv	Opis	Parametri		Min	Max
			Naziv	Opis		
	Sampling	Snimanje odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*
			Samples	Broj pročitanih vrednosti	1	32767
	Steps	Izvršavanje određenog broja koraka bez snimanja odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*

* **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 DC 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, 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 9.5).



Slika 9.5

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: 07.12.2012 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) (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, 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: 1000 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 DC servo motora pređe podešenu vrednost tracking error offset-a, aktiviraće se Tracking Error izlaz (na Kontrol portu), **OPIER** 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-3010.

9.8 Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora

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

mposition: 0 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 DC servo drajver DCS-3010

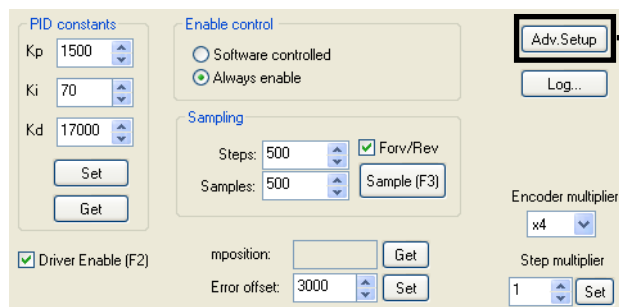


izborom opcije **File -> Load config...** ili pritiskom na dugme

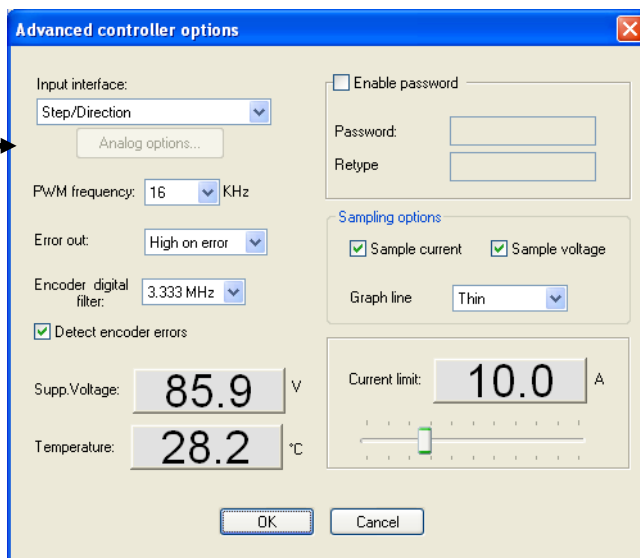
9.10 Napredna podešavanja – Advanced Setup



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.

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

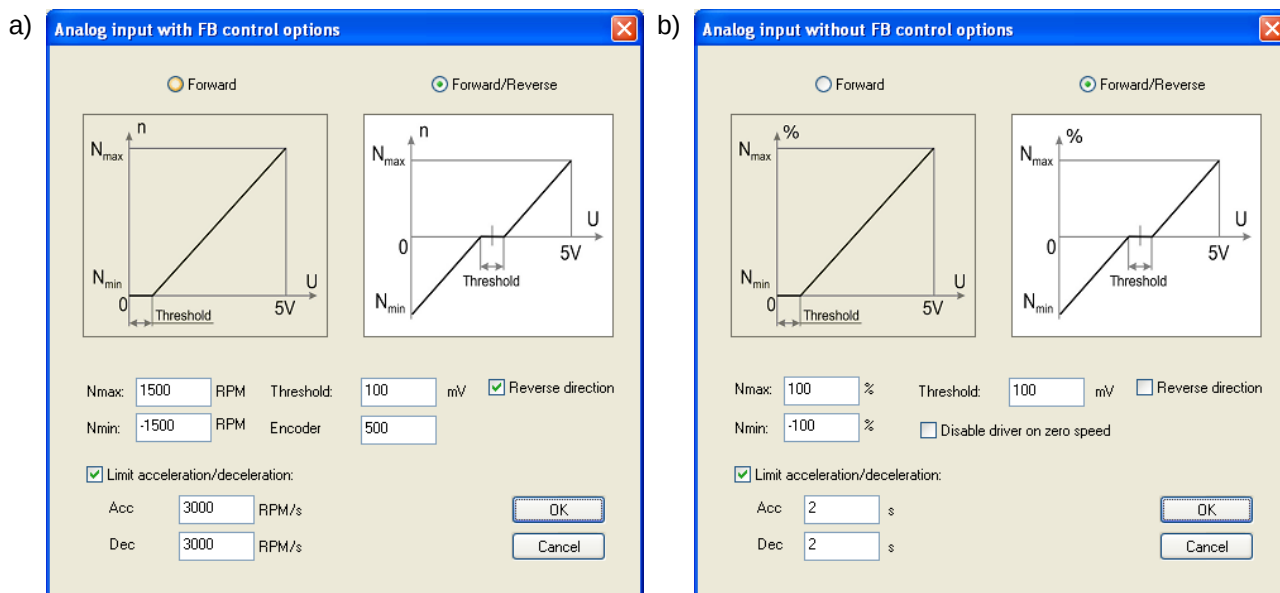
Upravljanje DC motorom se vrši preko 3 komande linije. Prve dve komande linije su u ovom uputstvu nazvane STEP/DIR, dok je treća ENABLE (videti sliku 4.2). Opcija ulaznog interfejsa pruža mogućnost izbora načina upravljanja preko gore navedene tri komandne linije, ili preko analognog ulaza i to u sledećim 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 DC motorom preko naponskog signala od 0÷5V koja se dovodi na analogni ulaz (Con. 4 na slici 4.1). Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potenciometar nazivne otpornosti 1÷50k Ω (slika 4.5.a) ili generatora putanje kretanja (slika 4.5.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 pojaviće se jedan od dijaloga prikazanih na slici 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

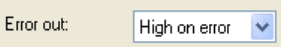
Ova opcija pruža mogućnost podešavanja učestanosti PWM-a i to:

- 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)

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

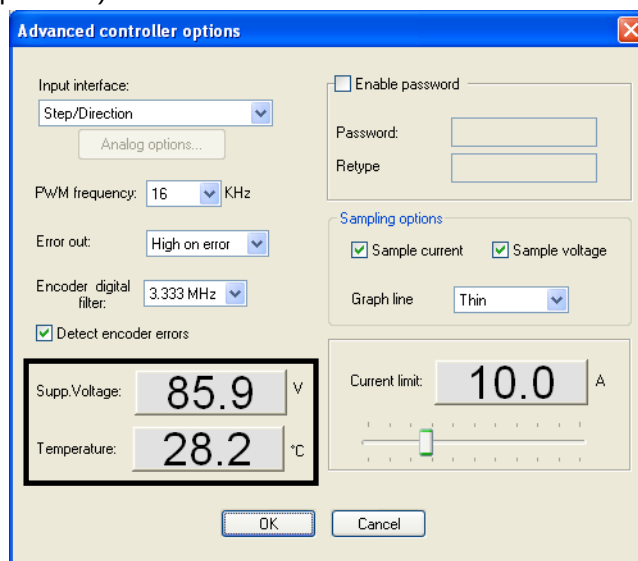
9.10.5 Detektovanje greške inkrementalnog enkodera

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 (engl. 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)

U odgovarajućim poljima (uokvirena polja na slici 9.9) vrši se očitavanje napona napajanja DC motora u voltima (Supp. Voltage) i temperature DC servo drajvera drajvera DCS-3010 u neposrednoj blizini mikrokontrolera u °C (Temperature).



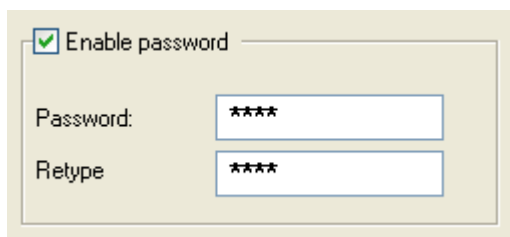
Slika 9.9

9.10.7 Unošenje sigurnosne šifre

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

Da bi se ova opcija aktivirala potrebno je da se selektuje čeker **Enable password** kako je to prikazano na slici 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



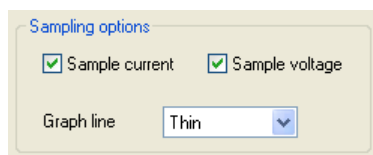
Slika 9.11 Dijalog za unos sigurnosne šifre pri startovanju softvera ServoTune3

9.10.8 Izbor opcija glavnog dijagrama

U delu dijaloga za napredna podešavanja (Advanced setup) prikazanom na slici 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).

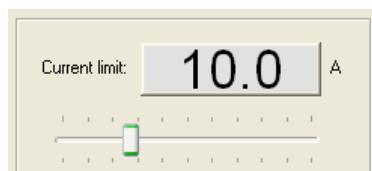
Kod DC servo drajvera DCS-100-A nema potrebe za crtanjem dijagrama promene struje i napona na DC motoru jer se ove vrednosti ne mere.



Slika 9.12

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

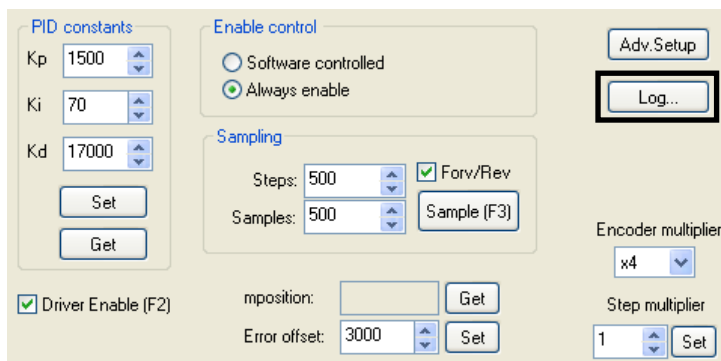
Preko klizača prikazanog na slici 9.13 vrši se podešavanje maksimalne struje DC motora. Vrednost podešene struje se očitava u odgovarajućem polju. Maksimalna struja kroz DC motor može se podesiti u opsegu od 3÷30A.



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.

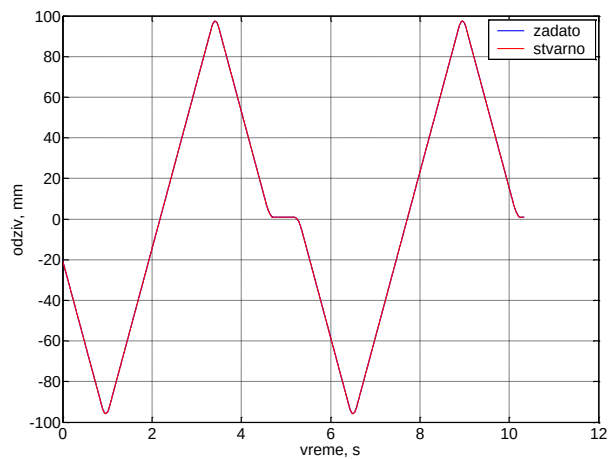
```
% ***** ServoTune log output file *****
% Date and time: 07.12.2012 19:00:05
% Time[s]    Position    PosDiff Current[mA] Voltage[V]
0.020960     -401          0         0       98.23
0.023580     -401          0         0       98.23
0.025676     -401          0         0       98.23
0.027772     -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:

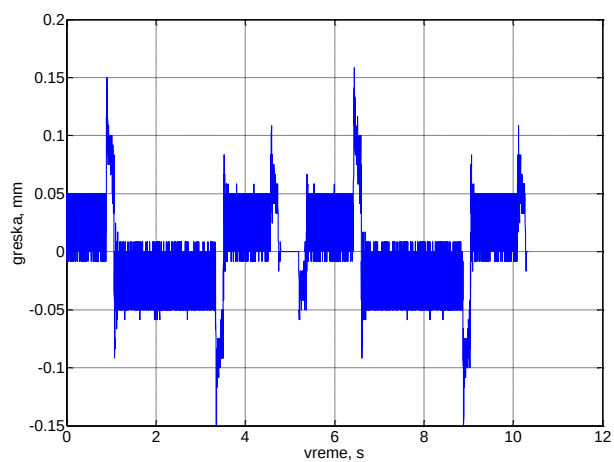
- **Prva** kolona je vreme,
- **Druga** kolona je zadata pozicija DC motora,
- **Treća** kolona je greška pozicioniranja (tracking error), odn. razlika između zadate i trenutne pozicije DC servo motora izražena u koracima,
- **Četvrta** kolona predstavlja vrednost struje kroz DC motor u mA (ne za DCS-100-A)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

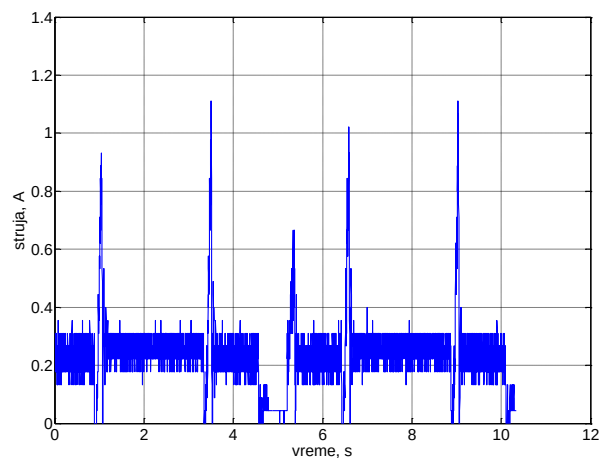
Na slikama 9.16, 9.17 i 9.18 prikazani je primer dijagrama promene parametara iz jednog zapisa `servo.log` datoteke.



Slika 9.16 Dijagram promene zadate i stvarne pozicije DC servo motora



Slika 9.17 Dijagram greške pozicioniranja preračunate u mm (ne za DCS-100-A)



Slika 9.18 Dijagram promene struje kroz DC servo motor (ne za DCS-100-A)

10. 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 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.

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 prikazanom na slici 10.1.

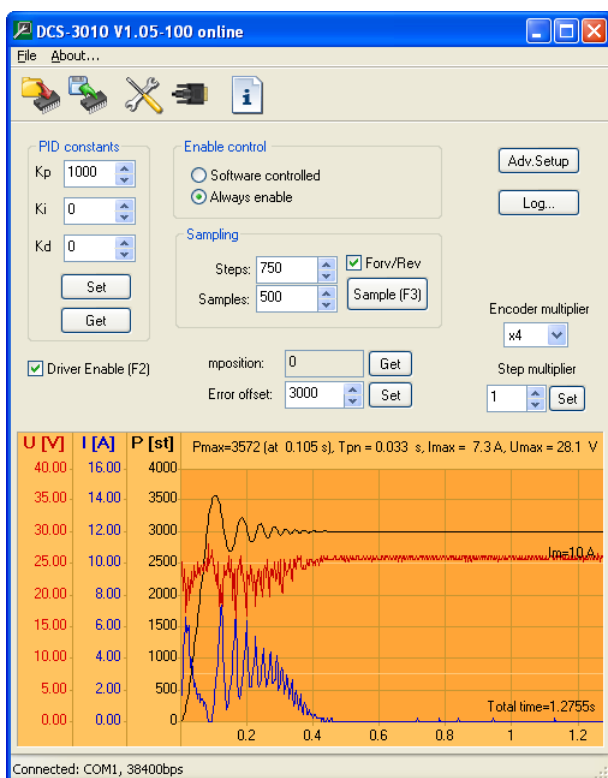
KORAK 2: Povećavati konstantu K_d dok se odziv sistema ne „umiri“ kao što je to prikazano na slici 10.2. Konstanta K_d može da bude značajno veća od konstante K_p .

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

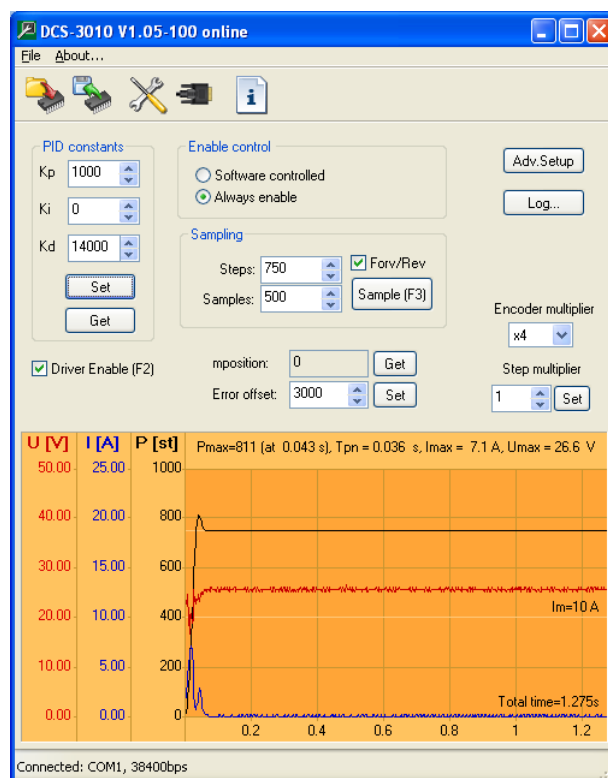
Ponoviti korake 2 i 3 sve do nivoa kada se vratilo DC motora ponaša kao da je motor „zakočen“. Pored toga proveriti motor u radu na mašini pri raznim radnim brzinama (ne sme da dođe do oscilovanja i podrtavanja pri radu).

KORAK 4: Završne vrednosti konstanti PID regulatora i odziv motora prikazani su na slici 10.4.

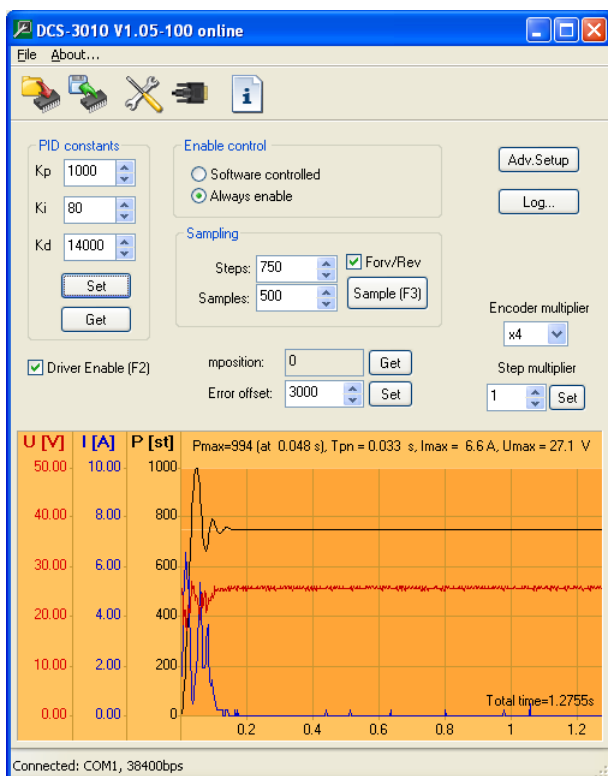
Ovako podešene vrednosti PID konstanti je potrebno proveriti u radu mašine i po potrebi ih korigovati.



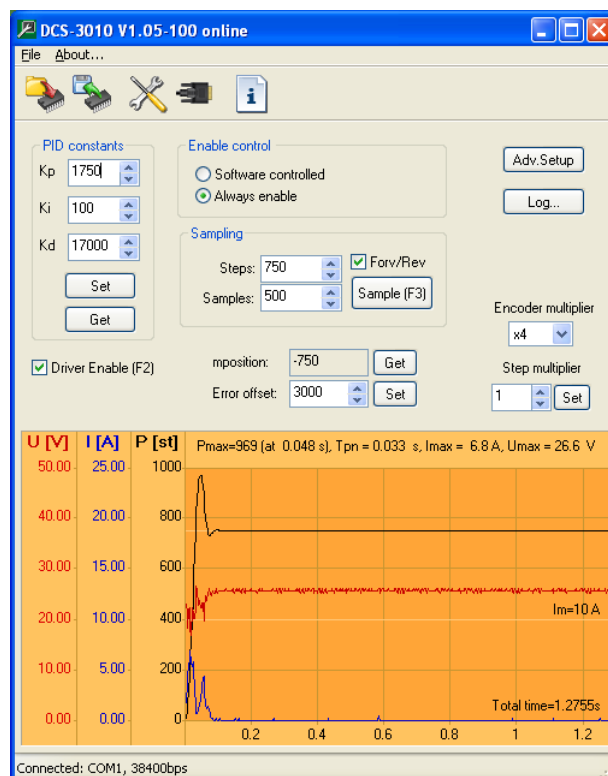
Slika 10.1



Slika 10.2



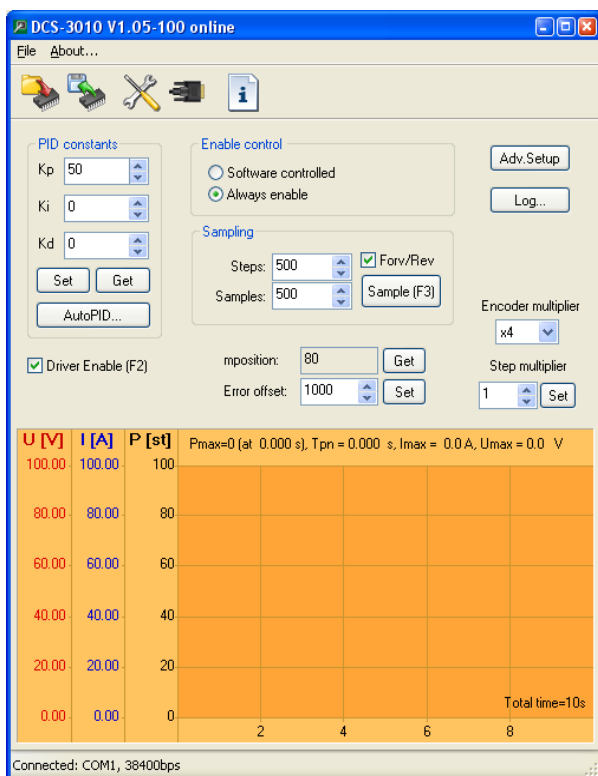
Slika 10.3



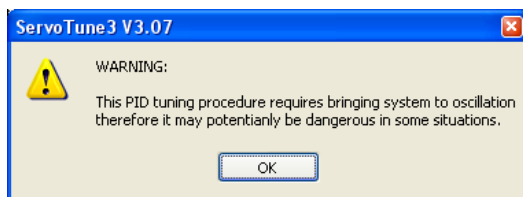
Slika 10.4

10.1 Automatsko podešavanje PID parametara

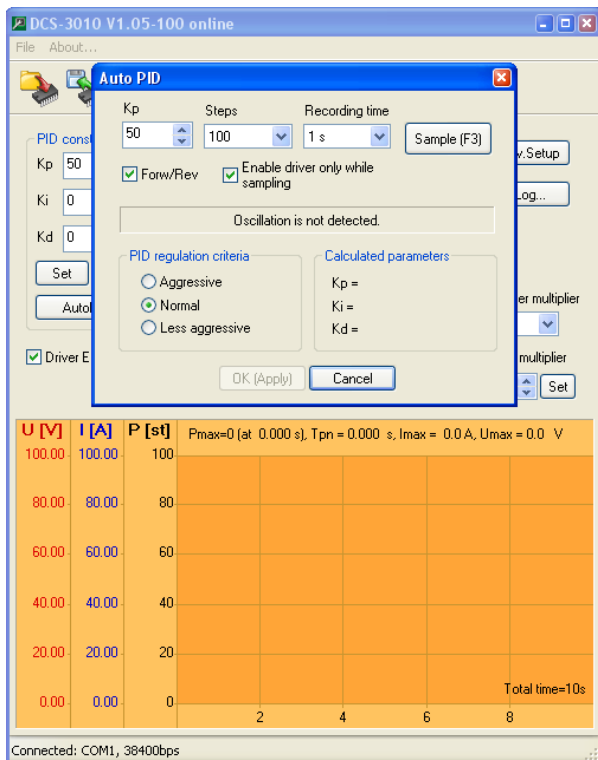
Opcija automatskog određivanja i podešavanja PID parametara dostupna je od verzije softvera ServoTune3 v3.07. U dijalog za automatsko podešavanje PID parametara dolazi se pritiskom na dugme **AutoPID** (slika 10.5). Nakon toga pojaviće se dijalog upozorenja dat na slici 10.6.



Slika 10.5



Slika 10.6



Slika 10.7

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 sprovodi na sopstvenu odgovornost.

U okviru **AutoPID** dijaloga, koji je prikazan je na slici 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.

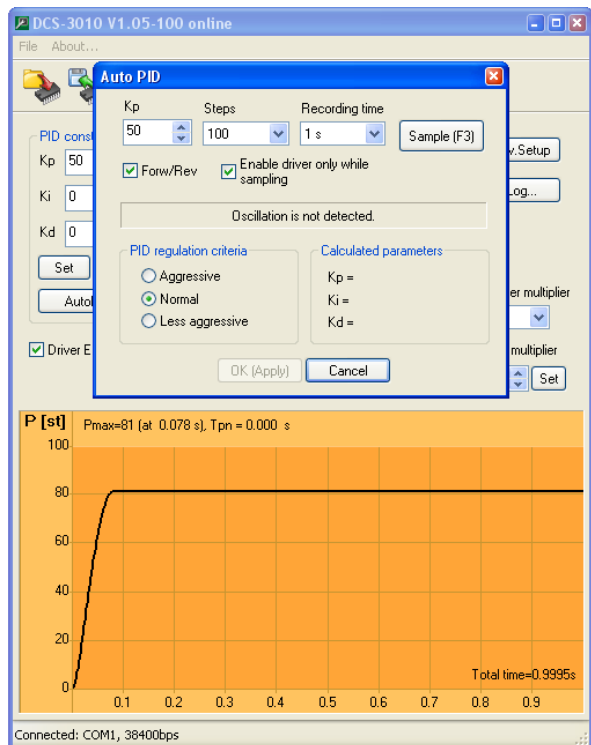
Postupak određivanja konstanti PID regulatora podrazumeva postepeno povećavanje konstante Kp. Pri svakoj promeni konstante Kp, potrebno je pritisnuti dugme **Sample (F3)** ili funkcijski taster F3 kako bi se snimio odziv sistema. Parametar Kp se povećava postepeno i pažljivo sve dok ne dođe do pojave oscilovanja sistema, kao što je to prikazano na slikama 10.8, 10.9 i 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 prikazano na slici 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:

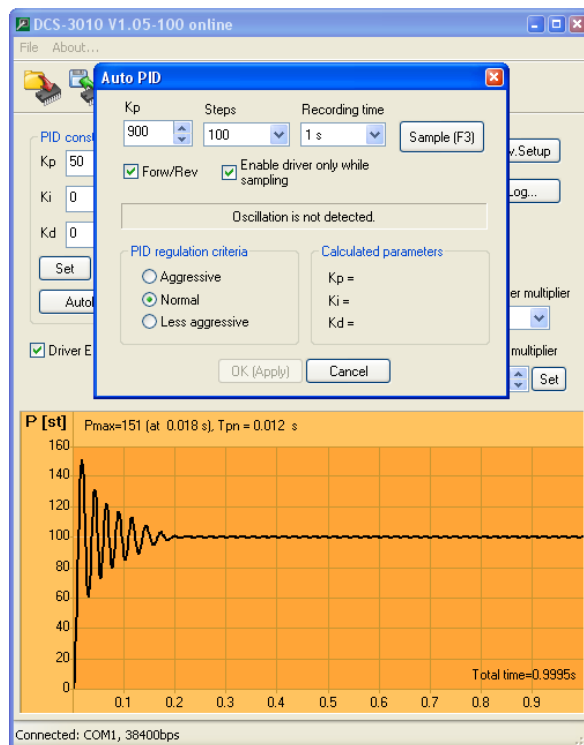
- Agresivan (**Aggressive**),
- Normalan (**Normal**) ili
- Manje agresivan (**Less aggressive**).

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

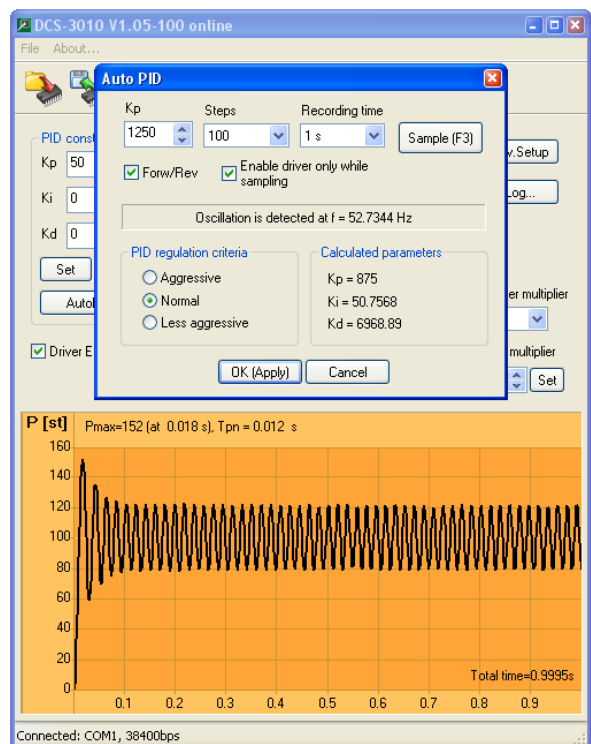
Proveriti ponašanje DC servo motora sa ovako izračunatim parametrima PID regulatora (slika 10.11).
Po potrebi izvršiti ručno fino podešavanje parametara PID regulatora.



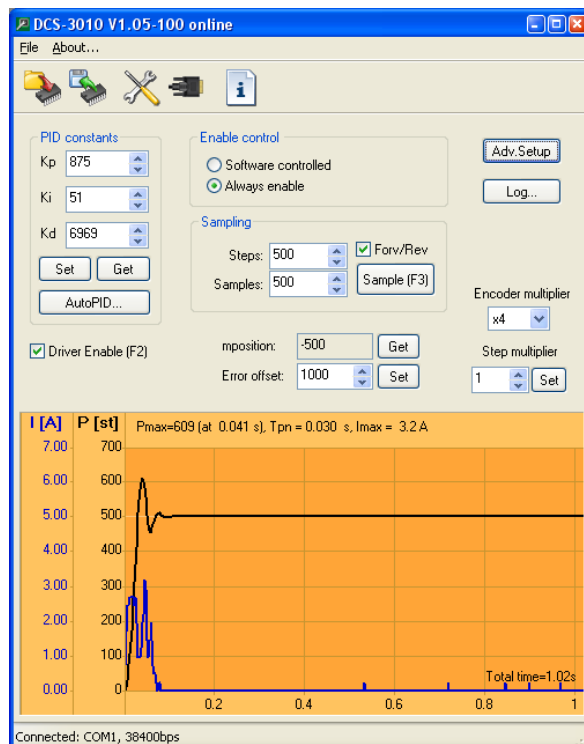
Slika 10.8



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

