



Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za elektrotehniko*

Anton Šuklje

Projekt

NASTAVLJIVI POGON PODAJANJA CINA

Ljubljana, 2011

Povzetek

Naprava, ki sem jo izdelal, bo služila za nastavljanje parametrov in krmiljenje koračnega motorja. Uporabljena je znotraj procesa sestavljanja komponent v celoto, in sicer na koncu, ko vse skupaj zalijemo s cinom. Osnovni parametri, ki se nastavljajo, so dve hitrosti in razdalji, s katerimi želimo podati oz. odvzeti cinkovo žico skozi indukcijsko zanko. Vezje sem razvil s pomočjo razvojne plošče ŠARM. Vsa programska koda je napisana v programskem jeziku C. Tiskanino sem načrtal v Eagle-u. Za izdelavo sem potreboval en mesec.

Ključne besede (key words):

- nastavljivi pogon (adjustable drive)
- koračni motor (stepper motor)
- LPC 2138

Kazalo

1 Uvod	5
2 Specifikacije naprave.....	5
3 Časovni in finančni plan	6
4 Zasnova naprave	7
5 Načrti	8
5.1 Bločna shema	8
5.2 Shema vezja	8
5.3 Načrt tiskanega vezja	9
5.4 Konstrukcijski načrt ohišja	10
6 Koda programa	10
7 Kosovnica	13
8 Postopek testiranja.....	14
9 Tehnične specifikacije	14
10 Navodila za uporabo	14
11 Časovna in finančna rekapitulacija.....	16
12 Reference	16

Kazalo slik

Slika 1: Skica mehanske izvedbe podajalnika cina	6
Slika 2: Bločna shema naprave.....	8
Slika 3: Shema vezja.....	8
Slika 4: Signalne linije zgornje strani.....	9
Slika 5: Signalne linije spodnje strani	9
Slika 6: Montažni tisk.....	9
Slika 7: Konstruktivski načrt ohišja.....	10
Slika 8: Diagram poteka 1. del	11
Slika 9: Diagram poteka 2. del	12
Slika 10: Shema naprave	14

1 Uvod

Izdelal sem napravo, ki jo je mogoče primarno uporabljati v procesu spajkanja. Povezana je z napravami, ki tvorijo stroj za zlaganje posameznih komponent (ohišje, konektor, dušilka ipd.) v končni izdelek. Zasnovana je tako, da ima poleg vseh potrebnih vhodov in izhodov, ki so potrebni za delovanje pri spajkanju, tudi dodatni analogni vhod in izhod. Ta dva priključka se lahko uporabita pri nadgradnji. V podjetju Iskra MIS Semič trenutno že uporabljajo dve podobni napravi, vendar je ena zastarela (majhen in nepregleden zaslon), druga pa je v velikem ohišju. Zaradi lažje uporabe nastavljivega pogona podanja cina mora biti ta v bližini indukcijske zanke, kjer pa ni veliko prostora. Moj izdelek je sprogramiran in načrtovan tako, da je preprost in hiter za uporabo.

2 Specifikacije naprave

Izdelek bo služil v proizvodnem procesu, zato mora biti enostaven za uporabo. Med sabo so nastavljivi parametri ločeni v dve skupini. Parametre v prvi skupini nastavlja delavec, ki spremlja delo stroja, parametri druge skupine pa se nanašajo na mehansko izvedbo pogona oz. na način delovanja in se nastavljajo bolj poredko.

Parametri prve skupine:

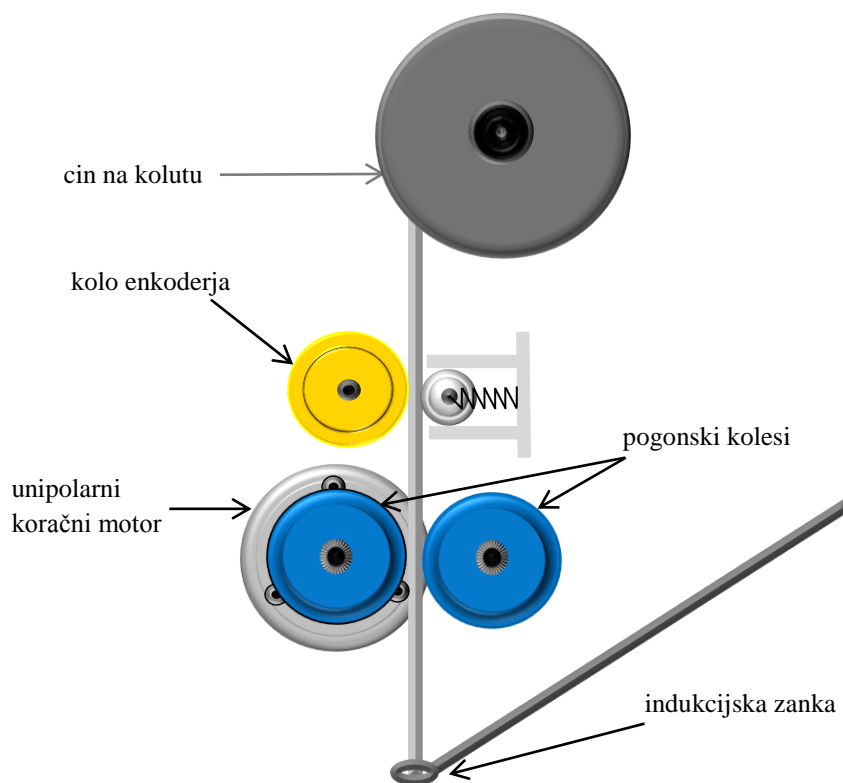
- razdalja odvijanja žice [mm]
- hitrost odvijanja žice [mm/s]
- razdalja navijanja žice [mm]
- hitrost navijanja žice [mm/s]

Parametri druge skupine:

- število ponovitev postopka spajkanja na posamezni element (od 0 do 5 ponovitev)
- toleranca (razlika med razdaljo, ki jo opravi motor, in razdaljo, ki jo opravi enkoder)
- nastavitev začetne smeri vrtenja motorja (levi oz. desni motor)
- vključen oz. izključen nadzor delovanja z enkoderjem
- premer pogonskega kolesa motorja [mm]
- število korakov na obrat motorja
- premer kolesa enkoderja [mm]
- število korakov na obrat enkoderja

Mogoč naj bo tudi ročni pomik žice, ki ga delavec uporablja v primeru, ko želi pripeljati cinkovo žico na začetno pozicijo. To funkcijo naprave uporabi ob vsaki zamenjavi koluta, pa tudi ob napaki pri delovanju.

Parametre nastavljamo s pomočjo treh tipk, in sicer se z eno pomikamo po menijih, s preostalima pa spreminjamo vrednosti. Nastavljane vrednosti se prikazujejo na LCD zaslonu. Naprava naj ima napajanje iz 12V in ob izpadu te napetosti se naj parametri ne resetirajo (shranjeni naj bodo v Flash-u).



Slika 1: Skica mehanske izvedbe podajalnika cina

3 Časovni in finančni plan

Za programiranje bi predvideno potreboval 60 ur, za risanje sheme in načrtovanje tiskanine 22 ur ter za spajkanje in rezanje ohišja 6 ur.

Napravo bi bilo torej mogoče izdelati v 11 dneh po 8 ur na dan, a bi se zaradi čakanja na dobavo posameznih komponent lahko izdelava zavlekla tudi do enega meseca. Predvideni stroški so okoli 70€ za elektronske komponente in še 100€ za izdelavo tiskanine.

4 Zasnova naprave

Naprava je del stroja, ki zлага posamezne elemente (plastično ohišje, konektor, kondenzator ...) v celoto. Sodeluje v zaključni fazi, in sicer ko prispajkamo konektor. S sistemom komunicira preko treh povezav. Po eni dobi ukaz za začetek delovanja, po ostalih dveh pa sporoča, ali je motor v fazi delovanja ali pa je prišlo do napake. Informacijo o napaki pri delovanju bomo dobili iz opazovanja delovanja enkoderja.

Vhodi v napravo:

1. signal A enkoderja (preko optospojnika TLP621)
2. signal B enkoderja
3. signal start (signal sistema, s katerim se zahteva začetek delovanja naprave)

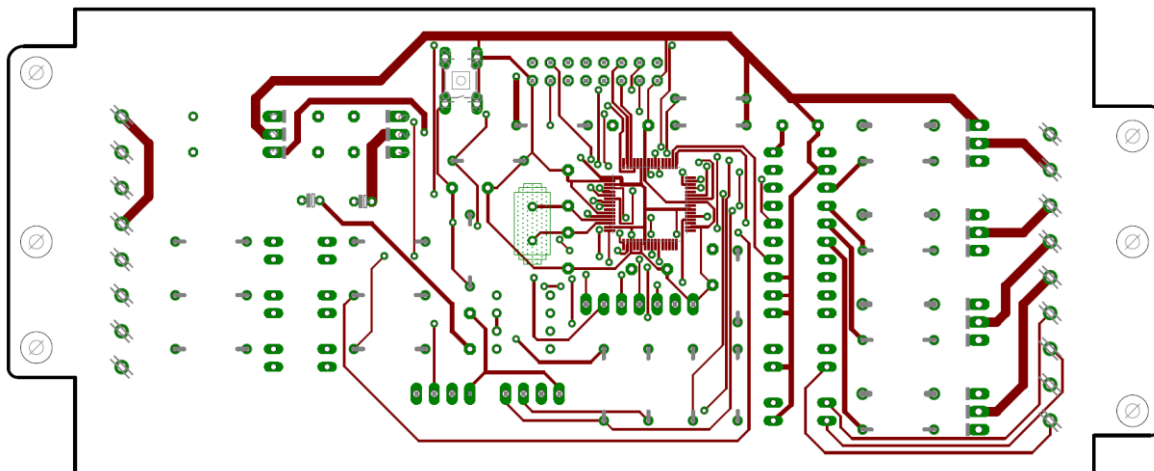
Izhodi iz naprave:

1. spajkam (sistemu sporočimo, ali naprava deluje ali miruje)
2. napaka (sistemu sporočimo ali je prišlo pri delovanju do napake)
3. štiri vhodi koračnega motorja

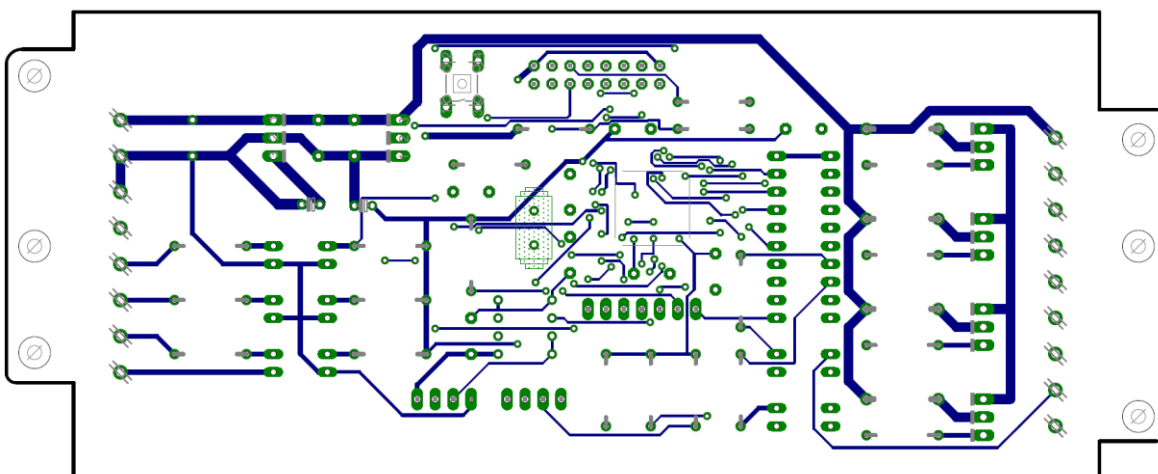
Za krmiljenje koračnega motorja potrebujem 4 močnostne izhode, ki ustrezno vklopljajo navitja unipolarnega koračnega motorja (12V/0,4A). Eno stran navitij motorja povežemo na napajanje +12V, drugi konec pa v pravilnem faznem zaporedju na kolektorje močnostnih tranzistorjev (BDX53B). Ko postavimo logično enico na ustreznem izhodnem pinu mikrokontrolerja, ta preko buffer-ja (74HC245) odpre pripadajoči tranzistor in tako pride navitje motorja pod napetost $12V-U_{CE}$.

Napajanje na delovnem stroju je 12V DC. Za delovanje zaslona potrebujem 5V in za napajanje mikrokontrolerja 3,3V. Uporabljena napetostna regulatorja 7805TV in LM1086CT-3.3 zagotovita ti dve napetosti.

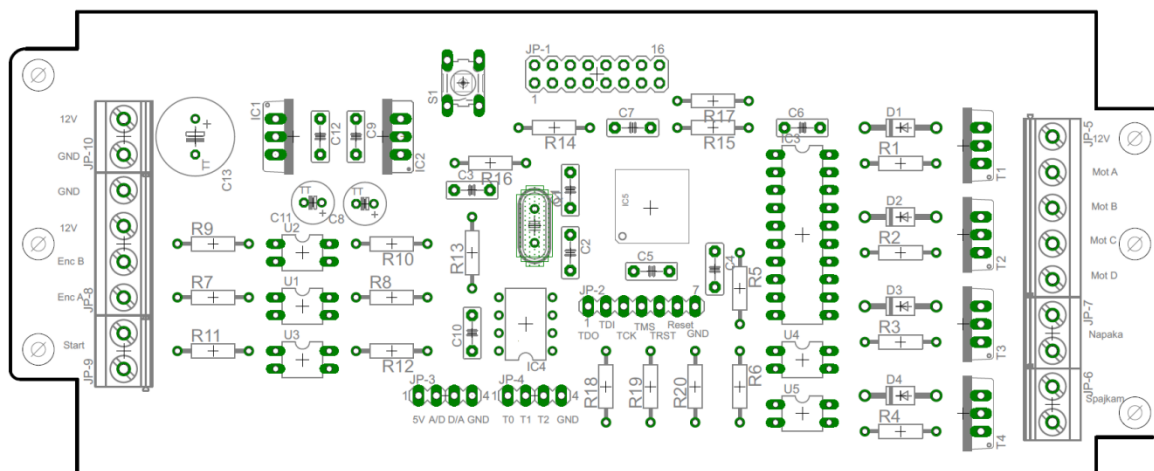
5.3 Načrt tiskanega vezja



Slika 4: Signalne linije zgornje strani

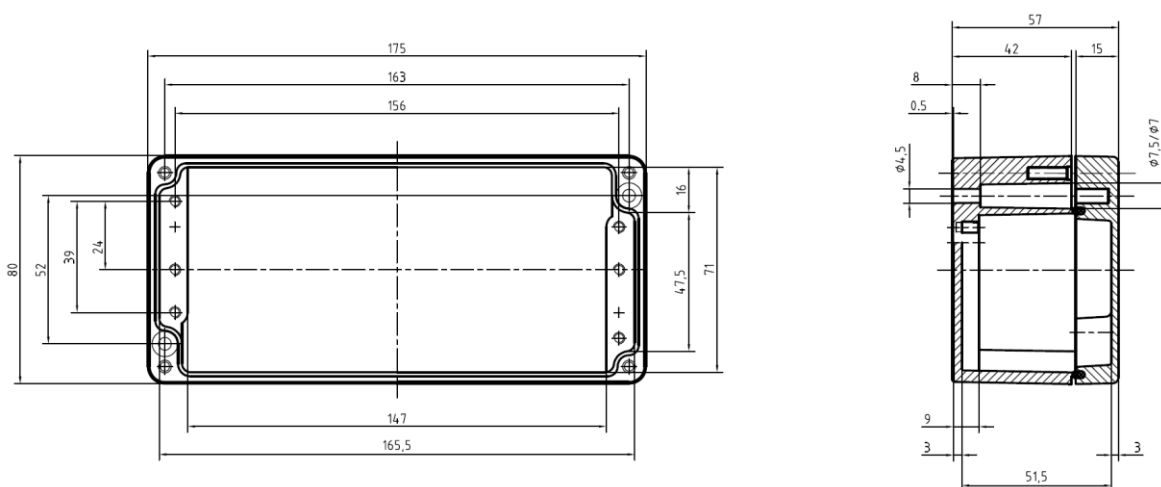


Slika 5: Signalne linije spodnje strani



Slika 6: Montažni tisk

5.4 Konstruktivski načrt ohišja



Slika 7: Konstruktivski načrt ohišja

6 Koda programa

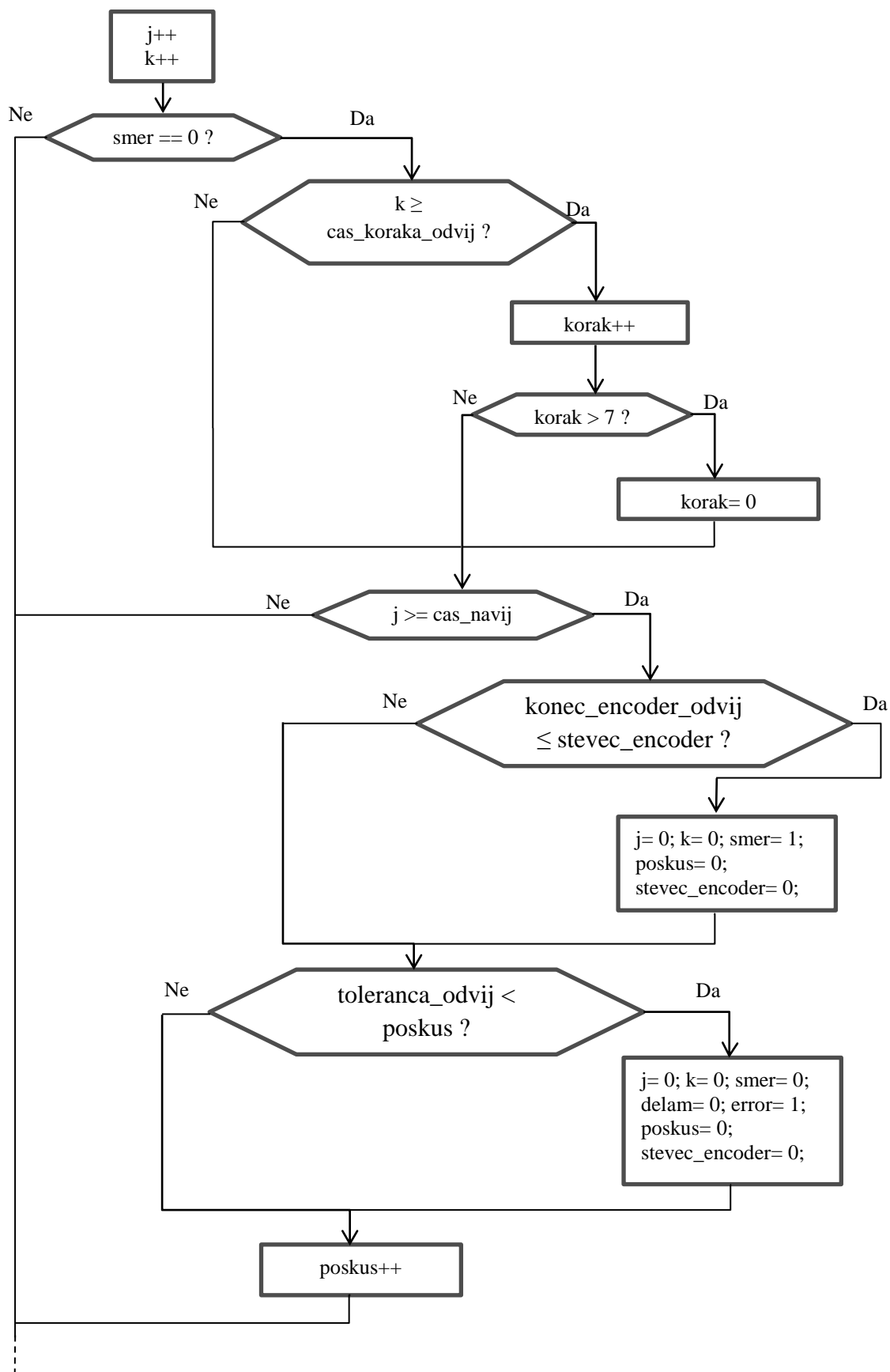
Sistem sem načrtoval z uporabo operacijskega sistema (RTOS2), ki sem ga spoznal pri predmetu mikroprocesorji v elektroniki. Sistem deluje s časovnim korakom 0,1ms, saj lahko tako že dovolj natančno krmilim koračni motor. Definiral sem **7 različnih opravil**, in sicer:

1. **signal** (glede na izračunane podatke nastavlja izhodne pine)
2. **key** (bere stanje tipk in ustrezno popravlja parametre)
3. **podatki** (vnešene podatke ustrezno pretvori)
4. **string** (podatke preoblikuje v znakovni niz, ki ga prikazuje)
5. **lcd_driver_1** (znakovni niz prikaže na LCD-ju)
6. **zapis_flash** (shrani podatke, če je to zahtevano)
7. **sprem_podatka** (ob spremembi podatkov se zahteva njihova shranitev)

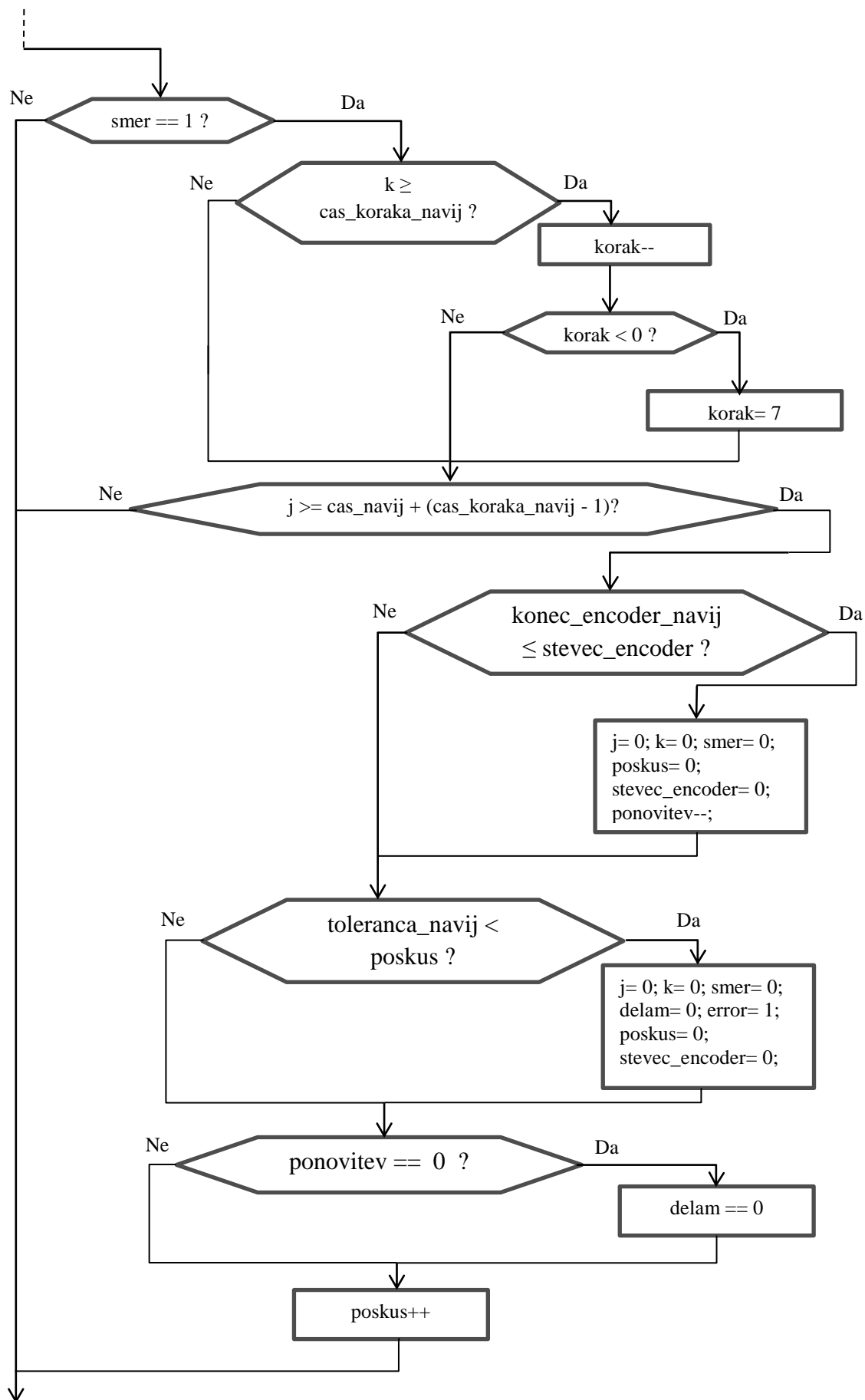
Uporabljene so tudi zunanje prekinitve (eint0, eint1, eint2), ki kličejo vsaka svojo **prekinitveno rutino**, in sicer:

1. **zacni** (klicano je ob padajoči fronti signala start in postavi zahtevo po začetku delovanja naprave)
2. **encoder_A** (sproži se ob padajoči fronti signala Enc A in poveča ali zmanjša števec, ki šteje ustrezna stanja na izhodih enkoderja)
3. **encoder_B** (sproži se ob padajoči fronti signala Enc B)

Narisal sem diagram poteka dela programa, v katerem postavljamo zahteve po nastavitvi stanja izhodnih pinov (izhodi, ki gredo preko buffer-ja na baze tranzistorjev).



Slika 8: Diagram poteka 1. del



Slika 9: Diagram poteka 2. del

7 Kosovnica

Ref. oznaka	Naziv oz. vred. elementa	Ohišje	Št. kosov	Proizvajalec	Dobavitelj	Cena (€)
R1, R2, R3, R4, R7, R9, R15	1kΩ	RS1/4	7	Multicomp	Farnell	0,098
R5, R6	470Ω	RS1/4	2	Multicomp	Farnell	0,056
R8, R10, R12, R13, R14, R16, R17, R18, R19, R20	10kΩ	RS1/4	10	Multicomp	Farnell	0,140
R11	2,2kΩ	RS1/4	1	Multicomp	Farnell	0,014
C1, C2	22pF	C5B2.5	2	Multicomp	Farnell	0,096
C3, C4, C5, C6, C7, C9, C10, C12	100nF	C5B2.5	8	Multicomp	Farnell	1,600
C8, C11	10μF	TT2D6	2	Multicomp	Farnell	0,082
C13	330μF	TT5D11	1	Multicomp	Farnell	0,340
Q1	12MHz	HC49/S	1	Euroquartz	Farnell	1,270
D1, D2, D3, D4	1N4004	D041-10	4	Multicomp	Farnell	0,252
T1, T2, T3, T4	BDX53B	T0220V	4	ST Microelectronics	Farnell	2,080
U1, U2, U3, U4, U5	TLP621	DIL04	5	Toshiba	Farnell	4,300
IC1	7805TV	T0220V	1	ST Microelectronics	Farnell	0,900
IC2	LM1086CT-3.3	T0220S	1	National Semiconductor	Farnell	1,910
IC3	74HC245	DIL20	1	Texas Instruments	Farnell	0,460
IC4	MC34072PG	DIL8	1	ON Semiconductor	Farnell	1,030
IC5	LPC2138	LQFP64	1	NXP	Farnell	15,870
tipka	B3FS-1000	FLAT	1	OMRON Electronic Components	Farnell	0,490
LCD	LCD MODULE ALPHANUMERIC 16X2	/	1	Trident	Farnell	14,060
ohišje	MBA 178055	/	1	Plastron		23,270
						68,450

Tabela 1: Uporabljeni elementi

8 Postopek testiranja

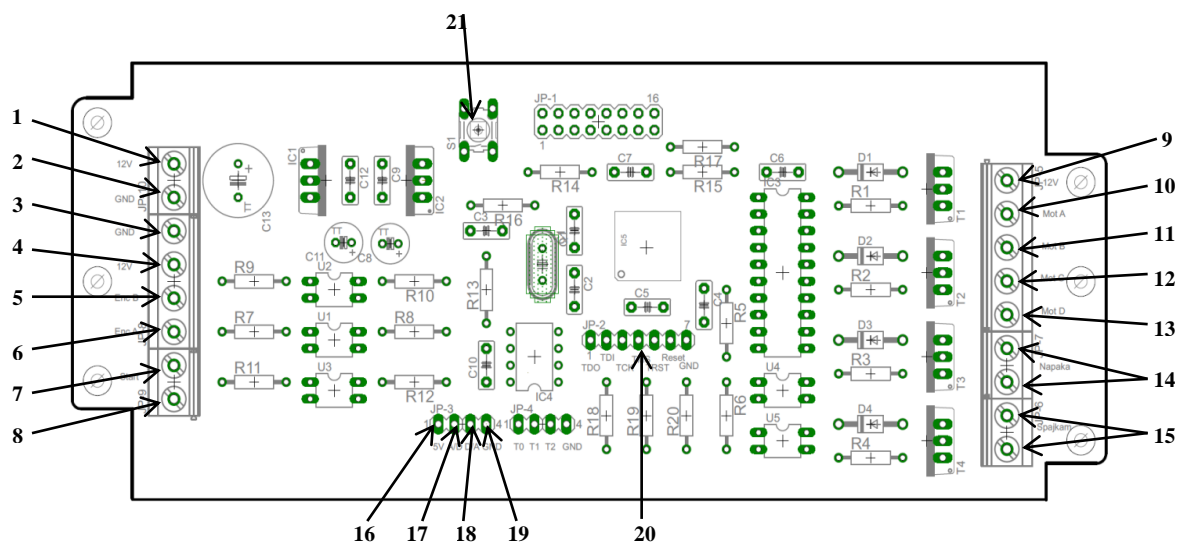
Naprava je bila testirana z enkoderjem proizvajalca Iskra TEL pod oznako TGR 22.5-12-C-50-0250-0-1 in z unipolarnim koračnim motorjem RS 191-8334 (1,8°, 12V, 0,4A). Izpolnila je vse zahteve.

9 Tehnične specifikacije

1. **napajanje:** 12V/2A
2. **unipolarni koračni motor:** 12V/1A, od 50 do 999 korakov na obrat (za povečanje toka oz. za krmiljenje močnejših koračnih motorjev bi bilo potrebno dodati hladilna rebra na izhodne tranzistorje)
3. **enkoder:** 12V, od 50 do 999 period na obrat
4. **vhodni tokovi v optospojnike** ne smejo preseči vrednost 60mA, izhodni pa vrednosti 50mA

10 Navodila za uporabo

Napravo je potrebno najprej pravilno povezati. Povezave si sledijo v naslednjem vrstnem redu:



Slika 10: Shema naprave

1. napajanje +12V
2. masa napajalnika
3. masa, ki gre na enkoder
4. napajanje, ki gre na enkoder (12V)
5. signal B enkoderja

6. signal A enkoderja (če naprava v načinu z enkoderjem ne deluje pravilno, je potrebno zamenjati povezavi signala A in B)
7. vhod (+) start signala
8. vhod (-) start signala
9. napajalna napetost 12V, ki gre na en konec vseh štirih navitij motorja
10. drugi konec prvega navitja
11. drugi konec drugega navitja
12. drugi konec tretjega navitja
13. drugi konec četrtega navitja (vsa navitja v pravem faznem zaporedju)
14. naprava javi napako pri delovanju (zgornji konektor je povezan na kolektor optospojnika)
15. naprava sporoča, ali je zaposlena ali ne (zgornji konektor je povezan na kolektor optospojnika)
16. napetost +5V
17. vhod A/D pretvornik (naprava ga ne uporablja, se pa lahko uporabi pri realizaciji drugega projekta)
18. izhod iz D/A pretvornika (naprava ga ne uporablja)
19. masa
20. konektor za programiranje
21. tipka za resetiranje naprave

Pri vklopu napajalne napetosti se izpiše pozdravno sporočil. Ko to izgine, se najdemo v meniju, kjer lahko ročno pomikamo žico s pritiskom tipke gor oz. dol. S pritiskom na tipko enter pridemo v drugi meni, kjer lahko nastavljamo hitrosti in razdalji odvijanja oz. navijanja žice. Vrednosti v zgornji vrstici se nanašajo na odvijanje oz. dodajanje žice, v spodnji pa na navijanje žice. Vrednost, ki jo želimo spremeniti, izberemo s pomikanjem po meniju s tipko enter. Ko zelena vrednost utripa, jo s tipko gor oz. dol ustrezno nastavimo. Če se hitrost več ne da povečevati, je že izbrana maksimalna. Parametre lahko spreminjamo na dva načina, in sicer fino nastavljanje s pritiskanjem na tipko gor oz. dol ter za bolj grobo nastavljanje z držanjem tipke gor oz. dol. Za prehod v meni z dodatnimi nastavitvami držimo pritisnjeno tipko enter 3 sekunde. Za resetiranje nastavitvev držimo pritisnjeno tipko enter do izpisa na zaslonu (podatki resetirani) oz. 5 sekund. **V meniju z dodatnimi nastavitvami se nahajajo parametri:**

- število ponovitev postopka spajkanja na posamezni element
- toleranca (razlika med razdaljo, ki jo opravi motor, in razdaljo, ki jo opravi encoder)
- nastavitev začetne smeri vrtenja motorja (če se motor ne obnaša pravilno, najprej zamenjamo smer vrtenja iz L v D oz. obratno, če ne pomaga, preverimo fazno zaporedje žic navitja motorja)
- premer pogonskega kolesa motorja [mm]
- število korakov na obrat motorja
- premer kolesa enkoderja [mm]

- število korakov na obrat enkoderja

Vsi nastavljivi parametri v obeh menijih se bodo avtomatsko shranili vsakih 10 minut. Na tiskanini se nahaja tudi reset tipka, ki jo uporabite v primeru napake v delovanju naprave. S spremembo kode lahko isto napravo uporabimo za izdelavo kakšnega drugega projekta z uporabo A/D in D/A pretvornika.

11 Časovna in finančna rekapitulacija

Pri programiranju sem naletel na kar nekaj zapletov, ki so podaljšali predvideni čas za programiranje. Načrtovanje tiskanine je bilo tudi bolj zapleteno od načrtovanega v večini zaradi izbire ustreznih ohišij elementov. Stroški so se glede na predvidene nekoliko povečali zaradi minimalnih možnih naročil pri dobavitelju, in sicer na 175€. Kot sem tudi predvideval, je do podaljšanja časa izdelave prišlo zaradi dobave elementov. Naprava bi bila brez čakanja na dobavo elementov izdelana v dveh tednih, tako pa sem potreboval en mesec.

12 Reference

[1] PUHAN, J. in TUMA, T. 2006. Uvod v mikrokrmilniške sisteme. Ljubljana: Fakulteta za elektrotehniko.

[2] <http://www.s-arm.si/shema1.pdf>, dne 15. 12. 2010