



Srednja šola za strojništvo in mehatroniko  
Šolski center celje  
Pot na Lavo 22  
3000 Celje

## Raziskovalna naloga

# Avtomatizirana naprava za navijanje kabla

### **Avtorji:**

Domen Jevšenak S-2g

Aleksander Furman S-2g

Denis-Franci Vehovar S-2g

### **Mentor:**

g.Matej Veber uni.dipl.inž.elek.

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Celje, marec 2008

## Kazalo vsebine

Povzetek .....	- 5 -
1. UVOD .....	- 6 -
1.1 Opis raziskovalnega problema .....	- 6 -
1.2 Teza-hipoteza .....	- 7 -
1.3 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod .....	- 7 -
2. OSREDNJI DEL .....	- 9 -
2.1 Opis glavnih delov, ki smo jih morali izdelati .....	- 9 -
2.1.1 Stojalo.....	- 9 -
2.1.2 Gred.....	- 10 -
2.1.3 Drsni ležaji ter ohišje.....	- 10 -
2.1.4 Jermenica.....	- 12 -
2.1.5 Sklopka.....	- 12 -
2.1.6 Konična podložka.....	- 13 -
Konična podložka je iz konstrukcijskega jekla, ter je postružena pod kotom. Uporablja se za pritrditev koluta .....	- 13 -
2.1.7 Jermenski prenos .....	- 14 -
3. Opis postopka izdelave.....	- 15 -
4. Električni del .....	- 17 -
4.1 Pogonski elektro motor za pogon bobna .....	- 17 -
4.2 Servo motorček za pogon vodila .....	- 17 -
4.3 Napajalnik .....	- 18 -
4.4 H mostič za spremembo smeri motorja.....	- 19 -
4.4 Opis mikrokrmilnika 16f877a .....	- 21 -
-RISC mikrokrmilnik .....	- 21 -
-35 ukazov fiksne dolžine .....	- 21 -
-8Kx14bitnih besed programskega pomnilnika(FLASH) .....	- 21 -
-368 zlogov podatkovnega pomnilnika(REGISTRI) .....	- 21 -
-256 zlogov električno zbrislivega pomnilnika(EEPROM) .....	- 21 -
-33 vhodno/izklopnih priključkov .....	- 21 -
-3 časovniki(2x8bit in 1x16 bit) .....	- 21 -
-8 analognih vhodov za analogno/digitalno pretvorbo .....	- 21 -
-2 analogna primerjalnika .....	- 21 -
4.5. Električna shema sistema .....	- 22 -
4.6 Program delovanja sistema.....	- 23 -
4.7 Standardni deli.....	- 24 -
4.8 Stikala za vklop in izkop ter končna stikala.....	- 24 -
5. Zaključek, ugotovitve.....	- 25 -
6. Izhodišče nadaljnje raziskave.....	- 26 -
7. Zahvala.....	- 27 -
8. Priloge .....	- 28 -
9. Literatura .....	- 29 -

## Kazalo slik

Slika 1.1.1 Avtomatizirana naprava za navijanje kabla .....	- 6 -
Slika 2.1.1.1 Stojalo .....	- 9 -
Slika 2.1.1.2 Noga za stojalo .....	- 9 -
Slika 2.1.2.1 Gred .....	- 10 -
Slika 2.1.3.1 Ohišje .....	- 10 -
Slika 2.1.3.2 Drsni ležaj .....	- 11 -
Slika 2.1.3.3 Sklop ohišja in drsnega ležaja .....	- 11 -
Slika 2.1.4.1 Jermenica .....	- 12 -
Slika 2.1.5.1 Prvi del sklopke .....	- 12 -
Slika 2.1.5.2 Drsna obloga .....	- 12 -
Slika 2.1.5.3 Drugi del sklopke .....	- 13 -
Slika 2.1.6.1 Konična podložka .....	- 13 -
Slika 3.1 Prvi del sestavljenega mehanizma .....	- 16 -
Slika 3.2 Drugi del sestavljenega mehanizma .....	- 16 -
Slika 3.3. Delni izgled mhanizma .....	- 16 -
Slika 4.1.1 Elektro motor .....	- 17 -
Slika 4.2.1 RC servo motorček .....	- 17 -
Slika 4.3.1: Napajalnik .....	- 18 -
Slika 4.4.1 Princip vezave h-mostiča .....	- 19 -
Slika 4.4.2 Vrtenje v levo .....	- 19 -
Slika 4.4.3 Vrtenje v desno .....	- 19 -
Slika 4.4.1: Mikrokrmilnik 16f877a .....	- 21 -
Slika 4.5.1 Shema električnega sistema .....	- 22 -
Slika 4.6.1 Program za mikrokrmilnik .....	- 23 -

## **Povzetek**

Do ideje za raziskovalno nalogo smo prišli med poukom. Naša prva ideja je bila avtomatizirana naprava za navijanje gumijaste cevi. Ideja se nam je zdela zelo zanimiva, a naleteli smo na prvo težavo. Cev smo lahko navila na kolut a odviti je nismo mogli, ker nismo mogli zamenjati koluta. Po dolgem razmisleku smo prišli do ideje, da naredimo avtomatizirano napravo za navijanje kabla. Ta ideja se nam je zdela lažje izvedljiva in tudi bolj zanimiva. Ta naprava bi lahko bila koristna predvsem v trgovinah, podjetjih kjer se ukvarjajo z izdelavo vodnikov in posamezniki v panogi elektrotehnike in mehatronike.

## 1. UVOD

### 1.1 Opis raziskovalnega problema

Narediti smo hoteli avtomatizirano napravo za navijanje kabla, ker bi olajšalo delu prodajalcu in tudi stranki za uporabo navitega kabla na kolutu na gradbišču in v vsakdanjem življenju. In tudi skladiščenju bi bilo lažje in imeli bi večji nadzor nad materialom. Najprej vstavimo kolut na katerega hočemo naviti zeleni kabl. S pritiskom na gumb pošljemo električni signal preko glavnega stikala do električnega vezja. Električno vezje pošle signal glavnemu motorju ki vrti kolut in transporterju ki z vodenjem po vijačnici levo in desno enakomerno navija na kolut.



*Slika 1.1.1 Avtomatizirana naprava za navijanje kabla*

## 1.2 Teza-hipoteza

Pri izdelavi raziskovalne naloge (avtomatizirane naprave za navijanje kabla) postavili naslednje teze oz. hipoteze:

- Da avtomatiziramo navijanje kabla
- Da proizvajalcu in prodajalcu olajšamo delo,
- Prihranek delovnega časa,
- Uporabniku olajšamo delo v delavnici,
- Uporabnik lažje skladišči kabel in pri tem ima večji nadzor na materialom.
- Kakšen sistem za avtomatsko vodenje bomo uporabili? Mikrokrmilnik ali industrijski krmilnik?

## 1.3 Izbor in predstavitev raziskovalnih metod

Kot prva ideja nam je na misel prišla avtomatizirana naprava za navijanje gumijaste cevi. Po temeljitem razmisleku z mentorjem g. Matejem Vebrom smo naleteli na težavo kako navito gumijasto cev v čim krajšem času odviti s koluta in jo uporabiti. Kot druga ideja nam je prišla na misel avtomatizirana naprava za navijanje kabla, katera se nam je zdela lažje izvedljiva in tudi bolj uporabna.

Najprej smo hoteli narediti gred v enem delu. Prva težava se je pojavila kako narediti varnostni mehanizem v primeru kakšne nezgode. Problem bi lahko rešili z svetlobno zaveso, po temeljitem razmisleku smo se odločili za varnostno sklopko, ki se nam je zdela varnejša in večji izziv.

Naslednja težava se je pojavila kako uskladiti transporter z navijanjem kabla, ker se z navijanjem večja premera navitega kabla mora transporter zmanjševati hitrost. To težavo smo odpravili časovnim zamikom (električno vezje).

Pri izdelavi stojala se pojavi napaka, ker se je material deformiral zaradi varjenja, zaradi tega niso bili drsni ležaji usklajeni. Posledica tega so se pojavile nepotrebne sile ki so nam zavirala vrtenje gredi in drsenje sklopke. Težavo smo odpravili z minimalnim podlaganjem drsnih ležajev z podložnimi lističi (0,1mm-0,2mm).

Težava se je tudi pojavila tudi pri drsnih ležajih saj smo morali naknadno postružiti mazalni utor in vstaviti mazalne čepe na vsako ohišje drsnega ležaja. Z tem smo zmanjšalo trenje ki se je pojavilo med gredjo in drsnim ležajem.

Pri delovanju sklopke z vzmetjo, se je sila prenesla na drugi del sklopke, kjer se je pojavilo trenje vzkočnika na drsni ležaj. Težavo smo rešili z tlačnim krogličnim ležajem, ki smo ga ustavili v ohišje drsnega ležaja.



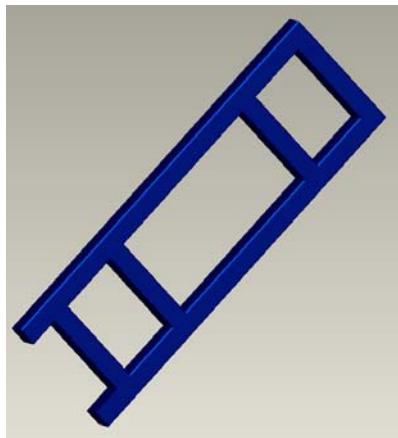
*Slika 1.3.1 Drsni ležaj z vgrajenim tlačnim krogličnim ležajem*

## 2. OSREDNJI DEL

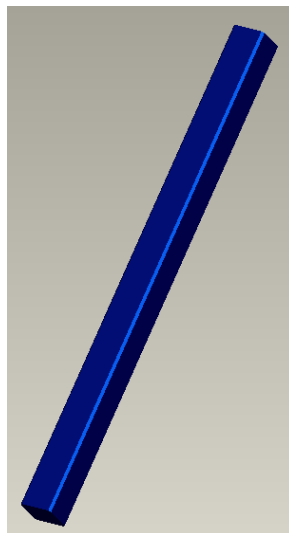
### 2.1 Opis glavnih delov, ki smo jih morali izdelati

#### 2.1.1 Stojalo

Stojalo je sestavljen iz konstrukcijskega kvadratnega profila, 20x20 zavarili smo ga elektroobložno (Jadranke premera 2,5mm).



*Slika 2.1.1.1 Stojalo*

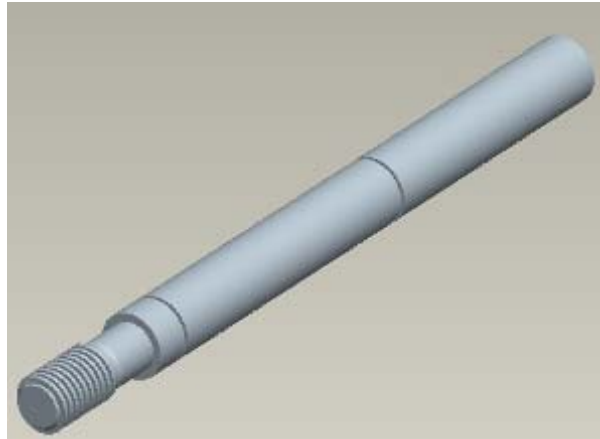


*Slika 2.1.1.2 Noga za stojalo*



### 2.1.2 Gred

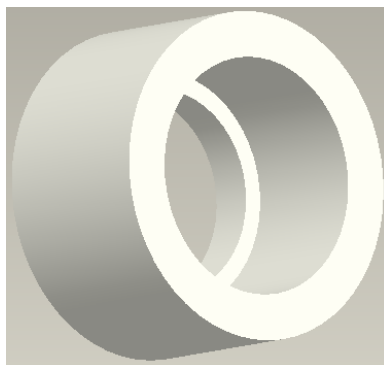
Gred je iz belega vlečenega jekla premera 16mm. Na gredi smo morali na eni strani urezati navoj za pritrnitev jermenice in postružili smo 2 utora za vskočnik, ter utor za moznik.



*Slika 2.1.2.1 Gred*

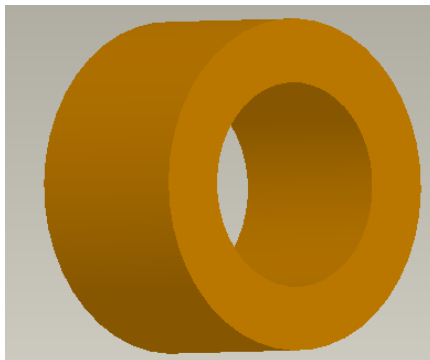
### 2.1.3 Drsni ležaji ter ohišje

Ohišje ležaja je postruženo iz navadnega konstrukcijskega jekla.



*Slika 2.1.3.1 Ohišje*

Drsni ležaj je iz bronovine, postružen je na toleranco H6.



*Slika 2.1.3.2 Drsni ležaj*



*Slika 2.1.3.3 Sklop ohišja in drsnega ležaja*

### 2.1.4 Jermanica

Je iz aluminija postružena je po standardih, za jermen 10x420mm



*Slika 2.1.4.1 Jermanica*

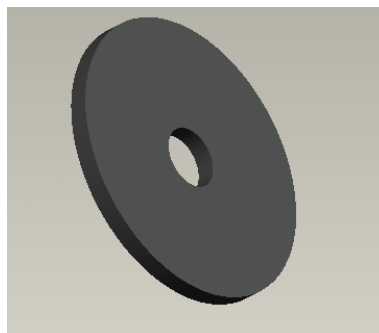
### 2.1.5 Sklopka

Sestavljena je iz dveh delov.

- Na prvem delu sklopke smo spehali utor ter prilepili drsno oblogo.



*Slika 2.1.5.1 Prvi del sklopke*



*Slika 2.1.5.2 Drsna obloga*

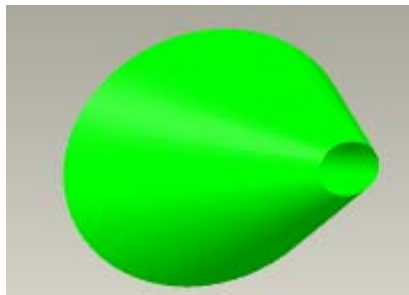
- Drugi del sklopke je iz konstrukcijskega jekla, zvrtili smo luknjo in urezali navoj M5 za fiksno pritrnitev na gred.



*Slika 2.1.5.3 Drugi del sklopke*

### **2.1.6 Konična podložka**

Konična podložka je iz konstrukcijskega jekla, ter je postružena pod kotom. Uporablja se za pritrnitev koluta



*Slika 2.1.6.1 Konična podložka*

### 2.1.7 Jermenski prenos

Za prenos sile iz glavnega motorja na gred smo uporabili prenos z klinastim jermenom. Za jermenski prenos smo se odločili tudi z varnostnih razlogov, saj pri večji sili klinasti jermen spodrsni.

Slabosti jermenskih prenosov.

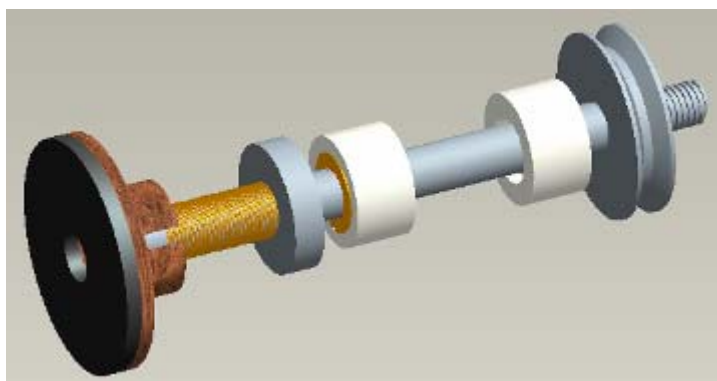
- vsakih nekaj ur delovanja moramo napenjati jermen
- pri večjih obremenitvah jermen spodrsi
- po določenem času je treba menjati jermen

Prednosti jermenskih prenosov

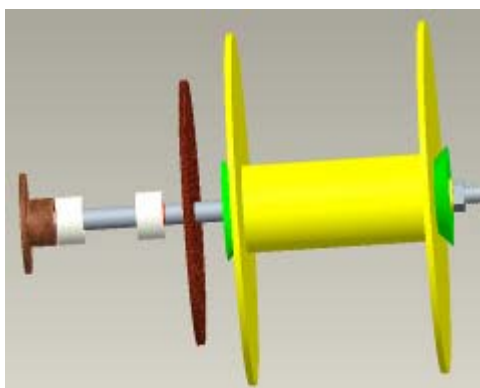
- niso tako občutljivi na nečistoče
- velike hitrosti
- pri veliki sili jermen spodrsi

### 3. Opis postopka izdelave

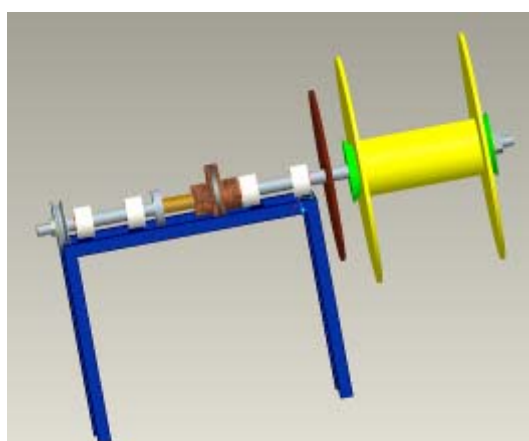
Vse skupaj se je začelo z idejami v glavi in z risanjem skic. Skice smo nenehno prilagajali. Ko smo prišli do končnega rezultata smo lahko začeli risati načrte. Začeli smo nabavljati materiale. Najprej smo postružili ohišja za drsne ležaje in drsne ležaje (puše). Naslednji naš mehanski del so bile jermenice, ki so izdelane iz aluminija in so postružene po standardih za klinasti jermen 10 mm (zgornji del jermena kjer je najširši). Gredi smo izdelali z vlečenega jekla premera 16mm. Gred je sestavljena iz dveh delov, pogonskega dela in gnanega dela. Na gredi smo morali tudi postružiti utore za vskočnike in utore za moznike za pritrditev jermenice in sklopke. Na gnanem delu smo na eni strani pritrdili konično podložko za vpetje navijalnega koluta. Z druge strani smo navijalni kolut pritrdili prav tako s konično podložko in matico. Sklopka je sestavljena iz dveh delov. Prvi del jermenice je aluminijast, na katerega je tudi pritrjena drsna obloga. Ta del sklopke je tudi gibljiv. Drugi del sklopke je z jekla. Najprej smo imeli oba dela sklopke aluminijasta, opazili smo da na drugem delu, drsna obloga začne drseti in deformirati, ker je premehak material. Naslednja naša naloga je bila narediti stojalo ker je vse skupaj tudi pritrjeno. Ohišje smo zavarili iz konstrukcijskega jekla. Na ohišje smo na to pritrdili ohišja drsnih ležajev. Pritrdili smo jih z vijaki, da smo lahko lažje nastavljali soosnost gredi. Naša druga težava je bila kako pritrditi motor na pogon gredi. Motor smo pritrdili na stojalo in morali smo narediti tudi napenjalec jermena. Ko smo to sestavili in spravili celotni mehanizem v pogon smo se lotili transporterja. Transporter je sestavljen iz večjih delov. Za premik vodila smo uporabili oz. izdelali navojno palico, pritrdilo smo jo z dvema drsnima ležajema. Ležaje smo pritrdili na ohišje oz. na nosilec transporterja z vijaki, da smo lažje nastavili transporter. Da bo transporter vrtel v levo in desno, smo na vsak konec pritrdili končno stikalo. Ko transporter pride do konca se vključi končno stikalo ki mu spremeni smer. Za pogon transporterja smo uporabili servo motorček, ki smo ga pritrdili direktno na gred transporterja. Mehanizem deluje s pomočjo električnega vezja ter mikrokrmilnika. Krmilnik smo programirali s pomočjo računalnika. Električno vezje smo vstavili v nadometno dozo, ker so tudi pritrjena stikala za vklop in izklop in glavno stikalo. Dozo smo pritrdili na ohišje kamor smo tudi pritrdili I kanale, po katerih smo napeljeni električni kabli. Na napravo smo namestili tudi varavala, da smo zmanjšali nevarnost poškodb. Na koncu ko je bila priprava že končana, smo vsak sklop naprave posebej pobarvali in testirali.



*Slika 3.1 Prvi del sestavljenega mehanizma*



*Slika 3.2 Drugi del sestavljenega mehanizma*



*Slika 3.3. Delni izgled mhanizma*

## 4. Električni del

### 4.1 Pogonski elektro motor za pogon bobna

Za pogon smo uporabili motorček, katerega uporabljamo pri avtomobilu za brisanje stekla. Za motorček smo se odločili, ker je najcenejši in tudi najbolj primeren za uporabo. Motorček ima že serijsko vgrajen reduktor, kar omogoča večji izhodni navor. Ta motorček smo morali tudi malo predelati zaradi vpetja na ohišje. Na motorček smo pritrdili jermenico, ki poganja preko klinastega jermena glavno gred.



*Slika 4.1.1 Elektro motor*

### 4.2 Servo motorček za pogon vodila

Tudi servo motorček je bilo potrebno predelati. Saj se je v prvotni obliki servo motorček gibal 180 stopinj levo in desno. Iz motorčka smo odstranili celotno vezje in tudi blokado ki je preprečevala vrtenje v obe smeri. Pri odstranitvi nismo imeli velik težav. ta motorček smo uporabili za transporter oz. vodila. Vodili ga bomo s pomočjo H-mostiča in mikrokrmilnika.



*Slika 4.2.1RC servo motorček*



### 4.3 Napajalnik

Motorček potrebuje za svoje delovanje el energijo. Odločili smo se za računalniški napajalnik, ki je tokovno dovolj zmogljivi ter tudi najcenejši in najprimernejši za pogon obeh motorjev. Napajalnik smo morali tudi predelati, da je služi svojemu namenu. Pri tem nismo imeli veliko težav. Odstranili smo določene kable, vstavili upor in izdelali priključke za priključne banance.

Tehnične lastnosti napajalnika.

(napajalnik ATX 350W Q-tec)

Moč 350W

+3.3V 14A

+5V 18A

+12V 16A

-5V 0.5A

-12V 0.8 A

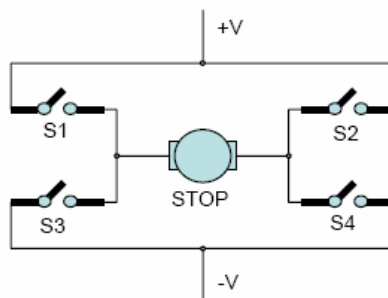
+5 satandby 2.0A



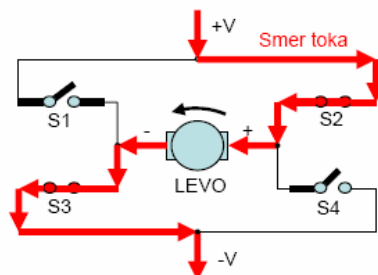
Slika 4.3.1: Napajalnik

#### 4.4 H mostič za spremembo smeri motorja

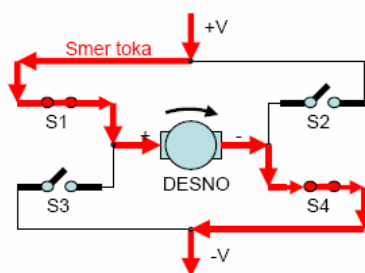
Če na enosmernem motorju zamenjamo polariteto napetosti na priključnih sponkah se mu spremeni smer vrtenja in zato uporabljamo vezavo, ki ji rečemo H-mostič.



Slika 4.4.1 Princip vezave h-mostiča



Slika 4.4.2 Vrtenje v levo



Slika 4.4.3 Vrtenje v desno

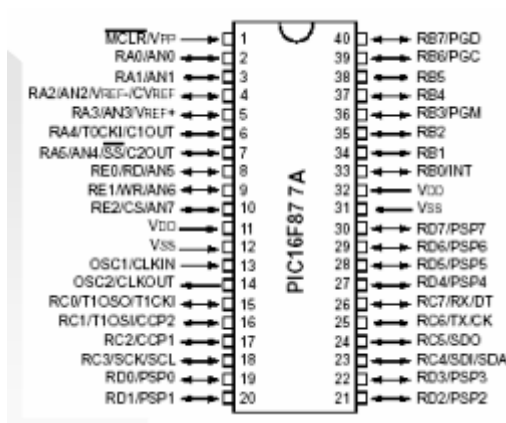
Na slikah zgoraj (Slika 4.4.2 Vrtenje v levo, Slika 4.4.3 Vrtenje v desno) je prikazan princip delovanja H-mosta. Vezje sestavljajo štiri stikala-tranzistorji, ki delujejo v pseudo Darlington vezavi in dodatna elektronika za sinhronizacijo pri preklonih.

Stikala se paroma preklaplajo, skupaj S1 in S4 ter S2 in S3. Ko sta sklenjeni stikali S1 in S4 ter odprti stikali S2 in S3 se motor vrti v desno. V primeru, da sta odprti stikali S1 in S4 in sta sklenjeni stikali S2 in S3 se motor vrti v levo.

#### 4.4 Opis mikrokrmilnika 16f877a

Za avtomatizacijo in krmilje smo uporabili mikrokrmilnik PIC 16f877a. Ima dovolj vhodnih in izhodnih priključkov, ter je dovolj zmogljiv za našo aplikacijo. Spodaj so navedeni značilnosti krmilnika:

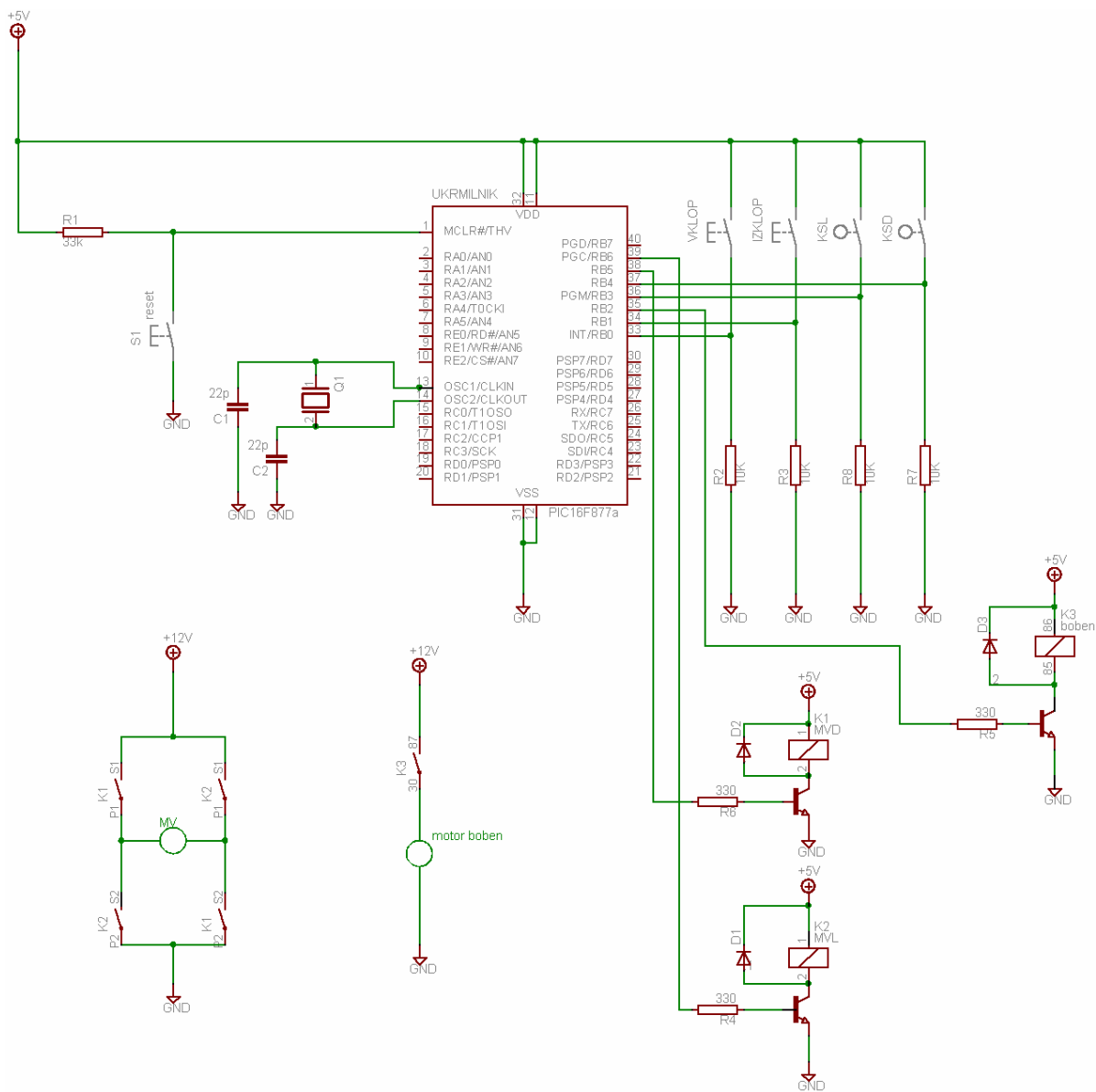
- RISC mikrokrmilnik
- 35 ukazov fiksne dolžine
- 8Kx14bitnih besed programskega pomnilnika(FLASH)
- 368 zlogov podatkovnega pomnilnika(REGISTRI)
- 256 zlogov električno zbrislivega pomnilnika(EEPROM)
- 33 vhodno/izklopnih priključkov
- 3 časovniki(2x8bit in 1x16 bit)
- 8 analognih vhodov za analogno/digitalno pretvorbo
- 2 analogna primerjalnika



Slika 4.4.1: Mikrokrmilnik 16f877a

Na sliko 4.4.1 vidimo da ima priključek za napajanje, vhodne in izhodne priključke ter ostale priključke, ki pri naši nalogi ne pridejo v poštev.

## 4.5. Električna shema sistema



Slika 4.5.1 Shema električnega sistema

Na vohdu vezja smo priključili tipki za vklop in izklop naprave, poleg tega pa smo povezali končna stikala za preklop smeri vrtenja. Na izhodu pa so priključeni releji s katerimi vklopimo motor za pogon bobna in pogona transporterja. Mikrokrmilnik deluje po programu, ki smo ga napisali in ga lahko vidimo pod sliko 4.6.1.

## 4.6 Program delovanja sistema

Spodaj je program delovanja, napisan je v PIC Basicu in programiran s pomočjo MICROCHIPA ICD2 programatorja.

```

'*****
' * AVTORJI:Jevšenak Domen, Furman Aleksander,vehovar Denis *
' * PROGRAM:Za vodenje električnega krmilja *
' * *
' * *
'*****

DEFINE OSC 4

TRISB = %00001111          ' DOLOČIMO VHODE IN IZHODE
PORTB = %00000000

VKLOP VAR PORTB.0          ' VHODI
IZKLOP VAR PORTB.1
KSD VAR PORTB.2
KSL VAR PORTB.3

MOTORN VAR PORTB.4        ' IZHODI
MOTORVL VAR PORTB.5
MOTORVD VAR PORTB.6

START:

IF VKLOP AND !IZKLOP THEN  ' ČE VKLOP IN ČE NI IZKLOP
HIGH MOTORN                ' VKLOP MOTORJA NAVITJA
HIGH MOTORVD                ' VKLOP MOTORJA VODILA DESNO
ENDIF                       ' KONEC POGOJA

IF KSD AND !KSL THEN       ' ČE KONČNO STIKALO DESNO IN ČE NI KONČNO STIKALO LEVO
LOW MOTORVD                 ' IZKLOP MOTORJA VODILA DESNO
HIGH MOTORVL                ' VKLOP MOTORJA VODILA LEVO
ENDIF                       ' KONEC POGOJA

IF KSL AND !KSD THEN       ' ČE KONČNO STIKALO LEVO IN ČE NI KONČNO STIKALO DESNO
LOW MOTORVL                 ' IZKLOP MOTORJA VODILA LEVO
HIGH MOTORVD                ' VKLOP MOTORJA VODILA DESNO
ENDIF                       ' KONEC POGOJA

IF IZKLOP THEN              ' ČE VKLOP
LOW MOTORN                  ' IZKLOP MOTORJA NAVITJA
LOW MOTORVL                 ' IZKLOP MOTORJA VODILA LEVO
LOW MOTORVD                 ' IZKLOP MOTORJA VODILA DESNO
ENDIF                       ' KONEC POGOJA

GOTO START                  ' ZANKA SE PONOVI
END                          ' KONEC

```

Slika 4.6.1 Program za mikrokrmilnik

#### **4.7 Standardni deli**

- Vijaki in matice M14, M12 M5
- Podložke za vijake in matice
- Moznika 5x14,5x8
- Segarejvi obročki (premer 16 in 10)
- Pritrditveni vijak M4
- Plastični čepi
- Tlačni kroglični ležaj (premera 17)

#### **4.8 Stikala za vklop in izklop ter končna stikala**

Imamo dva delovna stikala za vklop in izklop naprave. Stikala sta različne barve, črno stikalo je za vklop, rdeče pa za izklop. Imamo pa tudi končna stikala KSD in KSL, ki dajeta informacijo o položaju vodila.

## **5. Zaključek, ugotovitve**

Na koncu po končani nalogi smo ugotovili, da bi lahko avtomatizirana naprava za navijanje kabla marsikomu olajšala delo, predvsem delavcem in trgovcem. Delavcem bi olajšala delo na terenu in pri skladiščenju. Trgovcem pa bi omogočila lažje skladiščenje in tudi večji nadzor. Naloga se nam je zdela dokaj enostavna za izdelavo, toda čez čas so se kar hitro pojavile prve težave, ki smo jih kar spretno rešili. Uporabili smo vso znanje ki smo si ga dobili v času šolanja.



## **6. Izhodišče nadaljnje raziskave**

Pri tej napravi bi lahko izboljšali sklopko, tako da bi vgradili vilice, ki bi odmikale gibajoči del sklopke, in s tem ustvarili prosti tek. To napravi bi lahko naredili večjo in bolj robustno. Problem se pojavi pri debelejših oz. tajših kablih saj se s tem hitreje oz. počasneje veča premer navitega kabla. Zato bi morali uvesti regulacijo hitrosti in merjenje premera navitega kabla, da bi lahko primerno vodili navijanje.

## **7. Zahvala.**

Najprej bi se zahvalili vsem ki so nam ta projekt in razidkovalno nalogo pomagali izpeljati do koca. Največ zaslug gre gospodu mentorju in vsem izvajalcem ki so nam pomagali pri izdelavi posameznih sklopov.

Zahvala pa naj gre tudi članom ocenjevalne komisije.

## **8. Priloge**

Načrti posameznih delov naprav.

Za lažjo predstavo posameznih sklopov so tudi priložene slike.

## 9. Literatura

[1] citirano 11. mar. 2008;00:10, dostopno na URL – naslovu:

<http://www.rts.uni-mb.si/misc/materiali/mikrorac/pic2.pdf> - Podobne strani

[2] citirano 11. mar. 2008;10:00, dostopno na URL – naslovu:

<http://www.valeo-swfmotoren.de/html/2/frameset.php?sess=b0bafe5caff9465472d4ddf71905c74a>

[3] citirano 11. mar. 2008;09:20, dostopno na URL – naslovu

[http://www.rts.uni-mb.si/misc/materiali/mikrorac/moto\\_modul.pdf](http://www.rts.uni-mb.si/misc/materiali/mikrorac/moto_modul.pdf)

[4] KRAUT B. Strojniški priročnik, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana 2003

[5] Program: Pro Engeener

[6] Program: Eagle Layout Editor 4.16r1