

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA
Trg Mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

CNC krmilje

Tematsko področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA IN ROBOTIKA

Avtorja:
Matic Kavtičnik, 2. letnik (PTI)
Grega Lorber, 2. letnik (PTI)

Mentor:
Peter Vrčkovnik, dipl. inž. elektrotehnike

Velenje, 2010

Naloga je bila opravljena v laboratorijih Elektro in računalniške šole na Medpodjetniškem izobraževalnem centru Velenje.

Mentor: Peter Vrčkovnik, dipl. inž. elektrotehnike

Datum predstavitve: April, 2010

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	DP – 22/03/2010
KG	Elektrotehnika / avtomatika / CNC krmilje
AV	LORBER Grega, KAVTIČNIK Matic
KZ	3320 Velenje, SLO, Podkraj 23c, 2390 Ravne na Koroškem, SLO, Tolsti Vrh 162
ZA	Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola
LI	2010
IN	CNC krmilja
TD	RAZISKOVALNA NALOGA
OP	V, 31 s., 5 tab., 22 fotograf.
IJ	SL
JI	sl/en
AI	CNC stroj je naprava, ki jo lahko prosto programiramo. Njegova glavna značilnost je fleksibilnost, to je možnost hitre preureditve stroja z ene na drugo obdelavo, in sicer z zamenjavo programa in orodja. Zato je še posebej primeren za avtomatizacijo maloserijske in srednje serijske proizvodnje. Računalniško vodeni obdelovalni stroji so torej sestavljeni iz mehanskega dela, ter iz krmilnega dela, ki ga predstavlja osebni računalnik, le ta vodi in krmili ves proces obdelave izdelka.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND DP – 22/03/2010

CX Electrical / Automation / CNC

AU LORBER Grega, KAVTIČNIK Matic

PP 3320 Velenje, SLO, Podkraj 23c, 2390 Ravne na Koroškem, SLO, Tolsti Vrh 162

PB Šolski center Velenje, Elektro in računalniška šola

PY 2010

TI CNC krmilja

DT RESEARCH WORK

NO V, 31 p., 5 tab., 22 photos

LA SL

AL sl/en

AB CNC machine is a device that can be freely programmed. Its main characteristic is flexibility, ie possibility of quick conversions from one machine to another process, namely the replacement program and tools. It is therefore particularly suitable for automation of small-scale and medium series production. Computer-controlled machine tools are therefore made up of mechanical work, and the steering part, which is a personal computer, but that leads and controls the entire process of processing the product.

Kazalo

1	Uvod.....	1
1.1	Hipoteze raziskovalne naloge so :.....	1
2	Izsledki in razprave	2
3	Metode dela.....	3
3.1	Postavitev naloge	3
3.2	Blokovna shema.....	3
3.3	Shema napajalnika	4
3.4	Shema osebnega računalnika	4
3.5	Shema krmilja	5
3.6	Pristop k izdelavi	5
3.7	Rezultat meritev	6
3.8	Komentar	6
4	Praktični del	7
4.1	Tehnični podatki	7
4.1.1	Tehnični podatki koračnih motorjev	7
4.1.2	Tehnični podatki integriranih vezij	8
4.2	Seznam elementov in dobaviteljev za izdelavo krmilja	8
4.3	Vezalni načrt krmilja	9
4.4	Tiskano vezje krmilja.....	10
4.5	Načrt ohišja krmilja	11
4.6	Montažni načrt krmilja.....	11
4.7	Postopek izdelave vezja	12
4.8	Napajanje	12
4.9	Postopek izdelave konstrukcije.....	12
4.10	Priklop na računalnik	13
4.11	Program in risanje načrtov	14
4.12	Seznam elementov za izdelavo konstrukcije.....	15
	Za izdelavo konstrukcije sem potreboval naslednje elemente:	15
4.13	Načrt konstrukcije.....	16
4.13.1	Pomik X osi.....	16
4.13.2	Pomik Y osi.....	17
4.13.3	Pomik Z osi	17
4.14	Izračun cene	19
4.14.1	Izračun cene vezja	19
4.14.2	Izračun cene konstrukcije.....	19
4.14.3	Izračun cene dela	19
4.15	Navodila za varno delo	20
4.15.1	Splošno.....	20
4.15.2	Nevarnosti pri delu	20

4.15.3	Varnostni ukrepi.....	20
4.16	Rezultati	20
4.17	Zaključek.....	20
5	Razprava	21
6	Literatura.....	24
7	Zahvala.....	24

Kazalo slik

Slika 1 Končan izdelek.....	2
Slika 2 Blokovna shema.....	3
Slika 3 Shema napajalnika	4
Slika 4 Shema osebnega računalnika	4
Slika 5 Shema CNC krmilja.....	5
Slika 6 Priklop koračnega motorja.....	7
Slika 7 Vežalni načrt krmilnika.....	9
Slika 8 Tiskano vezje	10
Slika 9 Načrt ohišja krmilja.....	11
Slika 10 Montažni načrt	11
Slika 11 Računalniški priklop molex	12
Slika 12 Delovanje programa kCam	14
Slika 13 Risanje v programu Sprint-Layout.....	14
Slika 14 Risanje v programu AutoCAD 2007.....	15
Slika 15 Pomik X osi	16
Slika 16 Pomik Y osi	17
Slika 17 Pomik Z osi	17
Slika 18 Končni izgled izdelka	18
Slika 19 Dvoosni CNC stroj.....	21
Slika 20 Triosni CNC stroj.....	21
Slika 21 Štiriosni CNC stroj.....	22
Slika 22 Petosni CNC stroj	22

I

Kazalo tabel

Tabela 1 Napajanje.....	12
Tabela 2 Priklop	13
Tabela 3 Krmilje	19
Tabela 4 Konstrukcija	19
Tabela 5 Cena.....	19

II

Uporabljene kratice in simboli:

CNC – computed numerically controlled – računalniško numerično voden stroj

NC – numerical control – numerično voden stroj

DC – direct current – enosmerna napetost

AC –alternating current – izmenična napetost

Pin – priključna nogica integriranega vezja

1 Uvod

Začetek CNC strojev, ki so nasledniki NC strojev, sega v leto 1981, ko je bil razvit prvi CNC. Z vedno večjimi potrebami po zahtevnejših in estetskih oblikah, kjer človeška roka ni več dovolj natančna, se je razvoj CNC tehnologije drastično vzpenjal. Iz večosnih računalniško krmiljenih strojev so operaterji poskušali izvleči karseda veliko. Stroji so postajali vse večji, na kar pa vpliva tudi s cena takšnega stroja, ki ni ravno nizka. Poznamo CNC stroje za obdelavo kovin, ki so po navadi bolj natančni in v manjših izvedbah ter stroje za obdelavo lesa in lesnih kompozitov, na katerih pa lahko obdelujemo tudi plastične mase in barvne kovine (npr. aluminij). Ti stroji ne dosegajo takšnih toleranc kot stroji za obdelavo kovin, saj so lahko večji, pri večjih strojih pa že iz prakse vemo, da lahko hitro pride do odstopanj (krivljenje materiala konstrukcije, upogibanje nosilcev, temperaturne razlike v prostorih kjer je stroj itd.).

Skoraj vsi večosni CNC stroji imajo veliko pomankljivost, in to je odsesavanje. Pri obdelavi materiala nastajajo odrezki in tudi prah, ki predstavlja največjo grožnjo za človeka kot tudi za stroj. Odrezki, ki letijo na vse strani, predstavljajo v večini primerov poleg veliko porabljenega časa za čiščenje stroja tudi večjo možnost napak in okvar na stroju, kar pa posledično privede do izpada proizvodnje. Nekaj proizvajalcev že ponuja ob nakupu stroja tudi odsesovalni sistem v obliki nekakšne kape, večina starih strojev pa je še brez takih pripomočkov.

V dokumentaciji je opisana izdelava preprostega CNC krmilja z uporabljenimi koračnimi motorji. Opisani bodo postopki izdelave tiskanine krmilja, izdelava krmilja, konstrukcija krmilja in testiranje krmilja. Vse potrebne informacije lahko pridobite na naslednjih straneh dokumentacije

1.1 *Hipoteze raziskovalne naloge so :*

- Izdelava stroja z manj denarja
- Izdelava stroja z enako zmogljivostjo
- Izdelava stroja z enako natančnostjo
- Izdelava stroja z večjo obratovalno hitrostjo
- Izdelava stroja z majhnim obratovalnim hrupom
- Velika obdelovalna površina glede na velikost stroja

Vse hipoteze se nanašajo na naš CNC stroj v primerjavi z podobnimi CNC stroji, ki so v prodaji.

2 Izsledki in razprave

Cilj naloge je izdelati krmilje za tako imenovan CNC stroj s priklopom na osebni računalnik in krmiljenje s programskim paketom Kcam4. Cilj izdelka je, da lahko z njim izdelujemo tiskana vezja za izdelavo različnih krmilij.

Glede na to, da je na trgu veliko podobnih majhnih CNC strojev, ki pa imajo sorazmerno veliko ceno, je bil naš cilj izdelati cenovno lažje sprejemljiv CNC obdelovalni stroj z enako zmogljivostjo, natančnostjo in hitrostjo kot podobni stroji na tržišču. Dodaten cilj raziskovalne naloge je izdelati takšen CNC obdelovalni stroj, bo omogočal razširitve obdelovalne površine, samodejno menjavo orodja, štetje skupnih ur v obratovanju in bo primerljiv z obstoječimi stroji na tržišču.



Slika 1 Končan izdelek

3 Metode dela

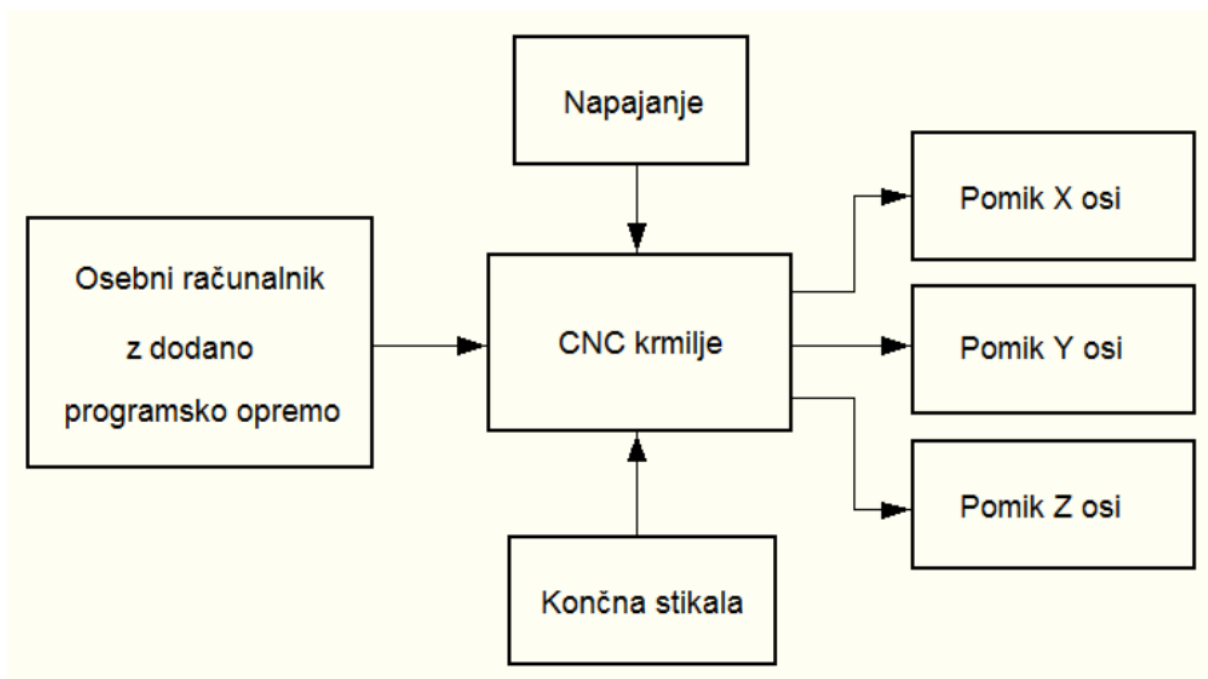
3.1 Postavitev naloge

V sedanjem času je velik poudarek na avtomatizaciji procesov in posledično veliko zanimanje za izdelavo CNC strojev. Odločil smo se za izdelavo preprostega CNC krmilja in sestavo majhne CNC konstrukcije za izdelavo tiskanin.

Na tržišču poznamo veliko vrst namenskih CNC obdelovalnih strojev, zato smo se odločili za izdelavo triosnega CNC obdelovalnega stroja, ki so najbolj splošno uporabni za površinsko obdelavo materialov. Za obdelavo materialov bomo uporabili ročni gravirnik moči 150W, ki bo pritrjen na CNC konstrukcijo primeren je za površinsko obdelavo tiskanega vezja in vrtanje luknjic v tiskanino.

3.2 Blokovna shema

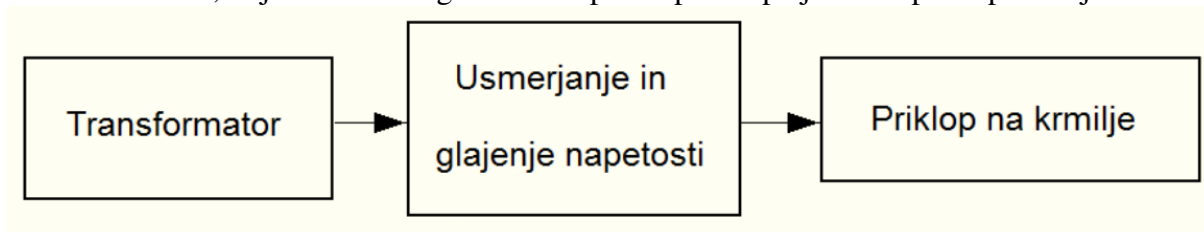
Preko osebnega računalnika z ustrezno programsko opremo krmilimo CNC krmilje, ki je na računalnik povezan z LPT vzporednim serijskim priključkom. To krmilje nam nato krmili tri koračne motorje za pomike v X, Y in Z. Uporabljamo tudi končna stikala, ki zaznavajo velikost obdelovalne površine oziroma do kod se lahko delovno orodje pomika. Za napajanje smo uporabili računalniški napajalnik z izhodno napetostjo +12 V.



Slika 2 Blokovna shema

3.3 Shema napajalnika

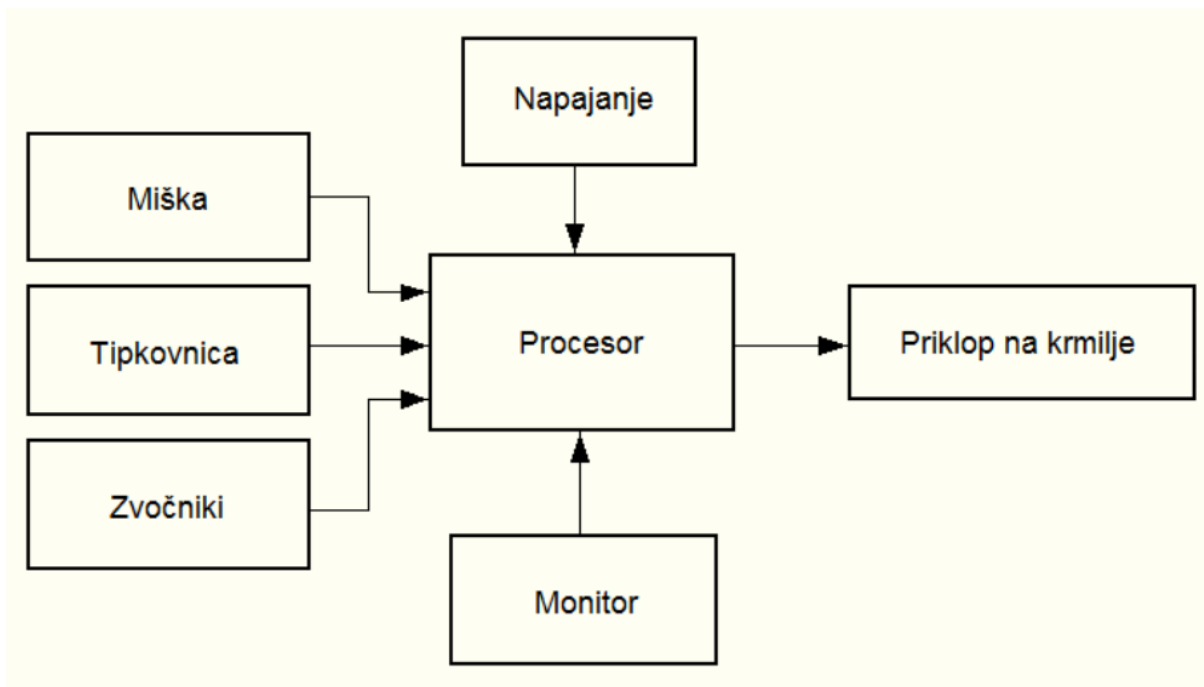
Omrežne napetost 230 V pripeljemo na transformator. Iz transformatorja pa jo nato pošljemo na usmernik, ki jo usmeri in zgladi. To napetost potem peljemo na priklop krmilja.



Slika 3 Shema napajalnika

3.4 Shema osebnega računalnika

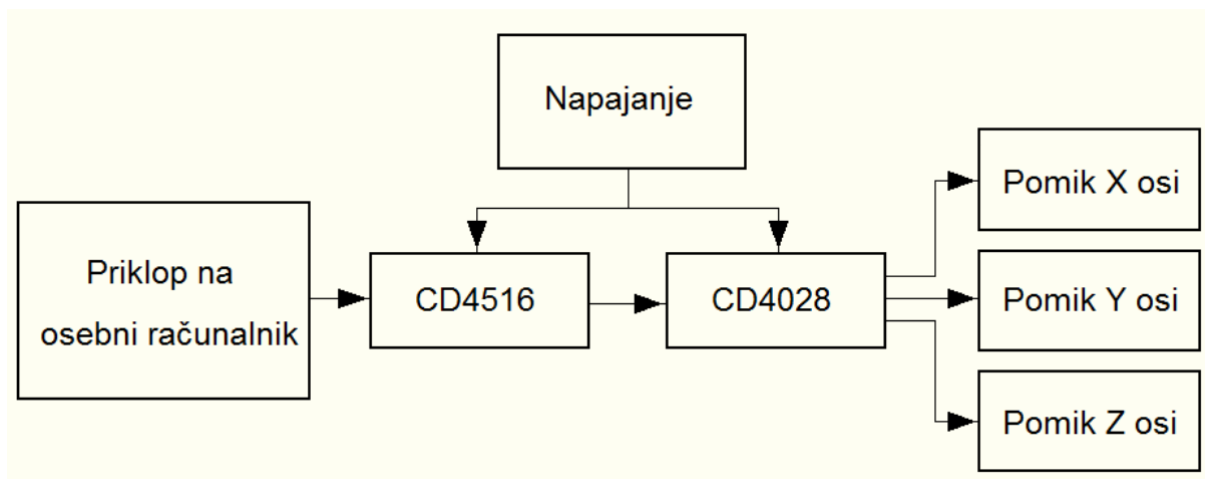
Računalnik nam napaja napajalnik moči 350 W. Vse ukaze izvršuje procesor računalnika. Za vodenje programske opreme potrebujemo vhodne enote kot so miška in tipkovnica ali pa igralno palico. Za prikazovanje uporabimo CRT ali LCD zaslon. Za priklop vezja potrebujemo LPT serijski priklop, ki se nahaja na starejših matičnih ploščah, če pa le-te nimamo, pa lahko dokupimo LTP PCI kartico in jo vstavimo v PCI režo.



Slika 4 Shema osebnega računalnika

3.5 Shema krmilja

Vezje napajamo z računalniškim napajalnikom preko +12 V molex priključka. Vezje je na računalnik priključeno preko LTP serijskega vhoda. Integrirano vezje CD4028 krmili tri koračne motorje. Integrirano vezje CD4516 nam šteje korake motorja.



Slika 5 Shema CNC krmilja

3.6 Pristop k izdelavi

Po pregledu vse potrebne dokumentacije smo dali izdelati tiskanino in naročili potreben material za izdelavo krmilja. Ko smo dobil tiskanino, smo najprej pregledali, če je vse narejeno pravilno, zatem smo pregledal ves naročen material ter začeli z izdelavo. Pred pričetkom spajkanja smo počistili delovni prostor, poskrbeli za primerno osvetljenost prostora in poskrbeli za vsa zaščitna sredstva.

3.7 Rezultat meritev

Ko smo končali s sestavljanjem vezja, smo pred vstavitvijo integriranih vezij vezje priključili na napajanje 12 V DC in izmerili napetost za napajanje integriranih vezij na pinih:

- na pinu 16 mora biti napetost 6,2 V,
- na pinih: 1, 3, 4, 5, 8, 9, 12 in 13 pa morajo biti speljani na maso oziroma 0 V

Po opravljenih meritvah napajanja integriranih vezij smo vstavili integrirana vezja in krmilje priključili na računalnik, zatem smo nastavili vse potrebne nastavitve v programu na računalniku; s sistemskimi orodji računalnika smo preverili priklop krmilja na računalnik. Ko so bile nastavitve v računalniku urejene in potrebno konfigurirane, smo začeli z meritvami na vezju krmilnika, in sicer :

Na integriranem vezju CD4516 na pinu 15 mora biti napetost (približno od 0.8 V do 2 V) samo takrat kadar v programu prestavimo koračni motor za en korak. Na pinu 11 mora biti napetost (približno od 0.8 V do 1,5 V) samo takrat, kadar koračni motor v programu prestavimo za dva koraka. Na pinu 6 mora biti napetost (približno od 1 V do 2 V) samo takrat kadar v programu prestavimo koračni motor za en korak.

Na integriranem vezju CD4028 na pinu 1 mora biti napetost (približno od 0.8 V do 2 V) samo takrat kadar v programu prestavimo koračni motor prestavimo za štiri korake, enako tudi na pinu 4, 6, 8.

Ko smo opravili meritve na integriranih vezjih, lahko priključimo koračne motorje in s posameznim premikanjem korakov v programu preverimo delovanje koračnih motorjev. V primeru, da se nam koračni motorji ne premikajo v pravilnem vrstnem redu, moramo v priloženi dokumentaciji poiskati shemo unipolarnega priklopa motorjev; žice motorja po pravilnem vrstnem redu priključimo na naše krmilje in še enkrat preverimo delovanje motorjev. V primeru da, zraven koračnih motorjev ni bilo priložene dokumentacije, moramo pravilno zaporedje žic ugotoviti z meritvami in poskušanjem, vendar moramo biti previdni, da ne uničimo motorja.

3.8 Komentar

Delo je bilo kar zahtevno zaradi malo prostora na ploščici in občutljivih elementov, vendar smo s malo truda lahko sestavili dobro vezje z kvalitetnimi in lepimi spoji.

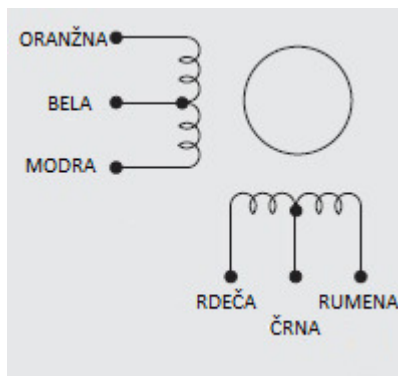
4 Praktični del

4.1 Tehnični podatki

- Obratovalna napetost krmilja je 12 V DC
- obratovalna napetost koračnih motorjev pa je odvisna od uporabljenih koračnih motorjev, v tem primeru 12 V DC
- Obratovalna napetost osebnega računalnika in rezkarja na CNC stroju pa je 230 V AC
- Maksimalna obdelovalna površina znaša 450 mm x 350 mm x 50 mm
- Poraba toka v mirovanju znaša 0,5 A
- Poraba toka v obratovanju je odvisna od uporabljenih motorjev v tem primeru do 3 A v obratovanju

4.1.1 Tehnični podatki koračnih motorjev

- Korak motorja v stopinjah - $1.8^{\circ} \pm 0.09^{\circ}$
- Bipolarni tok - 0.7 amper
- Unipolarni tok - 1 amper
- Upornost - 7.6 ohma
- Teža – 0.65 kg
- Priklop motorja



Slika 6 Priklop koračnega motorja

4.1.2 Tehnični podatki integriranih vezij

Integrirano vezje CD4516 - CMOS up/down števec

- Napajalna napetost 5 V, 10 V, 15 V, 20 V
- Maksimalni vhodni tok pri 18 V je 1 μ A

Integrirano vezje CD4028 - BCD v decimalni pretvornik

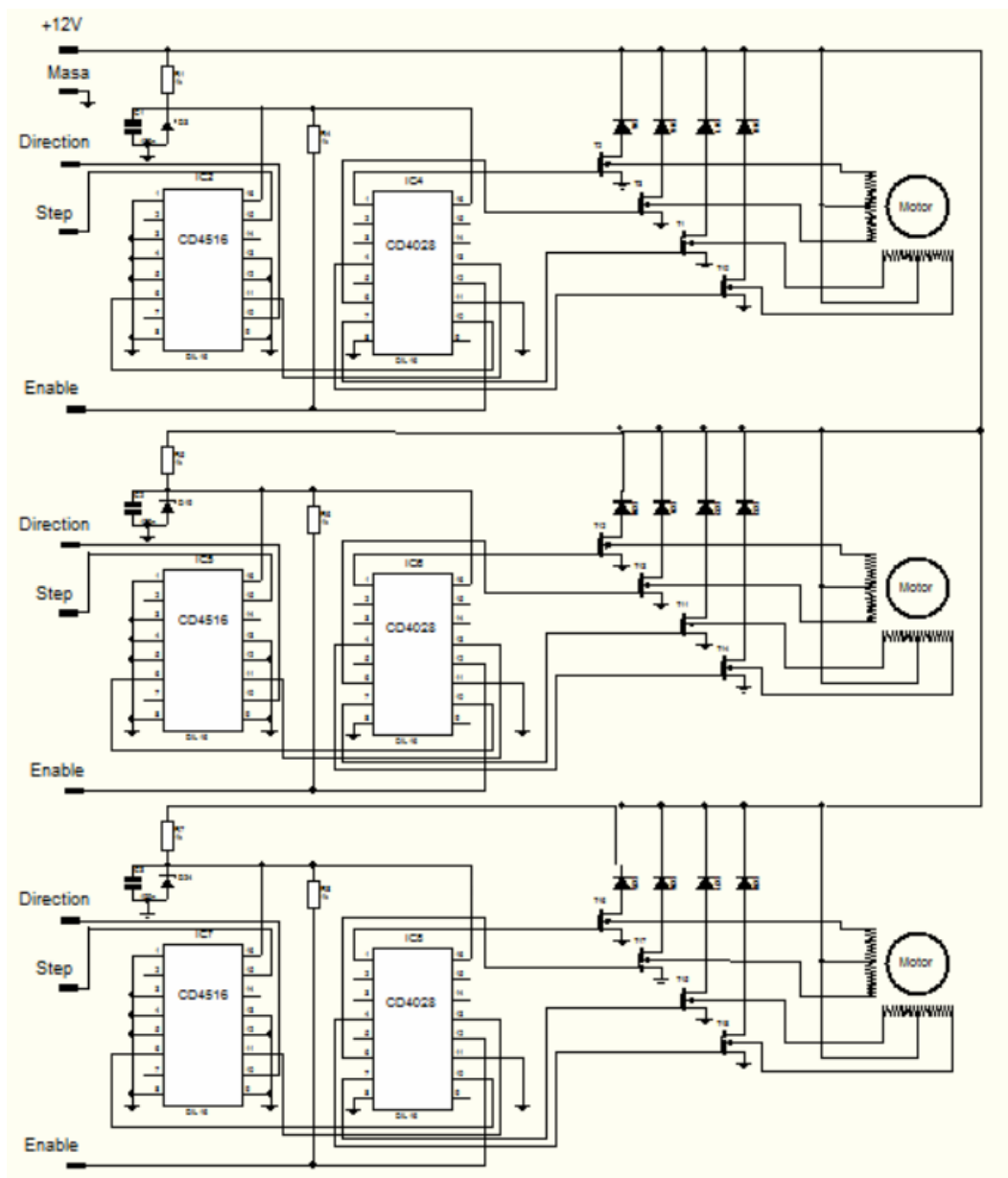
- Napajalna napetost od 3 V do 15 V
- Vhodna napetost od 0.5 V do 5 V
- Delovna temperatura od -55 °C do +125 °C

4.2 Seznam elementov in dobaviteljev za izdelavo krmilja

Vse elemente smo naročili v trgovini z elektromaterialom HTE c Celju.

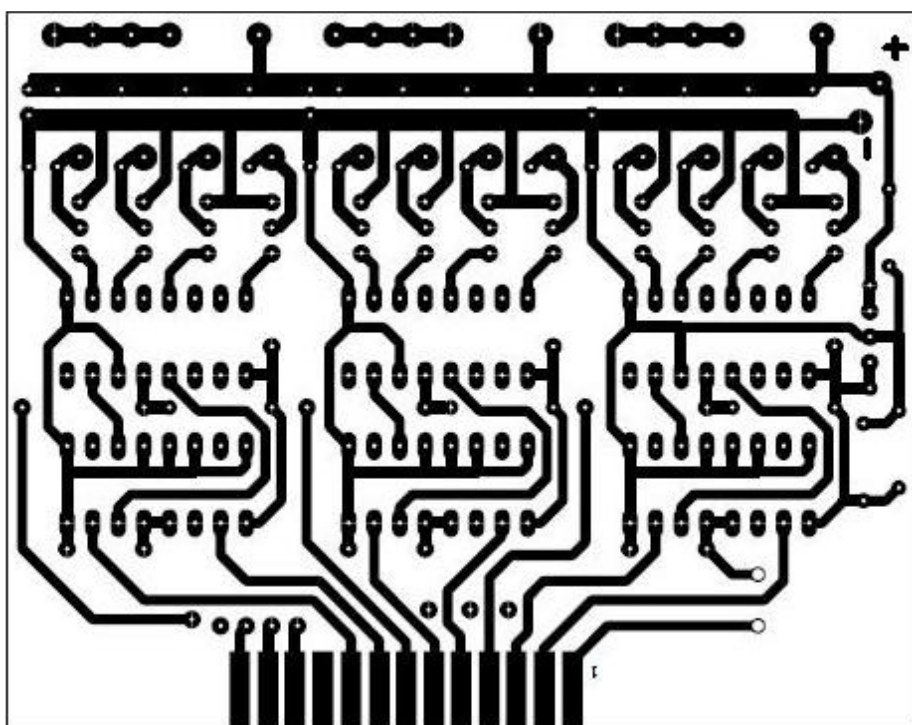
- Kondenzator 10 V, 200 μ F – elektrolitski – 1 kos
- Upor 1000 Ω , 1/4 W – 1 kos
- Upor 100 k Ω , 1/4 W – 3 kos
- Zener dioda 6.2 V – 1 kos
- Usmerniške diode 1N4004-TP – 12 kos
- Integrirano vezje CD4516 – 3 kos
- Integrirano vezje CD4028 – 3 kos
- Tranzistorji mosfet N-kanal 100 V, 12 A TO-220AB – 12 kos
- LPT 25 pinski priključek – 1 kos

4.3 Vezalni načrt krmilja



Slika 7 Vezalni načrt krmilnika

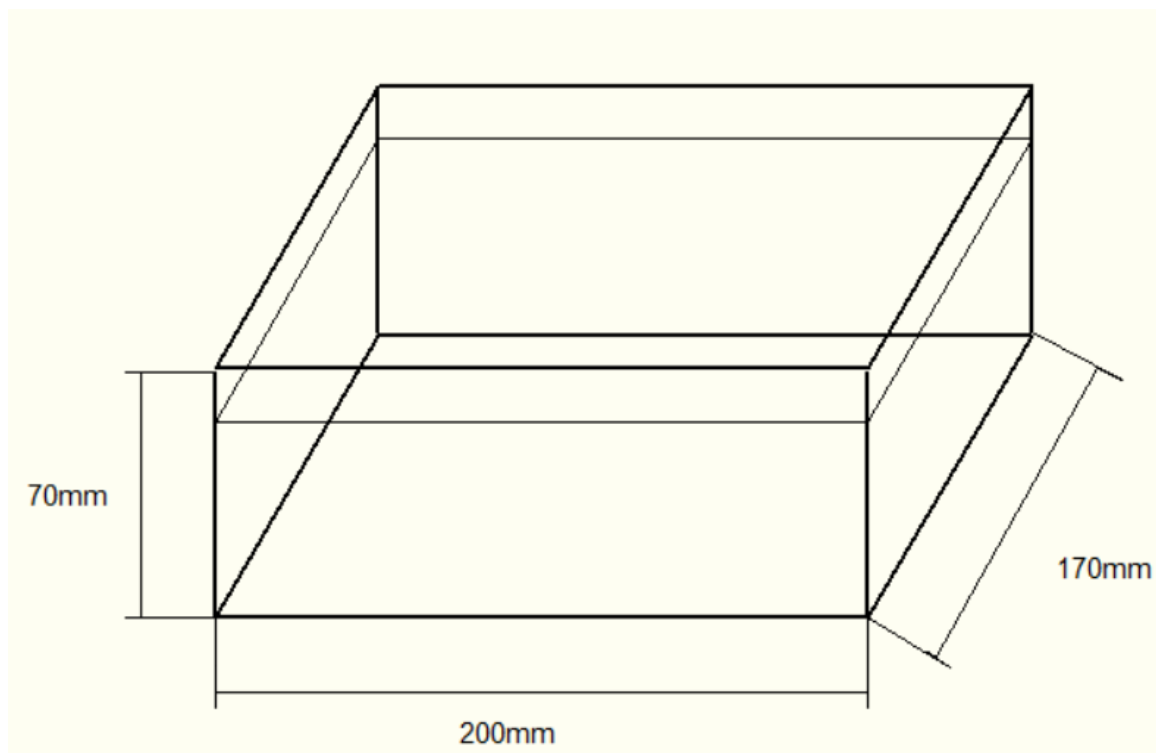
4.4 Tiskano vezje krmilja



Slika 8 Tiskano vezje

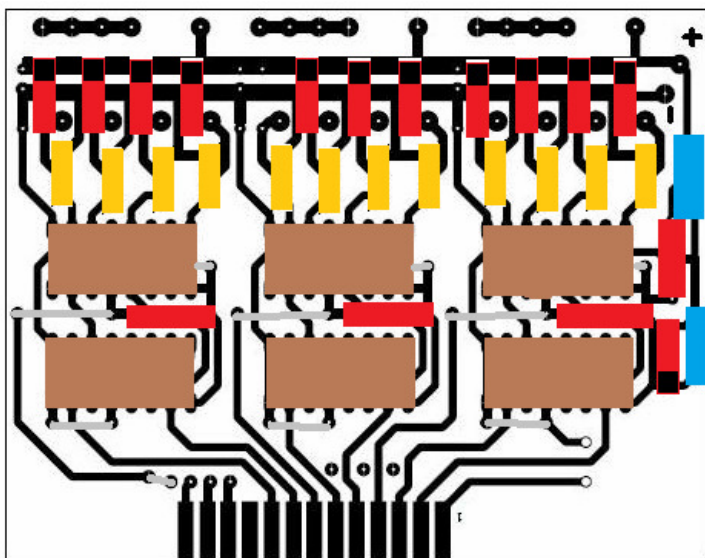
4.5 Načrt ohišja krmilja

Ohišje je iz PVC materiala in je kupljeno v trgovini z elektromaterialom v HTE v Celju.



Slika 9 Načrt ohišja krmilja

4.6 Montažni načrt krmilja



Slika 10 Montažni načrt

4.7 Postopek izdelave vezja

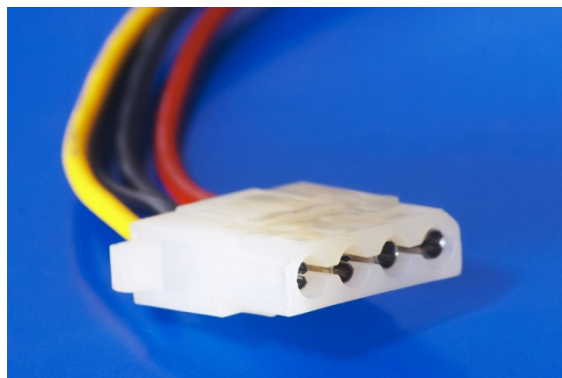
Ko smo prešteli in pregledali vse elemente in tiskano vezje, smo pričeli s spajkanjem najnižjih elementov, ki si sledijo v tem vrstnem redu. Najprej smo prispajkali kratkostične povezave, ki so na zgornji sliki označene s sivo barvo in so najmanjše po velikosti; zatem smo prispajkali upore, ki so na sliki označeni z rdečo barvo; zatem smo prispajkali usmerniške diode in zener diodo, ki so označene z rdečo-črno barvo; posebej smo bili pozorni na pravilno polariteto prispajkanih diod, polariteta je označena s črno barvo. Sledila so podnožja integriranih vezij, ki so označena z rjavo barvo in nato kondenzatorji, ki so označeni z modro barvo. Nazadnje smo prispajkali LPT priklop, ki pa na sliki ni označen, označena je le številka 1, ki jo je potrebno upoštevati pri vstavljanju LPT priključka na ploščico. LPT priključek je oštevilčen, tako da moramo biti pozorni na ujemanje številke na LPT priključku in številke na tiskanini.

4.8 Napajanje

Za napajanje celotnega vezja sem uporabil računalniški stikalni napajalnik. Priključil sem ga preko standardnega molex priklropa. Molex ima na izbiro +12 V napetost, +5 V napetost in maso. Tok ki teče skozenj je okoli 10 – 25 A. Za vezje sem vzel napajanje preko rumenega priključka (+12 V) in preko črnega priključka (masa).

Barva	Napetost	Tok
Rumena	+12 V	10A
Črna	Masa	0A
Črna	Masa	0A
Rdeča	+5 V	23A

Tabela 1 Napajanje



Slika 11 Računalniški priklop molex

4.9 Postopek izdelave konstrukcije

Konstrukcijo sem izdelal iz trpežnega PVC materiala, vodila so izdelana iz nerjavečega jekla, drsniki so izdelani iz ležajne PVC plastike, navojne palice so iz posebne litine ter pomične matice, izdelane iz medenine. Konstrukcija je sestavljena iz treh parov nerjavečih vodil, treh parov drsnikov, treh navojnih palic, treh matic in nekaj kosov PVC-ja.

4.10 Priklop na računalnik

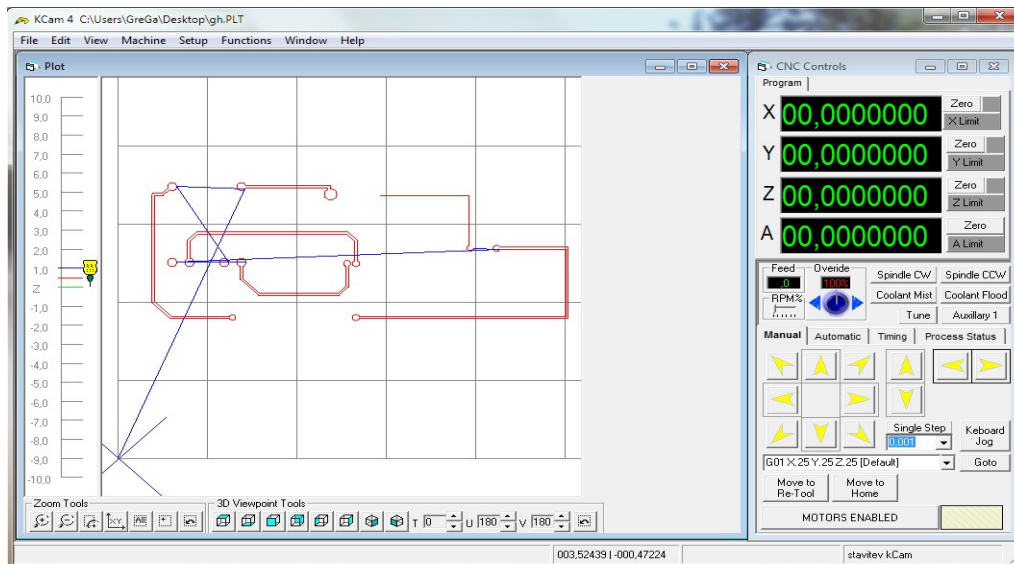
Vezje krmilimo z osebnim računalnikom preko LPT serijskega priklopa. Zato moram LPT priklop pravilno nastaviti v programu oziroma programskem paketu, ki ga uporabljamo za vodenje krmilja oziroma stroja, pravilno konfiguracijo portov nam prikazuje spodnja razpredelnica.

Pin na LPT - ju	I/O	Naslov	Port	Stanje	Motor
1	O	PORT+ 2	/	INVERTIRAN	SPINDLE RELAY
2	O	PORT	2	NORMALEN	X - KORAK
3	O	PORT	3	NORMALEN	X - DIR
4	O	PORT	4	NORMALEN	X - OMOGOČI
5	O	PORT	5	NORMALEN	Y- KORAK
6	O	PORT	6	NORMALEN	Y - DIR
7	O	PORT	7	NORMALEN	Y - OMOGOČI
8	O	PORT	16	NORMALEN	Z - KORAK
9	O	PORT	17	NORMALEN	Z - DIR
10	I	PORT+ 1	/	NORMALEN	NU
11	I	PORT+ 1	11	INVERTIRAN	X - KONČNO STIKALO
12	I	PORT+ 1	12	NORMALEN	Y - KONČNO STIKALO
13	I	PORT+ 1	13	NORMALEN	Z - KONČNO STIKALO
14	O	PORT+ 2	1	INVERTIRAN	Z- OMOGOČI
15	I	PORT+ 1	/	NORMALEN	NU
16	O	PORT+ 2	/	NORMALEN	M KODNA FUNKCIJA
17	O	PORT+ 2	/	INVERTIRAN	M KODNA FUNKCIJA
18 - 25					MASA

Tabela 2 Priklop

4.11 Program in risanje načrtov

Za krmiljenje CNC obdelovalnega stroja sem uporabil program KCAM s katerim lahko uvažamo DFX, garber in HPLG datoteke. Program ima grafični prikaz premikanja osi X, Y in Z. Program nam prikazuje tudi potek obdelovanja.

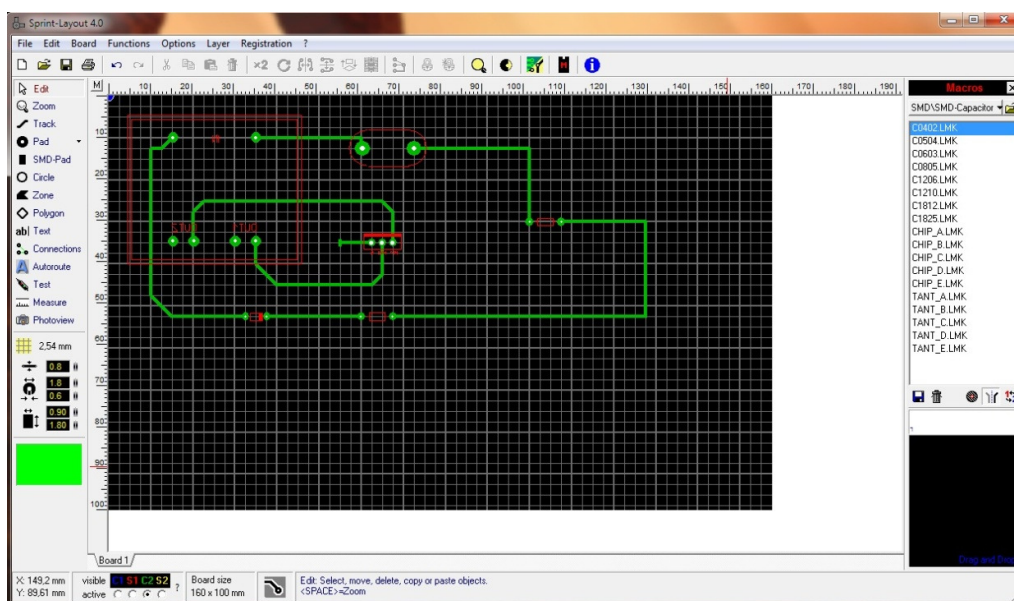


Slika 12 Delovanje programa kCam

Stroj se bo uporabljal za rezkanje tiskanih plošč. Za izrisovanje tiskanih lahko uporabimo več različnih programov, kot sta na primer spodnja dva programa. Pri risanju programov pa moramo biti pozorni na velikost načrta, saj velikost načrta ne sme presežati velikosti obdelovalne površine stroja. Stroj nam v takem primeru ne bi izdelal želenega izdelka.

- Sprint-Layout:

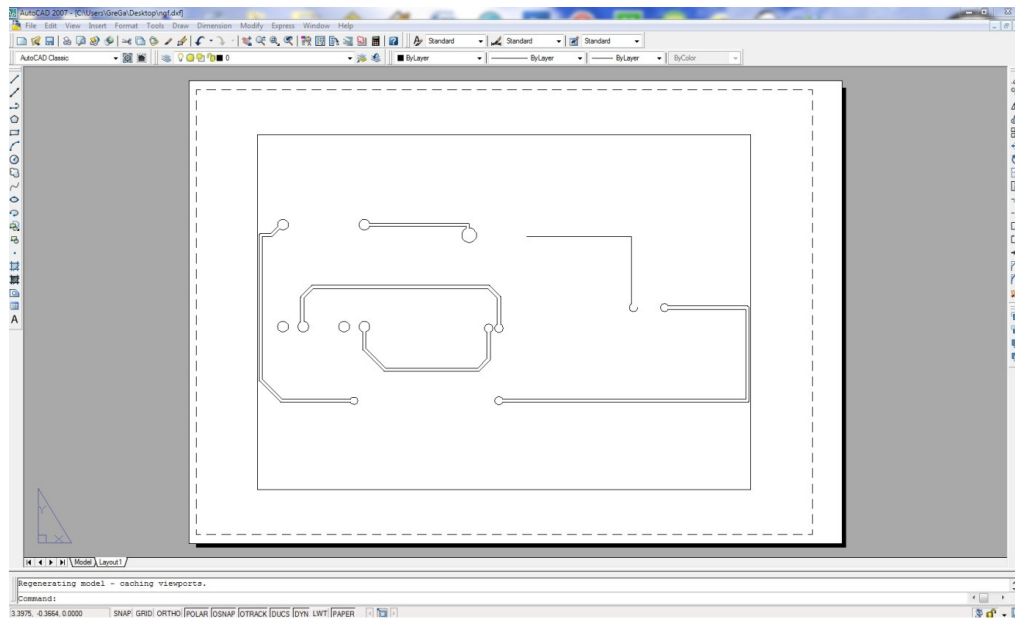
Ta program je namenjen le za risanje tiskanih in je dokaj enostaven za uporabo. Načrt tiskanine lahko izvozimo kot garber ali HPLG in ga nato uvozimo v KCAM.



Slika 13 Risanje v programu Sprint-Layout

- AutoCAD 2007:

Vezje oziroma poljuben načrt lahko narišemo tudi v AutoCAD-u in ga nato shranimo ko DFX datoteko ter nato uvozimo v KCAMU.



Slika 14 Risanje v programu AutoCAD 2007

4.12 Seznam elementov za izdelavo konstrukcije

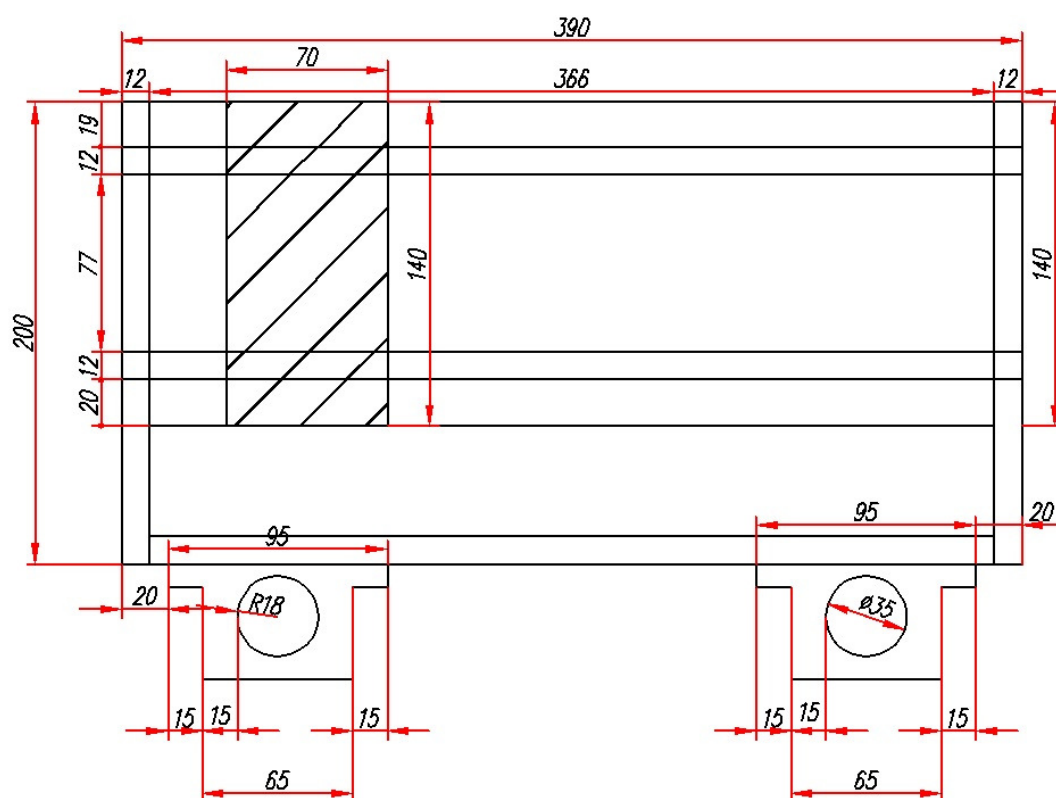
Za izdelavo konstrukcije sem potreboval naslednje elemente:

- Vodila dolžine 500 mm, debeline 30 mm 2 kos + drsniki 4 kos
- Vodila dolžine 390 mm, debeline 25 mm 2 kos + drsniki 4 kos
- Vodila dolžine 120 mm, debeline 12 mm 2 kos + drsniki 4 kos
- Navojna os dolžine 500 mm + matica 1 kos
- Navojna os dolžine 390 mm + matica 1 kos
- Navojna os dolžine 120 mm + matica 1 kos
- PVC plošča debeline 12 mm, velikosti cca 2 m²

[illegible]

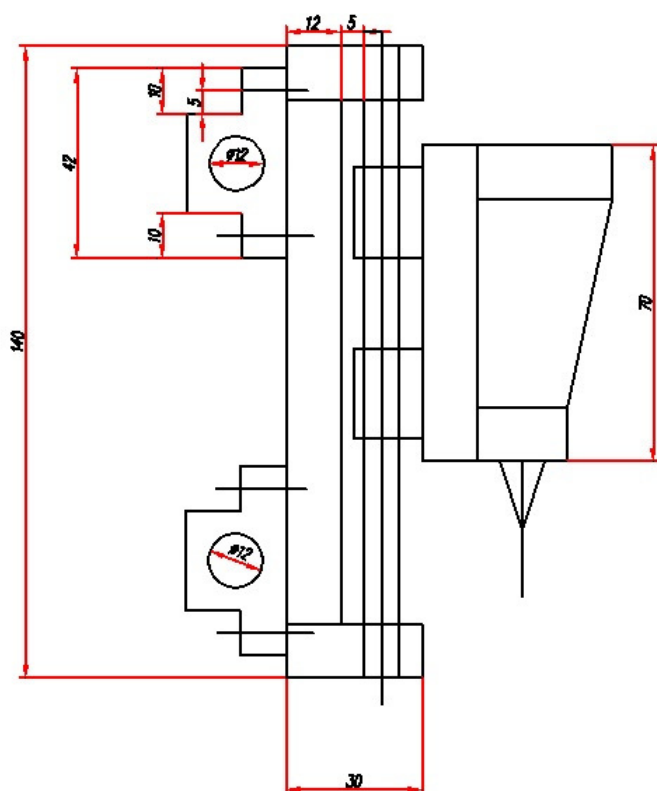
Slika 15 Pomik X osi

4.13.2 Pomik Y osi

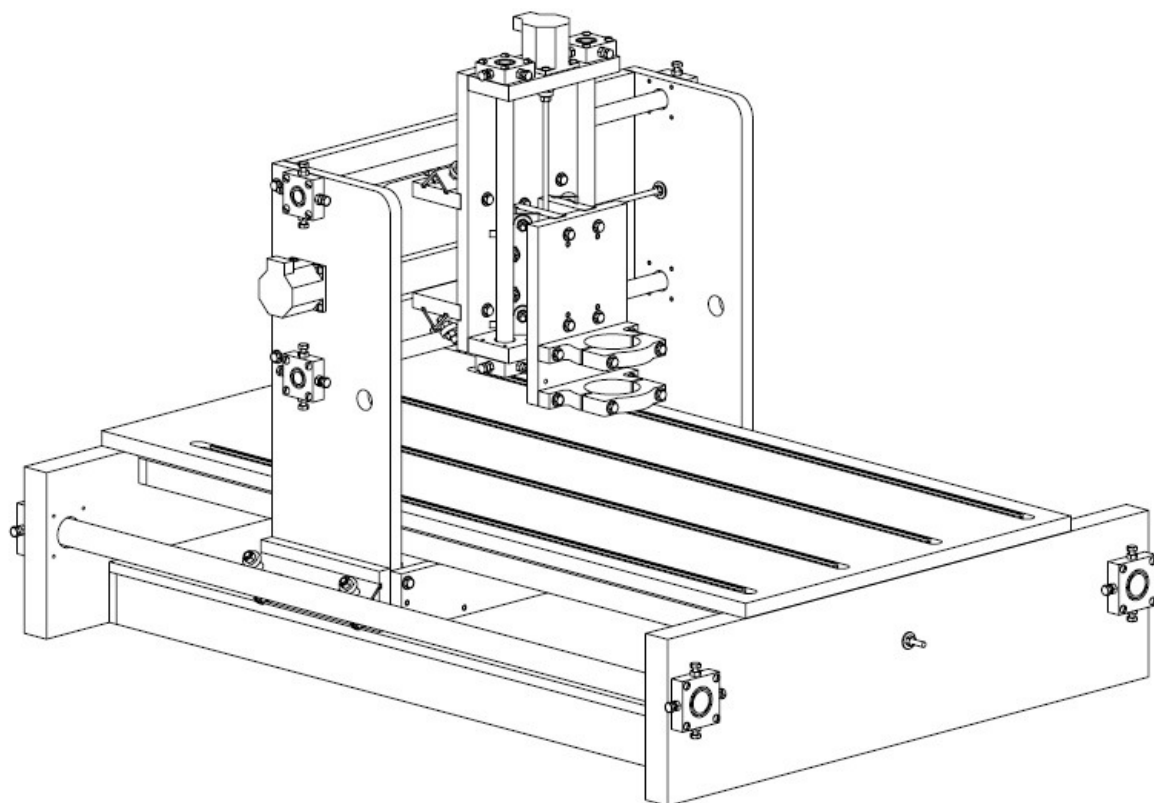


Slika 16 Pomik Y osi

4.13.3 Pomik Z osi



Slika 17 Pomik Z osi



Slika 18 Končni izgled izdelka

4.14 Izračun cene

Cena potrebnega materiala za izdelave CNC stroja je znašala 195,44€, skupna cena izdelave krmilja pa znaša 291,44€.

4.14.1 Izračun cene vezja

	Material	Kos	Cena	Skupna cena
1.	Upor	4	0,02	0,08 €
2.	Usmerniška dioda	12	0,04	0,48 €
3.	Zener dioda	1	0,53	0,53 €
4.	Integrirano vezje CD4516	3	0,24	0,72 €
5.	Integrirano vezje CD4028	3	0,25	0,75 €
6.	Tranzistor Mosfet	12	0,82	9,84 €
7.	Kondenzator	1	0,15	0,15 €
8.	Tiskano vezje	1	3	3 €
9.	LPT konektor	1	0,99	0,99 €
				16,54 €

Tabela 3 Krmilje

4.14.2 Izračun cene konstrukcije

	Material	Kos	Cena	Skupna cena
1.	Vodilo 500 mm, Ø30 mm	2	14	28 €
2.	Vodilo 390 mm, Ø25 mm	2	10	20 €
3.	Vodilo 120 mm, Ø12 mm	2	6	12 €
4.	Navojna os 500 mm	1	20	20 €
5.	Navojna os 390 mm	1	17	17 €
6.	Navojna os 120 mm	1	12	12 €
7.	PVC plošča 12 mm, 2m ²	1	30	30 €
8.	Matice za navojne osi	3	7	21 €
9.	Vezniki	10	1,39	13,90 €
10.	Droben material	/	5	5 €
				178,90 €

Tabela 4 Konstrukcija

4.14.3 Izračun cene dela

Delo	Čas	Postavka	Skupaj
Izdelava vezja	2 h	8 €	16 €
Izdelava konstrukcije	10h	8 €	80 €
			96 €

Tabela 5 Cena

4.15 Navodila za varno delo

4.15.1 Splošno

Delo na stroju lahko opravlja le strokovno usposobljena oseba, ki mora biti starejša od 18 let in ima opravljen izpit iz varstva pri delu. Delavec, ki upravlja s strojem mora imeti zaščitna očala, zaščitno obleko in zaščito za sluh.

4.15.2 Nevarnosti pri delu

- Ob delovanju stroja ne posegaj v stroj.
- Nastalih odpadkov ne odstranjuj med delovanjem stroja.
- Med delovanjem stroja ne spreminjaj obratovalne hitrosti rezkarja.
- Med menjavo orodja na rezkarju mora biti rezkar izklopljen iz napajanja in stroj mora biti v mirovanju.
- Stroj obratuje na omrežno napetost 230 V.

4.15.3 Varnostni ukrepi

- Pred priklopom stroja na napajanje preveri, če je priključni vodnik nepoškodovan.
- Pred pričetkom uporabe stroja očisti delovno površino in okolico stroja.
- Pred vklopom stroja preglej vse gibajoče dele in jih po potrebi namaži.
- Pred začetkom obdelave preveri ali je obdelovanec pritrjen pravilno in trdno.

4.16 Rezultati

Potem ko imamo sestavljeno konstrukcijo, izdelano ter preizkušeno krmilje in ustrezno programsko opremo lahko, delovanje preverimo tudi na stroju. Pred zagonom stroja moramo pravilno vnesti velikost obdelovalne površine v programsko opremo, to lahko storimo na dva načina. Prvi način je, da v programu vnesemo velikost obdelovane površine v milimetrih, kar pa mora biti zelo natančno. Drugi način pa je, da motorje programsko ročno vodimo (s koračnim premikanjem na smernih tipkah) od enega končnega stikala do, drugega in to na vseh oseh. Ko imamo velikost obdelovalne površine vneseno, lahko v program uvozimo preprost načrt (nekaj ravnih črt za preizkus) in delovanje preizkusimo še praktično. Preizkusimo še hitrost delovanja stroja, optimalna hitrost delovanja je v praksi nekje 5 do 15 m/min, to preizkusimo tako, da postopoma večamo hitrost in izberemo najbolj primerno.

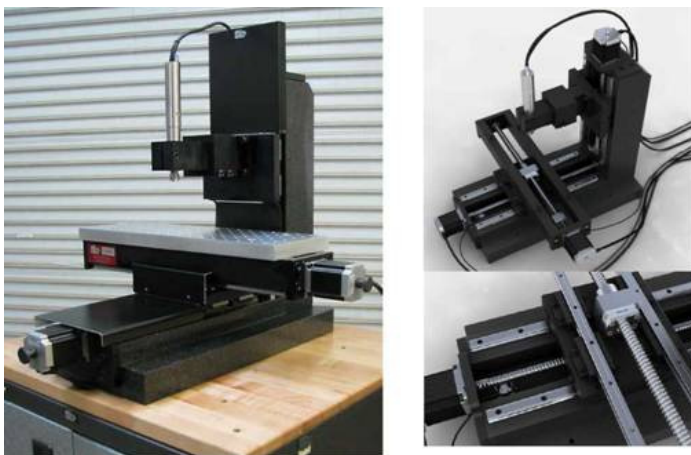
4.17 Zaključek

Izdelava celotnega stroja je bila zahtevna in tudi zanimiva. Delo s strojem ni nevarno, če se stroj uporablja pravilno. Stroj je potrebno vsakič po koncu delovajna učititi. Stroj je zelo uporaben in praktičen. Z njim bova izdelovala tiskane plošče za neprofesionalno rabo. Stroj sva izdelala za dosti manj denarja kot pa stanejo končani stroji. Stroj je enako natančen in zmogljiv in ima večjo obratovalno hitrost ter mali obratovalni hrup. Površina za obdelavo je zadostne velikosti glede na stroj. S tem sva potrdila vse zastavljene hipoteze.

5 Razprava

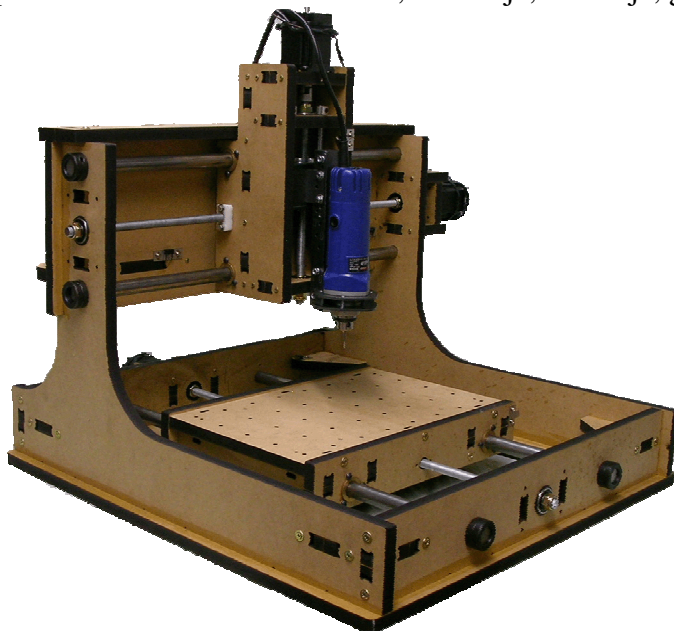
Začetek CNC strojev, ki so nasledniki NC strojev, sega v leto 1981, ko je bil razvit prvi CNC sistem za stružnice na svetu. Na trgu obstaja več različnih izvedb CNC strojev. Poznamo dvo, tro, štiri, pet osne CNC obdelovalne stroje, ki so za industrijsko uporabo.

- Dvoosne CNC obdelovane stroje najpogosteje uporabljamo pri stružnicah, žagah, za računalniško vodene transporte, za brusilne stroje.



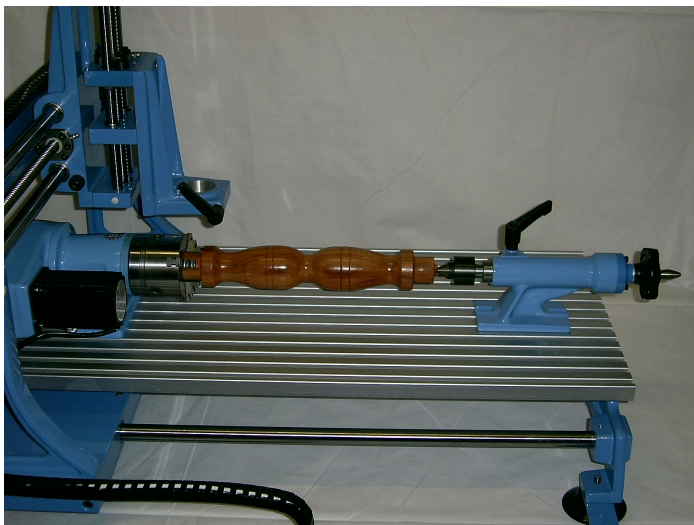
Slika 19 Dvoosni CNC stroj

- Triosni CNC obdelovani stroji so v najbolj množični uporabi, uporabljajo se za ploskovno obdelavo materialov, struženje, rezkanje, graviranje, rezanje, risanje.



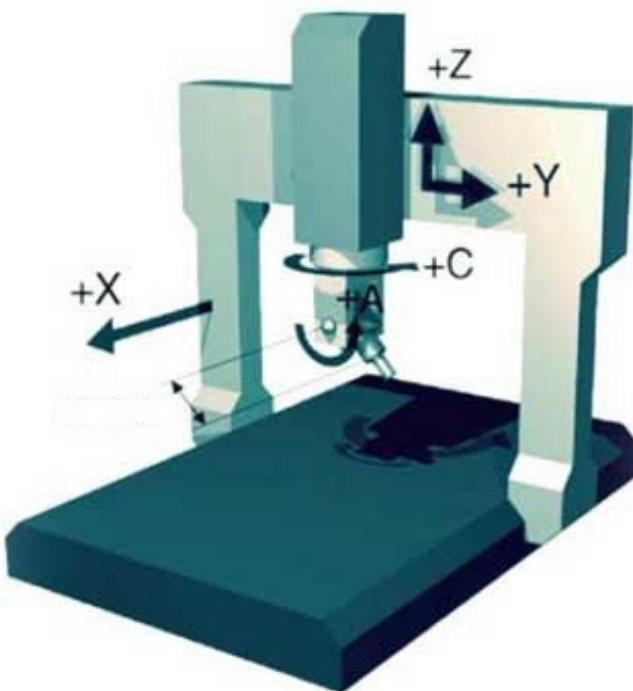
Slika 20 Triosni CNC stroj

- Štiriosni CNC obdelovalni stroji so najbolj podobni triosnim CNC obdelovalnim strojem, le da imajo četrti pomik za avtomatsko menjavo orodja.



Slika 21 Štiriosni CNC stroj

- Petosni CNC obdelovalni stroji se uporabljajo pri zahtevnejših opravilih.



Slika 22 Petosni CNC stroj

CNC obdelovalni stroji se večinoma uporabljajo za ploskovno obdelavo, vertikalno, horizontalno obdelavo različnih materialov kot so: umetne mase, razne kovine, les, kamen... Za obdelovanje materialov s CNC obdelovalnim strojem uporabljamo različna orodja. Poznamo razne rezkarje, plazma rezalnike, rezalnike z vodnim curkom, laserske rezalnike, gravirnike itd.

Program je zaporedje programskih ukazov, ki CNC stroju določa postopek izvajanja delovnih operacij za izdelavo določenega izdelka. Postopek obdelave na CNC stroju je v CNC programu opisan s krmilnimi ukazi, in sicer geometrijskimi, ki določajo položaj med orodjem in obdelovancem; tehnološkimi, kot so določitev podajalne in rezalne hitrosti, definicije orodij in pomožnimi funkcijami, ki določajo vklop/izklop vretena, smer vrtenja, hlajenje itd. Celoten postopek izvajanja operacij izdelave na stroju tako poteka povsem avtomatično. Programiranje je torej postopek izdelave opisanega zaporedja ukazov na podlagi delavniške risbe obdelovanca.

6 Literatura

Vse potrebne informacije za izdelavo izdelka sem dobil na spodaj navedenih internetnih straneh, na katerih je opisanih 6 korakov za izdelavo CNC stroja ter drugi pomembni podatki in pri mentorju g. Petru Vrčkovniku, dipl. inž. elektrotehnike.

Vse potrebne podatke sem pridobil na spodaj navedeni internetni strani in pri svojem mentorju g. Petru Vrčkovniku.

<http://www.instructables.com/>
(10.3.2010)

Vse potrebne informacije o delovanju, sestavi ter priklopu koračnih motorjev sem pridobil na navedeni internetni strani:

http://wolfstone.halloweenhost.com/Motors/stpint_StepperMotorIntro.html
(10.3.2010)

Vse potrebne informacije o priklopu, delovanji, moči uporabljenih integriranih vezjih sem dobil na navedenih straneh:

<http://www.futurlec.com/4000Series/CD4516.shtml>
<http://www.futurlec.com/4000Series/CD4028.shtml>
(10.3.2010)

Ostale potrebne informacije o izdelavi izdelka oziroma njegovi uporabi in namembnosti sem dobil na navedenih straneh:

<http://www.cartertools.com/3Dpath.html>
<http://www.betatechnical.com/autonc.htm>
<http://www.freebyte.com/cad/cadcam.htm#cadcamsystems>
(10.3.2010)

7 Zahvala

Zahvaljujem se mentorju g. Petru Vrčkovniku za pomoč in vodenje pri opravljanju naloge. Posebna zahvala velja staršem, ki nama omogočajo šolanje na ŠCV – ERŠ-u. Zahvaljujeva se tudi prijatelju Urošu Konečniku, za pomoč pri izdelavi konstrukcije.