

DCS-140

DC SERVO DRAJVER

1. OPIS

DCS-140 je mikrokontrolerski PWM drajver za DC motore sa permanentnim magnetom napona napajanja do 100V i maksimalne struje do 30A. Kao povratna sprega po poziciji koristi se inkrementalni enkoder sa fazno pomeranim kvadratnim signalom. Interfejs za enkoder omogućava x1, x2 i x4 multiplikaciju rezoluciju enkodera.

Upravljanje DC motorom vrši se preko opto-izolovanih STEP/DIR/ENABLE linija. Drajver je baziran na 16-to bitnom mikrokontroleru u koji je ugrađen PID upravljački algoritam.

Podešavanje svih parametara vrši se preko serijskog RS-232 porta i konfiguracionog softvera ServoTune. Konfiguracioni softver ima mogućnost snimanja odziva DC motora i pogonske mehanike na koju je motor priključen.

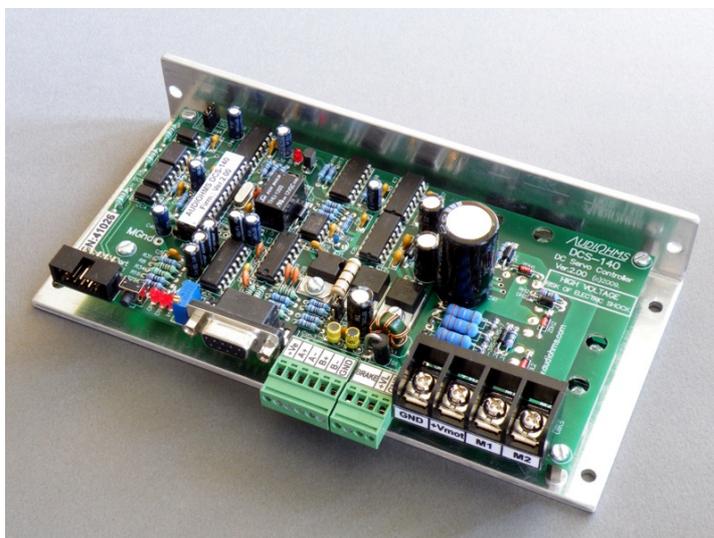
Podešavanje struje vrši se pomoću višeobrnog trimer potencijometra.

Ugrađen soft start uključuje DC motor 1s nakon dolaska napona za napajanje, čime se smanjuje strujni udar pri uključenju.

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.

Na drajveru se nalazi relejni izlaz za upravljanje kočnicom DC servo motora.

Za veće struje po potrebi drajver postaviti na dodatni hladnjak.



2. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Tip	PWM DC Servo drajver sa zatvorenom petljom upravljanja
PWM učestanost	10-20kHz, softversko podešavanje
Broj osa	1
Napon napajanja DC motora	10÷100VDC
Struja	0,5A÷30A max (podešavanje pomoću višeobrnog trimer potencijometra)
Napon napajanja logičkog dela	18÷25VDC / 500mA
Ulazi	opto-izolovani STEP, DIR i ENABLE
Struja po ulaznoj liniji	5mA na 5V
Izlazi	opto-izolovani TRACKING ERROR relejni izlaz, 50V/1Amax za aktiviranje kočnice DC servo motora
Učestanost STEP komande	<600kHz
Širina ulaznog impulsa	>0,5μs
Povratna sprega	Inkrementalni enkoder sa kvadratno fazno pomeranim izlazima
Rezolucija enkodera	×1, ×2 i ×4 (softversko podešavanje)
Napajanje enkodera	Izvor na drajveru +5VDC / 250mA max ili +12VDC / 250mA max
Podešavanje parametara	Preko RS-232 porta i konfiguracionog softvera
Dimenzije (Š x D x V)	190mm x 105mm x 50mm
Masa	~350g

NAPOMENA: Navedene specifikacije se mogu menjati bez prethodne najave



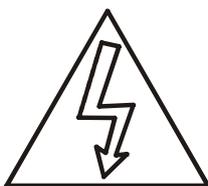
Prizma doo, Kumanovska 8, 34000 Kragujevac
Tel. (034) 330 200, web: www.prizma.co.rs
e-mail: prodaja@prizma.co.rs



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

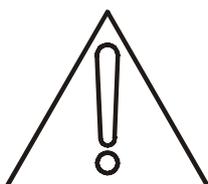
Strana 1

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, aluminijski nosač mora biti propisno uzemljen.



Za napajanje drajvera DCS-140 koristiti isključivo galvanski izolovana napajanja. Optoizolacioni razmak između ulazno-izlaznih komandnih linija i upravljačke elektronike na štampanoj pločici drajvera (PCB-u) je oko 5mm.

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. Ne preporučuje se korišćenje opto-izolovanog ENABLE ulaza.

Temperatura drajvera ne bi trebala da pređe 70°C. 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.

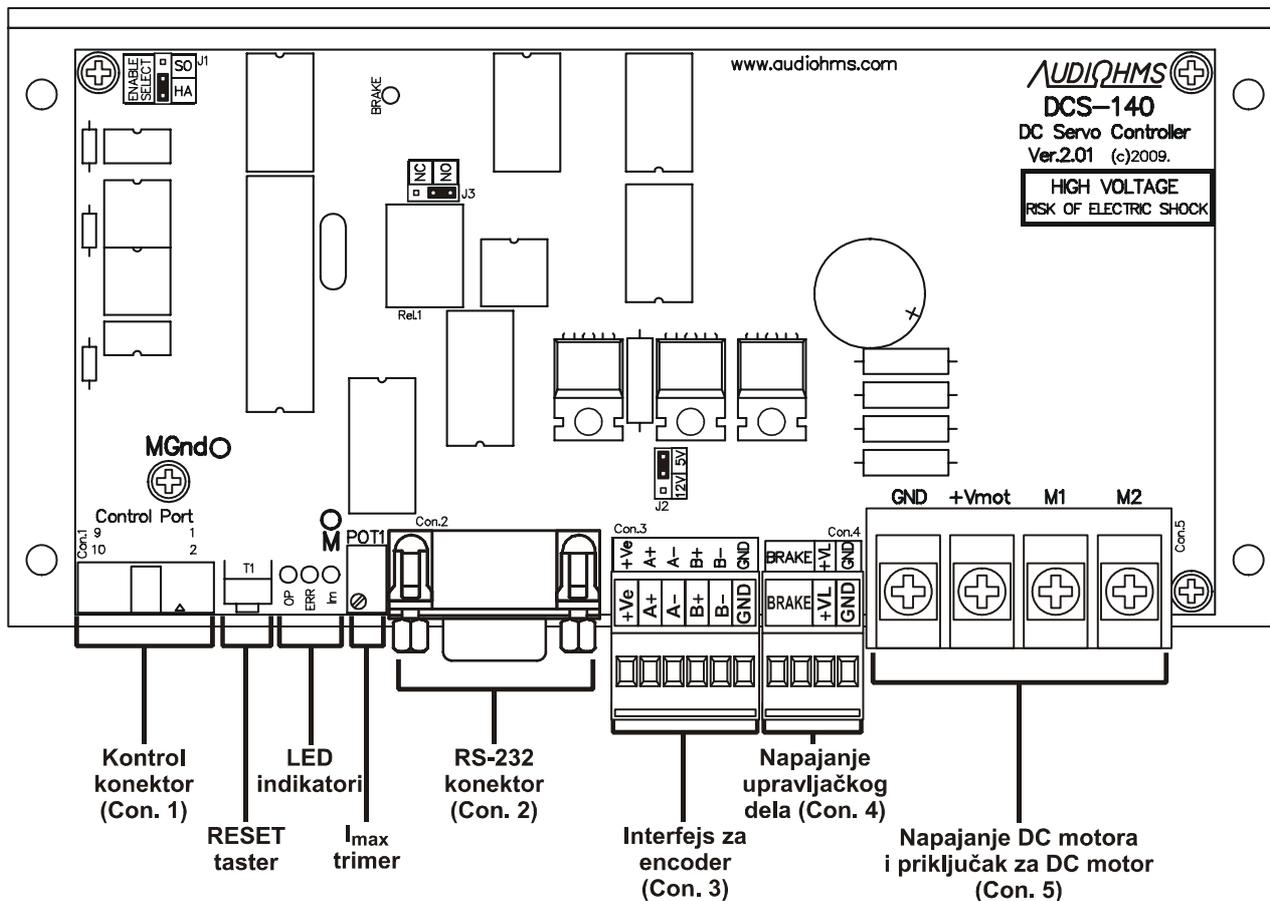
Drajver ne treba koristiti na mestima gde bi njegov otkaz mogao da dovede do opasnosti po bezbednost ljudi, velikih finansijskih gubitaka, ili bilo kojih drugih gubitaka.

Pri radu sa drajverom koristiti sve potrebne mere predostrožnosti.

Ne isključuje se mogućnost da ovaj dokument ima grešaka. 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-140 ima na sebi 5 konektora (od Con. 1 do Con. 5) kao što je to prikazano na slici 4.1.



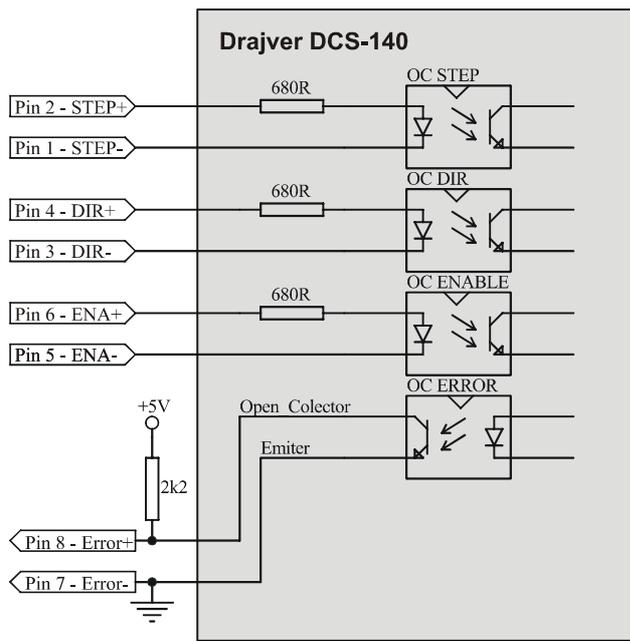
Slika 4.1 Pozicije konektora na drajveru DCS-140

4.1 Kontrol konektor

Preko 10-to pinskog IDC kontrol konektora (Con. 1) dovode se STEP, DIR i ENABLE ulazi. Pored toga na ovom konektoru se nalazi i Track Error izlaz koji se aktivira kada se prekorači vrednost tracking error offset-a. Raspored pinova je dat u tabeli 4.1, dok je shamatski prikaz ovih pinova prikazan na slici 4.2.

Tabela 4.1

Pin br.	Opis	ULAZ / IZLAZ
1	STEP -	Ulaz 1
2	STEP +	
3	DIR -	Ulaz 2
4	DIR +	
5	ENABLE -	Ulaz 3
6	ENABLE +	
7	Error izlaz (emiter)	Izlaz 1
8	Error izlaz (Track Error – open collector)	
9	NC (nije spojen)	-
10	NC (nije spojen)	-



Slika 4.2 Shematski prikaz opto-izolovanih ulaza i izlaza

Na ulazu optokaplera za STEP, DIR i ENABLE komandu nalazi se otpornik od 680oma koji ograničava struju na 5mA na komandnom naponu od 5V (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 5mA.

PRIMER: Ako se za upravljanje drajvera DCS-140 koristi PLC sa logičkim nivoima od 24VDC, tada je potrebno na svaku od linija 2, 4 i 6 na konektoru Con. 1 postaviti na red otpornik od 3900oma.

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 5mm.

4.2 RS-232 konektor

Podešavanje parametara (konstante PID kontrolera, dead-time delay, rezolucija enkodera, tracking error offset-a i dr.) vrši se preko RS-232 konektora (Con. 2 sa slike 4.1) i konfiguracionog softvera ServoTune. Detaljan opis podešavanja ovih parametara dat je u uputstvu za upotrebu softvera ServoTune. Na drajveru DCS-140 je nalazi ženski konektor tipa DB9.

NAPOMENA: Masa RS-232 konektora nije galvanski odvojena od mase drajvera.

4.3 Interfejs za enkoder

Konektor za enkoder interfejs (Con. 3 sa slike 4.1) služi za vezu drajvera DCS-140 sa enkoderom. Funkcije pinova 6-to polnog konektora za enkoder interfejs date su u tabeli 4.2.

Tabela 4.2 Opis pinova (klema) 6-to polnog konektora

Con.3	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	GND	GND – Enkoder	Povezivanje enkodera
	2	B-	B- kanal enkodera	
	3	B+	B+ kanal enkodera	
	4	A-	A- kanal enkodera	
	5	A+	A+ kanal enkodera	
	6	+Ve	Izvor napajanja enkodera 250mA max	

Koristiti inkrementalni enkoder sa kvadratnim fazno pomerenim TTL izlazima. Preporuka je da minimalni broj impulsa (linija) enkodera bude 200.

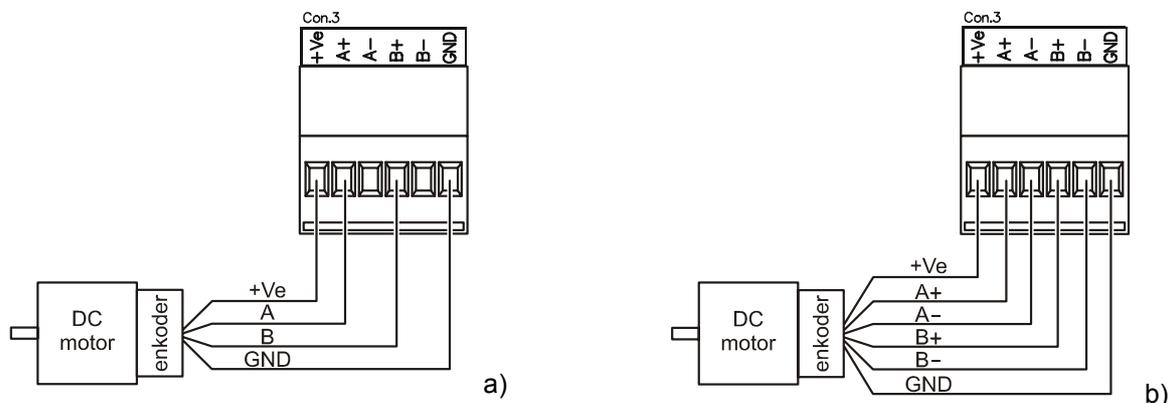
Moguć je izbor napona napajanja za inkrementalni enkoder i to +5V ili +12V. Izbor se vrši pomoću jumpera (kratkospojnika) obeleženog sa J2, a koji se nalazi neposredno iznad konektora za enkoder interfejs (tabela 4.3). Podesiti onaj napon ankodera koji je dat u njegovim tehničkim karakteristikama. Preporuka je da se vrednost podešenog napona, pre povezivanja enkodera, izmeri instrumentom između klema +Ve i GND (pinovi 1 i 6).

Struja napajanja enkodera mora biti manja od 250mA.

Tabela 4.3

Pozicija kratkospojnika	Opis
 J2	+5V ; Kada se kratkospojnik nalazi u gornjem položaju izabran je napon napajanja za enkoder od +5V
 J2	+12V ; Kada se kratkospojnik nalazi u donjem položaju izabran je napon napajanja za enkoder od +12V

Na Dc servo drajver DCS-140 mogu da se priključe „obični“ (single ended) enkoderni (sa A i B izlazima, slika 4.3.a) ili enkoderni sa komplementarnim izlazima (A+, A-, B+ i B- izlazima, slika 4.3.b). „Običan“ (single ended) enkoder se povezuje tako što se A izlaz iz enkodera veže za A+ ulaz, odnosno B izlaz iz enkodera veže za B+ ulaz na enkoder interfejs pločici. Na A+ i B+ ulazima postoje pull-up otpornici od 4k7.



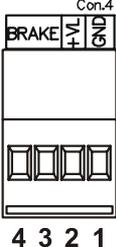
Slika 4.3 Povezivanje enkodera na enkoder interfejs, a) single ended („običan“) i b) enkoder sa komplementarnim izlazima

Da bi se smanjio ili eliminisao uticaj visokofrekventih električnih smetnji preporučuje se korišćenje oklopljenog (šildovanog) kabla za povezivanje enkodera. Povezati oklop (šild) enkoderskog kabla za GND pin 1.

4.4 Napajanje upravljačkog dela

Napajanje upravljačke elektronike drajvera DCS-140 vrši se preko konektora Con.4 sa slike 4.1. Na ovom konektoru se nalazi i relejni izlaz za aktiviranje kočnice DC motora.

Tabela 4.4 Opis pinova (klema) 4-ro polnog konektora Con. 4

 4 3 2 1	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
	1	GND	GND	
2	+VL	Napajanje +18÷25V DC / 500mA		
3	BRAKE	Kontakt relea 1		Relejni izlaz – aktiviranje kočnice DC motora (50Vmax / 1Amax)
4	BRAKE	Kontakt relea 2		

Napon napajanja logičkog dela treba da bude od +18÷25VDC / 500mA. Nije potrebno da ovaj napon bude stabilisan, već je dovoljno da je nakon ispravljanja filtriran elektrolitskim kondenzatorom.

Na konektoru Con.4 se nalazi izlaz relea koji može da se koristi za aktiviranje/deaktiviranje kočnice DC motora. Podešavanje parametara (uslova i „tajminga“) uključenja odn. osključenja ovog relea vrši se pomoću softvera SevoTUNE. Pomoću „jumpera“ (kratkostojnika) J3 moguće je izabrati neaktivnu poziciju relea (tabela 4.5). Pozicija kratkospojnika J3 data je na slici 4.1.

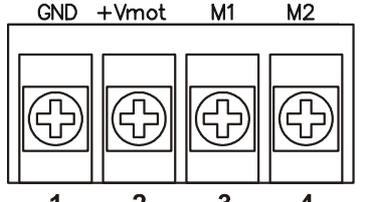
Tabela 4.5

Pozicija kratkospojnika	Opis
 J3	NO ; Pozicija rela „normalno otvoren“ kontakt (NO – Normaly Open)
 J3	NC ; Pozicija rela „normalno zatvoren“ kontakt (NO – Normaly Close)

4.5 Napajanje DC motora i priključak za DC motor

Vezivanje napajanje za DC motor, kao i priključak za DC motor nalazi se na konektoru Con. 4 (slika 4.1).

Tabela 4.4 Opis pinova (klema) konektora Con. 4

	Pin br.	Naziv	Opis	Funkcija
1	1	GND	GND napajanja DC motora	Napajanje DC motora
2	2	+Vmot	Napajanje DC motora +12÷100VDC	
3	3	M1	Priključak DC motora	Vezivanje DC motora
4	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-140.

Ako nakon povezivanja DC motora na priključke M1 i M2 i dolaska napona napajanja, motor počne da se obrće. zatim stane i uključi se tracking error LED indikator, potrebno je zameniti priključke motora M1 i M2 (priključak motora sa M1 prebaciti na M2 i priključak 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:

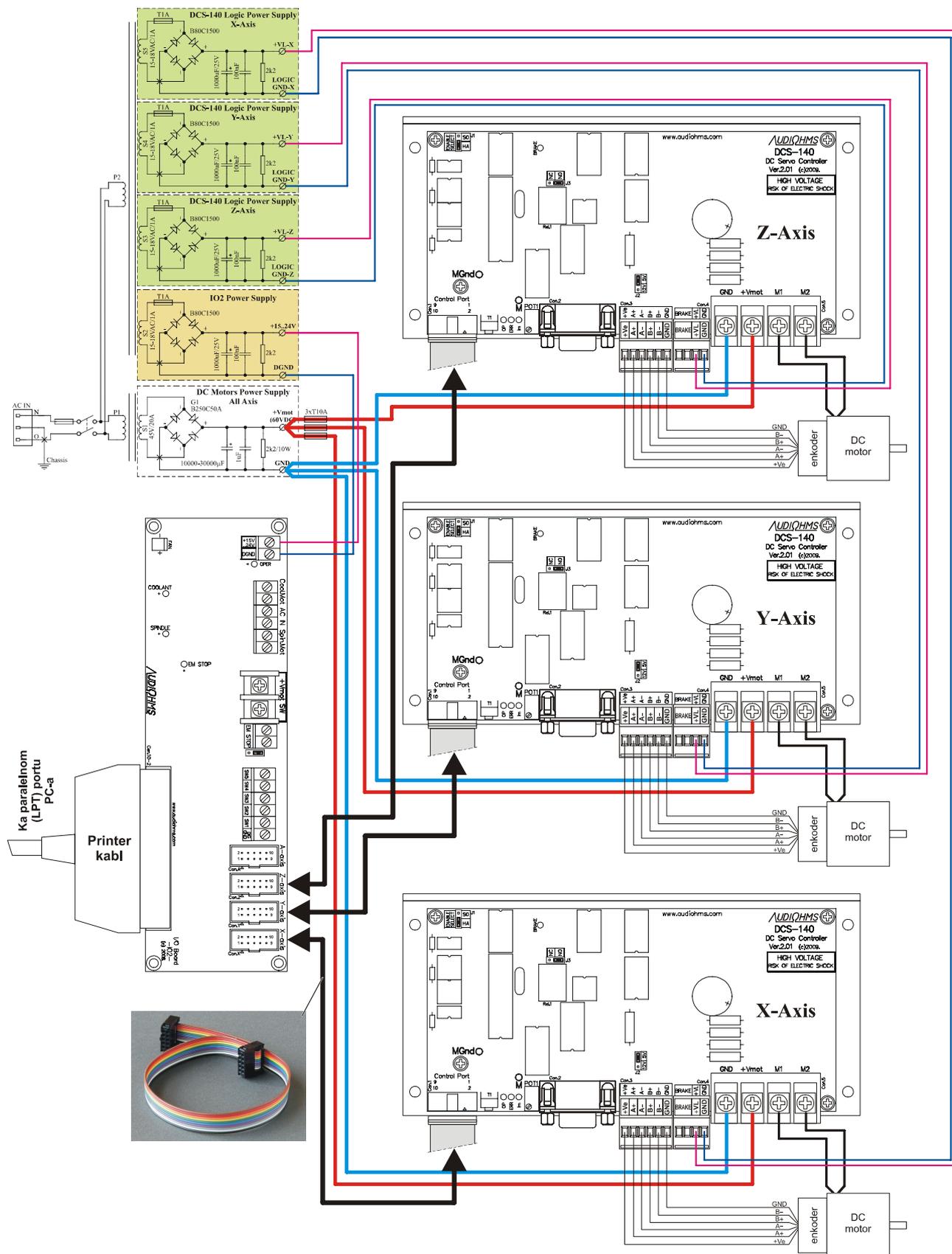
Za prethodni izračunati napon napajanja DC motora $V_{mot} = 55DVC$ izračunati napon sekundarnog namotaja mrežnog transformatora.

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

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 pojedinim režimima rada može povući i znatno veću struju od nazivne.

4.6 Veza sa ulazno-izlaznom karticom IO2 i povezivanje napajanja

Veza ulazno-izlazne kartice i 3 DC servo drajvera DCS-140, kao i preporučena konfiguracija napajanja prikazana je na slici slici 4.4.



Slika 4.4 Veza kartice IO2 sa 3 DC servo drajvera DCS-140 i povezivanje napajanja

Kao što se sa date šeme vidi, preporučuju se galvanski odvojena napajanja za logički deo svakog pojedinačnog DC servo drajvera, kao i nezavisno galvanski odvojeno napajanje za ulazno-izlaznu karticu IO2.

Napajanje DC motora može da bude izvedeno iz jednog izvora napajanja. Preporučuje se da se na napojni vod +Vmot postavi zaštitni osigurač za svaki drajver DCS-140 posebno.

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

5. RESET TASTER

RESET taster se nalazi pored kontrol konektora (vidi sliku 4.1). Pritiskom na RESET taster moguće je poništiti grešku tracking error offset-a.

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 4 LED indikatora, od toga 3 LED indikatora se nalaze pored RESET tastera i jedan LED indikator iznad kratkospojnika J3 (vidi sliku 4.1). Njihova funkcija je opisana u tabeli 6.1.

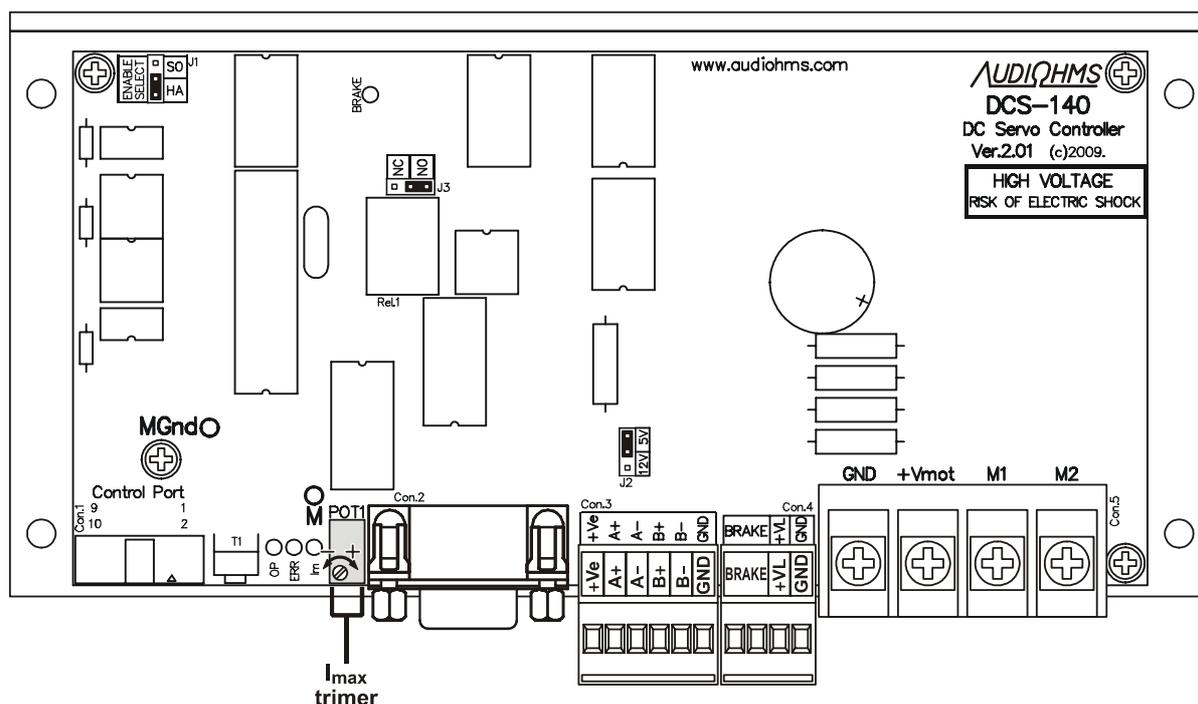
Tabela 6.1

Naziv	Opis
OP	Indikator napona logičkog dela
ERR	Indikator greške tracking error offset-a
Im	Indikator prekoračenja maksimalno podešene struje DC motora
BRAKE	Indikator uključivanja relea kočnice DC motora

7. TRIMER ZA PODEŠAVANJE STRUJE DC MOTORA

Pozicija višeobrtnog trimera za podešavanje maksimalne struje I_{max} DC motora data je na slici 7.1. Vrednost podešene struje očitava se u Advanced Setup dijalogu softvera ServoTune koji je opisan u poglavlju 9.9 ovog uputstva.

NAPOMENA: Pri podešavanju maksimalne struje krenuti od malih vrednosti tokom kojih treba proveriti ponašanje DC motora. Nakon toga vršiti postepeno povećavanje podešene vrednosti maksimalne struje. Maksimalna vrednost podešene struje ne bi trebala da bude veća od nazivne struje DC motora.



Slika 7.1 Trimer potencijometar za podešavanje maksimalne struje DC motora

8. IZBOR ENABLE MODA

Na štampanoj pločici drajvera DCS-140 nalazi se kratkospojnik (jumper) za izbor ENABLE moda (Tabela 8.1).

Tabela 8.1

Pozicija kratkospojnika	Opis
	SO – software enable; 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-140 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).
	HA – hardware enable; u ovom modu ulaz ENABLE na kontrol konektoru Con.1 (sa slike 4.1) nije u funkciji. Drajver je uvek aktivan.

GARANCIJA

Proizvođač garantuje da su svi DC servo drajveri DCS-140 prilikom isporuke ispravni. Pre isporuke svi DC servo drajveri DCS-140 su testirani sa naponima napajanja DC motora u opsegu od 20-90V i izlaznim strujama do 15A. 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. Ne preporučuje se za primenu kod sečenja materijala plazmom.

9. SERVOTUNE – UPUTSTVO ZA UPOTREBU

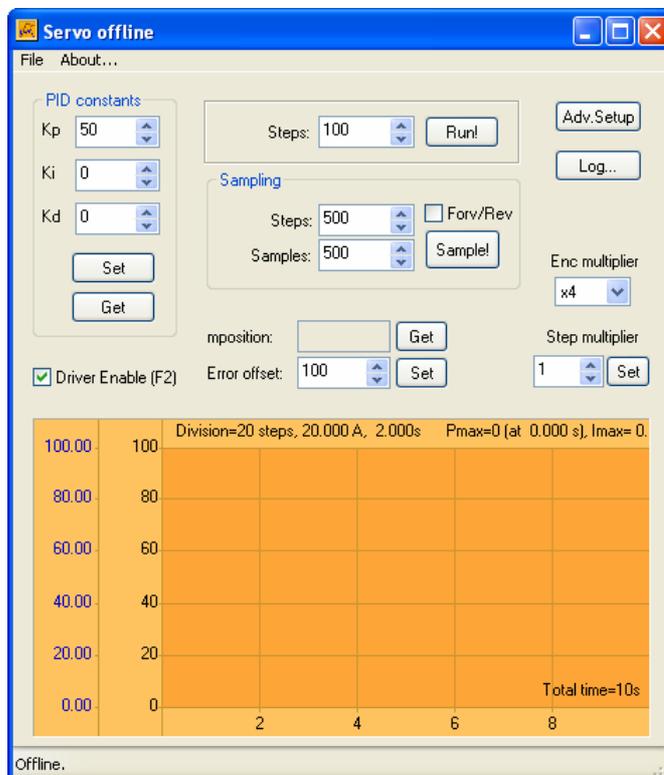
Za podešavanje parametara drajvera DCS-140 koristi se softver **ServoTune** (slika 9.1). Autor softvera je Saša Gojković. Softver se sastoji iz jednog fajla (ServoTune.exe) i za njegovu instalaciju je potrebno iskopirati fajl u željeni folder na računaru.



ServoTune je Windows XP aplikacija.

Softver ServoTune omogućava:

- Podešavanje konstanti PID regulatora,
- Podešavanje vrednosti dead-band delay-a,
- Podešavanje multiplikacije rezolucije enkodera,
- Podešavanje multiplikatora koraka,
- Enable/disable drajvera DCS-140,
- Zadavanje broja koraka za snimanje odziva DC motora na step funkcija i iscrtavanje dijagrama odziva motora i dijagrama promene struje kroz 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, STEP-UP/STEP-DOWN i enkoder),
- Izbor učestanosti PWM-a,
- Podešavanje opcija digitalnog filtra za enkoderski ulaz,
- Podešavanja opcija relea za aktiviranje kočnice i dr.

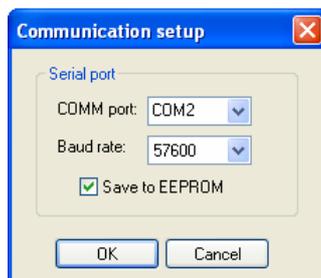


Slika 9.1 ServoTune

NAPOMENA: Softver ServoTune omogućava podešavanje radnih parametara drajvera DCS-140. On nije namenjen za upravljanje DC motora.

9.1 Izbor COM porta

Veza softvera ServoTune i PC računara sa drajverom DCS-140 ostvaruje se preko RS-232 porta. Podešavanje parametara za COM port vrši se izborom opcije **File-Communication setup** (slika 9.2). Podesiti broj COM porta na koji je priključen drajver DCS-140 željeni baud rate. Ako je čeker Save to EEPROM aktivan, podešana vrednost baud rate-a će biti snimljena u EEPROM mikrokontrolera.



Slika 9.2 Communication setup dijalog

Ako je sve podešeno dobro na vrhu aplikacije ServoTune pojaviće se natpis da je drajver online sa verzijom firmware-a (slika 9.3). Iz drajvera DCS-140 će biti pročitani svi parametri i biće ispisani u odgovarajućim poljima.



Slika 9.3

U slučaju da nije ostvarena komunikacija sa drajverom DCS-140, nakon startovanja softvera ServoTune pojaviće se upozorenje dato na slici 9.4 i natpis **servo offline** (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 nije povezan RS-232 kabl. U nekim slučajevima može doći do prekida komunikacije sa drajverom DCS-140 i tada je potrebno izaći iz softvera ServoTune, resetovati drajver DCS-140 pritiskom na taster PESET i ponovo startovati softver ServoTune.

9.2 Podešavanje konstanti PID regulatora

Drajver DCS-140 je baziran na 16-to bitnom mikrokontroleru u koji je ugrađen PID upravljački algoritam. Podešavanje ovih konstanti vrši se u delu softvera koji je prikazan u donjoj tabeli.

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

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

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

9.3 Podešavanje multiplikatora rezolucije enkodera

Drajver DCS-140 ima mogućnost softverskog podešavanja multiplikatora rezolucije enkodera (eng. resolution multiplication). Tako je moguće i sa enkoderima sa manjim brojem impulsa po obrtaju dobiti 2 ili 4 puta veću rezoluciju.

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

PRIMER:

Enkoder rezolucije 500PPR (impulsa po obrtaju) imaće:

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

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 većih greške pozicioniranja (tracking error offset-a).

9.5 Enable/disable drajvera DCS-140

Iz softvera ServoTune može se vršiti izbor ENABLE moda drajvera DCS-140. Promena ove opcije se takođe može izvršiti pritiskom na taster F2.

<input checked="" type="checkbox"/> Driver Enable	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 funkcija

Da bi se što lakše podesili parametri PID regulatora, softver ServoTune 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.

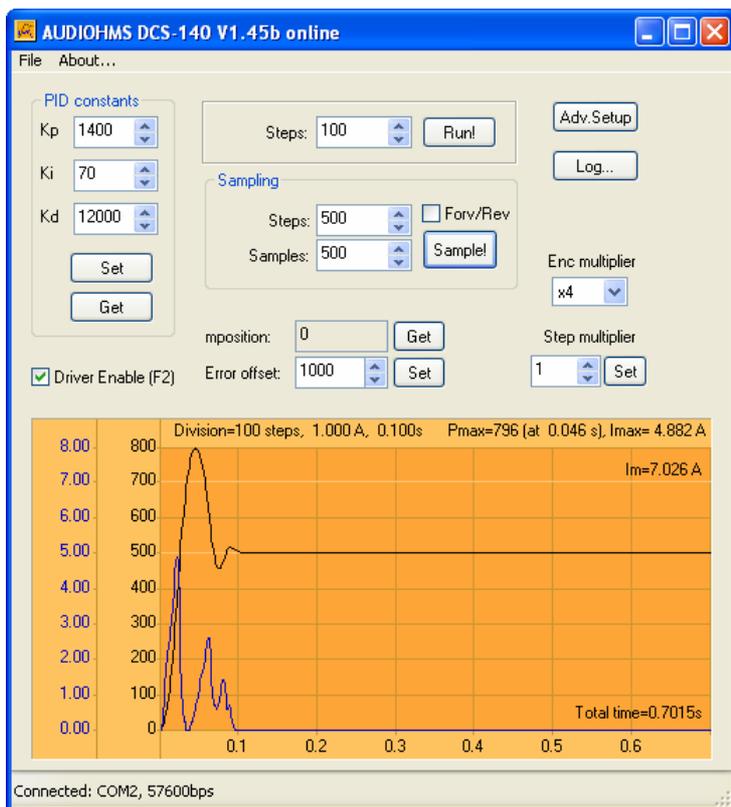
	Naziv	Opis	Parametri		Min	Max
			Naziv	Opis		
	Sampling	Snimanje odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*
			Samples	Broj pročitanih vrednosti	1	32767
	Steps	Izvršavanje određenog broja korake bez snimanja odziva	Steps	Broj koraka	1	32767*

*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 offset-a, upaliće se LED indikator ERR 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-140.

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

Pritiskom da dugme **Sample** 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 na step funkciju i dijagram promene struje kroz DC servo motor (slika 9.5). Snimljene vrednosti pozicije i struje 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`.



Slika 9.5

0.000000	0	0
0.000500	0	0
0.002000	3	0
0.003500	10	357
0.005000	21	952
0.006500	30	1310
0.007500	46	1667
0.009000	66	2143
0.010500	89	2381
0.012000	116	2620
0.013500	136	2739
0.015000	169	3096
0.016000	205	3453
0.017500	246	3930
0.019000	290	4406
0.020500	321	4763
0.022000	371	4882
0.023000	423	4763

Prva kolona datoteke je vreme, druga kolona je trenutna pozicija DC motora, dok treća kolona predstavlja vrednost struje kroz DC motor u miliamperima (mA). 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 odgovarajuće polje.

Control Element	Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Preporuka
Error offset: 1000 [Set]	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 zadatu vrednost tracking error offset-a, aktiviraće se Track Error izlaz (na Kontrol portu), upaliće se LED indikator ERR 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-140.

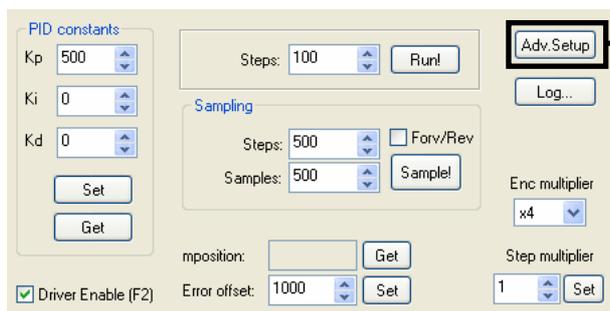
9.8 Čitanje trenutne vrednosti pozicije DC servo motora

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

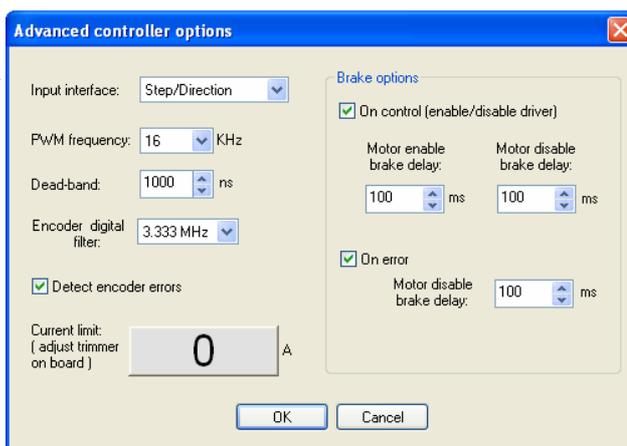
Control Element	Naziv	Opis
mposition: 0 [Get]	mposition	Trenutna pozicija DC servo motora

9.9 Napredna podešavanja – Advanced Setup

Pritiskom na taster **Adv. Setup** (slika 9.6) 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,
- dead-band delay,
- digitalnog filtra za enkoder,
- detektovanje greške enkodera i
- kočnice DC motora.

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

Pored toga u ovom dijalogu je moguće očitati vrednost maksimalno podešene struje DC motora.

9.9.1 Ulazni interfejs – input interface

Upravljanje DC motorom se vrši preko 3 komande linije. Prve dve komande linije su po definiciji nazvane STEP/DIR, dok je treća ENABLE (videti sliku 4.2). Opcija ulaznog interfejsa pruža mogućnost izbora načina upravljanja preko prve dve komandne linije koje mogu biti konfigurisane kao:

- Step/Direction (STEP/DIR),
- StepUp/StepDown,
- Enkoder x1,
- Enkoder x2 i
- Enkoder x4.

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

9.9.2 Učestanost PWM-a

Ova opcija pruža mogućnost podešavanja učestanosti PWM-a. Mogući je izbor sledećih učestanosti:

- 10 kHz,
- 12 kHz,
- 14 kHz,
- 16 kHz,
- 18 kHz i
- 20 kHz.

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

9.9.3 Podešavanje vrednosti dead-band delay

Drajver DCS-140 koristi PWM modulaciju i ima 4 snažna MOSFET tranzistora vezana u H-most kao izlazni stepen za pogon DC motora. Kod MOSFET tranzistora vreme isključenja je duže od vremena uključenja. To može da dovede do toga da su dva tranzistora koji se nalaze jedan iznad drugog u H-mostu uključeni u isto

vreme. Vreme trajanja istovremenog uključenja ta dva tranzistora je jako kratko, ali je dovoljno dugo da kroz tranzistore može da protekne velika struja obzirom da dolazi do kratkog spajanja napajanja DC motora.

Da bi sprečila ova neželjena pojava, koja može da dovede do oštećenja MOSFET tranzistora u H-mostu ili do njihovog nepotrebnog grejanja ugrađeni mikrokontroler omogućava programiranje vremena **dead-band delay**.

Dead-band delay predstavlja kašnjenje uključenja jednog tranzistora nakon isključenja drugog u jednoj grani H-mosta.

Naziv	Opis	Minimum	Maksimum	Default	Preporučeno
Dead-band	Dead-band delay	0 ns	2000 ns	500 ns	500-1000 ns

9.9.4 Digitalni filter za enkoder

Postoji mogućnost podešavanja digitalnog filtra za enkoder, pri čemu se definiše maksimalna gornja učestanost impulsa sa enkodera i to:

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

Opcija digitalnog filtriranja signala sa enkodera može biti korisna u okruženju gde su jake elektromagnetne smetnje koje mogu da dovedu do grešaka u čitanju pozicije enkodera.

9.9.5 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 ERR led indikator će početi da blinka.

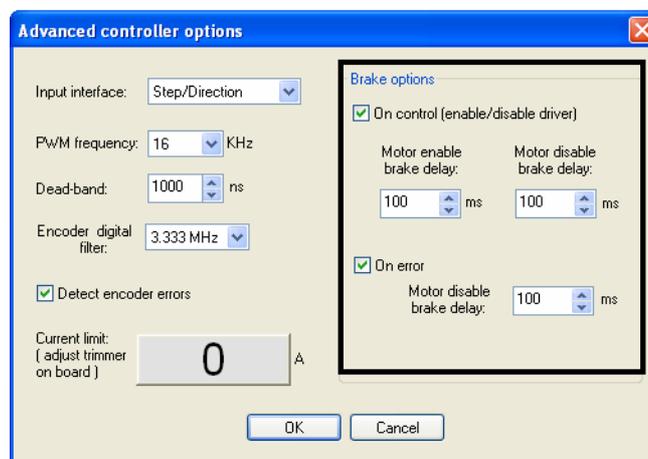
NAPOMENA: Ova opcija još nije detaljno testirana i preporučuje se da ovaj čeker ostane isključen.

9.9.6 Kočnica DC motora

U ovom delu se vrši izbor uslova pod kojima će se aktivirati kočnica DC motora (preko relea koji se nalazi na samoj pločici DC servo drajvera). Kočnica se može aktivirati u slučaju:

- deaktiviranja DC motora – čeker **On control (enable/disable driver)** i/ili
- tracking error-a – čeker **On error**.

Dijalog za unošenje parametara kočnice DC motora (slika 9.8) dobija se pritiskom na taster **Adv. Setup**. Opis parametara kočnice DC motora dat je u tabeli 9.1.



Slika 9.8

Tabela 9.1

Uslov – čeker	Parametar	Opseg, ms	Default, ms
On control (enable/disable driver) NAPOMENA: Da bi ova opcija bila dostupna potrebno je izabrati SO – software enable mod (pogledati poglavlje 8)	Motor enable brake delay	-1000 ÷ 1000	100
	Ako je ovaj parametar veći od nule (1 ÷ 1000ms) pri prelasku iz disable u enable prvo se aktivira enable motora pa sa navedenim zakašnjenjem deaktivira kočnica		
	Ako je ovaj parametar manji od nule (-1000 ÷ -1ms) pri prelasku iz disable u enable prvo se deaktivira kočnica pa sa navedenim zakašnjenjem aktivira enable motora		
	Motor disable brake delay	-1000 ÷ 1000	100
	Ako je ovaj parametar veći od nule (1 ÷ 1000ms) pri prelasku iz enable u disable prvo se disable-uje motor pa se sa navedenim zakašnjenjem aktivira kočnica		
	Ako je ovaj parametar manji od nule (-1000 ÷ -1ms) pri prelasku iz enable u disable prvo se aktivira kočnica pa se disable-uje motor sa navedenim zakašnjenjem		
On error NAPOMENA: Ovaj uslov će biti ispunjen ukoliko razlika zadate i trenutne pozicije DC servo motora pređe zadatu vrednost tracking error offset-a.	Motor disable brake delay	-1000 ÷ 1000	100
	Ako je ovaj parametar veći od nule (1 ÷ 1000ms) pri prekoračenju tracking error offset-a prvo se disable-uje motor pa se sa navedenim zakašnjenjem aktivira kočnica		
	Ako je ovaj parametar manji od nule (-1000 ÷ -1ms) pri tracking error offset-a prvo se aktivira kočnica pa se disable-uje motor sa navedenim zakašnjenjem		

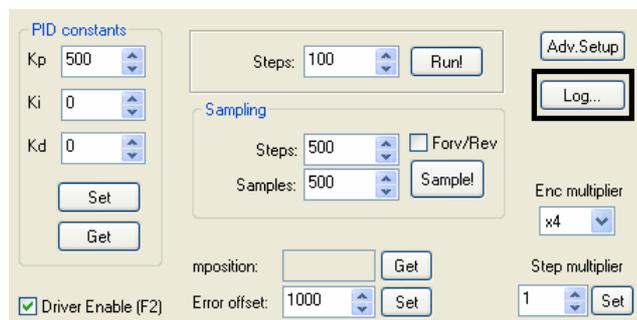
NAPOMENA: Navedeno vreme podešenih parametara (kašnjenje) je u milisekundama (ms)

9.9.7 Čitanje vrednost maksimalno podešene struje DC motora

U dijalogu za napredna podešavanja moguće je očitati vrednost maksimalno podešene struje DC motora u amparima A. Podešavanje vrednosti maksimalne struje vrši preko trimer potenciometra koji se nalazi na štampanoj pločice DC servo drajvera. Mesto ovog trimer potenciometra dato je na slici 7.1.

9.10 Snimanje log datoteke

Snimanje log datoteke sa vrednostima zadatih pozicija, trenutnih grešaka i trenutnih vrednosti struje kroz DC motor aktivira se pritiskom na taster **Log** (slika 9.9) čime se otvara **Logging** dijalog (slika 9.10).



Slika 9.9 Pozicija Log tastera



Slika 9.10 Log dijalog

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

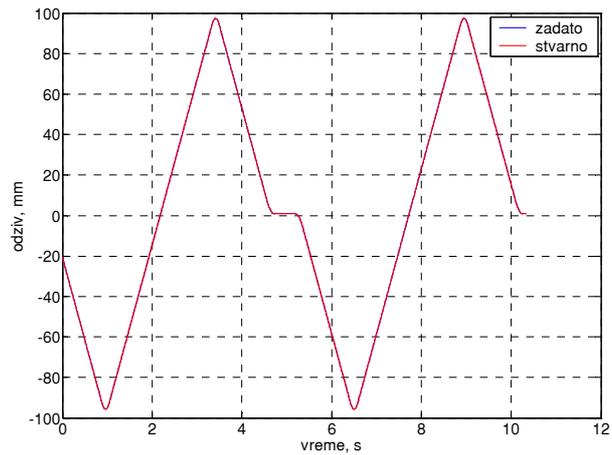
```
0.020960 -401 0 0
0.023580 -401 0 0
0.025676 -401 0 0
0.027772 -401 0 0
0.029868 -401 0 0
0.032488 -401 0 0
0.034584 -401 0 0
0.036680 -400 1 0
0.000000 -396 5 0
0.001572 -386 13 0
0.003668 -373 20 0
0.005764 -349 32 119
0.007860 -325 39 833
0.009956 -296 44 1310
0.012576 -263 39 1905
0.014672 -226 38 2381
0.016768 -172 49 2739
0.018864 -125 50 2739
```

Pri tome je:

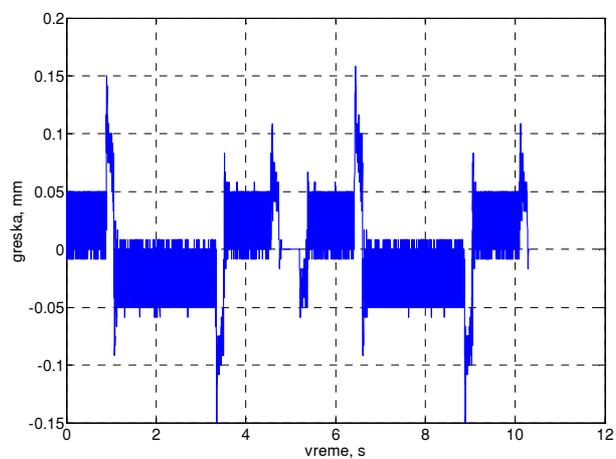
- **Prva** kolona je vreme,
- **Druga** kolona je zadata pozicija DC motora,
- **Treća** kolona je greška pozicioniranja (tracking error), odn. razlika između zadate i trenutne pozicije DC servo motora izražena u koracima i
- **Četvrta** kolona predstavlja vrednost struje kroz DC motor u mA.

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

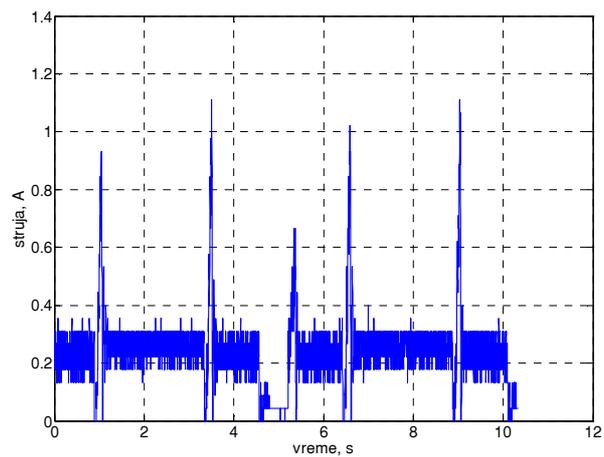
Na slikama 9.11, 9.12 i 9.13 prikazani je primer dijagrama promene parametara iz datoteke `servo.log`.



Slika 9.11 Dijagram promene zadate i stvarne pozicije DC servo motora



Slika 9.12 Dijagram greške pozicioniranja



Slika 9.13 Dijagram promene struje kroz DC servo motor

10. POSTUPAK PODEŠAVANJA KONSTANTI PID REGULATORA

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

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.

Podesiti maksimalnu struju na oko 50% od vrednosti nominalne struje. Nakon podešavanja konstanti PID regulatora po potrebi povećati vrednosti maksimalne struje kroz DC motor.

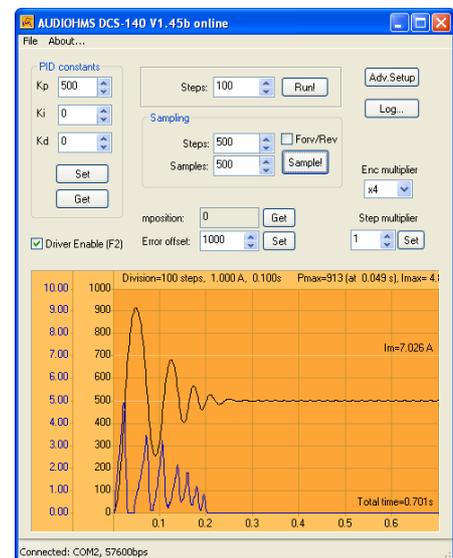
Sledi opis postupka podešavanja konstanti PID regulatora. Rezolucija enkodera je bila 500PPR, multiplikacija rezolucije enkodera je x4, tako da je ukupna rezolucija 2000PPR.

KORAK 1

Početna vrednost PID konstanti je:

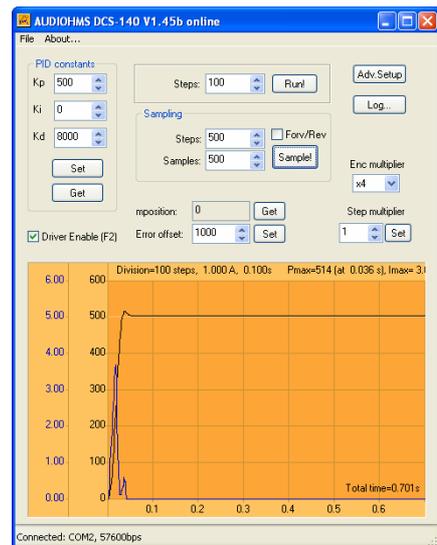
- $K_p = 50$,
- $K_d = 0$ i
- $K_i = 0$.

Polako povećavati konstantu K_p dok se ne dobije odziv sličan odzivu prikazanom na slici desno.



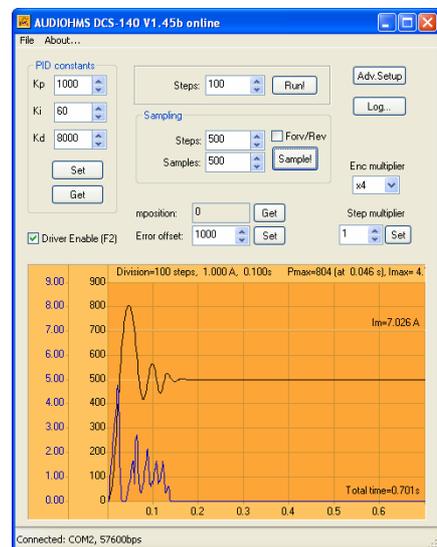
KORAK 2

Povećavati konstantu Kd dok se odziv sistema ne „umiri“ kao što je to prikazano na slici desno. Konstanta Kd može da bude značajno veća od konstante Kp.



KORAK 3

Postepeno povećavati konstante Kp i Ki do odziva kao na slici. Ovdje je potrebno primetiti da je konstanta Ki dosta manja u poređenju sa ostale dve.



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

KORAK 4

Završne vrednosti parametara i odziv motora prikazani su na slici desno.

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

