

DCS-3010

DC SERVO DRAJVER

1. OPIS

DCS-3010 je mikrokontrolerski PWM drajver za DC motore sa permanentnim magnetom napona napajanja do 100 V DC i maksimalne struje do 30 A. 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 rezoluciju 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,
- Encoder follower u 1x, 2x i 4x dekodovanju,

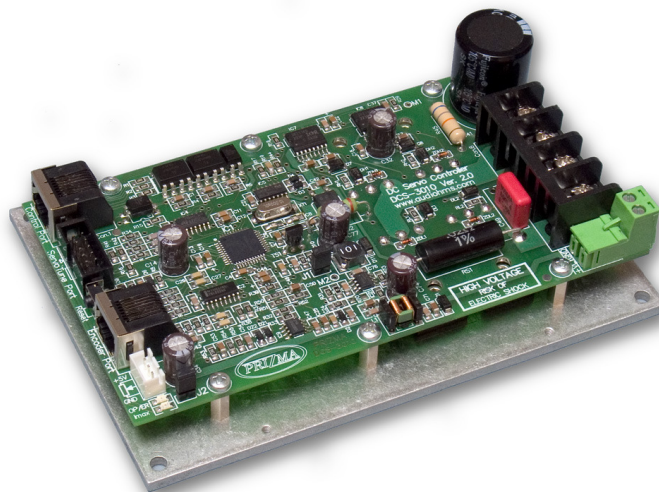
kao i preko analognog ulaza u opsegu 0÷5 V sa i bez povratne sprege (na drajveru se nalazi konektor za povezivanje eksternog potencijometra).

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 Track Error koji se aktivira ako se prekorači podešavana vrednost tracking error offset-a. Taj izlaz se može iskoristiti za aktiviranje kola za isključenje napajanja DC motora.

Drajver ima preko naponsku i preko temperatursku zaštitu.

Za veće struje po potrebi drajver postaviti na dodatni hladnjak.



OBLASTI PRIMENE

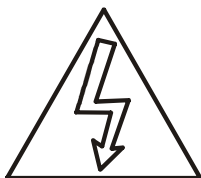
- Lake CNC mašine
- Koordinatni stolovi
- Pozicioniranje
- Roboti
- Obuka

2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Tip	PWM DC Servo drajver sa zatvorenim petljom i PID upravljačkim algoritmom upravljanja
PWM učestanost	10÷20 kHz, softversko podešavanje
Broj osa	1
Napon napajanja DC motora	10÷100 V DC
Struja	3÷30 A max, softversko podešavanje
Napon napajanja logičkog dela	18÷28 V DC / 200 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	5 mA na 5 V
Izlazi	opto-izolovani Track Error
Učestanost STEP komande	< 600 kHz
Širina ulaznog impulsa	> 0,5µs
Povratna sprega	Inkrementalni enkoder sa fazno pomeranim kvadratnim izlazima
Rezolucija enkodera	×1, ×2 i ×4, softversko podešavanje
Napajanje enkodera	Izvor na drajveru +5 V DC / 250 mA
Podešavanje parametara	Preko IDC10 konektora i RS-232 ili izolacionog USB interfejsa za programiranje (PI-RS232 i IPI-USB)
Ugrađena zaštita	Preko naponska i preko temperaturna
Dimenzije (Š x D x V)	154 mm x 105 mm x 45 mm
Masa	~300 g

NAPOMENA: Navedene specifikacije se mogu menjati bez prethodne najave

3. BEZBEDNOSNA UPOZORENJA



Povezivanje drajvera mogu da vrše samo lica koja imaju potrebna znanja iz elektrotehnike.

Naponi preko 50VDC mogu biti opasni po život. Ako drajver radi sa naponom preko 50VDC, aluminijumski nosač mora biti propisno uzemljen.

Za napajanje drajvera DCS-3010 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 temperaturna 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 filtra za prašinu.

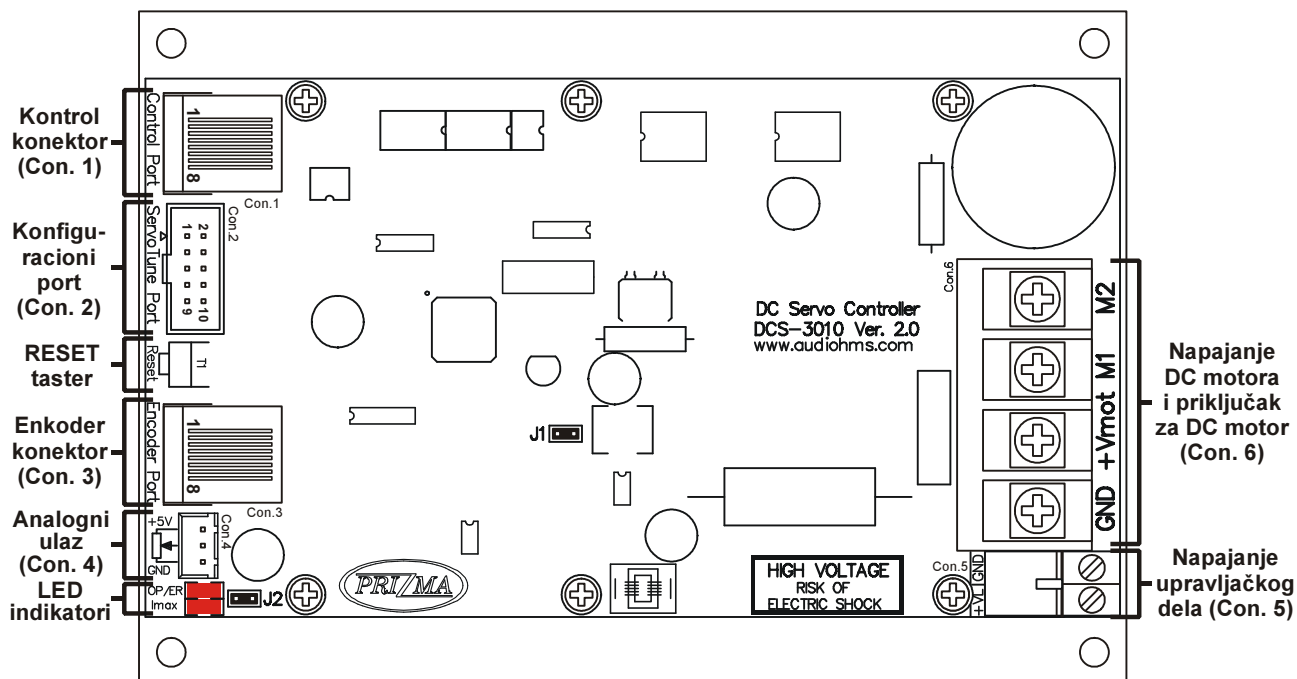
Drajver ne treba koristiti na mestima gde bi njegov otkaz mogao da dovede do opasnosti po bezbednost ljudi, velikih finansijskih gubitaka, ili bilo kojih drugih gubitaka.

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-3010 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-3010

4.1 Kontrol konektor

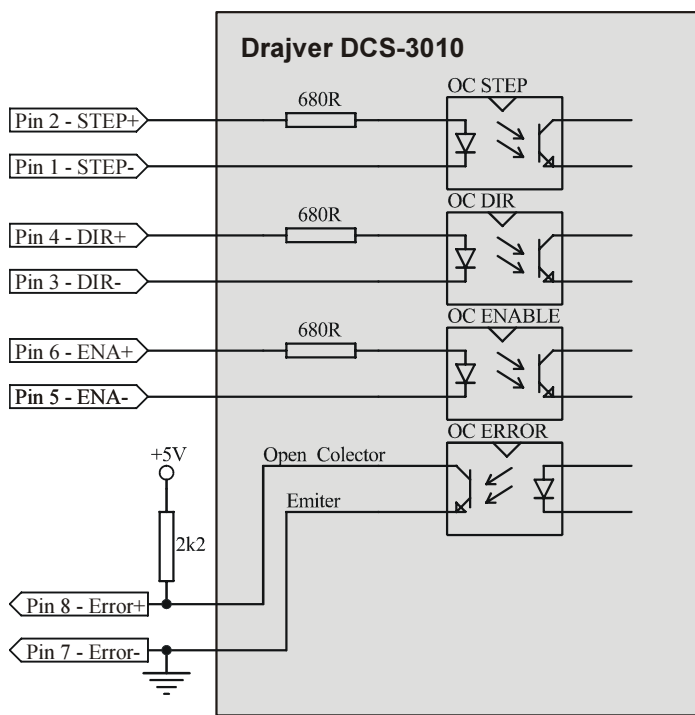
Preko 8-mo pinskog RJ45 konektora (kontrol konektor – Con. 1) dovode se digitalne upravljačke linije (STEP/DIR/ENA, CW/CCW/ENA ili Encoder). Pored toga na ovom konektoru se nalazi i Track Error izlaz koji se aktivira kada se prekorači vrednost tracking error offset-a.

Kontrol konektor je projektovan tako da se sa ulazno-izlaznom karticom IO3-R2 povezuje preko 1 na 1 mrežnog kablo (Ethernet kablo).

Raspored pinova je dat u tabeli 4.1, dok je shamatski 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 (Track Error – open colector)			



Slika 4.2 Shematski prikaz opto-izolovanih ulaza i izlaza

Na ulazu optokaplera za STEP, DIR i ENABLE komandu nalazi se otpornik od 680 Ω koji ograničava struju na 5 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 5 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 3,9 k Ω .

Ovde je neophodno napomenuti da je na liniji Track 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 Konfiguracioni port

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

Interfejsi za programiranje PI-RS-232 ili IPI-USB se povezuju na DC servo drajver DCS-3010 preko konfiguracionog porta označen kao Con.2 na slici 4.1 (10-to pinski IDC konektor).

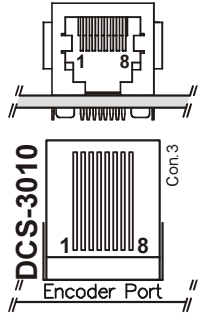
Detaljan opis podešavanja parametara DC servo drajvera DCS-3010 dat je u uputstvu za upotrebu softvera ServoTune3.

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

4.3 Enkoder konektor

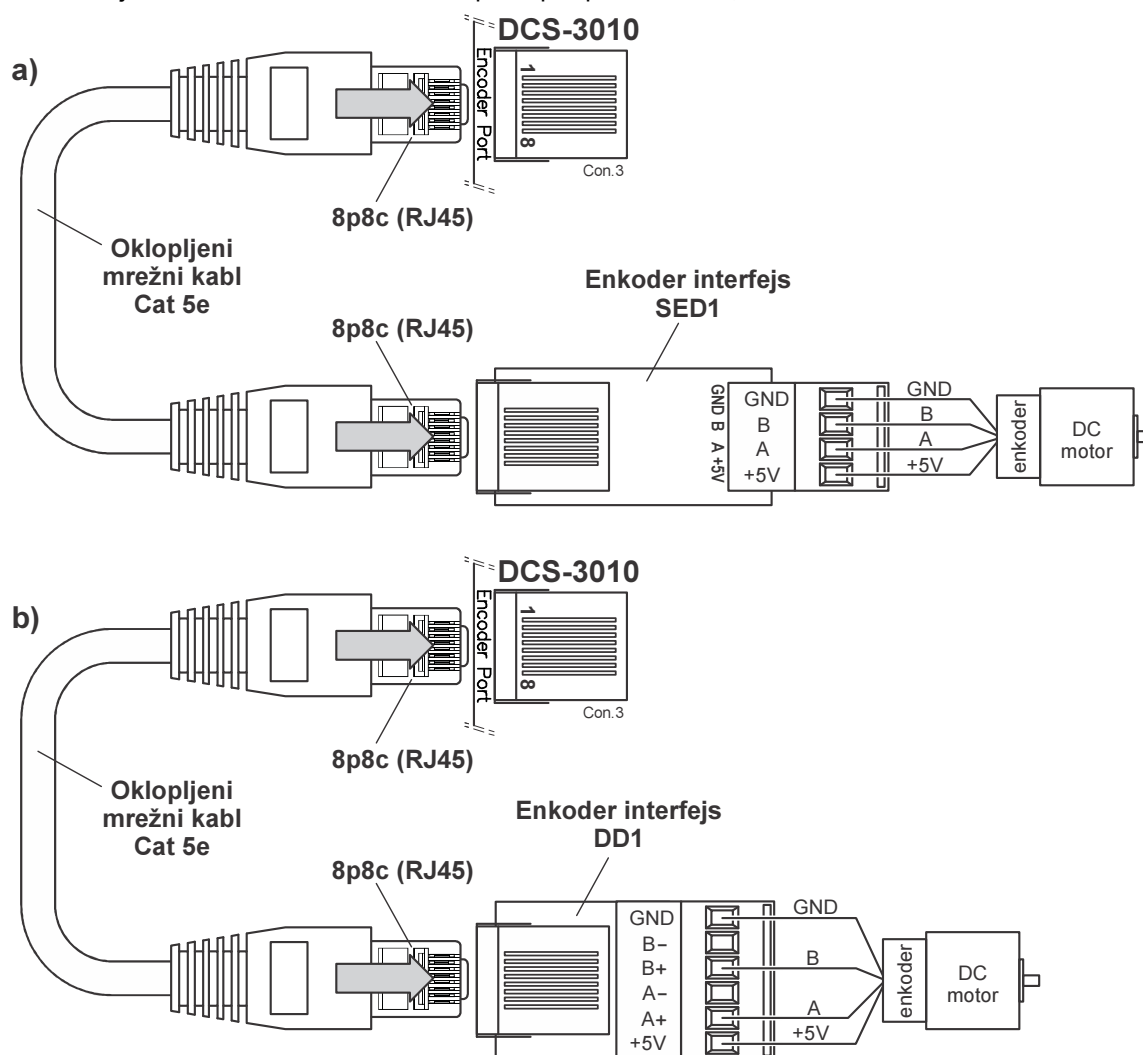
Za povratnu spregu po poziciji koristi se inkrementalni enkoder koji se na DC servo drajver DCS-3010 povezuje preko enkoder konektora (konektor Con.3 na slici 4.1). Funkcije pinova ovog 8-mo pinskog RJ45 konektora date su u tabeli 4.2.

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

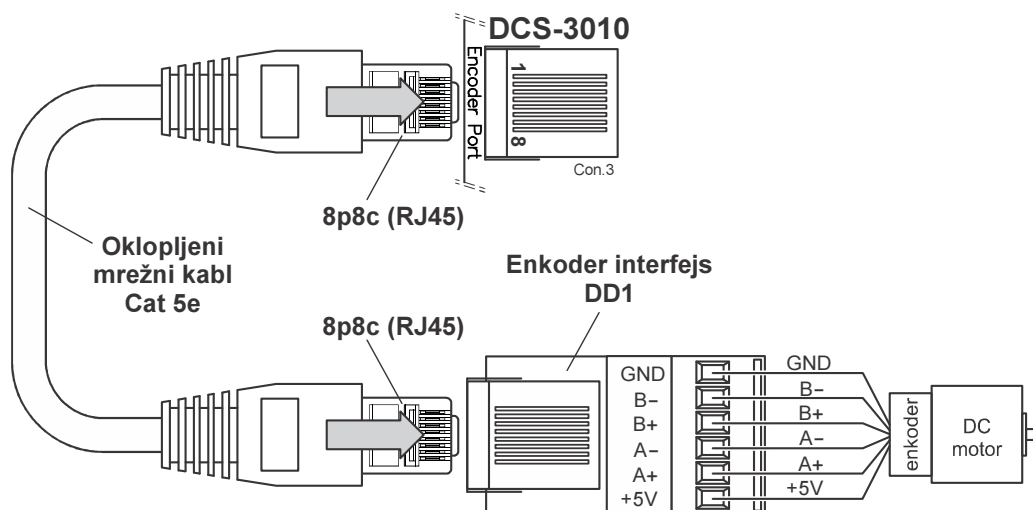
	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	A+	A kanal enkodera (pull-up otpornik 4k7)	Povezivanje enkodera
	2	A-	A\ kanal enkodera	
	3	B+	B kanal enkodera (pull-up otpornik 4k7)	
	4	B-	B\ kanal enkodera	
	5	NC	-	
	6	NC	-	
	7	+Ve	Izvor napajanja enkodera 5V/250mA max	
	8	GND	GND – Enkoder	

Koristiti inkrementalni enkoder sa kvadratnim fazno pomeranim TTL izlazima. Preporuka je da minimalni broj impulsa (linija) enkodera bude 200 PPR. Na drajveru se nalazi izvor napajanja za inkrementalni enkoder +5 V / 250 mA max.

Na DC servo drajver DCS-3010 može da se priključi enkoder sa nesimetričnim (single-ended) izlazima (A i B, slika 4.3) ili 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 kΩ.



Slika 4.3 Povezivanje nesimetričnog (single-ended) enkodera na DC servo drajver DCS-3010 preko, a) SED1 enkoder interfejsa i b) DD1 enkoder interfejsa



Slika 4.4 Povezivanje enkodera sa diferencijalnim (komplementarnim) izlazima preko DD1 enkoder interfejsa na DC servo drajver DCS-3010

NAPOMENA: Povezivanje nesimetričnog (single-ended) enkodera na DC servo drajver DCS-3010 preko DD1 enkoder interfejsa se ne preporučuje za veće dužine kablova.

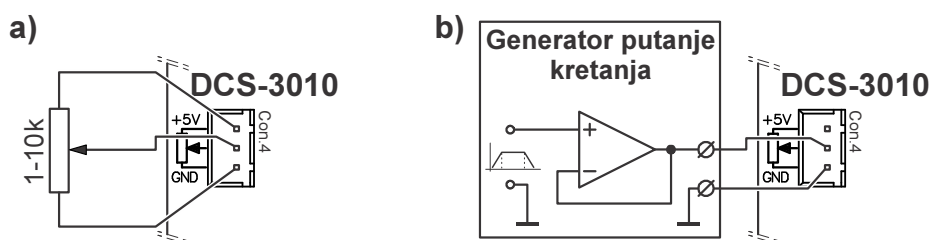
Da bi se smanjio ili eliminisao uticaj visokofrekventnih električnih smetnji preporučuje se korišćenje oklopljenog (šildovanog) mrežnog kabla Cat 5e za vezu enkoder interfejsa SED1 i DD1 sa DC servo drajverom.

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

4.4 Analogni ulaz

DC servo drajver DCS-3010 ima mogućnost upravljanja DC motorom preko naponske reference od 0÷5 V koja se dovodi na analogni ulaz (Con. 4 na slici 4.1). Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potencijometar 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 promene broja obrtanja DC motora putem eksternog generatora putanje kretanja. Napon na izlazu generatora kretanja ne sme da pređe 5 V DC.

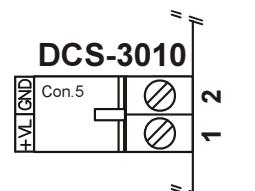


Slika 4.5 Generisanje naponske reference na analognom ulazu DC servo drajvera DCS-3010 preko, a) eksternog potencijometra i b) generatora putanje kretanja

4.5 Napajanje upravljačkog dela

Napajanje upravljačke elektronike drajvera DCS-3010 vrši se preko konektora Con.5 sa slike 4.1. Napon napajanja logičkog dela treba da bude od 18÷28 V DC / 200 mA. Nije potrebno da ovaj izvor bude stabilisan, već je dovoljno da je nakon ispravljanja filtriran elektrolitskim kondenzatorom minimalne kapacitivnosti 470 μF.

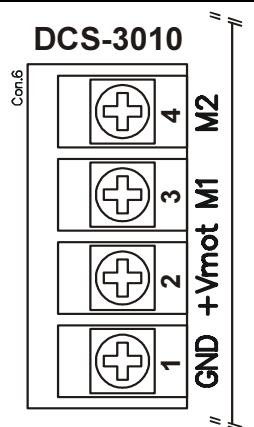
Tabela 4.3 Opis pinova (klima) 2-vo polnog konektora Con. 5

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	+VL	Napajanje +18÷28V DC / 200mA	Napajanje upravljačke elektronike
	2	GND	GND	

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. 6 (slika 4.1).

Tabela 4.4 Opis pinova (klima) konektora Con. 6

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	GND	GND napajanja DC motora	Napajanje DC motora
	2	+Vmot	Napajanje DC motora +10÷100VDC	
	3	M1	Priključak DC motora	Vezivanje DC motora
	4	M2	Priključak DC motora	

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

$$V_{mot} = 1,15 \cdot U_n \quad (1)$$

NAPOMENA: Napon napajanja DC motora V_{mot} ne sme da pređe maksimalno dozvoljenu vrednost napona drajvera DCS-3010.

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 indikacija; videti tabelu 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).

PRIMER:

Nazivni napon DC motora je $U_n = 48VDC$. Koliki je napon potreban za napajanje DC motora?

$$V_{mot} = 1,15 \cdot U_n = 1,15 \cdot 48 = 55,2VDC \approx 55VDC$$

Računanje napona sekundarnog namotaja U_{sek} transformatora koji se koristi za napajanje DC motora računa se pomoću izraza:

$$U_{sek} = 1,2 + \frac{V_{mot}}{1,41} \quad (2)$$

PRIMER:

Za prethodni izračunati napon napajanja DC motora $V_{mot} = 55DVC$ izračunati napon sekundarnog namotaja mrežnog transformatora.

$$U_{sek} = 1,2 + \frac{V_{mot}}{1,41} = 1,2 + \frac{55}{1,41} = 40,2VAC \approx 40VAC$$

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.

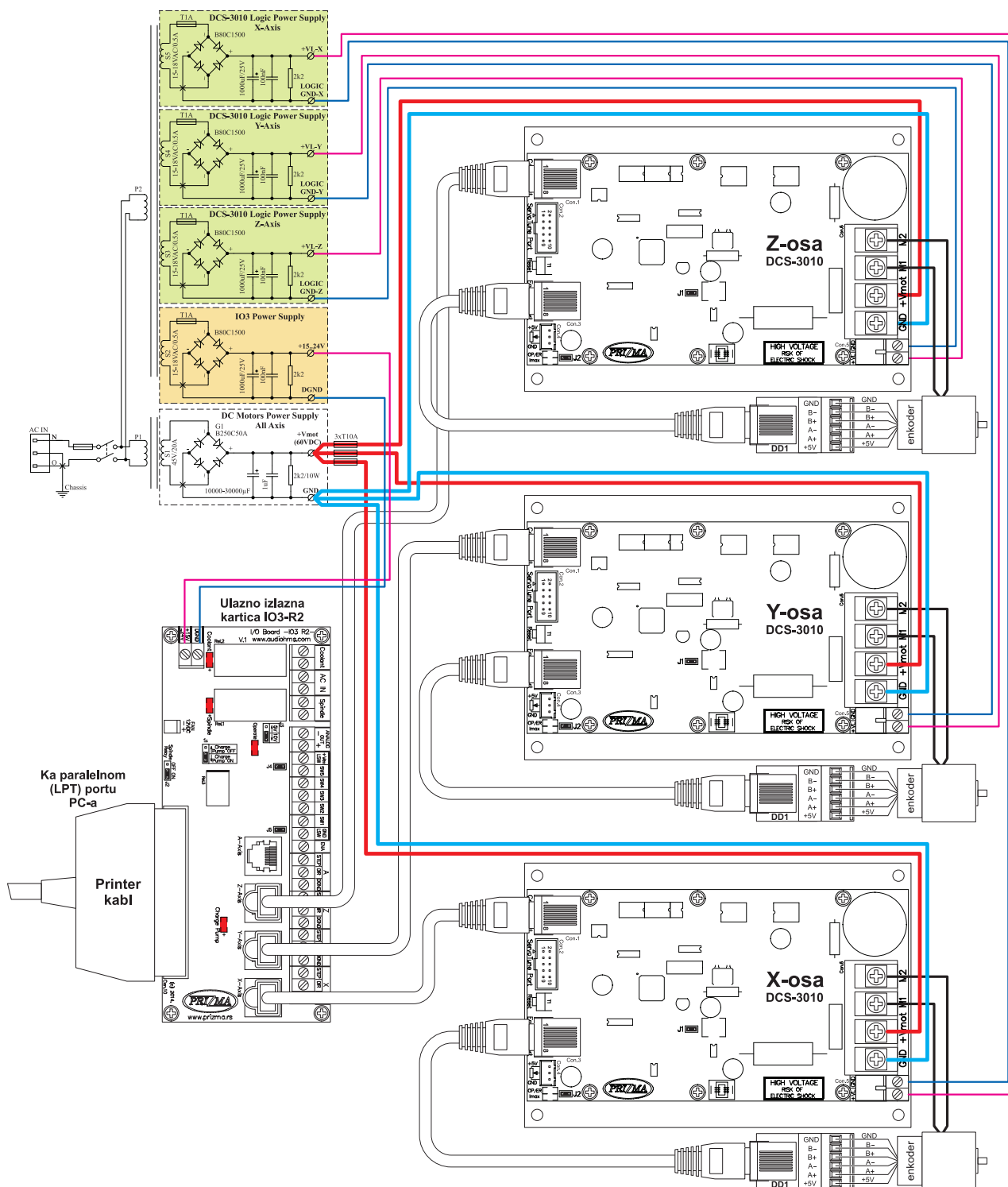
4.7 Veza sa ulazno-izlaznom karticom IO3-R2 i povezivanje napajanja

Veza ulazno-izlazne kartice IO3-R2 i 3 DC servo drajvera DCS-3010, kao i preporučena konfiguracija napajanja prikazana je na slici slici 4.6.

Preporučuju se galvanski odvojena napajanja za logički deo svakog pojedinačnog DC servo drajvera DCS-3010, kao i nezavisno galvanski odvojeno napajanje za ulazno-izlaznu karticu IO3-R2.

Napajanje DC motora može da bude iz izvedeno iz jednog izvora napajanja. Preporučuje se da se na napojni vod +Vmot postavi zaštitni osigurač za svaki drajver DCS-3010 posebno.

NAPOMENA: Ne preporučuje se upotreba prekidačkih napajanja (Switching Mode Power Supply – SMPS). Voditi računa de se na napravi petlja prilikom povezivanja mase.



Slika 4.6 Veza ulazno-izlazne kartice IO3-R2 sa 3 DC servo drajvera DCS-3010

5. RESET TASTER

RESET taster se nalazi između konfiguracionog porta Con.2 i konektora za enkoder Con.3 (vidi sliku 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 2 LED indikatora i to:

- višenamenski crveni **OP/ER** LED indikator i
- crveni LED indikator prekoračenja maksimalno podešene struje DC motora **I_{max}**.

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 enkodera	- Proveriti stanje enkodera i enkoderskog kabla - Isključiti detektovanje greške 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 zaštite je postavljena na 70 °C.

** Granica aktiviranja preko naponske zaštite je postavljena na 120 V DC.

GARANCIJA

Proizvođač garantuje da su svi DC servo drajveri DCS-3010 prilikom isporuke ispravni. Pre isporuke svi DC servo drajveri DCS-3010 su testirani sa naponima napajanja DC motora u opsegu od 20÷90 V DC i izlaznim strujama do 15 A. Napon napajanja koji prelazi maksimalno dovoljene vrednosti, pogrešno povezano napajanje, pogrešno povezani i neispravni DC servo motori, jaka elektromagnetna pražnjenja (blizina kontaktora) i sl. mogu oštetiti drajver.

9. ServoTune3 – UPUTSTVO ZA UPOTREBU

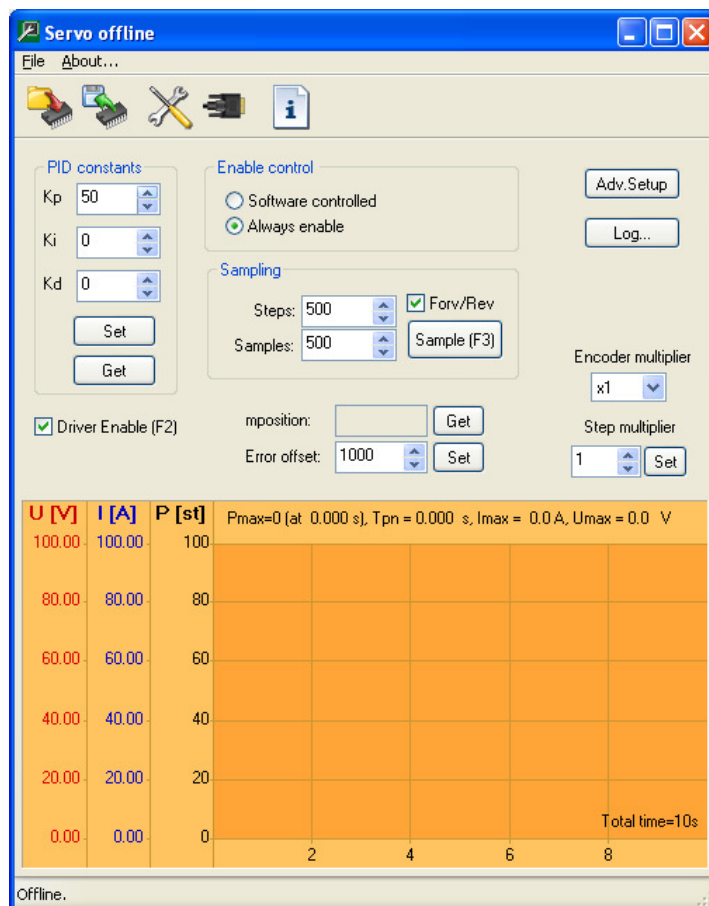
Za podešavanje parametara drajvera DCS-3010 koristi se konfiguracioni softver **ServoTune3** (slika 9.1). Softver se sastoji iz jednog fajla (ServoTune3.exe) i za njegovu instalaciju je potrebno iskopirati fajl u željeni folder na računaru.



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

Softver ServoTune3 omogućava:

- Podešavanje konstanti PID regulatora,
- Podešavanje multiplikacije rezolucije enkodera,
- Podešavanje multiplikatora koraka,
- Enable/disable drajvera DCS-3010,
- 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 strege),
- Izbor učestanosti PWM-a,
- Podešavanje opcija digitalnog filtra za enkoderski ulaz,
- Podešavanje maksimalne struje kroz DC motor i dr.



Slika 9.1 ServoTune3

NAPOMENA: Pomoću softvera ServoTune3 vrši se podešavanje radnih parametara drajvera DCS-3010. On nije namenjen za upravljanje DC motorom.

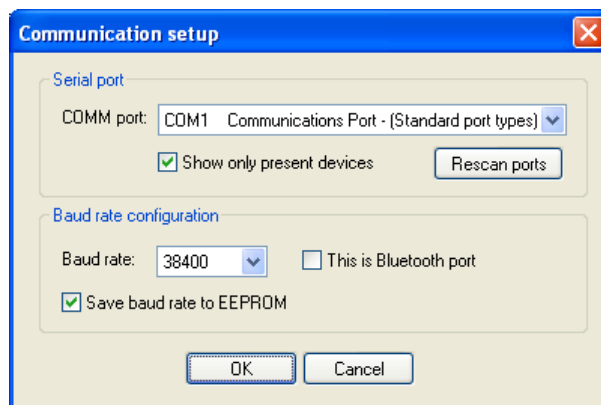
9.1 Izbor COM porta

Veza softvera ServoTune3 i PC računara sa drajverom DCS-3010 ostvaruje se preko interfejsa za programiranje PI- RS232 ili IPI-USB. 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, podešana vrednost baud rate-a će biti snimljena u EEPROM mikrokontrolera.

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



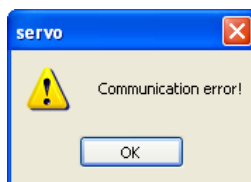
Slika 9.2 Communication setup dijalog

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 DCS-3010 će biti pročitani svi parametri i biće ispisani u odgovarajućim poljima.



Slika 9.3

U slučaju da nije ostvarena komunikacija sa drajverom DCS-3010, 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 DCS-3010 i tada je potrebno izaći iz softvera ServoTune3, resetovati drajver DCS-3010 pritiskom na taster RESET i ponovo startovati softver ServoTune3.

9.2 Podešavanje konstanti PID regulatora

Drajver DCS-3010 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.

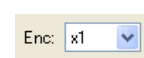
PID constants Kp 500 Ki 0 Kd 0 Set Get	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default
	Kp	Konstanta proporcionalnog dejstva	0	32768	50
	Ki	Konstanta integralnog dejstva	0	32768	0
	Kd	Konstanta diferencijalnog dejstva	0	32768	0

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 enkodera

Drajver DCS-3010 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.

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

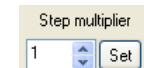
PRIMER:

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.

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 enkoder velike rezolucije, a generator STEP komandi nema mogućnost generisanja impulsa dovoljno visoke učestanosti.

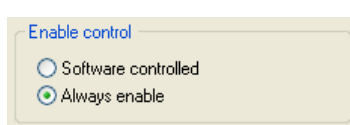
	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default
	Step multiplier	Multiplikator koraka	1	50	1

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

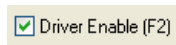
NAPOMENA: Veće vrednosti za multiplikator koraka mogu da dovedu do „isprekidanog“ kretanja, posebno pri malim brojevima obrtaja DC motora.

9.5 Programiranje enable ulaza drajvera DCS-3010

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

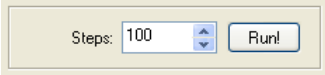
	Naziv	Opcije izbora
	Enable control	Software controlled – u ovom režimu ulaz ENABLE na Kontrol konektoru Con.1 (sa slike 4.1) je aktivan. Ako je na ulazu ENABLE logička jedinica, drajver je aktivan i izvršavaće komande koje mu dolaze sa STEP i DIR komandnih linija. U slučaju da je na ulazu ENABLE logička nula tada je drajver DCS-3010 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). 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 DCS-3010 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 (DC servo motor pod naponom) DISABLE – nije selektovano (DC servo motor nije pod naponom)

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.

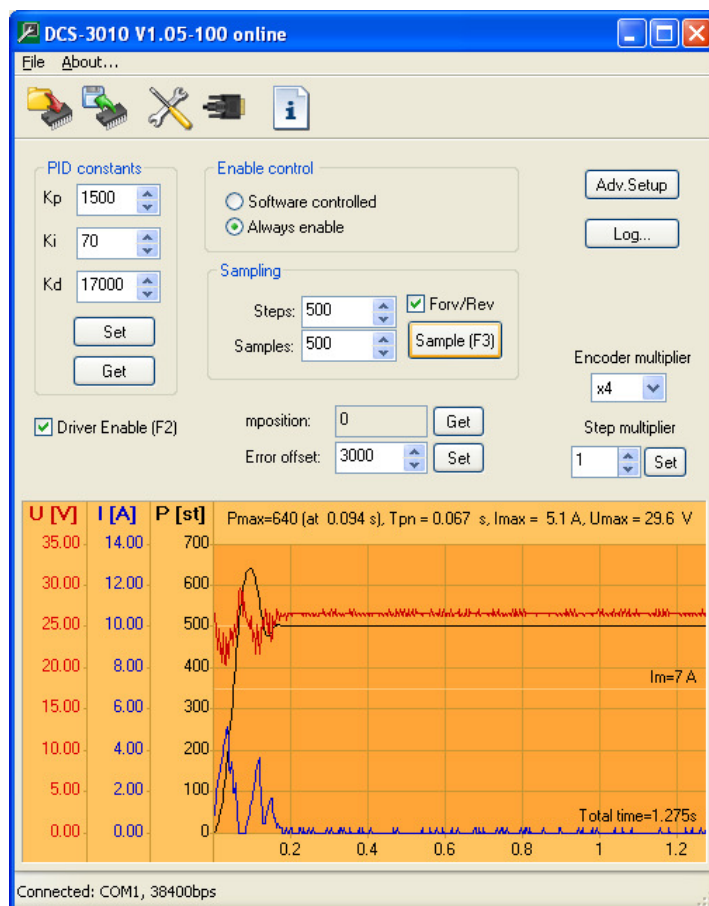
	Naziv	Opis	Parametri		Min	Max
			Naziv	Opis		
	Sampling	Snimanje odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*
			Samples	Broj pročitanih vrednosti	1	32767
	Steps	Izvršavanje određenog broja koraka bez snimanja odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*

* **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-3010.**

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) 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 (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 Track 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-3010.

9.8 Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora

Čitanje trenutne pozicije DC servo motora, odn. pozicije 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



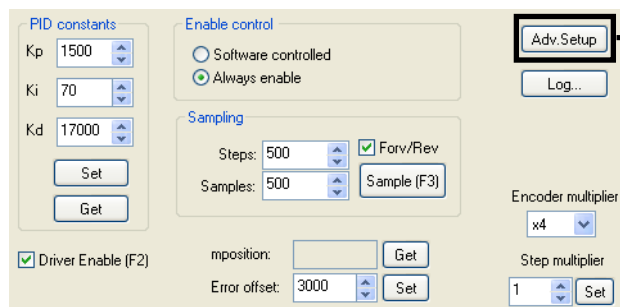
izborom opcije **File -> Load config...** ili pritiskom na dugme



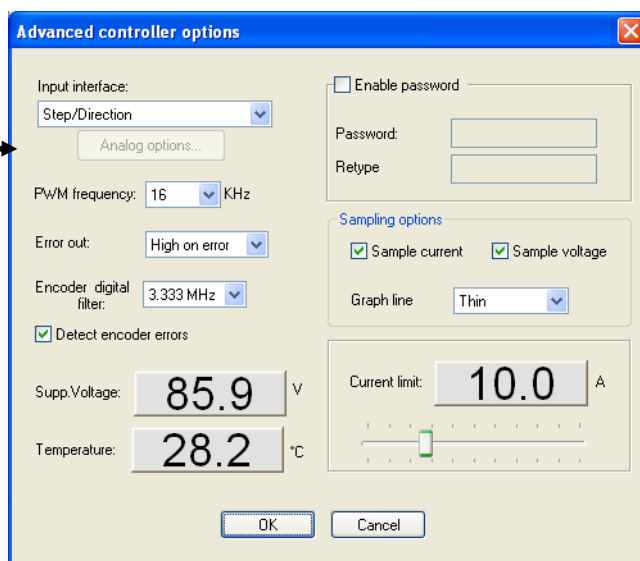
9.10 Napredna podešavanja – Advanced Setup



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 za enkoder,
- detektivanje 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 9.7).

9.10.1 Ulazni interfejs – input interface

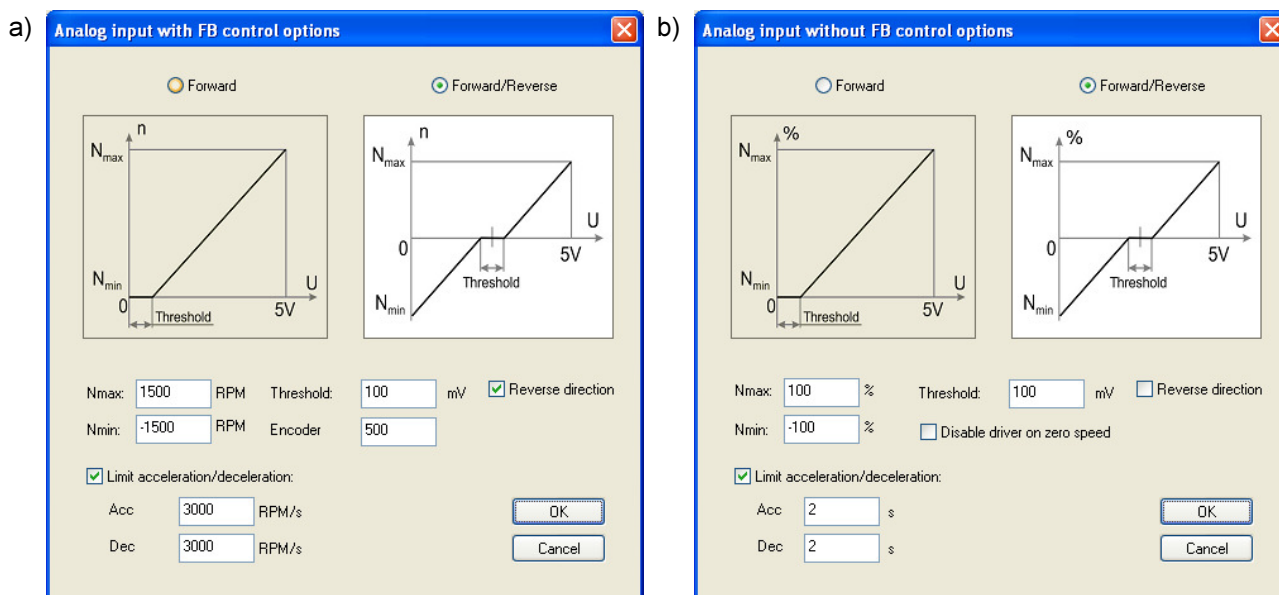
Upravljanje DC motorom se vrši preko 3 komande linije. Prve dve komande linije su u ovom uputstvu nazvane STEP/DIR, dok je treća ENABLE (videti sliku 4.2). Opcija ulaznog interfejsa pruža mogućnost izbora načina upravljanja preko gorenavedene tri komandne linije, ili preko analognog ulaza i to u sledećim 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-3010 ima mogućnost upravljanja DC motorom preko naponske signala od 0÷5V koja se dovodi na analogni ulaz (Con. 4 na slici 4.1). Na analogni ulaz je moguće direktno povezati potencijometar 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 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

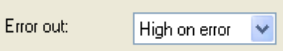
Ova opcija pruža mogućnost podešavanja učestanosti PWM-a i to:

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

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

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

Podešavanje 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.

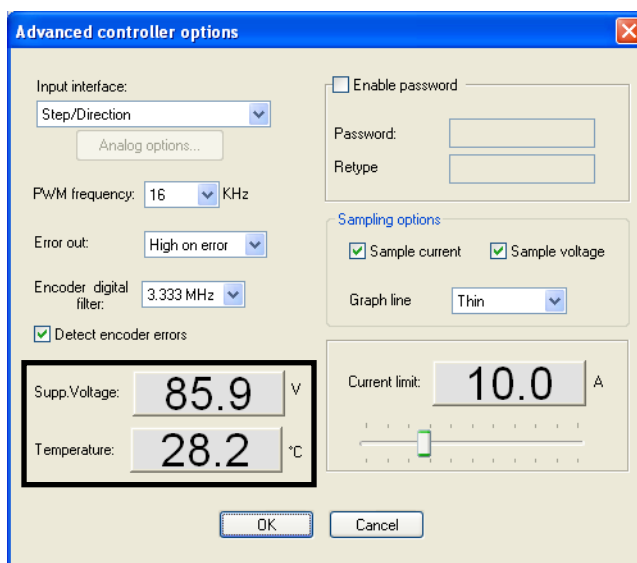
9.10.5 Detektovanje greške enkodera

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 enkodera.

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

9.10.6 Očitavanje napona napajanja DC motora i temperature drajvera

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).



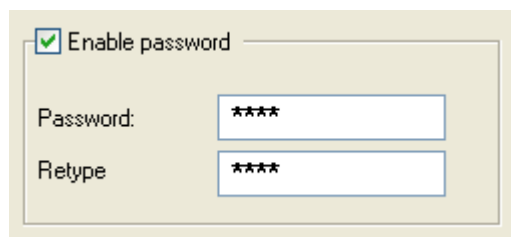
Slika 9.9

9.10.7 Unošenje sigurnosne šifre

Softver ServoTune3 pruža mogućnost unošenja sigurnosne šifre u cilju sprečavanja neovlašćene promene podešenih parametara DC servo drajvera DCS-3010.

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 DC servo drajverom DCS-3010 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

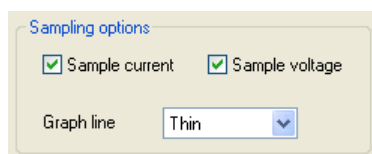


Slika 9.11 Dijalog za unos sigurnosne šifre pri startovanju softvera ServoTune3

9.10.8 Izbor opcija glavnog dijagrama

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

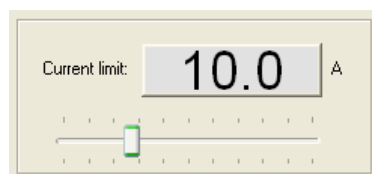
- Šta će od parametara biti prikazano na glavnom dijagramu i
- Debljina linija kojom će biti iscrtavani dijagrami (Thin, Medium i Thick).



Slika 9.12

9.10.9 Podešavanje maksimalne struje DC motora

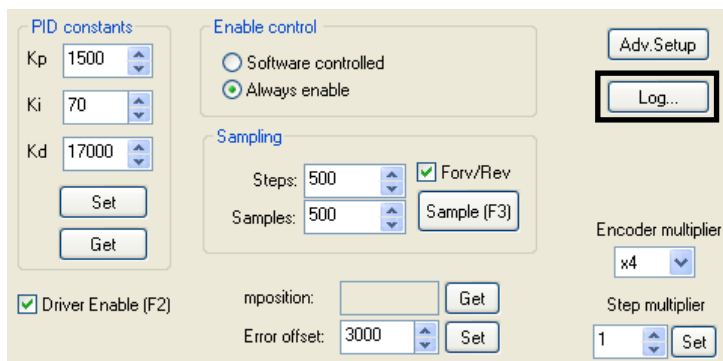
Preko klizača prikazanog na slici 9.13 vrši se podešavanje maksimalne struje DC motora. Vrednost podešene struje se očitava u odgovarajućem polju. Maksimalna struja kroz DC motor može se podesiti u opsegu od 3÷30A.



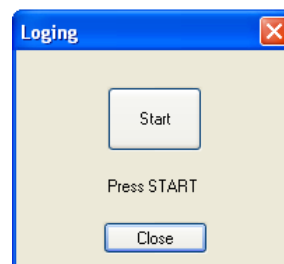
Slika 9.13

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.

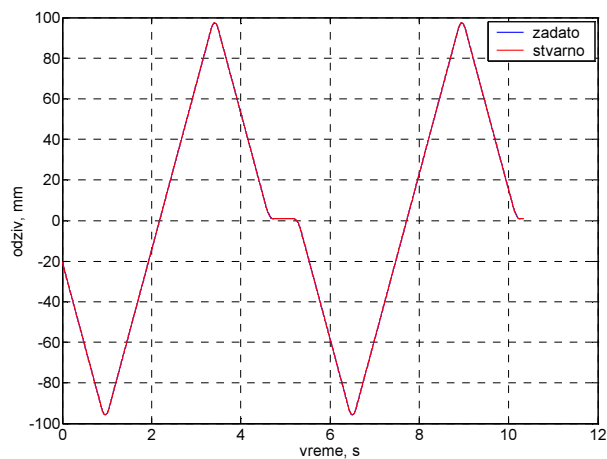
```
% ***** ServoTune log output file *****
% Date and time: 07.12.2012 19:00:05
% Time[s]    Position    PosDiff Current[mA] Voltage[V]
0.020960    -401      0      0      98.23
0.023580    -401      0      0      98.23
0.025676    -401      0      0      98.23
0.027772    -401      0      0      97.78
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:

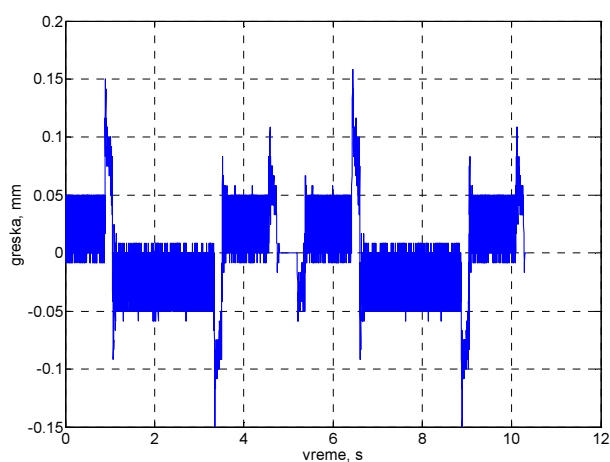
- **Prva** kolona je vreme,
- **Druga** kolona je zadata pozicija DC motora,
- **Treća** kolona je greška pozicioniranja (tracking error), odn. razlika između zadate i trenutne pozicije DC servo motora izražena u koracima,
- **Četvrta** kolona predstavlja vrednost struje kroz DC motor u mA i
- **Peta**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

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

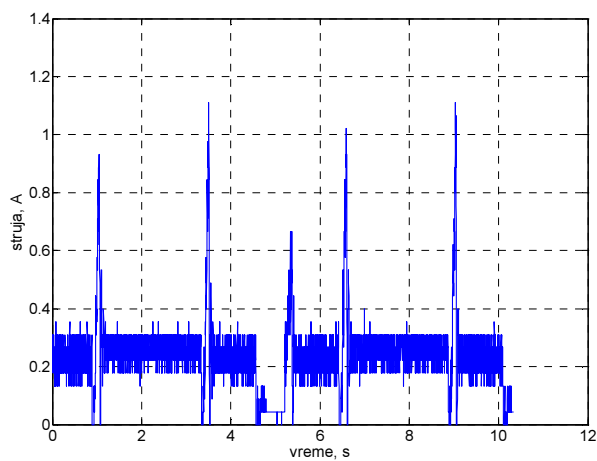
Na slikama 9.16, 9.17 i 9.18 prikazani je primer dijagrama promene parametara iz jednog zapisa `servo.log` datoteke.



Slika 9.16 Dijagram promene zadate i stvarne pozicije DC servo motora



Slika 9.17 Dijagram greške pozicioniranja preračunate u mm



Slika 9.18 Dijagram promene struje kroz DC servo motor

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 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 500PPR, multiplikacija rezolucije enkodera je $x4$, tako da je ukupna rezolucija 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.

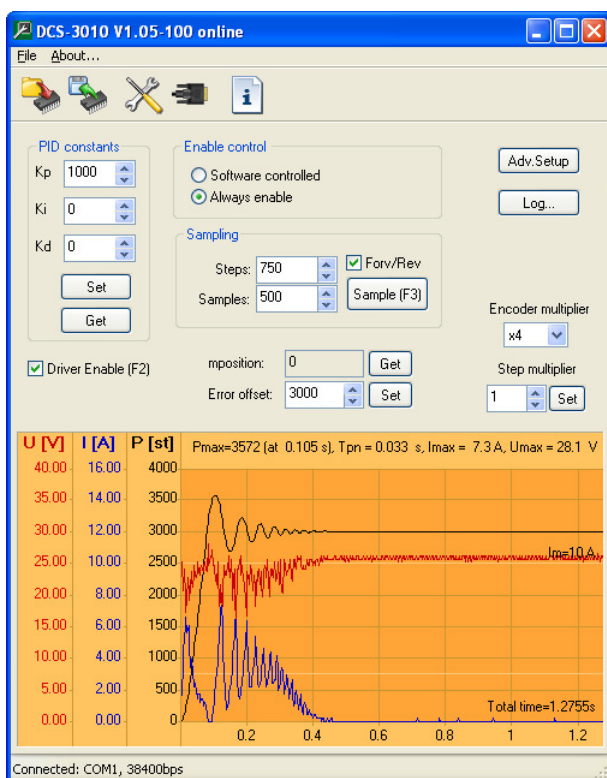
KORAK 2: Povećavati konstantu K_d dok se odziv sistema ne „umiri“ kao što je to prikazano na slici 10.2. Konstanta K_d može da bude značajno veća od konstante K_p .

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.

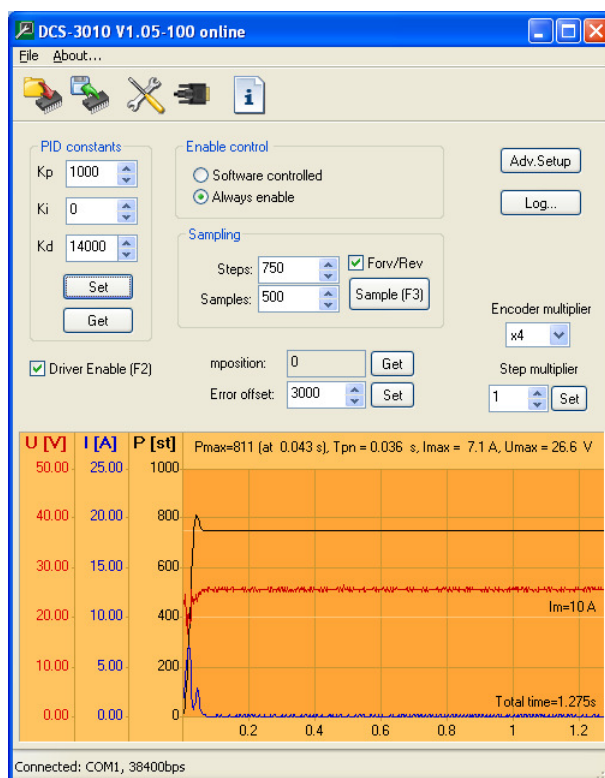
Ponoviti korake 2 i 3 sve do nivoa kada se vratilo DC motora ponaša kao da je motor „zakočen“. Pored toga proveriti motor u radu na mašini pri raznim radnim brzinama (ne sme da dođe do oscilovanja i podrhtavanja pri radu).

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

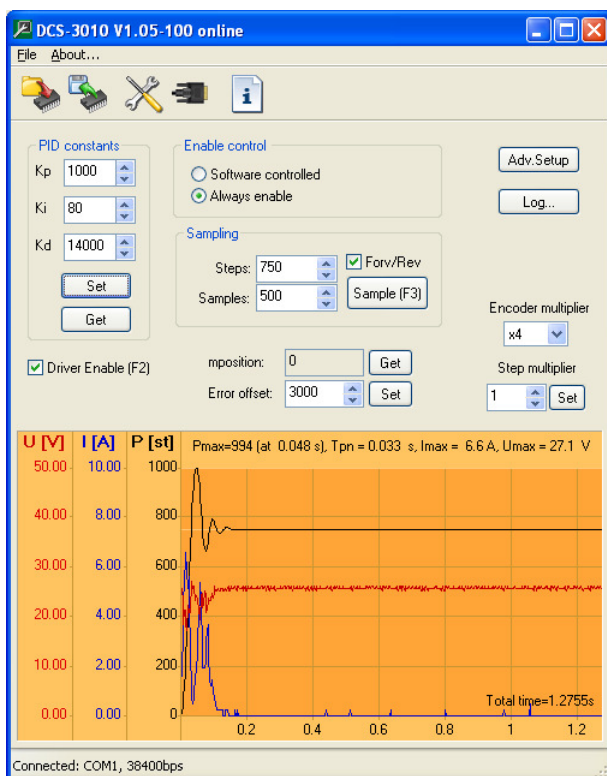
Ovako podešene vrednosti PID konstanti je potrebno proveriti u radu mašine i po potrebi ih korigovati.



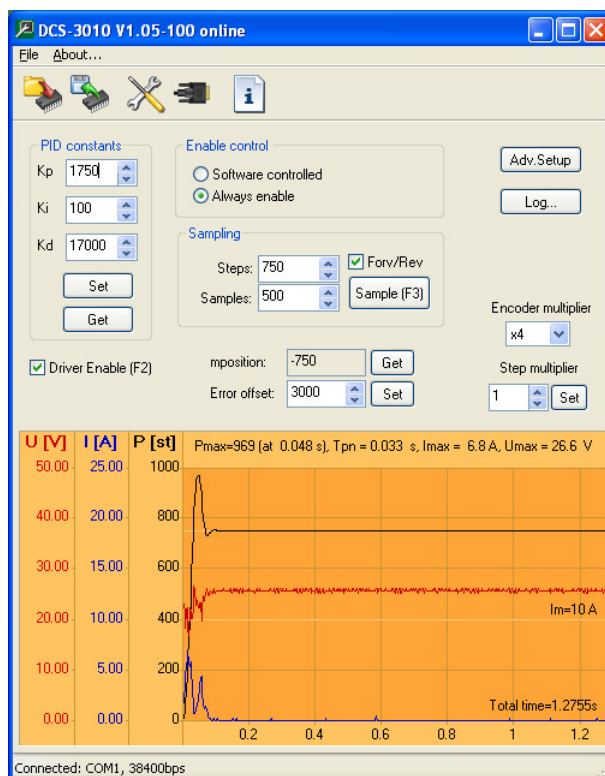
Slika 10.1



Slika 10.2



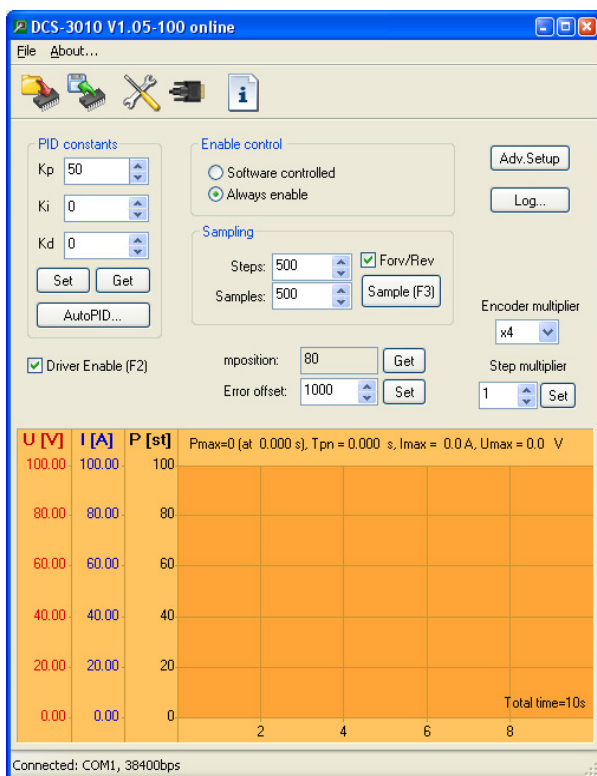
Slika 10.3



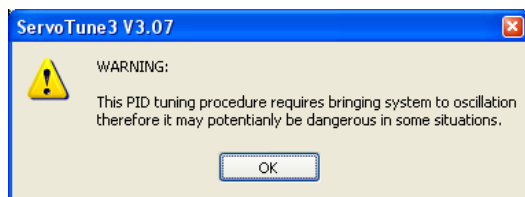
Slika 10.4

10.1 Automatsko podešavanje PID parametara

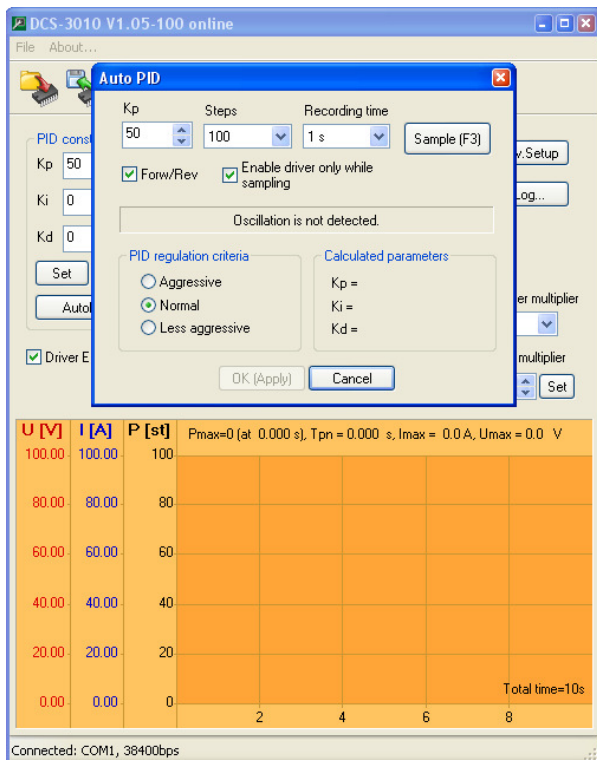
Opcija automatskog određivanja i podešavanja PID parametara dostupna je od verzije softvera ServoTune3 v3.07. U dijalog za automatsko podešavanje PID parametara dolazi se pritiskom na dugme **AutoPID** (slika 10.5). Nakon toga pojaviće se dijalog upozorenja dat na slici 10.6.



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. 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.

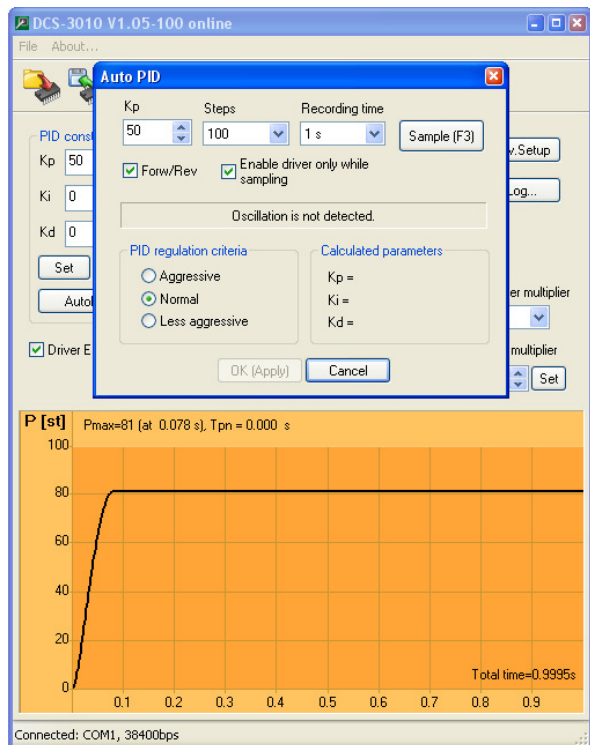
Postupak određivanja konstanti PID regulatora podrazumeva postepeno povećavanje konstante **Kp**. Pri svakoj promeni konstante **Kp**, potrebno je pritisnuti dugme **Sample (F3)** ili funkcijski taster F3 kako bi se snimio odziv sistema. Parametar **Kp** se povećava postepeno i pažljivo sve dok ne dođe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

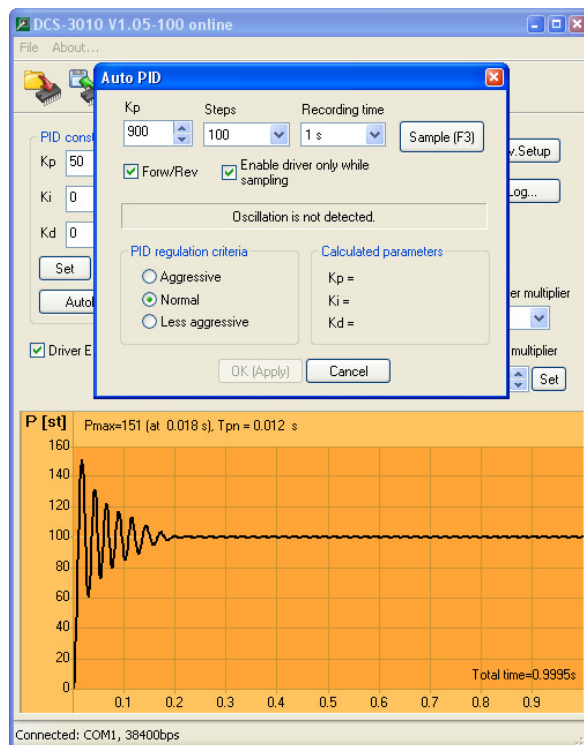
- Agresivan (**Aggressive**),
- Normalan (**Normal**) ili
- Manje agresivan (**Less aggressive**).

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

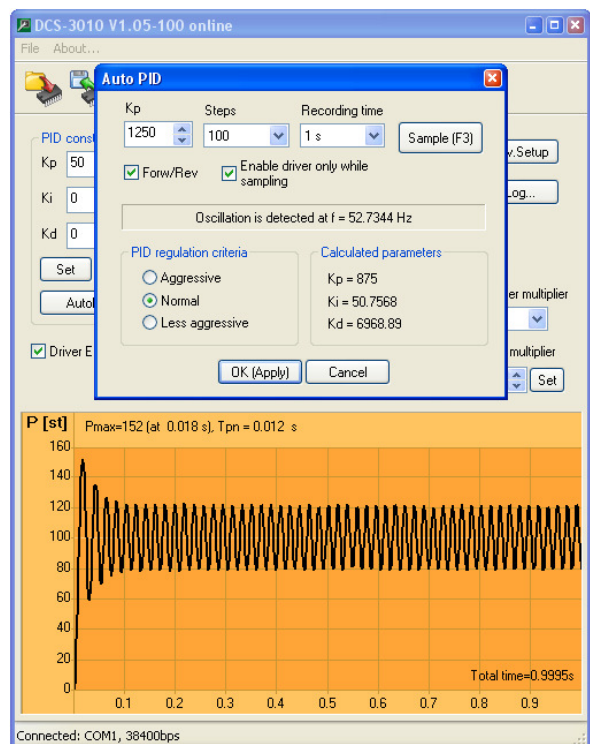
Proveriti ponašanje DC servo motora sa ovako izračunatim parametrima PID regulatora (slika 10.11).
Po potrebi izvršiti ručno fino podešavanje parametara PID regulatora.



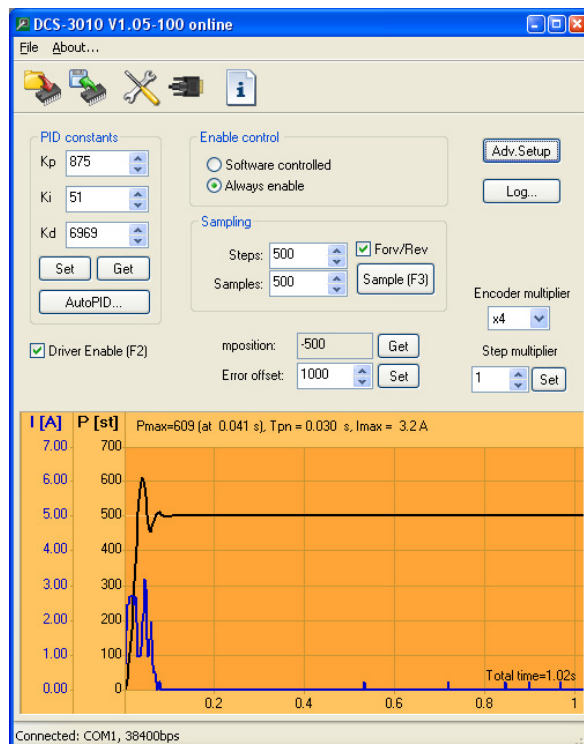
Slika 10.8



Slika 10.9



Slika 10.10



Slika 10.11

IZMENE DOKUMENTA:

- Ver. 1.0, Decembar 2012., Preliminarna verzija
- Ver. 1.1, Oktobar 2013., Dodata opcija AutoPID u okviru softvera ServoTune3 v3.07
- Ver. 1.2, Januar 2014., Ispravljene uočene greške
- Ver. 1.21, Mart 2014., Ispravljene uočene greške
- Ver. 1.23, Novembar 2014., Zamena I/O kartice IO3 sa I/O karticom IO3-R2 na slici 4.6



Prizma doo, Kumanovska 8, 34000 Kragujevac
Tel. +381 34 330 200, web: www.prizma.rs
e-mail: prodaja@prizma.rs



web: www.audiohms.com
e-mail: info@audiohms.com

Strana 24/24